



Acta Botanica
Mexicana

Identificación taxonómica y pruebas histoquímicas de ascomicetos coprófilos del municipio Zempoala, Hidalgo, México, incluyendo una nueva especie de *Coprotus*

Taxonomic identification and histochemical tests of coprophilous ascomycetes from the municipality of Zempoala, Hidalgo, Mexico, including a new species of *Coprotus*

Pedro M. Alvarez-Cortés¹ , Michelle Martínez-Pineda¹ , Ricardo Valenzuela¹ , Tania Raymundo^{1,2} 

Resumen:

Antecedentes y Objetivos: Los ascomicetos coprófilos son organismos saprobios capaces de degradar la materia vegetal que no se terminó de descomponer en el proceso de digestión animal. En la más reciente revisión a nivel mundial se indicaron 9666 registros de ascomicetos provenientes de 1376 excretas. Para México, durante la década de 1970, se describieron 23 especies nuevas del país, y hasta el momento no se han profundizado las investigaciones de este grupo de hongos. El objetivo del presente estudio es analizar la diversidad taxonómica de los hongos fimícolas procedentes de un matorral xerófilo en el estado de Hidalgo, incluyendo pruebas histoquímicas cualitativas.

Métodos: Se recolectaron muestras de excretas entre 2023 y 2024. En laboratorio fueron colocadas en cámara húmeda durante dos meses para que se desarrollaran las fructificaciones. El material se determinó con base en los caracteres morfológicos macro- y microscópicos. Además, se efectuaron pruebas histoquímicas cualitativas. El material recolectado fue depositado en el herbario ENCB.

Resultados clave: Se determinaron 29 especies en 19 géneros, 14 familias y cuatro órdenes de Ascomycota, de las que 16 se citan por primera vez para el país. Además, *Coprotus sangabrielensis* se propone como nueva especie para la ciencia y se presenta una clave taxonómica para las especies en este estudio. Las pruebas histoquímicas cualitativas revelan que los ascomicetos fimícolas estudiados pueden contener alcaloides, terpenoides y polisacáridos.

Conclusiones: Con el presente estudio se incrementó el número de especies conocidas de ascomicetos coprófilos para la micobiota mexicana a 127. Es el primer estudio en considerar pruebas histoquímicas en hongos coprófilos de México, sugiriendo que los principales grupos de metabolitos son alcaloides, terpenoides y polisacáridos, localizados principalmente en ascas y paráfisis, importantes para su aprovechamiento en futuras aplicaciones biotecnológicas.

Palabras claves: ascomicetos fimícolas, excreta de herbívoros, matorral xerófilo, metabolitos en hongos, micobiota.

Abstract:

Background and Aims: Coprophilous ascomycetes are saprobic organisms capable of degrading plant material that was not fully decomposed in the process of animal digestion. In the most recent global review, a total of 9666 records of ascomycetes were reported in 1376 excreta. For Mexico, during the 1970's 23 new species were described of the country, and to date the research of this group of fungi has not been carried out in depth. The objective of this study is to analyze the taxonomic diversity of fimicolous fungi from a xerophilous shrubland in the state of Hidalgo, including qualitative histochemical tests.

Methods: Excreta samples were collected between 2023 and 2024. In the laboratory, they were placed in a wet chamber for two months so that the fruiting bodies could develop. The material was determined based on macro- and microscopic morphological characters. In addition, qualitative histochemical tests were carried out. The material was deposited in the herbarium ENCB.

Key results: Twenty-nine species were determined in 19 genera, 14 families and four orders of Ascomycota, of which 16 are cited for the first time for the country. Moreover, *Coprotus sangabrielensis* is proposed as new to science and a taxonomic key is presented for the species in this study. Qualitative histochemical tests reveal that the fimicolous ascomycetes studied may contain alkaloids, terpenoids and polysaccharides.

Conclusions: With the present study, the number of known species of coprophilous ascomycetes for the Mexican mycobiota was increased to 127. It is also the first study to consider histochemical tests in coprophilous fungi from Mexico, suggesting that the main metabolite groups are alkaloids, terpenoids, and polysaccharides, located mainly in asci and paraphyses, important for their use in future biotechnological applications.

Key words: fimicolous ascomycetes, fungal metabolites, herbivore dung, mycobiota, xerophytic scrub.

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

²Autor para la correspondencia: traymundoo@ipn.mx

Recibido: 11 de junio de 2024.

Revisado: 28 de junio de 2024.

Aceptado por Victor Bandala: 28 de abril de 2025.

Publicado Primero en línea: 3 de junio de 2025.

Publicado: Acta Botanica Mexicana 132 (2025).

Citar como: Alvarez-Cortés, P. M., M. Martínez-Pineda, R. Valenzuela y T. Raymundo. 2025. Identificación taxonómica y pruebas histoquímicas de ascomicetos coprófilos del municipio Zempoala, Hidalgo, México, incluyendo una nueva especie de *Coprotus*. Acta Botanica Mexicana 132: e2369. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm132.2025.2369>



Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons 4.0 Atribución-No Comercial (CC BY-NC 4.0 Internacional).

e-ISSN: 2448-7589

Introducción

Los ascomicetos coprófilos o fimícolas son organismos saprobios capaces de descomponer la materia vegetal que no terminaron de degradar los animales durante su digestión. Dicho proceso es importante para la activación y germinación de las esporas, que requieren el pH ácido del estómago, los cambios de pH propios del tracto digestivo y posteriormente el pH alcalino del intestino (Richardson, 2001). El desarrollo de los ascomas es estimulado por la luz porque son organismos con fototropismo positivo, también requieren elevada humedad y oxigenación, por lo que se desarrollan principalmente en áreas abiertas en donde pueden dispersar sus esporas con ayuda del viento de manera efectiva (anemofilia). Químicamente son muy interesantes, pues son capaces de sintetizar moléculas como policétidos, esteroides, alcaloides, quinonas, etc., que al tener actividad antibiótica inhiben el desarrollo de bacterias que compiten por los nutrientes disponibles en el sustrato (Bills et al., 2013). Además se han realizado algunas pruebas que revelan la presencia de dichos metabolitos en pruebas químicas realizadas en tubo de ensayo. Respecto a las pruebas histoquímicas, en ascomicetos se han realizado sólo en la búsqueda de enzimas; tal es el caso de las esterases en ascocarpos de *Terfezia clavaryi* Chatin (Pérez-Gilabert et al., 2005).

Los ascomicetos coprófilos son especialmente diversos en el estiércol de herbívoros y representan 77.5% de las especies de hongos fimícolas hasta ahora conocidas (Richardson, 2019). Las especies mexicanas de este grupo de hongos han sido estudiadas desde 1969 (Apéndice 1). Mirza y Cain (1969) realizaron la revisión del género *Podospora* Ces., mientras que Kimbrough et al. (1971) describieron seis especies de *Coprotus* Korf & Kimbr. en Norteamérica. Ahmed y Cain (1972) determinaron las especies de *Sporormiella* De Not. y *Sporormiella* Ellis & Everh. Cain y Mirza (1972) identificaron a *Arnium ovale* Cain & J.H. Mirza y *A. villosum* Cain & Mirza, de México, Krug y Cain (1974) registraron a *Hypocropa anomala* J.C. Krug & Cain, *H. keniensis* J.C. Krug & Cain, *H. phorcodes* J.C. Krug & Cain y *H. punicea* J.C. Krug & Cain, Bezerra y Kimbrough (1975) determinaron a *Lasiobolus cuniculi* Vel. y *L. trichoboloides* Kahn & Bezerra. Krug y Jeng (1979) nombraron a *Rhytidospora bispora* Krug & Jeng de San Luis Potosí, mientras que Udagawa y Kobayasi (1979) enlistaron hongos coprófilos del Volcán Popoca-

tépetl. En cuanto a la sucesión ecológica Aguirre-Acosta y Ulloa (1982a) siguieron el desarrollo de hongos coprófilos en estiércol de vaca obtenido de un rancho en Xochimilco, Ciudad de México; en dicho trabajo se citan 12 especies de las cuales siete son ascomicetos: *Ascobolus michaudii* Boud., *A. scatigenus* (Berk. & M.A. Curtis) Brumm., *Iodophanus carneus* (Pers.) Korf (*Ascophanus carneus* Pers.), *Podospora comata* Milovtz, *Saccobolus deppauperatus* (Berk. & Broome) E.C. Hansen, *S. truncatus* Velen. y *Sordaria fimicola* (Roberge ex Desm.) Ces. & De Not. En investigaciones recientes en el país, diversas especies de hongos coprófilos han sido citadas por Esqueda et al. (2015) quienes registraron a *Chaetomium globosum* Kunze, *C. spirochaete* Palliser, *Lophotrichus martinii* R.K. Benj., *Sporormiella minimoides* S.I. Ahmed & Cain, en excretas de carnívoros y herbívoros del Desierto del Pinacate. Raymundo et al. (2020) describen a *Cheilymenia granulata* (Bull) J. Moravec y *Lasiobolus papillatus* (Pers.) Sacc. en excretas de caballo de la Sierra Norte de Oaxaca; mientras que Madriz-Valdovinos et al. (2022) estudiaron a *Cheilymenia coprinaria* (Cooke) Boud., *Pseudombrophila fuscolilacina* (Grelet) Brumm, *Trichophaeopsis latispora* J. Moravec sobre estiércol vacuno en Yecora, Sonora (Apéndice 1).

Los ascomicetos fimícolas, al ser organismos que requieren áreas expuestas, se les encuentra en cualquier ecosistema forestal modificado; aquel especialmente para uso agrícola con influencia de algún tipo de ganado (Richardson, 2019). Tal es el caso de los sitios estudiados con matorral xerófilo donde estos hongos se pueden desarrollar, aprovechando los escasos periodos de lluvia para generar los ascomas (Pérez-Silva, 1970). Dicho ecosistema posee la mayor extensión de vegetación en México, abarcando 28.8% del territorio nacional (Reyna-González et al., 2021). Este ecosistema se encuentra en las regiones áridas del país y son importantes por la riqueza de especies que albergan, además son comunidades sumamente vulnerables al deterioro por el cambio de uso de suelo para actividades ganaderas y de agricultura de temporal (Castillo-Agüero et al., 2004). Su microbiota ha sido muy poco estudiada por lo que es importante sumar esfuerzos para incrementar su conocimiento en estos ecosistemas.

El presente estudio tiene como objetivo describir las especies de ascomicetos coprófilos que se desarrollan



en un matorral xerófilo de San Gabriel Azteca, municipio Zempoala, en el estado de Hidalgo, México, a través de su análisis taxonómico y aportación de pruebas histoquímicas.

Materiales y Métodos

Área de estudio

Esta investigación se desarrolló en un matorral xerófilo sarcocaula de la localidad San Gabriel Azteca perteneciente al municipio Zempoala, Hidalgo, México, 98°37'0.90''O, 19°52'45.65''N, 2555 m (Fig. 1); de clima seco templado (BS0kw(x)) con temperatura media anual de entre 12 y 20 °C, régimen de lluvias en verano e invierno (García, 2004). En su composición florística se observa la predominancia de *Opuntia streptacantha* Lem., con presencia de *Senecio inaequidens* DC., *Zaluzania* sp., *Flourensia* sp., *Gymnosperma glutinosum* Less., además de *Schinus molle* L., *Agave salmiana* Otto ex Salm-Dyck, *Yucca filifera* Chabaud, *Datura stramonium* L., *Ipomoea stans* Cav., *Nicotiana glauca* Graham, *Sphaeralcea angustifolia* (Cav.) G. Don. y biznagas entre las que destacan *Ferocactus latispinus* Britton & Rose, *Mammillaria magnimamma* Haw., *Mammillaria uncinata* Zucc. ex Pfeiff y *Coryphantha* sp. El sitio de estudio es un ecosistema altamente fragmentado utilizado en actividades de ganadería y agricultura de temporal lluvioso (García, 2004; Hornung-Leoni et al., 2021).

Trabajo de campo

Esta investigación se desarrolló en un matorral xerófilo sarcocaula de la localidad San Gabriel Azteca perteneciente al municipio Zempoala, Hidalgo, México, 98°37'0.90''O, 19°52'45.65''N, 2555 m (Fig. 1); de clima seco templado (BS0kw(x)) con temperatura media anual de entre 12 y 20 °C, régimen de lluvias en verano e invierno (García, 2004). En su composición florística se observa la predominancia de *Opuntia streptacantha* Lem., con presencia de *Senecio inaequidens* DC., *Zaluzania* sp., *Flourensia* sp., *Gymnosperma glutinosum* Less., además de *Schinus molle* L., *Agave salmiana* Otto ex Salm-Dyck, *Yucca filifera* Chabaud, *Datura stramonium* L., *Ipomoea stans* Cav., *Nicotiana glauca* Graham, *Sphaeralcea angustifolia* (Cav.) G. Don. y biznagas entre las que destacan *Ferocactus latispinus* Britton & Rose, *Mammillaria magnimamma* Haw., *Mammillaria uncinata* Zucc. ex Pfeiff y *Coryphantha* sp. El sitio de estudio es un

ecosistema altamente fragmentado utilizado en actividades de ganadería y agricultura de temporal lluvioso (García, 2004; Hornung-Leoni et al., 2021).

Trabajo de laboratorio

Las excretas se colocaron sobre algodón en una cámara húmeda y se humedecieron con agua estéril cada tercer día durante dos meses. Dichas muestras fueron incubadas en cámara húmeda, 24 horas después de que se recolectaron. Para la construcción de la cámara húmeda se utilizó un cristizador de vidrio transparente cerrado, a la temperatura ambiente de la Ciudad de México (Ulloa y Hanlin, 1978).

Para su análisis micromorfológico se realizaron cortes longitudinales de los ascomas montados en preparaciones temporales con KOH al 5% en agua y solución de glicerina-agua al 50% con 1% de fenol siguiendo en parte el protocolo de Bezerra y Kimbrough (1975). Se describieron los caracteres morfológicos de los ascomas, tamaño, forma, ornamentación y registro del color del ascoma utilizando la carta de colores de Kornerup y Wanscher (1978). De las paredes hifales y de los excipulos medular o ectal, se registró su grosor, textura, tipo y tamaño y color de las células. De los elementos del himenio como pseudoparáfisis, paráfisis, ascas y ascosporas se indica el tamaño, forma, color y ornamentación.

La determinación de las especies se llevó a cabo mediante las claves especializadas de Mirza y Cain (1969), Kimbrough et al. (1969, 1971), Ahmed y Cain (1972), Cain y Mirza (1972), Krug y Cain (1974), Bezerra y Kimbrough (1975), Ass (1983), Guarro-Artigas (1983), Richardson y Watling (1996), Bell (2005), Melo et al. (2014a, b, 2015), Wang et al. (2016), Kušan et al. (2018). Toda la terminología empleada en las descripciones se basó en Ulloa y Hanlin (2006). La clave taxonómica se elaboró con los datos morfológicos de las especies, tomando en cuenta las características diferenciales entre las especies semejantes. Dichas características involucran tamaño, forma, color, de ascosporas, ascas, paráfisis y ascomas.

Como información complementaria se efectuaron pruebas histoquímicas cualitativas a los especímenes estudiados. Estas se incluyen como parte de las descripciones de cada especie donde se indica la región celular, el metabolito identificado, color y nombre del reactivo o reacción.



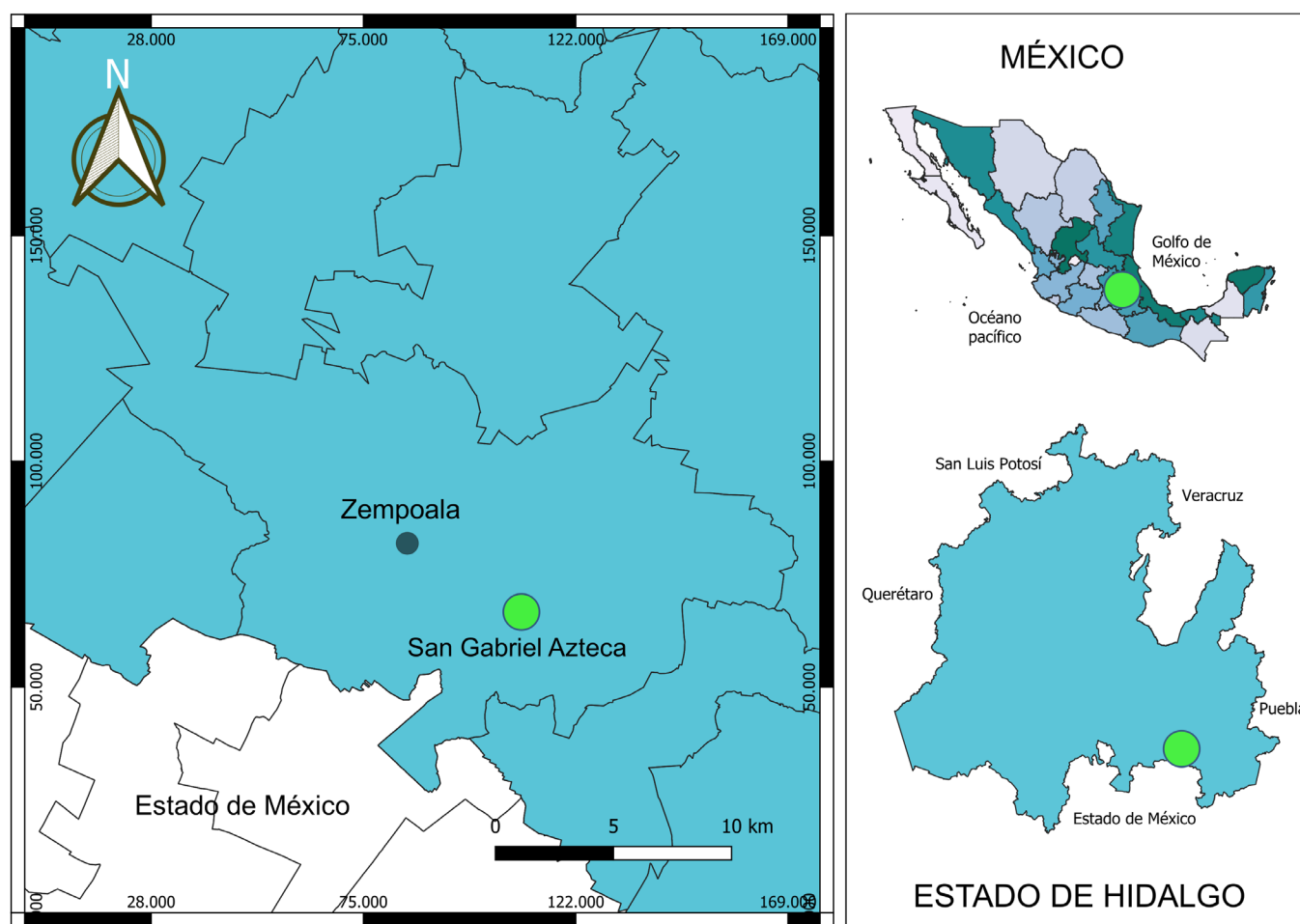


Figura 1: Ubicación geográfica de la localidad San Gabriel Azteca, municipio Zempoala, Hidalgo, México. Mapa realizado por Kenia Rodríguez San Juan.

Las pruebas efectuadas fueron las siguientes:

1. Reacción de ácido peryódico de Schiff (PAS) para determinar polisacáridos no estructurales (Jensen, 1962). Los ascomas se colocaron en portaobjetos con 100 μ l de solución de ácido peryódico (HIO_4) al 5% durante ocho minutos, seguido de cuatro lavados con agua destilada de 30 segundos cada uno; se eliminó el exceso de agua y se colocó una gota de reactivo de Schiff (solución de leucofucsina al 0.15%), dejándolo reaccionar en cámara oscura durante 30 minutos. Posteriormente el corte se lavó dos veces con agua destilada, se montó en agua destilada y se observaron las estructuras al microscopio. De ser una reacción positiva se tiñen de color rosa pálido a magenta (Jensen, 1962).

2. Prueba de azul de bromofenol para determinar péptidos (Aguilera y Guedes, 2022). Los ascomas se colo-

caron durante 10 minutos en un portaobjetos conteniendo 100 μ l de solución acuoso-etanólica al 0.4% de azul de bromofenol. Después se eliminó la solución colorante y el material se montó en una gota de ácido acético (CH_3COOH) al 20% y se observó al microscopio. De ser una reacción positiva muestra un color azul a púrpura en un fondo amarillo (Aguilera y Guedes, 2022).

3. Prueba de Sudán III para determinar derivados lipídicos (Aguilera y Guedes, 2022). Se colocaron los ascomas en contacto con 100 μ l de solución etanólica de Sudán III en un portaobjetos durante 2 minutos, se montó en la misma solución colorante y se observaron al microscopio las estructuras teñidas de color rojo cereza (Aguilera y Guedes, 2022).

4. Prueba de Dragendorff para determinar amiloidia y alcaloides (Raal et al., 2020). Los ascomas se colocaron



en contacto con 100 µl de reactivo de Dragendorff durante 30 segundos, posteriormente se eliminó el exceso de reactivo y se montó en solución acuosa de ácido clorhídrico al 10%. Se observaron los ascomas al microscopio, identificando las estructuras amiloides en color azul y los alcaloides con nitrógeno cuaternario en color marrón rojizo (Raal et al., 2020).

5. Prueba de Marquis para determinar núcleos alcaloides, modificada de Dingjan et al. (1980). Se colocaron en un portaobjetos y sobre el ascoma 100 µl de solución de formaldehído al 40%, inmediatamente después se añadieron 100 µl de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4), se cubrió la preparación y se observaron al microscopio las estructuras. De dar reacción positiva generan colores verde, azul, rojo, anaranjado o púrpura (Dingjan et al., 1980).

6. Prueba de la murexida para determinar alcaloides derivados del metabolismo del ácido úrico, modificada de Sánchez-Viesca y Gómez (2019). Los ascomas se colocaron en un portaobjetos que contenía 100 µl de una mezcla formada por una parte de ácido peryódico al 5% y una parte de ácido clorhídrico concentrado. El portaobjetos se calentó hasta la emisión de vapores, se eliminó el exceso de reactivo, se dejó enfriar, se lavó y se montó con amoníaco concentrado. Se observaron en el microscopio las estructuras que de dar reacción positiva desarrollaron color anaranjado o púrpura (Sánchez-Viesca y Gómez, 2019).

7. Prueba de Jeffrey para determinar alcaloides (Yoder y Mahlberg, 1976). Se colocaron los ascomas en un portaobjetos con 100 µl de reactivo de Jeffrey recién preparado (formado por una parte de ácido sulfúrico concentrado, una parte de solución de dicromato de sodio ($Na_2Cr_2O_7$) al 10% y una parte de ácido nítrico concentrado (HNO_3)), se cubrió e inmediatamente se observó en el microscopio. Se registraron, durante cinco minutos, los cambios de coloración con el tiempo. De presentarse reacción positiva a alcaloides se observan colores verde, azul, rojo o anaranjado en varias tonalidades, en el caso de los esteroides se presentan coloraciones dorado a marrón en varias tonalidades (Yoder y Mahlberg, 1976).

8. Prueba diazoica de Liebermann para determinar compuestos fenólicos y aminas secundarias modificada de Gibbs (1927). Los ascomas se colocaron en un portaobjetos al que se le añadieron 100 µl de solución de nitrito de sodio

($NaNO_2$) al 5%, con 100 µl de ácido sulfúrico al 10% y se dejó reaccionar por 30 segundos, después de los cuales se eliminó el exceso de reactivo y se montó en una solución acuosa de fenol al 2%. Se observaron en el microscopio los colores generados en las diversas regiones anatómicas. Si la reacción es positiva a aminas genera color azul a púrpura y de ser positiva a fenoles, color anaranjado, los esteroides generan reacciones en color dorado a marrón en distintas tonalidades (Gibbs, 1927).

9. Prueba de Erlich para determinar anillos de furano e indol modificada de Kuroda y Nishio (2007). Sobre los ascomas contenidos en un portaobjetos, se adicionaron 100 µl de reactivo de Erlich (solución etanólica de p-dietilaminobenzaldehído al 2%) e inmediatamente después se añadieron 100 µl de ácido sulfúrico concentrado. Se cubrió la preparación y se observó al microscopio. De presentarse anillos de furano se observa color anaranjado; mientras que, si se presentan anillos de indol, color azul a púrpura (Kuroda y Nishio, 2007).

10. Prueba de cloruro férrico sulfúrico para determinar alcaloides, anillos esteroidales y carotenoides, modificado de Graham (1964). Los ascomas se pusieron en un portaobjetos con 100 µl de cloruro férrico ($FeCl_3$) al 5%, inmediatamente después se colocaron 100 µl de ácido sulfúrico concentrado y se dejó reaccionar por 1 minuto. Posteriormente se observaron las estructuras teñidas en el microscopio. De presentarse reacción positiva a carotenoides tipo caroteno se observa color azul, los esteroides generan colores de dorado a marrón, mientras que los alcaloides, colores rojos a púrpura (Graham, 1964).

11. Prueba de vainillina sulfúrica para determinar terpenoides modificada de Le et al. (2018). Los ascomas se colocaron en un portaobjetos que contenía 100 µl de solución etanólica de vainillina al 5%, inmediatamente después se añadieron 100 µl de ácido sulfúrico concentrado. Se cubrió la preparación y se observaron al microscopio las estructuras teñidas. De contener terpenoides se observan colores azul, rosa, púrpura, verde, anaranjado y rojo en varias tonalidades (Le et al., 2018).

12. Prueba del sulfuro de cobre (CuS) para determinar diterpenoides modificado de Shaikh y Patil (2020). Los ascomas se colocaron en 200 µl de solución acuosa de sulfato de cobre ($CuSO_4$) al 5% con 100 µl de hidróxido



de sodio (NaOH) 0.1 N. Se dejó reaccionar por 5 minutos, después se eliminó el exceso de reactivo, pero conservando la gelatina azul de hidróxido cúprico ($\text{Cu}(\text{OH})_3$) que se forma. Se añadieron 100 μl de una gota de ácido acético al 20%, hasta total disolución de la gelatina previamente formada. Se eliminó el exceso de reactivo y se realizaron cinco lavados del ascoma con agua destilada. Posteriormente se montaron 100 μl de solución de sulfuro de sodio (Na_2S) al 10% y se dejaron reaccionar por cinco minutos. Se observaron las estructuras en el microscopio, que de mostrar reacción positiva generan flóculos de color dorado, marrón, gris o negro (Shaikh y Patil, 2020).

13. Prueba de Carr-Price para determinar carotenoides, esteroides y derivados de la vitamina A modificada de Shaikh y Patil (2020). Los ascomas se pusieron a reaccionar en un portaobjetos con 300 μl de solución etanólica de tricloruro de antimonio (SbCl_3) al 10%, inmediatamente después se adicionaron 100 μl de ácido sulfúrico concentrado. Se cubrió la preparación y se observaron en el microscopio las estructuras que se tiñeron. De producirse reacción positiva los esteroides generan colores amarillo a rojo, los carotenoides de tipo caroteno producen colores azul a púrpura, mientras que los derivados de la vitamina A, color azul cielo (Shaikh y Patil, 2020).

14. Prueba del hidroxamato férrico para determinar lactonas y lactamas modificada de Carvajal et al. (2009). A los ascomas contenidos en un portaobjetos se les añadieron 300 μl de solución etanólica de clorhidrato de hidroxilamina 0.1 N y 100 μl de solución de KOH al 10%. La preparación se calentó ligeramente hasta la emisión de vapores y se dejó enfriar. Se eliminó el exceso de reactivo y el ascocarpo se aciduló con ácido clorhídrico (HCl) al 10% para posteriormente montarse en cloruro férrico al 5% y se dejó reaccionar por cinco minutos. Se observaron en el microscopio las estructuras que al contener lactonas o lactamas desarrollan color púrpura (Carvajal et al., 2009).

15. Prueba de cloruro férrico para determinar grupo fenol (Ruiz et al., 2019). Los ascomas se pusieron en un portaobjetos con 100 μl de solución acuosa de cloruro férrico al 5%, durante 10 minutos, posteriormente se realizó la técnica de squash y se observaron en el microscopio las estructuras. De dar reacción positiva se tiñen de color gris, negro, azul o verde (Ruiz et al., 2019).

16. Prueba del permanganato de potasio (KMnO_4) para determinar insaturaciones y detectar carotenoides de tipo xantofila (Shaikh y Patil, 2020). Los ascomas se colocaron en 200 μl de solución acuosa de permanganato de potasio 5% durante 10 minutos, después de este tiempo se eliminó el exceso de reactivo y se añadió una gota de agua destilada, se observó al microscopio. De dar reacción positiva se observan regiones ambar, marrón pálido o marrón (Shaikh y Patil, 2020).

Todas las pruebas antes mencionadas se aplicaron a los ascomas de todas las especies estudiadas. No obstante, en la descripción de estas solo se anotan las que tuvieron un resultado positivo.

Los cortes de los tejidos y las reacciones histoquímicas se observaron en un microscopio óptico VELAB (modelo VE-M4C, CDMX, México), y las fotografías se tomaron con una cámara SONY (modelo Cybershot W830, Tokio, Japón).

Resultados

Taxonomía

Ascomycota

Dothideomycetes

Pleosporales

Delitschiaceae

Delitschia marchalii Berl. & Voglino, in Saccardo, Syll. fung., Addit. I-IV (Abellini): 127. 1886. Fig. 2.

TIPO: BÉLGICA. Región de Wallonia, entre Limelette y La Baraque, en estiércol encontrado en madriguera de *Oryctolagus cuniculus* L., XII.1883, Marchel s.n. (holotipo: no localizado).

Pseudotecios 470-690 × 250-280 μm , piriformes, subglobosos, coriáceos, inmersos en el sustrato, sobresale un cuello de 150-200 × 50-70 μm que se alarga a 300-350 μm en ejemplares maduros, gregarios, negros (2F1); peridio liso, 7-10 μm de grosor, textura intrincata, hifas 3-5 μm de diámetro, marrón claro con paredes engrosadas de



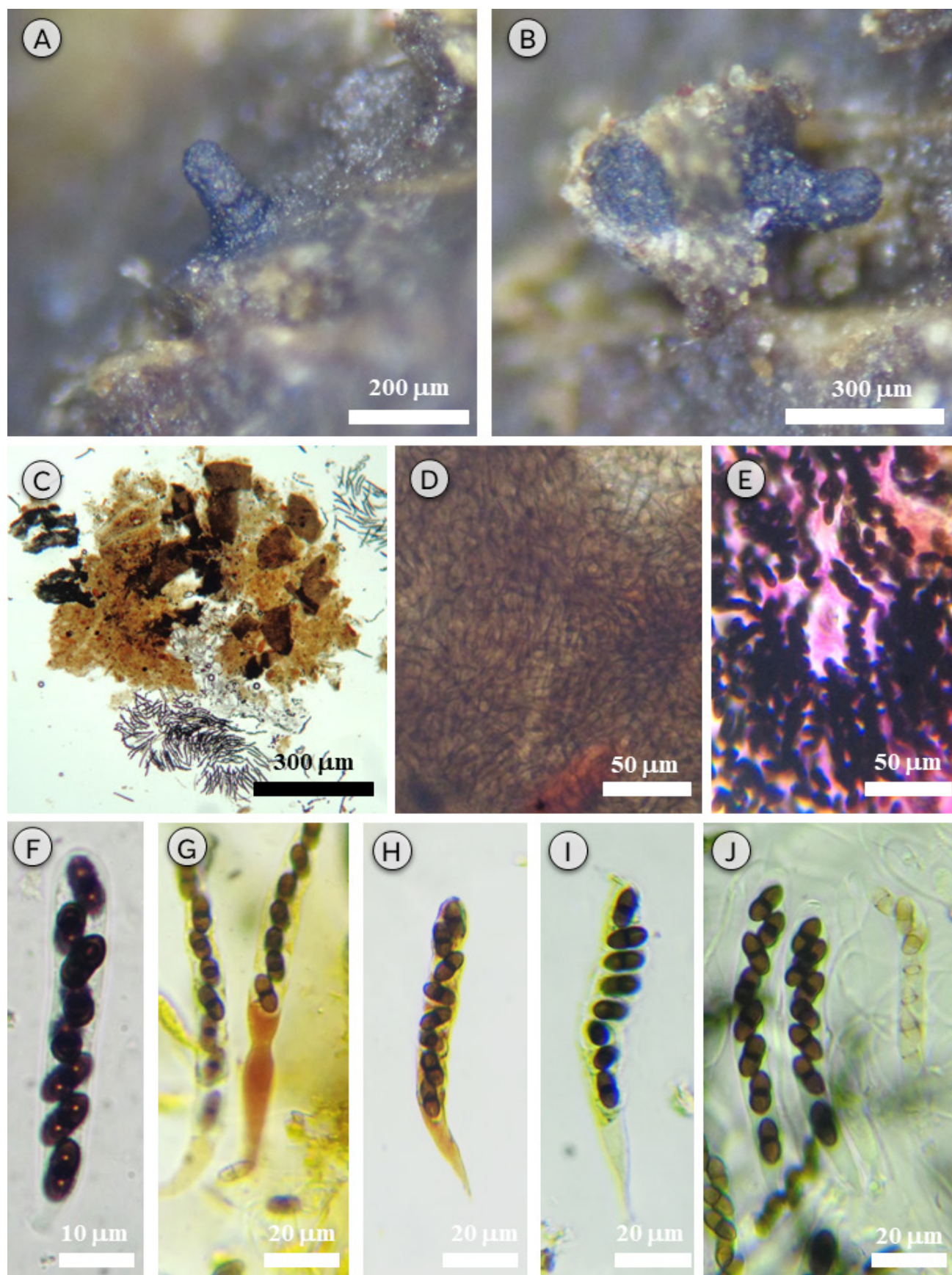


Figura 2: *Delitschia marchalii* Berl. & Voglino. A-B. pseudotecio; C. pseudotecio disgregado; D. detalle del peridio con textura intrincata; E. ascas en reactivo de vainillina sulfúrica; F. asca en agua destilada; G-H. ascas en reactivo de Dragendorff; I. ascas en reactivo de azul de bromofenol; J. ascas y ascosporas. P. M. Alvarez-Cortés 472 (ENCB).

color marrón oscuro; subhimenio muy escaso formado por algunas hifas epidermoides, 5-10 µm de grosor, hialinas, conteniendo gúttulas de distintos tamaños; pseudoparáfisis de hasta 1 µm de diámetro, filiformes, ramificadas, hialinas con gúttulas de distintos tamaños distribuidas de forma irregular; ascas bitunicadas, 72-137 × 7-10 µm, cilíndricas, hialinas, inamiloides, uniseriadas, octospóricas; ascosporas, 11-13 × 5-6 µm, elipsoides, bicelulares, células distal y proximal idénticas, 5-6 µm de diámetro, cónicas, sin apéndices gelatinosos, con burbuja, 3-4 µm de diámetro, marrón oscuro de paredes engrosadas de hasta 1 µm de grosor, línea germinal oblicua.

Pruebas histoquímicas: Reactivo de Dragendorff: alcaloides en ascas en color marrón rojizo. Azul de bromofenol: péptidos en forma de gránulos azules en el citoplasma del asca. Vainillina sulfúrica: terpenoides en ascas en color magenta.

Hábitat: crece gregario en estiércol de oveja en matorral xerófilo.

Distribución: Argentina, Canadá, Eslovaquia, Estados Unidos de América, Kenia y República Checa (Luck-Allen y Cain, 1975). Se cita por primera vez para México de Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 18.II.2024, P. Alvarez-Cortés 472 (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por formar pseudotecios negros, inmersos en el sustrato, ascosporas bicelulares con poro germinativo oblicuo; una especie similar es *Delitschia perpusilla* Speg., pero se diferencia por que presenta esporas más pequeñas de 8-10 × 3-4 µm. *Delitschia marchalii* ha sido citada en estiércol de cabra, ciervo y conejo (Luck-Allen y Cain, 1975; Doveri et al., 1999).

Sporormiaceae

Sporormiella intermedia (Auersw.) S.I. Ahmed & Cain ex Kobayasi, in Kobayasi, Hiratsuka, Otani, Tubaki, Udaga-

wa & Soneda, Bull. Natl. Sci. Mus., Tokyo 12: 339. 1969. Fig. 3.

TIPO: ALEMANIA. Sin localidad, sin fecha, sin recolector, en estiércol de vaca, Tab. 1, fig. IV, Hedwigia 7, 1868.

≡ *Sporormia intermedia* Auersw., Hedwigia 7: 67. 1868.

Pseudotecios 170-210 µm de diámetro, piriformes, coriáceos, inmersos en el sustrato, sobresaliendo solo el cuello, hasta 60 µm de largo, gregarios, color marrón oscuro (5F8) a negro (2F1); peridio, 5-15 µm de grosor, textura angularis con células angulares de paredes gruesas; subhimenio, 10-30 µm de grosor, textura epidermoidea con hifas epidermoides, 4-10 µm de diámetro, hialinas con pared delgada y lisa; pseudoparáfisis, 1-2 µm de diámetro, filiformes, hialinas; ascas bitunicadas, 170-200 × 21-33 µm, claviformes, hialinas, uniseriadas a biseriadas al madurar, octospóricas; ascosporas, 51-57 × 9-11(12) µm, marrón oscuro, tetracelulares con hifas individuales, 12-15(16) × 9-11(12) µm con una gran gúttula, 7-9 µm de diámetro, línea germinal sigmoide.

Pruebas histoquímicas; Reactivo de Dragendorff: alcaloides en ascas en color marrón intenso.

Hábitat: crece gregario en estiércol de caballo en matorral xerófilo.

