

Especies de macrohongos en matorrales del Noreste de México Macrofungi species from thornscrubs in Northeast Mexico

Fortunato Garza Ocañas^{1*}, Jesús García Jiménez², Gonzalo Guevara Guerrero², Miroslava Quiñónez Martínez³, María Inés Yáñez Díaz¹

Fecha de recepción/Reception date: 17 de marzo de 2023.

Fecha de aceptación/Acceptance date: 11 de agosto de 2023.

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales. México.

²Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. México.

³Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ciencias Biomédicas. México.

*Autor para correspondencia; correo-e: fortunatofgo@gmail.com.

*Corresponding author; e-mail: fortunatofgo@gmail.com.

Resumen

Los matorrales ocupan grandes extensiones en el Noreste de México, pero en ellos pocas especies de macrohongos han sido citadas. El objetivo de este estudio fue conocer su diversidad asociada a matorrales. Los resultados demostraron una diversidad de 218 taxa de hongos pertenecientes a 145 géneros y 62 familias. En los estados de Nuevo León y Tamaulipas se distribuyeron 186 especies, 23 solo en Tamaulipas y nueve únicamente en Nuevo León. De ellos, 34 son nuevos registros para el Noreste de México. Los basidiomicetos son los más diversos con 187 especies, 125 géneros y 50 familias, le siguen los ascomicetos con 23 especies, 13 géneros y siete familias. Los mixomicetos (antes considerados hongos) son menos abundantes, con ocho especies, siete géneros y cinco familias. En cuanto a los géneros con mayor riqueza: *Xylaria* está representado por 14 taxones, *Amanita* con 10, *Lactarius* y *Lentinus* con seis, *Ganoderma*, *Phellinus* y *Geastrum* por cuatro, *Boletus* con tres y el resto menos de tres. Con respecto a la comestibilidad de los taxones, se registraron 175 no comestibles, 18 comestibles y 25 tóxicas. En relación al hábito de crecimiento, 62 son micorrícicos, 117 saprobios, 31 parásitos y ocho fagotróficos. La distribución altitudinal de 94 taxa se ubicó entre 100 y 500 m, 124 especies en un intervalo de 500 a 700 m. Los hongos micorrícicos y parásitos se asociaron a 41 especies de plantas.

Palabras clave: Distribución, diversidad, ecología, macrohongos, matorrales, Noreste de México.

Abstract

Thornscrubs cover large areas in Northeast Mexico and few species of macrofungi have been reported. The objective of this study was to know the diversity of macrofungi associated with thornscrubs. The results showed a diversity of 218 fungal taxa, belonging to 145 genera and 62 families. 186 species are distributed in both states of *Nuevo León* and *Tamaulipas*, 23 only in *Tamaulipas* and nine only in *Nuevo León*. 34 of these species are new records for Northeast Mexico. Basidiomycetes are the most diverse with 187 species, 125 genera and 50 families, followed by Ascomycetes with 23 species, 13 genera and seven families. The Myxomycetes (formerly considered as fungi) were less abundant with eight species, seven genera and five families. As for the genera with the greatest richness, *Xylaria* had fourteen taxa it was followed by *Amanita* ten, *Lactarius* and *Lentinus* six, *Ganoderma*, *Phellinus* and *Geastrum* four, *Boletus* three, and the rest less than three. Regarding the edibility of the taxa, 175 were not edible, 18 edible and 25 toxic species were recorded. In relation to growth habit, 62 are mycorrhizal, 117 are saprotrophic, 31 are parasitic and eight are phagotrophic. The

altitudinal distribution showed that 94 taxa were recorded between 100 and 500 m of altitude and 104 species grow between 500-700 m. Mycorrhizal and parasitic fungi are associated with 41 plant species.

Key words: Distribution, diversity, ecology, macrofungi, thornscrubs, Northeast Mexico.

Introducción

La provincia biogeográfica tamaulipeca en la zona de la costa del Golfo de México, se distribuye en aproximadamente 200 000 km² desde el norte de México hasta el sur de Texas, en Estados Unidos de América (Conabio, 2021), y está conformada por matorrales de varios tipos (González, 2003). El matorral espinoso tiene especies de plantas de 1-4 m de altura que crecen en altitudes de 100-650 m. El matorral submontano alberga árboles subinermes de 4 a 6 m de altura, se ubica en las partes bajas de la Sierra Madre Oriental en dirección este-oeste, en altitudes entre 650 y 700 m. Ambos tipos de matorral incluyen plantas multipropósito que se aprovechan en comunidades rurales (Alanís, 2006; Estrada *et al.*, 2014). Las personas las usan como madera en rollo para la construcción de casas y cercas, así como para la fabricación de muebles domésticos, herramientas agrícolas, como carbón o leña, además de consumir los frutos de algunas especies silvestres (Alanís, 2006).

La tala de matorrales para la introducción de pasto y ganado con fines agrícolas o para la producción de naranjos es una práctica común que causa una pérdida dramática de la biodiversidad (Pando *et al.*, 2014), la cual desaparece sin ser conocida científicamente. Tal es el caso de muchos macro y microhongos que reciclan la materia orgánica.

Algunos estudios en los que se han registrado especies de macrohongos en matorrales del norte de México, por ejemplo: *Favolus brasiliensis* (Fr.) Fr.,

Polyporus alveolaris (DC.) Bondartsev & Singer, *Montagnea arenaria* (DC.) Zeller, *Podaxis pistillaris* (L.) Fr., *Phellorinia herculeana* (Pers.) Kreisel y *Tulostoma* Pers. spp. son los de Castillo y Guzmán (1970), Esqueda-Valle *et al.* (1995) y Esqueda *et al.* (2012). A la fecha, se desconocen publicaciones de macromicetos asociados a matorrales *sensu lato* del Noreste de México. El objetivo del presente estudio fue generar información acerca de las especies de macromicetos que crecen en algunos matorrales del Noreste de México.

Materiales y Métodos

Los hongos se recolectaron durante los últimos 35 años en más de 100 localidades de los estados de Nuevo León y Tamaulipas. Se siguieron los protocolos clásicos para el estudio de los macrohongos que incluyen el registro de sus características macroscópicas *in situ* en especímenes frescos (Largent *et al.*, 1973; Villarreal y Gómez, 1995; Lodge *et al.*, 2004; Bessette *et al.*, 2016). Igualmente, se anotaron las características de los sitios de colecta en campo: altitud, condición de la vegetación, especies de árboles, arbustivas y herbáceas. Se tomaron fotografías (cámara *Nikon*® modelo D3300, lente macro 40mm) de los especímenes tanto a una distancia de 1 m, como con macrofotografía a fin de tener los máximos detalles de los esporomas.

