



Nuevos registros de Hypocreales (Sordariomycetes, Ascomycota) del bosque mesófilo de montaña de la Sierra Alta Hidalguense en México

New records of Hypocreales (Sordariomycetes, Ascomycota) of the cloud forest from the Sierra Alta Hidalguense in Mexico

Tania Raymundo¹ , Efraín Escudero-Leyva² , Ricardo Soto-Agudelo³ , Jesus García-Jiménez⁴ ,
Leticia Romero-Bautista⁵ , Ricardo Valenzuela^{1,6} 

RESUMEN:

- 1 Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Departamento de Botánica, Laboratorio de Micología, 11340 Cd. Mx., México.
- 2 Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Posgrado en Biociencias, 11340 Cd. Mx., México.
- 3 Universidad del Quindío, Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías, Centro de Estudios e Investigaciones en Biodiversidad y Biotecnología, Herbario HUQ, Armenia, Quindío, Colombia.
- 4 Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Avenida E. Portes Gil 1301 Pte., 87010 Cd. Victoria, Tamaulipas, México.
- 5 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.
- 6 Autor para la correspondencia: rvalenzg@ipn.mx

Antecedentes y Objetivos: El orden Hypocreales se distribuye ampliamente en las regiones templadas y tropicales del mundo. Se han registrado 17 especies en el bosque mesófilo de montaña para México. El objetivo de este estudio es ampliar el conocimiento taxonómico de las especies de Hypocreales en México y en particular de la Sierra Alta Hidalguense.

Métodos: Fueron realizadas cinco exploraciones en la Sierra Alta Hidalguense entre 2011 y 2014. Fueron recolectadas ocho especies y se describieron morfológicamente siguiendo las técnicas tradicionales micológicas.

Resultados clave: Se citan por primera vez siete especies de Hypocreales para México. *Bionectria grammicospora* pertenece a la familia Bionectriaceae; *Hypomyces boletiphagus* a Hypocreaceae, *Sarcopodium flavolanatum*, *Thelonectria ostrina*, *T. veuillotiana* y *Viridispora alata* a Nectriaceae y *Valetioniella pauciornata* a Niessliaceae. *Bionectria ochroleuca* se registra por vez primera para el bosque mesófilo de montaña en el estado de Hidalgo. Se presentan descripciones taxonómicas e ilustraciones de las ocho especies.

Conclusiones: Los bosques mesófilos de montaña de México son ecosistemas con alta diversidad de especies y el orden Hypocreales no es la excepción, por lo que es necesario continuar realizando exploraciones y estudios taxonómicos de este grupo de hongos en este tipo de vegetación.

Palabras clave: fungícolas, Hidalgo, Hypocreaceae, lignícolas, Nectriaceae, Niessliaceae.

ABSTRACT:

Background and Aims: The order Hypocreales is widely distributed in the temperate and tropical regions of the world. Seventeen species have been reported from the cloud forest of Mexico. The aim of this study is to expand the taxonomic knowledge of the species of Hypocreales from Mexico and in particular of the Sierra Alta Hidalguense.

Methods: Five explorations were carried out in the Sierra Alta Hidalguense between 2011 and 2014. Eight species were collected and described morphologically, using traditional mycological techniques.

Key results: Seven species of Hypocreales are cited for the first time from Mexico: *Bionectria grammicospora* belongs to the family Bionectriaceae; *Hypomyces boletiphagus* to Hypocreaceae; *Sarcopodium flavolanatum*, *Thelonectria ostrina*, *T. veuillotiana* and *Viridispora alata* to Nectriaceae and *Valetioniella pauciornata* to Niessliaceae. *Bionectria ochroleuca* is reported for the first time from the cloud forest of the state of Hidalgo. Taxonomic descriptions and illustrations of the eight species are presented.

Conclusions: The cloud forests in Mexico are ecosystems with a high diversity of species, and the order Hypocreales is not an exception; hence, it is necessary to continue explorations and taxonomic studies of this group of fungi in this type of vegetation.

Key words: fungicolous, Hidalgo state, Hypocreaceae, lignicolous, Nectriaceae, Niessliaceae.

Citar como:

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: <http://dx.doi.org/10.21829/abml20.2017.1263>

Recibido: 25 de enero de 2016.
Revisado: 13 de septiembre de 2016.
Aceptado: 31 de marzo de 2017.

DOI:
<http://dx.doi.org/10.21829/abml20.2017.1263>

INTRODUCCIÓN

El orden Hypocreales se ubica taxonómicamente en el Reino Fungi de la siguiente manera: Filum Ascomycota, Subfilum Pezizomycotina, Clase Sordariomycetes, Subclase Hypocreomycetidae (Kirk et al., 2008). Se le han descrito 2647 especies, y se caracteriza por presentar peritecios solitarios, o éstos crecen sobre, o inmersos, en estromas de colores brillantes, blancos, amarillos, anaranjados, rojos, a veces verdosos y rara vez negruzcos. Las ascosporas son hialinas a amarillentas o verdes (Kirk et al., 2008; Chaverri et al., 2011, a, b). En México, se han registrado 17 especies del orden Hypocreales para el bosque mesófilo de montaña. *Aschersonia alexyrodis* Webber, de la familia Clavicipitaceae, fue citada de Tamaulipas (García-Jiménez y Valenzuela, 2005). *Cordyceps militaris* (L.) Fr., de la familia Cordycipitaceae, se conoce de Morelos (Bautista et al., 1986), Oaxaca y Veracruz (Pérez-Silva, 1977). De la familia Hypocreaceae fueron citadas *Hypomyces hyalinus* (Schwein.) Tul. & C. Tul. de Tamaulipas (García-Jiménez y Valenzuela, 2005), *H. lactiflorum* (Schwein.) Tul. & C. Tul. de Hidalgo (Frutis y Guzmán, 1983), Michoacán (Díaz-Barriga et al., 1988) y Tamaulipas (Heredia, 1989; García-Jiménez y Valenzuela, 2005) y *H. luteovirens* (Fr.) Tul. & C. Tul. se registró del Estado de México, Morelos (Pérez-Silva et al., 1983) y Tamaulipas (García-Jiménez y Valenzuela, 2005). *Trichoderma ceraceum* P. Chaverri & Samuels y *T. lixii* (Pat.) P. Chaverri de la familia Hypocreaceae se mencionan de Hidalgo (Raymundo et al., 2016). De la familia Ophiocordycipitaceae se conoce a *Ophiocordyceps entomorrhiza* (Dicks.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, *O. gracilis* (Grev.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora y *O. dipterigena* (Berk. & Broome) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora de Veracruz (Pérez-Silva, 1978; Guzmán et al., 2001), y a *Tolypocladium capitatum* (Holmsk.) Quandt, Kepler & Spatafora y *Tolypocladium ophioglossoides* (J.F. Gmel.) Quandt, Kepler & Spatafora, de Tamaulipas (García-Jiménez y Valenzuela, 2005 como *Cordyceps capitata* (Holmsk.) Link y *Cordyceps ophioglossoides* (J.F. Gmel.) Fr.). Recien-

temente, esta última especie fue citada de Hidalgo por Raymundo et al. (2016). Por último, se conoce la familia Nectriaceae con *Cosmospora ustulinae* (Teng) C. Herrera & P. Chaverri de Hidalgo (Raymundo et al., 2016) y *Nectria cinnabarina* (Tode) Fr. y *N. pseudotrichia* Berk. & M.A. Curtis de Veracruz (Chacón y Guzmán, 1983). El presente trabajo tiene por objetivo ampliar el conocimiento taxonómico de las especies del orden Hypocreales del bosque mesófilo de montaña de la Sierra Alta Hidalguense y del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Sierra Alta Hidalguense se encuentra en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental y la subprovincia del Carso Huasteco. Incluye los municipios de Calnali, Huazalingo, Lolotla, Molango de Escamilla, Tepehuan de Guerrero, Tlanchinol y Zacualtipán de Ángeles. Se limita por las coordenadas 21°0'49.12"N, 20°37'34"S, 98°25'14.84"E y 99°5'19.89"O (Fig. 1). Se realizaron cinco exploraciones en el bosque mesófilo de montaña de la Sierra Alta Hidalguense entre 2011 y 2014. Los especímenes se estudiaron en fresco y se determinaron tomando las características morfológicas de la forma, tamaño y color de los peritecios y estromas. Por otro lado, se revisaron con un microscopio óptico Zeiss (K-7, Jena, Alemania) la composición de los seudotejidos del peritecio y estroma, la morfología de las ascas y ascosporas, considerándose el tamaño, forma, número de células y color en KOH 5%, así como en ácido láctico (LA). Las fotografías de las características microscópicas se realizaron en un microscopio óptico Zeiss (K-7, Jena, Alemania) con una cámara digital Nikon Coolpix S6000 (Tokio, Japón). Los ejemplares fueron fotografiados en fresco con un microscopio estereoscópico Zeiss (Jena, Alemania) con una cámara Nikon Coolpix S6000. Únicamente el espécimen de *Hypomyces* (Fr.) Tul & C. Tul. fue fotografiado con una cámara Nikon D-7000 (Tokio, Japón) y un lente Nikon DX Micro 85 mm. Para la determinación de los especímenes se utilizaron las obras de Samuels (1983, 1988), Brayford y Samuels (1993), Samuels y Barr (1997), Rossman et al. (1999), Schroers