Distribución: cosmopolita; Argentina, Canadá, Hungría, Estados Unidos de América y en México se citó de Chihuahua, Durango y San Luis Potosí (Ahmed y Cain, 1972). Se cita por primera vez para Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 18.II.2024, P. Alvarez-Cortés 339 (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por formar pseudotecios inmersos en el estiércol con cuellos largos que sobresalen del sustrato hasta 60 µm de longitud. Ahmed y Cain (1972) registraron esta especie desarro-



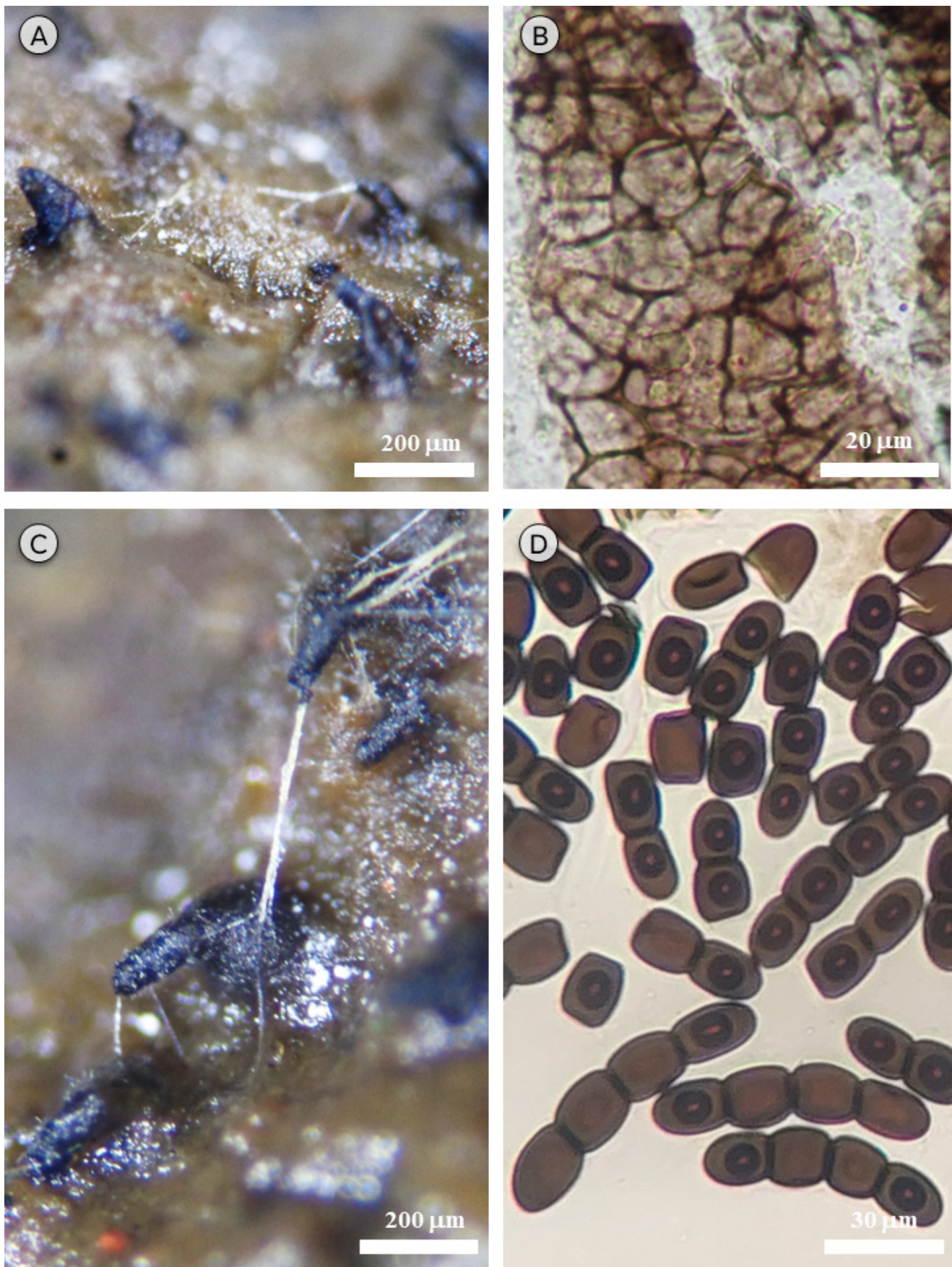


Figura 3: *Sporormiella intermedia* (Auersw.) S.I. Ahmed & Cain ex Kobayasi. A y C. pseudotecios; B. detalle del peridio con textura angularis; D. ascosporas. P. M. Alvarez-Cortés 339 (ENCB).

llándose en excretas de burro, caballo, vaca, ratón, perdiz, puerco espín, conejo y lobo.

Sporormiella minima (Auersw.) S.I. Ahmed & Cain, In Ahmed & Asad Pakist. J. Sci. Ind. Res. 12(3): 241. 1970. Fig. 4.

≡ *Sporormia minima* Auersw., Hedwigia 7: 66. 1868.

TIPO: ALEMANIA. Sin localidad, en excretas de vaca, 1867, *Tauschv s.n.* (holotipo: no localizado).

Pseudotecio, 80-150 µm de diámetro, piriformes, inmersos a subinmersos en el sustrato, coriáceos, marrón obscuro (5F8) a negro (2F1); peridio, 5-11 µm de grosor, textura angularis, hifas (6) 11-16 × 10-21 (5), de paredes engrosadas amarillentas con citoplasma marrón claro; pseudoparáfisis, filiformes, hialinas; ascas bitúnicas, 80-90 × 13-16 µm, que se expanden en la madurez alcanzando hasta 150 µm, clavadas, hialinas, uniseriadas, octospóricas; ascosporas, 34-38 × 4-6 µm, tetracelulares que fácilmente se fragmentan en dos paquetes bicelulares, 14-19 × 4-6 µm, marrón oscuro, con una pequeña burbuja central, línea germinal sigmoide.

Pruebas histoquímicas; Vainillina sulfúrica: terpenoides en ascas en color anaranjado. Reactivo de Dragendorff: alcaloides en ascas en color marrón intenso.

Hábitat: crece gregario en estiércol de vaca en matorral xerófilo.

Distribución: cosmopolita; Canadá, Estados Unidos de América y en México se citó de Durango, Hidalgo, Nayarit, San Luis Potosí, Sinaloa y Tamaulipas (Ahmed y Cain, 1972).

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 17.III.2024, P. Alvarez-Cortés 357 (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por formar pseudotecios marrón obscuro a negro y ascosporas

que se dividen en paquetes de dos esporas cada uno; es similar a *Sporormiella minimoides*, pero se diferencia por el tamaño de las esporas mas pequeñas de 28-36 × 6-7 µm. *Sporormiella minima* se ha registrado en excretas de vaca, oso, carnívoros, zorro, cabra, venado, caballo, ratón, conejo y oveja (Ahmed y Cain, 1972; Doveri et al., 1999).

Leotiomycetes

Thelebolales

Thelebolaceae

Ascophanus breviascus Velen., Monogr. Discom. Bohem. (Prague): 360. 1934. Fig. 5.

TIPO: REPÚBLICA CHECA. Bohemia, Mnichovice, Radotin, sobre excretas de vaca, *Velenovsky s.n.* (holotipo: PR).

Apotecios 200-500 µm de diámetro, pulvinados, sésiles, blancos (1A1); superficie himenial granulosa por las ascas que sobresalen del himenio, hialino; superficie exterior lisa, color blanco a marrón claro con la madurez, sin borde; excípulo ectal 80-110 µm de grosor, textura angularis a epidermoidea con hifas globosas a subglobosas 8-14 µm de diámetro, la última capa de células más alargadas, pared delgada y lisa, hialinas; excípulo medular y subhimenio indiferenciado; paráfisis 3-4 µm de diámetro, filiformes, capitadas, ligeramente curvadas, septadas, con gútulas de diferentes tamaños, hialinas, formando una red alrededor de las ascas; ascas 45-60 × 20-28 µm, globosas a subglobosas, con opérculo y pared inamiloide, biseriadas, octospóricas; ascosporas 13-16 × 9-11 µm, subglobosas, pálido amarillentas a verdosas, con pared delgada y lisa, generalmente con burbuja de Bary, 4-5 µm de diámetro.

Pruebas histoquímicas: Reactivo de Dragendorff: alcaloides en excípulo ectal y ascas en color marrón rojizo. Azul de bromofenol: péptidos en excípulo ectal en color azul pálido. Cloruro férrico sulfúrico: micoesteroides en paráfisis en color dorado. Reactivo de Jeffey: micoesteroides en paráfisis en color marrón. Reacción de Liebermann: ami-



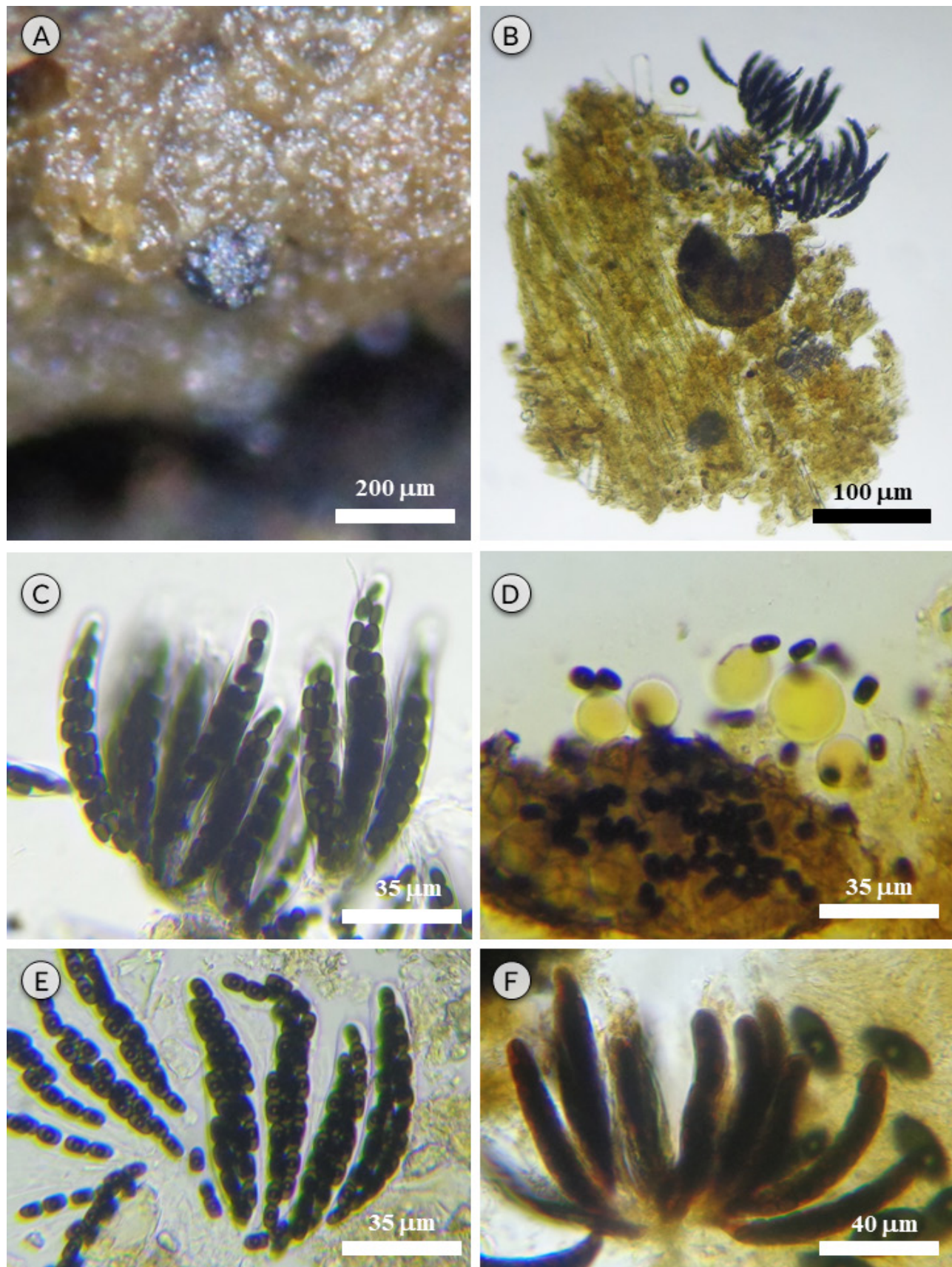


Figura 4: *Sporormiella minima* (Auersw.) S.I. Ahmed & Cain. ex Kobayasi. A. pseudotecio; B. pseudotecio disgregado; C y E. ascas y ascosporas; D. ascas en reactivo de vainillina sulfúrica; F. ascas en reactivo de Dragendorff. P. M. Alvarez-Cortés 357 (ENCB).

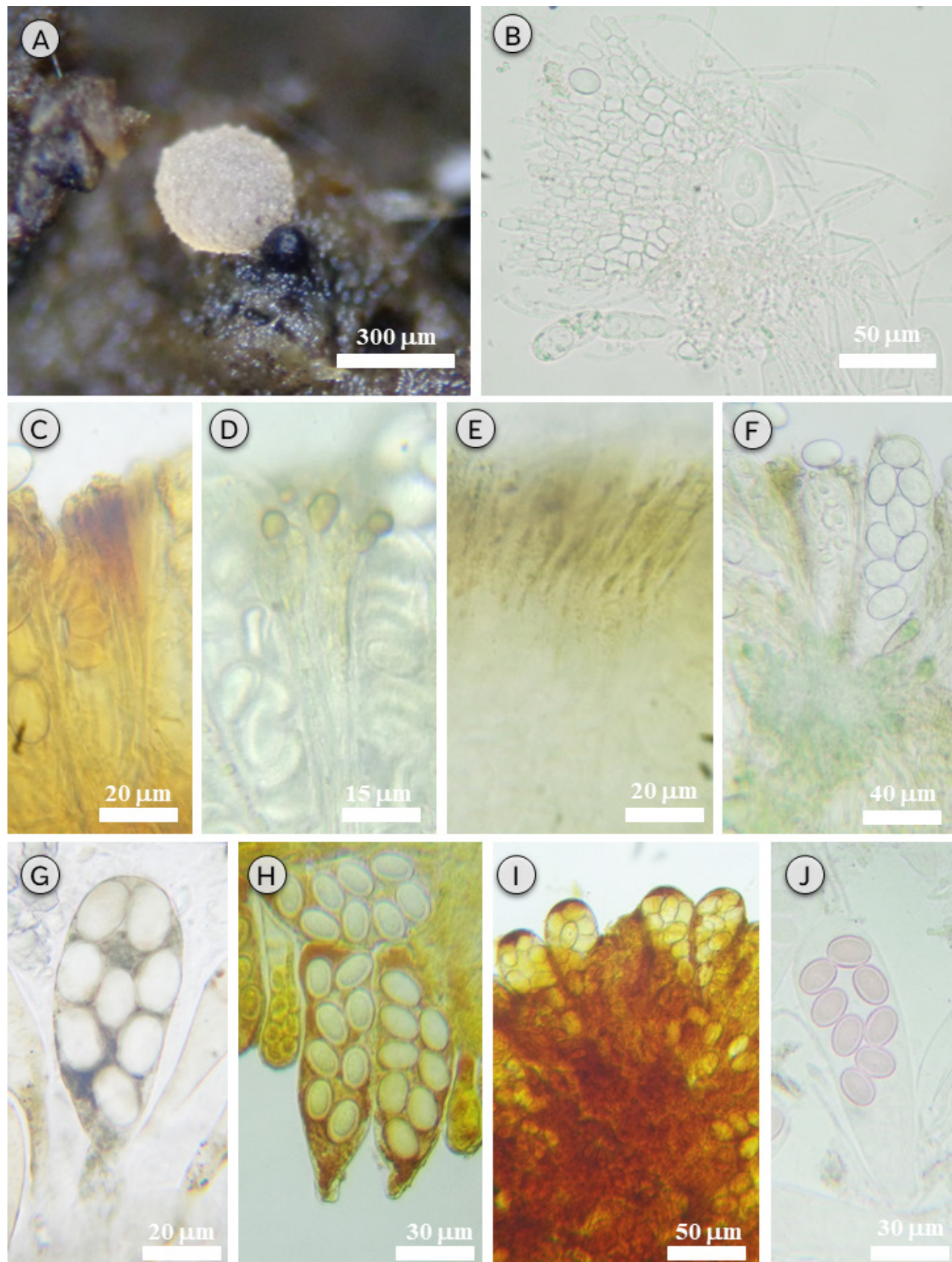


Figura 5: *Ascophanus breviascus* Velen. A. apotecio; B. corte longitudinal del apotecio; C. paráfisis en reactivo de permanganato de potasio; D. paráfisis en reactivo de Liebermann; E. paráfisis en cloruro férrico sulfúrico; F. corte del apotecio en azul de bromofenol; G. asca en reactivo de sulfuro de cobre; H. ascas en reactivo de permanganato de potasio; I. ascas en reactivo de Dragendorff; ascosporas en reacción PAS. P. M. Alvarez-Cortés 344 (ENCB).

nas secundarias en paráfisis en color ambar en forma de gútulas, con mayor concentración en el ápice. Reacción de la murexida: derivados del ácido úrico en paráfisis y ascas en color anaranjado pálido. Reacción CuS: diterpenoides en ascas en flóculos color grisáceo a negro. Reacción PAS: polisacáridos en ascosporas en color rosa pálido con reacción PAS.

Hábitat: crece gregario sobre estiércol de vaca y oveja en matorral xerófilo.

Distribución: se ha citado de Austria, Eslovaquia, Estados Unidos de América y República Checa (Kušan et al., 2018); se registra por primera vez para México del estado de Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 24.XII.2023, P. Alvarez-Cortés 297 (ENCB); loc. cit., 7.I.2024, P. Alvarez-Cortés 300 (ENCB); loc. cit., 18.II.2024, P. Alvarez-Cortés 344 (ENCB).

Notas taxonómicas: las características coinciden con las proporcionada por Kimbrough et al. (1971), quienes mencionan que morfológicamente es similar a *Coprotus granuliformis* (P. Crouan & H. Crouan) Kimbr. y *C. ochraceus* (P. Crouan & H. Crouan) Kimbr., separándose de la primera por las paráfisis infladas y más largas y de la segunda por presentar ascas y ascosporas más largas. La especie tipo fue descrita como coprófila de estiércol de vaca y en el presente estudio se localizó en estiércol de oveja y vaca.

Pezizomycetes

Pezizales

Ascobolaceae

Ascobolus immersus Pers., Neues Mag. Bot. 1: 115. 1794. Fig. 6.

TIPO: Sin localidad, en excretas de vaca (*Bos taurus*), sin fecha (holotipo: no localizado).

Apotecios 700-900 µm de diámetro, turbinados a globosos, sésiles, pálido amarillento a amarillo sulfuroso (1A5) llegando a ser amarillo brillante (2A5), translucido, superficie himenial de aspecto mucilaginoso con ascas sobresaliendo del himenio, superficie exterior glabra, sin borde; excípulo ectal 300-350 µm de grosor, textura angularis, células angulares 21-45 µm de diámetro, con pared amarillenta, delgada; excípulo medular ausente; subhimenio 48-67 µm de grosor, textura epidermoidea, hifas 5-15 µm de ancho, hialinas; paráfisis 1-2 µm de diámetro, filiformes, septadas, ligeramente ensanchadas hacia el ápice, con pequeñas gútulas hialinas, se curvan formando una red entre las ascas, con una capa mucilaginosa extracelular de color amarillo; ascas 220-250 × 60-80 µm, globosas a subglobosas, con opérculo inamiloide, pared amiloide cuando jóvenes, 1 µm de grosor, octosporicas; ascosporas (47)49-53(54) × 25-30 µm, elipsoides, violeta a púrpura en agua destilada, marrón en KOH, con pared delgada y lisa, rodeadas por una capa mucilaginosa, desordenadas en el citoplasma del asca.

Pruebas histoquímicas: Cloruro férrico: excípulo ectal con pigmentos amarillentos que viran a púrpura debido a su naturaleza fenólica localizados en la pared celular, mientras que las ascosporas se tiñen de color negro. Reacción CuS: derivados diterpenoides en excípulo ectal y ascas en color amarillo-grisáceo. Reactivo de Dragendorff: alcaloides en subhimenio y ascas en color marrón rojizo. Reacción PAS: polisacáridos extracelulares en paráfisis, citoplasmáticos en ascas y ascosporas en color rosa. Azul de bromofenol: péptidos en paráfisis, ascas y ascosporas en forma de gránulos de color azul. Reactivo de Erlich: anillos de furano en paráfisis en color anaranjado pálido. Reactivo de Jeffrey: alcaloides en ascas en color anaranjado. Reacción de la murexida: purinas en ascas y ascosporas en color amarillo cadmio. Reacción de Liebermann: aminos secundarias en ascas en forma de gránulos de color azul y rojo. Vainillina sulfúrica: terpenoides en ascosporas en color rojo cereza. KOH: quinonas en ascosporas en color marrón rojizo.

Hábitat: crece gregario sobre estiércol de vaca en matorral xerófilo.



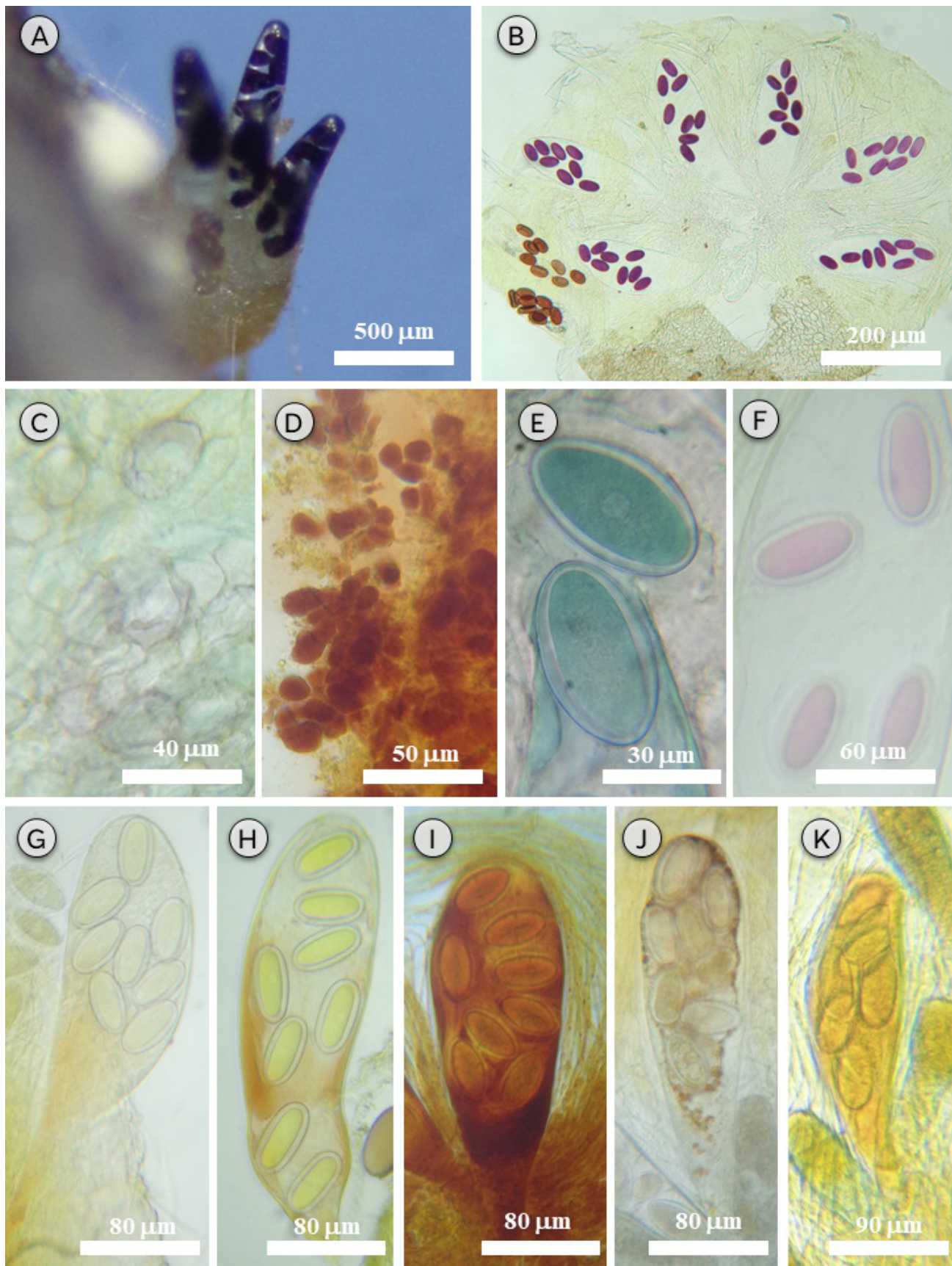


Figura 6: *Ascobolus immersus* Pers. A-B. apotecio; C. excípulo ectal en cloruro férrico; D. subhimenio en reactivo de Dragendorff; E. ascosporas en azul de bromofenol; F. ascosporas en reacción PAS; G. asca en reacción de la murexida; H. asca en solución de yodo; I. asca en reactivo de Dragendorff; J. asca en reactivo de Liebermann; K. asca en reactivo de Melzer. P. M. Alvarez-Cortés 296 (ENCB).

Distribución: cosmopolita; Brasil (Richardson, 2001); se cita por primera vez para México del estado de Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 24.XII.2023, *P. Alvarez-Cortés* 287 (ENCB); loc. cit., 7.I.2024, *P. Alvarez-Cortés* 296 (ENCB); loc. cit., 18.II.2024, *P. Alvarez-Cortés* 337 (ENCB); loc. cit., 12.III.2024, *P. Alvarez-Cortés* 350 (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por formar ascomas de color amarillo verdoso, ascas muy grandes sobresaliendo del himenio y ascosporas elipsoides de color violeta a púrpura. Una especie similar es *A. amoenus* Oudem.; no obstante, se diferencia por presentar esporas mucho más pequeñas de 34-40 × 17-19 µm. *Ascobolus immersus* Pers. se ha citado de estiércol de caballo y conejo (Dennis, 1981; Melo et al., 2014a).

Ascobolus michaudii Boud. (as 'michaudi'), Hist. Class. Discom. Eur. (Paris): 71. 1907. Fig. 7.

TIPO: FRANCIA. Département du Rhône, en estiércol de caballo, II, *sin recolector* (holotipo: no localizado).

Apotecios 0.5-3 µm de diámetro, cupuliformes, volviéndose revolutos en ejemplares muy viejos, sésil, color pálido amarillento (3A3) cambiando a amarillo (3A4), translucido, superficie himenial lisa, color amarillo con puntuaciones violetas por las ascosporas pigmentadas, superficie exterior furfurácea; borde crenulado con escamas de color blanco (3A1); excípulo ectal 82-91 µm de grosor, textura globularis, células de 30-60 µm de diámetro, con pared engrosada amarillentas; excípulo medular 243-287 µm de grosor, textura globularis a epidermoidea, hifas (9)15-27(35) µm de diámetro, hialinas, con pared delgada y lisa; subhimenio 14-20 µm de grosor, textura epidermoidea, hifas 5-12 µm de diámetro, hialinas, con pared delgada y lisa; paráfisis 2-4 µm de diámetro, filiformes, ensanchadas en el ápice, hasta 5-6 µm de ancho, con una capa extracelular mucilaginosa de color amarillo, septadas, con regiones hinchadas entre septos, entre 17-26 µm de separación; ascas 160-216 × 24-28 µm, cilíndricas, opérculo inamiloide, ligera amiloidia en color azul pálido en la base del asca, uniseriadas a biseriadas,

octospóricas; ascosporas 18-20 × 10-11 µm, elipsoides, púrpura en agua, marrón en KOH al 5%, con superficie fragmentada formando líneas anastomosadas.

Pruebas histoquímicas: Cloruro férrico: derivados fenólicos en excípulo ectal y perisporio en color púrpura con FeCl₃. Reactivo de Dragendorff: alcaloides en excípulo ectal, ascas y ascosporas en color marrón rojizo. Reactivo de Marquis: excípulo ectal con alcaloides en color azul verdoso. Reactivo de Jeffrey: alcaloides en excípulo ectal y ascas en color púrpura. Vainillina sulfúrica: terpenoides en excípulo ectal en color magenta, en paráfisis en color rojo, en ascas en color amarillo y en ascosporas en color rosa pálido. Reacción CuS: diterpenoides en excípulo ectal y ascas en color grisáceo. Azul de bromofenol: péptidos en subhimenio y ascosporas en color azul. Reactivo de Erlich: derivados del furano en color anaranjado pálido. Reacción PAS: polisacáridos extracelulares en las paráfisis en color rosa pálido, citoplasmáticos en ascas en color rosa. Reacción de la murexida: alcaloides del ácido úrico en paráfisis en color amarillo cadmio. Reacción de Liebermann: aminas secundarias en ascas en color marrón rojizo a violeta en el ápice y amarillento en la base. Cloruro férrico sulfúrico: alcaloides en ascosporas en color azul verdoso.

Hábitat: crece gregario, rara vez cespitoso sobre estiércol de vaca en matorral xerófilo.

Distribución: cosmopolita; Italia (Doveri, 2014), Turquía (Uzun et al., 2018), Ucrania (Lytvynenko et al., 2018). En México se ha citado de CDMX (Aguirre-Acosta y Ulloa, 1982a). Se cita por primera vez para el estado de Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 24.XII.2023, loc. cit., *P. Alvarez-Cortés* 288 (ENCB); loc. cit., 7.I.2024, *P. Alvarez-Cortés* 298 (ENCB); loc. cit., 18.II.2024, *P. Alvarez-Cortés* 336 (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por formar apotecios amarillo-translucidos, con la superficie saturada de puntos púrpura a negro como efecto de las as-



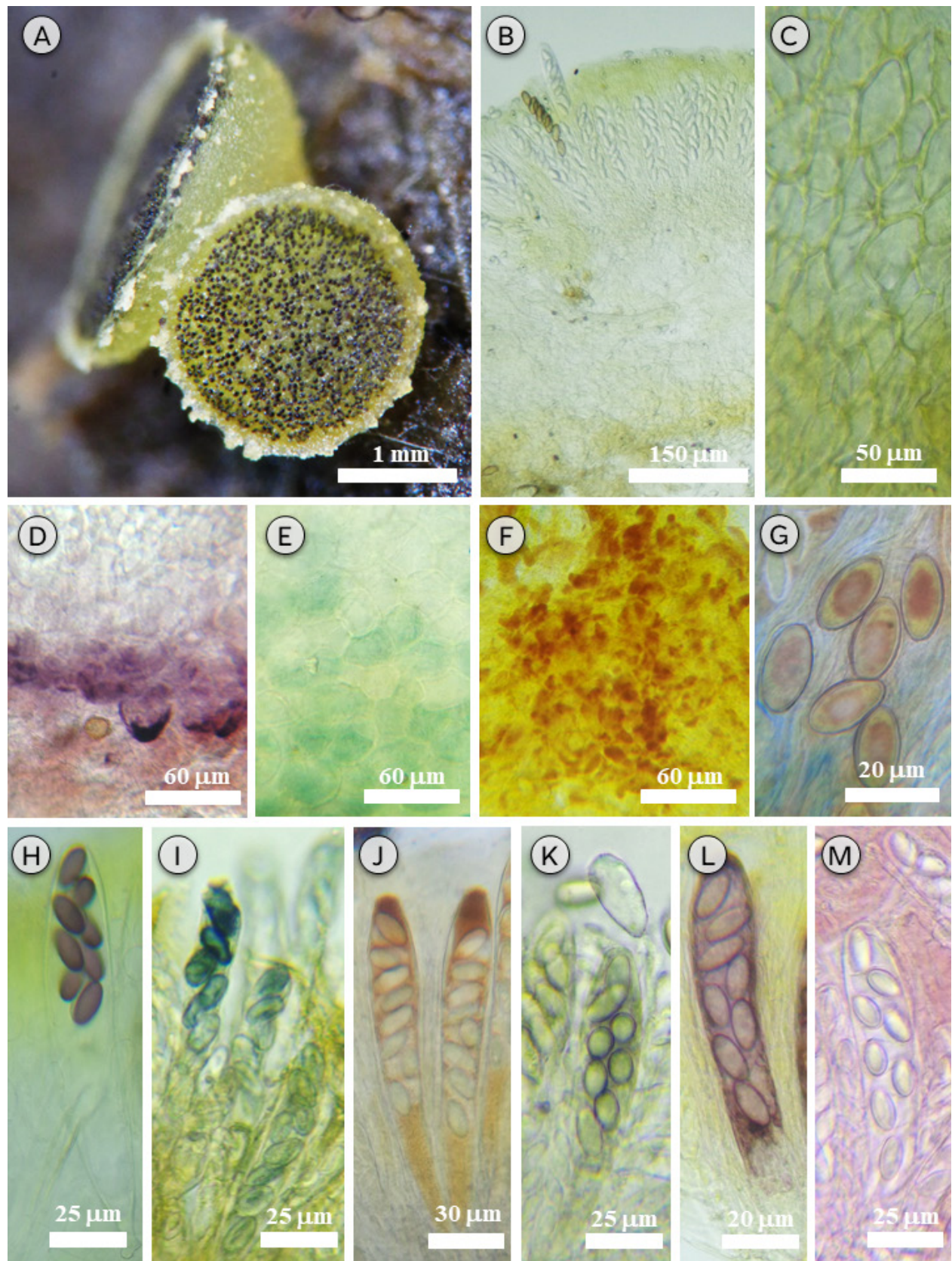


Figura 7: *Ascobolus michaudii* Boud. A. apotecio; B. corte longitudinal del apotecio; C. detalle del excípulo ectal; D. excípulo ectal en reactivo de Jeffrey; E. excípulo ectal en reactivo de Marquis; F. subhimenio en reactivo de Dragendorff; G. ascosporas en reactivo de Dragendorff; H. asca y ascosporas en agua destilada; I. ascosporas en cloruro férrico sulfúrico; J. ascas en reactivo de Liebermann; K. ascas en reactivo de CuS; L. ascas en reactivo de Jeffrey; M. paráfisis y ascas en reacción PAS. P. M. Alvarez-Cortés 298 (ENCB).

cosporas pigmentadas, con pared fragmentada, formando líneas anastomosadas. Una especie similar es *A. crenulatus* P. Karsten la cual se diferencia por las esporas más pequeñas de $13-16 \times 7-10 \mu\text{m}$. *Ascobolus michaudii* se ha citado sobre estiércol de burro, caballo, cabra, ciervo, conejo, roedores y vaca (Dennis, 1981; Doveri, 2014).

Saccobolus glaber (Pers.) Lambotte, Mém. Soc. Roy. Sci. Liège, Série 2 14: 284.1887. Fig. 8.

≡ *Ascobolus glaber* Pers., Neues Mag. Bot. 1: 115.1794. TIPO: Sin localidad, en excretas de *Bos taurus*, sin fecha (holotipo: no localizado).

Apotecios 300-900 μm de diámetro, globosos a pulvinados, sésiles, amarillo cadmio (4A8); superficie himenial mucilaginosa, amarillo cadmio (4A8), con puntos color púrpura a negro por las ascosporas pigmentadas; superficie exterior lisa, de color ámbar, ligeramente crepada, sin borde; excípulo ectal 150-752 μm de grosor, con textura globularis a angularis, hifas subglobosas de $(5)8-14(16) \times 10-20 \mu\text{m}$, de color ligeramente amarillento; excípulo medular y subhimenio indiferenciados; paráfisis 2-3 μm de grosor, filiformes, con ápice curvado y ensanchado, 5-7 μm de diámetro, septadas, ramificadas, pigmento color amarillo disuelto en el citoplasma; ascas (38)42-49(51) $\times$ 150-212 μm , claviformes a subglobosas, opérculo inamiloide, con pared hasta 2 μm de grosor, ligeramente amiloide en color azul pálido uniforme, octospóricas; ascosporas agrupadas en un paquete tetraseriado de dos esporas por serie, $60-69 \times 23-27 \mu\text{m}$, dispuestas en la parte apical, ascosporas individuales $22-28 \times 11-13 \mu\text{m}$, elipsoides, color marrón en agua destilada, marrón rojizo en KOH, reticuladas bajo el microscopio óptico.

Pruebas histoquímicas: Vainillina sulfúrica: terpenoides en excípulo ectal en color rojo cereza y en himenio en color magenta. Reacción CuS: diterpenoides en paráfisis en color gris, en ascas en color negro. Reactivo de Erlich: derivados del furano en paráfisis en color anaranjado pálido. KMnO_4 : derivados insaturados en paráfisis, ascas y ascosporas en color marrón. Cloruro férrico: derivados fenólicos en ascas en color púrpura, en perisporio en co-

lor negro. Reactivo de Dragendorff: alcaloides en ascas y ascosporas en color marrón rojizo. Cloruro férrico sulfúrico: alcaloides en ascas en color azul verdoso. Reactivo de Marquis: alcaloides en ascas en color azul verdoso. Reactivo de Liebermann: alcaloides en ascas en color azul a púrpura grisáceo. Reactivo de Jeffrey: alcaloides en ascas en color púrpura. Reacción PAS: polisacáridos en ascas y ascosporas en color rosa. KOH: quinonas en el pigmento de la ascospora en color marrón rojizo. Azul de bromofenol: péptidos en ascosporas en color azul. Reacción de Carr-Price: derivados de la vitamina A en color azul pálido en el himenio.

Hábitat: crece gregario a cespitoso, sobre estiércol de vaca en matorral xerófilo.

Distribución: Argentina (Giménez et al., 2005) e Inglaterra (Dennis, 1981). Se cita por primera vez para México del estado de Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, $19^{\circ}53'10''\text{N}$, $98^{\circ}38'23''\text{W}$, 18.II.2024, P. Alvarez-Cortés 335 (ENCB); loc. cit., 17.III.2024, P. Alvarez-Cortés 353 (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por formar apotecios densamente gregarios de color amarillo con la superficie con puntuaciones púrpuras a negra por las ascosporas. Siempre se ha reportado sobre estiércol de caballo y vaca (Dennis, 1981; Giménez et al., 2005).

