



# Registros nuevos de hongos gasteroides y mixomicetes de la Sierra de Mazatán, Sonora, México

New records of gasteroid fungi and myxomycetes from the Sierra de Mazatán, Sonora, México

Eduardo Hernández-Navarro<sup>1</sup>, Martín Esqueda<sup>1</sup>, Marcos Lizárraga<sup>2</sup>, Damián López-Peña<sup>1</sup>, Aldo Gutiérrez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Apartado postal 1735, 83000 Hermosillo, Sonora, México. <sup>2</sup>Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Anillo Envoltente Pronaf y Estocolmo s/n, 32300 Cd. Juárez, Chihuahua, México

## RESUMEN

Se presentan siete registros nuevos de hongos gasteroides y tres de mixomicetes para la micobiota de la Sierra de Mazatán, Sonora, una zona prioritaria para ser declarada como área natural protegida. *Sphaerobolus stellatus* se cita por primera vez para la micobiota sonorensis.

**PALABRAS CLAVE:** Taxonomía, corología, diversidad, Islas del Cielo.

## ABSTRACT

Seven new records of gasteroid fungi and three of myxomycetes for the mycobiota of the Sierra de Mazatán, Sonora, a priority area to be declared as protected, are presented. *Sphaerobolus stellatus* is cited for the first time for the Sonoran mycobiota.

**KEYWORDS:** Taxonomy, chorology, diversity, Sky Islands.

## INTRODUCCIÓN

En el estado de Sonora, México, existen seis Áreas Naturales Protegidas y otras cinco en proceso de acreditación. Entre estas últimas, está la Sierra de Mazatán o Sierra Huérfana, ubicada en tres municipios: Mazatán, Ures y Villa Pesqueira. Aunque no se considera como parte de las llamadas Islas del Cielo, localizadas en el noroeste de México y suroeste de Estados Unidos, se encuentra a sólo 80 km del sur de la Sierra de Aconchi, elemento más austral del archipiélago Madreano de las Islas del Cielo (Sánchez-Escalante *et al.*, 2005).

Las Islas del Cielo son áreas montañosas con vegetación templada, rodeadas de vegetación xerófila, al igual que la Sierra de Mazatán, en las cuales se han identificado tres tipos de vegetación predominantes de acuerdo con su altitud: Mezquital (<600 msnm), matorral subtropical (600-1,200 msnm) y bosque de encino abierto (>1,200-1,500 msnm) (Arriaga, 2000; Piña-Páez *et al.*, 2013).

Piña-Páez *et al.* (2013) realizaron el primer estudio sobre la diversidad de los hongos gasteroides en estos tres tipos de vegetación, en el que se registraron 37 especies y la segunda cita a escala mundial de *Tulostoma gracilipes* (Piña *et al.*, 2010). Derivado de exploraciones recientes en la sierra, se presentan aquí registros nuevos de hongos gasteroides y las primeras citas de mixomicetes.

Recibido / Received: 09/07/2015

Aceptado / Accepted: 30/10/2015

Autor para correspondencia / Corresponding author:

Martín Esqueda  
esqueda@ciad.mx

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las recolecciones estudiadas provienen de muestreos realizados en la Sierra de Mazatán, Sonora, en los veranos de 2012 y 2013. El material fúngico se procesó y caracterizó con las técnicas convencionales en micología (Cifuentes *et al.*, 1986). La descripción del color se hizo siguiendo a Kornerup y Wanscher (1978). Las preparaciones se hicieron en agua, KOH al 5%, azul de algodón, reactivo de Melzer y medio de Hoyer.

Los especímenes están depositados en la Colección de Hongos de la Universidad Estatal de Sonora (UES), siglas no registradas en Index Herbariorum. Las especies se determinaron con claves específicas como las de Long y Stouffer (1948), Martin y Alexopoulos (1969), Guzmán (1970), Wright (1987), Nannenga-Bremekamp (1991), Pegler *et al.* (1995) y Lado y Pando (1997), según el taxón.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los nuevos registros de hongos gasteroides de la Sierra de Mazatán, corresponden a siete especies en cuatro familias (Agaricaceae, Phellorinaceae, Geastraceae y Sclerodermataceae), comprendidas en tres órdenes (Agaricales, Boletales y Geastrales). Se presentan los tres primeros registros de mixomicetes para esta sierra, que pertenecen a las familias Arcyriaceae, Tubiferaceae y Didymiaceae, en los órdenes Trichiales, Liceales y Physarales, respectivamente.