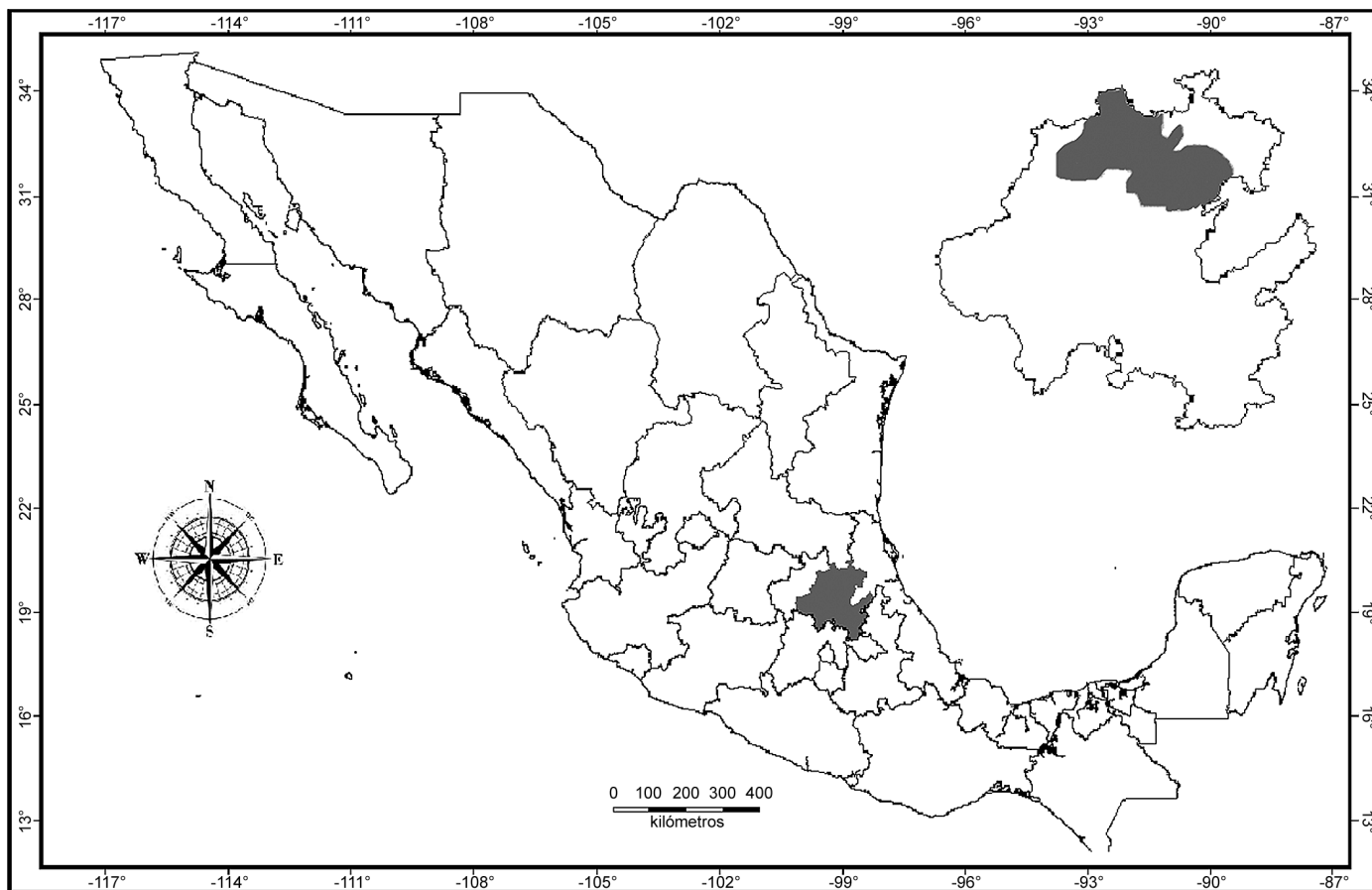


Figura 1: Mapa de la zona de estudio.

(2001), Guu et al. (2007, 2010), Chaverri et al. (2011a) y Salgado-Salazar et al. (2015). Todos los materiales estudiados fueron procesados y están depositados en la colección de hongos del Herbario de la Escuela Nacional Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB). Las descripciones de las especies se presentan en orden alfabético de familias y se siguió el sistema de clasificación de Kirk et al. (2008).

TAXONOMÍA

Bionectria grammicospora (Ferd & Winge) Schroers & Samuels, Stud. Mycol. 46: 154. 2001. TIPO: ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. Virgin Islands, St. Thomas, on bark, 1905, *C. Raunkiaer 3103* (holotipo: NY). Fig. 2A-F.

Estroma someramente desarrollado, aplanado a pulvinado, con peritecios agrupados creciendo sobre el mismo; peritecios $160\text{-}370 \times 150\text{-}360 \mu\text{m}$, gregarios, en grupos abundantes, superficiales a ligeramente embebidos en el estroma, globosos a subglobosos, de color amarillo brillante a naranja, sin cambio de color en KOH 5%, en ocasiones colapsados lateralmente al madurar, lisos cuando jóvenes y verrugosos al madurar, las verrugas blanquecinas a amarillo pálido; pared del peritecio formando textura epidermoidea, $30\text{-}45 \mu\text{m}$ de grosor, con células $16\text{-}25 \times 27.5\text{-}35 \mu\text{m}$; verrugas formadas por células $8\text{-}12\text{-}(20) \mu\text{m}$ de diámetro, globosas, de pared delgada y de hialinas a amarillentas en KOH; ascas $50\text{-}57 \times 6.5\text{-}7.5 \mu\text{m}$, octosporicas, clavadas, hialinas con un anillo apical visible en LA; ascosporas $12.8\text{-}13.6 \times 4.4\text{-}4.8 \mu\text{m}$, estrechamente elipsoidales a fusiformes, con un septo en la

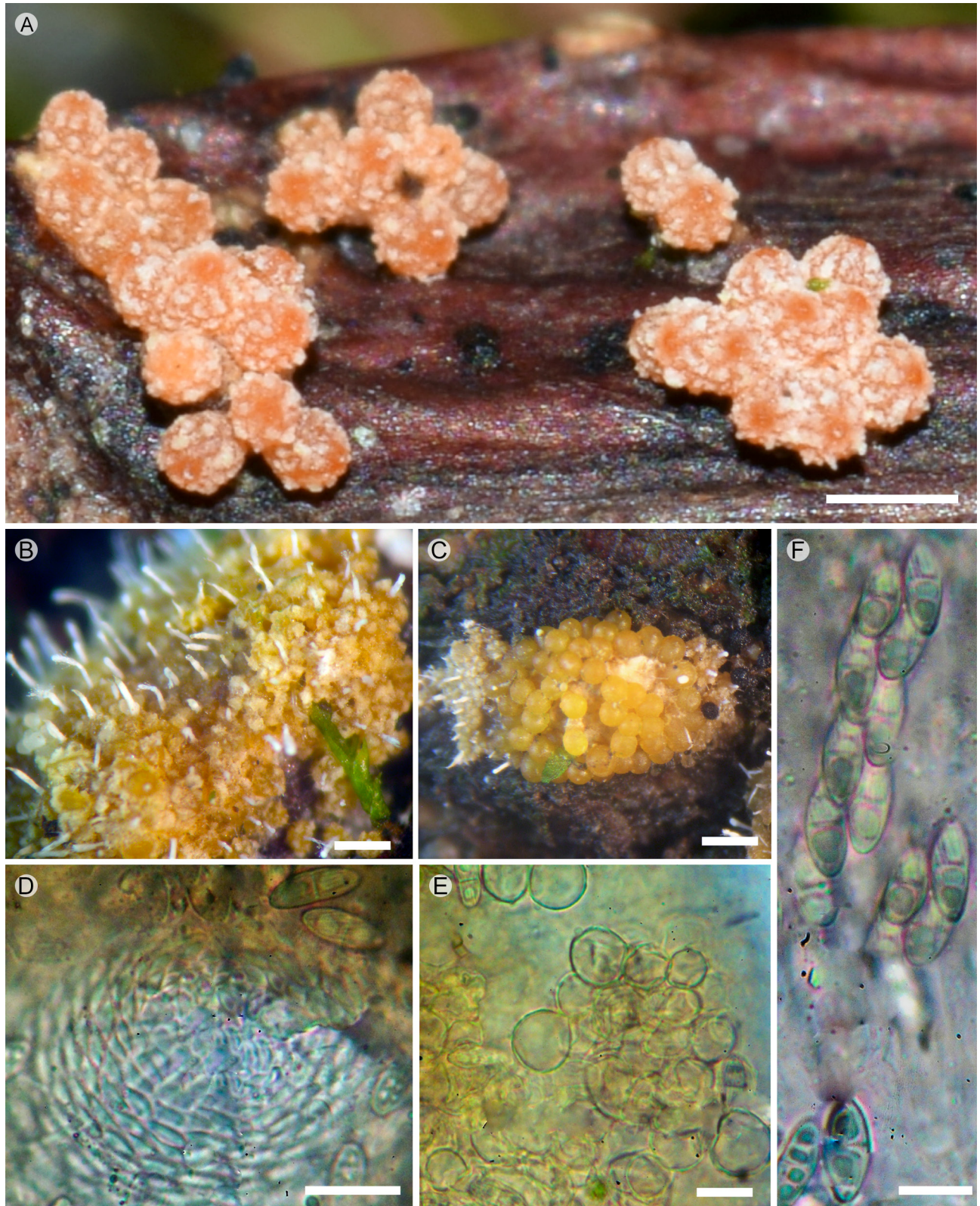


Figura 2: *Bionectria grammicospora* (Ferd & Winge) Schroers & Samuels: A. peritecios; B. sinemas; C. peritecios inmaduros; D. células del ostiolo; E. células de la pared del peritecio; F. ascosporas. Escala: A, B y C=1mm; D, E, F=10 μ m.



parte media, hialinas, con pared delgada y estriadas, biseriadas apicalmente.

Hábitat: Sobre corteza de raíz adventicia de un árbol vivo de una angiosperma en bosque mesófilo de montaña.

Distribución: Samuels (1988) y Schroers (2001) la registran de Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana Francesa, Indonesia, Puerto Rico, Estados Unidos de América y Venezuela. Guu et al. (2010) la mencionan para Taiwan. La especie se cita por primera vez para México.

Notas taxonómicas: El anamorfo o fase asexual de esta especie es *Clonostachys grammicospora* Schroers & Samuels, el cual se encontró creciendo en conjunto con el teleomorfo o fase sexual. Se caracteriza por formar sinemas 152-170 μm de alto, de color blanco a amarillo pálido, con conidios 3.2-6.8 \times 2.4-4.2 μm , elipsoidales a ovoidales, hialinos y sin septos. El espécimen mexicano concuerda con la descripción de Samuels (1988), Schroers (2001) y Guu et al. (2010). Schroers (2001) señala que *B. grammicospora* es muy parecida a *B. grammicosporopsis* y *B. subquaternata* en sus peritecios, pero se separan por el tamaño de las ascosporas que son más anchas en *B. grammicosporopsis* y más largas en *B. subquaternata* que las de *B. grammicospora*.

