

# Diversidad de macromicetos en el bosque templado del Valle de Poanas, Durango

## Diversity of macromycetes in the temperate forest of Valle de Poanas, Durango

Luis Carlos García-Saldaña<sup>1</sup>, Fortunato Garza-Ocañas<sup>2</sup>, Mercedes Sobal<sup>3</sup>, Margarita Torres-Aquino<sup>1</sup>, Ismael Hernández-Ríos<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Posgrado en Innovación en Manejo de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Iturbide #73, C.P. 78622, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Carretera Nacional Km 145, Linares, Nuevo León, México.

<sup>3</sup> Laboratorio de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales, Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, Carretera Federal México-Puebla Km 125.5 (Boulevard Forjadores de Puebla), Puebla, México.

### RESUMEN

**Antecedentes:** En el estado de Durango se han realizado diversos estudios para conocer la diversidad de macromicetos, pero no hay reportes sobre este tipo de hongos en el bosque templado del Valle de Poanas.

**Objetivo:** Estimar la diversidad y similitud de especies de macromicetos asociadas al bosque templado del Valle de Poanas, Durango, para ampliar el conocimiento de los recursos fúngicos de esa región.

**Métodos:** Se recolectaron esporomas durante la época de lluvias, en parcelas establecidas en tres localidades. Se realizó la identificación, determinando también sus hábitos de crecimiento y usos. Se utilizaron los índices de Margalef y Jaccard para estimar la diversidad y similitud en las localidades, según especies recolectadas.

**Resultados y conclusiones:** Se identificaron 53 especies y algunas recolectas solo se clasificaron a nivel de género. Se detectó alta diversidad en dos localidades, así como diferentes niveles de similaridad entre localidades. La mayoría de los hongos fueron saprobios, y se encontró que el 26 % de las recolectas están reportadas como comestibles. No obstante que se trata de una región de transición hacia las zonas áridas, se tiene una notoria diversidad de macromicetos, contribuyendo a la riqueza de este tipo de hongos en el estado de Durango.

**Palabras Clave:** Índices de diversidad, riqueza, similitud, usos

### ABSTRACT

**Background:** In the state of Durango, several studies have been carried out to know the diversity of macromycetes, but there are no reports on this type of fungi in the temperate forest of Valle de Poanas.

**Objective:** To estimate the diversity and similarity of macromycetes species associated with the temperate forest of Valle de Poanas, Durango, to broaden the knowledge of the fungal resources of that region.

**Methods:** Sporocarps were collected during the rainy season, in plots established in three localities. Identification was carried out, also determining their growth habits and uses. The Margalef and Jaccard indices were used to estimate diversity and similarity in localities, according to collected species.

**Results and conclusions:** 53 species were identified, and some collections were only classified at genus level. High diversity was detected in two localities, as well as different levels of similarity between localities. The majority of the fungi were saprobes, and it was found that 26 % of the collections are reported as edible. Although it is an area of transition to arid regions, there is a notable diversity of macromycetes, contributing to the richness of this type of fungi in the state of Durango.

**Keywords:** Indices of diversity, richness, similarity, uses

### ARTICLE HISTORY

Received 08 December 2018 / Accepted 20 November 2019

Published on line: 31 December 2019

### CORRESPONDING AUTHOR

✉ Ismael Hernández-Ríos, ismaelhr@colpos.mx

ORCID: 0000-0002-4284-7416

## INTRODUCCIÓN

Se estima que en el mundo existen entre 2.2-3.8 millones de especies de hongos (Hawksworth y Lücking, 2017). En México, existen aproximadamente 200,000 especies y de éstas solo se conocen unas 7,000 (Guzmán, 1998). A nivel nacional, el estado de Durango ocupa el séptimo lugar en diversidad fúngica (Aguirre-Acosta et al., 2014). Por otro lado, algunos hongos silvestres son recursos genéticos importantes para diferentes sectores (social, industrial y económico); adaptados a diversas condiciones ambientales, permiten la variación genética necesaria para potencializar algunas características deseables en beneficio de la población (Salmones y Mata, 2013). Estudios previos han aportado al conocimiento de la diversidad de este tipo de hongos en el estado de Durango (Rodríguez-Scherzer y Guzmán-Dávalos, 1984; Díaz-Moreno et al., 2005; Valenzuela et al., 2017).

Los macromicetos son importantes no solo por la función esencial que desempeñan en el ciclo de los nutrientes como degradadores de materia orgánica (e.g. madera), como patógenos o simbioses mutualistas (Vázquez et al., 2016; Caiafa et al., 2017), sino también como recursos forestales no maderables de importancia social y económica (Jiménez-Ruiz et al., 2013; Cano-Estrada y Romero-Bautista, 2016).

Por otro lado, las medidas de diversidad en comunidades ecológicas son modelos de estimación, en donde las muestras son representaciones incompletas de las comunidades (Moreno et al., 2011). Sobre todo, las de hongos silvestres que crecen en épocas de lluvia, que dependen fuertemente de la temperatura para su fructificación y tienen ciclos de vida cortos, que van de unas horas a unos pocos días.

