

## El género *Morchella* (Pezizales, Ascomycota) en Jalisco, México

### The genus *Morchella* (Pezizales, Ascomycota) in Jalisco, Mexico

Michael Oswaldo Uitzil-Colli<sup>1</sup>, Laura Guzmán-Dávalos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carretera Mérida-Xmatkuil km 15.5, C.P. 97100, Mérida, Yucatán.

<sup>2</sup>Departamento de Botánica y Zoología, Universidad de Guadalajara. Apdo. Postal 1-131, C.P. 45101, Zapopan, Jalisco.

#### RESUMEN

**Antecedentes:** Se conocen 15 especies de *Morchella* (Ascomycota) en México, de ellas seis catalogadas como amenazadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para Jalisco se han reportado cinco especies. Aunque todas son comestibles, no existe costumbre de consumirlas en Jalisco.

**Objetivo:** Determinar los especímenes de *Morchella* depositados en el Herbario IBUG, utilizando datos morfológicos, para actualizar el registro estatal del género.

**Métodos:** Se revisaron macro y micromorfológicamente 88 especímenes, a través de anotaciones de recolectores, observaciones de ejemplares herborizados y cortes del ascoma al microscopio óptico.

**Resultados y conclusiones:** Se corroboraron cuatro (*M. guatemalensis* y complejos *M. costata*, *M. elata* y *M. esculenta*) de las cinco especies previamente registradas. Se cita por primera vez para Jalisco a *M. rufobrunnea* y el complejo *M. angusticeps*. Las más frecuentes en la entidad pertenecen a *M. rufobrunnea* y al complejo *M. costata*. Se presenta una clave taxonómica para las especies de Jalisco. Es necesario realizar estudios filogenéticos con datos moleculares para confirmar cuáles especies de los complejos mencionados se encuentran en Jalisco.

**Palabras clave:** complejo *Morchella angusticeps*, *Morchella rufobrunnea*, distribución, taxonomía, morfología

#### ABSTRACT

**Background:** In Mexico, 15 species of *Morchella* are known, six listed by the NOM-059-SEMARNAT-2010. In the Jalisco state, there are five species reported. Although all are edible, it is not customary to eat them in Jalisco.

**Objective:** To identify *Morchella* specimens deposited at IBUG Herbarium, using morphological data, in order to update the taxonomic information of this group in the Jalisco state.

**Methods:** Eighty-eight specimens deposited at IBUG were examined, using annotations in fresh condition from collectors, observations from dry specimens, and ascoma cuts observed through optic microscope.

**Results and conclusions:** Four (*Morchella guatemalensis*, and complexes *M. costata*, *M. elata*, *M. esculenta*) from the five previously recorded species were corroborated. *Morchella rufobrunnea* and *M. angusticeps* complex are cited for the first time. The most frequent in Jalisco were *M. rufobrunnea* and *M. costata*. A taxonomic key for the species of *Morchella* from Jalisco is presented. A phylogenetic study with molecular data is needed to confirm which species from the mentioned complexes are present in Jalisco state.

**Keywords:** Complex *Morchella angusticeps*, *Morchella rufobrunnea*, distribution, taxonomy, morphology

#### ARTICLE HISTORY

Received: 01/07/2018 / Accepted: 12/03/2019

Published on line: 19/03/2019

#### CORRESPONDING AUTOR

✉ Laura Guzmán-Dávalos, laura.guzman@academicos.udg.mx

ORCID: 0000-0002-4390-3678

## INTRODUCCIÓN

El género *Morchella* Dill. ex Pers. (Morchellaceae, Pezizales, Ascomycota) tiene amplia distribución, principalmente en zonas templadas, con aproximadamente 36 especies de acuerdo a Kirk et al. (2008). El término proviene del alemán "morchel", cuyo significado corresponde a morilla, porque el ascoma asemeja una

pequeña colmena (Ulloa y Herrera, 1994). *Morchella* se caracteriza por presentar ascomas estipitados y píleo multialveolado, con gran variación en sus características macromorfológicas (O'Donnell et al., 2011; Hernández-Salmerón et al., 2013).