## AGARICALES, AGARICACEAE

### *Calvatia cyathiformis* (Bosc) Morgan, J. Cincinnati Soc. Nat. Hist. 12(4): 168 (1890)

Basidioma de 68 × 40 mm, globoso, deprimido ventralmente a piriforme. Exoperidio blanquecino (1B1-2A2), que cambia a marrón violáceo (11E4), finalmente magenta oscuro (13F4) con la madurez, pruinoso, agrietado, dehiscencia a través de aperturas irregulares del peridio. Gleba blanquecina y sólida al principio a marrón violáceo (11E4), magenta oscuro (13F4) o magenta grisácea (13E4) en la madurez, polvorienta. Subgleba marrón oscura (8F5) a violeta oscura (10F5) en especímenes maduros, celular, conspicua, abarca 1/3 de la parte inferior del basidioma. Capilicio de (1.8-) 3.5 (-6.2) µm diám, ramificado con paredes

de ca. 1 µm de grosor, conspicuamente porado, concoloro con las basidiosporas, con septos redondeados y del mismo diámetro. Basidiosporas de 4.4-7.0 µm diám., globosas, violáceas cuando se observan en agua o medio de Hoyer, grisáceas en KOH, con verrugas de hasta 1 µm.

Material estudiado. Municipio de Ures, Sierra de Mazatán, bosque de encino abierto con *Quercus oblongifolia* Torr., gregario, septiembre 22, 2013, E. Hernández 10389, 10390.

Observaciones. Este hongo se distingue por su ornamentación esporal con verrugas y la subgleba celular conspicua. La mayoría de los basidiomas de Mazatán presentan solo la subgleba con fragmentos de gleba. *Calvatia fragilis* (Vittad.) Morgan se caracteriza por sus basidiosporas finamente equinuladas a asperuladas y por la subgleba rudimentaria o ausente (Zeller y Smith, 1964). Dicha especie se conoce también de Sonora (Esqueda *et al.*, 2000, 2010).

### *Tulostoma involucratum* Long, Mycologia 36: 330 (1944)

#### Figura 1

Basidioma de 72 mm de altura. Saco esporífero de 15 × 12 mm, fácilmente separable del estípite. Exoperidio típicamente membranoso, oscuro por fuera y blanquecino por dentro. Endoperidio blanco amarillento (2A2) y liso al madurar, con boca tubular de 2.1 × 1.3 mm; punto de unión con el estípite conspicuo. Estípite de 57 × 2.8 mm, de color marrón claro (4A2), estriado a rugoso, atenuándose hacia la base y terminando en una estructura volvi-forme conformada por hifas fuertemente entremezcladas con materia orgánica. Basidiosporas de 4.6-5.7 µm diám., globosas a subglobosas, apiculadas, equinuladas. Capilicio hialino, de 3-6 µm diám., ramificado, ensanchado en los septos hasta 7 µm diám., generalmente amarillento, lumen visible a lacunar.

Material estudiado. Municipio de Ures, Sierra de Mazatán, mezquital con *Acacia cochliacantha* Humb. & Bonpl. ex Willd., gregario, agosto 25, 2012, E. Hernández 10377.



Observaciones. *Tulostoma involucreatum* puede confundirse con *T. xerophilum* Long, porque ambas presentan exoperidio membranoso y boca tubular, pero el segundo taxón tiene un episporio con ornamentación menos conspicua y basidiomas más pequeños (Wright, 1987).

## PHELLORINACEAE

***Phellorinia herculeana* (Pers.) Kreisel, Česká Mykol. 15(4): 196 (1961)**

Figura 2

Basidioma de 12 × 45 mm, claviforme con estípite bien definido. Peridio blanquecino (2A2-4A2), grueso, continuo con el estípite, revestido con grandes placas irregulares. Dehiscencia apical mediante fisuras y desintegración. Estípite de 15 × 4.5 mm, cilíndrico, leñoso. Gleba polvorienta, ferruginosa (5A4-5B8). Basidiosporas de 4-5 µm diám., globosas, con verrugas cilíndricas con ápice truncado.

Material estudiado. Municipio de Ures, Sierra de Mazatán, mezquital con *Prosopis* sp., solitario, agosto 25, 2012, E. Hernández 10370.

Observaciones. Aunque el basidioma estudiado presentó un tamaño menor al citado por Guzmán y Herrera (1969), las características macro y microscópicas son las distintivas de este taxón. En Sonora se ha observado una gran variabilidad en forma y tamaño de este hongo, con basidioma desde cilíndrico a claviforme. De igual manera, las escamas varían de alargadas e imbricadas a independientes con formas angulosas a piramidales. Se ubica en Phellorinaceae junto con *Dictyoccephalos attenuatus* (Peck) Long & Plunkett, el cual solo se ha citado para la microbiota de México en la reserva de biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar en Sonora (Esqueda *et al.*, 2013); asimismo, *P. herculeana* se conoce en pocas localidades de Sonora (Esqueda *et al.*, 2010). Guzmán y Herrera (1969) registraron *Phellorinia inquinans* Berk., la cual es sinónima, para Nuevo León, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas.