Saccobolus truncatus Velen., Monogr. Discom. Bohem. (Prague): 370. 1934. Fig. 9.

TIPO: REPÚBLICA CHECA. Bohemia centr., Kunice prope Mnichovice, in fimis corvinis, VII.1931, Velenovsky s.n. (holotipo: PRM 152994).

Ascomas 50-250 μm de diámetro, pulvinados, sésiles, amarillos (4A6) con puntos púrpura por las ascosporas pigmentadas, superficie himenial granulosa, superficie exterior lisa, aspecto gelatinoso, concolor al himenio, gla-



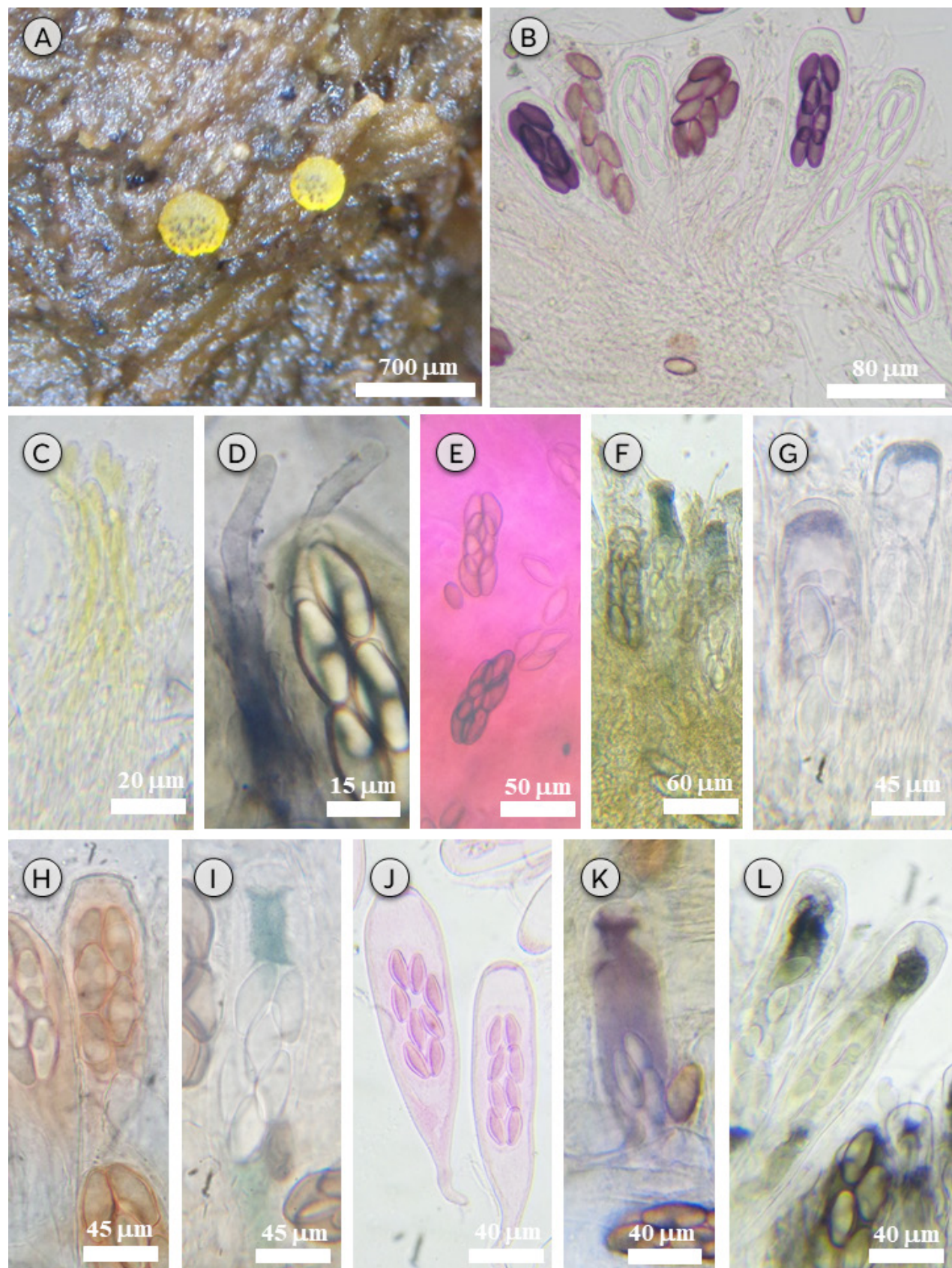


Figura 8: *Saccobolus glaber* (Pers.) Lambotte. A. apotecios; B. corte longitudinal del apotecio; C. paráfisis en agua destilada; D. paráfisis en reactivo de sulfuro de cobre; E. ascas y ascoporas en vainillina sulfúrica; F. ascas y ascoporas en cloruro férrico sulfúrico; G. ascas en reactivo de Liebermann; H. ascas en KOH; I. ascas en reactivo de Marquis; J. ascas y ascoporas en reacción PAS; K. ascas en reactivo de Jeffrey; L. ascas y ascoporas en reactivo de sulfuro de cobre. P. M. Alvarez-Cortés 335 (ENCB).

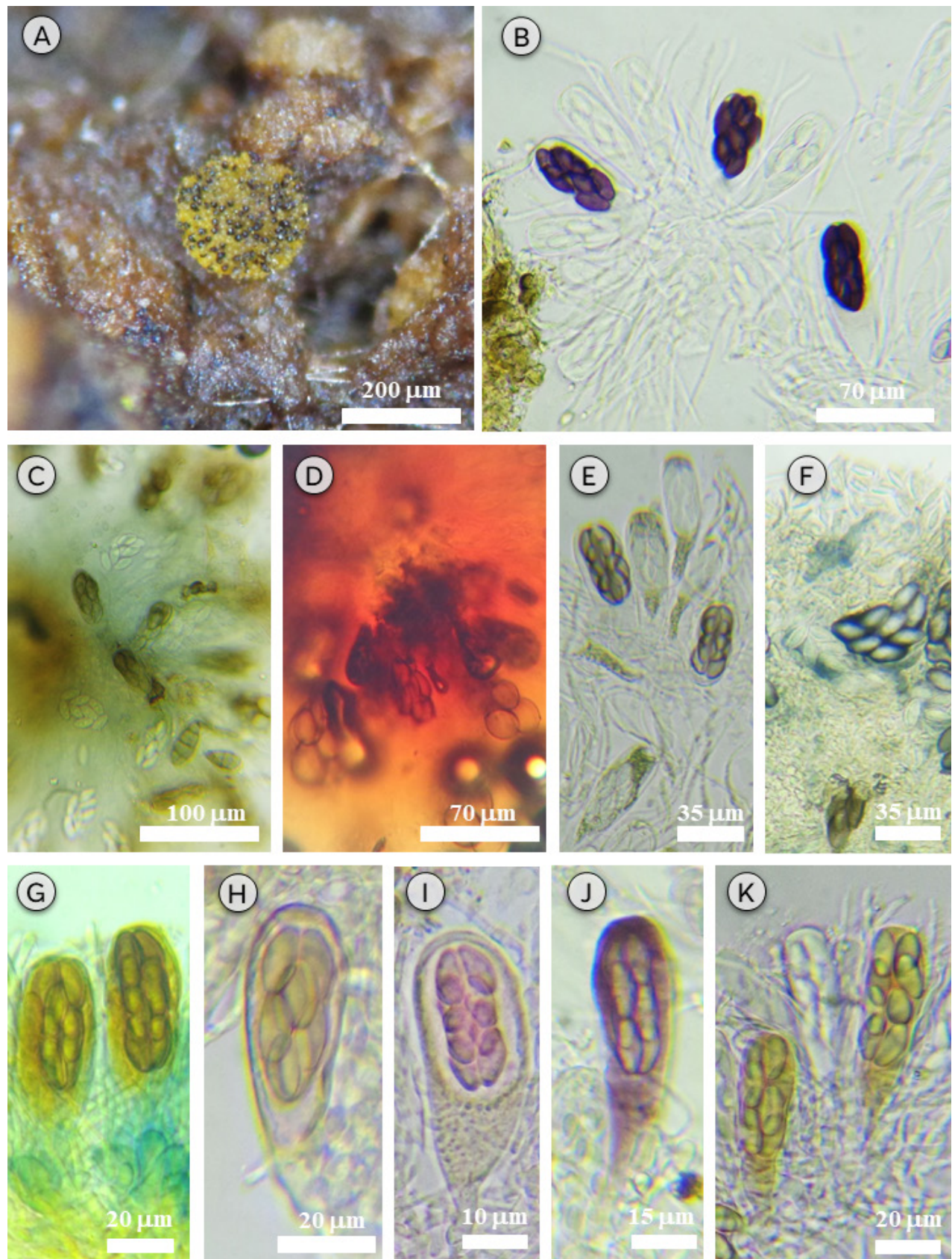


Figura 9: *Saccobolus truncatus* Velen. A. apotecio; B. corte longitudinal del apotecio; C. apotecio en tricloruro de antimonio sulfúrico; D. apotecio en reactivo de Erlich; E. apotecio en reactivo de Jeffrey; F. apotecio en cloruro férrico sulfúrico; G. ascas en reactivo de Melzer; H. asca en reacción de la murexida; I. asca en reacción PAS; J. asca en reactivo de hidroxamato férrico; K. ascas en reactivo de sulfuro de cobre. P. M. Alvarez-Cortés 358 (ENCB).

bra, sin borde; excípulo ectal 50-60 μm de grosor, textura epidermoidea, hifas epidermoides a globososas, 5-10 μm , hialinas, con pared delgada, excípulo medular y subhimenio indiferenciados, paráfisis 70-90 $\times$ 1-2 μm , cilíndricas, septadas, con ápice capitado, con pigmento amarillento uniforme en toda la estructura; ascas 60-76 $\times$ 18-21 μm , claviformes a subglobosas, amiloides en la zona basal, retraseriadas, octospóricas; ascosporas 32-35 $\times$ 13-17 μm , dos esporas por serie, individuales 14-16 $\times$ 7-8 μm , de color púrpura en agua destilada, el pigmento se disuelve en KOH, dejándolas hialinas, reticuladas, envueltas por una cápsula mucilaginosas.

Pruebas histoquímicas: Reacción de Carr-Price: derivados de la vitamina A en excípulo ectal en color azul cielo. Reactivo de Dragendorff: alcaloides en paráfisis y ascas en color marrón rojizo. Reactivo de Marquis: alcaloides en paráfisis en color oliváceo. KMnO_4 : derivados insaturados en paráfisis en color marrón. Cloruro férrico: derivados fenólicos en ascas y ascosporas en color violeta. Reactivo de Jeffrey: alcaloides en ascas en forma de gránulos de color amarillo verdoso. Cloruro férrico sulfúrico: alcaloides en ascas en color verde azulado. Reacción de la murexida: derivados del metabolismo del ácido úrico en ascas en color rosado. Reacción CuS : diterpenoides en ascas en color amarillo cadmio. Reacción del hidroxamato férrico: derivados lactónicos en ascas en color púrpura. Reacción PAS: polisacáridos no estructurales en ascas y ascosporas en color rosa pálido. Reactivo de Erlich: anillos de furano en ascas en color anaranjado rojizo. Vainillina sulfúrica: derivados terpenoides en ascas en color magenta rojizo. KMnO_4 : derivados insaturados en ascas en color marrón. KOH: quinonas en el pigmento de las ascosporas en color anaranjado pálido.

Hábitat: crece gregario en estiércol de vaca en matorral xerófilo.

Distribución: Argentina (Giménez et al., 2005), Alemania, Austria, Canadá, Dinamarca, Estados Unidos de América, Holanda (Van Brummelen, 1976), República Checa (Velenovsky, 1934; Van Brummelen, 1967), Perú, Tailandia (Van Brummelen, 1976). En México se citó de Cd.Mx.

(Aguirre-Acosta y Ulloa, 1982a), se cita por primera vez para Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 18.II.2024, P. Alvarez-Cortés 358 (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por formar ascomas pulvinados, amarillentos con puntuaciones púrpura por las esporas pigmentadas. Se ha citado sobre estiércol de vaca, caballo (Van Brummelen, 1976; Aguirre-Acosta y Ulloa, 1982a), oveja, conejo, cuervo y perdiz (Van Brummelen, 1976).

Saccobolus versicolor (P. Karst.) P. Karst., Acta Soc. Fauna Flora fenn. 2(6): 123. 1885. Fig. 10.

$\equiv$ *Ascobolus versicolor* P. Karst., Not. Sällsk. Fauna et Fl. Fenn. Förh., Ny Ser. 11: 203. 1871. TIPO: FINLANDIA. Sin localidad, en excretas de *Bos taurus*, sin fecha, Karsten s.n. (holotipo: no localizado).

Apotecios 60-300 μm de diámetro, cupuliformes a pulvinados, blancos translucidos a hialinos, con puntuaciones púrpuras por las ascosporas pigmentadas; superficie himenial granulosa, superficie exterior lisa, hialina, sin borde; excípulo ectal 50-60 μm de grosor, textura globularis, hifas globulares entrelazadas con hifas alargadas; excípulo medular y subhimenio indiferenciados; paráfisis 1-3 μm de diámetro, cilíndricas, septadas, con ápice capitado, hialinas, a veces presentando pequeñas gotas hialinas; ascas 92-100 $\times$ 25-28 μm , cilíndricas a claviformes, hialinas con amiloidia cuando son muy inmaduras desapareciendo al madurar, operculadas, triseriadas, octospóricas; ascosporas 51-55 $\times$ 19-20 μm , con dos series de tres y una serie de dos ascosporas, esporas individuales 20-21 $\times$ 10-11 μm , con ápices ligeramente angulares, de color violeta a marrón en la madurez, reticuladas.

Pruebas histoquímicas: Reacción PAS: polisacáridos no estructurales en excípulo ectal en color rosa. Reacción de Liebermann: aminos secundarios en excípulo ectal y pa-



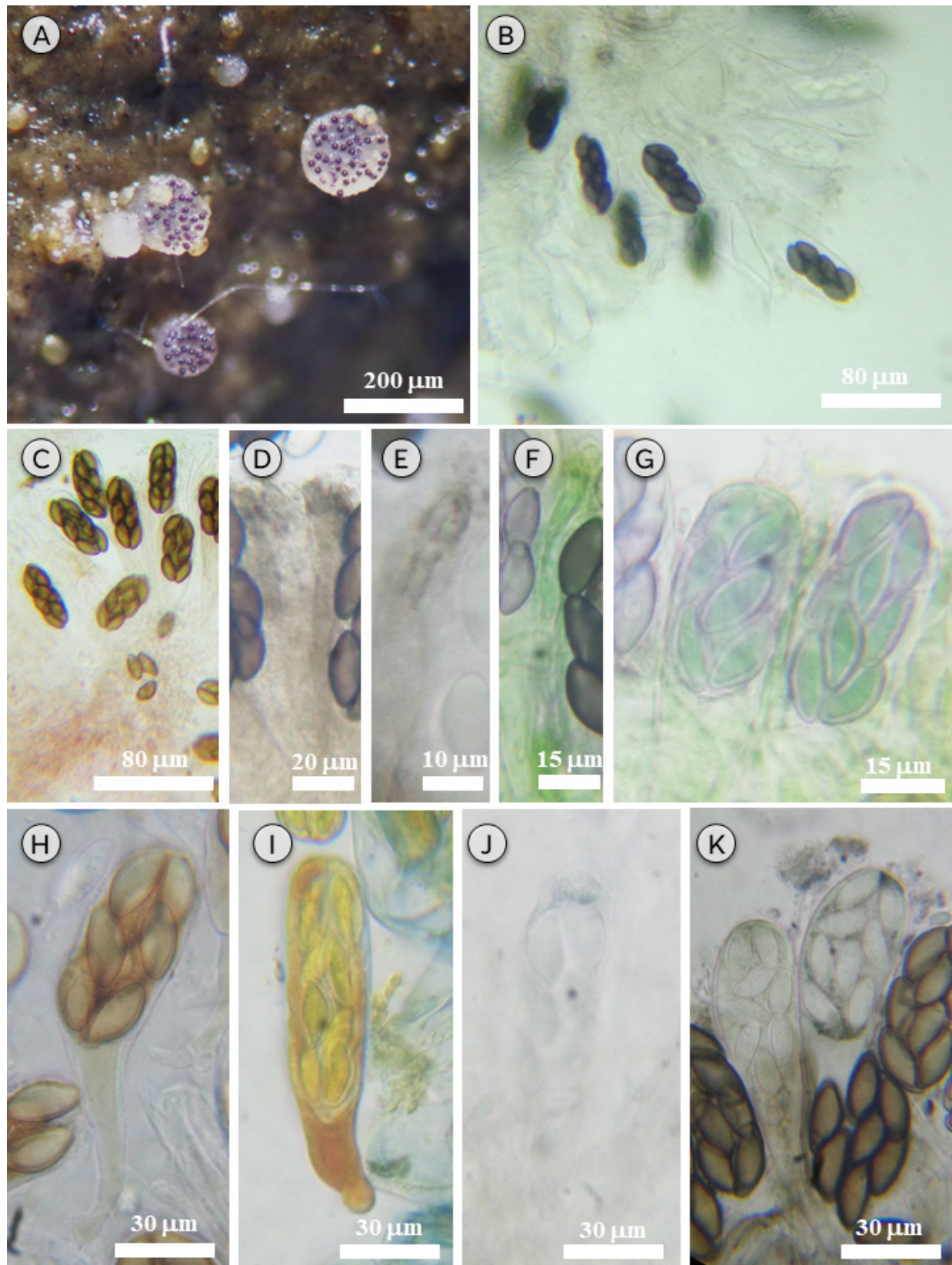


Figura 10: *Saccobolus versicolor* (P. Karst.) P. Karst. A. apotecios; B. corte longitudinal del apotecio; C. apotecio en reacción PAS; D. paráfisis en reactivo de Liebermann; E. paráfisis en reactivo de Erlich; F. paráfisis en azul de bromofenol; G. ascosporas en azul de bromofenol; H. asca en reacción de la murexida; I. asca en solución de yodo; J. asca en reactivo de Marquis; K. ascas en reactivo de sulfuro de cobre. P. M. Alvarez-Cortés 300 (ENCB).

ráfisis en color marrón. Reactivo de Erlich: derivados del furano en excípulo ectal y paráfisis en color marrón. Azul de bromofenol: péptidos en paráfisis y ascosporas en color azul verdoso. Reacción CuS: diterpenoides en paráfisis en color oliváceo, en ascas en color oliváceo y negro. KMnO_4 : derivados insaturados en paráfisis y ascas en color marrón. Reactivo de Marquis: alcaloides en ascas, en la región del ápice, en color azul pálido. Reacción de la murexida: derivados del ácido úrico en ascas en color anaranjado pálido. Cloruro férrico: pigmentos de naturaleza fenólica en ascas en color negro. KOH: quinonas en el pigmento de las ascosporas en color anaranjado pálido.

Hábitat: crece gregario, en estiércol de vaca en matorral xerófilo.

Distribución: Argentina (Giménez et al., 2005) y Finlandia (Van Brummelen, 1967). Se cita por primera vez para México.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 7.I.2024, P. Alvarez-Cortés 300 (ENCB), loc. cit., 17.III.2024, P. Alvarez-Cortés 359 (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por formar ascomas pulvinados, blancos translucidos con puntaciones púrpura por las esporas pigmentadas. Se ha citado sobre estiércol de vaca y caballo (Giménez et al., 2005).

Ascodesmidaceae

Lasiobolus cuniculi Velen., Monogr. Discom. Bohem. (Prague): 363. 1934. Fig. 11.

TIPO: REPÚBLICA CHECA. Bohemia, en excretas de conejo, sin fecha, Velenovsky s.n. (holotipo: PRM).

Apotecios 300-1200 μm de diámetro, cupuliformes, sésiles, color champaña a amarillo grisáceo (4B4), translucido, superficie himenial granulosa por las ascas que sobresalen del himenio, superficie exterior amarillenta con pelos

setoides, 135-248 $\times$ 10-16 μm , unicelulares, aciculares, con pared de 1-2 μm , cuyo origen son las hifas epidermoideas del excípulo ectal, hialino; excípulo ectal 9-11 μm de grosor, textura prismática a ligeramente epidermoidea, hifas (2)3-5(8) $\times$ 14-23 μm , paredes amarillentas; excípulo medular 20-40 μm de grosor, textura globularis, hifas 7-13 μm de diámetro, con pared amarillenta; subhimenio poco diferenciado de textura globularis, hifas 3-7 μm de diámetro, hialinas; paráfisis 2-3 μm de diámetro, filiformes, ramificadas, con el ápice hinchado, curvado, septadas con distancias de 15-50 μm , hialinas; ascas 70-75 $\times$ (30)35-47 μm , subglobosas, opérculo inamiloide, biseriadas, octospóricas; ascosporas 15-21 $\times$ 9-14 μm , elipsoides, que pueden presentar burbuja de Bary en KOH al 5% y en la mezcla Glicerina-Agua-Fenol, hialinas, con pared delgada y lisa.

Pruebas histoquímicas: KMnO_4 : derivados insaturados en pelos setoides y paráfisis en color marrón. Cloruro férrico sulfúrico: micoesteroides en paráfisis en color amarillo grisáceo. Vainillina sulfúrica: terpenoides en paráfisis en color rojo. Azul de bromofenol: péptidos en ascas en color azul. Reactivo de Dragendorff: alcaloides en ascas en color marrón rojizo. Reacción de la murexida: derivados del ácido úrico en ascosporas en color amarillo cadmio.

Hábitat: crece solitario sobre estiércol de vaca y caballo en matorral xerófilo.

Distribución: Alemania, Canadá, Estados Unidos de América, Francia República Checa, Bermudas, Ucrania, y en México se ha citado para San Luis Potosí (Bezerra y Kimbrough, 1975). Se cita por primera vez para el estado de Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 18.II.2024, P. Alvarez-Cortés 355 (ENCB); loc. cit., 17.III.2024, P. Alvarez-Cortés 362 (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por formar apotecios pálido-amarillentos, translucidos, con pelos setoides, aciculares, unicelulares de pared gruesa; ascosporas elipsoides, verde amarillentas y pueden presentar bur-



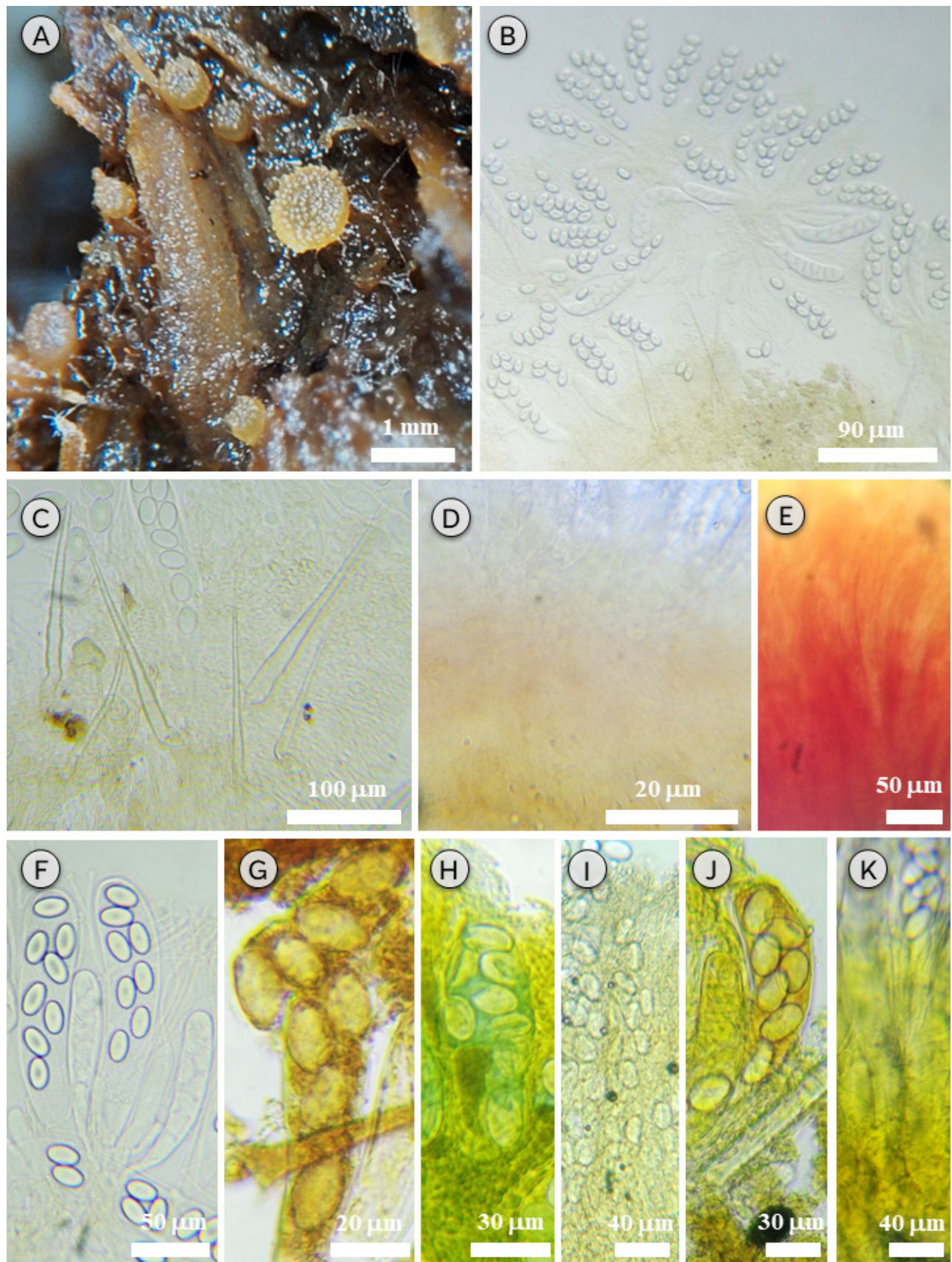


Figura 11: *Lasiobolus cuniculi* Velen. A. apotecios; B. corte longitudinal del apotecio; C. detalle de los pelos setoides; D. excípulo medular en reactivo de Erlich; E. himenio en vainillina sulfúrica; F. himenio en agua destilada; G. ascas en reactivo de permanganato de potasio; H. ascas en azul de bromofenol; I. himenio en cloruro férrico sulfúrico; J. ascas en reactivo de Melzer; K. himenio en reacción de la murexida. P. M. Alvarez-Cortés 355 (ENCB).

buja de Bary; se ha encontrado en caballo, conejo, mapache, liebre, oveja y vaca (Bezerra y Kimbrough, 1975).

Pezizaceae

Iodophanus testaceus (Moug.) Korf, Am. J. Bot. 54(1): 19. 1967. Fig. 12.

≡ *Peziza testacea* Moug., in Fries, Elench. fung. (Greifswald) 2: 11. 1828. TIPO: FRANCIA. Departamento de Vosgos, sobre tela lacerada y semipodrida, sin fecha, J. B. Mougeot s.n. (holotipo: no localizado).

Apotecio 1000-2000 µm de diámetro, globoso a pulvinado, sésil, de color naranja pálido (5A3); superficie himenial granulosa, anaranjado grisáceo (5B2), superficie exterior lisa, concolora con el himenio, sin borde, con algunas setas, pluricelulares de ápice capitado, hialinas; excípulo ectal 320-350 µm de grosor, con textura globularis, hifas 15-41 µm de diámetro, hialinas; excípulo medular 100-134 µm de grosor, con textura globularis, hifas de 10-25 µm de diámetro, hialinas; subhimenio poco perceptible con textura epidermoidea con hifas de 5-9 µm de grosor, hialinas; paráfisis 4-5 µm de diámetro, filiformes, con ápice capitado, septadas, conteniendo pequeñas gúttulas a lo largo de su longitud, pigmentos carotenoides granulados; ascas 210-250 × 27-30 µm, cilíndricas a ligeramente claviformes, opérculo inamiloide, con ligera amiloidia azul pálido en la pared de la parte media del asca hacia la base, uniseriadas a biseriadas, octospóricas; ascosporas 17-19 × 11-12 µm, elipsoidales, hialinas, con ornamentación verrucosa bajo el microscopio compuesto.

Pruebas histoquímicas: Reacción PAS: polisacáridos no estructurales en excípulo ectal, medular y en ascas en color rosa. Vainillina sulfúrica: terpenoides en excípulo ectal y medular en color anaranjado, en subhimenio en color rosa, en himenio en color anaranjado rojizo. Reactivo de Dragendorff: color marrón rojizo con asociado a los polisacáridos presentes. Azul de bromofenol: péptidos en color azul en excípulo medular. KMnO₄: derivados insaturados en subhimenio y ascas en color marrón. Reacción de la murexida: derivados del ácido úrico en himenio en color

amarillo cadmio. Azul de bromofenol: péptidos en el ápice de las paráfisis en color azul. Reacción CuS: diterpenoides en paráfisis en color amarillo grisáceo. Los carotenoides del grupo de las xantofilas presentes en esta especie viran a marrón en presencia de KMnO₄, se decoloran con la reacción diazoica de Liebermann y se mantienen inmutables ante el ácido sulfúrico.

Hábitat: crece gregario a cespitoso sobre estiércol de oveja en matorral xerófilo.

Distribución: Estados Unidos de América (Kimbrough et al., 1969). En México, se citó de Morelos (Guzmán, 1972). Se describe por primera vez para el estado de Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 24.XII.2023, P. Alvarez-Cortés 304 (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por formar apotecios de color naranja pálido con setas de tres a cinco segmentos y ascosporas equinuladas; una especie similar es *I. carneus* que se separa porque presenta ascas amiloides. *Iodophanus testaceus* ha sido citado en restos de papel y madera en descomposición (Kimbrough et al., 1969; Martínez-Gil y Caballero, 2016).

Peziza fimeti (Fuckel) E.C. Hansen, Vidensk. Meddel. Dansk Naturhist. Foren. Kjøbenhavn 59: 267. 1877. Fig. 13.

≡ *Humaria fimeti* Fuckel, Jb. nassau. Ver. Naturk. 25-26: 338. 1871. TIPO: ALEMANIA. Sin localidad, en excretas de *Equus*, sin fecha, G. Barbey-Boissier s.n. (holotipo: no localizado).

Apotecios 3-5 mm de diámetro, cerrado cuando jóvenes a cupuliformes al madurar, estipitados, de color crema blanquecino (4A3) a naranja pálido (5A3); superficie himenial lisa a fragmentada en la madurez, color marrón claro (Methuen); superficie exterior color crema amarillento, furfurácea; borde crenado a erodado; excípulo ectal



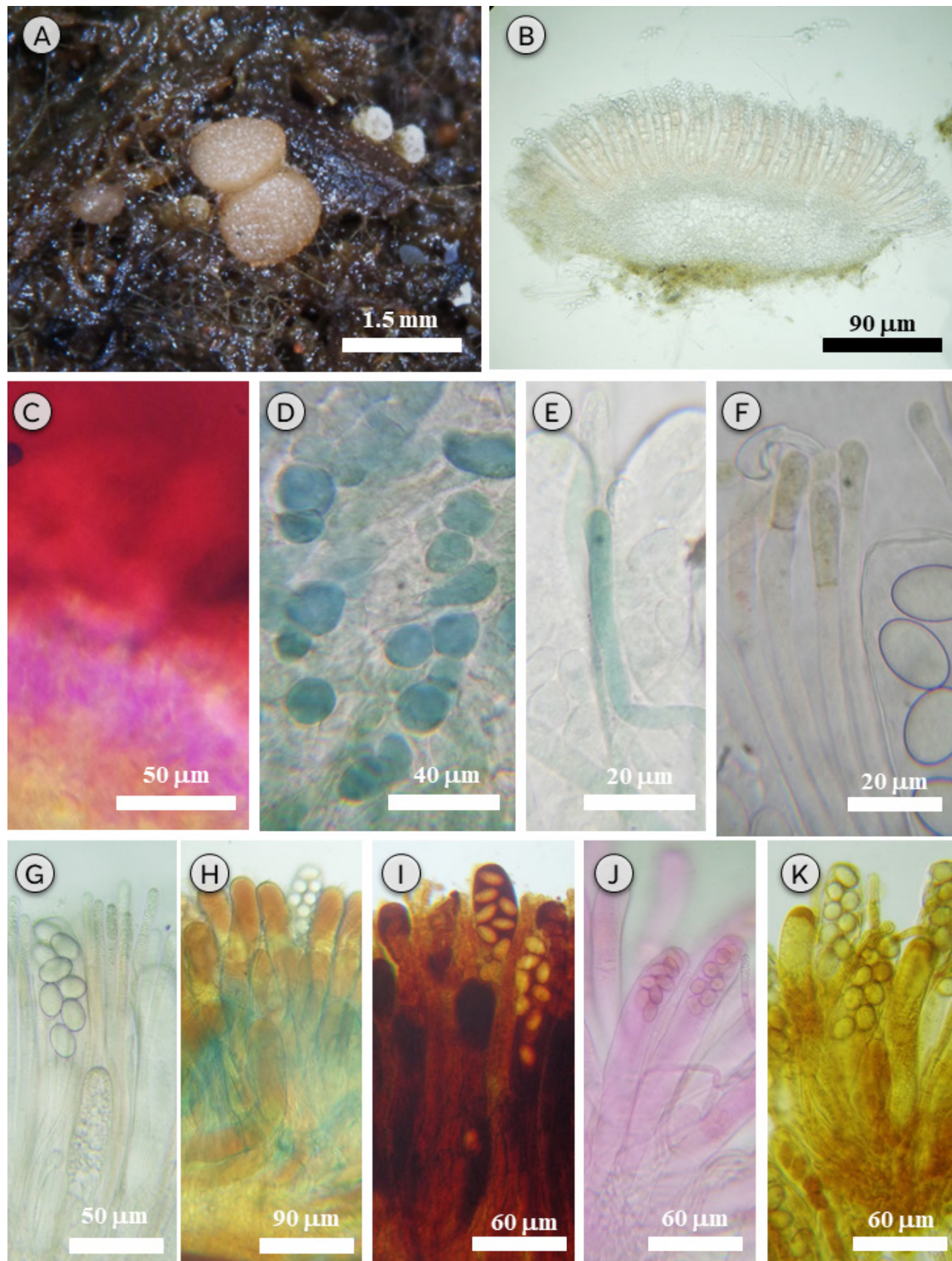


Figura 12: *Iodophanus testaceus* (Moug.) Korf. A. apotecios; B. corte longitudinal del apotecio; C. apotecio en vainillina sulfúrica; D. excípulo medular en azul de bromofenol; E. paráfisis en azul de bromofenol; F. paráfisis en reactivo de sulfuro de cobre; G. himenio en agua destilada; H. himenio en solución de yodo; I. himenio en reactivo de Dragendorff; J. himenio en reacción PAS; himenio en reactivo de permanganato de potasio. P. M. Alvarez-Cortés 304 (ENCB).

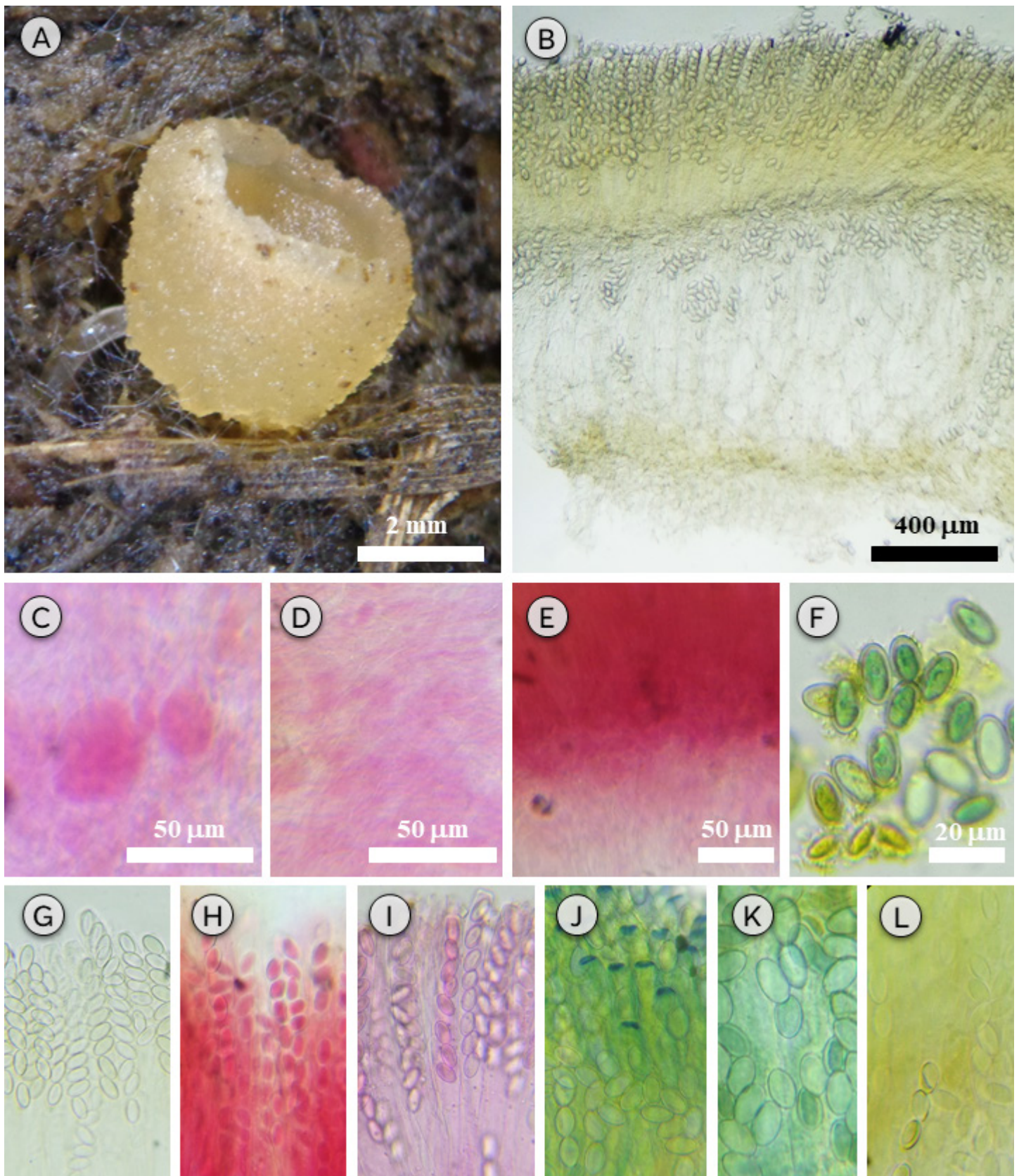


Figura 13: *Peziza fimeti* (Fuckel) E.C. Hansen. A. apotecio; B. corte longitudinal del apotecio; C, D. excípulo en vainillina sulfúrica; E. subhimenio en vainillina sulfúrica; F. ascosporas en azul de bromofenol; G. ascas en agua destilada; H. ascas y ascosporas en vainillina sulfúrica; I. himenio en reacción PAS; J. amiloidia del asca en reactivo de Melzer; K. ascosporas en azul de bromofenol; L. himenio en reactivo de Erlich. P. M. Alvarez-Cortés 354 (ENCB).