Material estudiado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, El Temazate, km 168 de la carretera México - Laredo, 21°01'39.8"N, 98°38'34.1"O, 1495 m s.n.m., 22.VIII.2011, R. Valenzuela 14311 (ENCB).

Bionectria ochroleuca (Schwein.) Schroers & Samuels, Z. Mykol. 63(2): 151. 1997. TIPO: ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. North Carolina, Salem, on bark, 1821, L. D. Schweinitz 1418 (holotipo: PH, Collins Set no. 169). Fig. 3A-G.

Estroma aplanado a pulvinado, difícil de observar cuando los peritecios son abundantes; peritecios 308-423 \times 346.5-392.7 μm , gregarios, en grupos 5 a 10, superfi-

ciales, globosos a subglobosos, naranja cuando fresco, sin cambio de color al secarse, sin reacción en KOH 5%, deprimido lateralmente al secarse, lisos a ligeramente rugosos; pared del peritecio formando textura epidermoidea, 35-40 μm de grosor, formada de dos capas visibles, células externas 10-13 \times 4-6 μm , con gotas de color naranja, 4 μm de diámetro, células internas 7-16 \times 2.1-3.4 μm , formando textura prismática; ascas 52-70 \times 12-15 μm , octosporicas, clavadas, hialinas en KOH 5%, con un anillo apical ligeramente visible con azul de algodón y LA, biseriadas; ascosporas 8.5-11.2(-14) \times 3.2-4.8 μm , elipsoides, con un septo en la parte media, hialinas en KOH 5%, de pared delgada, rugosas.

Hábitat: Sobre ramas muertas de *Fagus mexicana* Martínez, en bosque mesófilo de montaña, a una altitud de 2078 m, ocasionando una pudrición blanda en la madera. Schroers (2001) la registra de ramas muertas de varios géneros de dicotiledóneas y monocotiledóneas. Guu et al. (2010) la reportan de ramas y troncos e inclusive sobre hojas de *Sphaeropteris lepifera* (J. Sm. ex Hook.) R.M. Tryon.

Distribución: Esta especie es de amplia distribución en el mundo. Schroers (2001) la menciona para Brasil, Ecuador, Estados Unidos de América, Francia, Guyana, Jamaica, Japón, México, Nueva Zelanda, Panamá, Sudáfrica y Venezuela, mientras que Samuels et al. (2014) la han registrado de China, Nueva Zelanda, Hawaii, Panamá, Estados Unidos de América, Chaverri et al. (2011a) de Costa Rica y Guu et al. (2010) de Taiwan. En este trabajo se cita por primera vez de un bosque mesófilo de montaña del estado de Hidalgo, ya que fue reportada por Rossman et al. (1999) y Schroers (2001) de Laguna Verde en el estado de Veracruz creciendo sobre hojas de *Yucca* L.

Notas taxonómicas: *Bionectria ochroleuca* es una especie común de regiones tropicales y templadas (Schroers y Samuels, 1997; Schroers, 2001; Guu et al., 2010; Samuels et al., 2014). El espécimen recolectado se encontró con su anamorfo *Clonostachys rosea* (Link) Schroers, Samuels, Seifert & W. Gams, formando esporo-

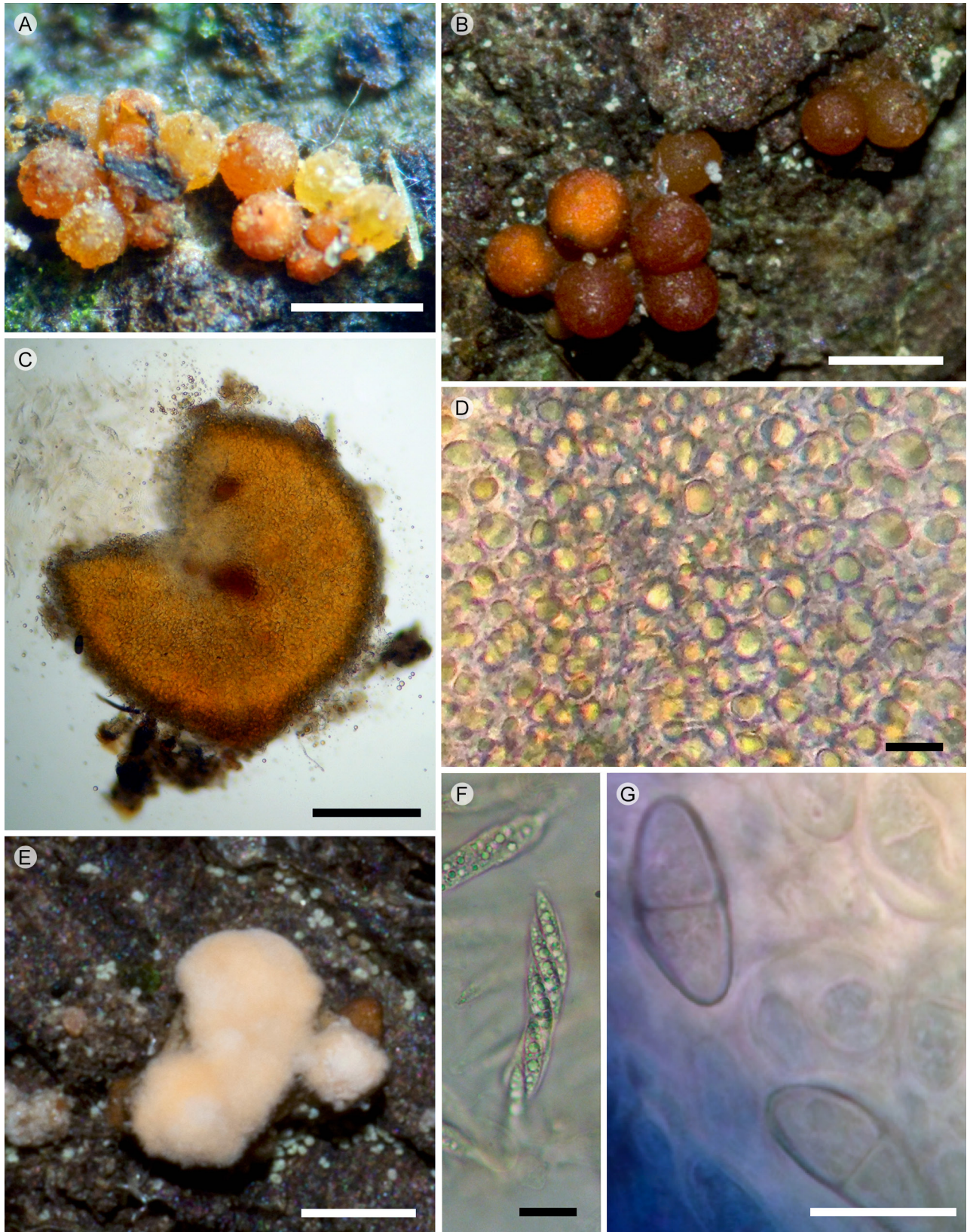


Figura 3: *Bionectria ochroleuca* (Schwein.) Schroers & Samuels: A. peritecios; B. peritecios deshidratados; C. peritecio; D. células de la pared del peritecio; E. esporodoquio; F. ascas; G. ascosporas. Escala: A y B=1 mm; C=100 µm; E=1 mm; D, F y G=10 µm.



doquios, con conidios $4 \times 2.4 \mu\text{m}$, ligeramente curvados. Rossman et al. (1999) y Schroers (2001) mencionan que las ascosporas son espinulosas, mientras que Schroers y Samuels (1997) y Guu et al. (2010) las describen como rugosas. Dichas diferencias se deben a que en microscopio óptico es difícil diferenciarlas por la naturaleza transparente de las ascosporas.

Material estudiado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zacualtípán de Ángeles, La Mojonera, sobre la desviación a Tlahuelompa, $20^{\circ}37'41.6''\text{N}$, $98^{\circ}36'58.4''\text{O}$, 16.V.2014, *E. Escudero-Leyva 410* (ENCB).

Hypomyces boletiphagus Rogerson & Samuels, Mycologia 81(3): 421. 1989. TIPO: ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. North Carolina, Henderson Co., Green Cove, South of Tuxedo, 20.IX.1980, *C. T. Rogerson 80-103* (holotipo: NY). Fig. 4A-H.

Subículo blanco a crema cuando joven, cambiando a marrón pálido en la madurez cubriendo el píleo, himenóforo y estípites, desaparece con la edad; peritecios $210-260 \times 150-200 \mu\text{m}$, cespitosos, inmersos en el subículo sobresaliendo el ostiolo a superficiales en la madurez, globosos a ovoides, de color naranja rojizo o marrón rojizo, en KOH 5% cambia a amarillo brillante o rojo; pared del peritecio de textura epidermoidea, $15-24 \mu\text{m}$ de grosor, con células subglobosas, elipsoidales a oblongas, de color amarillo-anaranjado a anaranjado rojizas en KOH, $3.2-6.4 \mu\text{m}$ de diámetro; papila peritecial cónica, $50-80 \mu\text{m}$ de alto y $50-100 \mu\text{m}$ de ancho; ascas $75-95 \times 4-5.6 \mu\text{m}$, octospóricas, cilíndricas, hialinas en KOH, uniseriadas a parcialmente biseriadas; ascosporas $8.8-12.8(-13.6) \times 2.4-3.2 \mu\text{m}$, naviculares a fusiformes, bicelulares, con el septo en la parte media o submedia, con la célula distal, $5.6-7.2 \times 2.4-3.2 \mu\text{m}$, más ancha y larga que la célula proximal, $3.2-6.4 \times 1.6-2.4 \mu\text{m}$, lisas a finamente verrugosas, no apiculadas.