## BOLETALES, SCLERODERMATACEAE

***Pisolithus arhizus* (Scop.) Rauschert, Z. Pilzk. 25(2): 50 (1959)**

Basidioma de 44 × 100 mm, claviforme, formando un pseudoestípite. Exoperidio grueso, verrucoso, marrón oscuro (6F4-6) en la madurez. Dehiscencia a través de aperturas irregulares del peridio. Gleba compuesta por peridiolos, haciéndose polvorienta al madurar. Basidiosporas de 7-10 µm diám., globosas, amarillentas, equinuladas, ocasionalmente con espinas curvas.

Material estudiado. Municipio de Ures, Sierra de Mazatán, bosque de encino abierto con *Quercus oblongifolia*, solitario, septiembre 22, 2013, E. Hernández 10368.

Observaciones. El espécimen estudiado se encontró rodeado de basidiomas de *Scleroderma cepa* Pers., del cual se distingue fácilmente por la ausencia de peridiolos y diferente color de esporada (Pegler *et al.*, 1995). Martin *et al.* (2002), Reddy *et al.* (2005) y Phosri *et al.* (2012), consideran alrededor de diez especies para *Pisolithus*, siendo *P. tinctorius* y *P. arhizus* independientes; la primera asociada con pinos y encinos, mientras que la segunda con eucalipto. Dichos autores no presentan claves dicotómicas ni descripciones completas de las especies y los análisis moleculares prácticamente carecen de especímenes provenientes de América. En este trabajo se siguió el criterio de Coker y Couch (1928), Pegler *et al.* (1995) e Index Fungorum (2015), manteniéndose como válido *P. arhizus* hasta tener evidencias moleculares de las recolecciones de Sonora.

***Scleroderma reae* Guzmán, Ciencia Méx.: 200 (1967)**

Figuras 3-4

Basidioma de 24 × 25 mm, globoso a subgloboso, deprimido en el ápice. Exoperidio de hasta 2 mm de grosor, blanquecino (1A2-3A2), agrietado; rizomorfo de consistencia corchosa. El KOH provoca una reacción rojiza en el peridio, que cuando seca se torna verdosa. Gleba polvorienta, marrón grisácea (9E3) a

marrón violácea (11E4). Basidiosporas de 7-11  $\mu\text{m}$  diám., globosas, subreticuladas. Fíbulas escasas en el peridio.

Material estudiado. Municipio de Ures, Sierra de Mazatán, bosque de encino abierto con *Quercus oblongifolia*, terrícola entre hojarasca, gregario, septiembre 22, 2013, *E. Hernández 10333, 10334, 10345, 10353*.

Observaciones. Parece ser la única especie de *Scleroderma* con esporas subreticuladas y fíbulas de Sonora (Esqueda *et al.*, 1995, 2010). Este hongo fue descrito por Guzmán (1970) de California, Estados Unidos. Recientemente, Guzmán *et al.* (2013), la sinonimizaron con *S. albidum*, al argumentar la variabilidad morfológica del basidioma y el tamaño esporal. Sin embargo, en esta última las basidiosporas no son subreticuladas y el peridio carece de fíbulas. Asimismo, con *S. bovista* comparte un peridio agrietado apicalmente, blanquecino a amarillento, que se tiñe de rojizo oscuro con KOH, pero con fíbulas comunes en el peridio y esporas reticuladas de 11-14  $\mu\text{m}$  diám. En este trabajo se decidió mantenerla como especie independiente hasta que se realicen estudios moleculares que definan su estatus. De Sonora se habían citado tres especies de *Scleroderma* para la Sierra de Mazatán: *S. albidum* Pat. & Trab., *S. cepa* Pers. y *S. verrucosum* (Bull.) Pers., todas con esporas equinuladas y sin retículo (Piña-Páez *et al.*, 2013).

## GEASTRALES, GEASTRACEAE

### *Geastrum xerophilum* Long ex Desjardin, Pacific Sci. 65(4): 493 (2011)

Basidiomas de 11.2  $\times$  8.6 mm. Exoperidio subhigroscópico, blanquecino (2A2-4A2) con capa miceliar generalmente presente entre arena y materia orgánica; con 6 a 10 lacinias generalmente rotas en el extremo distal, rodean la parte inferior del endoperidio de 8  $\times$  7 mm, el cual es blanco grisáceo (1B1), subestipitado a sésil. Peristoma delimitado, irregularmente plegada, tendiendo a fimbriada. Gleba marrón oscura (6F4-6). Basidiosporas de 3-3.5  $\mu\text{m}$  diám., finamente verrucosas, color marrón-amarillento.