450-600 µm de grosor, textura globularis, hifas 20-50 µm de diámetro, hialinas; excípulo medular 700-900 µm de grosor, textura globularis, hifas 30-80 µm de diámetro, hialino; subhimenio 40-50 µm de grosor, textura epidermoidea a globularis, hifas de 9-12 µm de diámetro, color amarillento; paráfisis 1-2 µm de diámetro, cilíndricas, septadas, no ramificadas, ápice capitado ligeramente más engrosado, contenido granulado hialino, sobresalen ligeramente del nivel de las ascas; ascas 16-20 × 300-350 µm, cilíndricas, con opérculo amiloide, 7-10 µm de diámetro, el resto de la pared inamiloide, uniseriadas, octospóricas; ascosporas 16-20 × 9-12 µm, elipsoidales, hialinas con pared gruesa de hasta 1 µm de grosor, lisas a ligeramente verrugosas bajo el microscopio compuesto.

Pruebas histoquímicas: Vainillina sulfúrica: terpenoides en excípulo ectal y medular en color rosa, en subhimenio, himenio y ascosporas en color rojo cereza. KMnO_4 : derivados insaturados en excípulo ectal, medular, ascas y ascosporas en color marrón. Reacción PAS: polisacáridos no estructurales en subhimenio y ascosporas en color rosa. Reactivo de Erlich: derivados del furano en himenio en color amarillo. Azul de bromofenol: péptidos en el pie de las ascas y ascosporas en color azul.

Hábitat: crece solitario sobre estiércol de vaca en matorral xerófilo.

Distribución: Alemania, Estonia, Italia, Rusia y Uzbekistan (Medardi et al., 2012), Nepal (Adhikari, 2014). Se cita por primera vez para México del estado de Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 7.II.2024, *P. Alvarez-Cortés* 354 (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por formar apotecios pequeños de hasta 5 µm de diámetro, formándose al final de la sucesión en condiciones relativamente secas; una especie similar es *P. succosa* Berk., pero se diferencian por el tamaño del apotecio y esporas que en esta última son 10-25 µm y 16-20 × 9-12 µm, respecti-

vamente. Las características de los ejemplares mexicanos de *P. fimeti* coinciden con las reportadas por Medardi et al. (2012), quienes revisaron especímenes de diversas localidades de Europa, principalmente Italia, y la indican sobre excretas de bovinos y equinos, principalmente, así como en ratón en Estonia y oso en Rusia.

Pyronemataceae

Cheilymenia pulcherrima (P. Crouan & H. Crouan) Boud., Hist. Class. Discom. Eur. (Paris): 63. 1907. Fig. 14.

≡ *Ascobolus pulcherrimus* P. Crouan & H. Crouan, Annales des Sciences Naturelles, Botanique ser. 4., 10: 196. 1858. TIPO: FRANCIA. Brest, sobre estiércol viejo de vaca, verano, *sin colector* (holotipo: no localizado).

Apotecios 450-700 µm de diámetro, turbinados, urceolados, sésiles, pálido anaranjados (5A5); superficie himenial lisa, anaranjada claro (5A3); superficie exterior concolora al himenio con setas septadas con 2-4 septos, emergen del excípulo ectal de una hifa globosa a epidermoidea, marrón claro; excípulo ectal 200-300 µm de grosor, textura globularis imbuta, hifas 24-57 µm de diámetro, hialinas a ligeramente amarillentas; excípulo medular indiferenciado; subhimenio 10-20 µm de grosor, textura epidermoidea a globularis, hifas 7-18 µm de diámetro, anaranjadas; paráfisis 3-5 µm de diámetro, filiformes con ápice capitado engrosado a 7-8 µm, septadas, con pigmentos carotenoides granulados dispuestos alrededor de gúttulas esféricas, hialinas; ascas 18-20 × 184-228 µm, cilíndricas, inamiloides, uniseriadas, octospóricas; ascosporas 18-21 × 10-13 µm, elipsoides, hialinas, con pared delgada y lisa.

Pruebas histoquímicas: Reacción PAS: polisacáridos no estructurales en excípulo ectal en color rosa pálido. Azul de bromofenol: péptidos en excípulo ectal en color azul. Reactivo de Dragendorff: ascas color marrón rojizo asociados a los polisacáridos presentes. Los carotenoides de tipo xantofilas que posee esta especie en las paráfisis viran a oliváceo con el reactivo de Dragendorff, viran entre marrón y oliváceo con KMnO_4 y viran a rojo con reacción de Carr-Price.



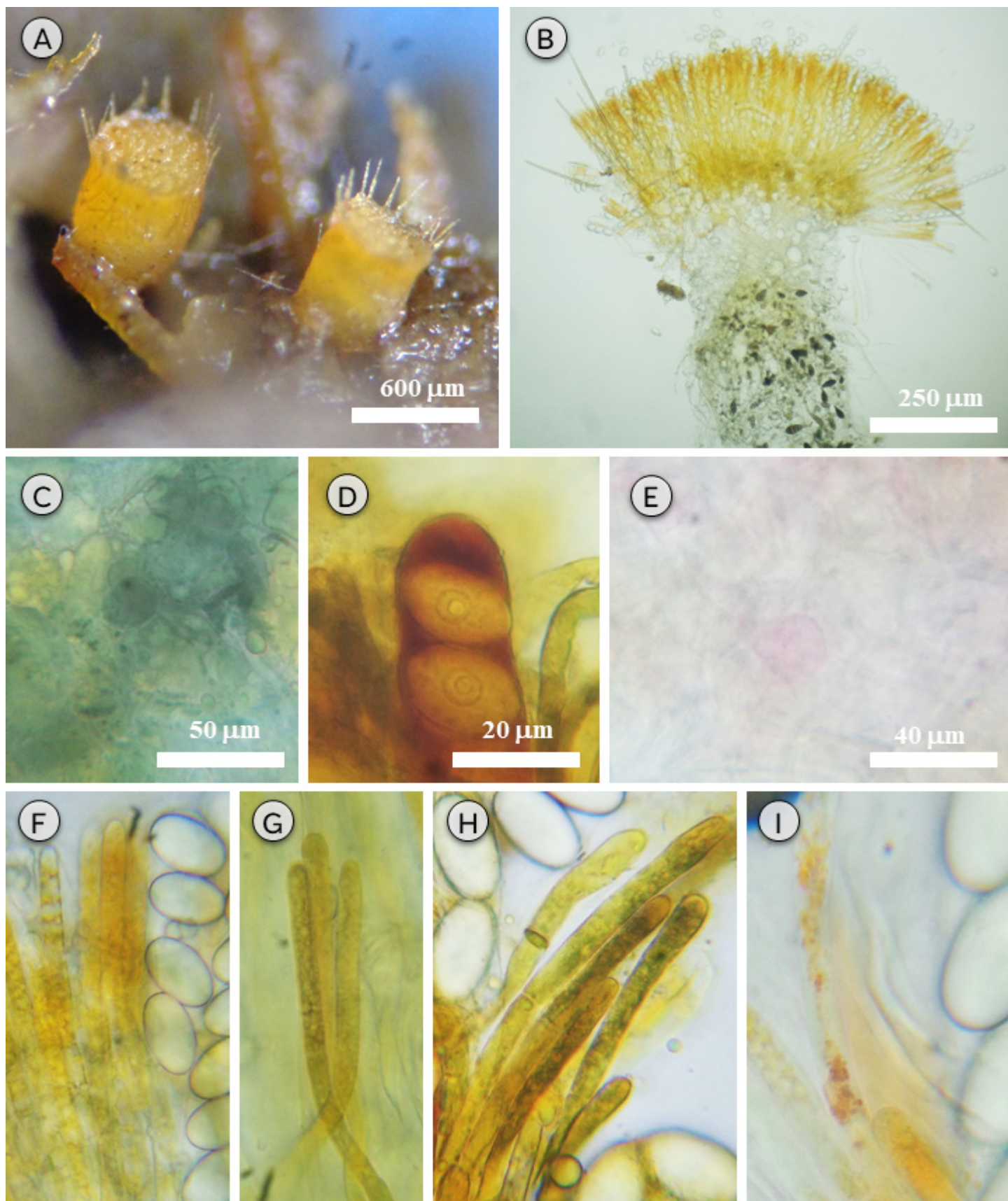


Figura 14: *Cheilymenia pulcherrima* (P. Crouan & H. Crouan) Boud. A. apotecios; B. corte longitudinal de apotecio; C. excípulo ectal en azul de bromofenol; D. asca en reactivo de Dragendorff; E. excípulo ectal en reacción PAS; F. paráfisis en agua destilada; G. paráfisis en reactivo de permanganato de potasio; H. paráfisis en reactivo de Dragendorff; I. paráfisis en tricloruro de antimonio sulfúrico. P. M. Álvarez-Cortés 289 (ENCB).

Hábitat: crece gregario sobre estiércol de vaca, directamente sobre tallos, hojas y frutos de herbáceas en matorral xerófilo.

Distribución: Italia (Cacialli et al., 1995) y Turquía (Uzun et al., 2018). Se cita por primera vez para México del estado de Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 24.XII.2023, P. Alvarez-Cortés 289 (ENCB); loc. cit., 18.II.2024, P. Alvarez-Cortés 338 (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por ser la única en formar apotecios pálido anaranjado, turbidados a urceolado con setas pálido-amarillentas a marrón claro; las características coinciden con Richardson y Watling (1996).

Incertae sedis

Coprotus albidus (Boud.) Kimbr., Am. J. Bot. 54: 22.1967. Fig. 15A-B.

≡ *Ryparobius albidus* Boudier, Bull. Soc. Mycol. Fr. 4: 49.1887. TIPO: FRANCIA. Departamento del Valle del Oise, el bosque de Carnelle situado a 25 km al norte de París, en excretas de *Bos taurus*, III.1884, Boudier s.n. (holotipo: PC).

Apotecios 200-600 µm de diámetro, cupuliformes, sésiles, blancos a amarillentos; superficie himenial granulosa por las ascas que sobresalen del himenio, hialino; superficie exterior lisa, color blanco, amarillenta en la madurez, sin borde; excípulo ectal 70-90 µm de grosor, textura globular a epidermoidea, hifas 4-20 µm de diámetro, con pared delgada y lisa, que termina en una capa de células alargadas 3-5 × 10-20 µm, hialinas, con contenido amarillento verdoso pálido, distribuido de forma irregular, de pared engrosada y amarillenta; excípulo medular y subhimenio indiferenciados; paráfisis 1-2 µm de diámetro, filiformes, capitadas, uncinadas, ramificadas hacia la base, con pequeñas gútulas, amarillentas a verdosas, distribuidas uniformemente; ascas

120-150 × 19-22(26) µm, con pared delgada, amarillentas, cilíndricas a ligeramente claviformes, inamiloides, multise-riadas, con 32 ascosporas, hialinas; ascosporas 9-12 × 6-7 µm, elipsoides, amarillento-verdosas, con pared delgada y lisa, con burbuja de Bary, 4-5 µm de diámetro.

Pruebas histoquímicas: El escaso número de ascomas presentes en las muestras de estiércol solo permitieron llevar a cabo el análisis morfológico, y no se contó con suficiente material para las pruebas histoquímicas.

Hábitat: crece gregario, sobre estiércol de vaca en matorral xerófilo.

Distribución: Francia (Kimbrough et al., 1971). En México se describe por primera vez del estado de Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio de Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México-Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 24.XII.2023, P. Alvarez-Cortés 363 (ENCB), 364 (ENCB), 303 (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por los apotecios blanquecinos con ascas que sobresalen del himenio y que contienen 32 ascosporas hialinas. Una especie similar es *C. rhyparoboides* (Heimerl) Kimbr., pero se diferencia por el tamaño de las ascosporas de 13.5-17 × 7-8 µm, mientras que para esta especie son de 9-12 × 6-7 µm. *Coprotus albidus* se ha citado sobre excretas de conejo y vaca (Kimbrough et al., 1971).

Coprotus lacteus (Cooke & W. Phillips) Kimbr., Luck-Allen & Cain, Can. J. Bot. 50: 965. 1972. Fig. 15C-D.

≡ *Ascobolus lacteus* Cooke & W. Phillips, Grevillea 5(no. 35): 119. 1876. TIPO: INGLATERRA. Shrewsbury, en excretas de vaca, 1876, Phillips D11141 (holotipo: K 29993, isotipo: CUP).

Ascomas 400-800 µm de diámetro, cupuliformes a pulvinados, sésiles, hialinos cuando jóvenes a marrón claro en la madurez; superficie himenial granulosa por las ascas que sobresalen del himenio, hialino; superficie exterior lisa,



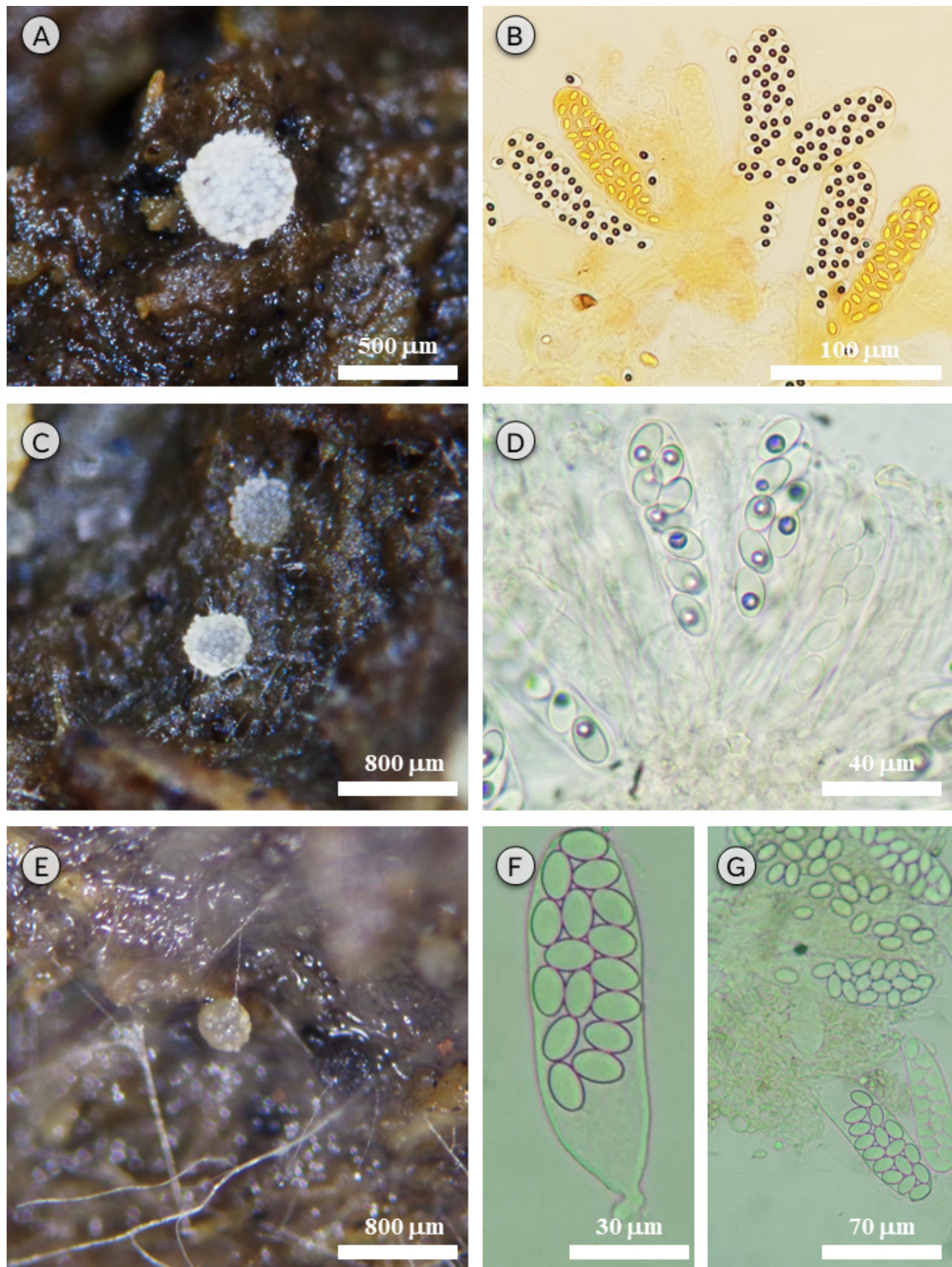


Figura 15: *Coprotus albidus* (Boud.) Kimbr. A. apotecio; B. ascas y ascosporas con Melzer; *Coprotus lacteus* (Cooke & W. Phillips) Kimbr., Luck-Allen & Cain; C. apotecios; D. himenio en agua destilada; *Coprotus sexdecimsporus* (P. Crouan & H. Crouan) Kimbr. & Korf; E. apotecio; F. asca y ascosporas; G. himenio. P. M. Alvarez-Cortés 363, 364, 303 (ENCB).

concolor al himenio; excípulo ectal 40-60 μm de grosor, textura angularis, hifas 5-15 μm de diámetro, hialinas de paredes gruesas amarillentas, hifas terminales rectangulares 5-12 $\times$ 2-5 μm , con ápice capitado, hialinas; excípulo medular y subhimenio indiferenciados; paráfisis 1 μm de diámetro, filiformes con ápice capitado a globoso, hasta 2 μm de diámetro, a veces uncinados, contenido verdoso distribuido uniformemente; ascas 50-57 $\times$ 12-18 μm , claviformes, inamiloides, biseriadas, octospóricas; ascosporas 10-12 $\times$ 5-7 μm , elipsoides, verdosas, de pared delgada y lisa, con burbuja de Bary 4-5 μm de diámetro.

Pruebas histoquímicas: el escaso número de ascas presentes en las muestras de estiércol permitieron llevar a cabo solo el análisis morfológico, no se contaron con ejemplares suficientes para llevar a cabo el estudio histoquímico.

Habitat: crece gregario sobre estiércol de vaca en matorral xerófilo.

Distribución: Canadá, Dinamarca, España, Estados Unidos de América, India, Inglaterra, Italia, Japón, Noruega, Nueva Zelanda, México, Polonia, Puerto Rico, República Checa, Suecia, Venezuela (Melo et al., 2014b). En México se citó de Durango, San Luis Potosí y Tamaulipas (Kimbrough et al., 1971); se registra por primera vez para Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 17.III.2024, P. Alvarez-Cortés 364 (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por los apotecios de color blanco y se separa de *C. granuliformis* (Cr. & Cr.) Kimbr., por el tamaño de ascosporas de 8-11.5 $\times$ 6.5-7 μm . *Coprotus lacteus* se ha citado en estiércol de caballo y vaca (Kimbrough et al., 1971).

Coprotus sangabrielensis Alv.-Cortés, Mart.-Pineda, R. Valenz. & Raymundo, sp. nov. Fig. 16.

TIPO: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, matorral xerófilo cerca de carretera, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 17.III.2024, P. Alvarez-Cortés 357 (holotipo: ENCB!).

Apothecia 400-800 μm in diameter, himenial surface granulate, pale orange with white points, paraphyses up to 1 μm , filiform, anastomosed, asci 110-180 $\times$ 38-50 μm , multiseriate, 128-spored, ascospores 8-12 $\times$ 5-8 μm , ellipsoid, with de Bary bubble.

Apotecios 400-800 μm de diámetro, globosos a pulvinados, sésiles, color dorado (4B6); superficie himenial granulada, dorada, con puntos blancos por las ascas sobresalientes; superficie exterior lisa, concolora al himenio; sin borde; excípulo ectal 200-300 μm de grosor, textura globularis a angularis con hifas, 5-11 μm de diámetro, con pared lisa y delgada, hialinas a ligeramente amarillentas; excípulo medular y subhimenio indiferenciados; paráfisis hasta 1 μm de grosor, filiformes, septadas, anastomosadas, ramificadas, de ápice capitado con vacuolas; ascas 110-180 $\times$ 38-50 μm , claviformes a subglobosas, inamiloides, multiseriadas, 128 esporas por asca, con pared gruesa hasta 1 μm de grosor, hialinas; ascosporas 8-12 $\times$ 5-8 μm , elipsoides, amarillo verdosas con paredes ligeramente engrosadas, lisas con burbuja de Bary.

Pruebas histoquímicas: Reactivo de Jeffrey: alcaloides en paráfisis en color anaranjado. KMnO_4 : derivados insaturados en paráfisis en color marrón. Reacción PAS: polisacáridos no estructurales en paráfisis en color rosa pálido. Reactivo de Dragendorff: alcaloides en la zona apical de las ascas en color marrón rojizo. Vainillina sulfúrica: terpenoides en ascas en color rojizo. Azul de bromofenol: péptidos en ascas en color azul verdoso.

Habitat: crece gregario a solitario sobre estiércol de vaca en matorral xerófilo.

Etimología: el epíteto de esta especie hace referencia a la localidad en donde se recolectó el ejemplar tipo "San Gabriel Azteca".



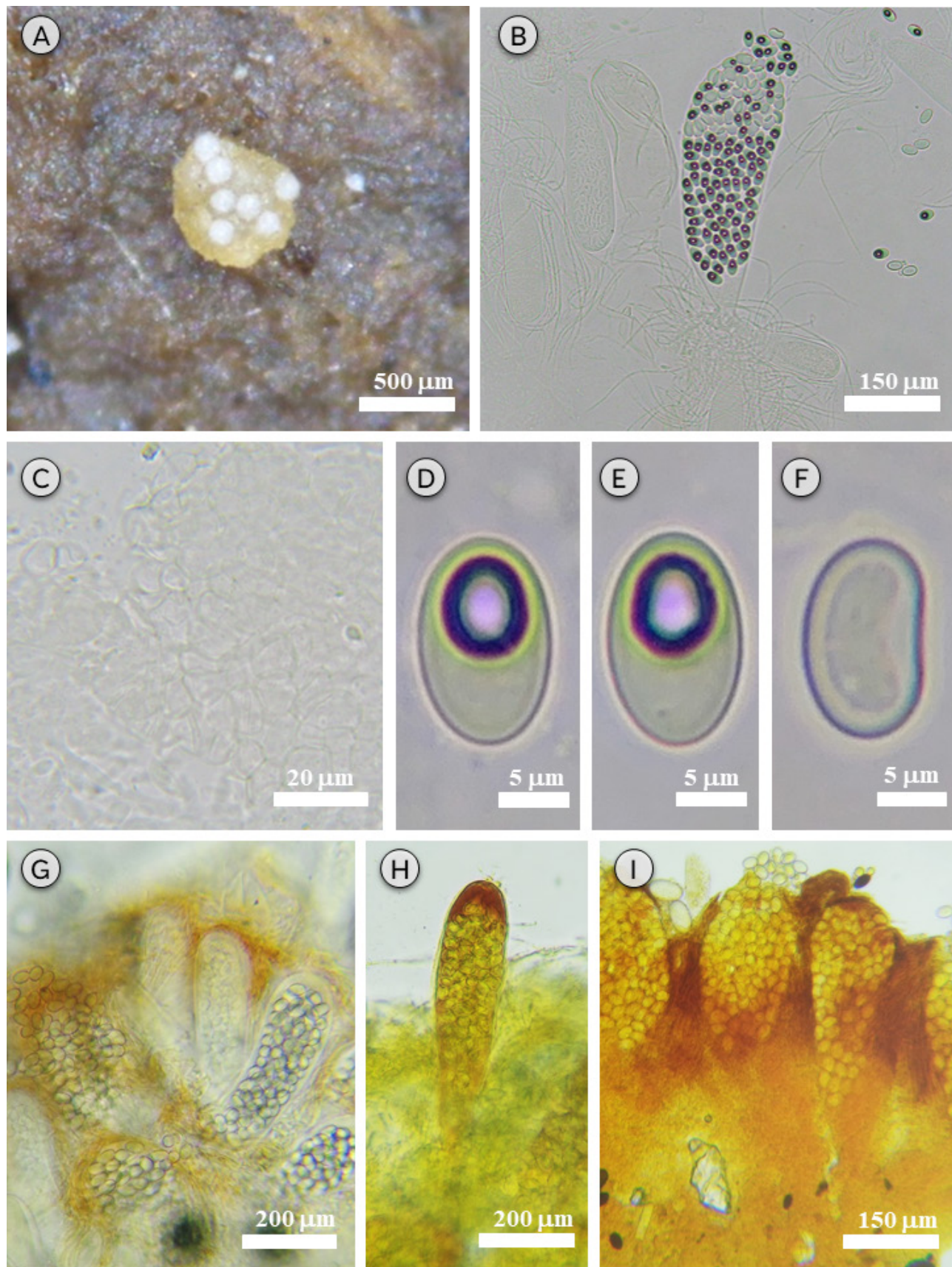


Figura 16: *Coprotus sangabrielensis* Alv.-Cortés, Mart.-Pineda, R. Valenz. & Raymundo A. apotecio; B. asca y paráfisis; C. excípulo ectal; D-F. ascosporas; G. himenio en reactivo de Jeffrey; H. asca en reactivo de Dragendorff; I. himenio en reactivo de permanganato de potasio. P. M. Alvarez-Cortés 357 (ENCB).

Distribución: solo se conoce de la localidad tipo.

Notas taxonómicas: se caracteriza por tener ascas de $110-180 \times 38-50 \mu\text{m}$, con 128 ascosporas de $8-12 \times 5-8 \mu\text{m}$. Una especie afín es *Coprotus winteri* (Marchal) Kimbr. que también es multiesporada; sin embargo, esta especie se distingue por tener 256 esporas por asca (Kušan, et al., 2018). Además, difieren en excípulo ectal: *C. winteri* presenta hifas alargadas que emergen del excípulo ectal mientras que *C. sangabrielensis* carece de ellas.

Coprotus sexdecimsporus (P. Crouan & H. Crouan) Kimbr. & Korf (as 'sexdecemsporus'), Am. J. Bot. 54(1): 22. 1967. Fig. 15E-G.

≡ *Ascobolus sexdecimsporus* P. Crouan & H. Crouan, Annales des Sciences Naturelles, Botanique ser. 4., 10: 195. 1858. TIPO: FRANCIA. Brest, en excrementos de caballo y de vaca en los pantanos, primavera, sin colector (holotipo: no localizado).

Apotecios 450-760 μm de diámetro, pulvinados, gelatinosos, sésiles, blanco a blanco grisáceo, hialino; superficie himenial granulosa por las ascas que sobresalen del himenio, color blanco; superficie exterior lisa, blanca a blanca grisácea; excípulo ectal 90-120 μm de grosor, textura angularis, hifas 7-12 μm de diámetro, hialinas, última capa con hifas elongadas $5-11 \times 4-6 \mu\text{m}$; excípulo medular y subhimenio indiferenciado; paráfisis 2-3 μm de diámetro, filiformes, ramificadas en el ápice el cual es capitado, a curvado, septadas, con gúttulas hialinas esparcidas en toda la paráfisis; ascas $89-143 \times 25-29 \mu\text{m}$, subglobosas con opérculo inamiloide, biseriadas, 16 esporas por asca; ascosporas $13-14 \times 7-9 \mu\text{m}$, subglobosas, hialinas, con pared delgada y lisa.

Pruebas histoquímicas: el escaso número de ascomas presentes en las muestras de estiércol permitieron llevar a cabo solo el análisis morfológico, no se contaron con ejemplares suficientes para llevar a cabo el estudio histoquímico.

Hábitat: crece solitario a gregario sobre estiércol de vaca, oveja y caballo.

Distribución: esta especie ha sido descrita de Estados Unidos de América, Canadá, Francia, Inglaterra, México (Kimbrough et al., 1971; Dennis, 1981) y Croacia (Kušan et al., 2018).

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio de Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 7.I.2024, P. Alvarez-Cortés 303 (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por formar apotecios blancos, pulvinados y ascas que producen 16 ascosporas, característica distintiva que da el nombre al epíteto específico. No obstante, *Coprotus duplus* que también presenta la misma característica se diferencia por el color del apotecio amarillento y la talla de las ascosporas ($7.5-10 \times 4-6.5 \mu\text{m}$). Se ha citado en estiércol de caballo, ciervo, conejo, oveja, puerco espín y vaca (Kimbrough et al., 1971). En México se citó de Zimapan, Hidalgo, en excretas de burro (Kimbrough et al., 1971).

Coprotus uncinatus Yei Z. Wang, Mycotaxon 52(1): 84. 1994. Fig. 17.

TIPO: TAIWAN. Pingtung, Kangtzu, en excretas de vaca, 3.VI.1993, Y. Z. Wang F0740 (holotipo: TNM).

Ascomas 500-700 μm de diámetro, pulvinados, sésiles, hialinos a amarillentos (4A5), superficie himenial granulosa, hialina a amarillenta; superficie exterior lisa, con color al himenio; sin borde; excípulo ectal, 10-20 μm de grosor, textura epidermoidea a globularis, hifas 5-10 μm de diámetro, de pared delgada, hialina; excípulo medular y subhimenio indiferenciados; paráfisis 2-3 μm de diámetro, cilíndricas, septadas, con ápices uncinados, ensanchados, 4-5 μm de diámetro, con contenido uniforme hialino; ascas $120-140 \times 12-17 \mu\text{m}$, cilíndricas, con opérculo inamiloide, octospóricas, hialinas; ascosporas $12-15 \times 7-10 \mu\text{m}$, elipsoides, hialinas de paredes verdosas, uniseriadas, lisas.

Pruebas histoquímicas: Reacción PAS: polisacáridos no estructurales en excípulo ectal en color rosa pálido. Vainillina sulfúrica: terpenoides en excípulo ectal en color



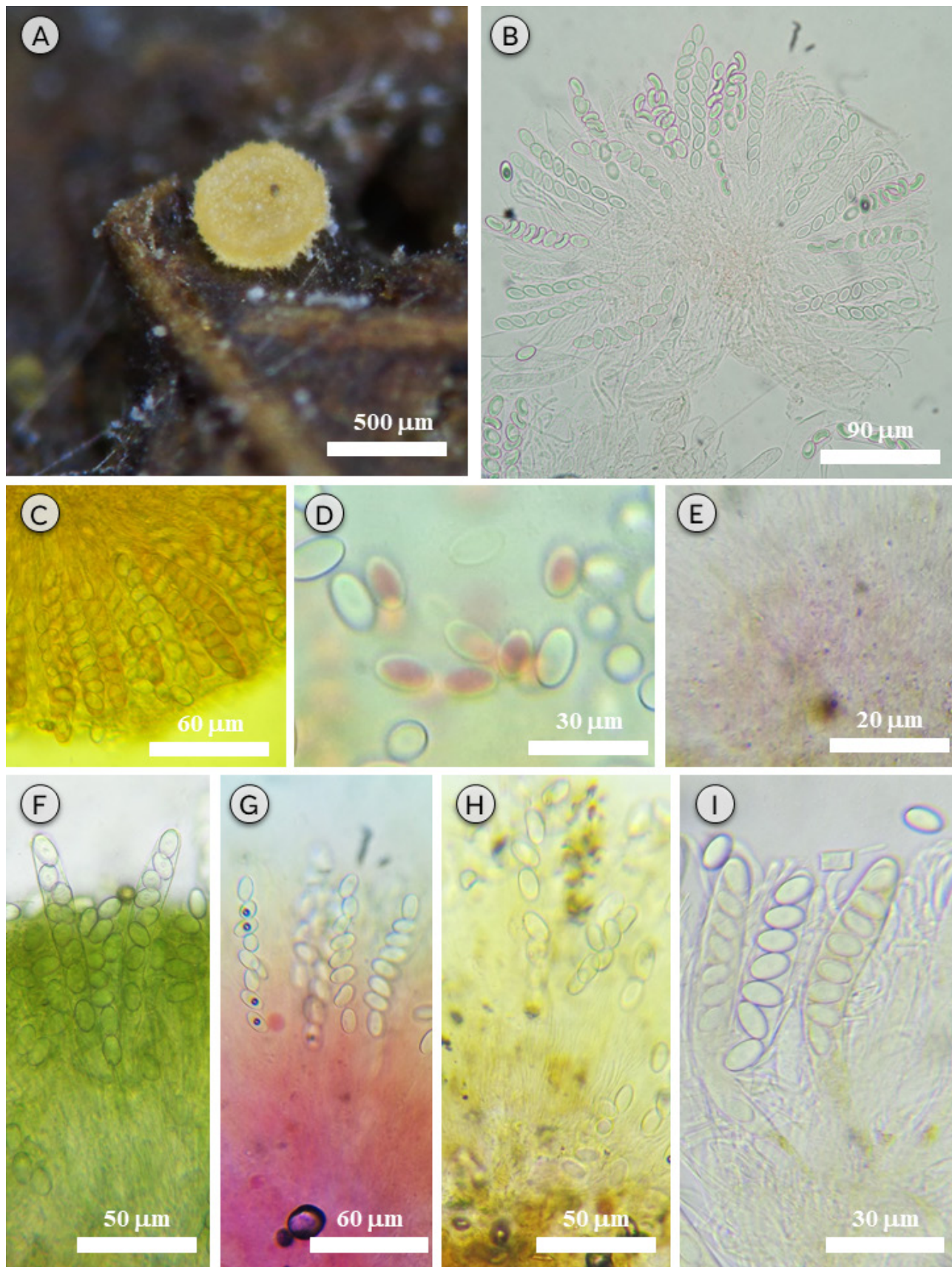


Figura 17: *Coprotus uncinatus* Yei Z. Wang. A. apotecio; B. corte longitudinal del apotecio; C. himenio en reactivo de Melzer; D. ascosporas con vainillina sulfúrica; E. excípulo ectal en PAS; F. himenio en azul de bromofenol; G. himenio en vainillina sulfúrica; H. himenio en reactivo de Erlich; I. himenio en reactivo de sulfuro de cobre. P. M. Alvarez-Cortés 365 (ENCB).

magenta, en paráfisis en color amarillo anaranjado, en ascoporas en color magenta. Reactivo de Erlich: derivados del furano en excípulo ectal en color anaranjado pálido. KMnO_4 : derivados insaturados en excípulo ectal, paráfisis y ascas en color marrón. Azul de bromofenol: péptidos en paráfisis en color oliváceo. Reactivo de Dragendorff: alcaloides en ascas en color marrón rojizo. Reacción CuS : diterpenoides en ascas en color dorado.

Hábitat: crece solitario en estiércol de vaca en matorral xerófilo.

Distribución: Taiwán (Wang, 1994). Se cita por primera vez para México del estado de Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 17.III.2024, P. Alvarez-Cortés 365 (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por la presencia de paráfisis con ápices uncinados y por el tamaño de las esporas de 12-15 $\times$ 7-10 μm , una especie afín es *C. baeosporus* Jeng & J.C. Krug. Sin embargo, se diferencia por el tamaño de las esporas, que en esta son de 7-8.5 $\times$ 3.5-4.5 μm y cuyas paráfisis son filiformes (Kušan et al., 2018), se ha citado de vaca.

Sordariomycetes

Hypocreales

Bionectriaceae

Selinia pulchra (G. Winter) Sacc., Saccardo, Syll. fung. 2: 457. 1883. Fig. 18.

$\equiv$ *Hypocreopsis pulchra* G. Winter, Hedwigia 14: 26. 1875. TIPO: ALEMANIA. Sajonia-Anhalt, Halle, en excretas de *Ovis aries*, sin fecha, G. Winter s.n. (holotipo: no localizado).

Estroma 3000-6000 $\times$ 1000-1500 μm , pulvinados, sésiles, color marrón anaranjado, ectostroma 80-250 μm , textu-

ra intrincata, hifas 4-6 μm de diámetro, con septos 24-47 μm de largo, pared engrosada, lisa, color marrón, endostroma 800-1300 μm de ancho, textura intrincata, hifas 4-6 μm de diámetro, con septos 24-47 μm de largo, pared engrosada, lisa, amarillenta; peritecios 700-850 μm , piriformes globosos, color anaranjado pálido, inmersos en el estroma con cuello que sobresale, siendo visible el ostiolo, 24-30 μm de diámetro, ornamentados con vesículas que con el tiempo se vuelven lisos, color anaranjado amarillento; peridio 55-60 μm de diámetro, textura prismática, hifas de 5-7 $\times$ (11)12-20(27) μm , de pared delgada, lisa, hialinas; perífisis 1-2 μm de diámetro, filiformes de ápices capitados, hialinas, ascas 50-59 $\times$ 200-240 μm , piriformes, poro apical inamiloide, octospóricas, hialinas; ascoporas 56-60 $\times$ 26-29 μm , de extremos angulosos, con tres capas de 1 μm de diámetro cada una, amarillentas con mesosporio rosa pálido, presentan apéndices gelatinosos subulatos cuando son inmaduras que desaparecen en la madurez, lisas.