De estas medidas, el índice de Margalef ha sido utilizado para estimar la diversidad de macromicetos en Chihuahua (Flores-Cavada et al., 2018), de hongos ectomicorrízicos en el Cofre de Perote, Veracruz (Córdoba-Chávez et al., 2014), y el índice de Jaccard para estimar la similitud de especies entre sitios (Chávez-León et al., 2009; Fierros et al., 2000). En el reanálisis de la diversidad alfa, Moreno et al. (2011), analizan los resultados de un trabajo de diversidad de géneros de hongos aislados de tres predios de los municipios de Matamoros y Viesca, Coahuila. El trabajo de Valenzuela et al. (2017), concentra información importante sobre la diversidad fúngica del estado de Durango, lo que per-

mite conocer el hábito y utilidad de los macrohongos para ese estado; éstos autores citaron para México un total de 300 especies comestibles y 133 para el estado de Durango. El presente estudio tuvo como objetivo estimar la diversidad y similitud de especies de macromicetos asociadas al bosque templado del Valle de Poanas, Durango, para ampliar el conocimiento de los recursos fúngicos de esa región.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización y descripción del área de estudio

El área de estudio es un bosque templado ubicado en una zona de transición con matorrales de zonas áridas en el Valle de Poanas, Durango, México. Se encuentra entre los paralelos 23°49' y 24°15' de latitud norte, y los meridianos 103°47' y 104°16' de longitud oeste, con un intervalo de altitud de 1,800-2,700 m s.n.m. En el bosque prevalecen dos tipos de clima: templado subhúmedo y semiseco templado, ambos con lluvias en verano. La temperatura promedio anual de la zona de estudio es de 26 °C, con temperaturas mínimas promedio de 3 °C, y presencia de heladas regularmente durante el mes de noviembre; la precipitación va de 400 a 700 mm anuales. Geológicamente, el bosque está en su mayoría sobre una superficie de rocas ígneas extrusivas, y en menor extensión sobre rocas sedimentarias. En orden descendente, los suelos dominantes fueron Leptosol, Cambisol y Regosol. La vegetación predominante son bosques de pino y de encino-pino con presencia de *Pinus cembroides* Zucc., *P. leiophylla* Schiede ex Schltdl. & Cham., *Quercus grisea* Liebm., *Q. rugosa* Née, y otras como *Arctostaphylos pungens* HBK y *Juniperus* sp., además de especies que crecen en las zonas limítrofes con las zonas áridas como e.g. *Acacia schaffneri* (S. Watson) F.J. Herm., *Forestiera pubescens* Nutt. y *Prosopis glandulosa* Torr. (INEGI, 2010).

### Recolecta de hongos

El período de recolecta abarcó de julio-octubre del 2017, tomando en cuenta los patrones de precipitación, consultando la base de datos de las estaciones climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y la Red de estaciones climáticas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), para el municipio de Poanas, Durango. El muestreo de hongos se realizó con algunas modificaciones a los métodos de Gómez-Hernández

y Williams-Linera (2011). Se realizaron dos recolectas de esporomas en las localidades de: Cieneguilla, San Atenógenes y Veracruz. La distancia más corta entre localidades fue entre San Atenógenes y Veracruz con 11 km, y la más lejana estuvo entre Cieneguilla y San Atenógenes, con 16 km. Se establecieron al azar 15 parcelas rectangulares de 30 x 10 m (300 m<sup>2</sup>) en el bosque, dando una superficie total de muestreo de 4,500 m<sup>2</sup>. La distancia entre las parcelas de muestreo fue de entre 150 a 1000 m, y sólo dos de ellas tuvieron una separación mayor (ca. 1,630 - 2,300 m). Las parcelas fueron georreferenciadas (Tabla 1), y se recorrieron para ubicar, recolectar, etiquetar y contar cada especie; se tomaron fotografías *in situ*, se anotó el número de esporomas por especie y se registró el peso fresco para estimar la productividad. Cada esporoma recolectado fue considerado como un individuo. Cuando fue posible se verificaron los hábitos y usos de los hongos (e.g. comestibilidad) por parte de los habitantes de estas localidades, y también se hizo mediante la consulta bibliográfica (Boa, 2005) y de la página [www.speciesfungorum.org](http://www.speciesfungorum.org). Los materiales recolectados fueron procesados de acuerdo a las técnicas rutinarias en micología (Larget *et al.*, 1977) y depositados en el herbario micológico de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).

### Índice de diversidad

La diversidad alfa fue calculada con el Índice de Margalef, el cual estima la riqueza de especies (como un componente de la diversidad) dentro de una localidad determinada; este índice relaciona el número de especies con el número total de individuos (Mahecha-Vásquez *et al.*, 2017). La fórmula empleada fue la citada por Moreno (2001):

$$I=(s-1)/\ln N$$

Donde:

I = Índice de biodiversidad

s = Número de especies presentes

N = Número total de esporomas encontrados (de todas las especies)

ln = Logaritmo neperiano de un número

Con este índice, un número cercano a cero indica una baja diversidad (Mahecha-Vásquez *et al.*, 2017).