Hábitat: Esta especie se encontró sobre un basidio-ma de *Leccinum* Gray, cubriéndolo en su totalidad. Se ha

mencionado sobre *Austroboletus gracilis* (Peck) Wolfe, *Gyroporus castaneus* (Bull.) Quél., *Pulveroboletus ravenelii* (Berk. & M.A. Curtis) Murrill y *Strobilomyces strobilaceus* (Scop.) Berk por Rogerson y Samuels (1989).

Distribución: *Hypomyces boletiphagus* se conoce de Estados Unidos de América, Indonesia y Nueva Zelanda (Rogerson y Samuels, 1989) y se registra por primera vez para México.

Notas taxonómicas: Esta especie se caracteriza por formar los peritecios pequeños de menos de $300 \mu\text{m}$, globosos, de color naranja-rojizo a marrón-rojizo, por las ascosporas bicelulares y pequeñas, menos de $14 \mu\text{m}$ (Rogerson y Samuels, 1989). Es afín a *Hypomyces badius* Rogerson & Samuels, *H. chrysospermus* Tul. & C. Tul. y *H. microspermus* Rogerson & Samuels por tener peritecios anaranjados, rojizos a marrón rojizos, y las ascosporas son bicelulares, pero éstas se separan de *H. boletiphagus* por tener las ascosporas más grandes (Rogerson y Samuels, 1989). *Hypomyces chlorinigenus* Rogerson & Samuels es otra especie afín que tiene ascosporas pequeñas $9-12 \mu\text{m}$ de largo, pero sus peritecios son de color ámbar y no cambian con KOH (Rogerson y Samuels, 1989).

Material estudiado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, El Temazate, km 168 de la carretera México - Laredo, $21^{\circ}01'39.8''\text{N}$, $98^{\circ}38'34.1''\text{O}$, 1495 m s.n.m., 22.VIII.2011, *R. Valenzuela 14314* (ENCB).

Sarcopodium flavolanatum (Berk. & Broome) L. Lombard & Crous, Stud. Mycol. 80: 220. 2015. TIPO: SRI LANKA. Sin localidad, 1868, *G. H. K. Thwaites 239B* (holotipo: K). Fig. 5A-H.

Estroma errumpente en la corteza, inconspicuo, no visible cuando están maduros los peritecios, usualmente se forman primero los sinemas y después en la base de éstos los peritecios, o están separados ambos; peritecios $250-420 \times 200-300 \mu\text{m}$, solitarios a gregarios, cuando gregarios formando grupos 5 a 15, superficiales, globosos a

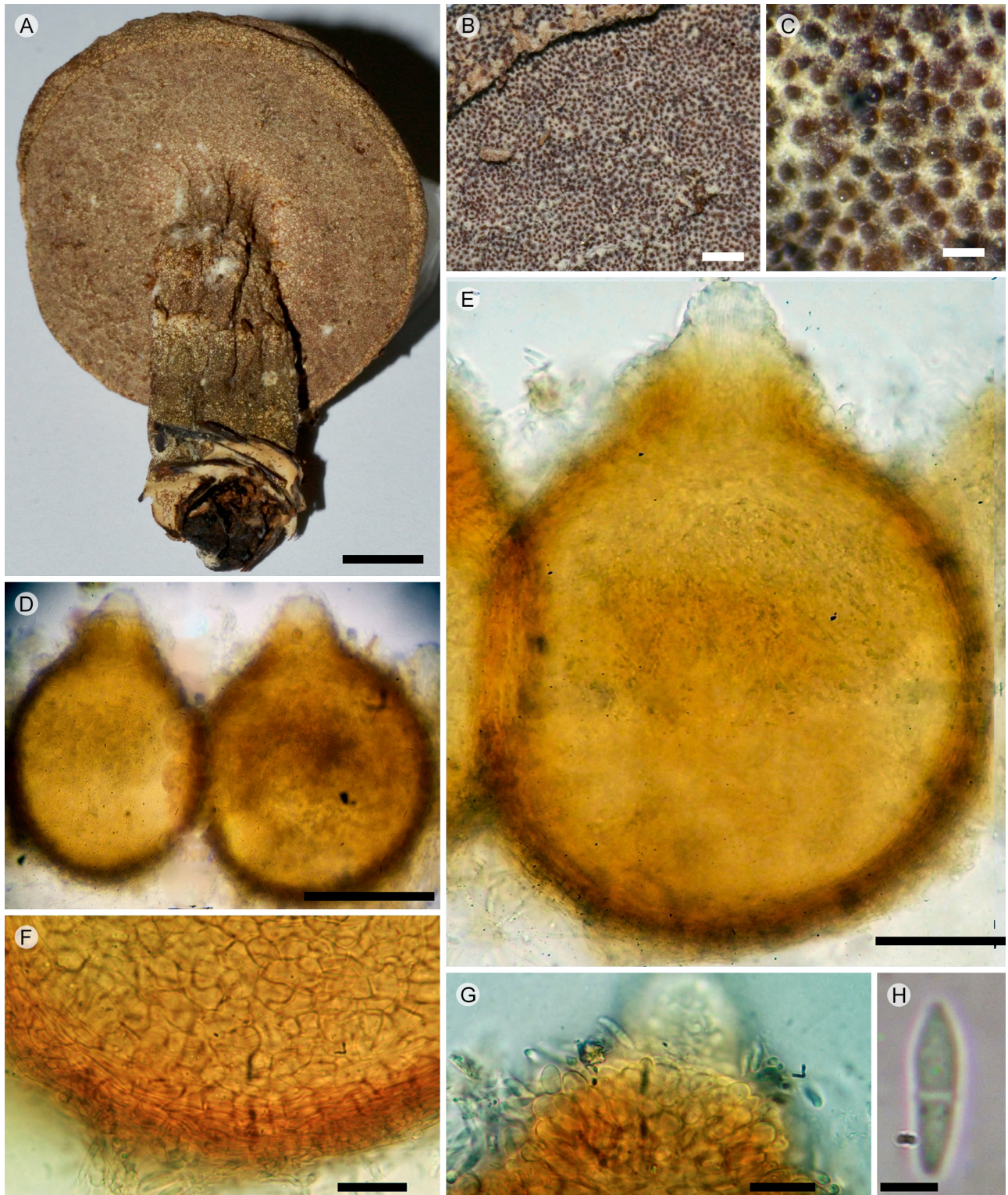


Figura 4: *Hypomyces boletiphagus* Rogerson & Samuels: A. peritecios sobre *Leccinum* Gray; B-E. peritecios; F. células de la pared del peritecio; G. células del ostiolo; H. ascospora. Escala: A=10 mm; B=1 mm; C=0.5 mm; D=100 μm; E=50 μm; F=25 μm; G=15 μm; H=5 μm.

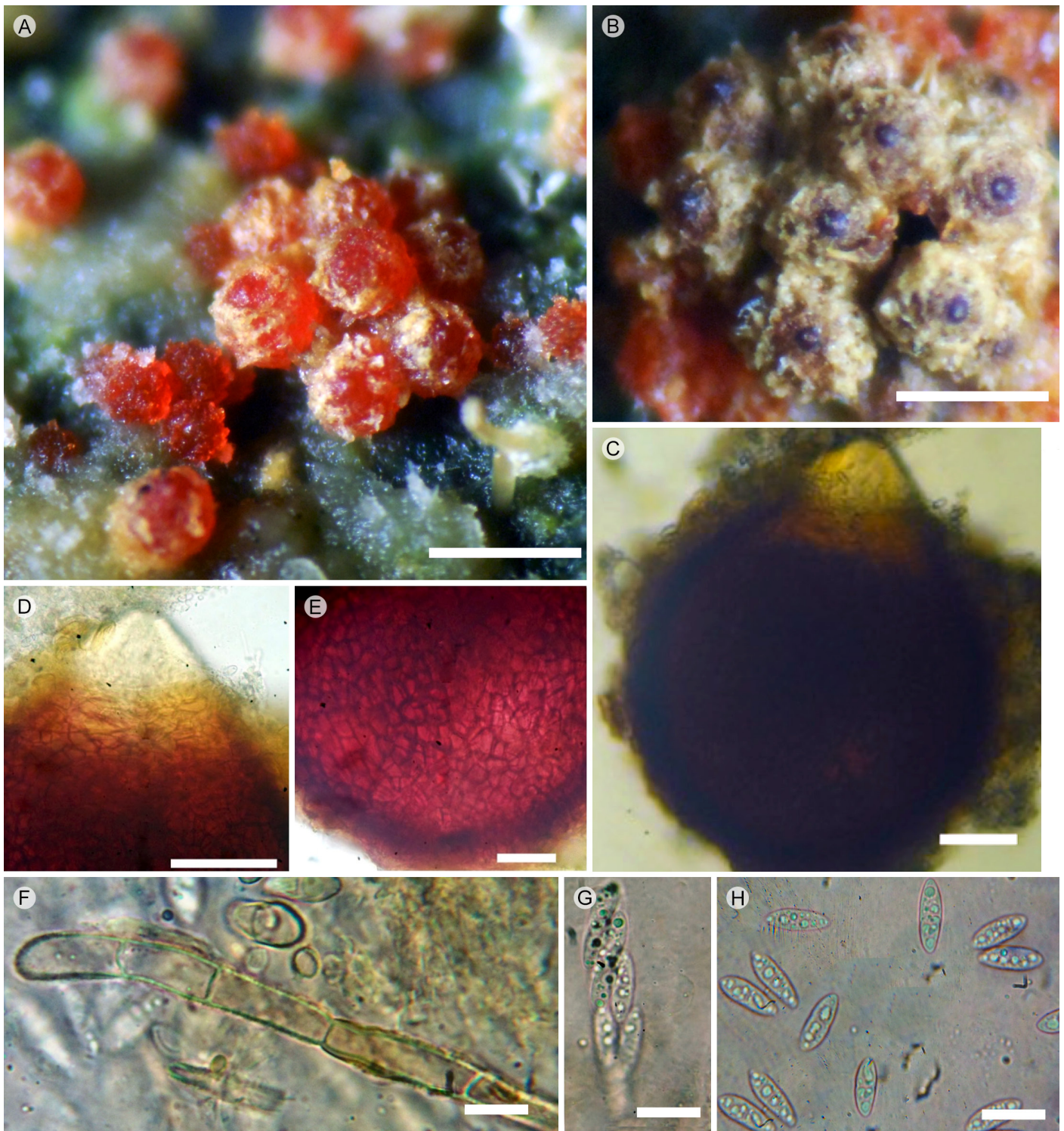


Figura 5: *Sarcopodium flavolanatum* (Berk. & Broome) L. Lombard & Crous: A. peritecios; B. peritecios deshidratados; C. peritecio; D. ostiolo; E. células de la pared del peritecio; F. pelos micelioides periteciales; G. asca; H. ascosporas. Escala: A y B=1 mm; C, D, y E=50 μ m; F=8 μ m; G y H=16 μ m.