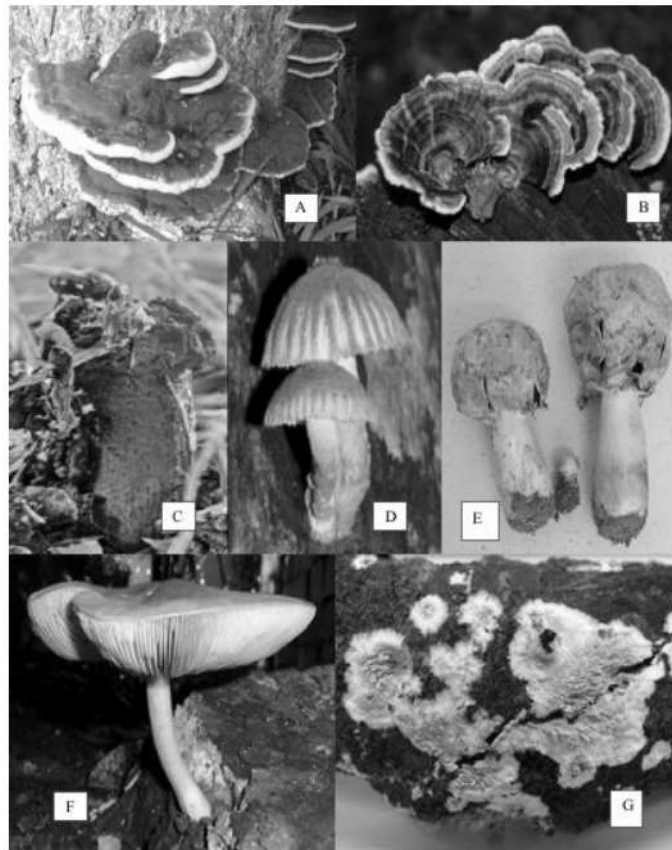
Para la visualización microscópica de las distintas estructuras que caracterizan a las especies, de forma manual se hicieron cortes finos a navaja. Estos se montaron en reactivo de KOH (5 %) y Melzer a fin de observar el contraste de las estructuras con mayor claridad (Largent *et al.*, 1977).

La terminología del color se basó en el manual *Methuen Handbook of Colour* (Kornerup y Wanscher, 1978). Se midieron al menos 30 estructuras microscópicas (basidiosporas, basidios y pileipellis) con un microscopio óptico *Axiostar Carl Zeiss®* (Quiñónez *et al.*, 2008). La relación Q , la longitud media (L) y la anchura media (W) se obtuvieron para las basidiosporas según lo descrito por Frank *et al.* (2020).

La identificación de los hospederos posibles con los que se observaron las especies, tanto saprobias como parásitas y micorrícicas se realizó en el herbario CFNL de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León en Linares, Nuevo León. El material estudiado se depositó en las colecciones micológicas de los herbarios "José Castillo Tovar" (ITCV) del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria y en el CFNL. Las especies se ordenaron de acuerdo con Kirk *et al.* (2008), y para la clasificación de las especies se utilizó Index Fungorum (2023).

Resultados

En la presente investigación se documenta solo una parte de la diversidad de especies de macromicetos que se han determinado asociados a los matorrales del Noreste de México (Figura 1). Los registros correspondieron a 210 especies de Ascomicetes y Basidiomicetes representados en 138 géneros de 57 familias, además de ocho especies de Mixomicetes en siete géneros pertenecientes a cinco familias, en los estados de Nuevo León y Tamaulipas. En ambos estados se distribuyeron 186 especies, 23 solo en Tamaulipas y nueve únicamente en Nuevo León. De ellos, 34 taxa son nuevos registros para el Noreste de México (Cuadro 1).



Especies frecuentes: A = *Ganoderma lobatum* (Cooke) G. F. Atk.; B = *Trametes versicolor* (L.) Lloyd; C = *Lysurus periphragmoides* (Klotzsch ex Hook.) Dring; D = *Heliocybe sulcata* (Berk.) Redhead & Ginns. Especies poco frecuentes: E = *Agaricus deserticola* G. Moreno, Esqueda & Lizárraga; F = *Pluteus petasatus* (Fr.) Gillet; G = *Phellodon fibulatus* K. A. Harrison.

Figura 1. Algunas de las especies de macrohongos identificadas en matorrales del Noreste de México.

Cuadro 1. Taxonomía, hábito de crecimiento, altitud, comestibilidad y distribución geográfica de las especies estudiadas.

Grupos taxonómicos	Especies	Hábito/ Altitud	Comestibilidad	Distribución por estado
EUMYCOTA				
ASCOMYCOTINA				

Sordariomycetes				
Hypocreales				
Cordycipitaceae	<i>Cordyceps militaris</i> (L.) Fr.	P	NC	NL*
Xylariales				
Graphostromataceae	<i>Biscogniauxia fuscella</i> (Rehm) F. San Martín & J. D. Rogers	P/A2	NC	NL/TAM
Hypoxylaceae	<i>Daldinia concentrica</i> (Bolton) Ces. & De Not.	P	NC	NL/TAM
Xylariaceae	<i>Hypocreodendron sanguineum</i> Henn.	S1	NC	NL/TAM
	<i>Kretzschmaria pavimentosa</i> (Ces.) P. M. D. Martin	P	NC	TAM
	<i>Poronia oedipus</i> (Mont.) Mont.	S1	NC	NL*/TAM
	<i>Xylaria arbuscula</i> Sacc.	S3/A2	NC	TAM
	<i>X. corniformis</i> (Fr.) Fr.	S3/A2	NC	TAM
	<i>X. cubensis</i> (Mont.) Fr.	S3	NC	TAM
	<i>X. curta</i> Fr.	S3	NC	TAM
	<i>X. enterogena</i> Mont.	S3	NC	TAM
	<i>X. enteroleuca</i> (J. H. Mill.) P. M. D. Martin	S3	NC	TAM
	<i>X. feejeensis</i> (Berk.) Fr.	S3	NC	NL/TAM
	<i>X. multiplex</i> (Kunze) Fr.	S3	NC	NL/TAM
	<i>X. polymorpha</i> (Pers.) Grev.	S3	NC	NL/TAM
	<i>X. protea</i> Fr.	S3	NC	NL/TAM
	<i>Xylosphaera ianthinovelutina</i> (Mont.) Dennis	S3	NC	TAM
Pezizomycetes				
Pezizales				
Pezizaceae	<i>Hydnobolites cerebriformis</i> Tul. & C. Tul.	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>Pachyphlodes citrina</i> (Berk. & Broome) Doweld	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>P. virescens</i> (Gilkey) Doweld	M/A2	NC	NL/TAM
Sarcoscyphaceae	<i>Phillipsia domingensis</i> (Berk.) Berk. ex Denison	S3/A2	NC	NL/TAM
	<i>Sarcoscypha coccinea</i> (Jacq.) Lambotte	S3/A2	NC	NL/TAM

