



Agaricomycetes gasteroides del bosque mesófilo de montaña de la Huasteca Alta Hidalguense, México

Gasteroid agaricomycetes of the mountain cloud forest from the Huasteca Alta Hidalguense, Mexico

Silvia Bautista-Hernández¹ , Tania Raymundo^{1,4} , Elvira Aguirre-Acosta² , Magdalena Contreras-Pacheco¹ , Leticia Romero-Bautista³ , Ricardo Valenzuela¹ 

RESUMEN:

Antecedentes y Objetivos: Los gasteromicetes son un grupo artificial de hongos con basidiomas gasteroides que presentan un himenio encerrado. Actualmente, se ubican en las subclases Agaricomycetidae y Phallomycetidae de la clase Agaricomycetes del Phylum Basidiomycota. Hasta ahora no existe un trabajo que los aborde específicamente en el bosque mesófilo de montaña (BMM), por lo que el presente trabajo tiene como objetivo estudiar la diversidad taxonómica de los Agaricomycetes gasteroides del BMM.

Métodos: Se realizaron 10 exploraciones de 2012 a 2015 a los BMM de los municipios Molango de Escamilla, Tlanchinol y Zacualtipán de Ángeles en el estado de Hidalgo, México. Adicionalmente, se revisó la colección de hongos del herbario ENCB. Los especímenes se estudiaron siguiendo las técnicas tradicionales micológicas y se encuentran depositados en las colecciones micológicas ENCB y MEXU.

Resultados clave: Se estudiaron 20 especies de Agaricomycetes gasteroides pertenecientes a 12 géneros, seis familias y cinco órdenes de las subclases Agaricomycetidae y Phallomycetidae dentro de la clase Agaricomycetes. De éstas, *Aseroë rubra*, *Calvatia rugosa*, *Laternea pusilla*, *Lycoperdon eximium*, *L. juruense*, *L. marginatum*, *L. nigrescens*, *Mutinus bambusinus*, *Scleroderma michiganense* y *Protuberia jamaicensis* son nuevos registros para el estado de Hidalgo.

Conclusiones: Al igual que otros grupos de hongos, los gasteroides presentaron una alta diversidad en los bosques mesófilos de montaña de Hidalgo. Anteriormente, se habían registrado solamente 12 especies y en este trabajo se mencionan 10 más para el estado. Se considera necesario seguir realizando exploraciones micológicas para un mejor conocimiento de los micobiota en este ecosistema.

Palabras clave: Agaricales, Boletales, Geastrales, Hysterangiales, Phallales.

ABSTRACT:

Background and Aims: The gasteroid fungi are an artificial group of fungi with closed hymenium, placed in subclasses Agaricomycetidae and Phallomycetidae of the class Agaricomycetes in the Phylum Basidiomycota. To date, a study of this group of fungi specifically for the mountain cloud forest does not exist. Hence, the aim of this paper is to study the taxonomic diversity of gasteroid Agaricomycetes from the mountain cloud forest.

Methods: Between 2012 and 2015, 10 exploration trips were realized to the mountain cloud forest of the municipalities of Molango de Escamilla, Tlanchinol and Zacualtipán de Ángeles in the state of Hidalgo, Mexico. Additionally, the fungal collection of the herbarium ENCB was revised. The specimens were studied following the traditional mycological techniques, and were deposited in the herbaria ENCB and MEXU.

Key results: Twenty species of gasteroid Agaricomycetes belonging to 12 genera, six families and five orders of the subclasses Agaricomycetidae and Phallomycetidae in the class Agaricomycetes were studied. Of these, *Aseroë rubra*, *Calvatia rugosa*, *Laternea pusilla*, *Lycoperdon eximium*, *L. juruense*, *L. marginatum*, *L. nigrescens*, *Mutinus bambusinus*, *Scleroderma michiganense* and *Protuberia jamaicensis* are new records for Hidalgo state.

Conclusions: Like other groups of fungi, the gasteroids presented a high diversity in the cloud mountain forest in the state of Hidalgo. Only 12 species had been recorded before, and in this work to additional species are mentioned for this state. Hence, it is necessary to continue with mycological explorations to improve the knowledge of the mycobiota found in this ecosystem.

Key words: Agaricales, Boletales, Geastrales, Hysterangiales, Phallales.

1 Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Departamento de Botánica, Laboratorio de Micología, Plan de Ayala y Carpio, Col. Santo Tomás, 11340 Cd. Mx., México.

2 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, Departamento de Botánica, Colección de Hongos, Ciudad Universitaria, 04510 Cd. Mx., México.

3 Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Área Académica de Biología, Laboratorio de Etnobotánica, Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo km 4.5, 42184 Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.

4 Autor para la correspondencia: raymundotr@gmail.com

Citar como:

Bautista-Hernández, S., T. Raymundo, E. Aguirre-Acosta, M. Contreras-Pacheco, L. Romero-Bautista y R. Valenzuela. 2018. Agaricomycetes gasteroides del bosque mesófilo de montaña de la Huasteca Alta Hidalguense, México. Acta Botánica Mexicana 123: 21-36. DOI: <http://dx.doi.org/10.21829/abm123.2018.1266>

Recibido: 4 de julio de 2017.

Revisado: 23 de agosto de 2017.

Aceptado: 18 de octubre de 2017.

Primero en línea: 6 de febrero de 2018.

Publicado: 1 de abril de 2018.

DOI:

<http://dx.doi.org/10.21829/abm123.2018.1266>

INTRODUCCIÓN

El bosque mesófilo de montaña (BMM) en la Huasteca Alta Hidalguense se caracteriza por ser un bosque denso, compuesto por dos o tres estratos arbóreos, que alcanzan alturas de hasta 35 m. Existe una gran abundancia de árboles de hoja decidua que, aunque tiran las hojas, durante el invierno nunca se ven completamente desprovistos de follaje. Los árboles perennifolios dominan casi siempre los estratos inferiores. Entre los árboles más distintivos del BMM se encuentran *Liquidambar styraciflua* L., *Carya palmeri* W.E. Manning, *Fagus mexicana* Martínez, *Magnolia dealbata* Zucc., *M. schiedeana* Schldl. y *Taxus globosa* Schldl. En el noreste de Hidalgo aún persisten áreas relativamente extensas de BMM en buen estado de conservación o con niveles relativamente bajos de degradación, como en los municipios Molango, Tianguistengo, Tlahuiltepa, Tlanchinol, Xochicoatlán y Zacualtipán de Ángeles (León y Paniagua et al., 2010).

Los gasteromicetes son un grupo artificial de hongos con basidiomas gasteroides o gastroides que presentan un himenio encerrado o en cavidades (Ulloa y Hanlin, 2006). Actualmente, los hongos gasteroides se ubican dentro de las subclases Agaricomycetidae y Phallomycetidae de la clase Agaricomycetes del Phylum Basidiomycota, distribuidos en los órdenes Agaricales y Boletales (Kirk et al., 2008). Con respecto al conocimiento de estos hongos en este tipo de biomas, no existe un trabajo que los aborde específicamente. No obstante, los estudios de Welden y Guzmán (1978) y López et al. (1980, 1982) mencionan algunas especies de este grupo en los BMM de Oaxaca y Veracruz. Para Hidalgo se cuenta con los trabajos de Varela y Cifuentes (1979) quienes mencionan siete especies del BMM: *Calostoma cinnabarinum* Desv., *Colonnaria columnata* (Bosc) E. Fisch. (actualmente el nombre válido es *Clathrus columnatus* Bosc), *Crucibulum laeve* (Huds.) Kambly, *Lycoperdon perlatum* Pers., *Scleroderma areolatum* Ehrenb., *S. citrinum* Pers. y *S. verrucosum* (Bull.) Pers. Frutis y Guzmán (1983) consideraron 11 especies sumándose solamente a la lista anterior *Calvatia bovista* var. *hungarica* (Hollós) Smarda, *Cyathus olla* (Batsch) Pers., *Phallus ravenelii* Berk. & M.A. Curtis,