Pruebas histoquímicas: Reactivo de Dragendorff: ectostroma e hifas del ostiolo con alcaloides en color marrón rojizo con que se corroboran con el color marrón rojizo producido por el reactivo de Jeffrey. Vainillina sulfúrica: terpenoides en endostroma, perífisis y ascoporas en color magenta. Reactivo de Marquis: alcaloides en las hifas del ostiolo en color azul pálido. KMnO_4 : derivados insaturados en ascas color marrón. Azul de bromofenol: péptidos en ascas y ascoporas en color azul. Reactivo de Jeffrey: alcaloides en ascoporas en color amarillo. Reacción de la murexida: derivados del ácido úrico en ascoporas en color amarillo cadmio. Reacción CuS : diterpenoides en ascoporas en color dorado. La presencia de carotenoides de tipo caroteno se comprueba mediante la coloración azul a violeta con el reactivo de Carr-Price, azul con el reactivo de Erlich y oliváceo con cloruro férrico sulfúrico.

Hábitat: crece gregario en estiércol de vaca y cabra en matorral xerófilo.

Distribución: cosmopolita; Alemania, Argentina, Australia, Brasil, Chile, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Holanda, Inglaterra, Italia, Islandia, Nueva Zelanda, Puerto Rico, República Dominicana, Rusia, Suiza, Ucrania (Dennis,



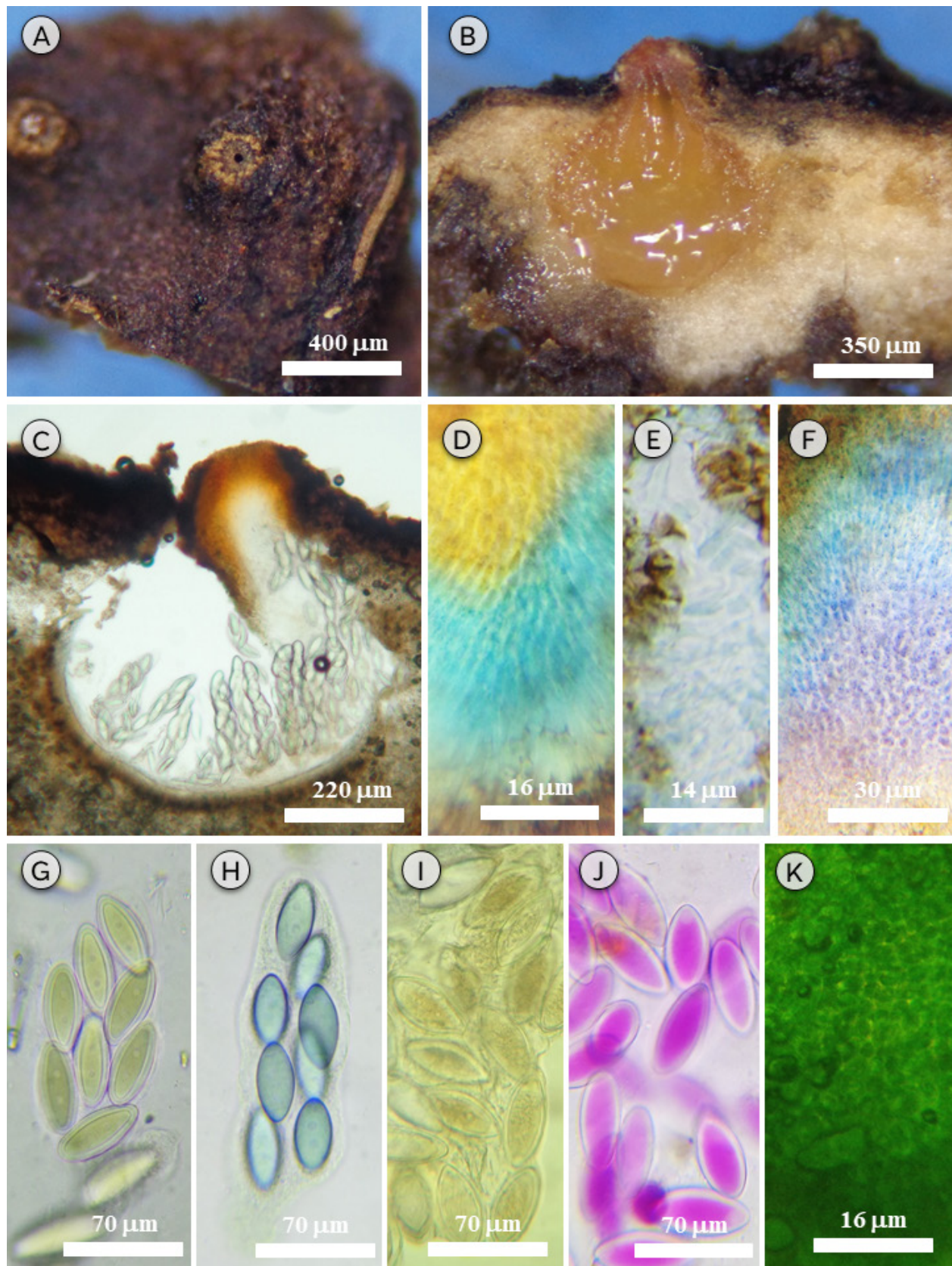


Figura 18: *Selinia pulchra* (G. Winter) Sacc. A-B. ascoma; C. corte longitudinal de peritecio inmerso en estroma; D. ostiolo en reactivo de Erlich; E. ostiolo en reactivo de Marquis; F. ostiolo en triclورو de antimonio sulfúrico; G. ascosporas en reactivo de sulfuro de cobre; H. asca y ascosporas en azul de bromofenol; I. ascosporas en cloruro férrico sulfúrico; J. ascosporas en vainillina sulfúrica; K. ostiolo en cloruro férrico sulfúrico. P. M. Alvarez-Cortés 299 (ENCB).

1981; Lytvynenko et al., 2020). Se describe por primera vez para México del estado de Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 07.I.2024, *P. Alvarez-Cortés* 299 (ENCB); loc. cit., 18.II.2024, *P. Alvarez-Cortés* 340 (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por formar peritecios en estromas semimsumergidos de color naranja rojizo y esporas de 56-60 × 26-29 µm, elipsoidales con extremos agudos. El género se cita por primera vez para el país. La especie se ha citado en diversas partes del mundo sobre estiércol de herbívoros principalmente domésticos (Dennis, 1981; Lytvynenko et al., 2020).

Microascales

Microascaceae

Kernia nitida (Sacc.) Nieuwl., Am. Midl. Nat. 4: 379. 1916. Fig. 19.

≡ *Magnusia nitida* Sacc., Michelia 1(2): 123. 1878. TIPO: ALEMANIA. Berlín, ciudad de Berlín, en madera en descomposición de coníferas, 1869, *P. Magnus s.n.* (holotipo: no localizado).

Cleistotecios 160-210 × 100-160 µm, ligeramente triangulares, sésiles, superficiales, negros, con pelos setoides largos, 3-4 µm de grosor, recurvados y engrosados en el ápice, 8-10 µm de diámetro, que salen de los tres ápices del triángulo con un pie, 7-9 µm de diámetro, septados, marrón oscuro con gotas de líquido hialino en su interior; peridio 5-10 µm de grosor de textura angularis, hifas 2-8 µm de diámetro, marrón de pared gruesa; ascas prototúnicas, 12-14 × 16-19 µm, subglobosas a globosas, dehiscentes, biseriadas, octosporicas; ascosporas 5-6 × 4-3 µm, elipsoides con una burbuja central, 1-2 µm de diámetro, ovoides a subglobosas, rojo rosadas, lisas.

Pruebas histoquímicas: Reactivo de Dragendorff: alcaloides en ascosporas en color rojo. Reactivo de Marquis:

alcaloides en ascosporas en color oliváceo. Reactivo de Erlich: alcaloides derivados del indol en ascosporas en color negro. Reacción del hidroxamato férrico: anillos lactónicos en ascosporas en color marrón. Vainillina sulfúrica: terpenoides en ascosporas en color oliváceo. Reacción CuS: diterpenoides en ascosporas en color amarillo grisáceo. KMnO₄: derivados insaturados en color marrón con pigmentos de naturaleza carotenoide tipo caroteno que generan coloración olivácea con reacción de Carr-Price.

Hábitat: crece gregario en estiércol de cabra y vaca en matorral xerófilo.

Distribución: cosmopolita; Canadá, Estados Unidos de América, Francia, Kenia, Pakistán y de México se indicó de Durango, Guanajuato, San Luis Potosí y Tamaulipas (Malloch y Cain 1970). Se cita por primera vez para Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 17.III.2024, *P. Alvarez-Cortés* 366 (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por formar cleistotecios triangulares con pelos setosos, negros de hasta 4 µm de grosor. Se diferencia de las otras especies por la pigmentación rojiza de las esporas, se ha encontrado en estiércol, materia orgánica en descomposición y suelo (Malloch y Cain, 1970).

Sordariales

Chaetomiaceae

Collariella bostrychodes (Zopf) X. Wei Wang & Samson. Stud. Mycol. 84: 217. 2016. Fig. 20.

≡ *Chaetomium bostrychodes* Zopf, Abh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg 19:173. 1877. TIPO: ALEMANIA. Berlín, en un cadáver de murciélago ablandado en agua, I.1877, *F. W. Zopf s.n.* (holotipo: no localizado).



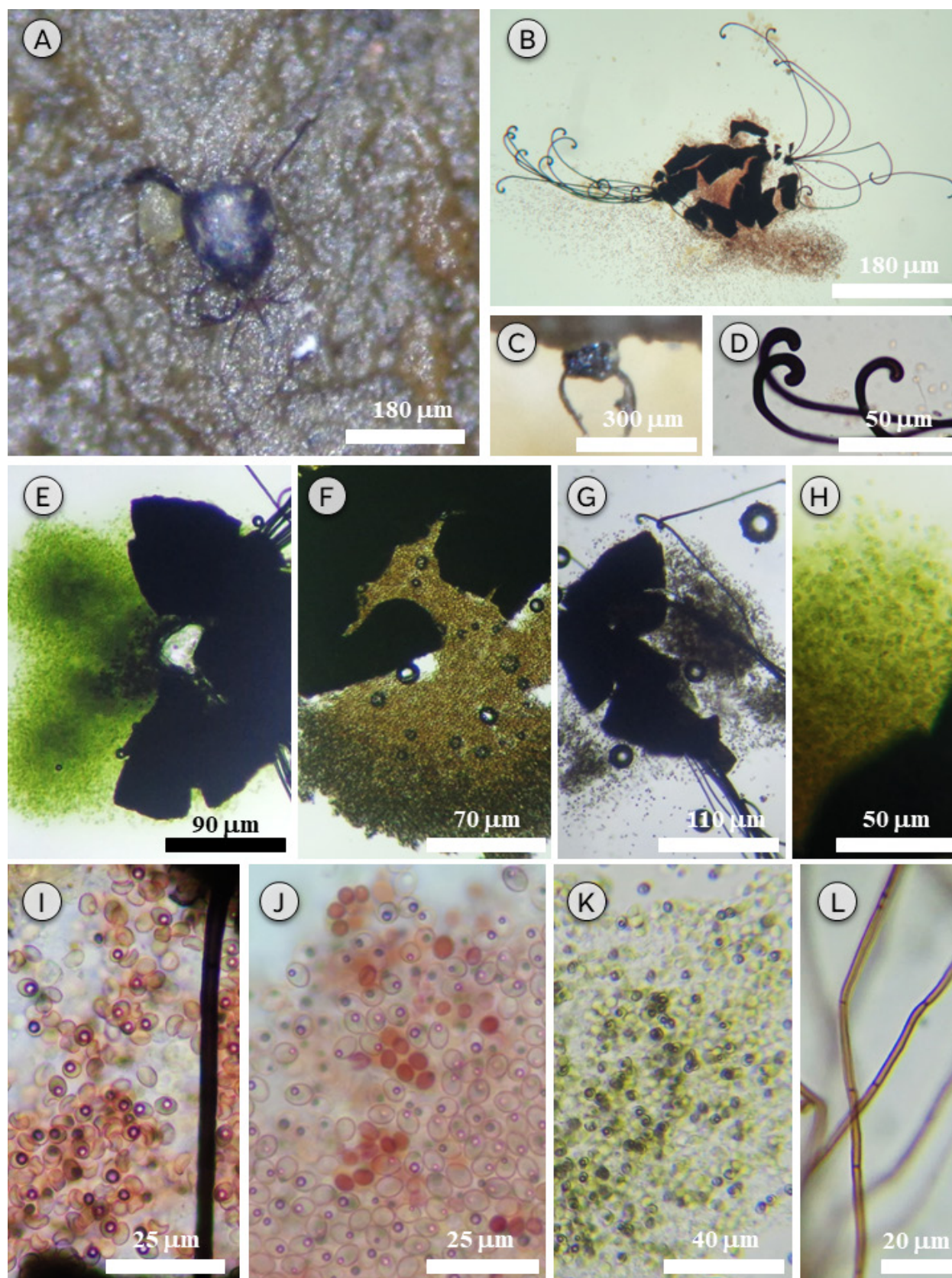


Figura 19: *Kernia nitida* (Sacc.) Nieuwl. A. y C. cleistotecio; B. cleistotecio disgregado; D. detalle de los pelos setoides; E. ascoma en reactivo de Marquis; F. ascoma en reactivo de hidroxamato férrico; G. ascoma en reactivo de Erlich; H. ascoma en vainillina sulfúrica; I. ascosporas en agua destilada; J. ascosporas en reactivo de Dragendorff; K. ascosporas en reactivo de sulfuro de cobre; L. pelos setoides en reactivo de Jeffrey. P. M. Alvarez-Cortés 366 (ENCB).

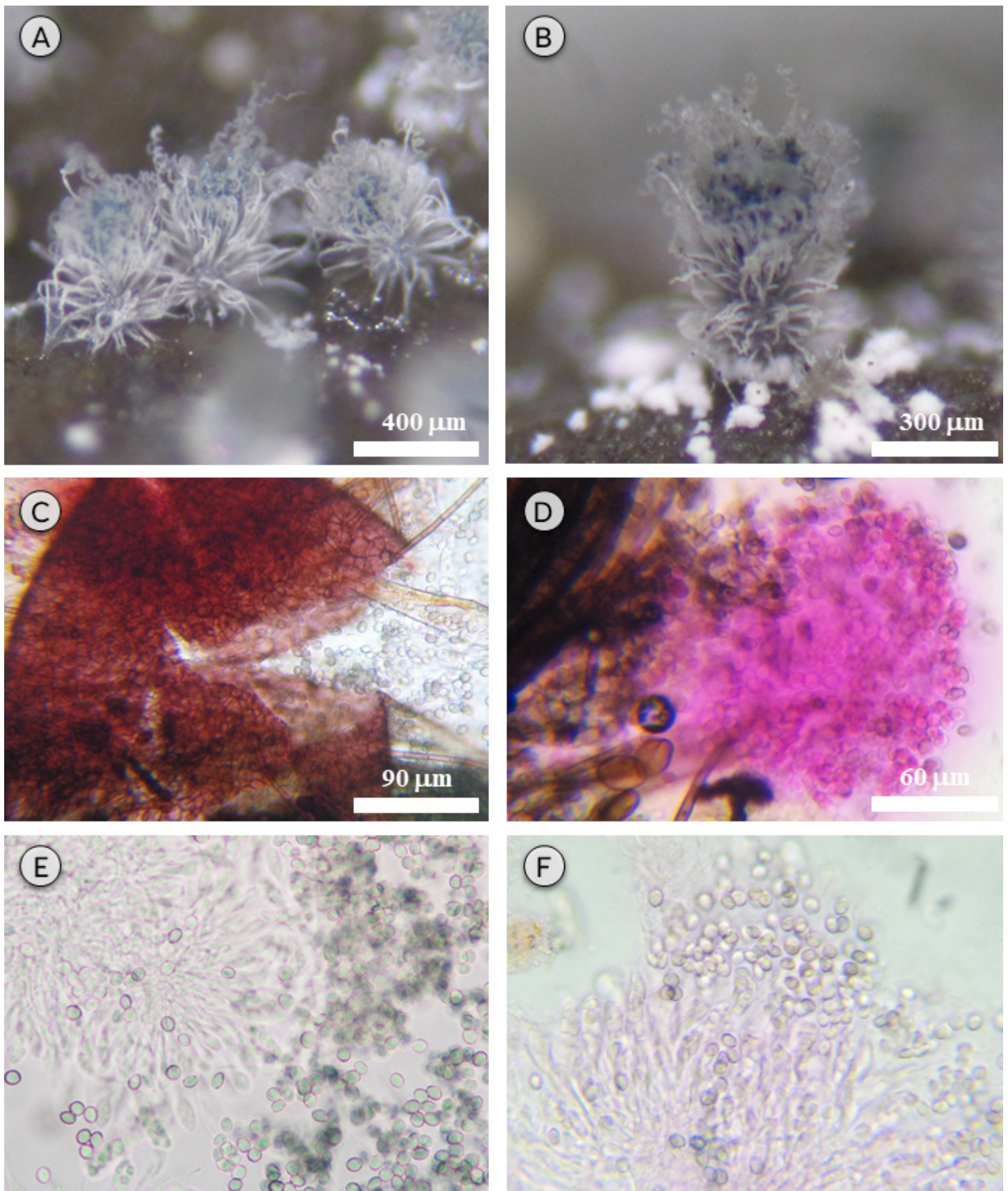


Figura 20: *Collariella bostrychodes* (Zopf) X. Wei Wang & Samson. A, B. peritecios cleistotecioides; C. peridio en reacción PAS; D. ascas y ascosporas en vainillina sulfúrica; E. ascas y ascosporas en agua destilada; F. ascas y ascosporas en reacción PAS. P. M. Alvarez-Cortés 341 (ENCB).

Peritecios cleistotecioides, 270-315 × 220-260 µm, subglobosos a ovoides, sésiles, superficiales, gris plateado por los abundantes pelos que emergen de las hifas de la pared del cleistotecio; pelos terminales 3-4 µm de diámetro, sinuosos a ligeramente enrollados, lacios hacia la base, septados, marrón oscuro; pelos laterales arqueados, septados, marrón; pared de textura angularis con hifas 7-25 µm de diámetro, con pared gruesa y más oscuras, marrón; ascas 22-33 × 7-11 µm, claviformes, evanescentes, biseriadas, octosporicas; ascosporas 6-7 × 5-7 µm, citriformes, color oliváceo con pared delgada y lisa y poro germinal apical.

Pruebas histoquímicas: Reacción PAS: polisacáridos no estructurales en hifas del peridio, subhimenio, ascas y ascosporas en color rosa. Cloruro férrico: derivados fenólicos en peridio en color marrón a negro. Vainillina sulfúrica: terpenoides en ascas y ascosporas en color rosa.

Hábitat: crece gregario, sobre estiércol de vaca en matotal xerófilo.

Distribución: Alemania, China, Indonesia (Wang et al., 2016). Esta especie se ha citado de Cd.Mx. como *Chaetomium bostrychodes* (Robledo y Cifuentes, 1986). Se describe por primera vez para Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio de Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 18.II.2024, P. Alvarez-Cortés 341 (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por formar peritecios subglobosos a ovoides con pelos abundantes, sinuosos a ligeramente enrollados (Robledo y Cifuentes, 1986; Wang et al., 2016). Es similar a *Chaetomium cochlioides* Palliser; sin embargo, las ascosporas poseen diferente morfología y mayores dimensiones, mientras que para *Collariella bostrychodes* son de 7-8 × 5-7 µm, y para *Chaetomium cochlioides* son de (8.5-)9-10.5(-11) × (7-)7.5-9(-9.5) × 5.5-6.5 µm. Esta especie fue citada como organismo causante del biodeterioro de documentos en el Archivo General de la Nación de la Ciudad de México (Robledo y Cifuentes, 1986). Se ha aislado de aire y polvo en Asia (Wang et al., 2016).

Collariella robusta (L.M. Ames) X. Wei Wang & Samson. Stud. Mycol. 84: 179. 2016.

≡ *Chaetomium robustum* L.M. Ames, Monograph of the Chaetomiaceae (U.S. Army Research and Development Service) 2: 35. 1963. TIPO: JAMAICA. Sin localidad, en suelo y material vegetal en descomposición, sin fecha, *sin colector* (holotipo: no localizado).

Peritecios 230-270 × 220-260 µm, globosos a subglobosos, sésiles, superficiales, gris plateado por los abundantes pelos que emergen de las hifas de la pared; pelos terminales 3-4 µm de diámetro, arqueados, septados, marrón oscuro; pelos laterales rectos, septados, marrón oscuro; pared 5-7 µm de grosor, de textura angularis con hifas 8-23 µm de diámetro, polihédricas, de pared gruesa más oscura, marrón; ascas 7-8 × 5-7 µm, claviformes, evanescentes, biseriadas, octosporicas; ascosporas 7-8 × 5-7 µm, citriformes, color oliváceo con pared delgada y lisa.

Pruebas histoquímicas: el escaso número de ascomas presentes en las muestras de estiércol permitieron realizar solo el análisis morfológico, no se contaron con ejemplares suficientes para llevar a cabo el estudio histoquímico.

Hábitat: crece solitario sobre estiércol de oveja en matotal xerófilo.

Distribución: China, Indonesia y Jamaica (Wang et al., 2016). Se describe por primera vez para México de Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 24.XII.2023, P. Alvarez-Cortés 342 (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por formar peritecios subglobosos a ovoides con pelos abundantes y rectos (Robledo y Cifuentes, 1986; Wang et al., 2016). Es similar a *Dichotomopilus indicus* (Corda) X. Wei Wang & Samson. Sin embargo, se diferencia de esta última por los pelos rectos, mientras que en *Dichotomopilus indicus* son ramificados, en *C. robusta* no lo son. Esta especie fue citada como organismo



causante del biodeterioro de documentos en el Archivo General de la Nación de la Ciudad de México (Robledo y Fuentes, 1986). Se ha aislado de aire y polvo en Asia (Wang et al., 2016).

Lasiosphaeriaceae

Zopfiella erostrata (Griffiths) Udagawa & Furuya, Trans. Mycol. Soc. Japan 15(3): 208. 1974. Fig. 21.

≡ *Pleurage erostrata* Griffiths, Mem. Torrey Bot. Club 11(1): 71. 1901. TIPO: ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. South Dakota State, Aberdeen, en excretas de *Equus caballus*, X.1895, D. Griffiths s.n. (holotipo: no localizado).

Ascomas cleistotecioides 230-270 × 220-260 µm, globosos, sésiles, superficiales, carbonosos, oliváceo, con largos pelos setoides 2-5 µm de grosor con ápice agudo, septados, marrón claro; peridio textura angularis con hifas 5-10 µm, color oliváceo; ascas 40-48 × 13-17 µm, prototúnicas, evanescentes, claviformes, biseriadas, octospóricas; ascosporas 9-12 × 6-8 µm, citriformes con un apéndice en la parte proximal colapsado hacia el ápice, hialinas cuando son inmaduras y amarillo a oliváceo al madurar con pared delgada y lisa.

Pruebas histoquímicas: Reactivo de Marquis: alcaloides en células del peridio en color verde azulado. Vainillina sulfúrica: terpenoides en pelos setoides en color oliváceo. Reactivo de Erlich: derivados del indol en ascosporas en color púrpura. Azul de bromofenol: péptidos en ascosporas en color azul.

Hábitat: crece solitario a gregario, sobre estiércol de vaca en matorral xerófilo.

Distribución: África (Cai et al., 2006; Mungai et al., 2012), Australia (Bell, 2005) y Japón (Udagawa y Furuya, 1974). Se describe por primera vez para México de Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 18.II.2024, P. Alvarez-

Cortés 356 (ENCB); loc. cit., 17.III.2024, P. Alvarez-Cortés 367 (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por presentar un ascoma cleistotecioide con largos pelos setoides de color oliváceo. Se diferencia de otras especies del género *Zopfiella* G. Winter por la presencia de los pelos setoides repartidos en todo el cleistotecio y por el tamaño de las ascosporas que es de 9-12 × 6-8 µm (Mungai et al., 2012). Es el primer registro del género *Zopfiella* para el país.

Neoschizotheciaceae

Neoschizothecium conicum (Fuckel) S.K. Huang & K.D. Hyde, Fungal Diversity: 97. 2021. Fig. 22.

≡ *Cercophora conica* Fuckel, Jb. nassau. Ver. Naturk. 23-24: 245. 1870. TIPO: ALEMANIA. Sin localidad, en excretas de *Bos taurus*, sin fecha, sin colector (holotipo: no localizado).

Peritecios 230-270 × 220-260 µm, subglobosos, sésiles, superficiales, fuertemente adheridos al sustrato, carbonosos, marrón con setas aglomeradas a lo largo del peritecio, formando paquetes de 3-12 setas que se unen en la punta, con 4-7 hifas por hilera, terminando en una hifa piriforme, color marrón, pared más oscura; peridio 8-11 µm de grosor, textura angularis con hifas poliédricas de 4-20 µm diámetro, marrón, paredes gruesas y lisas; perífisis hasta 1 µm de grosor, filiformes con ápices capitados, muy hialinas; subhimenio 100-160 µm de grosor, textura intrincata con hifas 3-5 µm de diámetro, hialinas con paredes delgadas y lisas, contenido distribuido irregularmente; ascas 140-170 × 18-25 µm, fusiformes con ápice cónico, base delgada y sinuosa, poro apical inamiloide, uniseriadas a biseriadas que producen un ensanchamiento de la parte media del asca, octospóricas; ascosporas (21)23-25 × 14-16 µm, elipsoidales, hialinas cuando jóvenes a oliváceas y marrones con pared delgada y lisa, con pedicelo de 9-12 × 1-1.5 µm

Pruebas histoquímicas: Reacción PAS: polisacáridos no estructurales en setas, subhimenio, paráfisis, ascas, en color rosa. Vainillina sulfúrica: peridio, perífisis y ascos-



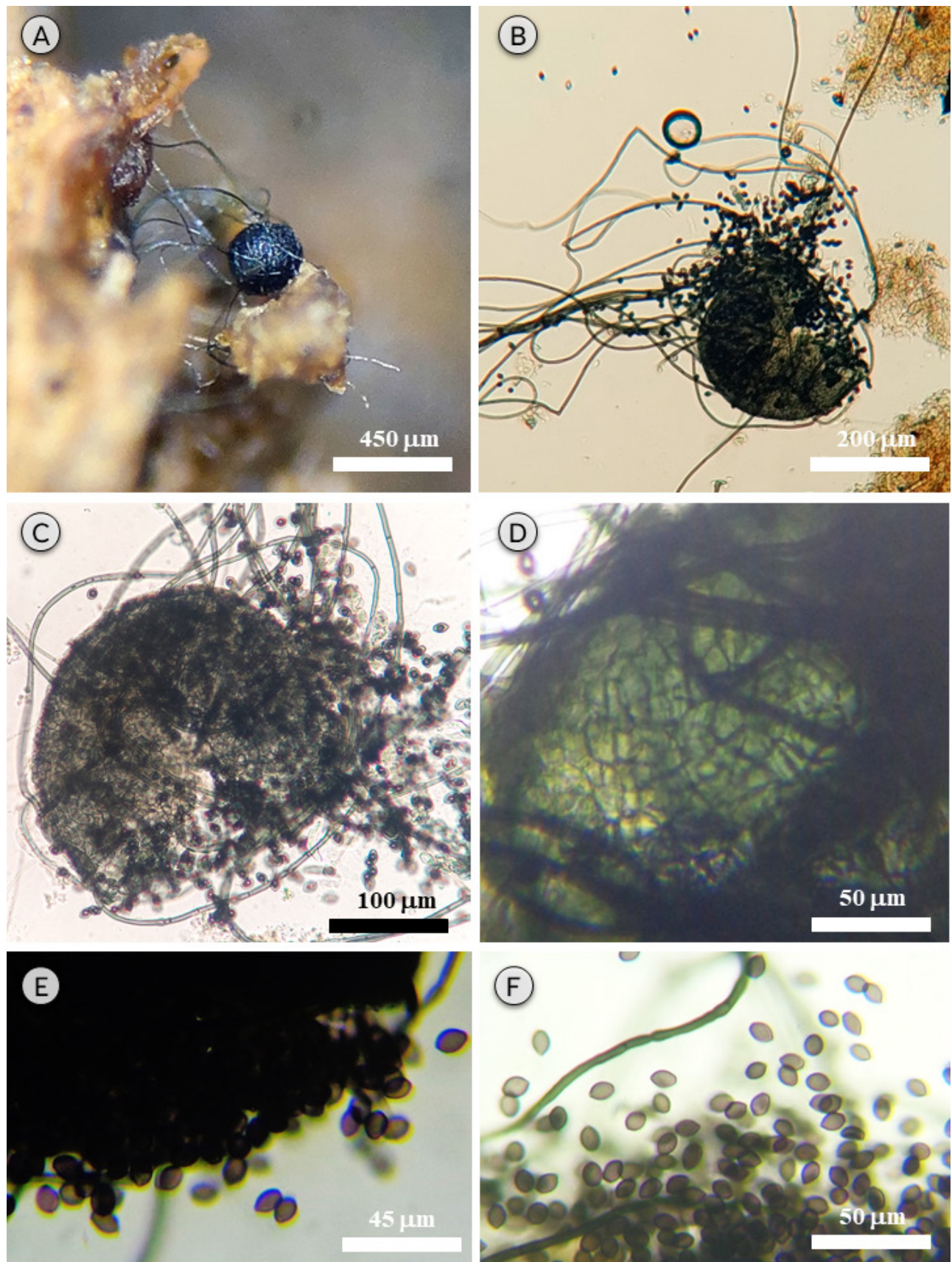


Figura 21: *Zopfiella erostrata* (Griffiths) Udagawa & Furuya. A. cleistotecio; B, C. cleistotecio disgregado; D. peridio en reactivo de Marquis; E. ascosporas en reactivo de Erlich; F. ascosporas y pelos setoides en vainillina sulfúrica. P. M. Alvarez-Cortés 356 (ENCB).

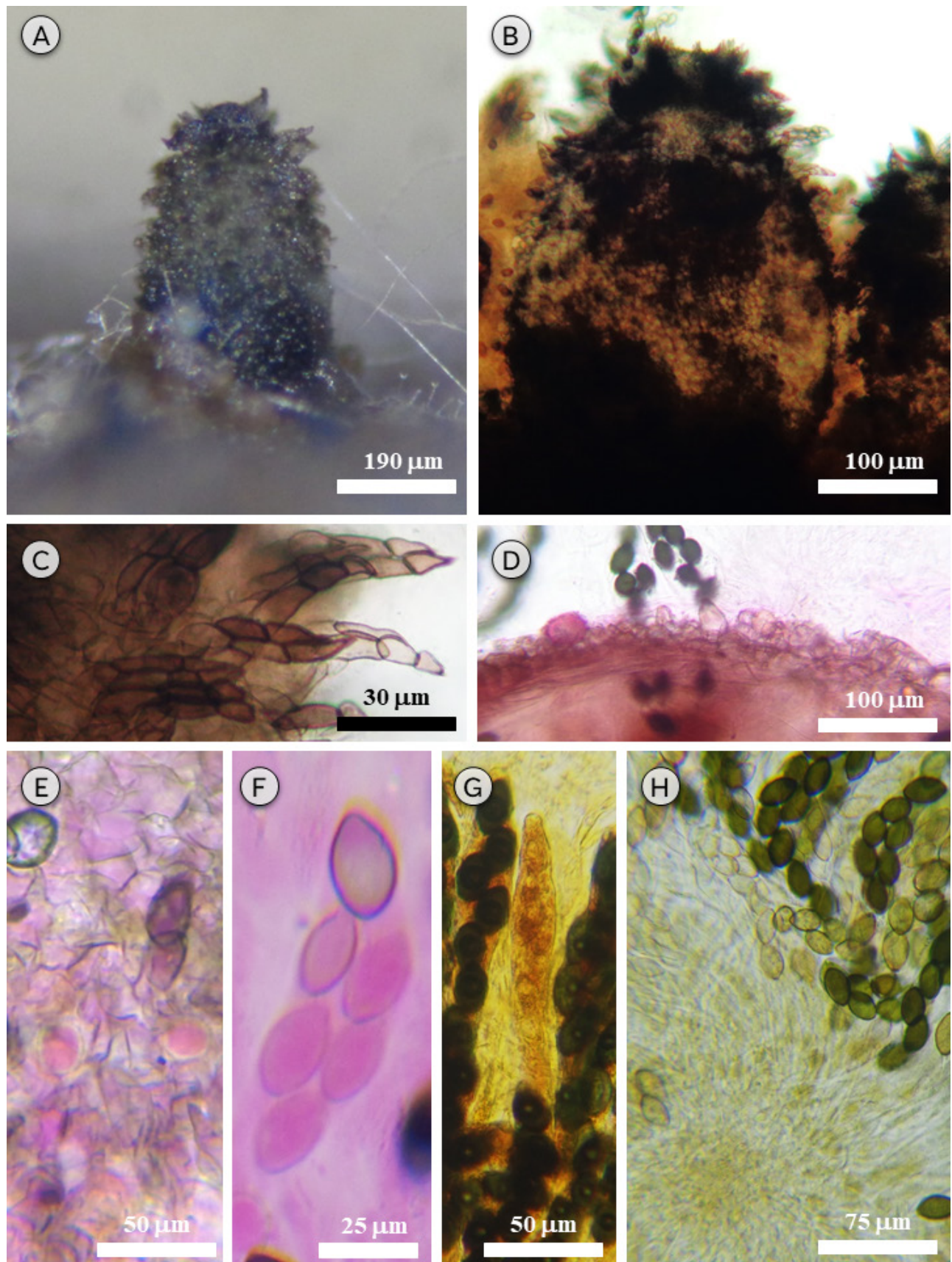


Figura 22: *Neoschizothecium conicum* (Fuckel) S.K. Huang & K.D. Hyde. A. peritecio; B. peritecio en agua destilada; C. detalle de las setas aglomeradas en agua destilada; D. peridio en reacción PAS; E. peridio en vainillina sulfúrica; F. ascosporas en vainillina sulfúrica; G. ascas en reactivo de Dragendorff; H. subhimenio en reactivo de sulfuro de cobre. *P. M. Alvarez-Cortés 343* (ENCB).

poras con terpenoides en color rosa. Reacción CuS: diterpenoides en peridio y ascosporas en color dorado. Azul de bromofenol: péptidos en paráfisis y ascosporas en color azul. KMnO_4 : derivados insaturados en ascas en color marrón. Reactivo de Dragendorff: coloración marrón rojizo asociada a los polisacáridos.

Hábitat: crece gregario sobre estiércol de cabra en matorral xerófilo.

Distribución: Alemania, China (Hu et al., 2006), Italia (Doveri, 2008). Se describe por primera vez para México de Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 18.II.2024, P. Alvarez-Cortés 343 (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por formar peritecios ornamentados con setas aglomeradas, multicelulares terminadas en una célula piriforme, con ascas biseriadas y ascosporas pediceladas, es similar a *Neoschizothecium aloides* (Fuckel) N. Lundq., que se separa por presentar una corona de setas aglomeradas y ascosporas de mayor tamaño 31-40 × 15-23 µm (Cai et al., 2006, Hu et al., 2006). Es el primer registro del género *Neoschizothecium* para el país.

Zygopleurage zygospora (Speg.) Boedijn, Persoonia 2(3): 316. 1962. Fig. 23.

≡ *Sordaria zygospora* Speg., Michelia 1(no. 2): 227. 1878. TIPO: ITALIA. Sin localidad, en excretas de *Bos taurus*, IX.1877, C. L. Spegazzini s.n. (holotipo: no localizado).

Peritecios 500-1000 × 600-800 µm, piriformes, sésiles, parcialmente inmersos en el sustrato, con cuello inclinado hacia la luz, pigmentado más intensamente en color negro, región fértil en color grisáceo, glabros; peridio 15-18 µm de grosor, textura angularis, hifas 3-7 µm de diámetro, oliváceas, con depósitos de melanina, perífisis 50-57 × 1-1.5 µm, filiformes, ápices capitados, hialinas; subhimenio

poco diferenciado; ascas 234-248 × 35-55 µm, subglobosas a claviformes, con poro apical inamiloide, octospóricas; ascosporas formadas por dos células 27-35 × 17-23 µm, amigdaloides, oliváceas que se vuelven negras a la madurez, con gúttulas de distintos tamaños, 1-3, una más grande que el resto, unidas a través de una hifa septada, 4-5 µm de diámetro, con 4 caudas gelatinosas basales y apicales, hialinas, dispuestas en 2 grupos de 8 células en la zona apical y 8 en la zona basal del asca.

Pruebas histoquímicas: Reacción PAS: polisacáridos en peridio, subhimenio, paráfisis, ascas en color rosa. Reacción CuS: diterpenoides en peridio y perífisis en color dorado, en ascosporas color anaranjado. Reactivo de Dragendorff: ascas con coloración marrón rojiza asociada a polisacáridos. KMnO_4 : derivados insaturados en perífisis y ascas en color marrón. Sudán III: ascosporas con lípidos en color rojo. Reacción del hidroxamato férrico: lactonas en ascosporas en color gris. Vainillina sulfúrica: terpenoides en ascosporas en color rosa.

Hábitat: crece gregario en estiércol de vaca en matorral xerófilo.