Tuberaceae				
	<i>Tuber nitidum</i> Vittad.	M/A2	NC	NL/TAM
BASIDIOMYCOTINA				
Agaricomycetes				
Agaricales				
	<i>Cyathus olla</i> (Batsch) Pers.	S3/A2	NC	NL/TAM
	<i>C. stercoreus</i> (Schwein.) De Toni	S2	NC	NL/TAM
	<i>C. striatus</i> Willd.	S3/A2	NC	NL/TAM
Agaricaceae				
	<i>Agaricus aridicola</i> Geml, Geiser & Royse ex Mateos, J. Morales, J. A. Muñoz, Rey & C. Tovar	S1	NC	NL*/TAM
	<i>A. campestris</i> L.	S1	C	NL/TAM
	<i>A. xanthodermus</i> Genev.	S1	NC	NL/TAM
	<i>A. placomyces</i> Peck	S1/A2	NC	NL*/TAM
	<i>Battarrea phalloides</i> (Dicks.) Pers.	S1	NC	NL
	<i>Battarreoides diguetii</i> (Pat. & Har.) R. Heim & T. Herrera	S1	NC	NL
	<i>Chlorophyllum molybdites</i> (G. Mey.) Masee	S1	NC	NL/NL
	<i>Coprinus comatus</i> (O. F. Müll.) Pers.	S1	NC	NL/TAM
	<i>Disciseda bovista</i> (Klotzsch) Henn.	S1/A2	NC	NL/TAM
	<i>Lepiota besseyi</i> H. V. Sm. & N. S. Weber	S1	NC	TAM
	<i>L. cristata</i> (Bolton) P. Kumm.	S1/A2	NC	NL/TAM
	<i>L. erythrostickta</i> (Berk. & Broome) Sacc.	S1	NC	NL/TAM
	<i>Leucoagaricus rubrotinctus</i> (Peck) Singer	S1	NC	NL*/TAM
	<i>Leucocoprinus birnbaumii</i> (Corda) Singer	S3	NC	NL/TAM
	<i>Leucocoprinus cepistipes</i> var. <i>pseudofarinosus</i> Raithelh.	S1	T	NL/TAM
	<i>L. ianthinus</i> (Sacc.) P. Mohr	S1	T	NL/TAM
	<i>L. sulphurellus</i> Pegler	S1	T	TAM
	<i>Montagnea arenaria</i> (DC.) Zeller	S1	NC	NL/TAM
	<i>Phellorinia herculeana</i> (Pers.) Kreisel	S1	NC	NL
	<i>Podaxis pistillaris</i> (L.) Fr.	S1	NC	NL/TAM
	<i>Tulostoma albicans</i> V. S. White	S1	NC	NL
Amanitaceae				
	<i>Amanita caesarea</i> (Scop.) Pers.	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>A. flavorubens</i> (Berk. & Mont.) Sacc.	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>A. fulva</i> Fr.	M/A2	T	NL/TAM

	<i>A. jacksonii</i> Pomerl.	M/A2	C	NL*/TAM
	<i>A. pantherina</i> (DC.) Krombh.	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>A. rubescens</i> Pers.	M/A2	T	NL/TAM
	<i>A. vaginata</i> (Bull.) Lam.	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>A. amerivirosa</i> Tulloss, L. V. Kudzma & M. Tulloss	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>Limacella alachuana</i> (Murrill) Pegler	M	NC	NL*/TAM
	<i>Zhuliangomyces illinitus</i> (Fr.) Redhead	M/A2	NC	NL/TAM
Bolbitiaceae				
	<i>Bolbitius mexicanus</i> (Murrill) Murrill	S1	NC	TAM
	<i>Conocybe apala</i> (Fr.) Arnolds	S1	NC	NL*/TAM
	<i>C. deliquescens</i> Hauskn. & Krisai	S1	NC	NL/TAM
Cortinariaceae				
	<i>Cortinarius iodes</i> Berk. & M. A. Curtis	M/A2	NC	NL/TAM
Cyphellaceae				
	<i>Chondrostereum purpureum</i> (Pers.) Pouzar	S3/A2	NC	NL/TAM
Entolomataceae				
	<i>Clitopilus azalearum</i> (Murrill) Noordel. & Co-David	S1	NC	TAM
	<i>Entoloma permutatum</i> E. Horak	S1	NC	TAM
	<i>E. pseudopapillatum</i> (Pegler) Courtec. & Fiard	S1	NC	TAM
Galeropsidaceae				
	<i>Panaeolus antillarum</i> (Fr.) Dennis	S2	NC	NL/TAM
	<i>P. cyanescens</i> Sacc.	S2	NC	NL*/TAM
	<i>Panaeolina foeniseccii</i> (Pers.) Maire	S2	NC	NL*
Hygrophoraceae				
	<i>Hygrocybe erinacea</i> (Pat.) Singer	S1/A2	T	NL/TAM
	<i>Hygrophorus buccinulus</i> (Speg.) Dennis	S1	NC	NL/TAM
Lycoperdaceae				
	<i>Calvatia cyathiformis</i> (Bosc) Morgan	S1	C	NL/TAM
Lyophyllaceae				
	<i>Calocybe cyanea</i> Singer ex Redhead & Singer	S1/A2	T	NL*/TAM
Marasmiaceae				
	<i>Crinipellis eggertii</i> Pat.	S3	NC	NL*/TAM
	<i>C. septotricha</i> Singer	S3	NC	NL/TAM
	<i>Tetrapyrgos nigripes</i> (Fr.) E. Horak	S3	NC	NL*/TAM