Material estudiado. Municipio de Ures, Sierra de Mazatán, mezquital, en *Acacia cochliacantha*, gregario, agosto 25, 2012, *E. Hernández 10381*.

Observaciones. Esta especie es común en el desierto Sonorense (Esqueda *et al.*, 2010, 2013). La variabilidad fenotípica puede dificultar su identificación; sin embargo, el tamaño pequeño de las basidiosporas con una ornamentación delicada pero evidente, permite reconocerla. Dicha variabilidad puede estar acentuada por la intemperización del material recolectado.

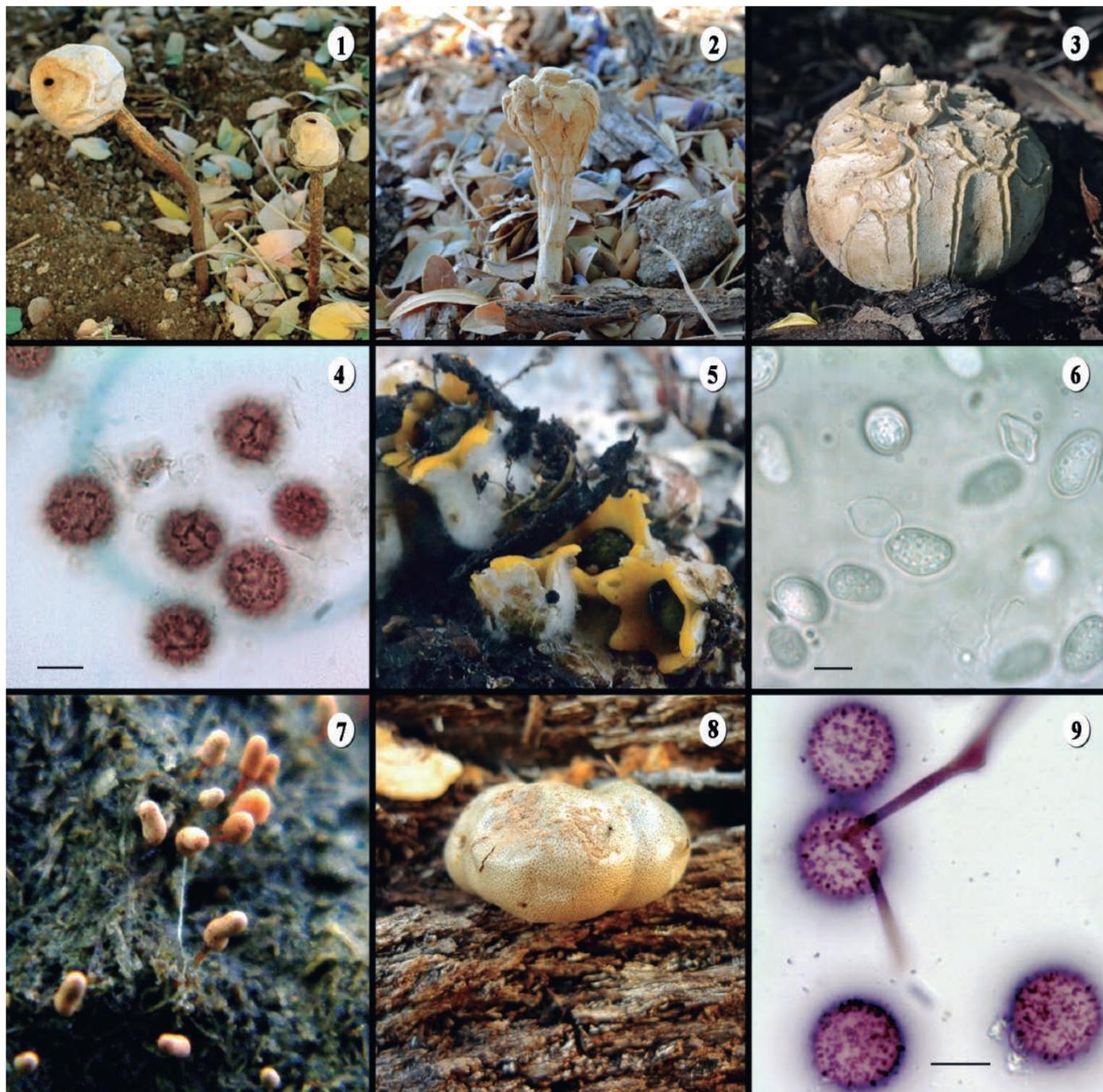
### *Sphaerobolus stellatus* Tode, Fung. Mecklenb. Sel. (Lüneburg) 1: 43 (1790)