Distribución: Italia, Egipto (Moustafa y Abdel-Azeem, 2005) y Kenia (Mungai et al., 2012). Se describe por primera vez para México del estado de Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 18.II.2024, P. Alvarez-Cortés 368 (ENCB); loc. cit., 17.III.2024, P. Alvarez-Cortés 369 (ECB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por presentar ascosporas bicelulares separadas por una hifa septada hialina, además de poseer cuatro caudas apicales y cuatro caudas basales. Se diferencia de las otras especies del género *Zygopleurage* por el número de caudas en las ascosporas, múltiples en *Z. multicaudata*, dos en *Z. faiyumensis* y cuatro en *Z. zygospora* (Moustafa y Abdel-Azeem, 2005). Además es la primera cita del género *Zygopleurage* para el país.



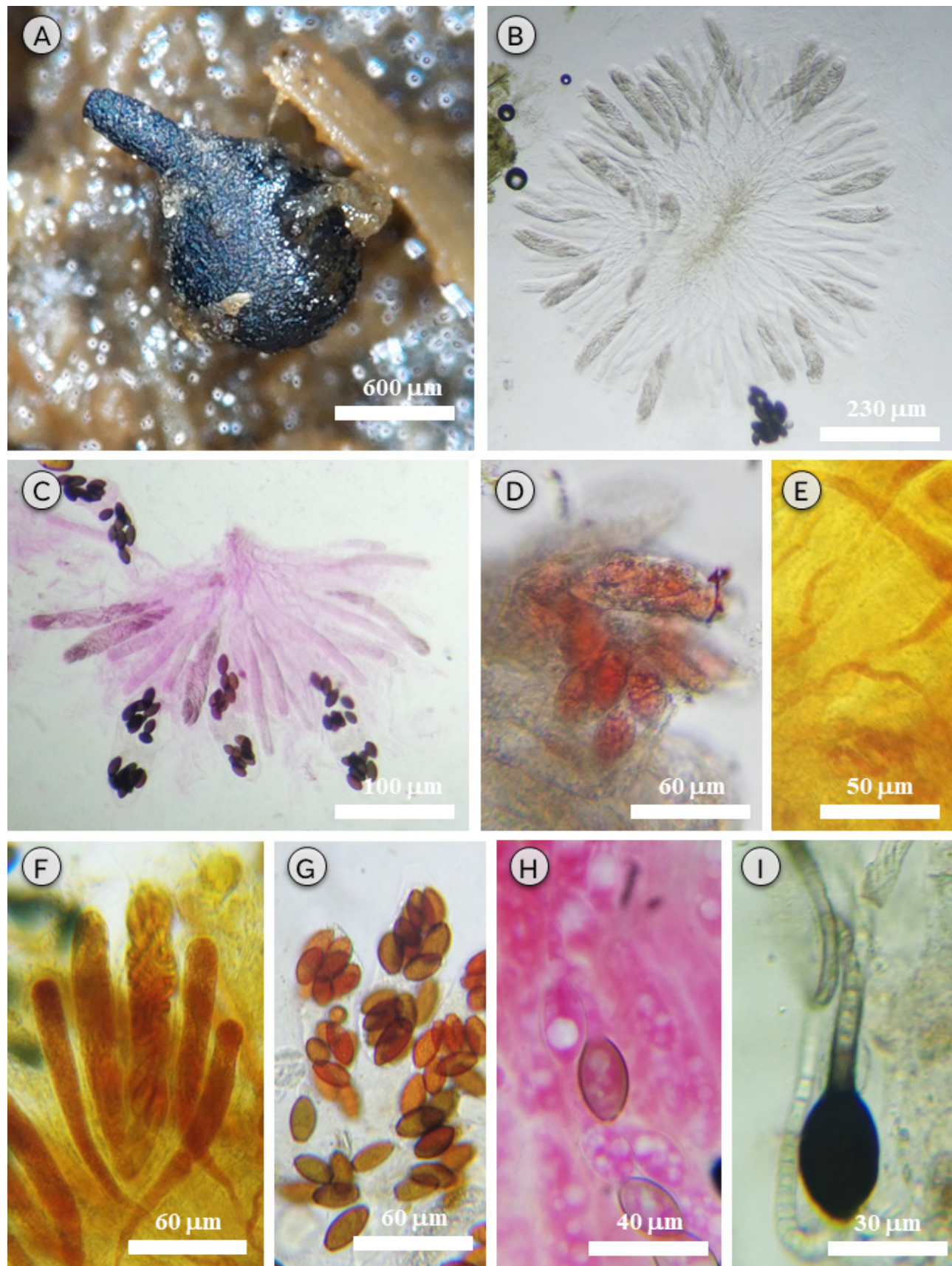


Figura 23: *Zygothyrus zygospora* (Speg.) Boedijn. A. perithecio; B. himenio en agua destilada; C. himenio en PAS; D. ascas y ascosporas en Sudán III; E. subhimenio en reactivo de Dragendorff; F. ascas en reactivo de Dragendorff; G. ascosporas en CuS; H. ascosporas en vainillina sulfúrica; I. ascospora en reacción de hidroxamato férrico. P. M. Alvarez-Cortés 368 (ENCB).

Podosporaceae

Podospora communis (Speg.) Niessl, Hedwigia 22: 156. 1883.
Fig. 24.

≡ *Hypocropa communis* Speg., Anal. Soc. cient. argent. 10(1): 14. 1880. TIPO: ARGENTINA. Río de la Plata, Buenos Aires, cerca de la Recoleta, en excretas de *Bos taurus*, IV.1880, C. L. Spegazzini s.n. (holotipo: no localizado).

Peritecios 690-830 × 400-500 µm, piriformes, sésiles, parcialmente inmersos en el sustrato, coriáceos, color negro, cuello inclinado hacia la luz más oscuro que el peridio, peridio 15-21 µm de grosor, textura angularis con hifas, 5-15 µm de diámetro, marrón oliváceo; perifisis filiformes de ápices capitados, hialinas; subhimenio poco diferenciado; ascas 240-290 × 32-45 µm, claviformes, con poro apical inamiloide, octospóricas, hialinas; ascosporas 32-35 × 20-25 µm, amigdaloides, oliváceo que con la madurez se vuelve negro, biseriadas, con pedicelo 22-26 × 4-5 µm, con cuatro caudas basales y cuatro caudas apicales.

Pruebas histoquímicas: Reacción PAS: peridio y ascas con polisacaridos no estructurales en color rosa. Azul de bromofenol: péptidos en perifisis, ascas y en el pedicelo de la ascospora en color azul. Reactivo de Dragendorff: ascas y ascosporas en color marrón rojizo asociado a polisacaridos. KMnO_4 : ascas con derivados insaturados en color marrón. Reactivo de Erlich: alcaloides en color gris en el pedicelo. Vainillina sulfúrica: terpenoides que generan coloraciones en las tres regiones de las ascosporas, en las caudas apicales color anaranjado que rápidamente desaparece por la disolución de la estructura, magenta en la célula oscura y negro azulado en el pedicelo.

Hábitat: crece gregario en estiércol de vaca y oveja en matorral xerófilo.

Distribución: Argentina, Brasil, Canadá, China, Estados Unidos de América y México (Mirza y Cain, 1969; Hu et al., 2006; Melo et al., 2015).

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio de Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 18.II.2024, P. Alvarez-Cortés 345 (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por formar peritecios de pared negra y lisa con ascosporas de cuatro caudas basales y cuatro apicales y un pedicelo de 22-26 × 4-5 µm. Una especie afín es *P. globosa* (Massee & E.S. Salmon) Cain, pero se diferencia por las ascosporas de menor tamaño (27-33 × 17-20 µm), además de presentar cuatro caudas apicales características (Mirza y Cain, 1969).

Podospora globosa (Massee & E.S. Salmon) Cain, Can. J. Bot. 40: 460 (1962). Fig. 25.

≡ *Sordaria globosa* Massee & E.S. Salmon, Ann. Bot., Lond. 15: 334. 1901. TIPO: INGLATERRA. Zoológico de Londres, excretas de *Macropodis gigantea* y *Cervus elaphi*, III.1901, Anónimo s.n. (holotipo: K, isotipo: NY112986).

Peritecios 500-660 µm, piriformes, sésiles, superficiales a ligeramente inmersos en el sustrato, negros; peridio 17-20 µm de grosor, textura angularis con hifas 5-10 µm de diámetro, marrón oliváceo con pared engrosada más pigmentada; perifisis 30-50 × 1-2 µm filiformes de ápices capitados, algunas uncinadas, hialinas; ascas 160-180 × 28-38 µm, fusiformes, inamiloides, octospóricas, hialinas con base larga y sinuosa; ascosporas 27-33 × 17-20 µm, amigdaloides, hialinas que se vuelen oliváceas al madurar, biseriadas a triseriadas, con pedicelo 20-25 × 5-6 µm.

Pruebas histoquímicas: Reactivo de Dragendorff: alcaloides en ascas en color marrón anaranjado en gotas repartidas en el citoplasma. Reacción de la murexida: alcaloides derivados del metabolismo del ácido úrico en ascas en color amarillo cadmio. Vainillina sulfúrica: terpenoides en ascosporas en color magenta. Azul de bromofenol: péptidos en ascosporas en color azul verdoso. Reacción PAS: polisacaridos no estructurales en ascosporas en color rosa. KMnO_4 : derivados insaturados en ascosporas en color marrón.



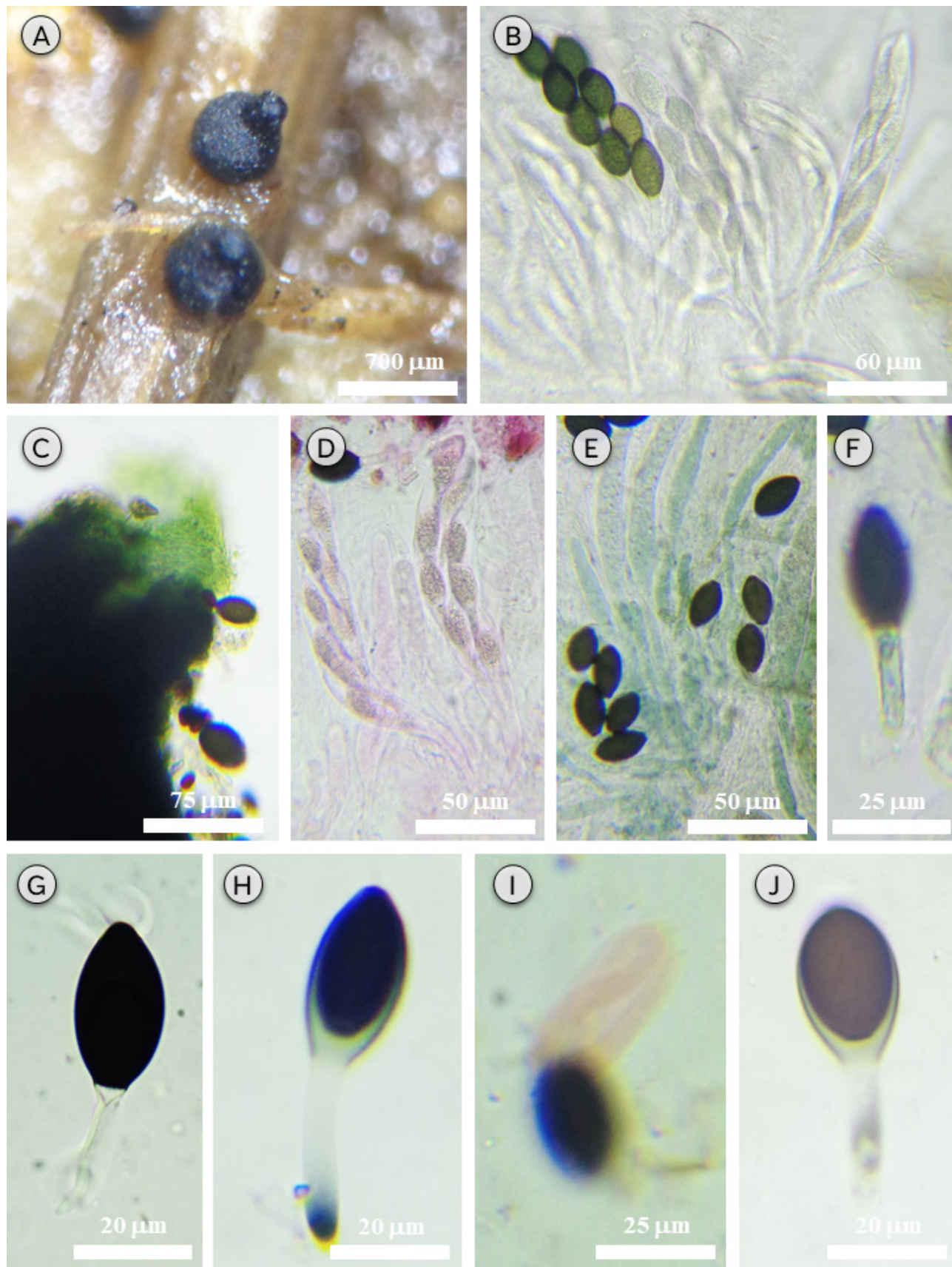


Figura 24: *Podospora communis* (Speg.) Niessl. A. peritecios; B. himenio en agua destilada; C. perifisis en azul de bromofenol; D. himenio en PAS; E. himenio en azul de bromofenol; F. ascosporas en azul de bromofenol; G. ascosporas en agua destilada; H. ascosporas en reactivo de Marquis; I. ascosporas en vainillina sulfúrica; J. ascosporas en reactivo de Erlich. P. M. Alvarez-Cortés 345 (ENCB).

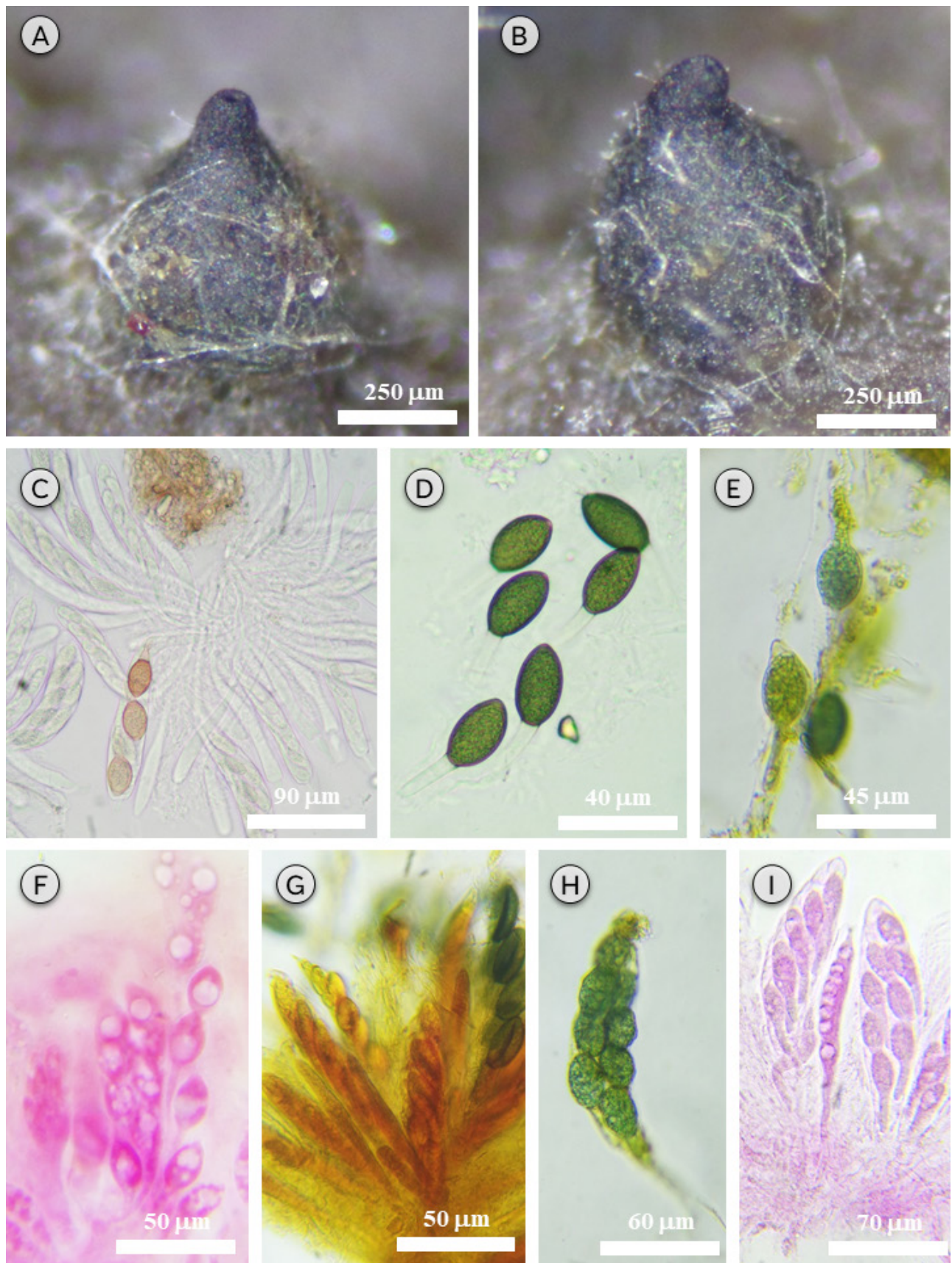


Figura 25: *Podospira globosa* (Masse & E.S. Salmon) Cain. A, B. peritecio; C. himenio en agua destilada; D. ascosporas en agua destilada; E. ascosporas en azul de bromofenol; F. ascosporas en vainillina sulfúrica; G. ascas en reactivo de Dragendorff; H. asca y ascosporas en azul de bromofenol; I. asca y ascosporas en reacción PAS. P. M. Alvarez-Cortés 370 (ENCB).

Hábitat: crece gregario sobre estiércol de cabra en matorral xerófilo.

Distribución: España, Inglaterra, Suiza, Canadá y Brasil (Melo et al., 2015). Se cita por primera vez para México del estado de Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 18.II.2024, *P. Alvarez-Cortés 370* (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por presentar peritecios glabros, con ascosporas pediceladas sin caudas. Una especie afín es *P. communis* que se diferencia por presentar caudas apicales (Hu et al., 2006; Melo et al., 2015).

Triangularia arizonensis (Griffiths) Y. Marín, A.N. Mill. & Stchigel, *Microrganism* 8(1430): 23. 2020. Fig. 26.

≡ *Pleurage arizonensis* Griffiths, Mem. Torrey Bot. Club 11(1): 57. 1901. TIPO: ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. Arizona, Tucson, I.1900, Pl. 6, figs 4-6, Mem. Torrey bot. Club *op. cit.* (holotipo: NY).

Peritecios 520-780 × 300-500 µm, piriformes, sésiles, superficiales a parcialmente inmersos en el sustrato, carbonosos, marrón, pelos hifales de forma triangular que emergen del cuello del peritecio, con hifas filiformes agrupadas, septadas, marrón claro, que se unen en la punta; peridio grosor, textura angularis con hifas 3-20 µm de diámetro, ámbar con gránulos negros de melanina; perífisis 1-2 µm de diámetro, filiformes, hialinas; subhimenio escaso de textura globularis a epidermoidea, hialino; ascas 251-348 × 34-38 µm, cilíndricas que terminan en punta, con poro apical inamiloide, uniseriadas, tetraspóricas; ascosporas 44-48 × 24-28 µm, elipsoides, hialinas a marrón obscuro, con pared delgada y lisa con apéndices mucilaginosos gruesos, uno en la región proximal y uno en la región distal largos que se van adelgazando hasta terminar en punta.

Pruebas histoquímicas: Reacción PAS: polisacáridos no estructurales en peridio, perífisis y ascas en color rosa. Reacción CuS: diterpenoides en peridio en color dorado, en perífisis en color amarillo grisáceo. KMnO₄: derivados insaturados en perífisis y ascas en color marrón. Vainillina sulfúrica: terpenoides en perífisis y ascas en color rosa. Cloruro férrico sulfúrico: micoesteroides en ascas en color dorado. Azul de bromofenol: péptidos en ascas en color azul. Reactivo de Dragendorff: color marrón rojizo asociado a la presencia de polisacáridos. Sudán III: ascosporas con lípidos en color rojo.

Hábitat: crece gregario sobre estiércol de vaca en matorral xerófilo.

Distribución: Estados Unidos de América (Griffiths, 1901), Argentina (Lorenzo y Havrylenko, 2001), Australia (Bell, 2005) y Kenia (Mungai et al., 2012). Se cita por primera vez para México del estado de Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 18.II.2024, *P. Alvarez-Cortés 352* (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por presentar pelos hifales de forma triangular que emergen del cuello del peritecio además de ser tetrasporada. Una especie afín es *Podospora anserina* (Rabenh.) Niessl, que también tiene pelos hifales en el cuello del peritecio. Sin embargo se diferencia por poseer ascosporas de 26-30 × 16-17 µm, de menor tamaño que *T. arizonensis* (Hu et al., 2006). Es el primer registro del género *Triangularia* para el país.

Sordariaceae

Sordaria fimicola (Roberge ex Desm.) Ces. & De Not., Comm. Soc. Crittog. Ital. 1(4): 226. 1863.

≡ *Sphaeria fimicola* Roberge ex Desm., *Annls Sci. Nat., Bot.*, sér. 3 11(2): 353. 1849. TIPO: FRANCIA. Sin localidad, en excretas de *Equus*, sin fecha, *Desmazières s.n.* (holotipo: no localizado).



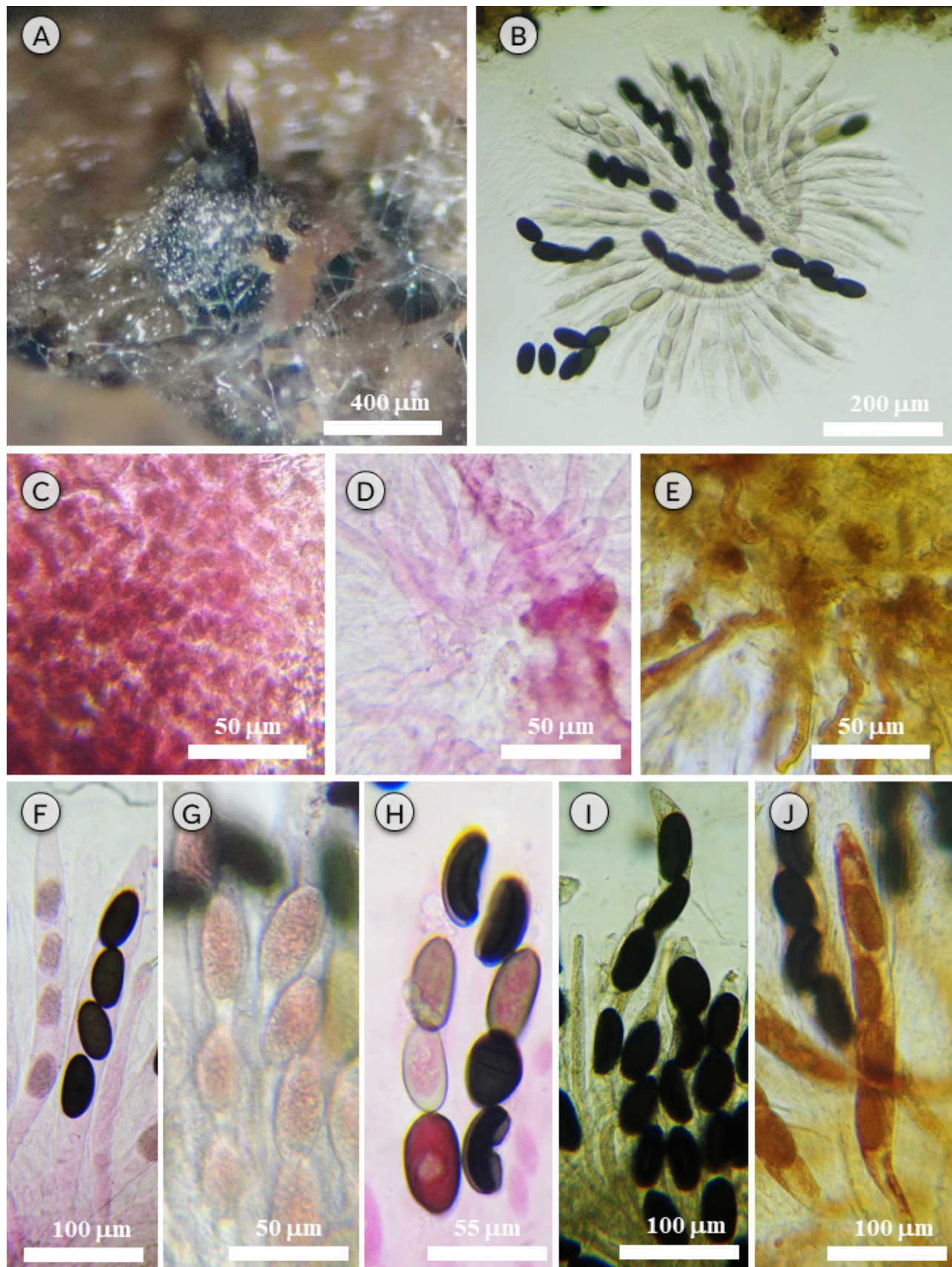


Figura 26: *Triangularia arizonensis* (Griffiths) Y. Marín, A.N. Mill. & Stchigel. A. peritecio; B. himenio en agua destilada; C. peridio en reacción PAS; D. subhimenio en reacción PAS; E. subhimenio en Dragendorff; F. ascas en reacción PAS; G. ascosporas en Sudán III; H. ascosporas en vainillina sulfúrica; I. ascas en cloruro férrico sulfúrico; J. ascas en reactivo de Dragendorff. P. M. Alvarez-Cortés 352 (ENCB).

Peritecios 570-610 × 450-500 µm, piriformes, sésiles, superficiales a ligeramente inmersos, carbonosos, lisos; peridio 14-18 µm de grosor, textura angularis con hifas 8-17 µm de diámetro, con pared gruesa, marrón oscuro; subhimenio indiferenciado; ascas 120-140 × 12-14 µm, claviformes, uniseriadas, octospóricas; ascosporas 15-17 × 9-11 µm, amigdaloides, marrón, con pared delgada y lisa rodeada por una cápsula mucilagínosa.

Pruebas histoquímicas: Reacción PAS: peridio con polisacáridos no estructurales en color rosa. Reacción CuS: diterpenoides en peridio en color dorado y en ascosporas en color anaranjado. KMnO₄: derivados insaturados en ascas en color marrón.

Hábitat: crece gregario sobre estiércol de caballo en matorral xerófilo.

Distribución: Cd.Mx. (Aguirre-Acosta y Ulloa, 1982a). Se cita por primera vez para Hidalgo.

Material examinado: MÉXICO. Hidalgo, municipio Zempoala, San Gabriel Azteca, carretera México - Tuxpan, 2537 m, 19°53'10"N, 98°38'23"W, 17.III.2024, P. Alvarez-Cortés 351 (ENCB).

Notas taxonómicas: esta especie se caracteriza por presentar peritecios glabros, pequeños 570-610 × 450-500 µm. Las ascosporas presentan una cápsula gelatinosa y no hay caudas ni pedicelo. Se diferencia de *S. superba* De Not. por poseer esporas de menor tamaño (Doveri, 2004). Esta especie es común en excretas de caballo; sin embargo, no existen registros debido al escaso estudio de estos organismos.

A continuación, se presente una clave para identificar las especies mencionadas en este artículo.

Clave taxonómica de las especies de ascomicetos fimícolas estudiadas en el presente trabajo

- 1a. Ascomas tipo apotecioide 2
- 1b. Ascomas tipo cleistotecioide o peritecioide 16
- 2a. Apotecios consistencia gelatinosa 3

- 2b. Apotecios consistencia cerosa 14
- 3a. Apotecios sin ornamentaciones y ascosporas hialinas o púrpuras a marrón 4
- 3b. Apotecios con pelos setoides o setas y ascosporas hialinas 13
- 4a. Ascosporas púrpuras o marrón, ascas octospóricas ... 5
- 4b. Ascosporas hialinas, lisas; ascas con 8, 16, 32 o 128 ascosporas 9
- 5a. Ascosporas lisas, uni- o biseriadas 6
- 5b. Ascosporas ornamentadas, en clusters 7
- 6a. Apotecios turbinados a globosos, ascas 220-250 × 60-80 µm, sobresalen del himenio, ascosporas 49-53 × 25-30 µm *Ascobolus immersus* Pers.
- 6b. Apotecios cupuliformes, ascas 160-216 × 24-28 µm, no sobresalen del himenio, ascosporas 18-20 × 10-11 µm *Ascobolus michaudii* Boud.
- 7a. Apotecios blancos; ascas triseriadas; ascosporas 51-55 × 19-20 µm ... *Saccobolus versicolor* (P. Karst.) P. Karst.
- 7b. Apotecios amarillos; ascas tetraseriadas; ascosporas de menortamaño 8
- 8a. Ascosporas 22-28 × 11-13 µm, marrón en agua destilada, marrón rojizo en KOH *Saccobolus glaber* (Pers.) Lambotte
- 8b. Ascosporas 14-16 × 7-8 µm, púrpura en agua destilada, hialinas en KOH *Saccobolus truncatus* (Pers.) Lambotte
- 9a. Apotecios hialinos o blancos 10
- 9b. Apotecios amarillos a anaranjados 12
- 10a. Apotecios hialinos, ascas con 16 ascosporas *Coprotus sexdecimsporus* (P. Crouan & H. Crouan) Kimbr. & Korf
- 10b. Apotecios blancos; ascas con 8 o 32 ascosporas 11
- 11a. Ascas con 32 ascosporas, 9-12 × 6-7 µm, amarillento-verdosas *Coprotus albidus* (Boud.) Kimbr.
- 11b. Ascas con 8 ascosporas, 10-12 × 5-7 µm, verdosas *Coprotus lacteus* (Cooke & W. Phillips) Kimbr., Luck-Allen & Cain
- 12a. Ascas con 128 ascosporas, 8-12 × 5-8 µm, amarillo verdosas *Coprotus sangabrielensis* Alv.-Cortés, Mart.-Pineda, R. Valenz. & Raymundo
- 12b. Ascas con 8 ascosporas, 12-15 × 7-10 µm, hialinas de paredes verdosas *Coprotus uncinatus* Yei Z. Wang
- 13a. Apotecios con pelos setoides hialinos; ascosporas 15-



- 21 × 9-14 µm *Lasiobolus cuniculi* Velen.
- 13b. Apotecios con setas marrón claro; ascosporas 18-21 × 10-13 µm *Cheilymenia pulcherrima* (P. Crouan & H. Crouan) Boud.
- 14a. Ascomas mayores a 3 mm de diámetro, cupuliformes, margen crenado a erodado; ascas con opérculo amiloides *Peziza fimeti* (Fuckel) E.C. Hansen
- 14b. Ascomas menores a 2 mm de diámetro, globosos a pulvinados, ascas con opérculo inamiloides 15
- 15a. Ascosporas 13-16 × 9-11 µm, subglobosas, pálidas amarillentas a verdosas, con pared delgada y lisa *Ascophanus breviusculus* Velen.
- 15b. Ascosporas 17-19 × 11-12 µm, elipsoidales, hialinas, con ornamentación verrugosa *Iodophanus testaceus* (Moug.) Korf
- 16a. Ascomas superficiales tipo cleistotecio, peritecio-cleistotecioide, peritecio con peridio ornamentado con pelos o setas; ascas unitunicadas, ascosporas unicelulares con o sin apéndices 17
- 16b. Ascomas inmersos tipo pseudotecio, con peridio liso; ascas bitunicadas con ascosporas bicelulares o tetracelulares 28
- 17a. Cleistotecios o peritecios cleistotecioideos con pelos hifales muy largos; ascosporas citriformes u ovoides 18
- 17b. Peritecios glabros o con setas pequeñas, solitarios o inmersos en estromas 19
- 18a. Cleistotecios ligeramente triangulados, pelos hifales hasta 500 µm de largo y 3-4 µm de diámetro, con los extremos recurvados; ascosporas 5-6 × 3-4 µm, ovoides, rojo rosadas *Kernia nitida* (Sacc.) Nieuwl.
- 18b. Peritecios cleistotecioideos globosos, pelos hifales hasta 2000 µm de largo y 2-5 µm de diámetro, con los extremos rectos; ascosporas 9-12 × 6-8 µm, citriformes, oliváceas *Zopfiella erostrata* (Griffiths) Udagawa & Furuya
- 19a. Peritecios inmersos en estromas de color anaranjado a marrón; ascosporas 56-60 × 26-29 µm, elipsoides con extremos angulosos, hialinas con mesosporio rosado *Selinia pulchra* (G. Winter) Sacc.
- 19b. Peritecios no estromáticos; ascosporas elipsoides, citriformes y amigdaloides 20
- 20a. Peritecios negros, peridio liso 21
- 20b. Peritecios marrón o grisáceos, peridio con setas o pelos hifoides 25
- 21a. Ascosporas unicelulares, sin apéndices, elipsoides, 15-17 × 9-11 µm, marrón con cápsula gelatinosa *Sordaria fimicola* (Roberge ex Desm.) Ces. & De Not.
- 21b. Ascosporas unicelulares, bicelulares o tetracelulares, oliváceas a marrones, con o sin apéndices 22
- 22a. Peritecios con ascosporas unicelulares o bicelulares, con apéndices 23
- 22b. Pseudotecios con ascosporas bicelulares o tetracelulares, sin apéndices 28
- 23a. Ascosporas bicelulares, unidas por una hifa septada con 4 apéndices basales y apicales hialinos *Zygopleurage zygospora* (Speg.) Boedijn
- 23b. Ascosporas unicelulares, pediceladas con caudas gelatinosas hialinos 24
- 24a. Ascosporas 32-35 × 20-25 µm, pedicelo de 22-26 × 4-5 µm *Podospira communis* (Speg.) Niessl
- 24b. Ascosporas 27-37 × 17-20 µm, pedicelo de 20-23 × 5-6 µm *Podospira globosa* (Masse & E.S. Salmon) Cain
- 25a. Peritecios marrón obscuro a negro con setas a lo largo o en el cuello del ascoma 26
- 25b. Peritecios grisáceos con pelos hifoides rectos, arqueados o sinuosos 27
- 26a. Peritecios con setas marrón cubriendo todo el peridio, setas infladas a glomeradas, que terminan en una célula piriforme *Neoschizothecium conicum* (Fuckel) S.K. Huang & K.D. Hyde
- 26b. Peritecios con setas negras en el cuello del peritecio, setas alargadas, no infladas que terminan en apice romo *Triangularia arizonensis* (Griffiths) Y. Marín, A.N. Mill. & Stchigel
- 27a. Peritecios con pelos hifoides sinuosos, enrollados; pelos laterales arqueados; ascosporas 6-7 × 5-7 µm ... *Collariella bostrychodes* (Zopf) X. Wei Wang & Samson
- 27b. Peritecios con pelos hifoides arqueados; pelos laterales rectos; ascosporas 7-8 × 5-7 µm *Collariella robusta* (L.M. Ames) X. Wei Wang & Samson
- 28a. Ascosporas bicelulares 28



- *Delitschia marchali* Berl. & Voglino
 28b. Ascosporas tetracelulares 29
 29a. Ascosporas 51-57 × 9-11(12) µm, que no se fragmen-
 tan fácilmente *Sporormiella*
intermedia (Auersw.) S.I. Ahmed & Cain ex Kobayasi
 29b. Ascosporas 34-38 × 4-6 µm, tetracelulares que fácil-
 mente se fragmentan en dos paquetes bicelulares
 *Sporormiella minima* (Auersw.) S.I. Ahmed & Cain

Discusión

Diversidad

Podemos considerar que existe una importante diversidad de hongos coprófilos en excretas de animales domésticos de San Gabriel Azteca, según lo sugieren los datos de al menos los muestreos realizados, considerando que en condiciones artificiales óptimas y después de tres ensayos obtuvimos los mismos resultados, es decir, se presenta el mismo desarrollo sucesivo de los ascomicetos.

En las 12 muestras de excretas obtenidas en el matorral xerófilo de San Gabriel Azteca se registró 14% de especies en las excretas de caballo, 19% en las de cabra, 16% en las de oveja y 51% en las de vaca. Considerando los datos proporcionados en el **Ápndice 1**, se puede observar que las especies en las diferentes entidades del país se han encontrado más frecuente en excretas vacunas con un porcentaje del 70%. De 19 especies conocidas, 13 crecen exclusivamente en estiércol de vaca, mientras que, *Sporormiella minima* y *Selinia pulchra* crecen en excretas de vaca y cabra, *Iodophanus testaceus* y *Podospora communis* en las de vaca y oveja, y *Coprotus sexdecimosporus* se encontró creciendo sobre las de caballo y vaca. *Ascobolus michaudii* se desarrolló en tres sustratos excretas de caballo, de cabra y de vaca. *Sporormiella intermedia* creció en todos los sustratos excepto vaca. En contraste, *Sordaria fimicola* y *Zopfiella erostrata* se desarrollaron únicamente en excretas de caballo. *Kernia nitida*, *Neoschizothecium conicum* y *Podospora globosa* solo se presentaron en las muestras de cabra, *Coprotus breviusculus* y *Saccobolus versicolor* en las de oveja, mientras que *Collariella robusta* se presentó tanto en cabra como oveja. De acuerdo con **Lodha (1974)**, la microbiota de cada mamífero es distinta. Sin embargo, el material fecal de todos es rico en nutrientes con numerosos organismos que pueden iniciar su actividad biológica de manera simultánea. No

obstante, la mayor diversidad de fimícolas se concentró en muestras de vaca, coincidentemente con lo que se observa en este grupo de rumiantes domésticos de todos los países donde se han estudiado. Sus cuyas excretas concentran a mayor diversidad de ascomicetos coprófilos, posiblemente relacionada a la cantidad de biomasa consumida por estos herbívoros **Richardson (2019)**.