Mycenaceae	<i>Mycena pura</i> (Pers.) P. Kumm.	S1/A2	NC	NL/TAM
	<i>Panellus pusillus</i> (Pers. ex Lév.) Burds. & O. K. Mill.	S3/A2	T	NL*/TAM
	<i>Trogia cantharelloides</i> (Mont.) Pat.	S1/A2	T	TAM
	<i>T. icterina</i> (Singer) Corner	S1/A2	T	NL*
Omphalotaceae	<i>Clitocybula familia</i> (Peck) Singer	S1	T	NL*/TAM
	<i>Collybiopsis confluens</i> (Pers.) R. H. Petersen	S1/A2	T	NL/TAM
	<i>Gymnopus dryophilus</i> (Bull.) Murrill	S1/A2	NC	NL/TAM
	<i>Omphalotus subilludens</i> (Murrill) H. E. Bigelow	S3/A2	T	NL*/TAM
Paxillaceae	<i>Neopaxillus dominicanus</i> Angelini & Vizzini	S1	NC	NL
Physalacriaceae	<i>Dactylosporina steffenii</i> (Rick) Dörfelt	S2	NC	NL/TAM
	<i>Desarmillaria tabescens</i> (Scop.) R. A. Koch & Aime	P/A2	T	NL/TAM
	<i>Hymenopellis radicata</i> (Relhan) R. H. Petersen	S1	T	NL/TAM
	<i>Xerula pudens</i> (Pers.) Singer	S3/A2	T	NL*/TAM
Pleurotaceae	<i>Hohenbuehelia petaloides</i> (Bull.) Schulzer	S1/A2	T	NL/TAM
	<i>H. atrocaerulea</i> (Fr.) Singer	S1/A2	T	TAM
	<i>Lepista nuda</i> (Bull.) Cooke	S1/A2	C	NL*/TAM
	<i>Pleurotus djamor</i> (Rumph. ex Fr.) Boedijn	S3	C	NL/TAM
	<i>Resupinatus applicatus</i> (Batsch) Gray	S3	NC	NL*/TAM
Pluteaceae	<i>Volvariella hypopithys</i> (Fr.) Shaffer	S3	C	NL*/TAM
	<i>V. villosovolva</i> (Lloyd) Singer	S3	NC	NL*/TAM
Psathyrellaceae	<i>Parasola plicatilis</i> (Curtis) Redhead, Vilgalys & Hopple	S1	NC	NL/TAM
	<i>Candolleomyces candolleanus</i> (Fr.) D. Wächt. & A. Melzer	S1	NC	NL/TAM
Schizophyllaceae	<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	S3/A2	C	NL/TAM
	<i>S. umbrinum</i> Berk.	S3/A2	NC	NL*

Strophariaceae	<i>Deconica coprophila</i> (Bull.) P. Karst.	S2	NC	NL/TAM
Tricholomataceae	<i>Leucopaxillus albissimus</i> (Peck) Singer	M/A2	T	NL*/TAM
	<i>L. gracillimus</i> Singer & A. H. Sm.	M	T	NL*/TAM
Auriculariales				
Auriculariaceae	<i>Auricularia mesenterica</i> (Dicks.) Pers.	S3/A2	C	NL/TAM
	<i>A. nigricans</i> (Sw.) Birkebak, Looney & Sánchez-García	S3/A2	C	NL/TAM
	<i>Elmerina berkeleyi</i> (Sacc. & Cub.) Petch	S3/A2	NC	NL/TAM
Boletales				
Boletaceae	<i>Aureoboletus auriporus</i> (Peck) Pouzar	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>Austroboletus gracilis</i> (Peck) Wolfe	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>A. neotropicalis</i> Singer, J. García & L. D. Gómez	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>Boletus luridellus</i> (Murrill) Murrill	M/A2	NC	TAM
	<i>B. miniato-olivaceus</i> Frost	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>B. subvelutipes</i> Peck	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>Boletellus coccineus</i> (Sacc.) Singer	M/A2	C	NL/TAM
	<i>Caloboletus inedulis</i> (Murrill) Vizzini	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>Cyanoboletus pulverulentus</i> (Opat.) Gelardi, Vizzini & Simonini	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>Exsudoporus floridanus</i> (Singer) Vizzini, Simonini & Gelardi	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>Hortiboletus rubellus</i> (Krombh.) Simonini, Vizzini & Gelardi	M/A2	C	NL/TAM
	<i>Phylloboletellus chloephorus</i> Singer	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>Porphyrellus cyaneotinctus</i> (A. H. Sm. & Thiers) Singer	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>Suillellus luridus</i> (Schaeff.) Murrill	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>Strobilomyces confusus</i> Singer	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>S. strobilaceus</i> (Scop.) Berk.	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>Tylopilus ferrugineus</i> (Kuntze) Singer	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>T. griseocarneus</i> Wolfe & Halling	M/A2	NC	TAM
	<i>T. plumbeoviolaceus</i> (Snell & E. A. Dick) Snell & E. A. Dick	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>Xerocomellus intermedius</i> (A. H. Sm.)	M/A2	NC	NL*/TAM

	& Thiers) Svetash., Simonini & Vizzini			
	<i>Xerocomus truncatus</i> Singer, Snell & E. A. Dick	M/A2	NC	NL/TAM
Boletinellaceae				
	<i>Boletinellus rompelii</i> (Pat. & Rick) Watling	M	NC	NL/TAM
	<i>Phlebopus portentosus</i> (Berk. & Broome) Boedijn	M	NC	NL*/TAM
Diplocystidiaceae				
	<i>Astraeus hygrometricus</i> (Pers.) Morgan	M/A2	NC	NL/TAM
Gyroporaceae				
	<i>Gyroporus castaneus</i> (Bull.) Quéé.	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>G. subalbellus</i> Murrill	M/A2	NC	NL*/TAM
Sclerodermataceae				
	<i>Pisolithus tinctorius</i> (Mont.) E. Fisch.	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>Scleroderma areolatum</i> Ehrenb.	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>S. cepa</i> Pers.	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>S. verrucosum</i> (Bull.) Pers.	M/A2	NC	NL/TAM
Cantharellales				
Hydnaceae				
	<i>Cantharellus cibarius</i> Fr.	M/A2	C	NL/TAM
	<i>C. lateritius</i> (Berk.) Singer	M/A2	C	NL/TAM
	<i>Craterellus cornucopioides</i> (L.) Pers.	M/A2	C	NL/TAM
	<i>Hydnum repandum</i> L.	M/A2	C	NL/TAM
Geastrales				
Geastraceae				
	<i>Geastrum minimum</i> Schwein.	S1/A2	NC	NL/TAM
	<i>G. quadrifidum</i> Pers.	S1/A2	NC	NL/TAM
	<i>G. saccatum</i> Fr.	S1/A2	NC	NL/TAM
	<i>G. triplex</i> Jungh.	S1/A2	NC	NL/TAM
	<i>Myriostoma coliforme</i> (Dicks.) Corda	S1/A2	NC	NL
	<i>Sphaerobolus stellatus</i> Tode	S2	NC	NL/TAM
Gloeophyllales				
Gloeophyllaceae				
	<i>Gloeophyllum striatum</i> (Fr.) Murrill	S3/A2	NC	NL/TAM
Hymenochaetales				
Hymenochaetaceae				
	<i>Coltricia perennis</i> (L.) Murrill	M	T	NL/TAM
	<i>Fuscoporia licnoides</i> (Mont.) Oliveira-Filho & Gibertoni	P/A2	NC	TAM