Para México existen diversos reportes del género. Guzmán y Tapia (1998) mencionan la existencia de siete especies, Medel (2007) indica 15 y en la base de datos

de CONABIO, se mencionan nueve especies según Hernández-Salmerón *et al.* (2013). Entre las registradas, *M. angusticeps* Peck, *M. conica* Pers., *M. costata* Pers., *M. elata* Fr., *M. esculenta* var. *umbrina* (Boud.) S. Imai y *M. rufobrunnea* Guzmán & F. Tapia se encuentran catalogadas como especies amenazadas y por ende protegidas legalmente por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Diario Oficial de la Federación, 2016). Todas sus especies son comestibles de exquisito sabor y de gran importancia económica, aunque consideradas escasas por los micófitos (Masaphy *et al.*, 2009).

Para Jalisco se han registrado cinco especies: *M. conica* por Guzmán-Dávalos y Nieves (1984), *M. costata* por Nieves (1985), *M. guatemalensis* Guzmán, M.F. Torres & Logem. por Guzmán-Dávalos y Rodríguez (1993) y *M. elata* Fr. y *M. esculenta* (L.) Pers. por Guzmán-Dávalos *et al.* (2003). Ninguna de ellas se consume en la región.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente trabajo se analizaron 88 especímenes del Herbario IBUG. Se tomaron en cuenta las anotaciones realizadas por los recolectores del material fresco y algunos datos de los ejemplares deshidratados. Se utilizó la guía de color de Kornerup y Wanscher (1989). Para la revisión de los caracteres microscópicos se realizaron cortes del ascoma con ayuda de una navaja, se montaron en agua y se observaron al microscopio óptico Zeiss Primo Star; para las microfotografías se utilizó un microscopio Zeiss Axioskop 40, cámara AxioCam MRc y software Axio Vision 4. Para la determinación taxonómica se consultaron Guzmán y Tapia (1998), Pilz *et al.* (2007), Kuo *et al.* (2012), Hernández-Salmerón *et al.* (2013) y Richard *et al.* (2015). Se realizó una clave taxonómica con base en caracteres morfológicos para las especies que se encontraron en Jalisco.

## RESULTADOS

Se reportan seis especies de *Morchella*: complejo *M. angusticeps*, complejo *M. costata*, complejo *M. elata*, complejo *M. esculenta*, *M. guatemalensis* y *M. rufobrunnea* (Figuras 1-2), de las cuales el complejo *M. angusticeps* y *M. rufobrunnea* son nuevos registros para Jalisco, de acuerdo a Sánchez-Jácome y Guzmán-Dávalos (2011). La especie que resultó con más ejemplares fue *M. rufobrunnea* (27), seguida de *M. costata* (22), *M. elata* y *M. esculenta* (cada una con 13),

*M. guatemalensis* (7) y *M. angusticeps* (6) (Figura 2). Los especímenes estudiados provienen de 14 municipios del estado, principalmente de Zapopan (24), Tapalpa (23) y Tequila (23); en el primero, en su mayoría de jardines en zonas urbanas y en Tapalpa y Tequila de bosques de pino-encino (Tabla 1).

De acuerdo con lo previamente reportado por Sánchez-Jácome y Guzmán-Dávalos (2011), se conocían cinco especies de *Morchella* para Jalisco. Con el presente trabajo se confirmó la existencia de cuatro de las cinco especies registradas. No se corroboró la presencia de *M. conica*, citada por Guzmán-Dávalos y Nieves (1984), debido a que no se encontraron ejemplares en el Herbario IBUG que correspondieran a esta especie y a la falta de información necesaria para localizarlos, ya que en ese trabajo no se indicaron los especímenes estudiados.

A continuación se describen los nuevos registros para Jalisco.

Complejo *Morchella angusticeps* Peck, Bull. N.Y. St. Mus. Nat. Hist. 1(no. 2): 19 (1887)

Figura 2A

Ascoma de 30-65 mm de alto. Himenóforo 10-50 × 5-10 mm, cilíndrico a cónico, con costillas longitudinales marcadas y transversales poco marcadas, alveolos alargados, marrón grisáceo claro a oscuro (6E3, 6F4-6). Estípites de 20-35 × 10-15 mm, cilíndrico, ensanchado hacia la base, blanquecino a marrón grisáceo claro (6E3). Ascosporas de (15-) 20-21 × 11-12 μm, Q = 1.3-1.7, elipsoides a alargadas, algunas ampliamente elipsoides, lisas, de pared delgada, con gotas de contenido pequeñas y escasas, hialinas.