obpiriformes, rojos en fresco, cambiando a rojo oscuro en KOH, se oscurecen al secarse, sobre todo el ostiolo (Fig. 4B), rugosos por una cubierta vilosa a tomentosa, formada por pelos micelioides filamentosos, amarillo dorados; pared peritecial 25-40 μm de grosor, textura angular con células poligonales, rojizas en KOH, 12-16 \times 8-14.2 μm con paredes engrosadas, hasta 2.4 μm de grosor; pelos micelioides periteciales 40-90 \times 4-4.8 μm , flexuosos, no ramificados, rectos, ligeramente curvados en el ápice a ganchudos, con septos simples y frecuentes, pared ligeramente engrosada, fuertemente espinulosa; células del cuello del peritecio oscureciéndose en seco y hialinas en KOH, angulares, a epidermoides, 6-7 \times 4-6 μm ; ascas 48-64 \times 9.6-10.4 μm , octosporicas, clavadas, hialinas en KOH, biseriadas; ascosporas 15-20 \times 4.8-6.4 μm , oblongas a fusiformes, bicelulares, con septo en la parte media, no constreñidas en el septo, hialinas en KOH, de pared delgada, estriadas.

Habitat: Sobre corteza de un arbusto vivo de una angiosperma en un bosque mesófilo de montaña a una altitud de 1600 m, ocasionando una pudrición blanda.

Distribución: Pantropical, se ha mencionado de Sri Lanka y Guyana Francesa por Rossman et al. (1999) y de Taiwan por Guu et al. (2007), creciendo sobre corteza de angiospermas y de Colombia, Costa Rica, Ecuador, Estados Unidos de América, India, Islas Cook, Nueva Zelanda, Panamá, Perú, Sri Lanka, Trinidad y Tobago, y Venezuela, y creciendo sobre madera y herbáceas muertas por Samuels y Dumont (1982). Se registra por primera vez para México.

Notas taxonómicas: La presencia de pelos micelioides que rodean al peritecio, la fase anamórfica que forma sinemas, generalmente presente junto con los peritecios, y el tamaño y ornamentación de las ascosporas son caracteres diagnósticos de esta especie. Especies afines son *Sarcopodium mammiforme* (Chardón) L. Lombard & Crous, *Sarcopodium raripilum* (Penz. & Sacc.) L. Lombard & Crous, *L. flocculenta* (Henn. & E. Nyman) Samuels & Rossman,

las cuales presentan peritecios muy similares, pero se separan por el tamaño de las ascosporas, las dos primeras por presentar ascosporas más grandes (25-30 μm) y la última teniéndolas más pequeñas (10-13 μm de largo) (Rossman et al., 1999). Samuels y Dumont (1982) describieron esporas 13-18 \times 4-5 μm , mientras que Rossman et al. (1999) las citan 13.5-18(-21) \times 4-6(-7.5) μm y Guu et al. (2007) las menciona 15-20 \times 5-5.5 μm , por lo que el espécimen mexicano entra dentro del rango del tamaño de esporas (15-20 \times 4.8-6.4 μm), siendo un poco más grande que las registradas por Samuels y Dumont (1982) y más anchas que las descritas por Guu et al. (2007).

Material estudiado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Molango, Laguna Atezca, km 232 de la carretera México - Laredo, 20°47'4"N, 98°43'3"O, 16.VII.2012, T. Raymundo 4270 (ENCB).

Thelonectria ostrina Salgado & P. Chaverri, Fungal Diversity 70: 1-29. 2015. TIPO: PUERTO RICO. Caribbean National Forest, Luquillo Mountains, Rio Grande, trail to El Toro from Rt. 186, 650-750 m, on bark of unidentified recently dead tree, 24.II.1996, G. J. Samuels et al. (holotipo: BPI 745542). Fig. 6A-F.

Peritecios 300-600 \times 250-400 μm de ancho, solitarios, gregarios a cespitosos, formando grupos pequeños (hasta 10 peritecios) a más 30, superficiales en el sustrato, o inmersos ligeramente en un estroma, globosos, no colapsado en seco, superficie brillante o lustrosa, lisa a rugosa, rojizo a rojo oscuro cambiando a carmín en KOH; ostiolo con una pequeña papila, pero no llega a ser mameliforme, más oscuro que el resto del peritecio; células de la pared del ostiolo bien definidas e irregulares en forma 2-5 μm de diámetro; pared del peritecio 25-40 μm , con células no definidas; ascas 64-96 \times 8.8-9.6 μm , octosporadas, cilíndricas a clavadas, con un anillo apical refringente, uniseriadas; ascosporas 9.6-12(-13.2) \times 4.4-4.8(-5.6) μm , bicelulares, elipsoidales, algunas ligeramente curvadas, con un septo en el centro, no constreñido, hialinas, espinulosas, de pared delgada.

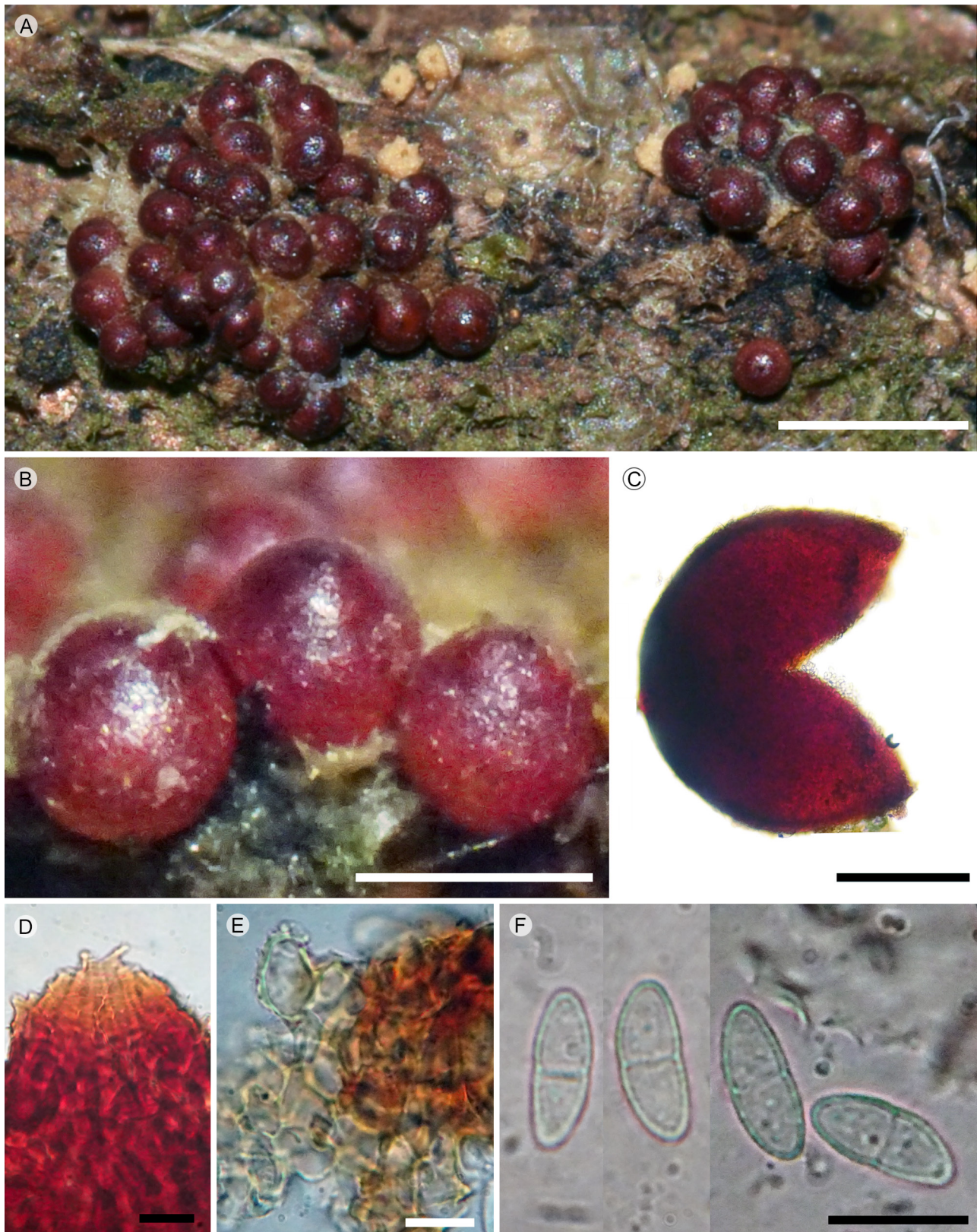


Figura 6: *Thelonectria ostrina* Salgado & P. Chaverri: A-C. peritecios; D. células del ostiolo; E. células de la pared del peritecio; F. ascosporas. Escala: A=1 mm; B=500 μ m; C=100 μ m; D=20 μ m; E=10 μ m; F=12 μ m.

Hábitat: Sobre corteza de raíz adventicia de un árbol vivo de una angiosperma en bosque mesófilo de montaña.

Distribución: Se ha encontrado esta especie en Puerto Rico, Venezuela y Japón y probablemente esté ampliamente distribuida en los trópicos y subtropicos del mundo (Salgado-Salazar et al., 2015).

Notas taxonómicas: *Thelonectria discophora* (Mont.) P. Chaverri & Salgado es una especie afín por tener los peritecios de color rojizo, lustrosos, lisos a ligeramente rugosos y cambia a rojo carmin en KOH, pero se separa por sus esporas más grandes ($11.5-15.5 \times 5-6.5 \mu\text{m}$) y crece en regiones templadas del continente americano y europeo, a diferencia de la especie aquí tratada (Salgado-Salazar et al., 2015).