	<i>Fomitiporia robusta</i> (P. Karst.) Fiasson & Niemelä	P/A2	NC	NL/TAM
	<i>Inonotus calcitratus</i> (Berk. & M. A. Curtis) Gomes-Silva & Gibertoni	P	NC	NL/TAM
	<i>I. hispidus</i> (Bull.) P. Karst.	P/A2	NC	NL/TAM
	<i>Phellinus badius</i> (Cooke) G. Cunn.	P	NC	NL/TAM
	<i>P. fastuosus</i> (Lév.) S. Ahmad	P	NC	NL/TAM
	<i>P. gilvus</i> (Schwein.) Pat.	P	NC	NL/TAM
	<i>P. robiniae</i> (Murrill) A. Ames	P/A2	NC	NL/TAM
	<i>Phylloporia fruticum</i> (Berk. & M. A. Curtis) Ryvarden	P/A2	NC	NL/TAM
	<i>P. spathulata</i> (Hook.) Ryvarden	M	NC	TAM
	<i>Tropicoporus linteus</i> (Berk. & M. A. Curtis) L. W. Zhou & Y. C. Dai	P	NC	NL/TAM
Nigrofomitaceae				
	<i>Nigrofomes melanoporus</i> (Mont.) Murrill	P/A2	NC	NL/TAM
Phallales				
Phallaceae				
	<i>Clathrus crispus</i> Turpin	S1	NC	NL/TAM
	<i>Lysurus periphragmoides</i> (Klotzsch ex Hook.) Dring	S1	NC	NL/TAM
	<i>Phallus indusiatus</i> Vent.	S1	NC	TAM
	<i>P. ravenelii</i> Berk. & M. A. Curtis	S1/A2	NC	NL/TAM
Polyporales				
Cerrenaceae				
	<i>Cerrena hydnoides</i> (Sw.) Zmitr.	S3/A2	NC	NL/TAM
Fomitopsidaceae				
	<i>Daedalea quercina</i> (L.) Pers.	P/A2	NC	NL/TAM
	<i>Phaeodaedalea incerta</i> (Curr.) Jura, Zmitr., Wasser & Spirin	P/A2	NC	TAM
	<i>Rhodofomes roseus</i> (Alb. & Schwein.) Kotl. & Pouzar	P/A2	NC	NL/TAM
Ganodermataceae				
	<i>Cristatasporea coffeata</i> (Berk.) Robledo, Costa-Rezende & de Madrignac Bonzi	S1	NC	NL/TAM
Incrustoporiaceae				
	<i>Tyromyces lacteus</i> (Fr.) Murrill	S3/A2	NC	NL/TAM
Irpicaceae				
	<i>Byssomerulius incarnatus</i> (Schwein.) Gilb.	S3/A2	NC	NL/TAM
Meripilaceae				

	<i>Rigidoporus ulmarius</i> (Sowerby) Imazeki	P/A2	NC	NL/TAM
Panaceae				
	<i>Cymatoderma caperatum</i> (Berk. & Mont.) D. A. Reid	S3/A2	NC	NL*/TAM
	<i>Panus conchatus</i> (Bull.) Fr.	S3/A2	T	NL/TAM
Phanerochaetaceae				
	<i>Phlebiopsis crassa</i> (Lév.) Floudas & Hibbett	P	NC	NL/TAM
Podoscyphaceae				
	<i>Abortiporus biennis</i> (Bull.) Singer	P	NC	NL*/TAM
Polyporaceae				
	<i>Diacanthodes novoguineensis</i> (Henn.) O. Fidalgo	P	NC	NL7TAM
	<i>Daedaleopsis confragosa</i> (Bolton) J. Schröt.	P/A2	NC	NL/TAM
	<i>Fabisporus sanguineus</i> (L.) Zmitr.	S3	NC	NL/TAM
	<i>Favolus tenuiculus</i> P. Beauv.	S3/A2	NC	NL*/TAM
	<i>Funalia floccosa</i> (Jungh.) Zmitr. & Malysheva	P/A2	NC	NL/TAM
	<i>Ganoderma applanatum</i> (Pers.) Pat.	P/A2	NC	NL/TAM
	<i>G. curtisii</i> (Berk.) Murrill	P	NC	NL/TAM
	<i>G. lobatum</i> (Cooke) G. F. Atk.	P	NC	NL/TAM
	<i>G. resinaceum</i> Boud.	P	NC	NL*/TAM
	<i>Hexagonia cucullata</i> (Mont.) Murrill	S3/A2	T	NL/TAM
	<i>Lentinus arcularius</i> (Batsch) Zmitr.	S3	NC	NL/TAM
	<i>L. badius</i> (Berk.) Berk.	S3	T	NL/TAM
	<i>L. crinitus</i> (L.) Fr.	S3/A2	T	NL/TAM
	<i>L. levis</i> (Berk. & M. A. Curtis) Murrill	S3/A2	C	NL/TAM
	<i>L. tigrinus</i> (Bull.) Fr.	S3/A2	NC	NL/TAM
	<i>L. tricholoma</i> Berk. & Cooke	S3	NC	NL/TAM
	<i>Trametes elegans</i> (Spreng.) Fr.	P/A2	NC	NL/TAM
	<i>T. maxima</i> (Mont.) A. David & Rajchenb.	P	NC	NL/TAM
	<i>T. variegata</i> (Berk.) Zmitr., Wasser & Ezhov	S3	NC	NL/TAM
	<i>T. villosa</i> (Sw.) Kreisel	S3	NC	NL/TAM
	<i>Truncospora livida</i> (Kalchbr.) Zmitr.	P/A2	NC	NL*/TAM
Russulales				
Albatrellaceae				
	<i>Albatrellus pilosus</i> (Petch) Ryvarden	M/A2	NC	NL*/TAM
Peniophoraceae				