Figuras 5-6

Basidiomas de 2-2.5 mm diám. Peridio con cuatro capas; la capa externa blanca cuando fresca o blanco amarillento (1A2) cuando seca, mientras que la capa interna es anaranjada-amarillenta (4A8), lisa, con dehiscencia esteliforme, formando 6-8 rayos. Peridiolo único de 1.2-1.5 mm, globoso, blanco anaranjado (5A2). Basidiosporas de 6-10  $\times$  5.5-6.5  $\mu\text{m}$ , subglobosas a ovoide-elipsoides, hialinas, con pared gruesa y lisa.

Material estudiado. Municipio de Ures, Sierra de Mazatán, bosque de encino abierto, sobre estiércol de vaca, gregario, septiembre 22, 2013, *E. Hernández 10365* (UES).

Observaciones. Se recolectó entremezclado con especímenes de *Cyathus stercoreus*. Aunque es cosmopolita en zonas templadas, este es un registro nuevo para la micobiota sonorensis. Existen varios trabajos sobre la filogenia del grupo donde se aceptan como válidas tres especies en este género: *S. ingoldii* Geml, D.D. Davis & Geiser, *S. stellatus* y *S. iowensis* L.B. Walker (Geml *et al.*, 2005a, b). La discriminación de especies de *Sphaerobolus* es conspicua a nivel molecular, mientras que a nivel morfoespecie se presentan diferencias de menos de un micrómetro en el tamaño esporal. Asimismo se basan en caracteres no convencionales como la morfología y la velocidad de crecimiento de las cepas en diferentes medios de cultivo (Geml, 2004; Geml *et al.*, 2005a, b).



Figuras 1-9. 1. *Tulostoma involucreatum* (basidioma) (E. Hernández 10377). 2. *Pbellorinia herculeana* (basidioma) (E. Hernández 10370). 3-4. *Scleroderma reae* (E. Hernández 10334). 3. Basidioma. 4. Esporas subreticuladas. 5-6. *Sphaerobolus stellatus* (E. Hernández 10365). 5. Basidiomas. 6. Basidiosporas. 7. *Arcyria denudata* (esporangios) (E. Hernández 10387). 8. *Lycogala flavofuscum* (etalio) (E. Hernández 10385). 9. *Mucilago crustacea* (esporas y capilicio) (E. Hernández 10386). Barra de escala = 5 µm.

Este género se ha ubicado en diferentes órdenes; a saber, Sclerodermatales (Hawksworth *et al.*, 1996), Nidulariales (Pegler *et al.*, 1995) y actualmente, con base en evidencias moleculares, en Geastrales (Geml *et al.*, 2005a). Sin embargo, la ornamentación esporal es disímil con otros géneros de Geastraceae como *Geastrum*, *Radiigera* o *Myriostoma*, pero similar a otros miembros de Phallomycetidae como *Phallus* y algunos Nidulariales como *Nidula*, *Nidularia* y *Mycocalia*.

## TRICHIALES, ARCYRIACEAE

***Arcyria denudata* (L.) Wettst. Verh. Zool. Bot. Ges. Wien. 35: 353 (1886)**

Figura 7

Esporangios de 2.0 mm de altura, estipitados. Esporoteca de 0.9-1.2 × 0.4-0.6 mm diám., cilíndrica, anaranjado clara a rojiza (6A5-7A5) o rosácea (6E8-5C5). Estípite cilíndrico de 0.6-0.9 × 0.1-0.2 mm de color pardo rojizo (8E8-8F8), hueco y relleno con cistes subglobosos a poliédricos por la presión, de 10-12 × 12-14 µm diám. Hipotalo membranáceo, violáceo-claro. Peridio fugaz, permanece como un cálculo con forma de embudo. Capilicio de 3-5 µm diám., adherido al cálculo, tubular, elástico, amarillento, ornamentado con espinas, crestas, anillos y subanillos, con retículos sutiles y algunos segmentos lisos. Esporas de 7-8 µm diám., globosas, amarillo pálidas, ornamentadas con grupos de verrugas dispersas.

Material estudiado. Municipio de Ures, Sierra de Mazatán, bosque de encino abierto, sobre estiércol de vaca junto a *Cyathus stercoreus* (Schwein.) De Toni. De Toni, agosto 22, 2012, *E. Hernández 10387* (UES).