TABLA 1. Ubicación de las parcelas de muestreo por coordenadas y altitud en las tres localidades estudiadas del Valle de Poanas, Durango

LOCALIDAD	PARCELA	UBICACIÓN		ALTITUD (MSNM)
		LATITUD	LONGITUD	
Cieneguilla	1	N 24° 06.332'	W 103° 56.591'	2311
	2	N 24° 06.37'	W 103° 56.684'	2298
	3	N 24° 06.274'	W 103° 56.745'	2282
	4	N 24° 06.611'	W 103° 56.676'	2382
	5	N 24° 06.858'	W 103° 56.896'	2384
San Atenógenes	1	N 23° 57.590'	W 103° 57.026'	2105
	2	N 23° 57.540'	W 103° 56.941'	2114
	3	N 23° 57.641'	W 103° 57.047'	2112
	4	N 23° 57.870'	W 103° 57.259'	2083
	5	N 23° 58.439'	W 103° 57.997'	2042
Veracruz	1	N 24° 00.779'	W 103° 51.311'	2193
	2	N 24° 01.439'	W 103° 52.428'	2113
	3	N 24° 01.896'	W 103° 52.726'	2098
	4	N 24° 01.834'	W 103° 52.665'	2076
	5	N 24° 01.970'	W 103° 52.647'	2096

### Índice de similitud

En cuanto a la diversidad beta, se empleó el método de similitud-disimilitud de especies basado en datos cualitativos en condiciones estables. Se utilizó el Índice de Similitud de Jaccard (IJ) (Mahecha-Vásquez *et al.*, 2017), que expresa el número de especies que comparten dos lugares con el número total de especies exclusivas. Su fórmula es la siguiente:

$$IJ=C/((A+B)-C)$$

Donde:

IJ = Índice de similitud de Jaccard

A = Número de especies exclusivas en la comunidad A

B = Número de especies exclusivas en la comunidad B

C = Número de especies en común en los sitios A y B

El intervalo de este índice varía de cero (no hay especies compartidas) hasta 1.0 (ambos sitios comparten las mismas especies).

## RESULTADOS

### Diversidad de especies

Se identificaron 53 especies de hongos, pertenecientes a 44 géneros, dentro de 35 familias y ocho órdenes; algunas de las especies recolectadas se muestran en la Figura 1. Los basidiomicetos estuvieron representados por 50 especies que pertenecen a siete órdenes; Agaricales (25 especies), Auriculariales (2), Boletales (3), Geastrales (3), Hymenochaetales (4), Polyporales (9) y Russulales (4). Respecto al grupo de los ascomicetos, se registraron tres especies del orden Xylariales s.l. De acuerdo al número de especies encontradas, 28 se registraron en la Cieneguilla, 23 en San Atenógenes y 12 en Veracruz; algunas de ellas compartidas entre localidades. Las especies compartidas entre localidades fueron: *Astraeus hygrometricus*, *Deconica coprophila*, *Heliocybe sulcata*, *Laccaria laccata*, *Lactarius rufus*, *Lentinus arcularius*, *Omphalotus subilludens* y *Trametes versicolor* (Tabla 2).

De acuerdo a su hábito, el 58 % de los hongos fueron saprobios (31 especies), 21 % micorrizógenos (11 especies), y 13 % fueron parásitos (7 especies). En relación a su comestibilidad, se encontró que solamente el 26.4 % fueron comestibles, el 43.4 % de las especies no comestibles, 22.6 % son tóxicas, y de 7.5 % no se encontraron datos (Tabla 2).

### Índice de diversidad

Las especies que presentaron mayores frecuencias totales fueron: *Lentinus arcularius* (29 recolectas), *Heliocybe sulcata* (22), *Laccaria laccata* (11), *Astraeus hygrometricus* (10), *Deconica coprophila* (8), *Omphalotus subilludens* (8), *Lactarius rufus* (5) y *Trametes versicolor* (4 especímenes). La frecuencia de las demás especies osciló entre 1-3 ejemplares (Tabla 2). De acuerdo al Índice de Margalef (IM), valores inferiores a 2.0 indican baja diversidad y mayores a 5.0 alta diversidad (Campo y Duval, 2014), el IM en Cieneguilla fue de 6.4, seguido por San Atenógenes con 5.3, y Veracruz de 3.5. Así, de acuerdo a esos valores, se puede considerar que Cieneguilla y San Atenógenes son localidades que presentan una alta diversidad, comparando solamente las tres localidades de este estudio.

### Índice de similitud

De acuerdo al Índice de Similitud de Jaccard (IJ), las localidades con mayor similitud correspondieron a Cieneguilla-San Atenógenes, con 0.16, de un 0.081 para Cieneguilla-Veracruz, el de menor similitud fue San Atenógenes-Veracruz, con 0.061. La distancia entre los sitios varió: entre Cieneguilla y San Atenógenes hay 16 km de distancia, y entre San Atenógenes y Veracruz son 11 km de separación. Cieneguilla y Veracruz tuvieron los sitios de mayor altitud, distantes en línea recta a 13 km.



FIGURA 1. Algunas de las especies recolectadas en el Valle de Poanas, Durango: a) *Lentinus arcularius*. b) *Butyriboletus frostii*. c) *Pleurotus dryinus*. d) *Ganoderma resinaceum*. e) *Xylaria polymorpha*. f) *Stereum ostrea*.