Scleroderma cepa Pers. y *S. texense* Berk., dando un total de 12 para el bosque mesófilo de montaña de esta entidad. A pesar de la fragmentada distribución del BMM, la diversidad de especies vegetales es alta y los hongos no son la excepción, por lo que es necesario realizar estudios sobre la micobiota existente en estos tipos de vegetación. Este trabajo representa una aportación sobre la diversidad de Agaricomycetes gasteroides que crecen en estos biomas, incrementándose así el número de especies conocidas para el estado de Hidalgo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron exploraciones durante los años 2012 a 2015, recolectándose especímenes de hongos gasteroides en los BMM y bosque de *Fagus mexicana* dentro del BMM, de los municipios Molango de Escamilla, Tlanchinol y Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo. Además, se revisó la colección de hongos del herbario ENCB. Los ejemplares se recolectaron de acuerdo a las técnicas usuales de micología. Las descripciones macromorfológicas están basadas en ejemplares en fresco, los colores de algunos son de acuerdo con la guía de colores de Korf y Wanscher (1978) y también se tomaron fotografías *in situ* de algunos especímenes. Para el estudio micromorfológico, se utilizó un microscopio óptico (MO) (Primo Star, Carl Zeiss, Göttingen, Alemania) y un microscopio electrónico de barrido (MEB) (Hitachi Su 1510, Hitachi, Japón), se realizaron preparaciones en alcohol al 70% y KOH al 10%. Para la determinación de las especies se utilizaron las contribuciones de Zeller y Smith (1964), Guzmán (1970; 1973), Brodie (1975), León-Gómez y Pérez-Silva (1988), Calderón-Villagómez y Pérez-Silva (1989), Sunhede (1989), Calonge (1998), Pérez-Silva et al. (1999) y Guzmán et al. (2013). Los especímenes se encuentran depositados en las colecciones de hongos del Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN (ENCB) y del Herbario Nacional de México del Instituto de Biología, UNAM (MEXU). El significado y escritura de algunos términos se basó en Ulloa y Hanlin (2006).

Se consideran las especies previamente citadas para México, por crecer en bosque mesófilo de montaña, tipo



de vegetación no considerado en estudios anteriores, pero sólo se mencionan algunos comentarios taxonómicos, incluyendo fotografías y caracteres microscópicos. Para los nuevos registros se da una caracterización completa y se señalan con un asterisco (*).

RESULTADOS

Se determinaron 104 especímenes de hongos gasteroides pertenecientes a 20 especies, 12 géneros, seis familias y cinco órdenes de la clase Agaricomycetes: Agaricales con la familia Agaricaceae, Boletales con Calostomataceae y Sclerodermataceae, Geastrales con Geastraceae, Hysterangiales con Phallogastraceae, y Phallales con Phallaceae (Kirk et al., 2008).

Agaricomycetidae

Agaricales

Agaricaceae

**Calvatia rugosa* (Berk. & M.A. Curtis) D.A. Reid, Kew Bull. 31(3): 671. 1977.

Basidioma 80 × 78 mm, turbinado; pseudoestípite 45 × 25 mm, de color marrón; gleba color amarillo-olivácea; subgleba celular; exoperidio de apariencia fibrilosa, color marrón, formado por esferocistos, 23-43 × 9-23 µm, ovoides a elipsoides, color marrón-amarillento en KOH al 5%, endoperidio liso, papiráceo, formado por hifas septadas, 4-7 µm de diámetro, paredes delgadas, color amarillo pálido; esporas globosas, color amarillo pálidas en KOH, equinuladas, conectadas por un subretículo, verrucosas al MO y equinuladas al MEB, sin pedicelo; capilicio tipo *Lycoperdon* Pers., 3-4 µm de diámetro, con septos aislados y poros circulares 1-3 µm de diámetro, color marrón-amarillento.

Distribución: en el país se ha reportado de Sonora (Esqueda et al., 1990) con uso medicinal en la sierra de Álamos (Esqueda et al., 1999).

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, a 1 km de la entrada del poblado, sobre la carretera Pachuca - Tampico, 17.VII.2012, *S. Bautista-Hernández 100* (ENCB).

Observaciones: las características del basidioma, la ornamentación de la espora y la forma y tamaño de los poros del capilicio permitieron la identificación de esta especie, coincidiendo con lo reportado por Cortez et al. (2012). *Calvatia rugosa* es terrícola y de hábito solitario.

Cyathus striatus (Huds.) Willd., Fl. Berol. Prodr.: 399. 1787.

Distribución: se ha citado de Chiapas, Ciudad de México, Coahuila, Estado de México, Hidalgo, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz (Guzmán y Herrera, 1973; Frutis y Guzmán, 1983; Urista et al., 1985; León-Gómez y Pérez-Silva, 1988; Calonge et al., 2004).

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, km 168, carretera Pachuca - Tampico, camino a Lontla, 19.VII.2012, *T. Raymundo 4336* (ENCB), *4355* (ENCB).

Observaciones: *Cyathus striatus* se distingue por sus basidiomas infundibuliformes y endoperidio estriado (León-Gómez y Pérez-Silva, 1988).

**Lycoperdon eximium* Morgan, J. Cincinnati Soc. Nat. Hist. 14: 15. 1892.

Distribución: *Lycoperdon eximium* se ha reportado de Chihuahua (Moreno et al., 2010), Estado de México (Herrera, 1963), Nuevo León (Urista et al., 1985) y Veracruz (Calonge et al., 2004).

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, 1 km antes de Tlanchinol, km 161 sobre la carretera Pachuca - Tampico, 18.VII.2012, *E. Aguirre*

III-36 (MEXU 27503); loc. cit., *S. Bautista-Hernández 99* (ENCB); loc. cit., *T. Raymundo 4332* (ENCB).

Observaciones: esta especie presenta un basidioma piriforme y subgleba celular; capilicio tipo *Lycoperdon*, ramificado, con septos poco frecuentes, con poros de menos de μm , color marrón amarillento; basidiosporas ovoides, $5-6 \times 3-4 \mu\text{m}$, verrugosas, con pedicelo, $1 \mu\text{m}$. *Lycoperdon eximium* se puede confundir con *Bovista longispora* Kreisel (citado como *B. oblongispora* var. *longispora* (Kreisel) A. Ortega & Buendía por Bautista-Hernández et al., 2011). Sin embargo, la presencia de la subgleba celular es la pauta para diferenciarlas.

**Lycoperdon juruense* Henn., Hedwigia 43(3): 184. 1904. Figs. 1A-E.

Basidioma piriforme, $30 \times 24 \text{ mm}$; pseudoestípite $15 \times 15 \text{ mm}$; gleba color marrón-grisáceo; exoperidio formando espinas dando un aspecto granuloso-asperulado, color marrón-grisáceo y espinas setiformes color negruzco, siendo más evidentes en el pseudoestípite; microscópicamente está formado por micoesclereidas con disposición piramidal, $13.6-40 \times 16-25 \mu\text{m}$, globosas, subglobosas a alargadas, color marrón-anaranjado, de paredes delgadas a gruesas, $1.6-2.4 \mu\text{m}$; endoperidio liso, papiráceo, color marrón amarillento, formado por hifas, $2.4-4.8 \mu\text{m}$ de diámetro, con pseudoseptos, de pared delgada, hialinas; basidiosporas $5.6-6.4 \mu\text{m}$, globosas, equinuladas al MO y con procesos columnares unidos por un retículo al MEB, con pedicelos caedizos, $16-32 \times 1.2 \mu\text{m}$, hialinos, quedando con un pedicelo corto $0.8-1.6 \mu\text{m}$ de largo; cordones miceliales color blanquecino; capilicio tipo *Lycoperdon*, hifas $6.4-10.4 \mu\text{m}$ de diámetro, poco ramificadas, color marrón, pseudoseptos presentes, sin poros; paracapilicio ausente.