**Material revisado.** Jalisco, Municipio de Tapalpa, 2.5 km antes del pueblo de Juanacatlán, carretera Atemajac de Brizuela hacia Tapalpa, L.F. Limón Pelayo 31, F.J. Muñoz Navarro 17, septiembre 7, 2013. Municipio de Tequila, volcán de Tequila, km 8 de la brecha hacia la estación retransmisora, G. Hernández 4, octubre 26, 1986; km 11, S. Mora Castillo 2, agosto 30, 2014. Municipio de Tonalá, por la carretera a Huentitán, presa La Colimilla, A. Aréchiga 3, sin fecha. Municipio de Zapotlán el Grande, faldas del Nevado de Colima, El Floripondio, T. Pérez Fiol 8, septiembre 6, 2014.

**Hábito y hábitat.** Solitario a gregario, sobre suelo, en ocasiones quemado o entre musgo, en bosques de

TABLA 1. Especies de *Morchella* de Jalisco; se indica municipio donde fue recolectado cada espécimen, colector y número. Todos los ejemplares se encuentran depositados en el Herbario IBUG

ESPECIE	MUNICIPIO	COLECTOR Y NÚMERO
<i>Morchella angusticeps</i> complejo	Tapalpa, Tequila, Tonalá, Zapotlán el Grande	Ver en texto
<i>M. costata</i> complejo	Guadalajara	S. Gallegos s.n. (sin fecha)
	Tapalpa	M.I. Arellano Vera 6, L.F. Casillas García 8, K.N. García Aguirre 17, C. Guerrero Díaz 28, L. Guzmán-Dávalos 10862, 10863, J.O. Hernández Callo 5, J. Jiménez García 11, L. Limón Pelayo 30, O. Madrid Lepe 3, V.B. Muñoz-Jiménez 4, R.E. Ramírez Ramírez 5, B.V. Suárez González 4, A. Vázquez Celis 19, C.A. Vázquez Gómez 6
	Tequila	A. Basilio 27
	Tuxpan	A. Tamayo R. y R. González T. s.n. A, B y C (13 oct 1984)
	Zapopan	M. Herrera 1160-B, B. Vázquez Morales 28
	Zapotlán el Grande	F. Landeros 3402
<i>M. elata</i> complejo	Guadalajara	J. Gómez Plascencia s.n. (23 jul 1984)
	San Martín Hidalgo	I. Álvarez 1406
	Tapalpa	O.R. Torres-González 5
<i>M. esculenta</i> complejo	Tequila	I.C. Alcázar Ríos 4, O.F. Huerta-Galván 2, F. Landeros 3363, L.G. López Caldera 4, L.M. Maya-Elizarrarás 10, M. Pérez Velasco 17, M.G. Romero Flores 13, J. Segura 4
	Zapopan	S. Gallegos G. s.n. (18 sep 1984), M.G. Torres 368
	Guadalajara	B. Durand s.n. (sep 1993), S. Miramontes s.n. (10 feb 1993)
	San Pedro Tlaquepaque	J.H. Reyes s.n. (31 jul 1984)
	Tapalpa	A.R. Aldana Hernández 30, J. Jiménez-García 12, C.M.A. Robles-Gil 8, B.V. Suárez-González 4
	Zapopan	M.R. Sánchez-Jácome 524, M. Tapia s.n. (dic 1994), M. Reyes-Carranza 24, E. Gándara 609
	Zapotlán el Grande	B. Durand Martínez 24, G.D. Díaz-Almaraz 2
<i>M. guatemalensis</i>	Arandas	J.J. Reynoso y R. Ramírez 1062
	Tequila	D. Gutiérrez-Cortez 19, V. Íñiguez-Mejía 6
	Zapopan	I. Martínez Pérez 13, M. Reyes Carranza 23, H. Sandoval Gallo s.n. (25 sept 2017)
	Zapotlán el Grande	L. Guzmán-Dávalos 7547
<i>M. rufobrunnea</i>	Guadalajara, Jocotepec, San Sebastián del Oeste, Tapalpa, Tequila, Zapopan	Ver en texto

pino, encino, pino-encino y mesófilo de montaña, así como en jardines en zona subtropical. Altitud de 1650 a 2560 m s.n.m.