TABLA 2. Lista de especies de macromicetos recolectados, hábito, comestibilidad, tipo de vegetación y localidades en el Valle de Poanas, Durango

ESPECIE	HÁBITO	COMESTIBILIDAD	VEGETACIÓN	LOCALIDAD	F
<i>Agaricus campestris</i> L.	S	Comestible	Encino-pino	Cieneguilla	1
<i>A. xanthodermus</i> Genev.	S	Tóxico	Encino-pino	Cieneguilla	1
<i>Amanita calyptroderma</i> G.F. Atk. & V.G. Ballen	M	Tóxico	Encino-pino	San Atenógenes	1
<i>A. flavoconia</i> G.F. Atk.	M	Tóxico	Encino-pino	Veracruz	1
<i>A. vaginata</i> (Bull.) Lam.	M	Tóxico	Encino-pino	San Atenógenes	1
<i>Annulohyphoxylon thouarsianum</i> (Lév.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh	Pr	Sin confirmar	Encino-pino	Cieneguilla	2
<i>Astraeus hygrometricus</i> (Pers.) Morgan	M	Tóxico	Encino-pino	Cieneguilla	6
			Pino	San Atenógenes	4
<i>Auricularia mesenterica</i> (Dicks.) Pers.	S	Sin confirmar	Encino-pino	Cieneguilla	2
<i>A. nigricans</i> (Sw.) Birkebak, Looney & Sánchez-García	S	Sin confirmar	Encino-pino	Cieneguilla	2
<i>Biscogniauxia atropunctata</i> (Schwein.) Pouzar	Pr	No comestible	Encino-pino	San Atenógenes	1
<i>Boletinellus merulioides</i> (Schwein.) Murrill	M	Sin confirmar	Encino-pino, pino	San Atenógenes	3
<i>Butyriboletus frostii</i> (J.L. Russell) G. Wu, Kuan Zhao & Zhu L. Yang	M	Comestible	Encino-pino	San Atenógenes	1
<i>Byssomerulius incarnatus</i> (Schwein.) Gilb.	S	No comestible	Encino-pino	Cieneguilla	2
<i>Conocybe apala</i> (Fr.) Arnolds	S	No comestible	Encino-pino	Veracruz	2
<i>Coprinellus micaceus</i> (Bull.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson	S	No comestible	Encino-pino	Veracruz	1
<i>Coprinus comatus</i> (O.F. Müll.) Pers.	S	Comestible	Encino-pino	San Atenógenes	1
<i>Cyathus stercoreus</i> (Schwein.) De Toni	S	No comestible	Encino-pino	Veracruz	1
<i>Deconica coprophila</i> (Bull.) P. Karst.	S	Tóxico	Encino-pino	Cieneguilla	3
			Pino	Veracruz	5
<i>Disciseda candida</i> (Schwein.) Lloyd	S	No comestible	Encino-pino	Cieneguilla	1
<i>Flammulina velutipes</i> (Curtis) Singer	S	Comestible	Encino-pino	Cieneguilla	1
<i>Ganoderma curtisii</i> (Berk.) Murrill	Pr	No comestible	Encino-pino	San Atenógenes	1
<i>G. resinaceum</i> Boud.	Pt	Comestible	Encino-pino	San Atenógenes	2
<i>Geastrum minimum</i> Chevall	S	No comestible	Encino-pino	San Atenógenes	2
<i>G. quadrifidum</i> DC. ex Pers.	S	No comestible	Encino-pino	San Atenógenes	2
<i>Gelatoporia dichroa</i> (Fr.) Ginns	S	No comestible	Encino-pino	Cieneguilla	1
<i>Gymnopus dryophilus</i> (Bull.) Murrill	S	Comestible	Encino-pino	Cieneguilla	1
<i>Heliocybe sulcata</i> (Berk.) Redhead & Ginns	S	No comestible	Encino-pino	Cieneguilla	9
				San Atenógenes	9
			Pino	Veracruz	4
<i>Inocutis jamaicensis</i> (Murrill) A.M. Gottlieb, J.E. Wright & Moncalvo	Pt	No comestible	Encino-pino	Cieneguilla	1
<i>Inonotus glomeratus</i> (Peck) Murrill	Pr	No comestible	Encino-pino	San Atenógenes	1
<i>Irpex lacteus</i> (Fr.) Fr.	Pr	No comestible	Encino-pino	Veracruz	1
<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Cooke	M	Comestible	Encino-pino	Cieneguilla	3
				San Atenógenes	8

concluye Tabla 2.