Distribución: a nivel mundial *Lycoperdon juruense* se ha reportado de Brasil y Costa Rica (Calonge et al., 2005; Cortez et al., 2013); en México, Calonge et al. (2004) la citaron de Veracruz; sin embargo, no incluyeron

una descripción de la especie. Este representa el segundo registro para el país.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zacualtipán de Ángeles, ejido La Mojonera, desviación a Tlahuelompa, 2.XI.2012, *S. Bautista-Hernández 339* (ENCB).

Observaciones: *Lycoperdon juruense* se distingue por presentar pequeñas espinas constituidas por micoesclereidas de pared gruesa, con disposición piramidal y espinas setiformes color negruzco (Calonge et al., 2000; Kasuya, 2004), observándose claramente en la parte del pseudoestípite. Otra de las características importantes es la ornamentación esporal al MEB, debido a que el episporio forma pequeñas columnas de menos de $1 \mu\text{m}$, unidas mediante un retículo, coincidiendo con lo reportado por Cortez et al. (2013). Podría confundirse con *L. umbrinoides* Dissing & M. Lange, porque presenta esporas equinuladas y pediceladas, diferenciándose por los basidiomas con un exoperidio fuertemente espinoso constituido de esferocistos de pared gruesa (Cortez et al., 2013). Esta especie es húmica y de hábito solitario, crece entre musgo en bosque de *Fagus mexicana* con *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham.

**Lycoperdon marginatum* Vittad., Monogr. Lycoperd.: 185. 1842.

Distribución: previamente se conocía de Aguascalientes, Baja California Norte, Chihuahua y Veracruz (Pardavé, 1991; Ochoa et al., 2000; Esqueda et al., 1998; Calonge et al., 2004). Se amplía la distribución de *L. marginatum* para el país.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zacualtipán de Ángeles, ejido La Mojonera, desviación a Tlahuelompa, 3.XI.2012, *A. D. Gay-González 13* (ENCB).

Observaciones: especie con un exoperidio formado por escamas piramidales, que al desprenderse expone

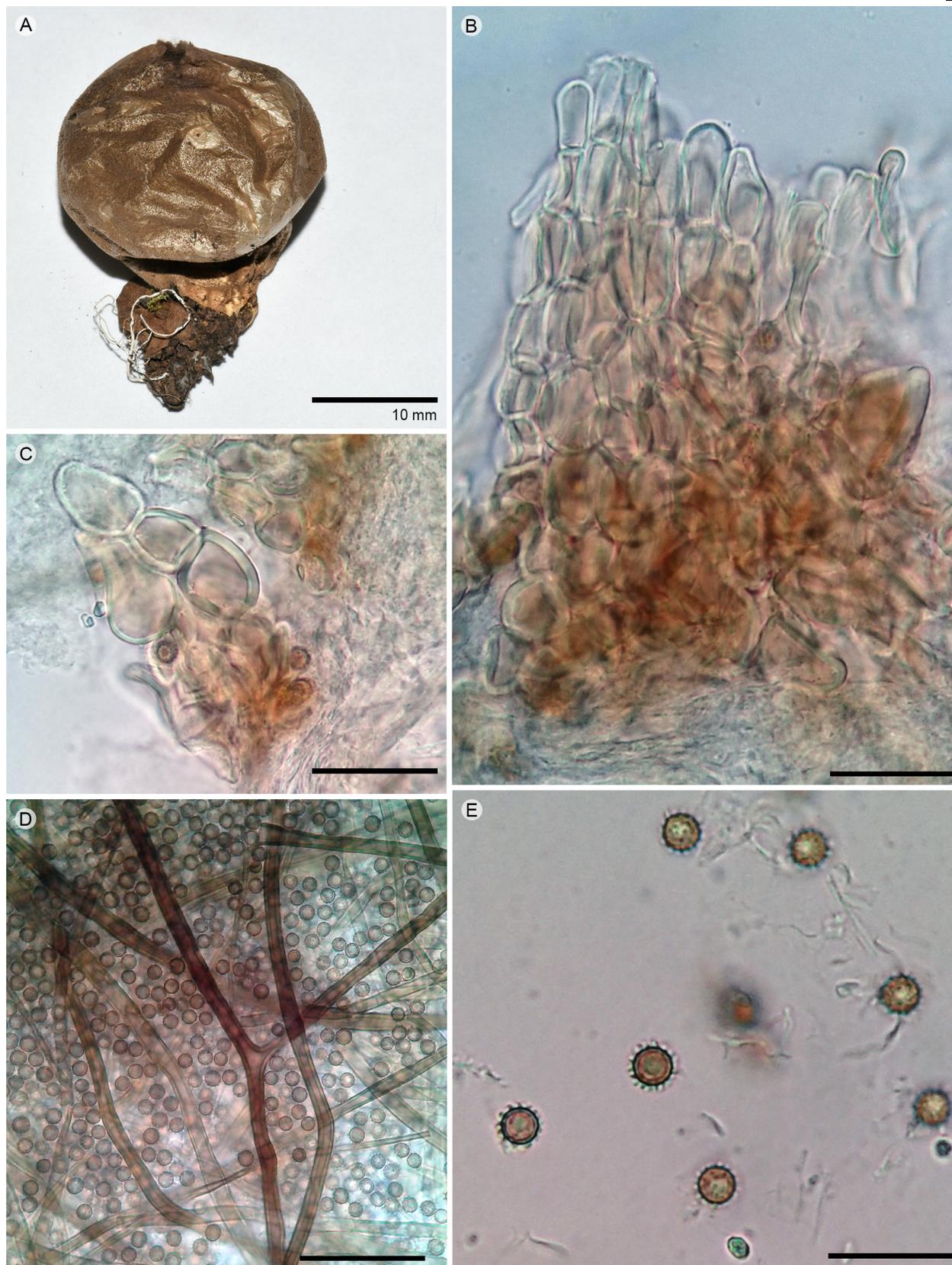


Figura 1: *Lycoperdon juruense* Henn: A. basidioma; B, C. micoesclereidas; D. capilicio; E. esporas. Escalas: B, C: 25 µm, D: 100 µm, E: 20 µm.

un endoperidio liso. Las esporas se observan lisas al MO pero en el MEB presentan pequeñas verrugas, coincidiendo con lo reportado por Cortez et al. (2013). Se puede confundir macroscópicamente con *Lycoperdon perlatum*; sin embargo, las características que las separan son el endoperidio reticulado debido al desprendimiento del exoperidio equinulado y microscópicamente las esporas equinuladas al MEB. Crece en bosque de *Fagus mexicana*.

**Lycoperdon nigrescens* Pers., Neues Mag. Bot. 1: 87. 1794.

Distribución: se ha citado de Chiapas, Jalisco, Oaxaca (Calderón-Villagómez y Pérez-Silva, 1989) y Veracruz (López y García, 2010).

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, Las Fosas Tlanchinol, 6.VI.2009, *L. González y A. López 29* (ENCB).

Observaciones: esta especie se distingue macroscópicamente por el color negruzco del exoperidio formado por escamas piramidales, que, al caerse, dejan una apariencia reticulada en el endoperidio. Microscópicamente están constituidas por esferocistos subglobosos a elipsoides, color amarillo-ocráceo, $16-32 \times 17.6-21.6 \mu\text{m}$. Terrícola y de hábito solitario.

Lycoperdon perlatum Pers., Observ. mycol. (Lipsiae) 1: 4. 1796.