**Comentarios.** Los especímenes estudiados del complejo *M. angusticeps* se caracterizan por un ascoma pequeño, menor de 70 mm de largo, con alveolos alongados, de tonalidades grisáceas (Guzmán y Tapia,

1988; Hernández-Salmerón et al., 2013). Microscópicamente, el tamaño de las ascosporas se encuentran en el rango descrito por Kuo et al. (2012) de 20-22 × 11-15 µm. Para México esta especie se ha reportado de Aguascalientes (Pardavé-Díaz et al., 2013), Estado de México (Estrada-Martínez et al., 2009), Michoacán (Hernández-Salmerón et al., 2013) y Morelos (De Avila y Welden, 1980).



FIGURA 1. *Morchella rufobrunnea*, D. Montañez (IBUG). A. Ascoma, B-D. Estructuras microscópicas, L. Guzmán-Dávalos 10068 (IBUG), B. Asca, C-D. Paráfisis septadas en la base. Fotos A. L. Guzmán-Dávalos, B-D. M.O. Uitzil-Colli.

*Morchella rufobrunnea* Guzmán & F. Tapia, Mycologia 90(4): 706 (1998)

Figuras 1, 2H-J

Ascoma de 32-90 mm de alto. Himenóforo de 30-60 × 10-15 mm, cónico a subcónico, con costillas longitudinales marcadas y transversales al mismo nivel pero más escasas, formando alveolos alargados, color marrón claro o marrón amarillento (5C3-5), se mancha con el maltrato a color ferruginoso o marrón rojizo (10F8), visible aún después de herborizarse. Estípite de 15-35 × 10-15 mm, cilíndrico, blanque-

cino a color crema, con micelio basal blanquecino a color crema. Ascosporas de (20-) 22-24 (-25) × (13-) 14-15 (-16) µm, Q = (1.25-) 1.33-1.84, elipsoides a alargadas, algunas ampliamente elipsoides, lisas, pared delgada, gotas de contenido pequeñas, hialinas. Paráfisis de (80-) 90-180 (-190) × 10-15 µm, simples, septadas en la base con una o dos células, hialinas.