ESPECIE	HÁBITO	COMESTIBILIDAD	VEGETACIÓN	LOCALIDAD	F
<i>Lactarius rufus</i> (Scop.) Fr.	M	Tóxico	Encino-pino	Cieneguilla	4
				San Atenógenes	1
<i>Lentinus arcularius</i> (Batsch) Zmitr.	S	No comestible	Encino-pino	Cieneguilla	13
				San Atenógenes	12
				Pino Veracruz	4
<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.	S	Comestible	Encino-pino	San Atenógenes	2
<i>Melanoleuca melaleuca</i> (Pers.) Murrill	M	Comestible	Encino-pino	Cieneguilla	1
<i>Mucidula mucida</i> (Schrad.) Pat.	S	No comestible	Encino-pino	Veracruz	1
<i>Neofavolus alveolaris</i> (DC.) Sotome & T. Hatt.	S	No comestible	Encino-pino	Cieneguilla	1
<i>Omphalotus subilludens</i> (Murrill) H.E. Bigelow	Pt	Tóxico	Encino-pino	Cieneguilla	4
				Pino San Atenógenes	4
<i>Panaeolus antillarum</i> (Fr.) Dennis	S	Tóxico	Encino-pino	Veracruz	1
<i>P. papilionaceus</i> (Bull.) Quéf.	S	Tóxico	Encino-pino	Cieneguilla	2
<i>Peniophora albobadia</i> (Schwein.) Boidin	S	No comestible	Encino-pino	Veracruz	1
<i>Phellinus rimosus</i> (Berk.) Pilát	Pt	No comestible	Encino-pino	San Atenógenes	1
<i>Pisolithus arhizus</i> (Scop.) Rauschert	M	Comestible	Encino-pino	Cieneguilla	1
<i>Pleurotus dryinus</i> (Pers.) P. Kumm.	S	Comestible	Encino-pino	San Atenógenes	1
<i>Protostropharia semiglobata</i> (Batsch) Redhead, Moncalvo & Vilgalys	S	Tóxico	Encino-pino	Cieneguilla	1
<i>Resupinatus alboniger</i> (Pat.) Singer	S	No comestible	Encino-pino	Cieneguilla	1
<i>Russula cyanoxantha</i> (Schaeff.) Fr.	M	Comestible	Encino-pino	San Atenógenes	2
<i>Stereum hirsutum</i> (Willd.) Pers.	S	No comestible	Encino-pino	Cieneguilla	1
<i>S. ostrea</i> (Blume & T. Nees) Fr.	S	Tóxico	Encino-pino	Veracruz	1
<i>Trametes versicolor</i> (L.) Lloyd	S	Comestible	Encino-pino	Cieneguilla	1
				San Atenógenes	3
<i>T. villosa</i> (Sw.) Kreisel	S	No comestible	Encino-pino	Cieneguilla	2
<i>Tropicoporus linteus</i> (Berk. & M.A. Curtis) L.W. Zhou & Y.C. Dai	Pr	Comestible	Encino-pino	San Atenógenes	1
<i>Xylaria polymorpha</i> (Pers.) Grev.	Pr	No comestible	Encino-pino	Cieneguilla	1

M = Micorrizógeno. S = Saprobio. Pr = Parásito. Pt = Patógeno. F = Frecuencia.

Según se observa en la Figura 2, entre Cieneguilla y San Atenógenes hubo siete especies similares; entre Cieneguilla y Veracruz se compartieron tres especies; mientras que entre San Atenógenes y Veracruz fueron dos las especies compartidas.

Solamente las especies *Heliocybe sulcata* y *Lentinus arcularius* fueron compartidas entre las tres localidades. Las especies compartidas entre localidades fueron las que presentaron mayores frecuencias en las recolectas totales.

## DIVERSIDAD DE GÉNEROS

Por otro lado, con respecto a los hongos que fueron categorizados a nivel de género, se identificaron 21 géneros con 45 ejemplares (Tabla 3). Dos géneros (i.e. *Agaricus* e *Inocybe*) se encontraron en las tres localidades, siendo aquellos para los cuales se obtuvieron más esporomas en total (seis y 12, respectivamente); mientras que los géneros *Bovista* y *Rhizopogon* se encontraron solo en dos localidades. El género que más

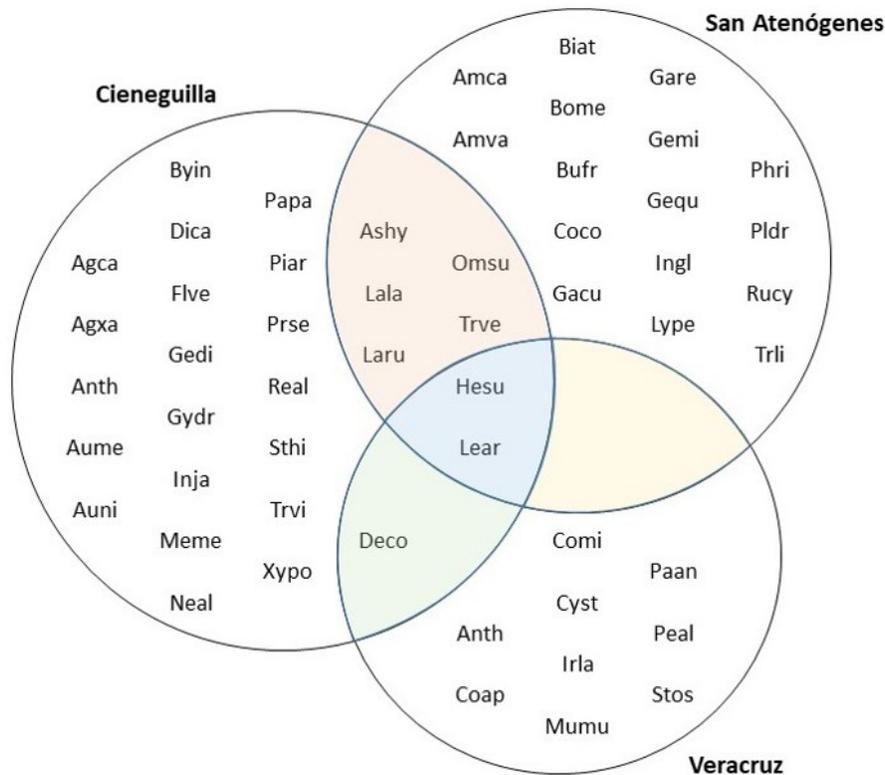


FIGURA 2. Diagrama de especies exclusivas y compartidas entre las localidades estudiadas en el Valle de Poanas, Durango (para cada abreviatura, las dos primeras letras corresponden a las primeras dos del género y las dos últimas a las primeras dos de la especie, según información de la Tabla 2).