Distribución: es una especie de amplia distribución, citada de Chiapas, Chihuahua, Hidalgo (citada como *Lycoperdon perlatum* var. *albidum* Alb. & Schwein., var. *bonordenii* (Masse) Perdeck y var. *excoriatum* (Lloyd) F. Šmarda por Calderón-Villagómez y Pérez-Silva, 1989), Jalisco, México, Morelos, Oaxaca, Sonora, Tlaxcala y Veracruz (Welden y Guzmán, 1978; Frutis y Guzmán, 1983; Pérez-Silva y Aguirre-Acosta, 1986; Pérez-Silva et al., 1994; Calonge et al., 2004; Moreno et al., 2010).

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zacualtipán de Ángeles, ejido La Mojonera, desviación a Tlahuelompa, 18.X.2013, *S. Bautista-Hernández 294* (ENCB), *300* (ENCB); loc. cit., 2.XI.2012, *L. Morales y D. Nicolás 20* (ENCB).

Observaciones: esta especie se caracteriza por el exoperidio equinulado, que al caerse deja el endoperidio con una apariencia reticulada, característica que facilita su reconocimiento en el campo. Crece en bosque de *Fagus mexicana* con *Pinus patula*.

Lycoperdon purpurascens Berk. & M.A. Curtis, Proc. Amer. Acad. Arts & Sci. 4: 124. 1860. (1858). Fig. 2A.

Distribución: se ha citado de Hidalgo, Oaxaca y Veracruz (Calderón-Villagómez y Pérez-Silva, 1989).

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, 1 km antes de Tlanchinol, km 161 de la carretera Pachuca - Tampico. 18.VII.2012, *S. Bautista-Hernández 100* (ENCB); El Temazate, km 168 de la carretera Pachuca - Tampico, 5.V.2013, *S. Bautista-Hernández 209* (ENCB); loc. cit., 25.V.2013, *S. Bautista-Hernández 221* (ENCB); loc. cit., 19.X.2013, *S. Bautista-Hernández 307* (ENCB); loc. cit., 3.XI.2012, *Y. Brito y D. Hernández 31* (ENCB); loc. cit., 20.IV.2014, *U. Cruz et al. 20* (ENCB); loc. cit., *D. Gay-González y L. Rosas 37* (ENCB); loc. cit., 26.V.2012, *A. Juárez y L. Toledo 45* (ENCB); loc. cit., *G. López-Sánchez e I. Carbot 6* (ENCB); loc. cit., *A. Peña 59A* (ENCB); loc. cit., 22.VIII.2011; *R. Valenzuela 14658* (ENCB); loc. cit., 11.X.2008, *Vargas-Enciso y Juárez-García 28* (ENCB); Fosas Tlanchinol, 5.V.2013, *S. Bautista-Hernández 209*; loc. cit., 20.IV.2014, *S. Bautista-Hernández 388* (ENCB). Municipio Zacualtipán de Ángeles, ejido La Mojonera, desviación a Tlahuelompa, 20.VI.2014, *O. Ayala 343* (ENCB); loc. cit., 18.X.2013, *S. Bautista-Hernández 305* (ENCB).

Observaciones: esta especie se caracteriza por sus basidiomas de color violáceo a rojo-violáceo, gleba de co-



Figura 2: Basidiomas. A. *Lycoperdon purpurascens* Berk. & M.A. Curtis $\times 2.5$; B. *Lycoperdon pyriforme* Schaeff. $\times 1$; C. *Calostoma cinnabarinum* Desv. $\times 1$; D. *Scleroderma citrinum* Pers. $\times 1$; E. *Scleroderma michiganense* (Guzmán) Guzmán $\times 1$; F. *Geastrum fimbriatum* Fr. $\times 1$; G. *Protuberia jamaicensis* (Murrill) Zeller $\times 1$; H. *Aseroë rubra* Labill. $\times 0.3$; I. *Clathrus columnatus* Bosc. $\times 1$; J. *Laternea pusilla* Berk. & M.A. Curtis $\times 1$; K. *Mutinus bambusinus* (Zoll.) E. Fisch. $\times 0.75$.

lor lila y la presencia de cordones miceliales color blanquecino. Crece siempre sobre madera y de forma solitaria a gregaria, en BMM y bosque de *Fagus mexicana* con *Pinus patula*.

Lycoperdon pyriforme Schaeff., Fung. Bavar. Palat. Nasc. (Ratisbonae) 4: 128 (1774). Fig. 2B.

Distribución: se ha reportado de Baja California, Baja California Sur, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Hidalgo, Morelos, Oaxaca, Sonora y Veracruz (Herrera, 1963, 1964; Rodríguez y Herrera, 1970; Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979; Frutis y Guzmán, 1983; Laferrière y Gilbertson, 1992; Pérez-Silva et al., 1994; Calonge et al., 2004; Moreno et al., 2010).

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, km 161, a 1 km de Tlanchinol sobre la carretera Pachuca - Tampico. 18.VII.2012, *S. Bautista-Hernández* 99 (ENCB).

Observaciones: es una especie que se identifica fácilmente en campo por crecer en madera y porque los basidiomas son color blanquecino con exoperidio que forma pequeñas espinas (Calonge, 1998; Moreno et al., 2010).

Boletales

Calostomataceae

Calostoma cinnabarinum Desv., J. Bot. (Desvaux) 2: 94. 1809. Fig. 2C.

Distribución: se encuentra mejor representada en comparación con las otras dos especies citadas para México: *Calostoma lutescens* (Schwein) Burnap y *C. ravenelii* (Berk.) Masee (Guzmán, 1973), reportándose para los estados de Hidalgo, México, Oaxaca, Puebla y Veracruz (Guzmán, 1973; Welden y Guzmán, 1978; Varela y Cifuentes, 1979; Frutis y Guzmán, 1983; Calonge et al.,

2004; Bautista-Nava y Moreno-Fuentes, 2009). Estos últimos autores la mencionan como comestible del municipio de Tenango de Doria, Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zacualtipán de Ángeles, ejido La Mojonera, desviación a Tlahuelompa, 18.X.2013, *S. Abaunza* y *E. Reséndiz* 5 (ENCB); loc. cit., 17.VII.2012, *E. Aguirre II-15* (MEXU); loc. cit., 2.XI.2012, *S. Bautista-Hernández* 297 (ENCB); *s.n.* (ENCB); loc. cit., *Y. Brito* y *D. Hernández* 15 (ENCB); loc. cit., *L. Callejas* y *A. Soto* 16 (ENCB); loc. cit., *B. Caporal* y *V. Perdomo* 2 (ENCB); loc. cit., *A. Juárez* y *L. Toledo* 29 (ENCB); loc. cit., *L. Morales* y *D. Nicolás* 6 (ENCB); loc. cit., *R. Morales* et al. 22 (ENCB); loc. cit., *N. Pérez-Rodríguez* 5 (ENCB); loc. cit., *M. Ramírez* e *Y. Espinosa* 15 (ENCB); loc. cit., *L. Rosas-Soto* 10 (ENCB); loc. cit., *L. Torres* 6 (ENCB).

Observaciones: macroscópicamente se identifica por el color anaranjado-rojizo del endoperidio, cuando joven se encuentra cubierto por un exoperidio de consistencia gelatinosa y transparente que desaparece en la madurez, ostiolo apical de bordes levantados, formando una cruz y estípites retículo-alveolado. Microscópicamente, presenta esporas elipsoides a oblongas, color amarillo pálido, (12-)13.6-18 × 6.4-10 µm, con apariencia crenulada en el MO, coincidiendo con lo reportado por Guzmán (1973), Castro-Mendoza et al. (1983) y Calonge et al. (2005). Bajo el MEB se observa la pared formada por dos membranas constituyendo un retículo (Castro-Mendoza et al., 1983). Crece en bosque de *Fagus mexicana* con *Pinus patula*.