**Material revisado:** Jalisco, Municipio de Guadalajara, Guadalajara, Sector Reforma, calle 72 #275, C. Téllez

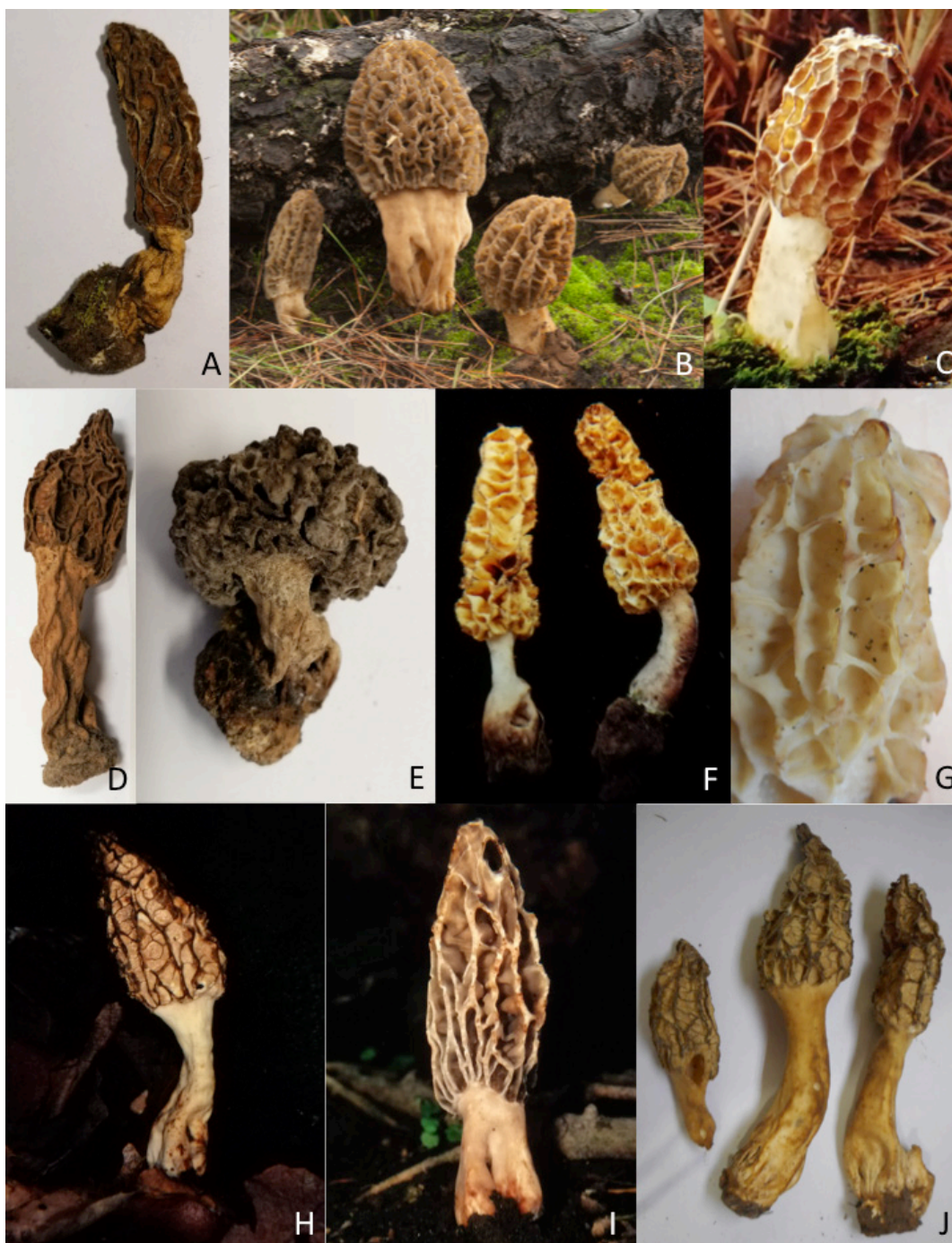


FIGURA 2. Especies de *Morchella* de Jalisco. A. *M. angusticeps* (material deshidratado), F.J. Muñoz Navarro 17, B. *M. costata*, L. Guzmán-Dávalos 10862, C. *M. elata*, material no registrado, municipio de Tapalpa, mayo 5, 1996, D-E. *M. esculenta* (materiales deshidratados), D. M.R. Sánchez-Jácome 524, E. B. Durán-Martínez 24, F-G. *M. guatemalensis*, F. J.J. Reynoso et al. 1062, G. H. Sandoval Gallo s.n. (septiembre 25, 2017), H-J. *M. rufobrunnea*, H. L. Guzmán-Dávalos 9900, I. L. Guzmán-Dávalos 9160, J. L. Guzmán-Dávalos 11657. Fotos A, D, E, G, J por L. Guzmán-Dávalos y B, C, F, H, I por E. Fanti.

1042, agosto 29, 1987. Municipio de Jocotepec, El Carrizo, camino a mesa de Las Azucenas, K. Machuca-Machuca 6, septiembre 12, 2012. Municipio de San Sebastián del Oeste, entre Llanito del Hielo y El Real Alto, J. Curiel s.n., octubre 7, 1997. Municipio

de Tapalpa, sierra de Tapalpa, 2 km del albergue del DIF, Las Ánimas, D.I. Hernández-Conrique 14, octubre 5, 1991. Municipio de Tequila, volcán de Tequila, R. Ramírez y L. Villaseñor s.n., octubre 14, 1990, E. Fanti 651, agosto 1, 2004; Km 5-7 de la brecha