Material estudiado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, El Temazate, km 168 de la carretera México - Laredo, $21^{\circ}01'39.8''\text{N}$, $98^{\circ}38'34.1''\text{O}$, 1495 m s.n.m., 22.VIII.2011, R. Valenzuela 14306 (ENCB).

Thelonectria veuillotiana (Roum. & Sacc.) P. Chaverri & C. Salgado, Stud. Mycol. 68: 77. 2011. TIPO: FRANCIA. Lyon, Hieme 1879, in cortice putrescente de *Gleditsia triacanthos* L., J. Therry 1076 legit. (isotipo: BPI). Fig. 7A-G.

Peritecios $396-414 \times 284-360 \mu\text{m}$, solitarios, gregarios, superficiales en el sustrato, globosos con un anillo apical, de color rojo intenso cambiando a magenta en KOH, liso y brillante; ostiolo formado por un anillo apical $179-196 \times 51-68 \mu\text{m}$, con células alargadas, obpiriformes a cordiformes, $28-48 \times 20-26.4 \mu\text{m}$, de pared gruesa hasta $4 \mu\text{m}$ de grosor; células de la pared del peritecio de textura epidermoidea, globosas a irregulares $20-21.6 \times 13.6-21.6 \mu\text{m}$ de diámetro; ascas octosporadas, clavadas $76-96 \times 9-12 \mu\text{m}$; ascosporas $13.6-16.8 \times 5.6-7.2 \mu\text{m}$, uniseriadas, bicelulares, con un septo en el centro no constreñido, hialinas, elipsoidales de pared delgada y espinulosa a verrugosa.

Habitat: Esta especie crece gregario sobre corteza de ramas en descomposición de árboles de angiospermas en bosque mesófilo de montaña.

Distribución: Cosmopolita (Chaverri et al., 2011a, b). Ha sido registrada de Alemania, Ecuador, Escocia, Francia, India, Inglaterra, Irlanda, Jamaica, Japón, Puerto Rico y República Dominicana (Brayford y Samuels, 1993). Se menciona por primera vez para México.

Notas taxonómicas: Esta especie se distingue por que en el cuello de los peritecios se forma un collar de células alrededor del ostiolo obpiriformes a cordiformes que junto con las células de la pared cambian de color rojo a magenta en KOH. Especies afines son *Thelonectria acrotyla* (Brayford & Samuels) C. Salgado & P. Chaverri, *T. coronata* (Penz. & Sacc.) P. Chaverri & C. Salgado y *T. platycephala* (Brayford & Samuels) C. Salgado & P. Chaverri, por formar el anillo apical en el ostiolo. Sin embargo, se separan las primeras dos por tener esporas más grandes y en la última son más pequeñas que la especie aquí estudiada (Brayford y Samuels, 1993). El material mexicano concuerda con la descripción dada por Brayford y Samuels (1993), aunque el tamaño de esporas es ligeramente más pequeño al mencionado por estos autores, pero está dentro del rango ($(12.4-14.7-19.3(-25) \times (5-6.5-7.8(-9.3) \mu\text{m})$).

Material estudiado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, El Temazate, km 168 de la carretera México - Laredo, $21^{\circ}01'39.8''\text{N}$, $98^{\circ}38'34.1''\text{O}$, 1495 m s.n.m., 27.VI.2012, S. Bautista-Hernández 31 (ENCB).

Valettoniella paucicornata Samuels & M.E. Barr, Can. J. Bot. 75(12): 2175. 1997. TIPO: VENEZUELA. Departamento de Rio Negro, Neblina base camp, along Rio Mawarinuma, 4.V.1984, G. J. Samuels 1907 (isotipo: NY). Fig. 8A-G.

Peritecios gregarios a dispersos, esféricos $170-250 \mu\text{m}$ de diámetro, pardo oscuro casi negro a veces cupulados o colapsados cuando se secan; setas abundantes, superficia-

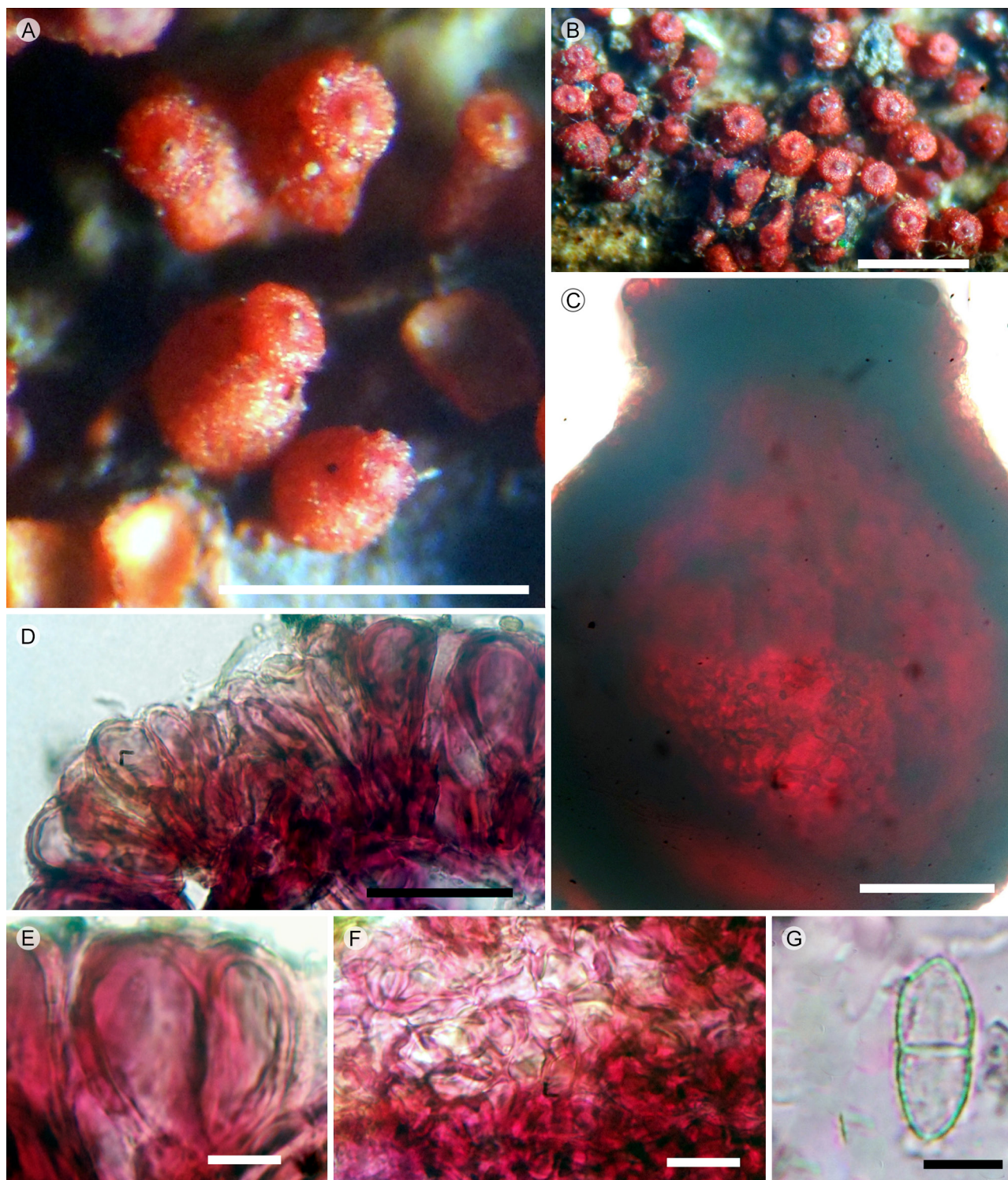


Figura 7: *Thelonectria veuillotiana* (Roum. & Sacc.) P. Chaverri & C. Salgado: A. peritecios; B. peritecios; D, E. células del ostiolo; F. células de la pared del peritecio; G. ascosporas. Escala: A y B=1 mm; C=100 μ m; D=50 μ m, E y F=10 μ m; G=8 μ m.