Sclerodermataceae

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

Distribución: ampliamente citada en los estados de Chihuahua, Coahuila, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León, Oaxaca, Sonora y Veracruz (Guzmán y



Herrera, 1969; 1973; Welden y Guzmán, 1978; Frutis y Guzmán, 1983; Esqueda et al., 1990; Pérez-Silva et al., 1994; Nava y Valenzuela, 1997; Calonge et al., 2004; Rodríguez et al., 2010; Moreno et al., 2010). En algunas de estas referencias, la especie fue citada como *Pisolithus tinctorius*.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Molango, Laguna de Atezca, 16.VII.2012, *S. Bautista-Hernández 54* (ENCB); loc. cit., *R. Valenzuela 14719* (ENCB).

Observaciones: esta especie crece en el ecotono de bosque de pino-encino con BMM.

Scleroderma citrinum Pers., Syn. Meth. Fung. (Göttingen) 1: 153. 1801. Fig. 2D.

Distribución: se ha reportado de Aguascalientes, Chihuahua, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Puebla y Veracruz (Guzmán, 1970; Pérez-Silva et al., 1970; Varela y Cifuentes, 1979; Frutis y Guzmán, 1983; Herrera et al., 1989; Guzmán et al., 1997, 2013; Pardavé-Díaz et al., 2006).

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, El Temazate, km 168 de la carretera Pachuca - Tampico. 18.VII.2012, *E. Aguirre III-40* (MEXU); loc. cit., *S. Bautista-Hernández 104* (ENCB); loc. cit., 19.X.2013, *S. Bautista-Hernández 320* (ENCB); loc. cit., *A. Juárez y L. Toledo 33* (ENCB); loc. cit., *Quiroz y Pérez 17* (ENCB); loc. cit., *T. Raymundo 4337* (ENCB); Parador La Montaña, 6.X.1991, *Montes-Rodríguez y Casales-Gómez 18* (ENCB).

Observaciones: esta especie ha sido descrita ampliamente en los trabajos de Guzmán (1970) y Guzmán et al. (2013). Se distingue fácilmente en campo por el color crema de los basidiomas y la presencia de escamas areoladas, color marrón amarillento, carácter diagnóstico del taxon. Crece en BMM.

****Scleroderma michiganense*** (Guzmán) Guzmán, Darwiniana 16(1-2): 356. 1970. Fig. 2E.

Basidiomas globosos a subglobosos, séstil a pseudoestipitado, 25 × 33 mm, color amarillo mostaza a anaranjado-marrón; escamas aplanadas cuspidadas, color marrón; gleba color oliváceo; peridio color blanquecino, 2 mm de grosor, dehiscencia esteliforme; cordones miceliales color blanquecino; hifas con fibulas; esporas de 13.6-20 µm, globosas, retículo-equinuladas, con espinas 1.6-2.4 µm de alto, color marrón en KOH.

Distribución: solo se ha reportado de Jalisco (Guzmán et al., 2013), por lo que representa el segundo registro para México y nuevo registro para Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, El Temazate, km 168 de la carretera Pachuca - Tampico, 3.XI.2012, *S. Bautista-Hernández 195* (ENCB); loc. cit., *M. Contreras-Pacheco 572* (ENCB).

Observaciones: siguiendo la clasificación propuesta por Guzmán et al. (2013), *Scleroderma michiganense* se ubica en la sección *Reticulatae* porque las esporas presentan un retículo bien definido y continuo. Macroscópicamente se caracteriza por los basidiomas color marrón-anaranjado a amarillo-mostaza y microscópicamente las esporas miden hasta 20 µm de diámetro, coincidiendo con lo reportado por Guzmán (1970) y Guzmán et al. (2013). Tomando en cuenta estos caracteres, se separa fácilmente del resto de las especies que integran a dicha sección. Esta especie es lignícola y crece solitaria en BMM.

Scleroderma verrucosum (Bull.) Pers., Syn. Meth. Fung. (Göttingen) 1: 154. 1801.

Distribución: reportada de Aguascalientes, Chiapas, Chihuahua, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sonora y Veracruz (Guzmán, 1970; Frutis y Guzmán, 1983; Guzmán-Dávalos y Guzmán,

1985; Urista et al., 1985; Díaz-Barriga et al., 1988; Herrera et al., 1989; Cifuentes et al., 1993; Pérez-Silva et al., 1994; Esqueda et al., 2000; Pardavé-Díaz et al., 2006; Moreno et al., 2010; Guzmán et al., 2013; Piña-Paéz et al., 2013).

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, El Temazate, km 168 de la carretera Pachuca - Tampico, 26.V.2012, *S. Bautista-Hernández 21* (ENCB); loc. cit., 18.VII.2012, *S. Bautista-Hernández 103* (ENCB); loc. cit., 12.X.2008, *S. Bautista-Hernández s.n.* (ENCB); loc. cit., 3.XI.2012, *D. Carmona 72* (ENCB); loc. cit., 15.XI.2013, *Espinosa y Ramírez 34* (ENCB); loc. cit., 22.VIII.2011, *A. Hernández 27* (ENCB); loc. cit., *G. López-Sánchez e I. Carbot 2* (ENCB); loc. cit., *C. Nava 16* (ENCB); loc. cit., *J. Navarro 45* (ENCB); loc. cit., 9.VII.2012, *T. Raymundo 4357* (ENCB), *4366* (ENCB), *4372* (ENCB); loc. cit., *E. Rodríguez y O. Romero 64* (ENCB); loc. cit., *Y. Tepetate y V. Olguín 7* (ENCB); loc. cit., *A. Tolentino y A. Cobos 38* (ENCB); Las Fosas Tlanchinol, 27.V.2012, *S. Bautista-Hernández 48* (ENCB). Municipio Zacualtipán, ejido La Mojonera, km 93 de la carretera Pachuca - Tampico, desviación a Tlahuelompa, 3.XI.2012, *D. Cano y M. de Luna 23* (ENCB); loc. cit., 21.VIII.2011, *N. Martínez-Alonso 41* (ENCB); loc. cit., *T. Raymundo 2570* (ENCB); loc. cit., *R. Valenzuela 6733* (ENCB), *14784* (ENCB).

Observaciones: especie descrita previamente por Guzmán (1970) y Guzmán et al. (2013), de amplia distribución. Crece en BMM y bosque de *Fagus*.

Phallomycetidae

Geastrales

Geastraceae

Geastrum fimbriatum Fr., Syst. Mycol. (Lundae) 3(1): 16. 1829. Fig. 2F.

Distribución: se ha reportado de Chiapas, Ciudad de México, Durango, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Nayarit, Nuevo León, Puebla, Sonora, Veracruz, Zacatecas (Pérez-Silva et al., 1999; Esqueda et al., 2003), Quintana Roo (Guzmán, 2003) y Campeche (Herrera et al., 2005).

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, El Temazate, km 168 de la carretera Pachuca - Tampico, 19.X.2013, *S. Bautista-Hernández 321* (ENCB), *331* (ENCB); loc. cit., 3.XI.2012, *L. Callejas y A. Soto 23* (ENCB); loc. cit., *D. Carmona 51* (ENCB); loc. cit., *Espinosa-Alvarado 14* (ENCB); loc. cit., *M. García-Najar 53* (ENCB); loc. cit., *K. Guzmán-Flores 11* (ENCB); loc. cit., *A. Juárez y L. Toledo 39* (ENCB); loc. cit., *L. Morales y D. Nicolás 49* (ENCB); loc. cit., *N. Pérez-Rodríguez 14* (ENCB); loc. cit., *J. Santiago-Martínez 10* (ENCB).