	<i>Peniophora albobadia</i> (Schwein.) Boidin	P	NC	NL/TAM
Russulaceae				
	<i>Lactarius subpalustris</i> Hesler & A. H. Sm.	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>L. fuliginellus</i> A. H. Sm. & Hesler	M/A2	NC	TAM
	<i>L. indigo</i> (Schwein.) Fr.	M/A2	C	NL/TAM
	<i>L. romagnesii</i> Bon	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>L. strigosipes</i> Montoya & Bandala	M/A2	NC	NL/TAM
	<i>L. volemus</i> (Fr.) Fr.	M/A2	C	NL/TAM
	<i>Russula cyanoxantha</i> (Schaeff.) Fr.	M/A2	C	NL/TAM
Stereaceae				
	<i>Stereum ostrea</i> (Blume & T. Nees) Fr.	S3/A2	NC	NL/TAM
Sebacinales				
Sebacinaceae				
	<i>Helvellosebacina concrescens</i> (Schwein.) Oberw., Garnica & K. Riess	S3	NC	TAM
	<i>Sebacina schweinitzii</i> (Peck) Oberw.	S3	NC	NL/TAM
Thelephorales				
Thelephoraceae				
	<i>Thelephora palmata</i> (Scop.) Fr.	M	NC	NL/TAM
Dacrymycetes				
Dacrymycetales				
Dacrymycetaceae				
	<i>Dacryopinax spathularia</i> (Schwein.) G. W. Martin	S3/A2	NC	NL/TAM
Tremellomycetes				
Tremellales				
Tremellaceae				
	<i>Tremella lutescens</i> Lloyd	S3/A2	NC	NL/TAM
Protozoa				
Myxogastrea				
Cribariida				
Cribariidae				
	<i>Cribraria violacea</i> Rex	F/A2	NC	NL/TAM
Liceida				
Reticulariidae				
	<i>Lycogala epidendrum</i> (J. C. Buxb. ex L.) Fr.	F/A2	NC	NL/TAM
Trichiida				

Trichidae				
	<i>Arcyria denudata</i> (L.) Wettst.	F	NC	NL/TAM
	<i>Hemitrichia calyculata</i> (Speg.) M. L. Farr	F/A2	NC	NL/TAM
Physarida				
Physarriadae				
	<i>Fuligo intermedia</i> T. Macbr.	F/A2	NC	NL/TAM
	<i>F. septica</i> (L.) F. H. Wigg.	F	NC	NL/TAM
	<i>Physarum pusillum</i> (Berk. & M. A. Curtis) G. Lister	F	NC	NL/TAM
Stemonitales				
Stemonitaceae				
	<i>Stemonitis fusca</i> Roth	F/A2	NC	NL/TAM

S1 = Saprobio en suelo; S2 = Fimícola; S3 = Saprobio en madera; M = Micorrícico; P = Parásito; F = Fagotrófico; T = Tóxico; C = Comestible; NC = No comestible; NL = Nuevo León; TAM = Tamaulipas; NL/TAM = Ambos estados; A2 = Especies que crecen en altitudes de 500-700 m, el resto de las especies crecen en altitudes de 100-500 m. * Nuevos reportes para la región.

Los basidiomicetos fueron los más diversos, con 187 especies de 125 géneros y 50 familias. Le siguieron los ascomicetos con 23 especies, 13 géneros y siete familias; y los mixomicetos (antes considerados como hongos) estuvieron representados por cinco familias, siete géneros y ocho especies. Las familias Boletaceae, Agaricaceae, Polyporaceae e Hymenochaetaceae presentaron 14, 13, 10 y ocho géneros, respectivamente, y el resto menos de 10. Las familias con mayor riqueza fueron: Agaricaceae con 24, Boletaceae con 21, Polyporaceae con 21, Xylariaceae 14, Hymenochaetaceae 12, Amanitaceae 10, el resto con menos de 10. De los géneros, *Xylaria* Hill ex Schrank tuvo 14 taxones, *Amanita* Dill. ex Boehm. 10, *Lactarius* Pers. y *Lentinus* Fr. seis, *Ganoderma* P. Karst., *Phellinus* Quél. y *Geastrum* Pers. cuatro, *Boletus* Tourn. tres, y el resto menos de tres.

Hábito, comestibilidad, y distribución geográfica y altitudinal de las especies

Se registraron 62 especies (28.44 %) micorrícicas, 117 saprobias (53.66 %), 31 parásitas (14.22 %) y ocho fimícolas (3.66 %). Asimismo, se reconocieron 175 especies no comestibles (80.27 %), 18 comestibles (8.25 %) y 25 tóxicas (11.46 %). Por otro lado, sobre su distribución se observó que 107 taxones (49.08 %) fueron comunes en los estados del Noreste, 71 especies (32.56 %) se localizaron solo en Tamaulipas y 43 (19.72 %) únicamente en Nuevo León. Además, sobre su distribución altitudinal, 94 especies (43.11 %) crecen en intervalos de 100 a 500 m y 124 (56.88 %) entre 500 y 700 msnm.

Principales probables hospederos de los hongos

Se identificaron 41 hospederos probables para las especies de hongos, 33 en altitudes de 100 a 500 m, 18 en intervalos de 500 a 700 m y 10 en todo el espectro altitudinal; es decir, de 100 a 700 m.

Las principales especies de plantas hospederas de los hongos parásitos fueron: *Vachellia farnesiana* (L.) Wight & Arn., *Bumelia celastrina* Kunth, *Cordia boissieri* A. DC., *Ebenopsis ebano* (Berland.) Barneby & J. W. Grimes, *Ehretia anacua* (Terán & Berland.) I. M. Johnst., *Cylindropuntia leptocaulis* (DC.) F. M. Knuth y *Parkinsonia aculeata* L.

En cuanto a los hongos micorrícicos, es probable que algunas especies se asocien con *Quercus virginiana* Mill., *Q. canbyi* Trel. o con *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch.

Discusión

En México, son pocos los estudios sobre especies de macrohongos que se han publicado de Matorral Espinoso. El presente estudio es el primero que intenta mostrar la gran diversidad de especies de macromicetos que habitan en los matorrales del norte de México. Uno de ellos es el realizado en la zona Noroeste del país en los estados de Sonora y Chihuahua donde se registraron algunas especies de macromicetos gasteroides (macromicetos con cuerpos fructíferos con formas intermedias de epigeos a hipogeos); por ejemplo, que crecen asociados a la vegetación nativa (Esqueda *et al.*, 2006, 2012; Moreno *et al.*, 2007, 2010).