Observaciones. Este mixomicete se identifica por sus fructificaciones rosáceas cuando joven, su cálculo en forma de embudo y el capilicio que permanece unido al cálculo después de la expansión, lo que concuerda con Martin y Alexopoulos (1969) y Lado y Pando (1997). Se puede confundir con *Arcyria affinis* Rostaf., *A. incarnata* (Pers. ex J.F. Gmel.) Pers., *A. insignis* Kalch. & Cooke y *A. minuta* Buchet, pero la primera tiene un

cálculo en forma de embudo, el capilicio no está firmemente adherido al cálculo y el estípite es más excéntrico. La segunda tiene un estípite más pequeño, el cálculo es aplanado, el cual casi alcanza el sustrato y el capilicio se desprende fácilmente del cálculo. De *A. insignis* se distingue por el tamaño esporal, 8-10 µm diám., y de *A. minuta* por su capilicio espinoso y esporas de 8-10 µm diám. Especie cosmopolita, frecuentemente observada sobre madera en descomposición. Sin embargo, en esta ocasión se registra como coprófila, aunque todos los caracteres concuerdan bien con *A. denudata*. Previamente se citó para Sonora por Pérez-Silva *et al.* (2001) y Lizárraga *et al.* (2008a, b) sobre madera muerta en bosque de encino, encino-pino y encino-enebro-pino; madera en descomposición de *Ipomoea arborescens* en bosque tropical y de *Quercus* sp. en bosque de galería.

## LICEALES, TUBIFERACEAE

***Lycogala flavofuscum* (Ehrenb.) Rostaf. Naturk. 27-28: 68 (1874)**

Figura 8

Etalio de 23 × 10 mm, subgloboso, sésil. Peridio grueso, con una sola capa, gris amarillenta (2B4-2C5), dehiscencia irregular. Pseudocapilicio de 10-15 µm diám., formado por tubos huecos, amarillo pálidos, superficialmente ornamentado con espinas pequeñas. Esporas de (5.5-) 6-7 µm diám., globosas, amarillo grisáceas en masa, ornamentadas, con retículo, ocasionalmente incompleto.

Material estudiado. Municipio de Ures, Sierra de Mazatán, bosque de encino abierto, sobre tronco en descomposición, agosto 25, 2012, *E. Hernández 10385* (UES).

Observaciones. Por el tamaño de las fructificaciones esta especie puede confundirse con *Reticularia lycoperdon* Bull., pero por sus esporas de coloración parda en masa, ornamentación y de mayor tamaño, y el tipo de pseudocapilicio en esta última, se separa fácilmente. Ejemplares pequeños de *L. flavofuscum* podrían confundirse incluso con *L. epidendrum* (L.) Fr.; sin embargo, el peridio grueso y las esporas más pequeñas en la



primera, permiten separarlas fácilmente (Martin y Alexopoulos, 1969). Especie cosmopolita, que fructifica en madera en descomposición o sobre cortezas de árboles vivos. Previamente se ha citado de Sonora por Pérez-Silva *et al.* (2001) y Lizárraga *et al.* (2008a, b).

## PHYSARALES, DIDYMIACEAE

***Mucilago crustacea*** F.H. Wigg., Prim. Fl. Holsat. (Kiliae): 112 (1780).

Figura 9

Etalios de 13-21 × 8-14 × 4-6 mm, sésiles, pulviniformes a alargados. Corteza gruesa, blanquecina (1B1-2A2), formada por cristales estrellados de carbonato de calcio. Capilicio constituido por una red de filamentos de 1-2 µm diám., violáceo oscuros, abundantes, ocasionalmente intercalados con ensanchamientos. Pseudocapilicio formado por filamentos iridiscentes, hialinos, alargados a ramificados. Esporas de 10-12 µm diám., globosas, violáceo oscuras en masa, violáceo claro al microscopio, con espinas.

Material estudiado. Municipio de Ures, Sierra de Mazatán, bosque de encino en *Quercus oblongifolia* Torr., sobre hojarasca, agosto 25, 2012, E. Hernández 10386 (UES).

Observaciones. Este taxón puede confundirse micro y macroscópicamente con algunas especies de *Fuligo*; sin embargo, la presencia de cristales estrellados en *M. crustacea* y capilicio similar a *Didymium*, los separan fácilmente. Especie cosmopolita, con una variabilidad esporal aparentemente alta en el tamaño y ornamentación, según Martin y Alexopoulos (1969) y Lizárraga *et al.* (1999). Fructifica sobre madera en descomposición, hojas secas y cortezas de árboles. Previamente se ha citado de Sonora por Moreno *et al.* (2006) y Lizárraga *et al.* (2007).