Observaciones: esta especie se caracteriza por la presencia de un ostiolo fimbriado, no delimitado; microscópicamente presenta esporas 5 µm, globosas, con procesos columnares de menos de 1 µm, capilicio 4-5 µm de diámetro y endoperidio con micoesclereidas, coincidiendo con lo reportado por Sunhede (1989). Crece en humus en BMM.

Hysterangiales

Phallogastraceae

**Protuberata jamaicensis* (Murrill) Zeller, Mycologia 40(6): 644. 1948. Fig. 2G.

Basidioma epigeo, globoso a subgloboso, 27-45 × 22-45 mm, superficie cerebriforme, color paja a marrón amarillento; gleba dispuesta en cámaras, con disposición radial, consistencia gelatinosa, color verde-oliváceo con columela; peridio menos de 1 mm de grosor; cordones miceliales color blanquecino, hasta 150 mm de largo, escasamente ramificados; basidiosporas 3.5-4 × 1.5-2 µm, cilíndricas, lisas, hialinas.



Distribución: solo se ha citado de Oaxaca (Valenzuela et al., 1981).

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, El Temazate, km 168 de la carretera Pachuca - Tampico, entrada a Lontla, 19.X.2013, *S. Abaunza y E. Reséndiz* 35 (ENCB); loc. cit., 3.XI.2012, *S. Bautista-Hernández* 182 (ENCB), 306 (ENCB); loc. cit., *Y. Brito y D. Hernández* 32 (ENCB); loc. cit., *D. Cano y M. de Luna* 33 (ENCB); loc. cit., *L. Hernández y D. Robles* 20 (ENCB); loc. cit., 3.VIII.1988, *P. López-Rayón* 54 (ENCB); *P. Quiroz y G. Pérez* 16 (ENCB); loc. cit., *E. Rodríguez-Fabela* 10 (ENCB); loc. cit., *R. Valenzuela s.n.* (ENCB).

Observaciones: esta especie se caracteriza por sus basidiomas cerebriformes, con gleba dispuesta en cámaras y la presencia de cordones miceliales. Se encontró creciendo en troncos de helecho arborecente en BMM.

Phallales

Phallaceae

**Aseroë rubra* Labill., Bull. Murith. Soc. Valais. Sci. Nat. 1: 145. 1800. Fig. 2H.

Distribución: se ha reportado de Veracruz (López et al., 1980).

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, 1 km antes de Tlanchinol, km 161 de la carretera Pachuca - Tampico, 18.VII.2012, *R. Valenzuela* 14757 (ENCB).

Observaciones: especie que se caracteriza por la presencia de un receptáculo con ocho brazos, bifurcados, largos, terminaciones en punta, esporas cilíndricas, lisas, $5.6-6.4 \times 1.6 \mu\text{m}$, con un extremo truncado, coincidiendo con lo mencionado por López et al. (1980) y Sáenz y Nassar (1982). Creciendo en tierra, solitario, en BMM perturbado.

Clathrus columnatus Bosc, Mag. Gesell. Naturf. Freunde, Berlin 5: 85. 1811. Fig. 2I.

Distribución: especie conocida del Estado de México (Nava y Valenzuela, 1997), reportada como *Colonnaria columnata* de Hidalgo (Varela y Cifuentes, 1979; Frutis y Guzmán, 1983) y Veracruz (Welden y Guzmán, 1978; López et al., 1980), Jalisco (Rodríguez et al., 2010) y Sonora (Esqueda et al., 1998, citada como *Linderia columnata* (Bosc) G. Cunn.).

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, 1 km antes de Tlanchinol, km 161 sobre la carretera Pachuca - Tampico, 18.VII.2012, *S. Bautista-Hernández* 96 (ENCB).

**Laternea pusilla* Berk. & M.A. Curtis, in Berkeley, J. Linn. Soc., Bot. 10(46): 343. 1868. Fig. 2J.

Basidioma formado por un receptáculo de tres a cuatro columnas, formando un arco, color rojo, con los bordes crestados, gleba color pardo-oliváceo disponiéndose en la bóveda formada por las columnas; volva color blanquecino con escamas de color marrón pálido; basidiosporas $4(-4.5) \times (1.0-1.6 \mu\text{m})$, cilíndricas a ligeramente baciliformes, lisas, color verde pálido.

Distribución: se ha reportado de Veracruz (López et al., 1982; Calonge et al., 2004).

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, El Temazate, km 168 de la carretera Pachuca - Tampico, 3.XI.2012, *S. Bautista-Hernández* 198 (ENCB); loc. cit., 20.IV.2014, *S. Bautista-Hernández y E. Saldaña* 387 (ENCB); loc. cit., 27.V.2012, *S. Bautista-Hernández s.n.* (ENCB); Las Fosas Tlanchinol, km 167 de la carretera Pachuca - Tampico, 5.V.2013, *S. Bautista-Hernández* 208 (ENCB); Santa María Tepetzintla km 169 de la carretera Pachuca - Tampico, 7.VI.2015, *S. Bautista-Hernández s.n.* (ENCB).

Observaciones: especie caracterizada por la presencia de columnas, con los bordes crestados. Microscópicamente coincide con lo citado por Sáenz (1976), López et al. (1982) y Calonge et al. (2005). *Laternea pusilla* se puede confundir con *L. triscapa* Turpin; sin embargo, se diferencia de ésta porque el borde de las columnas es entero o liso (Sáenz y Nassar, 1982; Calonge et al., 2005; Gomes-Leite et al., 2007). Crece sobre humus, solitario, en BMM.

**Mutinus bambusinus* (Zoll.) E. Fisch., Ann. Jard. Bot. Buitenzorg 6: 30, tab. 4, 5, figs. 26-31. 1886. Fig. 2K.

Basidioma faloide, 117 mm de longitud, cilíndrico, curvado, con el ápice atenuado y orificio apical; seudoespítite 60 × 10 mm, color salmón, consistencia esponjosa, con los alveolos hexagonales; gleba color oliváceo, con pocos restos sobre el receptáculo; volva saculiforme, 30 × 20 mm, color amarillo blanquecino; receptáculo 57 × 11 mm, terminación aguda, color rojo-rosado, consistencia esponjosa; cordones miceliales, color blanquecino; basidiosporas 4-4.5 × 1.2-1.6 µm, cilíndricas, lisas, color verdoso en KOH, con dos pequeñas gúttulas ubicadas en los extremos de la espora.

Distribución: se ha citado de Veracruz (López et al., 1980).

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, El Temazate, km 168 de la carretera Pachuca - Tampico, 25.V.2013, *S. Bautista-Hernández 216* (ENCB). Municipio Zacualtipán de Ángeles, ejido La Mojonera, desviación a Tlahuelompa, 20.VI.2014, *A. de Aquino 20* (ENCB).

Observaciones: esta especie crece en humus, solitario, en BMM y de bosque de *Fagus mexicana* con *Pinus patula*.

DISCUSIÓN

De las 20 especies determinadas, 10 son nuevos registros para el estado de Hidalgo. De éstas, siete corresponden

a la subclase Agaricomycetidae y son *Calvatia rugosa*, *Laternea pusilla*, *Lycoperdon eximium*, *L. juruense*, *L. marginatum*, *L. nigrescens* y *Scleroderma michiganense*, mientras que tres pertenecen a la subclase Phallomycetidae y son *Aseroë rubra*, *Mutinus bambusinus* y *Protuberia jamaicensis*. La alta diversidad de especies de hongos que tienen los bosques mesófilos de montaña de la Sierra Alta Hidalguense y particularmente los gasteroides se observa claramente en este trabajo. Para Hidalgo solo se habían registrado 12 especies de Agaricomycetes gasteroides de BMM, y en este estudio, a pesar de su estado de conservación crítico, se determinaron 20 especies, el doble de lo reportado anteriormente. Por otro lado, la mayoría de las especies encontradas son saprobias y solo *Pisolithus arhizus* y las especies del género *Scleroderma* son micorrizógenas, lo que les da especial importancia para este ecosistema para futuros programas de conservación del BMM. Por todo esto, se considera que es prioritario continuar con el estudio de la micobiota que se encuentra en este ecosistema, coincidiendo con lo mencionado por Raymond et al. (2017).

CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

SBH, TR, EAA, MCP y RV llevaron a cabo las recolecciones del material en las áreas de muestreo. SBH y EAA realizaron la revisión del material de herbario, la elaboración de preparaciones, la toma de medidas, así como la identificación y descripciones de los ejemplares. SBH, TR, EAA y RV corroboraron la identificación taxonómica. SBH, TR y RV tomaron las fotografías de los ejemplares en campo. SBH escribió el manuscrito con el apoyo de TR, EAA, MCP, LRB y RV. Todos los autores contribuyeron a la discusión, revisión y aprobación del manuscrito final.

FINANCIAMIENTO

Este estudio fue apoyado por el Instituto Politécnico Nacional a través de los proyectos SIP-20180244, SIP-20170846 de TR y los proyectos SIP-20180243, SIP 20170845 de RV. Además, TR, RV y EAA agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología el apoyo recibido por el proyecto "Hongos mexicanos: filogenia y biogeografía aplicadas



a la valoración y conservación de especies mexicanas endémicas, con énfasis en aquellas distribuidas en bosques templados húmedos de montaña” clave 2015-01-207 de la convocatoria Desarrollo Científico para atender Problemas Nacionales 2015. LRB, TR y RV agradecen también al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en los proyectos “Diversidad Biológica del Estado de Hidalgo, Fondos Mixtos Conacyt-Gobierno del Estado de Hidalgo (clave 95828)” y “Empoderamiento económico de las hongueras del municipio Acaxochitlán, Hidalgo, a través de procesos organizativos para la elaboración de productos alimenticios a base de hongos silvestres y cultivo orgánico de plantas” (clave S0005-2012-2-198333) de la convocatoria Inmujeres-Conacyt” por el apoyo recibido.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las autoridades del ejido La Mojonera las facilidades que dieron para realizar los estudios en el bosque El Hayal. A Berenit Mendoza Garfias del Laboratorio de Microscopía y Fotografía de la Biodiversidad del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IBUNAM), por la toma de fotografías al MEB. A Samuel Aguilar, del IBUNAM, la edición de las láminas. TR y RV agradecen al Instituto Politécnico Nacional (IPN) y a la Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas (COFAA) del IPN el apoyo para la realización de sus investigaciones.

LITERATURA CITADA

- Bautista-Hernández, S., T. Herrera, E. Aguirre-Acosta y M. Esqueda. 2011. Contribution to the taxonomy of *Bovista* in Mexico. *Mycotaxon* 118: 27-46. DOI: <https://dx.doi.org/10.5248/118.27>
- Bautista-Nava, E. y A. Moreno-Fuentes. 2009. Primer registro de *Calostoma cinnabarina* (Sclerodermatales) como especie comestible. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 561-564.
- Brodie, H. J. 1975. *The bird's nest fungi*. University of Toronto Press. Toronto, Canada. 199 pp.
- Calderón-Villagómez, A. y E. Pérez-Silva. 1989. Consideraciones taxonómicas y nuevos registros de algunas especies del género *Lycoperdon* (Gasteromycetes) en México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 59(1): 1-30.
- Calonge, F. D. 1998. Gasteromycetes, I. Lycoperdales, Nidulariales, Sclerodermatales, Tulostomatales. *Flora Mycologica Ibérica* 3: 1-271.
- Calonge, P. D., J. M. Vidal y V. Demoulin. 2000. *Lycoperdon umbrinoides* Dissing & Lange (Gasteromycetes), a tropical fungus present in Europe. *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid* 25: 55-58.
- Calonge, F. D., G. Guzmán y F. Ramírez-Guillén. 2004. Observaciones sobre los Gasteromycetes de México depositados en los herbarios XAL y XALU. *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid* 28: 337-371.
- Calonge, F. D., M. Mata y J. Carranza. 2005. Contribución al catálogo de Gasteromycetes (Basidiomycotina, Fungi) de Costa Rica. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 62(1): 23-45.
- Castro-Mendoza, E., O. K. Miller Jr. y D. A. Stetler. 1983. Basidiospore wall ultrastructure and tissue system morphology in the genus *Calostoma* in North America. *Mycologia* 75(1): 36-45.
- Cifuentes, J., M. Villegas y L. Pérez-Ramírez. 1993. Hongos macroscópicos. In: Luna-Vega, I. y J. Llorente (eds.). *Historia Natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México. Cd. Mx., México. Pp. 59-126.
- Cortez, V. G., I. G. Baseia y R. M. B. Silveira. 2012. Gasteroid mycobiota of Rio Grande do Sul, Brazil: *Calvatia*, *Gastropila* and *Langermannia* (Lycoperdaceae). *Kew Bulletin* 67: 471-482.
- Cortez, V. G., I. G. Baseia y R. M. B. Silveira. 2013. Gasteroid mycobiota of Rio Grande do Sul, Brazil: *Lycoperdon* and *Vascellum*. *Mycosphere* 4(4): 745-758. DOI: <https://dx.doi.org/10.5943/mycosphere/4/4/11>
- Díaz-Barriga, H., F. Guevara-Féfer y R. Valenzuela. 1988. Contribución al conocimiento de los macromicetos del estado de Michoacán. *Acta Botánica Mexicana* 2: 21-44. DOI: <https://dx.doi.org/10.21829/abm2.1988.564>