En el presente estudio se consignan por primera ocasión 218 especies de macrohongos asociados a los matorrales del Noreste de México. De ellos, 34 taxa son nuevos registros para el Noreste de México. Algunos de los taxones concuerdan con los citados de bosques templados al pie de la montaña por Garza *et al.* (2019). Asimismo, algunas de las especies aquí estudiadas fueron señaladas por su comestibilidad o hábito de crecimiento por diversos autores (Castillo y Guzmán, 1970; García *et al.*, 1986; García, 1993; Garza-Ocañas, 1993).

Con respecto al potencial medicinal de algunas de las especies estudiadas (*Ganoderma* spp.) existe coincidencia con las citadas por González *et al.* (2009). *Hortiboletus rubellus* (Krombh.) Simonini, Vizzini & Gelardi, *Pisolithus tinctorius* (Mont.) E. Fisch. y *Scleroderma cepa* Pers. taxones documentados en el presente

estudio, tienen potencial forestal para inocular encinos en vivero y posteriormente plantarlos en áreas urbanas, ya que rápidamente forman abundantes micorrizas; lo anterior concuerda con lo descrito por Garza *et al.* (2022) para *Boletus luridellus* (Murrill) Murrill. En esta investigación se consideran algunas plantas que pudiesen formar ectomicorrizas con especies de hongos, pero no existen registros previos de tales asociaciones. Por lo anterior, se requiere llevar a cabo la síntesis de micorrizas en condiciones controladas para verificarlo como parte de otra investigación más precisa al respecto. *Phlebopus brasiliensis* Singer es uno de los hongos que posiblemente forme micorrizas con plantas como *Cordia boissieri*.

Dada la diversidad de plantas con las que se asocian las especies de hongos parásitos o las posibles micorrícicas se decidió incluir solo a las principales. Cabe mencionar que la diversidad de macromicetos es alta en esta región y se pretende publicar en varios artículos científicos. Lo anterior debido a la gran extensión que ocupan los matorrales, los pocos micólogos en la región y la incertidumbre de la ocurrencia de lluvias en la región debido al cambio climático.

Otros estudios de diversidad de especies de macrohongos de distintas regiones y tipos de vegetación del país destacan su importancia ecológica y funcional, así como su comestibilidad, propiedades medicinales o potencial biotecnológico (Quiñónez *et al.*, 2008; Pérez-López *et al.*, 2015).

El cambio de uso de suelo conlleva disturbios y fragmentación del hábitat del matorral, esto se refiere como uno de los principales problemas que afronta la diversidad de macrohongos en el Noreste de México (Alanís, 2006; Pando *et al.* 2014). Esqueda-Valle *et al.* (1995) y Esqueda *et al.* (2006, 2012) refieren algunas especies de hongos gasteroides de matorrales espinosos en el Noroeste de México; destacan los géneros: *Battarrea* Pers., *Cyathus* Haller, *Chlorophyllum* Masee, *Disciseda* Czern., *Montagnea* Fr., *Podaxis* Desv., *Phellorinia* Berk., *Tulostoma* Pers.; los cuales coinciden con los del presente estudio. Algunas de las especies

gasteroides que registran Moreno *et al.* (2010) y Esqueda *et al.* (2012) también crecen en zonas áridas del Noreste de México, donde hay matorrales.

Conclusiones

Los resultados demuestran una gran diversidad de macrohongos en los matorrales *sensu lato* del Noreste de México; sin embargo, aunque existen muchas más especies que han sido estudiadas, aquí solo se listan algunas. Igualmente, existen más especies por estudiar que están asociadas a este ecosistema, por lo que se requieren más investigaciones que en el futuro se incluyan las áreas de regeneración posagricultura y posganadería para generar mayor información acerca de las especies pioneras en este tipo de vegetación.

Agradecimientos

Los autores hacen patente su agradecimiento a las autoridades de sus respectivas instituciones por el apoyo brindado para el trabajo de campo y de laboratorio para el procesamiento de la información.

Conflicto de intereses

Los autores no tienen conflicto de intereses en relación a la publicación de este artículo. Los datos aquí presentados son originales y no se han publicado o enviado a publicar a otras fuentes.

Los autores manifiestan que no existe vínculo con las instituciones patrocinadoras de las investigaciones que sustentan las contribuciones, de modo que los datos publicados les otorguen ventajas de tipo profesional, laboral o económica.

Contribución por autor

Fortunato Garza Ocañas: colecta e identificación de especies; Jesús García Jiménez: colecta e identificación de especies; Gonzalo Guevara Guerrero: colecta e identificación de especies; Miroslava Quiñónez Martínez: colecta de especies y redacción del manuscrito; María Inés Yáñez Díaz: colecta de especies y redacción del manuscrito.

Referencias

- Alanís, G. J. 2006. Los matorrales y pastizales, su valor como recurso natural. In: Martínez-Muñoz, A. (Edit.). Tratado sobre el medio ambiente y los recursos naturales de Nuevo León. Universidad Autónoma de Nuevo León y Consejo Estatal de Flora y Fauna de Nuevo León. Monterrey, NL, México. pp. 102-123.
- Bessette, A. E., W. C. Roody and A. R. Bessette. 2016. Boletes of Eastern North America. Syracuse University Press. New York, NY, United States of America. 471 p.
- Castillo, J. y G. Guzmán. 1970. Estudio sobre los Polyporaceos de Nuevo León, II. Observaciones sobre las especies conocidas y discusiones acerca de su distribución