ejemplares presentó de manera exclusiva por localidad fue *Coprinus* (cuatro), quizás por el tipo de hábito de crecimiento o por el pH del suelo. En total, incluyendo los géneros compartidos entre localidades, en Cieneguilla se registraron 12 géneros, ocho en San Atenógenes y siete en Veracruz. Se resalta que 15 de los géneros que se presentan en la Tabla 3 son adicionales a los que se muestran en las especies de la Tabla 2.

## DISCUSIÓN

Con respecto al tipo de vegetación, en Cieneguilla domina el bosque de encino-pino; en Veracruz y San Atenógenes, además del bosque de encino-pino, también se encontraron bosques de pino. Los estudios reportados por Rodríguez-Scherzer y Guzmán-Dávalos (1984) para Durango citan a *Astraeus hygrometricus*, *Stereum hirsutum* y *S. ostrea*, que también se recolectaron en el presente trabajo, y de las 109 especies citadas para las Reservas de la Biósfera La Michilía y Mapimí, ocho fueron encontradas en el Valle de Poanas; ellas son: *Agaricus campestris*, *Amanita flavoconia*, *A. vaginata*,

*Coprinus comatus*, *Astraeus hygrometricus*, *Flammulina velutipes*, *Laccaria laccata* y *Panaeolus antillarum*. Por su parte, Díaz-Moreno et al. (2005) reportaron 123 especies en la región de El Salto, municipio de Pueblo Nuevo, y en la pequeña propiedad Las Bayas, de la Universidad Juárez del Estado de Durango, de las cuales ocho especies concuerdan con las reportadas en este trabajo: *Amanita vaginata*, *Auricularia mesentérica*, *Coprinus comatus*, *Ganoderma curtisii*, *Laccaria laccata*, *Trametes versicolor*, *Stereum hirsutum* y *S. ostrea*.

Valenzuela et al. (2017) reportaron 757 especies para el estado de Durango y de esas solo se encontraron 53 en este estudio. Esto quizás se deba a las características propias del clima, vegetación y uso de suelo de los sitios de muestreo de este trabajo, que están inmersos y colindan con zonas áridas, diferentes a las de bosque franco y que seguramente lo anterior influye en la presencia de las especies de hongos (Gómez-Hernández y Williams-Linera, 2011). Domínguez-Gómez et al. (2018) señalaron que la diversidad de especies en un sitio se relaciona con las condiciones naturales y las

TABLA 3. Lista de géneros de macromicetos recolectados, hábito, tipo de vegetación y localidades en el Valle de Poanas, Durango

GÉNERO	HÁBITO	VEGETACIÓN	LOCALIDAD	F
Agaricus	S	Encino-pino	San Atenógenes	3
			Cieneguilla	2
			Pino Veracruz	1
Baeospora	S	Encino-pino	San Atenógenes	1
Boletus	M	Encino-pino, pino	San Atenógenes	1
Bovista	S	Encino-pino	Cieneguilla	2
			Pino Veracruz	1
Coprinus	S	Encino-pino	Cieneguilla	4
Entoloma	S	Encino-pino	Veracruz	1
Fomitopsis	Pr	Encino-pino	Cieneguilla	1
Fulvifomes	Pr	Encino-pino	Veracruz	1
Gautieria	M	Encino-pino	Cieneguilla	1
Gymnopilus	S	Encino-pino	Cieneguilla	1
Inocybe	M	Encino-pino	Cieneguilla	6
			San Atenógenes	5
			Pino Veracruz	1
Inonotus	Pr	Encino-pino	Cieneguilla	2
Junghuhnia	S	Encino-pino	Veracruz	1
Lepiota	S	Encino-pino	Cieneguilla	1
Marasmiellus	S	Encino-pino	Veracruz	1
Peniophora	S	Encino-pino	San Atenógenes	1
Phlebia	Pr	Encino-pino	Cieneguilla	1
Pluteus	S	Encino-pino	Cieneguilla	1
Rhizopogon	M	Encino-pino	Cieneguilla	1
			San Atenógenes	1
Russula	M	Encino-pino	San Atenógenes	2
Stereum	S	Encino-pino	San Atenógenes	1

M = Micorrizógeno. S = Saprobio. Pr = Parásito. Pt = Patógeno. F = Frecuencia.

actividades humanas. En el caso del bosque templado del Valle de Poanas, los géneros *Quercus* y *Pinus* están presentes en rodales aislados y poco densos, distribuidos en superficies muy extensas; en áreas de transición hacia zonas áridas, donde se ven acompañados por especies de géneros como *Prosopis* L., *Acacia* Mill. y

*Forestiera* Poir. (González-Elizondo *et al.*, 2017), como es el caso del presente estudio. Esta característica es la que está determinando la limitada diversidad de este tipo de hongos, si esta zona se compara con aquella presente en los extensos bosques de encino-pino y pino de las zonas más altas, donde junto con las con-

diciones de clima y suelo permiten el establecimiento de una mayor cantidad de especies de macromicetos que se les asocian.