## CONSIDERACIONES FINALES

La diversidad de los hongos gasteroides en la Sierra de Mazatán está bien representada. En el estudio previo de Piña-Páez *et al.* (2013) se registraron 37 especies, en tres tipos de vegetación

muestreados durante las cuatro estaciones del año. Miller (1995) consideró que para conocer la biodiversidad fúngica es necesario realizar estudios consecutivos de hasta cinco años, debido a que factores como la estacionalidad, la sucesión fúngica y las diferentes metodologías de muestreo, influyen directamente en la diversidad registrada para una localidad. Cabe destacar que no existen estudios sobre otros grupos de hongos en esta área. Piña-Páez *et al.* (2013) registraron la presencia de hongos gasteroides xerófilos en áreas con una altitud mayor a 800 m.s.n.m. Como ejemplo, *Endoptychum arizonicum* (Shear & Griffiths) Singer & A.H. Sm., el cual podría indicar una mayor aridez.

El catálogo de hongos gasteroides de la Sierra de Mazatán se incrementó a 42 especies, de las que *Sphaerobolus stellatus* es un registro nuevo para la entidad. Esto representa cerca del 20% de las especies conocidas de este grupo en Sonora. Con respecto a mixomicetes, es necesario hacer mayores exploraciones y recolectar sustratos para cultivos en cámara húmeda y determinar su diversidad.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Biól. Carolina Trujillo, M. en C. Alberto Jiménez y Ecól. Rafael Maldonado por su apoyo técnico durante los muestreos. A la Biól. Georgina Vargas se reconoce su apoyo técnico general.

## LITERATURA CITADA

- Arriaga, L., 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.
- Cifuentes, J., M. Villegas, L. Pérez-Ramírez, S. Sierra, 1986. Hongos. In: Lot, A., F. Chiang (eds.), Manual de Herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. UNAM-Consejo Nacional de la Flora de México A.C., México, D.F. pp. 55-64.
- Coker, W.C., J.N. Couch, 1928. The Gasteromycetes of the Eastern United States and Canada. University of North Carolina Press, New York.
- Esqueda, M., E. Pérez-Silva, T. Herrera, 1995. New records of gasteromycetes for Mexico. Documents Mycologiques 98-100: 151-160.
- Esqueda, M., E. Pérez-Silva, T. Herrera, M. Coronado, A. Estrada-Torres, 2000. Composición de gasteromicetos en un gradiente de vegetación de Sonora, México. Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 71: 39-62.
- Esqueda, M., M.L. Coronado, A. Gutiérrez, R. Valenzuela, S. Chacón, R.L. Gilbertson, T. Herrera, M. Lizárraga, G. Moreno, E. Pérez-Silva, T. van Devender, 2010. Hongos. In: Devender van T., F. Molina Frener (eds.), Diversidad Biológica de Sonora. UNAM-