- en México. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 31:1-47. Doi: 10.17129/botsoci.1105.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). 2021. *Matorrales. Biodiversidad Mexicana*. <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/Matorral>. (16 de marzo de 2023).
- Esqueda, M., A. Gutiérrez, M. L. Coronado, M. Lizárraga, T. Raymundo y R. Valenzuela. 2012. Distribución de algunos hongos gasteroides (Agaricomycetes) en la planicie central del Desierto Sonorense. Revista Mexicana de Micología 36:1-8. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=88326197003>. (16 de marzo de 2023)
- Esqueda, M., M. Coronado, A. Sánchez, E. Pérez-Silva and T. Herrera. 2006. Macromycetes of Pinacate and Great Altar Desert Biosphere Reserve, Sonora, Mexico. Mycotaxon 95:81-90. https://www.researchgate.net/publication/290264608_Macromycetes_of_Pinacate_and_Great_Altar_Desert_biosphere_reserve_Sonora_Mexico. (16 de marzo de 2023).
- Esqueda-Valle, M., E. Pérez-Silva, R. E. Villegas y V. Araujo. 1995. Macromicetos de zonas urbanas, II. Hermosillo, Sonora, México. Revista Mexicana de Micología 11:123-132. Doi: 10.33885/sf.1995.3.833.
- Estrada C., E., J. Á. Villarreal Q. y M. Pando M. 2014. Diversidad de plantas y sus principales usos. In: López L., Á. y M. Pando M. (Coords). Región citrícola de Nuevo León, su complejidad territorial en el marco global. Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México y Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Coyoacán, D. F., México. pp. 77-89.
- Frank, J. L., N. Siegel, C. F. Schwarz, B. Araki and E. C. Vellinga. 2020. *Xerocomellus* (Boletaceae) in western North America. Fungal Systematic and Evolution 6(1):265-288. Doi: 10.3114/fuse.2020.06.13.
- García, J., G. Gaona, J. Castillo y G. Guzmán. 1986. Nuevos registros de Boletaceos en México. Revista Mexicana de Micología 2:343-366. Doi: 10.33885/sf.1986.3.675.

- García, J. 1993. Una lista preliminar de los hongos del suborden Boletineae (Basidiomycetes, Agaricales) en el noreste de México. Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, NL, México. 131 p.
- Garza O., F., M. Quiñónez M., L. Garza O., A. Carrillo P., ... and M. García M. 2019. Some edible, toxic and medicinal mushrooms from temperate forests in the north of Mexico. In: Sridhar, K. R. and S. K. Deshmukh (Edits.). Advances in Macrofungi. Diversity, ecology, and biotechnology. CRC Press Taylor & Francis Group. Boca Raton, FL, United States of America. pp. 144-198.
- Garza O., F., M. Quiñónez M., G. Guevara G., A. Carrillo-Parra, J. I. de la Fuente and J. García J. 2022. Growth responses of *Quercus fusiformis* (Fagaceae) to ectomycorrhizal inoculation with *Boletus luridellus*. *Österreichische Zeitschrift für Pilzkunde* 29:193–202. https://www.myk.univie.ac.at/wp-content/uploads/2022/04/OZP29_Fortunato_Boletus_luridellus.pdf. (16 de marzo de 2023).
- Garza-Ocañas, F. 1993. Producción de compuestos antibióticos por dos especies de hongos ectomicorrízicos. Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, NL, México. 146 p.
- González B., P., L. Garza O., M. C. Salinas C., L. Vera C., ... y Ó. Torres A. 2009. Actividad antioxidante, antimicrobiana y citotoxicidad de dos especies mexicanas de *Suillus* spp. *Ciencia UANL* 12(1):62-70. <https://www.redalyc.org/pdf/402/40212110.pdf>. (16 de marzo de 2023).
- González M., F. 2003. Las comunidades vegetales de México. Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México. Instituto Nacional de Ecología. Tlalpan, D. F., México. 77 p.
- Index fungorum. 2023. Index Fungorum. The Royal Botanic Gardens Kew and Chinese Academy of Science. <https://www.indexfungorum.org/names/names.asp>. (16 de marzo de 2023).

- Kirk, P. M., P. F. Canon, D. W. Minter and J. A. Stalpers (Edits.). 2008. Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi. CAB International. Wallingford, OX, United Kingdom. 711 p.
- Kornerup, A. and J. H. Wanscher. 1978. Methuen Handbook of Colour. Eyre Methuen. London, LND, United Kingdom. 252 p.
- Largent, D. L. 1973. How to identify mushrooms to genus I: Macroscopic Features. Mad River Press. Eureka, CA, United States of America. 166 p.
- Largent, D. L., D. Johnson and R. Watling. 1977. How to identify mushrooms to genus III: Microscopic Features. Mad River Press. Eureka, CA, United States of America. 148 p.
- Lodge, D. J., J. F. Ammirati, T. E. O'Dell, G. M. Mueller, ... and D. L. Czederpiltz. 2004. Terrestrial and lignicolous macrofungi. In: Mueller, G. M., G. F. Bills and M. S. Foster (Edits). Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods. Academic Press. San Diego, CA, United States of America. pp. 127-172.
- Moreno, G., M. Esqueda, E. Pérez-Silva, T. Herrera and A. Altés. 2007. Some interesting gasteroid and secotiod fungi from Sonora, Mexico. *Persoonia* 19(2):265-280. <https://www.ingentaconnect.com/content/nhn/pimj/2007/00000019/00000002/art00007>. (16 de marzo de 2023).
- Moreno, G., M. Lizárraga, M. Esqueda and M. L. Coronado. 2010. Contribution to the study of gasteroid and secotiod fungi of Chihuahua, Mexico. *Mycotaxon* 112:291-315. Doi: 10.5248/112.291.
- Pando M., M., J. L. Pérez D. y D. O. Mendoza A. 2014. Cambio de uso de suelo y fragmentación del paisaje. In: López L., Á. y M. Pando M. (Coords). Región citrícola de Nuevo León, su complejidad territorial en el marco global. Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México y Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Coyoacán, D. F., México. pp. 159-178.
- Pérez-López, R. I., G. Mata, A. Aragón G., D. Jiménez G. y O. Romero-Arenas. 2015. Diversidad de hongos silvestres comestibles del cerro El Pinal, municipio de

Acajete, Puebla, México. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 2(6):277-289. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=358640694004>. (21 de agosto de 2023).

Quiñónez M., M., F. Garza O., M. Sosa C., T. Lebgue K., P. Lavin M. y S. Bernal C. 2008. Índices de diversidad y similitud de hongos ectomicorrizógenos en bosques de Bocoyna, Chihuahua, México. Ciencia Forestal en México 33(103):59-78. <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/741>. (16 de marzo de 2023).

Villarreal, L. and A. Gómez. 1997. Inventory and monitoring wild edible mushrooms in México: challenge and opportunity for sustainable development. In: Palm, M. E. and I. H. Chapela (Edits.). Mycology in sustainable development: Expanding concepts, vanishing borders. Parkway Publishers Inc. Boone, NC, United States of America. 306 p.



Todos los textos publicados por la **Revista Mexicana de Ciencias Forestales** –sin excepción– se distribuyen amparados bajo la licencia *Creative Commons 4.0 Atribución-No Comercial (CC BY-NC 4.0 Internacional)*, que permite a terceros utilizar lo publicado siempre que mencionen la autoría del trabajo y a la primera publicación en esta revista.