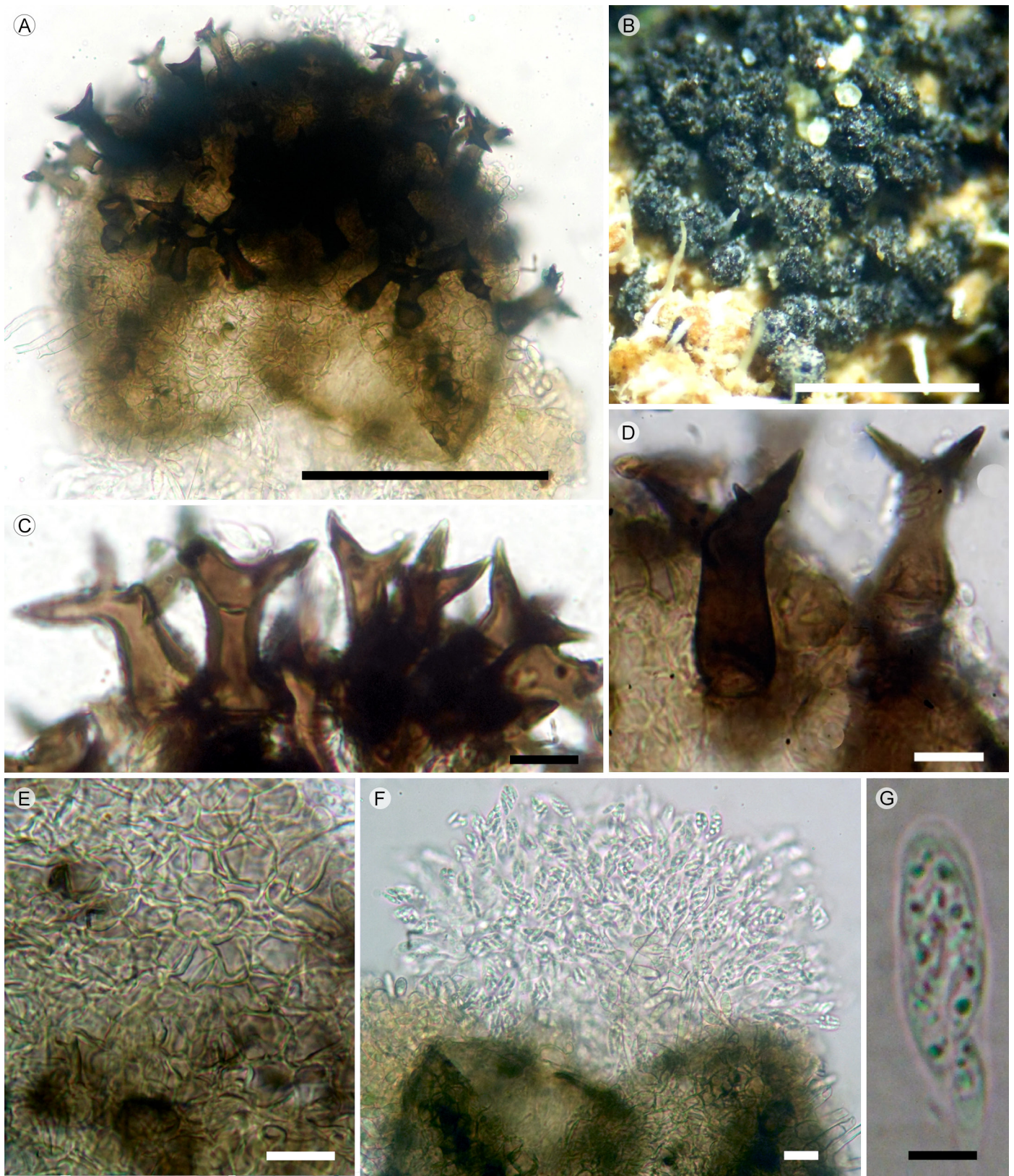


Figura 8: *Valetoniella pauciornata* Samuels & M.E. Barr: A. peritecio; B. peritecios; C, D. setas; E. células de la pared del peritecio; F. ascas; G. asca con ascosporas. Escala: A=100 μ m y B=1 mm; C y D=10 μ m; E y F=20 μ m; G=8 μ m.



les, ventricosas en la base y bifurcadas con el ápice agudo $38-50 \times 12-15 \mu\text{m}$; células del peridio angulares $6-10 \mu\text{m}$ de diámetro, de color marrón claro a marrón oscuro hacia la base; ascas $25-30 \times 6-8 \mu\text{m}$, octosporadas, clavadas biseriadas; ascosporas $7-10 \times 2.5-3 \mu\text{m}$, bicelulares, oblongo elipsoides, hialinas, lisas y no dextrinoides.

Hábitat: Parásito de *Bionectria grammicospora* (*R. Valenzuela 14311*) que estaba sobre corteza de raíz adventicia de un árbol vivo de angiosperma en bosque mesófilo de montaña. Ha sido mencionada como parásito de *Haematonectria haematococca* (Ver. & Broome) Samuels & Rossman y de *Nectria* sp. (Samuels y Barr, 1997).

Distribución: Ha sido citada de Venezuela y Puerto Rico (Samuels y Barr, 1997). Se registra por vez primera para México.

Notas taxonómicas: Los peritecios globosos de color marrón oscuro y setas ramificadas en el ápice, ascosporas hialinas, lisas y no dextrinoides son los caracteres diagnósticos de esta especie (Samuels y Barr, 1997). Especies afines son *Valetoniella claviornata* Samuels & M.E. Barr. y *V. crucipila* Höhn. por tener las setas ramificadas en el ápice y ser micoparásitos. La primera se distingue por esporas cilíndrico-fusoides y muy grandes (hasta $30 \mu\text{m}$ de largo), y la segunda porque, aunque tiene el mismo largo de esporas, son más anchas ($3.5-5 \mu\text{m}$), están fuertemente estriadas y son dextrinoides (Samuels, 1983; Samuels y Barr, 1997).

Material estudiado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, El Temazate, km 168 de la carretera México - Laredo, $21^{\circ}01'39.8''\text{N}$, $98^{\circ}38'34.1''\text{O}$, 1495 m s.n.m., 22.VIII.2011, *R. Valenzuela 14315* (ENCB).

Viridispora alata (Samuels) Samuels & Rossman, Stud. Mycol. 42: 166. 1999. TIPO: VENEZUELA. Departamento de Bolívar, 118 km al sur de El Dorado sobre la carretera El Dorado - Santa Elena, 5.VIII.1972, *K.P. Dumont VE6960* (holotipo: VEN, isotipo: NY). Fig. 9A-G.

Peritecios de $270-450 \times (160-240-270 \mu\text{m})$, globosos, piriformes a ovoides, no estromaticos, de color anaranjado, anaranjado rojizo o rojo, no se colapsan cuando secos, con un disco ostiolar plano no papilado, ligeramente más oscuro que las paredes periteciales, ornamentado con prominentes verrugas cónicas, de amarillentas a anaranjado rojizas, de hasta $150-180 \mu\text{m}$ de alto; estructura de las paredes periteciales no observada, por la dificultad de hacer cortes a navaja por los peritecios muy pequeños y solitarios; sólo se observó la estructura de las escamas o verrugas que presentan células de hasta $100 \mu\text{m}$ de largo, perpendiculares a la pared de las células periteciales; ascas $60-85 \times 12-25 \mu\text{m}$, biseriadas, clavadas; ascosporas $(16-19-23 \times 7-9.2 \mu\text{m})$, bicelulares, elipsoides a ampliamente ovoides, verde pálido en KOH, lisas, de pared delgada.

Hábitat: Sobre corteza de raíz adventicia de un árbol vivo de angiosperma en bosque mesófilo de montaña y asociado a otros Hypocreales.

Distribución: Se ha descrito de Costa Rica, Ecuador, Guyana, Guyana Francesa y Venezuela (Samuels, 1989). También ha sido mencionado del Este de Estados Unidos de América y Japón (Samuels et al., 2014), así como de Centroamérica por Chaverri et al. (2011a).

Notas taxonómicas: La presencia de peritecios de color rojo brillante con verrugas prominentes y ascosporas verde oliváceas en KOH son los caracteres diagnósticos para determinar la especie (Samuels, 1989). Una especie afín es *Viridospora penicilliferi* por que presenta verrugas en el peritecio y ascosporas verde pálido, pero se separa por tener las verrugas más cortas (hasta $65 \mu\text{m}$) y las esporas más pequeñas ($13-17 \times 5-7 \mu\text{m}$). Las demás especies del género no presentan las verrugas en el peritecio (Rossman et al., 1999).

Material estudiado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Tlanchinol, El Temazate, km 168 de la carretera México - Laredo, $21^{\circ}01'39.8''\text{N}$, $98^{\circ}38'34.1''\text{O}$, 1495 m s.n.m., 22.VIII.2011, *R. Valenzuela 14310* (ENCB).

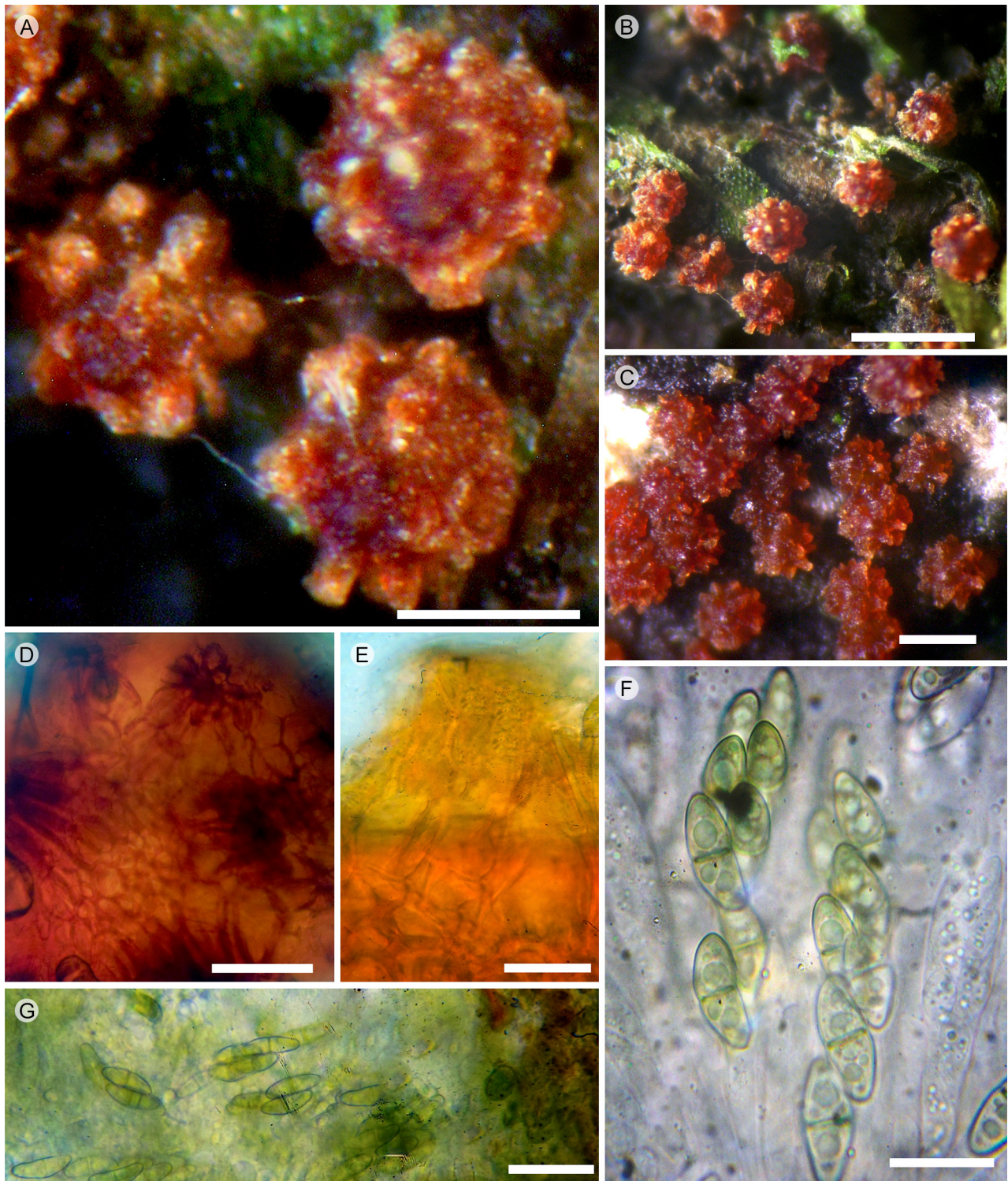


Figura 9: *Viridispora alata* (Samuels) Samuels & Rossman: A. peritecios; B, C. peritecios; D, E. ornamentaciones de la pared; F. ascas; G. ascosporas. Escala: A=200 μ m; B=1 mm; C=400 μ m; D y E =100 μ m; F y G=20 μ m.