Fierros *et al.* (2000) estudiaron tres tipos de vegetación en la región boscosa de Quila, Jalisco, habiendo encontrado mayor diversidad de hongos en bosque de pino-encino y mesófilo de montaña, y menor en bosque de encino, lo que fue atribuido al grado de perturbación en el área, en comparación con los otros dos tipos de vegetación. En el caso de este estudio, es probable que el tipo de vegetación rodeada por una zona árida y la actividad ganadera tengan un efecto negativo en la diversidad de especies de macromicetos.

En trabajos sobre el análisis de diversidad, Moreno *et al.* (2011) señalan que los índices de diversidad son difíciles de interpretar, pero permiten conocer la diferencia entre comunidades. Gamito (2010) menciona que existen programas para calcular diferentes índices; con respecto al índice de Margalef, aclara que los resultados son muy diferentes si se usa la densidad en vez del número total de individuos. En el caso de este estudio, el Índice de Margalef (IM) se basó en el número total de esporomas, con valores entre 3.5 a 6.4. Siguiendo lo propuesto por Moreno *et al.* (2011), podemos comparar qué tan diferente es la diversidad entre las localidades; así, Cieneguilla (IM 6.4) tiene 1.2 más diversidad que San Atenógenes (IM 5.3); en otra interpretación, San Atenógenes tiene el 83 % de la diversidad de Cieneguilla. Por su parte, Veracruz tuvo un índice menor, y comparado con Cieneguilla solo tiene el 66 % de diversidad que esta última. Estos valores concuerdan con lo observado durante el trabajo de campo, ya que los dos primeros sitios están en mejores condiciones, debido a la geografía y vegetación con bosque de pino-encino, o por trabajos de conservación; mientras que la localidad Veracruz, con el índice más bajo, está a 2115.2 m s.n.m. y predomina el bosque de pino. Fernández *et al.* (2019) discutieron el impacto que las condiciones del hábitat tienen sobre la riqueza de macromicetos, enfatizando en la necesidad de evitar la degradación ecológica para proteger la diversidad micológica.

Flores Cavada *et al.* (2018) reportaron un intervalo de 0.76 a 3.58 en el índice de Margalef (IM) en siete sitios de Madera, Chihuahua. El número máximo de especies que encontraron en un sitio fue de 21, con 267 ejemplares recolectados, y un IM de 3.58. En nuestro caso, en Cieneguilla se encontraron 28 especies con

69 esporomas, en Veracruz 12 especies y 23 ejemplares; es por ello que el valor de IM fue de 3.5.

Con respecto al Índice de Similitud de Jaccard (IJ) (Figura 2), entre Cieneguilla y San Atenógenes el IJ fue de 0.16; entre Cieneguilla y Veracruz fue de 0.081 y entre San Atenógenes y Veracruz de 0.061. Los valores reflejan baja similitud entre localidades, comparados con los obtenidos por Chávez-León *et al.* (2009) en ocho sitios ubicados en el Parque Nacional Barranca de Cupatitzio, en el estado de Michoacán, donde obtuvieron un IJ de 0.478, comparten casi la mitad de las especies, y uno menor de 0.125, durante los 33 muestreos realizados y 83 especies registradas. La variación depende de las especies y su aparición durante el año, el clima, las barreras geográficas y el número de recolectas que se realicen.

## CONCLUSIONES

Los bosques de pino y de encino-pino del Valle de Poanas, Durango, se ubican en la zona de transición con las zonas áridas, como lo evidencia la baja precipitación anual, y muestran una gran diversidad de macromicetos, con 53 especies. Este estudio contribuye al conocimiento de los hongos de esta zona del norte de México; en ella se presentan especies comestibles en los tipos de vegetación estudiados. Aunque los resultados encontrados corresponden sólo a la temporada de lluvias, los índices de diversidad y similitud obtenidos justifican llevar a cabo más estudios a fin de poder hacer propuestas y medidas para la conservación y manejo de estos recursos naturales. De manera limitada, en la zona de estudio se puede favorecer el aprovechamiento de algunas de las especies comestibles encontradas durante la temporada de lluvias, aunque la actividad ganadera, vegetación y clima son condiciones adversas para el aprovechamiento de especies comestibles en cantidades suficientes como las que pueden obtenerse en los macizos boscosos de otras regiones.

## AGRADECIMIENTOS

El primer autor expresa su agradecimiento al CONACYT, por la beca otorgada para la realización de sus estudios de Maestría en Ciencias en el Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, y al Laboratorio de Protección Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León por todo el apoyo otorgado.