hacia la estación retransmisora, J.A. Palafox-Luna 6, octubre 11, 2009; Km 10, M. Garza 322, octubre 5, 1986; Km 11, L. Vargas García 13, octubre 3, 2005, I. Alcalá Martínez 2, septiembre 24, 2011, M. Tejeda 2, agosto 30, 2014, F. Hernández 2, septiembre 13, 2018, R. Reyes Murillo 83, septiembre 13, 2018; Km 12, L. Guzmán-Dávalos 10068, septiembre 16, 2006. Municipio de Zapopan, Bosque La Primavera, km 8 después de la entrada Aztlán, J. Sánchez Radilla 16, septiembre 22, 2018. Universidad de Guadalajara, Las Agujas, Nextipac, Campus del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Instituto de Botánica, altitud 1640 m s.n.m., L. Guzmán-Dávalos 5435, septiembre 17, 1991, L. Guzmán-Dávalos 7279, julio 31, 1998, L. Guzmán-Dávalos 7468, agosto 27, 1998, L. Guzmán-Dávalos 7552, septiembre 29, 1998, L. Guzmán-Dávalos 7723, octubre 23, 1998, I. Álvarez s.n., septiembre 14, 1999, L. Guzmán-Dávalos 8590, octubre 16, 2001, L. Guzmán-Dávalos 8960, septiembre 15, 2003, L. Guzmán-Dávalos 9900, septiembre 27, 2005, F. Landeros 3292, octubre 3, 2008, L. Guzmán-Dávalos 11657 (recolectó Isela Álvarez), septiembre 21, 2017.

**Hábito y hábitat:** Gregario, en bosques de pino-encino o en zonas subtropicales perturbadas, sobre tierra, entre musgo o en un caso sobre una barda de adobe. Altitud de 1600-2200 msnm.

**Comentarios:** Los ejemplares estudiados de *M. rufobrunnea* se caracterizan por el cambio de coloración a rojizo del ascoma al contacto o maltrato (Guzmán y Tapia, 1988; Pilz et al., 2007). Aunque en especímenes jóvenes esta característica puede ser difícil de observar (Hernández-Salmerón et al., 2013). Microscópicamente, las ascosporas se encuentran dentro del tamaño descrito por Guzmán y Tapia (1998), de (19-) 20-24 (-25.5) × 10-20 µm y por Hernández-Salmerón et al. (2013), de (19-) 20-24 (-25.5) × (13-) 14-16 (-17) µm. Está registrada para México de Michoacán (Hernández-Salmerón et al., 2013) y Veracruz (Guzmán y Tapia, 1998), y de Australia, Chipre, EUA e Israel (Richard et al., 2015). Esta especie es de las pocas que se puede reconocer con base en caracteres morfológicos (Kuo et al., 2012).

#### Clave taxonómica de las especies de *Morchella* para Jalisco

- 1b. Ascoma se mancha con el maltrato o al contacto..... 2
- 1a. Ascoma nunca se mancha con el maltrato o al contacto..... 3
- 2a. Ascoma cilíndrico a subcilíndrico con tonalidades amarillo anaranjadas, amarillo mantequilla o amarillo rojizo, costillas longitudinales marcadas, costillas transversales menos conspicuas. Se mancha irregularmente en amplias zonas de color ferruginoso o marrón rojizo, paráfisis de 56-103 × 6.5-13 µm *Morchella guatemalensis*
- 2b. Ascoma cónico a subcilíndrico con tonalidades grisáceas en ejemplares jóvenes a marrón amarillento en adultos, costillas longitudinales marcadas, costillas transversales al mismo nivel pero escasas, que forman alveolos alargados. Se mancha irregularmente en pequeñas zonas de color marrón anaranjado a marrón rojizo, paráfisis de (80-) 90-180 (-190) × 10-15 µm ..... *Morchella rufobrunnea*
- 3a. Himenóforo con tonalidades amarillas o marrón claro, costillas irregulares, forman alveolos pequeños e irregulares, ascoma de 50 a 150 mm de alto, globoso, semicónico o cilíndrico ..... *M. esculenta* complejo
- 3b. Himenóforo con tonalidades marrón claro u oscuro, grisáceas o negruzcas, con costillas longitudinales ..... 4
- 4a. Ascoma con costillas longitudinales bien marcadas, con alveolos irregulares a cuadrangulares ..... 5