Los hongos ascomicetos coprófilos estudiados en este trabajo se ubican en los órdenes Pezizales (52%), Sordariales (33%), Pleosporales (7%), y los órdenes menos representados son Microascales e Hypocreales (4%). En cuanto a familias se determinaron 12 y un *incertae sedis* de las cuales. Ascobolaceae es la mejor representada con 19%. Se identificaron 18 géneros y *Coprotus* fue el más diverso con cinco especies (**Cuadro 1**), aunque su posición taxonómica a nivel de familia es incierta y se le ha ubicado en las familias Ascodesmidadceae y Thelebolaceae. En un estudio reciente, **Kušan et al. (2018)** indicaron que *Coprotus* Korf & Kimbr. es hermano de *Boubovia* Svrček y filogenéticamente presenta mayor relación con Pyronemataceae. A nivel mundial se conocen 29 especies de *Coprotus* y en México se había citado únicamente a *C. lacteus* de Durango, San Luis Potosí y Tamaulipas (**Kimbrough et al., 1971**). En el presente trabajo se registran por primera vez para México a *C. albidus*, *C. sexdecimosporus* y *C. uncinatus* y *C. sangabrielensis* se propone como una nueva especie para la ciencia.

Un indicativo del escaso conocimiento que se tiene en México sobre los hongos fimícolas podría reflejarse por el alto número de registros nuevos encontrados. De 27 especies coprófilas estudiadas, 17 son nuevos registros para el país y representan más de 50% de las especies estudiadas. Seis géneros se mencionan por primera vez para la microbiota mexicana (*Collariella* X. Wei, Samson & Crous, *Neoschizothecium* S.K. Huang & K.D. Hayde, *Selinia* P. Karst., *Triangularia* Boedijn, *Zopfiella* G. Winter, *Zygopleurage* Boedijn). La mayoría pertenecen a Sordariales, excepto *Selinia* que se ubica en Hypocreales, hongos que se caracterizan por formar ascomas periteciales altamente pigmentados con melaninas y carotenoides respectivamente.

Si analizamos a nivel mundial, **Richardson (2019)**, indica que existen 12,474 registros de especies observadas en 1376 muestras, y de las que 9666 son registros de ascomicetos. Entre las especies más frecuentes enlistadas



Cuadro 1: Tipo de excreta y tiempo de desarrollo de los ascomas observados en este trabajo.

Taxón	Tipo de excreta				
	Caballo	Cabra	Oveja	Vaca	Días (inicio-final)
Dothideomycetes					
Pleosporales					
Delitschiaceae					
<i>Delitschia marchalii</i> Berl. & Voglino			X		4-8
Sporormiaceae					
<i>Sporormiella intermedia</i> (Auersw.) S.I. Ahmed & Cain ex Kobayasi	X				16-28
<i>Sporormiella minima</i> (Auersw.) S.I. Ahmed & Cain ex Kobayasi				X	15-20
Leotiomycetes					
Thelebolales					
Thelebolaceae					
<i>Ascophanus breviusculus</i> Velen.			X	X	15-30
Pezizomycetes					
Pezizales					
Ascobolaceae					
<i>Ascobolus immersus</i> Pers.				X	4-8
<i>Ascobolus michaudii</i> Boud.				X	8-40
<i>Saccobolus glaber</i> (Pers.) Lambotte				X	4-29
<i>Saccobolus truncatus</i> Velen.				X	15-30
<i>Saccobolus versicolor</i> (P. Karst.) P. Karst.				X	15-30
Ascodesmidaceae					
<i>Lasiobolus cuniculi</i> Velen.	X			X	5-20
Pezizaceae					
<i>Iodophanus testaceus</i> (Moug.) Korf			X		8-21
<i>Peziza fimeti</i> (Fuckel) E.C. Hansen				X	20-60
Pyronemataceae					
<i>Cheilymenia pulcherrima</i> (P. Crouan & H. Crouan) Boud.				X	15-40
Incertae sedis					
<i>Coprotus albidus</i> (Boud.) Kimbr.				X	17-25
<i>Coprotus lacteus</i> (Cooke & W. Phillips) Kimbr., Luck-Allen & Cain				X	13-20
<i>Coprotus sexdecimsporus</i> (P. Crouan & H. Crouan) Kimbr. & Korf	X		X	X	40-50
<i>Coprotus uncinatus</i> Yei Z. Wang				X	8-15
Sordariomycetes					
Hypocreales					
Bionectriaceae					
<i>Selinia pulchra</i> (G. Winter) Sacc.		X		X	20-50
Microascales					
Microascaceae					
<i>Kernia nitida</i> (Sacc.) Nieuwl.		X		X	3-13
Sordariales					
Chaetomiaceae					
<i>Collariella bostrychodes</i> (Zopf) X. Wei Wang & Samson				X	20-40
<i>Collariella robusta</i> (L.M. Ames) X. Wei Wang & Samson			X		15-20



Cuadro 1: Continuación.

Taxón	Tipo de excreta				
	Caballo	Cabra	Oveja	Vaca	Días (inicio-final)
Lasiosphaeriaceae					
<i>Zopfiella erostrata</i> (Griffiths) Udagawa & Furuya				X	35-60
Neoschizotheciaceae					
<i>Neoschizothecium conicum</i> (Fuckel) S.K. Huang & K.D. Hyde		X			30-50
<i>Zygopleurage zygospora</i> (Speg.) Boedijn				X	18-40
Podosporaceae					
<i>Podospora communis</i> (Speg.) Niessl			X	X	30-60
<i>Podospora globosa</i> (Masse & E.S. Salmon) Cain		X			30-60
<i>Triangularia arizonensis</i> (Griffiths) Y. Marín, A.N. Mill. & Stchigel				X	10-30
Sordariaceae					
<i>Sordaria fimicola</i> (Roberge ex Desm.) Ces. & De Not.	X				10-30
Total	4	4	6	21	4-60

por dicho autor se encuentran *Sporormiella intermedia*, *Saccobolus versicolor*, *Ascobolus albidus* P. Crouan & H. Crouan, *Schizothecium conicum*, *Iodophanus carneus* y *Ascobolus immersus*, todas también observadas en las muestras estudiadas de San Gabriel Azteca, Hidalgo, lo que contribuye a su distribución cosmopolita en México. Otras especies, que también se han citado de manera frecuente en diversos trabajos son *Kernia nitida*, *Selinia pulchra* y *Sordaria fimicola* y en contraste, con lo que podemos considerar raras o poco frecuentes, están *Coprotus albidus*, *Cheilymenia pulcherrima* y *Zygopleurage zygospora*.

El citado número de registros nuevos para México demuestra que aún existe una importante diversidad de hongos oculta por describir en el país. Los Ascomycota representan 78% de las especies conocidas (Richarson, 2019), aunque el conocimiento del grupo se concentra en especies de Pezizales y Xylariales, así como los estados asexuales de especies con importancia biotecnológica, agrícola, forestal, médica y veterinaria (Bills, et al., 2013; Ojwach et al., 2020; Xu et al., 2021). Otros grupos que requieren, por ejemplo, técnicas de recolección indirecta, aún son poco conocidos. Tal es el caso de los hongos fimícolas, que de realizarse trabajos enfocados totalmente a un grupo ecológico o taxonómico se podrían obtener resultados como los de Mirza y Cain (1969), Kimbrough et al. (1971), Ahmed y Cain (1972), Cain y Mirza (1972), Krug y Cain (1974), Bezerra y

Kimbrough (1975), Krug y Jeng (1979), Udagawa y Kobayasi (1979). En la época de los 70's estos autores llegaron a describir decenas de ascomicetos fimícolas de diversas partes del mundo, 23 son especímenes tipo descritos de México creciendo en excretas de herbívoros, principalmente de burro. Desde entonces, no se han registrado novedades taxonómicas, posiblemente porque la mayoría de las especies forman ascomas menores a un milímetro y son poco visibles a simple vista, además de que requieren condiciones de humedad para que puedan desarrollarse. Estos factores podrían influir en su poca atención en campo que deriva en el escaso conocimiento en el país, aunado a la falta de expertos. Consideramos que es necesario duplicar esfuerzos para avanzar en su conocimiento en el país y el presente estudio representa el primero con ese enfoque después de más de 50 años. Hasta el momento se conocen 127 especies de ascomicetos coprófilos en el país, segregados en 24 géneros, 14 familias, 6 órdenes y 3 clases taxonómicas.

Sucesión ecológica

En el proceso de descomposición del estiércol de animales domésticos de San Gabriel Azteca se observó que los primeros hongos en aparecer fueron miembros de Mucorales, principalmente *Pilobolus* Tode. La invasión al sustrato por ascomicetos inicia con la presencia de Pleosporales como



Sporormiella intermedia y *S. minima*, la primera más abundante llegando a formar hasta más de 50 ascomas y con un desarrollo desde el día 4 hasta el día 20 (Apéndice 2, Fig. 27). Posteriormente, se observó el crecimiento de *Ascobolus immersus* en los dos primeros días, después Sordariales escasos, principalmente *Sordaria fimicola* que aparece a los tres días y permanece hasta los ocho. Esta especie es considerada una de las más comunes y de distribución cosmopolita en excretas de caballo. De los cinco hasta los 30 días aparecen los Pezizales que son los más frecuentes en el sustrato comenzando distintas especies de *Coprotus*, segui-

do por especies de *Saccobolus* y finalmente de *Ascobolus*. A la par con el desarrollo de estas especies, se encuentran Hypocreales, específicamente *Selinia pulchra* que permanece hasta los 40 días. A los 15 días comienzan a aparecer miembros de Sordariales, que se desarrollan hasta los 60 días donde prácticamente se ha degradado por completo la materia fecal y comienza el crecimiento de especies vegetales. Las especies más frecuentes son: *Ascobolus immersus*, *Podospora communis*, *P. globosa* y *Sporormiella intermedia* con más de 100 fructificaciones por excreta según lo observado en nuestras muestras.

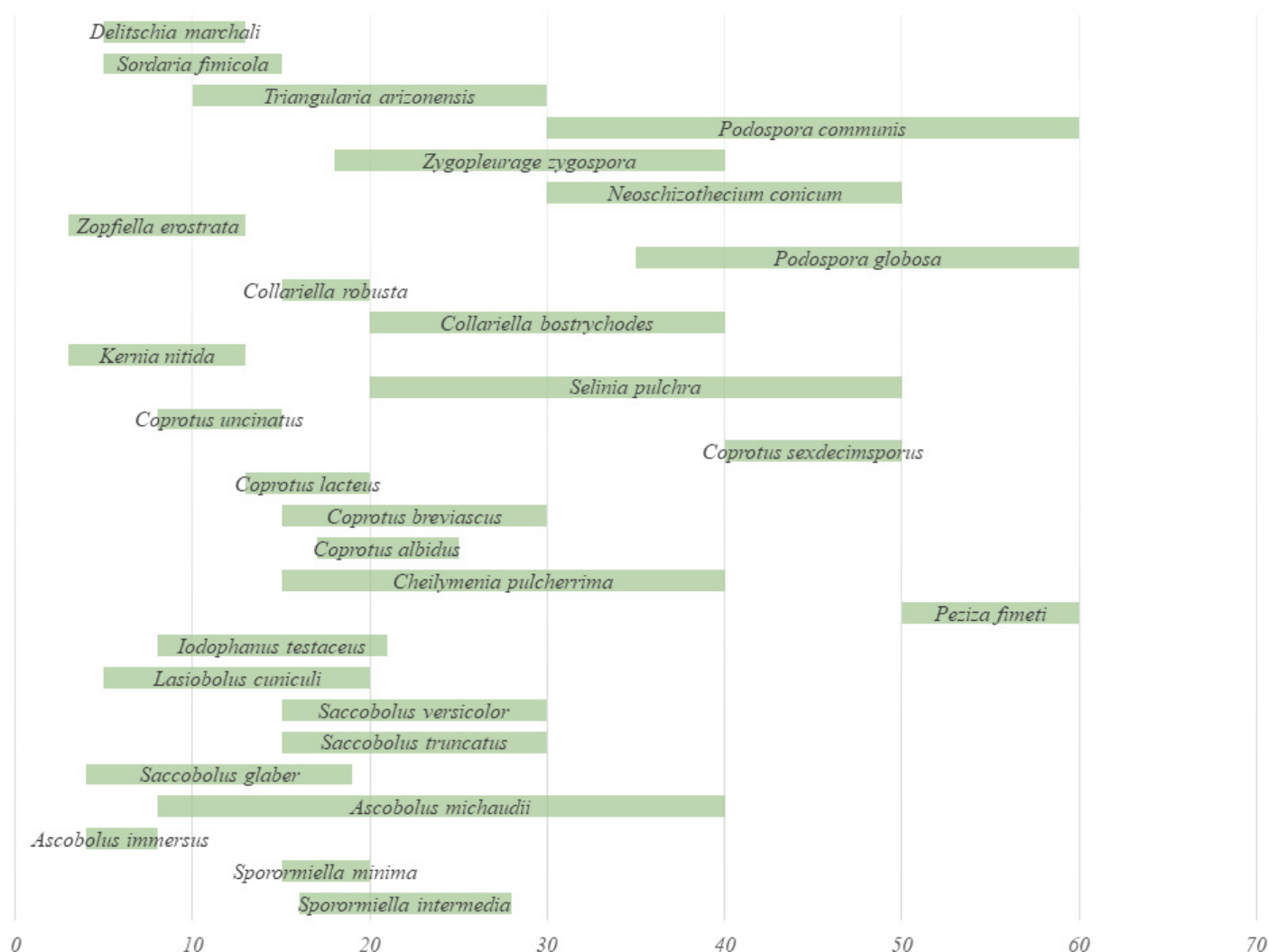


Figura 27: Sucesión ecológica de las especies de ascomicetos fimícolas analizadas. Se muestra el tiempo en que se presentan los ascomas en el sustrato en líneas en color verde. P. M. Alvarez-Cortés.

De acuerdo con Richardson (1972), la presencia o ausencia de hongos coprófilos depende de la naturaleza del sustrato y tres factores: físicos, químicos y biológicos. Sin embargo, siempre se observa una sucesión de organismos que degradan las excretas, esto es lo que Webster (1970) llama hipótesis nutricional, que se demuestra con los resultados obtenidos en el presente estudio.

Histoquímica

Las pruebas histoquímicas aplicadas a los ascomicetos fímícolos estudiados y con base en las diversas coloraciones producidas por las reacciones químicas nos revelaron datos interesantes. Los metabolitos identificados en los plecténquimas excípules y elementos himeniales (paráfisis, ascas y ascosporas), siendo más abundantes y químicamente diversos en la región del himenio, correspondieron con péptidos, polisacáridos no estructurales, diterpenoides, micosteroides, pigmentos fenólicos y lactonas. Entre estos metabolitos destacan los alcaloides; este grupo de metabolitos se identifican mediante el reactivo de Dragendorff, constituido por una mezcla de nitrato de bismuto y yoduro de potasio en medio nítrico que genera un complejo de coordinación anaranjado nombrado tetrayodobismutato (Raal et al., 2020). Dichos compuestos químicos nitrogenados de sabor amargo y tóxicos, producen alteraciones en el sistema digestivo y nervioso de los artrópodos y larvas presentes en el estiércol. Estas características generan una barrera química que evita la micofagia, asegurando la maduración de las estructuras reproductivas y la perpetuación de las especies (Harborne, 1993). Con el reactivo de Melzer se reconocen estructuras dextrinoides (viran a marrón rojizo), amiloides (azul grisáceo a negro) e inamiloides (sin cambios de color). Estas reacciones son debidas a la reacción entre los polisacáridos y el ión triyoduro del reactivo de Melzer (Leonard, 2006). Sin embargo, la coloración producida por el reactivo de Melzer también podría deberse a moléculas con nitrógenos cuaternarios, típicos de la estructura de muchos alcaloides o bien, la coexistencia de ambas moléculas dentro de la misma estructura. Esto también está sustentado por la investigación de Blackwell et al. (2001), quienes asociaron la coloración obtenida con Melzer con las betainas de la glicina, que químicamente son protoalcaloides con nitrógenos cuaternarios. Las pruebas aquí aplicadas

a especímenes de *Peziza fimeti* no revelaron una reacción dextrinoide, pero sí se presentaron polisacáridos con la reacción PAS. En el caso de *Coprotus uncinatus* el reactivo de Melzer generó reacción dextrinoide en las ascas, pero no se encontraron polisacáridos no estructurales con la reacción PAS, mientras que, en *Ascobolus immersus*, se observó la coexistencia de alcaloides y polisacáridos. Esto sugiere que para corroborar la presencia de alcaloides y reacciones que permitan la identificación de polisacáridos no estructurales como la reacción PAS (Apéndice 2), se debe complementar el estudio de los hongos con reactivos como Marquis, Erlich, Jeffrey o Liebermann además del Melzer.

En cuanto a los plecténquimas excípules se observa una clara diferencia a nivel de clase; mientras que los Pezizomycetes y Leotiomycetes producen la mayor cantidad de compuestos químicos sobretodo en el excípulo ectal, los Sordariomycetes producen melanina en el peridio y en algunos casos terpenoides y polisacáridos no estructurales. Debido a las actividades biológicas reportadas para las melaninas (El-Naggar y Saber, 2022), en el caso de los hongos que pertenecen químicamente al grupo de las feomelaninas, dichas moléculas brindan una barrera protectora a las ascas y ascosporas, participan en la defensa antimicrobiana, antirradiativa y como captadores de metales pesados (El-Naggar y Saber, 2022). En el caso de *Collariella bostrychodes*, *Zygopleurage zygospora*, *Podospora communis* y *Triangularia arizonensis*, observamos la asociación entre melaninas y polisacáridos en los tejidos donde se presenta un cambio de color con la reacción PAS. También se distinguió la producción de diterpenoides en el peridio de los Sordariales porque todos producen coloraciones doradas en la reacción CuS (Eisenman y Casadevall, 2012). Además presentan texturas pseudoparenquimatosas con hifas engrosadas que dan rigidez a los ascomas. En este sentido algunos peritecios poseen ornamentaciones que constituyen unas barreras mecánicas efectivas contra los organismos micofagos, de tal manera que no tienen que invertir energía en producir metabolitos en esta región anatómica. En el caso de miembros de *Selinia* se distinguió que los pigmentos generados son de dos tipos mientras que el ectostroma está formado por feomelaninas de color rojizo (El-Naggar y Saber, 2022), el ostiolo intensamente teñido de color anaranjado presenta las reacciones características



de los carotenoides de tipo caroteno (Koehn y Sherman, 1940), generando coloraciones azules a violáceas en las reacciones histoquímicas de Carr-Price sin presentar oxidación por el permanganato de potasio.

Particularmente se observa que las especies de *Ascobolus* generan coloraciones anaranjadas a violáceas a lo largo de las ascas por la presencia de aminos secundarios y derivados fenólicos con el reactivo de Liebermann. Esta reacción no se produce en ningún otro género de los analizados. También se distingue la presencia de una capa extracelular alrededor de las paráfisis de polisacáridos no estructurales. *Saccobolus* se caracteriza por la presencia de alcaloides en las ascas, que generan diversas coloraciones dependiendo de la especie. Mientras que *S. glaber* presenta una coloración azul verdosa con reactivo de Marquis, *S. truncatus* no presenta coloración con el mismo reactivo, pero genera una coloración amarillo-verdoso en Jeffrey. *Saccobolus versicolor* con reactivo de Marquis genera una coloración azul pálido localizada alrededor de las ascosporas. Estos datos pueden ser complementarios para la diferenciación de las especies tal y como se ha hecho en especies de *Hypoxylon* Bull., con los pigmentos liberados en KOH (Miller, 1961; Ju y Rogers, 1996; Reyes et al., 2020), o bien las pruebas de color en la determinación de líquenes (Singh, 2019). La aportación de estos caracteres facilitará el reconocimiento a nivel específico y permitirá la diferenciación de especies crípticas solo diferenciables mediante métodos moleculares (Bickford et al., 2007).

En el caso del orden Sordariales, Charria-Girón et al. (2022) realizaron investigaciones metabólicas que revelan grupos funcionales importantes e interesantes que pueden ser detectados por histoquímica entre los que se encuentran derivados insaturados con dobles enlaces (reacción con KMnO_4), lactonas α,β -insaturadas, polisacáridos asociados a agliconas (glucósidos) (reacción PAS), péptidos (reacción con azul de bromofenol) y derivados esteroideos (reacción con cloruro férrico sulfúrico). Los resultados que obtuvimos coinciden con los de dichos autores, aunque algunas moléculas tales como las lactonas α,β -insaturadas no se pudieron observar por histoquímica, quizá debido a su baja concentración en las hifas, o bien a la producción extrahifal de las mismas mediante mecanismos fermentativos. De

acuerdo con las pruebas histoquímicas los organismos peritecioides y cleistotecioideos presentan baja diversidad de metabolitos secundarios, esto debido a la liberación de enzimas al sustrato que producen una gran diversidad de compuestos con actividad biológica. Sin embargo, estos no pueden ser detectados mediante las pruebas histoquímicas porque son producidos por vías de fermentación extracelular; entre estos metabolitos destacan los antibióticos (El-Gendi et al., 2022).

Conclusiones

Los ascomicetos coprófilos presentan una alta riqueza de especies creciendo en excretas de caballo, cabra, oveja y vaca. La mayor diversidad se encontró en estiércol de vaca con 21 especies que representan el 75% y 15 crecen exclusivamente en este sustrato. Principalmente, se ubican en Pezizales con 46% y Sordariales con 32%. La familia Ascobolaceae es la mejor representada con 18%, y el género *Coprotus* fue el más diverso con cinco especies. Una de ellas, *C. sangabrielensis*, se propone como especie nueva para la ciencia.

El presente estudio es el primero en considerar pruebas histoquímicas en hongos coprófilos de México. Los principales componentes encontrados en los ascomicetos coprófilos estudiados son alcaloides, terpenoides y polisacáridos. Por grupos taxonómico, los hongos del orden Pezizales producen derivados fenólicos, alcaloides, terpenoides, péptidos y derivados del furano, mientras que los Pleosporales presentan alcaloides y terpenoides, y los Sordariales forman terpenoides, polisacáridos y lípidos.

Los ascomicetos coprófilos representan un sistema biológico que muestra sucesión ecológica, variabilidad morfológica, química y por lo tanto con alto potencial en aplicaciones biotecnológicas.

Contribución de autores

PMAC y TR diseñaron el trabajo, PMAC realizó las descripciones morfológicas con apoyo de TR, PMAC y TR escribieron el trabajo con ayuda de MMP Y RV. PMAC llevó a cabo las reacciones histoquímicas; MMP y RV contribuyeron a los análisis y discusión de resultados. Todos los autores contribuyeron a la compilación de datos y revisión del manuscrito final.



Financiamiento

El trabajo se llevó a cabo gracias al apoyo de la Secretaría de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional, a través del proyecto SIP20240029. Se reconoce el apoyo del Sistema Nacional de Investigadoras y Investigadores, del Secretario de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación.

Agradecimientos

A Kenia Rodríguez San Juan, por la realización del mapa de la localidad.

Literatura citada

- Adhikari, M. K. 2014. *Peziza fimeti* (Pezizales: Pezizaceae): New record of a cup fungus from Nepal. *Ecoprint: An International Journal of Ecology* 20: 37-39. DOI: <https://doi.org/10.3126/eco.v20i0.11328>
- Aguilera, N. y L. Guedes. 2022. Manual de Técnicas Anatómicas e Histoquímicas para el Análisis de Muestras Vegetales. Universidad de Concepción. Providencia, Chile. Pp. 30.
- Aguirre-Acosta, E. y M. Ulloa. 1982a. Primer registro en México sobre la sucesión de hongos en el estiércol de vaca. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 17: 76-88.
- Aguirre-Acosta, E. y M. Ulloa. 1982b. Mohos que se desarrollan en el estiércol de algunos ratones silvestres de México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 17: 55-66.
- Ahmed, S. I. y R. F. Cain. 1972. Revision of the genera *Sporormia* and *Sporormiella*. *Canadian Journal of Botany* 50(3): 419-477. DOI: <https://doi.org/10.1139/b72-061>
- Ass, O. 1983. The genus *Coprotus* (Pezizales) in Norway. *Nordic Journal of Botany* 3: 253-259.
- Bell, A. 2005. An Illustrated Guide to the Coprophilous Ascomycetes of Australia. CBS Biodiversity Series 3. Centraalbureau voor Schimmelcultures. Utrecht, The Netherlands. 172 pp.
- Bezerra, J. L. y J. W. Kimbrough. 1975. The genus *Lasiobolus* (Pezizales, Ascomycetes). *Canadian Journal of Botany* 53(12): 1206-1229. DOI: <https://doi.org/10.1139/b75-146>
- Bickford, D., D. J. Lohman, N. S. Sodhi, P. K. L. Ng, R. Meier, K. Winker, K. K. Ingra e I. Das. 2007. Cryptic species as a window on diversity and conservation. *Trends in Ecology & Evolution* 22(3): 148-155. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.11.004>
- Bills, G. F., J. B. Gloer y Z. An. 2013. Coprophilous fungi: antibiotic discovery and functions in an underexplored arena of microbial defensive mutualism. *Current Opinion Microbiology* 16(5): 549-565. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mib.2013.08.001>
- Blackwell, M., C. David y S. A. Barker. 2001. The presence of glycine betaine and the dextrinoid reaction in Basidiomata. *Harvard Papers in Botany* 6(1): 35-41.
- Cacialli, G., V. Caroti y F. Doveri. 1995. Pezizales: *Lasiobolus cuniculi* Velenovský e *Cheilymenia pulcherrima* (Crouan & Crouan) Boudier. *Pagine di Micologia* 5: 50-59. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3521.3922>
- Cai, L., R. Jeewon y K. D. Hyde. 2006. Molecular Systematics of *Zopfiella* and allied genera: evidence from multi-gene sequence analyses. *Mycological Research* 110(4): 359-368. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mycres.2006.01.007>
- Cain, R. F. 1962. Studies of coprophilous ascomycetes: VIII. New species of *Podospora*. *Canadian Journal of Botany* 40(3): 447-490. DOI: <https://doi.org/10.1139/b62-045>
- Cain, R. F. y J. H. Mirza. 1972. Three new species of *Arnium*. *Canadian Journal of Botany* 50(2): 333-336. DOI: <https://doi.org/10.1139/b72-045>
- Carvajal, L., N. Sierra, U. Hata y R. D. Yoshie. 2009. Análisis fitoquímico preliminar de hojas, tallos y semillas de Cupatá (*Strychnos schultesiana* Krukoff). *Revista Colombia Forestal* 12(1): 161-170. DOI: <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2009.1.a11>
- Castillo-Argüero, S., G. Montes-Cartas, M.A. Romero-Romero, Y. Martínez-Orea, P. Guadarrama-Chávez, I. Sánchez-Gallén y O. Núñez-Castillo. 2004. Dinámica y conservación de la flora del matorral xerófilo de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (D.F., México). *Botanical Sciences* 74: 51-75. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1686>
- Charria-Girón, E., F. Surup y Y. Marin-Felix. 2022. Diversity of biologically active secondary metabolites in the ascomycete order Sordariales. *Mycological Progress* 21: 43. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11557-022-01775-3>
- Dennis, R. W. G. 1981. *British Ascomycetes*. J. Cramer. Vaduz, Liechtenstein. 558 pp.
- Dingjan, H. A., S. M. Dreyer-van der Glas y G. T. Tjan. 1980. Colour tests for the identification of alkaloids (and related compounds). *Pharmaceutisch Weekblad* 2: 445-467. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02273053>
- Doveri, F. 2004. *Fungi fimicoli italiani. A guide to the recognition of Basidiomycetes and Ascomycetes living on faecal material*. A.M.B.-Fondazione Studi Micologici. Vicenza, Italia. 1080 pp.



- Doveri, F. 2008. A bibliography of *Podospora* and *Schizothecium*, a key to the species, and a description of *Podospora dasypogon* newly recorded from Italy. *Pagine di Micologia* 29: 61-159.
- Doveri, F. 2014. An update on the genera *Ascobolus* and *Saccobolus* with keys and descriptions of three coprophilous species, new to Italy. *Mycosphere* 5(1): 86-135. DOI: <https://doi.org/10.5943/mycosphere/5/1/4>
- Doveri, F., G. Cacialli y V. Caroti. 1999. Preliminary study on Fimicolous Loculoascomycetes in Italy. *Contribution to the study of Fimicolous Fungi-XXX*(113): 35-70.
- Eisenman, H. C. y A. Casadevall. 2012. Synthesis and assembly of fungal melanin. *Applied Microbiology and Biotechnology* 93: 931-940. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00253-011-3777-2>
- El-Gendi, H., A. K. Saleh, R. Badierah, E. M. Redwan, Y. A., El-Maradny y E. M. El-Fakharany. 2022. A comprehensive insight into fungal enzymes: Structure, classification, and their role in mankind's challenges. *Journal of Fungi* 8(1): 23. DOI: <https://doi.org/10.3390/jof8010023>
- El-Naggar, N. E. A. y W. I. Saber. 2022. Natural melanin: current trends, and future approaches, with especial reference to microbial source. *Polymers* 14(7): 1339-1360. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym14071339>
- Esqueda, M., M. L. Coronado, A. Gutiérrez, M. Lizárraga, T. Raymundo y R. Valenzuela. 2015. Hongos de Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar. Universidad de Sonora, Hermosillo, México. 119 pp.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía- Universidad Autónoma de México. Cd. Mx., México.
- Guzmán, G. 1972. Macromicetos mexicanos en el herbario The National Fungus Collection de E. U. A. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 32:31-55. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1115>
- Gibbs, H. D. 1927. Phenol tests. III The indophenol test. *Journal of Biological Chemistry* 72(2): 649-664. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0021-9258\(18\)84338-1](https://doi.org/10.1016/s0021-9258(18)84338-1)
- Giménez, M. C., A. M. Ramos y M. E. Ranalli. 2005. Estudio sistemático y biológico de las Ascoboláceas de Argentina XX. Aislamiento y cultivo de cinco especies de *Saccobolus* (ascomycota) nuevas para Argentina. *Cryptogamie Mycologie* 26: 3-14.
- Graham, H. D. 1964. Color reactions of *Veratrum* alkaloids with sulfuric acid and sulfuric acid reagents. *Journal of Pharmaceutical Sciences* 53(1): 86-91. DOI: <https://doi.org/10.1002/JPS.2600530117>
- Griffiths, D. 1901. The North American Sordariaceae. *Memoirs of the Torrey Botanical Club* 11(1): 1-134.
- Guarro-Artigas, J. 1983. Hongos coprófilos aislados en Cataluña. *Ascomycetes. Anales Jardín Botánico de Madrid* 39(2): 229-245.
- Guzmán, G. 1972. Macromicetos mexicanos en el herbario The National Fungus Collection de E.U.A. *Scientia Fungorum* 32: 31-55.
- Guzmán, G. 1977. Identificación de los hongos comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de la madera. Limusa. México, D.F., México. 445 pp.
- Harborne, J. B. 1993. *Introduction to ecological biochemistry*. Academic Press. Reading, UK. 318 pp.
- Hornung-Leoni, C., M. Ledesma y Y. Chavarria-Olmedo. 2021. Conocimiento y conservación de plantas endémicas de la zona semiárida hidalguense. In: CONABIO (ed.). *La biodiversidad en Hidalgo, estudio de estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Cd.Mx., México. Pp. 216-222.
- Hu, D. M., L. Cai, K. D. Hyde y K. Q. Zhang. 2006. The genera *Podospora* and *Schizothecium* from mainland China. *Cryptogamie Mycologie* 27(2): 89-109.
- Jensen, W. A. 1962. *Botanical histochemistry: principles and practice*. W. H. Freeman and Co. San Francisco, USA. 408 pp.
- Ju, Y. M. y J. D. Rogers. 1996. A revision of the genus *Hypoxylon*. *Mycologia Memoir No. 20.*, APS Press. Saint Paul, USA. 365 pp.
- Kimbrough, W. J., E. R. Luck-Allen y R. F. Cain. 1969. *Iodophanus*, The Pezizaceae segregate of *Ascophanus* (Pezizales). *American Journal of Botany* 56(10): 1187-1202. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1969.tb09775.x>
- Kimbrough, W. J., Luck-Allen, E. R. y R. F. Cain. 1971. North American species of *Coprotus* (Thelebolaceae: Pezizales). *Canadian Journal of Botany* 50(5): 957-97. DOI: <https://doi.org/10.1139/b72-116>
- Kobayasi, Y. 1978. Mycological survey of Mexican volcano Popocatepetl. *Journal Japanese Botany* 54(3): 86-94. DOI: https://doi.org/10.5103/jjapbot.54_3_6968
- Koehn, C. J. y W. C. Sherman. 1940. The determination of vitamin A and carotene with the photoelectric colorimeter. *Journal*



- of Biological Chemistry 132(2): 527-538. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(19\)56200-7](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(19)56200-7)
- Kornerup, A. y J. H. Wanscher. 1978. Methuen Handbook of Colour. 3a. ed. Eyre Methuen. London, UK. 252 pp.
- Krug, J. C. y R. F. Cain. 1974. New species of *Hypocropa* (Xylariaceae). Canadian Journal of Botany 52(4): 809-843. DOI: <https://doi.org/10.1139/b74-105>
- Krug, J. C. y R. S. Jeng. 1979. *Rhytidospora* and *Pteridiosperma*, gen. nov. (Melanosporaceae). Mycotaxon 10(1): 41-45.
- Kuroda, C. y E. Nishio. 2007. Substituent Effect in Color of Ehrlich's Test of Tetrahydrobenzofuran. Natural Product Communications 2(5): 581-585. DOI: <https://doi.org/10.1177/1934578X0700200514>
- Kušan, I., N. Matočec, M. Jadan, Z. Tkalčec y A. Mešić. 2018. An overview of the genus *Coprotus* (Pezizales, Ascomycota) with notes on the type species and description of *C. epithecioides* sp. nov. MycoKeys 29: 15-47. DOI: <https://doi.org/10.3897/mycokeys.29.22978>
- Le, A., S. Parks, M. Nguyen y P. Roach. 2018. Improving the Vanillin-Sulphuric Acid Method for Quantifying Total Saponins. Technologies 6(3): 84-95.
- Leonard, L. 2006. Melzer's, Lugol's or iodine for identification of white-spored Agaricales. Mcllvainea 16(1): 43-51.
- Lodha, B. C. 1974. Decomposition of digested litter. In: Dickinson, C. H. y G. J. E. Pugh (eds.). Biology of Plant Litter Decomposition. London, UK. Pp. 213-241.
- Lorenzo L. E. y M. Havrylenko. 2001. The Genera *Arnium* and *Podospora* from Argentina. Mycologia 93(6): 1221-1230. DOI: <https://doi.org/10.2307/3761683>
- Luck-Allen, E. R. y R. F. Cain. 1975. Additions to the genus *Delitschia*. Canadian Journal of Botany 53(17): 1827-1887. DOI: <https://doi.org/10.1139/b75-212>
- Lytvynenko, Y., V. Dzhagan y Vv. Nyshenko. 2020. *Selinia pulchra* (G. Winter) Sacc. (Bionectriaceae, Ascomycota): a new genus and species record for Ukraine. Current Research in Environmental & Applied Mycology 10(1): 26-33. DOI: <https://doi.org/10.5943/cream/10/1/3>
- Lytvynenko, Y. I., V. V. Dzhagan, I. V. Topchii y Y. V. Shcherbakova. 2018. Dung inhabiting ascomycetes from the Ukrainian Carpathians. Czech Mycology 70(2): 145-167. DOI: <https://doi.org/10.33585/cmy.70204>
- Madriz-Valdovinos, D., T. Raymundo, A. Gutiérrez, M. Sánchez Flores, M. L. Coronado y M. Esqueda. 2022. Pezizales (Ascomycota) asociados a bosque de pino-encino en Yécora, Sonora, México. Acta Botanica Mexicana 129: 1-19. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm129.2022.2083>
- Malloch, D. y R. F. Cain. 1970. The genus *Kernia*. Canadian Journal of Botany 49(6): 855-867. DOI: <https://doi.org/10.1139/b71-126>
- Martínez-Gil, R. y A. Caballero. 2016. Ascomicetos raros o interesantes de La Rioja, España (II). Boletín Micológico de FAMCAL 11: 79-100.
- Medardi, G., A. Lantieri, D. H. Pfister, K. F. LoBuglio y G. Cacialli. 2012. Clarification of *Peziza fimeti* with notes on *P. varia* collections on dung. Mycotaxon 121(1): 465-476. DOI: <https://doi.org/10.5248/121.465>
- Melo, R. F. R., A. N. Miller, A. L. M. A. Santiago y L. A. Maia. 2014a. The genera *Ascobolus* and *Saccobolus* (Ascobolaceae, Pezizales) in Brazil. Mycosphere 5(6): 790-804. DOI: <https://doi.org/10.5943/mycosphere/5/6/9>
- Melo, R. F. R., A. N. Miller, A. L. C. M. A. Santiago y L. C. Maia. 2014b. *Coprotus* (Thelebolaceae, Thelebolales) in herbivore dung from Brazil. Nova Hedwigia 101(1-2): 35-48. DOI: https://doi.org/10.1127/nova_hedwigia/2014/0232
- Melo, R. F. R., A. N. Miller, A. L. C. M. A. Santiago y L. C. Maia. 2015. The genus *Podospora* (Lasiosphaeriaceae, Sordariales) in Brazil. Mycosphere 6(2): 201-215.
- Miller, J. H. 1961. A monograph of the world species of *Hypoxyton*. University of Georgia Press. Athens, USA. 158 pp.
- Mirza, J. H. y R. F. Cain. 1969. Revision of the genus *Podospora*. Canadian Journal of Botany 47(12): 1999-2048. DOI: <https://doi.org/10.1139/B69-293>
- Moustafa, A. F. y A. M. Abdel-Azeem. 2005. *Zygopleurage zygospora* (Speg.) Boedijn, a new record to the Egyptian Ascomycetes. Assiut University Journal of Botany 34(1): 165-169.
- Mungai, P. G., E. Chukeatirote, J. G. Njogu y K. D. Hyde. 2012. Studies of coprophilous ascomycetes in Kenya: Sordariales from wildlife dung. Mycosphere 3: 437-448. DOI: <https://doi.org/10.5943/mycosphere/3/4/7>
- Ojwach, J., A. Kumar, T. Mutanda y S. Mukaratirwa. 2020. Fructosyltransferase and inulinase production by indigenous coprophilous fungi for the biocatalytic conversion of sucrose and inulin into oligosaccharides. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology 30(1): 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101867>