- Esqueda, M., T. Quintero-Ruiz, E. Pérez-Silva y A. Aparicio-Navarro. 1990. Nuevos registros de Gasteromycetes de Sonora, México. *Revista Mexicana de Micología* 6: 91-104.
- Esqueda, M., E. Pérez-Silva, T. Herrera y G. Moreno. 1998. Adiciones al conocimiento de los gasteromicetos de Sonora, México. *Revista Mexicana de Micología* 14: 41-52.
- Esqueda, M., E. Pérez-Silva, T. Herrera, F. San Martín y R. Santos-Guzmán. 1999. Macromicetos de selva baja caducifolia I: Álamos, Sonora, México. *Revista Mexicana de Micología* 15: 73-78.
- Esqueda, M., E. Pérez-Silva, T. Herrera, M. Coronado-Andrade y 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., T. Herrera, E. Pérez-Silva y A. Sánchez. 2003. Distribution of *Geastrum* species from some priority regions for conservation of biodiversity of Sonora, Mexico. *Mycotaxon* 87: 445-456.
- Frutis, I. y G. Guzmán. 1983. Contribución al conocimiento de los hongos del estado de Hidalgo. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 18: 219-266.
- Gomes-Leite, A., B. D. Barbosa-Silva, R. Souza-Araújo e I. G. Baseia. 2007. Especies raras de Phallales (Agaricomycetidae, Basidiomycetes) no Nordeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 21(1): 119-124.
- Guzmán, G. 1970. Monografía del género *Scleroderma* Pers. emend. Fr. (Fungi-Basidiomycetes). *Darwiniana* 16(1-2): 233-407.
- Guzmán, G. 1973. Observaciones sobre el género *Calostoma* en México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 7: 99-105.
- Guzmán, G. 2003. Los hongos del Edén Quintana Roo (Introducción a la microbiota tropical de México). Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Xalapa, México. 316 pp.
- Guzmán, G. y T. Herrera. 1969. Macromicetos de las zonas áridas de México. II. Gasteromicetos. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 1: 1-92.
- Guzmán, G. y T. Herrera. 1973. Especies de macromicetos citadas de México, IV. Gasteromicetos. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 7: 105-119.
- Guzmán, G., F. Tapia, P. Navarro y F. Ramírez-Guillén. 1997. Sclerodermataceous fungi (Basidiomycota, Gasteromycetidae) from Mexico and new reports. *Documents Mycologiques* 26: 53-58.
- Guzmán, G., A. Cortés-Pérez, L. Guzmán-Dávalos, F. Ramírez-Guillén y M. R. Sánchez-Jácome. 2013. An emendation of *Scleroderma*, new records, and review of the known species in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84: S173-S191. DOI: <https://dx.doi.org/10.7550/rmb.31979>
- Guzmán-Dávalos, L. y G. Guzmán. 1979. Estudio ecológico comparativo entre los hongos (macromicetos) de los bosques tropicales y los de coníferas del sureste de México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 13: 89-125.
- Guzmán-Dávalos, L. y G. Guzmán. 1985. Hongos del estado de Jalisco, V. El género *Scleroderma*. *Revista Mexicana de Micología* 1: 109-128.
- Herrera, T. 1963. Especies de *Lycoperdon* del Valle de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 34(1-2): 43-68.
- Herrera, T. 1964. Clasificación, descripción y relaciones ecológicas de Gasteromicetos del Valle de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 35(1-2): 9-43.
- Herrera, T., E. Pérez-Silva y E. Aguirre-Acosta. 1989. Distribución y hábitat de Sclerodermatales de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 40: 59-63.
- Herrera, T., E. Pérez-Silva, M. Esqueda y V. H. Valenzuela. 2005. Algunos gasteromicetos de Calakmul, Campeche, México. *Revista Mexicana de Micología* 21: 23-27.
- Kasuya, T. 2004. Notes on Japanese Lycoperdaceae. 1: *Lycoperdon umbrinoides*, a tropical fungus newly found in Japan. *Mycoscience* 45: 298-300. DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/s10267-004-0184-x>
- Kirk, P. M., P. F. Cannon, D. W. Minter y J. A. Stalpers (eds.). 2008. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*. 10 ed. International Mycological Institute, CAB International. Wallingford, UK. 784 pp.



- Kornerup, A. y J. H. Wanscher. 1978. Methuen Handbook of Colour. Eyre Methuen. London, UK. 252 pp.
- Laferrère, J. E. y R. L. Gilbertson. 1992. Fungi of Nabogame, Chihuahua, México. Mycotaxon 44: 73-87.
- León-Gómez, C. y E. Pérez-Silva. 1988. Especies de Nidulariales (Gasteromycetes) comunes en México. Revista Mexicana de Micología 4: 161-183.
- León y Paniagua, L., I. Luna-Vega, M. A. Martínez-Morales y D. Tejero-Diez. 2010. Huasteca alta hidalguense. In: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (ed.). El bosque mesófilo de montaña en México: amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México. Pp. 60-67.
- López, A. y J. García. 2010. *Lycoperdon nigrescens*. Funga Veracruzana 118: 1-4.
- López, A., J. García y D. Martínez. 1982. Primer registro de *Laternea pusilla* Berk. & Curt. y *L. triscapa* Turp. en México. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 17: 71-75.
- López, A., D. Martínez y J. García. 1980. Phallales conocidos del estado de Veracruz. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 14: 39-49.
- Moreno, G., M. Lizárraga, M. Esqueda y M. L. Coronado. 2010. Contribution to the study of gasteroid and secotioid fungi of Chihuahua, Mexico. Mycotaxon 112: 291-315.
- Nava, R. y R. Valenzuela. 1997. Los macromicetos de la Sierra de Nanchititla, I. Polibotánica 5: 21-36.
- Ochoa, C., G. Moreno, A. Altés y J. Aguilar-Rodríguez. 2000. Gasteromycetes de Sierra Juárez (Baja California, México). I. Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid 25: 157-165.
- Pardavé, L. M. 1991. Gasteromycetes del estado de Aguascalientes. Revista Mexicana de Micología 7: 71-78.
- Pardavé-Díaz, L. M., V. L. Callejas, L. Flores-Pardavé y F. Ruiz-Esparza. 2006. Distribución de los hongos venenosos conocidos en el estado de Aguascalientes. Investigación y Ciencia 35: 31-36.
- Pérez-Silva, E. y E. Aguirre-Acosta. 1986. Flora micológica del estado de Chihuahua, México I. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 57: 17-32.
- Pérez-Silva, E., M. Esqueda y T. Herrera. 1994. Contribución al conocimiento de los Gasteromicetos de Sonora. Revista Mexicana de Micología 10: 77-101.
- Pérez-Silva, E., T. Herrera y G. Guzmán. 1970. Introducción al estudio de los macromicetos tóxicos de México. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 4: 49-53.
- Pérez-Silva, E., T. Herrera y M. Esqueda. 1999. Species of *Geastrum* (Basidiomycotina: Geastraceae) from Mexico. Revista Mexicana de Micología 15: 89-104.
- Piña-Paéz, C., M. Esqueda, A. Gutiérrez y H. González-Ríos. 2013. Gasteroid fungus diversity in the Sierra de Mazatán, Sonora, México. The Southwestern Naturalist 58: 351-356.
- Raymundo, T., E. Escudero-Leyva, R. Soto-Agudelo, J. García-Jiménez, L. Romero-Bautista y R. Valenzuela. 2017. Nuevos registros de Hypocreales (Sordariomycetes, Ascomycota) del bosque mesófilo de montaña de la Sierra Alta Hidalguense en México. Acta Botanica Mexicana 120: 39-57. DOI: <https://dx.doi.org/10.21829/abm120.2017.1263>
- Rodríguez, M. y T. Herrera. 1970. Algunas especies de Lycoperdaceae de México. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 4: 5-19.
- Rodríguez, O., M. Herrera-Fonseca, M. R. Sánchez-Jácome, I. Álvarez, R. Valenzuela, J. García y L. Guzmán-Dávalos. 2010. Catálogo de la micobiota del bosque La Primavera, Jalisco. Revista Mexicana de Micología 32: 29-40.
- Sáenz, J. A. 1976. Ecology, anatomy and redescription of *Laternea pusilla*. Revista de Biología Tropical 24(1): 109-121.
- Sáenz, J. A. y M. Nassar. 1982. Hongos de Costa Rica: Familias Phallaceae y Clathraceae. Revista de Biología Tropical 30(1): 41-52.
- Sunhede, S. 1989. Geastraceae (Basidiomycotina): Morphology, ecology and systematics with special emphasis on the North European species. Syn. Fungorum 1. Fungiflora. Oslo, Norway. 534 pp.
- Ulloa, M. y R. T. Hanlin. 2006. Nuevo diccionario ilustrado de micología. APS, St. Paul, USA. 672 pp.

- Urista, E., J. García y J. Castillo. 1985. Algunas especies de Gasteromycetes del Norte de México. *Revista Mexicana de Micología* 1: 471-523.
- Valenzuela, R., G. Guzmán y J. Castillo. 1981. Descripciones de especies de macromicetos poco conocidas en México, con discusiones sobre su ecología y distribución. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 15: 67-120.
- Varela, L. y J. Cifuentes. 1979. Distribución de algunos macromicetos en el norte del estado de Hidalgo. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 13: 75-88.
- Welden, A. L. y G. Guzmán. 1978. Lista preliminar de los hongos, líquenes y mixomicetos de las regiones de Uxpanapa, Coatzacoalcos, Los Tuxtlas, Papaloapan y Xalapa (parte de los estados de Veracruz y Oaxaca). *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 12: 59-102.
- Zeller, S. M. y A. H. Smith. 1964. The genus *Calvatia* in North America. *Lloydia* 27: 148-186.