- 4b. Ascoma sin costillas longitudinales bien marcadas o escasas, con alveolos alargados, escasos cuadrangulares ..... *Morchella angusticeps* complejo
- 5a. Ascoma con costillas transversales marcadas, muchas al mismo nivel que las longitudinales, que forman alveolos generalmente cuadrangulares u ocasionalmente irregulares o una mezcla entre ambos, profundos, marrón a marrón oscuro ..... *Morchella costata* complejo
- 5b. Ascoma con costillas transversales ligeramente marcadas o escasas, pocas al mismo nivel que las longitudinales, que forman alveolos alargados, rectangulares, pocos cuadrangulares, de coloración gris a marrón negruzco ..... *Morchella elata* complejo

## DISCUSIÓN

El reconocimiento morfológico de las especies de *Morchella* puede ser complejo, lo cual se debe a la gran variación en sus características macromorfológicas tanto inter- como intra-específicamente, lo cual ha ocasionado problemas y confusiones taxonómicas (O'Donnell et al., 2011; Hernández-Salmerón et al., 2013). En varios casos se trata de complejos con especies crípticas que solo se pueden distinguir con caracteres moleculares (Kuo et al., 2012). De acuerdo a Kuo et al. (2012) *M. rufobrunnea* es una de las pocas especies que se puede distinguir con base en caracteres morfológicos. En contraste, en el complejo *M. angusticeps*, se han descubierto varias especies crípticas provenientes principalmente del Noroeste de América, tales como *M. sextelata* M. Kuo, *M. septimelata* M. Kuo y *Morchella* sp. (Mel8), las cuales se presentan en bosques de coníferas donde han ocurrido incendios (Kuo et al., 2012). La presencia de incendios es frecuente en los bosques de Jalisco, por lo que es probable que algunos de los especímenes mexicanos de este complejo correspondan a una de estas especies, lo cual se podría distinguir a partir de análisis moleculares. Otras especies en las que se ha observado el hábitat pirófilo son *M. costata* y *M. esculenta*. Ha sido notorio el incremento en las recolectas, de estas dos especies después de incendios en los bosques de Jalisco (Guzmán-Dávalos, obs. per.). Esto concuerda con Pilz et al. (2007) y Loizides (2017), quienes reportan dicha dinámica y mencionan que existen especies pirófilas tanto facultativas como obligadas. Estas pueden fructificar en gran número como una adaptación a un nicho ecológico altamente específico, en ambientes secos y cálidos, que resultan después de un incendio.

Con la finalidad de contribuir a la identificación de las especies crípticas dentro de los complejos reportados hasta la fecha de las morillas mexicanas es recomendable el uso de técnicas filogenéticas con datos moleculares, además de una taxonomía integrativa, que incluya datos ecológicos, hábitos tróficos y patrones biogeográficos, de acuerdo a lo sugerido por Loizides (2017).

## CONCLUSIONES

Para Jalisco se conocen dos especies y cuatro complejos de *Morchella*, cinco de ellas catalogadas como amenazadas. Este trabajo representa un avance en el conocimiento taxonómico de este grupo y abre la posibilidad de realizar estudios moleculares para definir las especies crípticas provenientes de los complejos encontrados.

## AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece al programa Verano de la Investigación Científica de la Península de Yucatán "Jaguar 2017" como parte del Programa Institucional de Impulso y Orientación a la Investigación de la Universidad Autónoma de Yucatán, así como al programa de Estancias Cortas de Investigación 2017, de la Secretaría de Investigación, Innovación y Educación Superior del Estado de Yucatán, que permitieron iniciar y culminar este trabajo, respectivamente. Se reconoce el apoyo de la Universidad de Guadalajara. Se agradecen los comentarios de los revisores y editor, ya que enriquecieron este trabajo.