## LITERATURA CITADA

- Aguirre-Acosta, C.E., M. Ulloa, S. Aguilar, J. Cifuentes, R. Valenzuela, 2014. Biodiversidad de hongos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad Supl.* 85: S76-S81.
- Boa, E., 2005. Los hongos comestibles silvestres. Perspectiva global de su uso e importancia para la población. FAO, Roma.
- Caiafa M.V., M. Gómez-Hernández, G. Williams-Linera, V. Ramírez-Cruz, 2017. Functional diversity of macromycete communities along and environmental gradient in a Mexican seasonally dry tropical forest. *Fungal Ecology* 28: 66-75.
- Campo, A.M., V.S. Duval. 2014. Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). *Anales de Geografía de la Universidad Complutense* 34 (2): 25-42.
- Cano-Estrada, A., L. Romero-Bautista, 2016. Valor económico, nutricional y medicinal de hongos comestibles silvestres. *Revista Chilena de Nutrición* 43 (1): 75-80.
- Chávez-León, G., V.M. Gómez-Reyes, M. Gómez-Peralta, 2009. Riqueza de macromicetos del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México. *Revista Ciencia Forestal en México* 34: 73-95.
- Córdoba-Chávez, O., R. Medel, G. Mata, R. Castillo, J. Vázquez-Ramírez, 2014. Evaluación de hongos ectomicorrícicos del grupo de los basidiomicetos en la zona del Cofre de Perote, Veracruz. *Madera y Bosques* 20: 97-106.
- Díaz-Moreno, R., J.G. Marmolejo M., R. Valenzuela, 2005. Flora micológica de bosques de pino y pino-encino en Durango, México. *Ciencia UANL* 8: 362-369.
- Domínguez-Gómez, T.G., B.N. Hernández González, H. González Rodríguez, I. Cantú Silva, E. Alanís Rodríguez, M.S. Alvarado, 2018. Estructura y composición de la vegetación en cuatro sitios de la Sierra Madre Occidental. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 9: 9-34.
- Fernández, A., S. Sánchez, P. García, J. Sánchez, 2019. Macrofungal diversity in an isolated and fragmented Mediterranean Forest ecosystem. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*. <https://doi.org/10.1080/11263504.2019.1578285>
- Fierros, M.L., J.L. Navarrete-Heredia, L. Guzmán-Dávalos, 2000. Hongos macroscópicos de la Sierra de Quila. Jalisco, México: diversidad y similitud fungística. *Revista de Biología Tropical* 48: 931-937.
- Flores-Cavada, E., A. Carrillo Parra, C.A. Wehenkel, F. Garza-Ocañas, J.C. Hernández Díaz, 2018. Diversidad de macromicetos en bosques de pino en el municipio de Madera, Chihuahua. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 9: 342-360.
- Gamito, S., 2010. Caution is needed when applying Margalef diversity index. *Ecological Indicators* 10: 550-551.
- Gómez-Hernández, M., G. Williams-Linera, 2011. Diversity of macromycetes determined by tree species, vegetation structure, and microenvironment in tropical cloud forests in Veracruz, Mexico. *Botany* 89: 203-216.
- González-Elizondo, M.S., J.A. Tena-Flores, Y. Herrera-Arrieta, F.I. Retana-Rentería, 2017. Pastizal y matorral de clima semiseco templado de la región de los valles. In: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado*. CONABIO-SEMARNAT, México. Pp. 205-216.
- Guzmán, G., 1998. Inventorying the fungi of Mexico. *Biodiversity and Conservation* 7: 369-384.
- Hawksworth D., R. Lücking, 2017. Fungal diversity revisited: 2.2 to 3.8 million species. In: Heitman J., B. Howlett, P. Crous, E. Stukenbrock, T. James, N. Gow (eds.), *The fungal kingdom*. ASM Press, Washington, DC. Pp. 79-95.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2010. Compendio de información geográfica municipal 2010. Poanas, Durango. México.
- Jiménez-Ruiz, M., J. Pérez-Moreno, J. Almaraz-Suárez, M. Torres-Aquino, 2013. Hongos silvestres con potencial nutricional, medicinal y biotecnológico comercializados en Valles Centrales, Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 4: 199-213.
- Largent, D., D. Johnson, R. Watling, 1977. How to identify mushrooms to genus, III: Microscopic features. Mad River Press Inc., California.
- Mahecha-Vásquez, G., S. Sierra, R. Posada, 2017. Diversity indices using arbuscular mycorrhizal fungi to evaluate the soil state in banana crops in Colombia. *Applied Soil Ecology* 109: 32-39.
- Moreno, C.E., 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, Zaragoza.
- Moreno, C.E., F. Barragán, E. Pineda, N.P. Pavón, 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1249-1261.
- Rodríguez-Scherzer, G., L. Guzmán-Dávalos, 1984. Los hongos (macromicetos) de las reservas de la Biósfera de la Michilía y Mapi-mí, Durango. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 19: 159-168.
- Salmones, D., G. Mata, 2013. Ceparios de hongos de México. In: *Hongos comestibles y medicinales en Iberoamérica: investigación y desarrollo en un entorno multicultural*. Sánchez, J.E., G. Mata (eds.), 1ª Edición. ECOSUR-INECOL, Tapachula. Pp. 69-77.
- Valenzuela, R., T. Raymundo, E. Aguirre-Acosta, S. Bautista-Hernández, R. Díaz-Moreno, J. García-Jiménez, 2017. Hongos. In: *La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado*. CONABIO-SEMARNAT, México. Pp. 275-288.
- Vázquez, S., R. Valenzuela, R.F. del Castillo, 2016. Macromicetos lignícolas de la Sierra Norte de Puebla, México, con notas sobre su distribución altitudinal. *Acta Botánica Mexicana* 114: 1-14.