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. pp. 189-205.
- Esqueda, M., M.L. Coronado, A. Gutiérrez, M. Lizárraga, T. Raymundo, R. Valenzuela, 2013. Hongos de reserva de la biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Hermosillo.
- Geml, J., 2004. Systematics, Biogeography and Control of Artillery Fungi (*Sphaerobolus* spp.). Ph.D. Thesis. The Pennsylvania State University, Old Main.
- Geml, J., D.D. Davis, D.M. Geiser, 2005a. Phylogenetic analyses reveal deeply divergent species lineages in the genus *Sphaerobolus* (Phallales: Basidiomycota). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 35: 313-322.
- Geml, J., D.D. Davis, D.M. Geiser, 2005b. Systematics of the genus *Sphaerobolus* based on molecular and morphological data, with the description of *Sphaerobolus ingoldii* sp. nov. *Mycologia* 97: 680-694.
- Guzmán, G., 1970. Monografía del género *Scleroderma* Pers. emend. Fr. (Fungi, Basidiomycetes). *Darwiniana* 16: 233-407.
- Guzmán, G., A. Cortés-Pérez, L. Guzmán-Dávalos, F. Ramírez-Guillén, M.R. Sánchez-Jácome, 2013. An emend. of *Scleroderma*, new records, and review of the known species in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84: S173-S191.
- Guzmán, G., T. Herrera, 1969. Macromicetos de las zonas áridas de México II. Gasteromicetos. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad de México* 40: 1-92.
- Hawksworth, D.L., P.M. Kirk, B.C. Sutton, D.N. Pegler, 1996. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*. 8 ed. CAB International, Wallingford.
- Index Fungorum, 2014. <http://www.indexfungorum.org>. Última consulta en octubre 28, 2015.
- Kornerup, A., J.H. Wanscher, 1978. *Methuen Handbook of Colour*. Eyre Methuen, Londres.
- Lado, C., F. Pando, 1997. *Flora Micológica Ibérica*. Vol. 2. Myxomycetes, I. Ceratomyxales, Echinosteliales, Liceales, Trichiales. J. Cramer, Madrid-Stuttgart-Berlin.
- Lizárraga, M., C. Illana, G. Moreno, 1999. SEM Studies of the Myxomycetes from the Peninsula of Baja California, (Mexico), II. *Hemitrichia* to *Trichia*. *Annales Botanici Fennici* 36: 187-210.
- Lizárraga, M., G. Moreno, M. Esqueda, A. Sánchez, M. Coronado, 2007. Myxomycetes from Sonora, Mexico 3. National forest reserve and wildlife refuge, Ajos-Bavispe. *Mycotaxon* 99: 291-301.
- Lizárraga, M., G. Moreno, M. Esqueda, M. Coronado, 2008a. Myxomycetes of Sonora, Mexico 4: Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui biosphere reserve. *Mycotaxon* 103: 153-170.
- Lizárraga, M., G. Moreno, M. Esqueda, M. Coronado, 2008b. Myxomycetes of Sonora, Mexico 5: Ajos-Bavispe national forest reserve and wildlife refuge and Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui biosphere reserve. *Mycotaxon* 104: 423-443.
- Long, W., D.J. Stouffer, 1948. Studies in the Gasteromycetes: XVI. The Geastraceae of the South-Western United States. *Mycologia* 40: 547-585.
- Martin, G.W., C.J. Alexopoulos, 1969. *Myxomycetes*. University of Iowa Press, Iowa.
- Martin, F.M., J. Díez, B. Dell, C. Delaruelle, 2002. Phylogeography of the ectomycorrhizal *Pisolithus* species as inferred from nuclear ribosomal DNA ITS sequences. *New Phytologist* 153: 345-357.
- Miller, S.L., 1995. Functional diversity in fungi. *Canadian Journal of Botany* 73(S1): 50-57.
- Moreno, G., M. Lizárraga, M. Esqueda, E. Pérez-Silva, T. Herrera, 2006. Myxomycetes de Sonora, México II: Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre Ajos-Bavispe. *Revista Mexicana de Micología* 22: 13-23.
- Nannenga-Bremekamp, N.E., 1991. *A Guide to Temperate Myxomycetes*. Biopress Limited, Bristol.
- Pegler, D.N., T. Laessoe, B.M. Spooner, 1995. *British Puffballs, Earthstars and Stinkhorns: An Account of the British Gasteroid Fungi*. Royal Botanic Garden, Kew.
- Pérez-Silva, E., T. Herrera, M. Esqueda, C. Illana, G. Moreno, 2001. Myxomycetes of Sonora, Mexico. I. *Mycotaxon* 77: 181-192.
- Phosri, C., M. Martín, N. Suwannasai, P. Sihanonth, R. Watling, 2012. *Pisolithus*: a new species from Southeast Asia and a new combination. *Mycotaxon* 120: 195-208.
- Piña-Páez, C., M. Esqueda, A. Altés, A. Gutiérrez, 2010. First record of *Tulostoma gracilipes* (Agaricales, Agaricaceae) for the Americas. *Mycotaxon* 113: 371-376.
- Piña-Páez, C., M. Esqueda, A. Gutiérrez, H. González-Ríos, 2013. Diversity of gasteroid fungi in the sierra de Mazatán, Sonora, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 58: 351-356.
- Reddy, M.S., S. Singla, K. Natarajan, G. Senthilarasu, 2005. *Pisolithus indicus*, a new species of ectomycorrhizal fungus associated with *Dipetrocarpus* in India. *Mycologia* 97: 838-843.
- Sánchez-Escalante, J.J., M. Espericueta-Betancourt, R.A. Castillo-Gámez, 2005. A preliminary floristic inventory in the sierra de Mazatán, Municipios of Ures and Mazatán, Sonora, Mexico. In: Gottfried, G., B. Gebow, L. Eskew, C. Edminster (eds.), *Connecting Mountain Islands and Desert Seas: Biodiversity and Management of the Madrean Archipelago II*. USDA Forest Service-Rocky Mountain Research Station, Fort Collins. pp. 118-126.
- Wright, J.E., 1987. *The Genus Tulostoma* (Gasteromycetes). A World Monograph. J. Cramer, Berlin-Stuttgart.
- Zeller, S.M., A.H. Smith, 1964. The genus *Calvatia* in North America. *Lloydia* 27: 148-186.