DISCUSIÓN

El presente trabajo refleja la gran diversidad que tienen los bosques mesófilos de montaña de la Sierra Alta Hidalguense y la amplia distribución de especies del orden Hypocreales en este tipo de vegetación y en México en general, dado que el conocimiento de este grupo de hongos se incrementó a 24 especies conocidas en el país. De las ocho especies estudiadas, todas son nuevos registros para el estado de Hidalgo y siete de ellas se citan por primera vez para México, por lo que se confirma la presencia de una gran riqueza de especies de hongos, considerando lo señalado por Villaseñor y Gual-Díaz (2014) que en este tipo de vegetación hay una alta biodiversidad. Por otro lado, el estado de Hidalgo por el momento es más diverso en México con respecto a especies del orden Hypocreales, con 15 especies: siete previamente citadas tanto del bosque mesófilo de montaña como de otros tipos de vegetación (Frutis y Guzmán, 1983) y las ocho que se registran en el presente trabajo. Le sigue el estado de Oaxaca con ocho especies. Es interesante mencionar que en una misma raíz adventicia de un árbol de angiosperma estaban creciendo cuatro de las especies estudiadas, tres directamente en la corteza (*Bionectria grammicospora*, *Thelonectria ostrina* y *Viridisporea alata*) y *Valetioniella pauciornata* parasitando a *Bionectria grammicospora*.

CONTRIBUCIONES DE AUTORES

TR, LRB y RV concibieron y diseñaron el estudio. TR, EEL, JGJ y RV realizaron las determinaciones de las especies, EEL, RSA, JGJ y LRB contribuyeron a la adquisición de datos importantes para el trabajo. Las fotos de las figuras fueron tomadas por TR y RV. TR escribió el manuscrito con la ayuda de 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 la Secretaría de Investigación y Posgrado en los proyectos SIP: 20150540, 20151530, 20161164, 20161166, 20170845, 20170846. También fue apoyado

por el 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”. Efraín Escudero Leyva fue apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (becario #294819) para realizar sus estudios de Maestría en Biociencias en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional y además recibió el apoyo de la Beca de Estimulo Institucional de Formación de Investigadores (BEIFI s.n./proyecto SIP: 20151530). Valenzuela agradece a la Comisión de Operación y Fomento de las Actividades Académicas del IPN y a la Secretaria de Posgrado e Investigación del IPN el apoyo recibido por las becas de exclusividad (SIBE y EDI) para realizar sus investigaciones.

AGRADECIMIENTOS

Soto-Agudelo agradece al Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad del Quindío en Colombia y al Curador del Herbario HUQ de la Universidad del Quindío por las facilidades otorgadas para realizar el presente trabajo. Valenzuela y Raymundo agradecen a las autoridades de la ENCB del IPN las facilidades otorgadas para realizar el presente estudio.

LITERATURA CITADA

- Bautista, N., S. Chacón y G. Guzmán 1986. Ascomycetes poco conocidos de México, III. Especies del estado de Morelos. *Revista Mexicana de Micología* 2: 85-104.
- Brayford, D. y G. J. Samuels. 1993. Some didymosporous species of *Nectria* with non-microconidial *Cylindrocarpon* anamorphs. *Mycologia* 85(4): 612-637. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/3760508>
- Chacón, S. y G. Guzmán. 1983. Ascomycetes poco conocidos en México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 18: 183-218.

- Chaverri, P., S. Huhndorf, J. D. Rogers y G. J. Samuels. 2011a. Microhongos comunes de Costa Rica y otras regiones tropicales. INBIO. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 241 pp.
- Chaverri, P., C. Salgado, Y. Hirooka, A. Y. Rossman y G. J. Samuels. 2011b. Delimitation of *Neonectria* and *Cylindrocarpon* (Nectriaceae, Hypocreales, Ascomycota) and related genera with *Cylindrocarpon*-like anamorphs. *Studies in Mycology* 68: 57-78. DOI: <http://dx.doi.org/10.3114/sim.2011.68.03>
- Díaz-Barriga, H., F. Guevara-Fefer y R. Valenzuela. 1988. Contribución al conocimiento de los macromicetos del estado de Michoacán. *Acta Botanica Mexicana* 2: 21-24. DOI: <http://dx.doi.org/10.21829/abm2.1988.564>
- 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.
- García-Jiménez, J. y R. Valenzuela. 2005. Los Hongos Macromicetos. In: Sánchez-Ramos, G., P. Reyes-Castillo y R. Dirzo. (eds.). *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Toopan Printing Co. Hong Kong, China. Pp. 321-337.
- Guu, J. R., Y. M. Ju y H. J. Hsieh. 2007. Nectriaceous fungi collected from forest in Taiwan. *Botanical Studies* 48: 187-203.
- Guu, J.-R., Y. M. Ju y J. H. Hsieh. 2010. Bionectriaceous fungi collected from forests in Taiwan. *Botanical Studies* 51: 61-74.
- Guzmán, G., M. A. Morón, F. Ramírez-Guillén y J. H. D. Wolf. 2001. Entomogenous *Cordyceps* and related genera from Mexico with discussions on their hosts and new records. *Mycotaxon* 78: 115-125.
- Heredia, G. 1989. Estudio de los hongos de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas. Consideraciones sobre la distribución y ecología de algunas especies. *Acta Botanica Mexicana* 7: 1-18. DOI: <http://dx.doi.org/10.21829/abm7.1989.577>
- Kirk, P. M., P. F. Cannon, D. W. Minter y J. A. Stalpers. 2008. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*. 10th. ed. CAB International, Cromwell Press. Wallingford, USA. 784 pp.
- Pérez-Silva, E. 1977. Algunas especies del género *Cordyceps* (Pyrenomycetes) en México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 11: 145-153.
- Pérez-Silva, E. 1978. Nuevos registros del género *Cordyceps* (Pyrenomycetes) en México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 12: 19-25.
- Pérez-Silva, E., E. Aguirre-Acosta y T. Herrera. 1983. Distribución e importancia de algunas especies de *Hypomyces* (Hypocreales) en México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 54: 203-218.
- Raymundo, T., R. Soto-Agudelo, S. Bautista Hernández, A. Morales-Campos y R. Valenzuela. 2016. Catálogo de los ascomicetos del bosque mesófilo de montaña de Tlanchinol, Hidalgo (México). *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid* 40: 83-108.
- Rogerson, C. T. y G. J. Samuels. 1989. Boleticolous species of *Hypomyces*. *Mycologia* 81(3): 413-432. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/3760079>
- Rossman, A. Y., G. J. Samuels, C. T. Rogerson y R. Lowen. 1999. Genera of Bionectriaceae, Hypocreaceae and Nectriaceae (Hypocreales, Ascomycetes). *Studies in Mycology* 42: 1-248. DOI: <http://dx.doi.org/10.5598/imafungus.2013.04.01.05>
- Salgado-Salazar, C., A. Y. Rossman, G. J. Samuels, Y. Hirooka, R. M. Sanchez y P. Chaverri. 2015. Phylogeny and taxonomic revision of *Thelonectria discophora* (Ascomycota, Hypocreales, Nectriaceae) species complex. *Fungal Diversity* 70: 1-29. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s13225-014-0280-y>
- Samuels, G. J. 1983. Ascomycetes of New Zealand 4. *Valetoniella crucipila* Hönnel and *Trichosphaerella tuberculata* sp. nov., two members of the Trichophariaceae with pseudoamyloid ascospores. *New Zealand Journal of Botany* 21: 157-161.
- Samuels, G. J. 1988. Species of *Nectria* (Ascomycetes, Hypocreales) having orange perithecia and colorless, striate ascospores. *Brittonia* 40(3): 306-331. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2807484>
- Samuels, G. J. 1989. *Nectria* and *Penicillifer*. *Mycologia* 81(3): 347-355. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/3760073>



- Samuels, G. J. y K. P. Dumont. 1982. The genus *Nectria* (Hypocreaceae) in Panama. *Caldasia* 13(63): 379-423.
- Samuels, G. J. y M. E. Barr. 1997. Notes on and additions to the Niessliaceae (Hypocreales). *Canadian Journal of Botany* 75: 2165-2176. DOI: <http://dx.doi.org/10.1139/b97-928>
- Samuels, G. J., A. Y. Rossman, P. Chaverri, B. E. Overton, K. Pöldmaa, D. F. Farr y E. B. McCray. 2014. Hypocreales of the Southeastern United States. *Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture* ([/taxadescriptions/keys/HypocrealesSoutheastIndex.cfm](http://taxadescriptions/keys/HypocrealesSoutheastIndex.cfm)).
- Schroers, H. J. 2001. A monograph of *Bionectria* (Ascomycota, Hypocreales, Bionectriaceae) and its *Clonostachys* anamorphs. *Studies in Mycology* 46: 1-214.
- Schroers, H. J. y G. J. Samuels. 1997. *Bionectria*: a genus for species of the *Nectria ochroleuca* group. *Zeitschrift für Mykologie* 63: 149-154.
- Villaseñor, J. L. y M. Gual-Díaz. 2014. El bosque mesófilo de montaña en México y sus plantas con flores. In: Gual-Díaz, M. y A. Rendón-Correa (comps.). *Bosques mesófilos de montaña en México. Diversidad, ecología y manejo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Cd. Mx., México. Pp. 221-236.