## LITERATURA CITADA

- De Avila, A.B., A.L. Welden, G. Guzmán, 1980. Notes on the ethnomycology of Hueyapan, Morelos, Mexico. *Journal of Ethnopharmacology* 2: 311-321.
- Diario Oficial de la Federación, 2016. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, 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. Disponible en: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5173091](http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5173091) [consultado el 18/1/2019].
- Estrada-Martínez, E., G. Guzmán, D. Cibrián-Tovar, R. Ortega-Paczka, 2009. Contribución al conocimiento etnomicológico de los hongos comestibles silvestres de mercados regionales y comunidades de la Sierra Nevada (México). *Interciencia* 34(1): 25-33.
- Guzmán, G., F. Tapia, 1998. The known morels in Mexico, a description of a new blushing species, *Morchella rufobrunnea*, and new data on *M. guatemalensis*. *Mycologia* 90: 705-714.
- Guzmán-Dávalos, L., G. Nieves, 1984. Hongos del estado de Jalisco. *Boletín del Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara, Época 3*, 5(10): 21-34.
- Guzmán-Dávalos, L., O. Rodríguez, 1993. Registro de *Morchella guatemalensis* (Fungi, Ascomycotina) para México. *Boletín del Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara, Época 3*, 1(7): 471-475.
- Guzmán-Dávalos, L., O. Rodríguez, M.R. Sánchez-Jácome, S. Chacón, (2001) 2003. Ascomycotina conocidos de Jalisco. *Boletín del Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara* 9(1-2): 11-23.
- Hernández-Salmerón, I.R., V.M. Gómez-Reyes, M. Gómez-Peralta, 2013. Contribución al conocimiento del género *Morchella* (Morchellaceae: Ascomycota) para Michoacán. *Biológicas* 15(1): 1-15.
- Kirk, P.M., P.F. Cannon, D.W. Minter, J.A. Stalpers, 2008. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*. CAB International, Wallingford.
- Kornerup, A., J.H. Wanscher, 1989. *Methuen handbook of colour*. Eyre Methuen, Londres.
- Kuo, M., D.R. Dewsbury, K. O'Donnell, M.C. Carter, S.A. Rehner, J.D. Moore, J.M. Moncalvo, S.A. Canfield, S.L. Stephenson, A.S. Methven, T.J. Volk, 2012. Taxonomic revision of true morels (*Morchella*) in Canada and the United States. *Mycologia* 104: 1159-1177.
- Loizides, M., 2017. Morels: the story so far. *Field Mycology* 18(2): 42-53.
- Masaphy, S., L. Zabari, D. Goldberg, 2009. New long-season ecotype of *Morchella rufobrunnea* from Northern Israel. *Micología Aplicada International* 21(2): 45-55.
- Medel, R., 2007. Especies de ascomicetes citados de México IV: 1996-2000. *Revista Mexicana de Micología* 25: 69-76.
- Nieves, G., 1985. Contribución al conocimiento de los macromicetos del Bosque "La Primavera", Zapopan, Jalisco. Tesis de Licenciatura, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco.
- O'Donnell, K., A.P. Rooney, G.L. Mills, M. Kuo, N.S. Webber, S.A. Rehner, 2011. Phylogeny and historical biogeography of true morels (*Morchella*) reveals an early Cretaceous origin and high continental endemism and provincialism in the Holarctic. *Fungal Genetics and Biology* 48: 252-265.
- Pardavé-Díaz, L. M., L. Flores Pardavé, R.C. Castañeda Romo, V. Franco Ruiz Esparza. 2013. Diversidad de macromicetos en el municipio de San José de Gracia, Aguascalientes. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes* 57: 11-18.
- Pilz, D., R. McLain, S. Alexander, L. Villareal-Ruiz, S. Berch, T.L. Wurtz, C.G. Parks, E. McFarlane, B. Baker, R. Molina, J.E. Smith, 2007. Ecology and management of morels harvested from the forests of Western North America. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-710 U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland.
- Richard, F., P. Clowez, K. Hansen, K. O'Donnell, A. Urban, M. Suave, M. Pierre-Arthur, 2015. True morels (*Morchella*, Pezizales) of Europe and North America: evolutionary relationships inferred from multilocus data and a unified taxonomy. *Mycologia* 107: 359-382.
- Sánchez-Jácome, M.R., L. Guzmán-Dávalos, 2011. Hongos citados para Jalisco, II. *Ibugana* 16: 25-60.
- Ulloa, M., T. Herrera, 1994. Etimología e iconografía de géneros de hongos. Cuadernos 21. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.