- Pérez-Gilabert, M., A. Morte, R. Avila-González y F. García-Carmona. 2005. Characterization and histochemical localization of nonspecific esterase from ascocarps of desert truffle (*Terfezia clavaryi* Chatin). Journal of Agricultural and Food Chemistry 53(14): 5754-5759. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf050334d>
- Pérez-Silva, E. 1970. Datos sobre el género *Poronia* (Pyrenomicetes) en México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 31: 139-146. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1109>
- Pérez-Silva, E. 1976. Hongos fimícolas de México II. Redescripción y nueva localidad de *Podosordaria mexicana* (Pyrenomicetes) en México. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 10: 9-12.
- Pérez-Silva, E., J. A. Samaniego-Gaxiola y S. Perrusquia-Jasso. 1985. Hongos fimícolas de México IV. Primer registro del género *Ascodesmis* (Pezizales, Ascomycetes). Revista Mexicana de Micología 1: 239-242.
- Raal, A., A. Meos, T. Hinrikus, J. Heinämäki, E. Române, V. Gudienė, V. Jak Tas, O. Koshovyi, A. Kovaleva, C. Fursenco, T. Chiru y H. T. Nguyen. 2020. Dragendorff's reagent: Historical perspectives and current status of a versatile reagent introduced over 150 years ago at the University of Dorpat, Tartu, Estonia. Die Pharmazie 75(7): 299-306.
- Raymundo, T., R. Valenzuela, J. Ramírez-Martínez, M. Martínez-Pineda, A. Cobos, A. Trejo-Arana, M. Sánchez-Flores, A. González e I. Luna-Vega. 2020. New records of Ascomycetes from Tropical Montane Cloud Forest of eastern Mexico. Phytotaxa 454(3): 161-185. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.454.3.1>
- Reyes, P. E., R. Valenzuela y T. Raymundo. 2020. El género *Hypoxylon* (Xylariales, Ascomycota) en el bosque tropical caducifolio de cuatro Áreas Naturales Protegidas de México. Acta Botanica Mexicana 127: e1680. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm127.2020.1680>
- Reyna-González, A. M., P. S. Soto-Borrego, E. Alanís-Rodríguez, V. M. Molina-Guerra y A. Collantes-Chávez-Costa. 2021. Estructura y diversidad del matorral xerófilo en el Noreste de México. Polibotánica 51(26): 107-122. DOI: <https://doi.org/10.18387/polibotanica.51.7>
- Richardson, M. J. 1972. Coprophilous ascomycetes on different dung types. Transactions of the British Mycological Society 58(1): 37-48.
- Richardson, M. 2001. Diversity and occurrence of coprophilous fungi. Mycological Research 105(4): 387-402. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0953756201003884>
- Richardson, M. 2019. Coprophilous ascomycetes. Ascomycete.org 11(6): 205-209. DOI: <https://doi.org/10.25664/ART-0275>
- Robledo, M. S. y J. Cifuentes. 1986. Nuevos registros del género *Chaetomium* (Chaetomiaceae) en México. Scientia Fungorum 3(2): 279-295.
- Richardson, M. y R. Watling. 1996. Key to Fungi on dung. British Mycological Society. Escocia, UK. 68 pp.
- Ruiz, A. I., M. I. Mercado, M. E. Guantay y G. I. Ponessa. 2019. Anatomía e histoquímica foliar y caulinar de *Moringa oleifera* (Moringaceae). Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 54(3): 325-343. DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n3.25357>
- Sánchez-Viesca, F. y R. Gómez. 2019. On the Mechanism of the Murexide Reaction. World Journal of Organic Chemistry 7(1): 14-18. DOI: <https://doi.org/10.12691/wjoc-7-1-3>
- San Martín, F. y J. D. Rogers. 1993. *Kretzschmaria*, *Leprieuria* and *Poronia* in Mexico. Mycotaxon 48: 174-191.
- San Martín, F., P. Lavin y E. Pérez Silva. 1998. Xylariaceae fimícolas: *Xylaria equina* sp. nov. y nuevos registros mexicanos de *Xylaria pileiformis* y *Poronia erici*. Acta Botanica Mexicana 42: 15-23. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm42.1998.794>
- Shaikh, J. y M. K. Patil. 2020. Qualitative tests for preliminary phytochemical screening: An overview. International Journal of Chemical Studies 8(2): 603-608. DOI: <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i2i.8834>
- Singh, S. 2019. Advancements in Methods Used for Identification of Lichens. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 8(8): 1-11. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.808.169>
- Udagawa, S. y K. Furuya. 1974. Notes on some Japanese ascomycetes XIII. Transactions of the Mycological Society of Japan 15: 206-214.
- Udagawa, S. y Y. Kobayasi. 1979. Coprophilous fungi of Mexican Volcano Popocatepetl. Journal of Japanese Botanic 54(6): 1-8.
- Ulloa, M. y R. T. Hanlin. 1978. Atlas de Micología Básica. Editorial Concepto. Cd. Mx., México. 158 pp.
- Ulloa, M. y R. T. Hanlin. 2006. Nuevo diccionario ilustrado de Micología. APS Press. St. Paul, USA. 615 pp.



- Uzun, Y., S. Yakar, I. H. Karacan y A. Kaya. 2018. New additions to the Turkish Pezizales. Turkish Journal of Botany 42(3): 335-345. DOI: <https://doi.org/10.3906/bot-1708-11>
- Van Brummelen, J. 1967. A world-monograph of the genera *Ascobolus* and *Saccobolus* (Ascomycetes, Pezizales). Persoonia - Supplement 1(1): 1-260.
- Van Brummelen, J. 1976. Some new species of *Saccobolus*. Persoonia - Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi 8(4): 421-430.
- Velenovsky J. 1934. Monographia discomycetum Bohemiae, Vol. 1. Universidad de Cornell. Nueva York, EUA. Pp. 415.
- Wang, Y. Z. 1994. Two new coprophilous discomycetes (Pezizales) from Taiwan. Mycotaxon 52(1): 83-89.
- Wang, X. W., J. Houbraken, J. Z. Groenewald, M. Meijer, B. Andersen, K. F. Nielsen, P. W. Crous y R. A. Samson. 2016. Diversity and taxonomy of *Chaetomium* and chaetomium-like fungi from indoor environments. Studies in Mycology 84(1): 145-224. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2016.11.005>.
- Webster, J. 1970. Presidential Address. Coprophilous Fungi. Transactions of the British Mycological Society 54(2): 161-180.
- 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.
- Welden, A., L. Dávalos y G. Guzmán. 1979. Segunda lista de los hongos, líquenes y mixomicetos en las regiones de Uxpanapa, Coatzacoalcos, Los Tuxtlas, Papaloapan y Xalapa. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 13: 151-161.
- Xu, D., M. Xue, Z. Shen, X. Jia, X. Hou, D. Lai y L. Zhou. 2021. Phytotoxic Secondary Metabolites from Fungi. Toxins 13(4): 261-326. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins13040261>
- Yoder, L. R. y P. G. Mahlberg. 1976. Reactions of alkaloid and histochemical indicators in laticifers and specialized parenchyma cells of *Catharanthus roseus* (Apocynaceae). American Journal of Botany 63(9): 1167-1173. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1976.tb13202.x>



Apéndice 1: Especies de ascomicetos coprófilos citadas para México. *Localidad tipo. Abreviaturas: CDMX-Ciudad de México; Chih.-Chihuahua; Chis.-Chiapas; Coah.-Coahuila; Dgo.-Durango; Edo. Mex.-Estado de México; Gro.-Guerrero; Hgo.-Hidalgo; Jal.-Jalisco; Mor.-Morelos; Nay.-Nayarit; NL-Nuevo León; Oax.-Oaxaca; Pue.-Puebla; Qro.-Querétaro; Sin.-Sinaloa; SLP-San Luis Potosi; Son.-Sonora; Tamps.-Tamaulipas; Ver.-Veracruz.

Taxón	Estado	Tipo de excreta	Referencia
Dothideomycetes			
Pleosporales			
Delitschiaceae			
<i>Delitschia arestospora</i> Luck-Allen & Cain	Jal.*	Burro	Luck-Allen y Cain, 1975
<i>Delitschia crinita</i> Luck-Allen & Cain	Dgo., NL, Nay. SLP*	Burro	Luck-Allen y Cain, 1975
<i>Delitschia excentrica</i> Griffiths	Dgo., Jal., Sin., SLP	Burro	Luck-Allen y Cain, 1975
<i>Delitschia furfuracea</i> Niessl	Jal.	Burro y cabra	Luck-Allen y Cain, 1975
<i>Delitschia melanotricha</i> Luck-Allen & Cain	Tamps.*	Burro	Luck-Allen y Cain, 1975
<i>Delitschia patagonica</i> Speg.	Dgo.	Burro	Luck-Allen y Cain, 1975
<i>Delitschia perpusilla</i> Speg.	NL*, Hgo., Sin.	Burro	Luck-Allen y Cain, 1975
<i>Delitschia simulans</i> Luck-Allen & Cain	Dgo.*	Burro, vaca y conejo	Luck-Allen y Cain, 1975
Sporormiaceae			
<i>Sporormia fimetaria</i> (Rabenh.) De Not.	NL	Cabra, vaca, conejo, ciervo	Ahmed y Cain, 1972
<i>Sporormia mirabilis</i> Breton & Faurel	Dgo.	Oveja, cabra	Ahmed y Cain, 1972
<i>Sporormiella americana</i> (Griffiths) S.I. Ahmed & Cain	SLP	Vaca, cabra, ciervo, conejo	Ahmed y Cain, 1972
<i>Sporormiella anisomera</i> S.I. Ahmed & Cain	Hgo.*	Vaca, burro	Ahmed y Cain, 1972
<i>Sporormiella australis</i> (Speg.) S.I. Ahmed & Cain	Chih., Dgo., Jal., NL, Oax., SLP, Tamps.	Ratón, caballo, conejo, oveja, burro, vaca, ciervo, cabra	Ahmed y Cain, 1972
<i>Sporormiella bipartis</i> (Cain) S.I. Ahmed & Cain	Jal.	Conejo	Ahmed y Cain, 1972
<i>Sporormiella capybarae</i> (Speg.) S.I. Ahmed & Cain	Dgo., Tamps., SLP	Burro, vaca, oveja, roedor	Ahmed y Cain, 1972
<i>Sporormiella dubia</i> S.I. Ahmed & Cain	SLP., NL., Sin.	Caballo	Ahmed y Cain, 1972
<i>Sporormiella herculea</i> (Ellis & Everh.) S.I. Ahmed & Cain	Jal., Sin., Nay.	Burro, vaca y caballo	Ahmed y Cain, 1972
<i>Sporormiella intermedia</i> Auersw.	Chih., Dgo., SLP	Burro, caballo, vaca, ratón, perdiz, puerco espín, conejo, lobo	Ahmed y Cain, 1972
<i>Sporormiella longispora</i> (Cain) S.I. Ahmed & Cain	Dgo., NL., Oax., SLP	Burro, ciervo, ratón, conejo, cabra	Ahmed y Cain, 1972
<i>Sporormiella longisporopsis</i> S.I. Ahmed & Cain	Dgo., Hgo., Jal., SLP, Sin	Burro, conejo, cabra, vaca, ratón, carnívoros	Ahmed y Cain, 1972
<i>Sporormiella megalospora</i> (Auersw.) S.I. Ahmed & Cain	SLP	Vaca, caballo, conejo, oveja, ratón	Ahmed y Cain, 1972
<i>Sporormiella minima</i> (Auersw.) S.I. Ahmed & Cain	Dgo., SLP, Hgo., Sin., Tamps., Nay.	Vaca, oso, carnívoros, zorro, cabra, venado, caballo, ratón, conejo y oveja	Ahmed y Cain, 1972
<i>Sporormiella minimoides</i> S.I. Ahmed & Cain	Dgo., Tamps., Son.	Carnívoro, zorro, conejo, lobo	Ahmed y Cain, 1972; Esqueda et al., 2015
<i>Sporormiella ontariensis</i> (Cain) S.I. Ahmed & Cain	Dgo.	Conejo, puerco espín	Ahmed y Cain, 1972
<i>Sporormiella platymera</i> S.I. Ahmed & Cain	Tamps.*	Conejo	Ahmed y Cain, 1972



Apéndice 1: Continuación.

Taxón	Estado	Tipo de excreta	Referencia
<i>Sporormiella pulchella</i> (E.C. Hansen) S.I. Ahmed & Cain	NL., Tamps.	Conejo, vaca, ciervo, cabra, puerco espín	Ahmed y Cain, 1972
<i>Sporormiella septenaria</i> S.I. Ahmed & Cain	Dgo., Hgo. NL, SLP*	Cabra	Ahmed y Cain, 1972
<i>Sporormiella subtilis</i> S.I. Ahmed & Cain	SLP*, Dgo., Jal.	Burro, conejo	Ahmed y Cain, 1972
<i>Sporormiella schadospora</i> S.I. Ahmed & Cain	Chih., Jal, SLP*	Burro, cabra, puerco espín, roedor	Ahmed y Cain, 1972
<i>Sporormiella systemospora</i> S.I. Ahmed & Cain	Dgo., SLP*	Burro, cabra	Ahmed y Cain, 1972
<i>Sporormiella tetramera</i> S.I. Ahmed & Cain	Dgo., Jal., NL, Oax., SLP*, Tamps.	Vaca, cabra, caballo, conejo, oveja	Ahmed y Cain, 1972
<i>Rhytidospira bispora</i> J.C. Krug & Jeng	SLP	Oveja	Krug y Jeng, 1979
Pezizomycetes			
Pezizales			
Ascobolaceae			
<i>Ascobolus michaudii</i> Boud.	CDMX	Vaca	Aguirre-Acosta y Ulloa, 1982a
<i>Ascobolus scatigenus</i> (Berk. & M.A. Curtis) Brumm.	CDMX, Ver.	Vaca	Aguirre-Acosta y Ulloa, 1982a Welden y Guzmán, 1978
<i>Saccobolus depauperatus</i> (Berk. & Broome) E.C. Hansen	Oax.	Vaca, ratón	Aguirre-Acosta y Ulloa, 1982b Welden et al., 1979
<i>Saccobolus thaxteri</i> Brumm.	Edo. Méx.	Caballo	Kobayasi, 1978
<i>Saccobolus truncatus</i> Velen.	CDMX	Vaca	Aguirre-Acosta y Ulloa, 1982a
Ascodesmidaceae			
<i>Ascodesmis macrospora</i> W. Obrist	CDMX	Caballo	Pérez-Silva et al., 1985
<i>Lasiobolus ciliatus</i> (W. Phillips) Mussat	Sin entidad federativa	No indicado	Bezerra y Kimbrough, 1975
<i>Lasiobolus cuniculi</i> Velen.	SLP	Conejo, cabra, vaca, caballo, oveja	Bezerra y Kimbrough, 1975
<i>Lasiobolus trichoboloides</i> S.R. Khan & J.L. Bezerra	Tamps., SLP	Cabra, vaca y carnívoro	Bezerra y Kimbrough, 1975
<i>Lasiobolus papillatus</i> (Pers.) Sacc.	Oax.	Caballo	Raymundo et al., 2020
Pezizaceae			
<i>Iodophanus carneus</i> (Pers.) Korf	CDMX	Vaca	Aguirre-Acosta y Ulloa, 1982a
<i>Iodophanus testaceus</i> (Moug.) Korf	Mor.	Vaca	Guzmán, 1972
Pseudombrophilaceae			
<i>Pseudombrophila fuscolilacina</i> (Grelet) Brumm.	Son.	Vaca	Madriz-Valdovinos et al., 2022
Pyronemataceae			
<i>Cheilymenia coprinaria</i> (Cooke) Boud.	Son.	Vaca	Madriz-Valdovinos et al., 2022
<i>Cheilymenia granulata</i> (Bull) J. Moravec	Oax.	Caballo	Raymundo et al., 2020
<i>Trichophaeopsis latispora</i> J. Moravec	Son.	Vaca	Madriz-Valdovinos et al., 2022
Incertae sedis			
<i>Coprotus dextrinoideus</i> Kimbr., Luck-Allen & Cain	Dgo.	Burro	Kimbrough et al., 1971
<i>Coprotus glaucellus</i> (Rehm) Kimbr.	SLP	Cabra	Kimbrough et al., 1971



Apéndice 1: Continuación.

Taxón	Estado	Tipo de excreta	Referencia
<i>Coprotus lacteus</i> (Ck. Et Phull.) Kimbr., Luck-Allen & Cain	Dgo., SLP, Tamps.	Conejo, burro, cabra, oveja	Kimbrough et al., 1971
<i>Coprotus luteus</i> Kimbr., Luck-Allen & Cain	Dgo., NL	Ciervo, cabra	Kimbrough et al., 1971
<i>Coprotus niveus</i> (Fuckel) Kimbr	Oax.	Vaca	Kimbrough et al., 1971
<i>Coprotus sexdecimsporus</i> (P. Crouan & H. Crouan) Kimbr. & Korf	Hgo.	Burro	Kimbrough et al., 1971
Sordariomycetes			
Microascales			
Microascaceae			
<i>Kernia nitida</i> (Sacc.) Nieuwl.	SLP, Dgo., Gto. y Tamps.	Cabra, burro, vaca	Malloch y Cain, 1970
<i>Lophotrichus martinii</i> R.K. Benj.	Son.	Conejo	Esqueda et al., 2015
Sordariales			
Chaetomiaceae			
<i>Chaetomium globosum</i> Kunze	Son.	Conejo, liebre y zorro	Esqueda, et al., 2015
<i>Chaetomium spirochaete</i> Palliser	Son.	Conejo y zorro	Esqueda, et al., 2015
<i>Chaetomium tortile</i> Bainier	CDMX	Ratón	Aguirre-Acosta y Ulloa, 1982b
Coniochaetaceae			
<i>Coniochaeta hansenii</i> (Oudem.) Cain	Edo. Méx.	Caballo	Udagawa y Kobayasi, 1979
Podosporaceae			
<i>Podospora alloeachaeta</i> Mirza & Cain	Dgo.*	Burro	Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora anserina</i> (Rabenh.) Niessl	Sin entidad federativa	No indicado	Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora apiculifera</i> (Speg.) Mirza & Cain	Sin entidad federativa	Caballo	Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora argentinensis</i> (Speg.) J.H. Mirza & Cain	Sin entidad federativa	Mula	Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora australis</i> (Speg.) Niessl	Sin entidad federativa	Nutria	Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora brasiliensis</i> Cain	Sin entidad federativa	Cobra sucuri	Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora comata</i> Milovtz.	CDMX	Vaca, caballo	Aguirre-Acosta y Ulloa, 1982a; Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora communis</i> (Speg.) Niessl	Sin entidad federativa	Vaca	Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora curvicolla</i> (G. Winter) Niessl	Sin entidad federativa	Ratón	Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora curvuloides</i> Cain	Sin entidad federativa	Vaca	Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora dakotensis</i> (Giff.) (Griffiths) J.H. Mirza & Cain	Sin entidad federativa	Conejo	Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora dolichopodalis</i> J.H. Mirza & Cain	Sin entidad federativa	Vaca	Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora fimicola</i> (Corda) Ces.	Sin entidad federativa	Vaca	Mirza y Cain, 1969



Apéndice 1: Continuación.

Taxón	Estado	Tipo de excreta	Referencia
<i>Podospora glutinans</i> (Cain) Cain	Sin entidad federativa	Conejo	Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora hyalopilosa</i> (R. Stratton) Cain	Sin entidad federativa	Vaca	Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora immersa</i> (R. Stratton) Cain	Sin entidad federativa	Vaca	Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora inflatula</i> Cain	Sin entidad federativa	Caballo	Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora linguiformis</i> (Cain) Cain	Sin entidad federativa	Caballo	Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora macropodalis</i> Mirza & Cain	Nay.*	Burro	Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora mexicana</i> Mirza & Cain	Dgo.*	Burro, vaca y ciervo	Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora miniglutinans</i> J.H. Mirza & Cain	Dgo., Jal., Hgo.*, Pue.	Burro	Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora ostlingospora</i> Cain	SLP*, Sin.	Burro	Cain, 1962; Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora papilliformis</i> Cain	Jal.	Burro	Cain, 1962; Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora pistillata</i> Mirza & Cain	Pue.	Vaca	Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora pleiospora</i> (G. Winter) Niessl	Sin entidad federativa	Conejo	Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora pyriformis</i> (A. Bayer) Cain	Sin entidad federativa	Caballo	Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora tarvisina</i> (Sacc.) J.H. Mirza & Cain	Sin entidad federativa	Vaca	Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora tetraspora</i> (G. Winter) Cain	Edo. Méx.	Ratón	Mirza y Cain, 1969; Udagawa y Kobayasi, 1979
<i>Podospora unicaudata</i> (C. Moreau & M. Moreau ex. Sm.) Cain	Sin entidad federativa	No indicado	Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora venezuelensis</i> Mirza & Cain	Nay.	Burro	Mirza y Cain, 1969
<i>Podospora vesticola</i> (Berk. & Broome) Cain & J.H. Mirza ex Kobayasi	Sin entidad federativa	Piel envejecida de vaca	Mirza y Cain, 1969
Sordariaceae			
<i>Sordaria fimicola</i> (Roberge ex Desm.) Ces. & De Not.	CDMX	Vaca	Aguirre-Acosta y Ulloa, 1982a
Incertae sedis			
<i>Arnium ovale</i> Cain & J.H. Mirza	SLP	Cabra, venado	Cain y Mirza, 1972
<i>Arnium villosum</i> Cain & Mirza	Dgo.*, Jal., SLP	Burro y cabra	Cain y Mirza, 1972
Xylariales			
Xylariaceae			
<i>Hypocpra anomala</i> J.C. Krug & Cain	SLP*	Burro, vaca	Krug y Cain, 1974
<i>Hypocpra cataphracta</i> J.C. Krug & Cain	Edo. Méx.	Caballo	Udagawa y Kobayasi, 1979
<i>Hypocpra keniensis</i> J.C. Krug & Cain	Oax.	Vaca	Krug y Cain, 1974
<i>Hypocpra phorcodes</i> J.C. Krug & Cain	Jal., NL*, SLP, Sin., Oax.	Caballo	Krug y Cain, 1974
<i>Hypocpra punicea</i> J.C. Krug & Cain	Jal.	Vaca	Krug y Cain, 1974
<i>Podosordaria ianthina</i> J.C. Krug & Cain	Jal., SLP*	Caballo	Krug y Cain, 1974



Apéndice 1: Continuación.

Taxón	Estado	Tipo de excreta	Referencia
<i>Podosordaria mexicana</i> Ellis & Holw.	Mor.*, Nay., Oax.	Vaca, caballo y burro	Krug y Cain, 1974; Pérez-Silva, 1976
<i>Podosordaria muli</i> J.D. Rogers, Y.M. Ju & F. San Martín	Tamps.*	Mula	San Martín y Rogers, 1993
<i>Podosordaria straminea</i> Udagawa	Edo. Méx.	Caballo	Udagawa y Kobayasi, 1979
<i>Podosordaria vinacea</i> J.C. Krug & Cain	Jal.*	Burro	Krug y Cain, 1974
<i>Poronia erici</i> Lohmeyer & Benkert	Coah., Dgo., Edo. Mex., NL., Qro.	Caballo	San Martín et al., 1998
<i>Poronia oedipus</i> (Mont.) Mont.	Chis. Gro. Oax. Pue. Ver.	Caballo, vaca, bovino	Pérez-Silva, 1970; Guzmán, 1977; Welden y Guzmán, 1978
<i>Poronia pileiformis</i> (Berk.) Fr.	Oax., Ver.	Vaca, bovino	San Martín, et al., 1998
<i>Poronia punctata</i> (L.) Fr.	CDMX., Edo. Mex.	Vaca	Pérez-Silva, 1970; Guzmán 1972
<i>Xylaria equina</i> San Martín & Guevara	Tamps.*	Caballo	San Martín, et al., 1998



Apéndice 2: Características histoquímicas de las especies de ascomicetos coprófilos determinadas en el presente trabajo. ** No fue posible realizar los análisis por la escasa presencia de ascomas de estas especies. Abreviaturas: PAS-reacción ácido peryódico de Schiff; AzBr-azul de bromofenol; SIII-reactivo de Sudán III; Drg-reactivo de Dragendorff; Mqs-reactivo de Marquis; Erl-reactivo de Erlich; Jff-reactivo de Jeffrey; Fe-S-cloruro férrico y ácido sulfúrico; Mux-reacción de la murexida; RDL-reacción diazoica de Liebermann; HMFe-reacción de hidroxamato férrico; VS-vainillina sulfúrica; CuS-reacción de sulfuro de cobre; CP-reactivo de Carr-Price; FeCl₃-cloruro férrico; KMnO₄-reacción de permanganato de potasio.

Taxón	Biomoléculas	Alcaloides	Lactonas	Derivados insaturados	Terpenoides	Fenólicos
Dothideomycetes						
Pleosporales						
Delitschiaceae						
<i>Delitschia marchalii</i> Berl. & Voglino	AzBr, azul, ascas	Drg, marrón rojizo, ascas	-	-	VS, magenta, ascoporas	-
Sporormiaceae						
<i>Sporormiella intermedia</i> (Auersw.) S.I. Ahmed & Cain ex Kobayasi	-	Drg, marrón rojizo, ascas	-	-	-	-
<i>Sporormiella minima</i> S.I. Ahmed & Cain ex Kobayasi	-	Drg, marrón rojizo, ascas	-	-	VS, anaranjado, himenio	-
Leotiomycetes						
Thelebolales						
Thelebolaceae						
<i>Ascophanus breviascus</i> Velen.	PAS, rosa pálido, ascoporas AzBr, azul pálido, excípulo ectal	Drg, marrón rojizo, ascas, excípulo ectal RDL, dorado, paráfisis Mux, amarillo cadmio, paráfisis; anaranjado pálido, ascas	-	KMnO ₄ , marrón, paráfisis	Fe-S, ámbar, paráfisis Jeffrey, marrón, paráfisis CuS, grisáceo a negro, ascas	-
Pezizomycetes						
Pezizales						
Ascobolaceae						
<i>Ascobolus immersus</i> Pers.	PAS, Rosa pálido, paráfisis, ascoporas, ascas AzBr, azul verdoso ascas, paráfisis y ascoporas	Drg, marrón rojizo, ascas, paráfisis, ascoporas, subhimenio RDL, marrón rojizo a violeta, ascas Mux, amarillo cadmio, ascoporas, ascas Erl, anaranjado pálido, paráfisis -Jff, anaranjado, ascas	-	KMnO ₄ , marrón, paráfisis, ascoporas	VS, rojo cereza, ascoporas CuS, amarillo grisáceo, excípulo ectal, ascas	FeCl ₃ , púrpura, excípulo ectal, ascas, ascoporas



Apéndice 2: Continuación.

Taxón	Biomoléculas	Alcaloides	Lactonas	Derivados insaturados	Terpenoides	Fenólicos
<i>Ascobolus michaudii</i> Boud.	PAS, rosa pálido, paráfisis, ascosporas, ascas AzBr, azul, subhimenio, ascosporas	Drg, marrón rojizo, excípulo ectal, ascas, ascosporas Mqs, azul verdoso, excípulo ectal Jff, purpura, excípulo ectal y ascas Erl, anaranjado pálido, paráfisis Mux, amarillo cadmio, paráfisis, ascosporas, ascas RDL, marrón rojizo a violeta, ascas Fe-S, azul verdoso, ascosporas	-	KMnO ₄ , marrón, ascas, ascosporas	VS, magenta, excípulo ectal, subhimenio; rojo, paráfisis; amarillo, ascas; rosa pálido, ascosporas CuS, grisáceo, excípulo ectal, ascas	FeCl ₃ , púrpura, excípulo ectal, ascosporas
<i>Saccobolus glaber</i> (Pers.) Lambotte	PAS, rosa, ascas, ascosporas AzBr, azul, ascosporas	Dragendorff, marrón rojizo, ascas, ascosporas Fe-S, azul verdoso, asca Mqs, azul verdoso, asca RDL, azul a purpura grisáceo, asca Jff, purpura, asca Erl, anaranjado pálido, paráfisis	-	KMnO ₄ , marrón, ascas, ascosporas, paráfisis	VS, rojo cereza, excípulo ectal; magenta, himenio CuS, gris, paráfisis; negro, ascas CP, azul pálido, himenio	FeCl ₃ , púrpura, ascas: negro, ascosporas
<i>Saccobolus truncates</i> Velen.	PAS, rosa pálido, ascas, ascosporas	Drg, marrón rojizo, paráfisis y ascas Jff, amarillo verdoso, paráfisis y ascas Fe-S, verde azulado, ascas Erl, anaranjado rojizo, himenio	HMFe, purpura, ascas	KMnO ₄ , marrón, ascas, paráfisis	VS, magenta rojizo, himenio CuS, amarillo cadmio, ascas -CP, azul pálido, excípulo ectal	FeCl ₃ , púrpura, ascas: negro, ascosporas
<i>Saccobolus versicolor</i> (P. Karst.) P.	PAS, rosa, excípulo ectal AzBr, azul verdoso, paráfisis, ascosporas	RDL, marrón, excípulo ectal, paráfisis Erl, marrón, excípulo ectal, paráfisis Mqs, azul pálido, ascas Mux, anaranjado pálido, ascas	-	KMnO ₄ , marrón, ascas, paráfisis	CuS, oliváceo a negro, paráfisis, ascas	FeCl ₃ , púrpura, ascas: negro, ascosporas



Apéndice 2: Continuación.

Taxón	Biomoléculas	Alcaloides	Lactonas	Derivados insaturados	Terpenoides	Fenólicos
Ascodesmidaceae						
<i>Lasiobolus cuniculi</i> Velen.	AzBr, azul, ascas	Drg, marrón rojizo, ascas Mux, amarillo cadmio, ascas Erl, anaranjado pálido, excípulo medular	-	KMnO ₄ , marrón, ascas, paráfisis y pelos setoides	VS, rojo, paráfisis Fe-S, amarillo grisáceo, paráfisis	-
Pezizaceae						
<i>Iodophanus testaceus</i> (Moug.) Korf	PAS, rosa, excípulo medular, excípulo ectal y ascas AzBr, azul, excípulo medular, paráfisis	Drg, marrón rojizo, excípulo medular, ascas Mux, amarillo cadmio, himenio	-	KMnO ₄ , marrón, subhimenio, paráfisis, ascas	VS, anaranjado rojizo, paráfisis; rosa, subhimenio; anaranjado, excípulos CuS, amarillo grisáceo, paráfisis	-
<i>Peziza fimeti</i> (Fuckel) E.C. Hansen	PAS, rosa, subhimenio, ascas ascosporas, excípulo ectal -AzBr, azul, ascas, ascosporas	Erl, amarillo cadmio, himenio	-	KMnO ₄ , marrón, excípulo ectal, excípulo medular, subhimenio, ascas, ascosporas	VS, rojo cereza, excípulo ectal, excípulo medular, subhimenio paráfisis, ascosporas	-
Pyronemataceae						
<i>Cheilymenia pulcherrima</i> (P. Crouan & H. Crouan) Boud.	PAS, rosa pálido, excípulo ectal AzBr, azul, excípulo ectal	Drg, marrón rojizo, ascas; oliváceo, paráfisis	-	KMnO ₄ , marrón, ascas; marrón a oliváceo, paráfisis		-
Insertae sedis						
<i>Coprotus albidus</i> Boud. (Kimbr.)**						
<i>Coprotus lacteus</i> (Cooke & W. Phillips)						
Kimbr., Luck-Allen & Cain **						



Apéndice 2: Continuación.

Taxón	Biomoléculas	Alcaloides	Lactonas	Derivados insaturados	Terpenoides	Fenólicos
<i>Coprotus sangabrielensis</i> Alv.-Cortés, Mart.-Pineda, R. Valenz & Raymundo	PAS, rosa pálido, paráfisis AzBr, azul verdoso, ascas	Jff, anaranjado, paráfisis Drg, marrón rojizo, ápice de las ascas	-	KMnO ₄ , marrón, ascas	VS, rojizo, ascas	-
<i>Coprotus sexdecimsporus</i> (P. Crouan & H. Crouan) Kimbr. & Korf **						
<i>Coprotus uncinatus</i> Yei Z. Wang	PAS, rosa pálido, excípulo ectal AzBr, oliváceo, paráfisis	Drg, marrón rojizo, ascas Erl, anaranjado pálido, excípulo ectal	-	KMnO ₄ , marrón, excípulo ectal, paráfisis, ascas	VS, magenta, excípulo ectal, ascasporas; amarillo a anaranjado, paráfisis, CuS, dorado, ascas	-
Sordariomycetes						
Hypocreales						
Bionectriaceae						
<i>Selinia pulchra</i> (G. Winter) Sacc.	AzBr, azul, ascasporas, perífisis	Drg, marrón rojizo, ectostroma, ostiolo, perífisis Mqs, azul pálido, perífisis, ostiolo Jff, marrón rojizo, ectostroma; amarillo pálido, ascasporas Mux, amarillo, ascasporas	-	KMnO ₄ , marrón, perífisis	VS, magenta, endostroma, perífisis CP, azul a violeta, ostiolo Erl, azul, ostiolo Fe-S, oliváceo, ostiolo CuS, amarillo grisáceo, ascasporas	-
Microascales						
Microascaceae						
<i>Kernia nitida</i> (Sacc.) Nieuwl.	-	Drg, rojo, ascasporas Mqs, oliváceo, ascasporas Erl, negro, ascasporas	HMF, marrón, ascasporas	KMnO ₄ , marrón, ascasporas	VS, oliváceo, ascasporas CuS, amarillo a gris, ascasporas CP, oliváceo, ascasporas	-



Apéndice 2: Continuación.

Taxón	Biomoléculas	Alcaloides	Lactonas	Derivados insaturados	Terpenoides	Fenólicos
Sordariales						
Chaetomiaceae						
<i>Collariella bostrychodes</i> (Zopf) X. Wei Wang & Samson	PAS, rosa pálido, peridio, subhimenio, ascas, ascoporas	-	-	.	VS, rosa, ascas y ascoporas	FeCl ₃ , marrón a negro, peridio
<i>Collariella robusta</i> (L.M. Ames) X. Wei Wang & Samson **						
Lasiosphaeriaceae						
<i>Zopfiella erostrata</i> (Griffiths) Udagawa & Furuya	AzBr, azul, ascoporas	Mqs, verde azulado, peridio Erl, púrpura, ascoporas	-	-	VS, oliváceo, pelos setoides	-
Neoschizotheciaceae						
<i>Neoschizothecium conicum</i> (Fuckel) S.K. Huang & K.D. Hyde	PAS, rosa, setas, subhimenio, paráfisis, ascas AzBr, azul, ascas, ascoporas	Drg, marrón rojizo, ascoporas	-	KMnO ₄ , marrón, ascas, subhimenio	VS, rosa, peridio, perífisis, ascoporas CuS, dorado, peridio, ascoporas	-
<i>Zygopleurage zygospora</i> (Speg.) Boedijn	PAS, rosa, peridio, subhimenio, paráfisis, ascas SIII, rojo, ascoporas	Drg, marrón rojizo, ascas, subhimenio	HMF _e , gris, ascoporas	KMnO ₄ , marrón, ascas, subhimenio	VS, magenta, ascoporas CuS, dorado, peridio, perífisis, subhimenio; anaranjado ascoporas	-
Podosporaceae						
<i>Podospora communis</i> (Speg.) Niessl	PAS, rosa, peridio, ascas AzBr, azul, perífisis, ascopora, asca	Drg, marrón rojizo, ascas, ascoporas Erl, gris, pedicelo	-	KMnO ₄ , marrón, ascas	VS, magenta, ascoporas; anaranjado, caudas apicales; negro azulado, pedicelo	-
<i>Podospora globosa</i> (Massee & E.S. Salmon) Cain	PAS, rosa, ascas AzBr, azul verdoso, ascopora	Drg, marrón rojizo, ascas Mux, amarillo cadmio, ascas	-	KMnO ₄ , marrón, ascas	VS, magenta, ascoporas	-



Apéndice 2: Continuación.

Taxón	Biomoléculas	Alcaloides	Lactonas	Derivados insaturados	Terpenoides	Fenólicos
<i>Triangularia arizonensis</i> (Griffiths) Y. Marín, A.N. Mill. & Stchigel	PAS, rosa, peridio, perífisis, ascas -AzBr, azul, ascas -SIII, rojo, ascosporas	Drg, marrón rojizo, asca	-	KMnO ₄ , marrón, perífisis, ascas	VS, rosa, perífisis, ascosporas Fe-S, dorado, ascas CuS, dorado, peridio; amarillo grisáceo, perífisis,	-
Sordariaceae						
<i>Sordaria fimicola</i> (Roberge ex Desm.) Ces. & De Not.	PAS, rosa, peridio	-	-	KMnO ₄ , marrón, peridio	CuS, dorado, peridio; anaranjado, ascosporas	-

