











Diversidad y nuevos registros de *Cordyceps s.l.* (Hypocreales: Ascomycota), hongos patógenos de artrópodos del estado de Morelos, México

Diversity and new records of *Cordyceps s.l.* (Hypocreales: Ascomycota) arthropod-pathogenic fungi from the state of Morelos, Mexico

Denis Castro-Bustos^{1,2} , Ma. de Lourdes Acosta-Urdapilleta² , Maura Téllez-Téllez² , Victor Manuel Hernández-Velázquez³ , Victor López-Martínez⁴ , Oscar Gabriel Villegas-Torres⁴ , Guadalupe Peña-Chora⁵ , Edgar Martínez-Fernández^{6,7} 

Resumen:

Antecedentes y Objetivos: *Cordyceps s.l.* agrupa especies de hongos morfológica, filogenética y ecológicamente diversos, que son parásitos de insectos y arácnidos. A nivel mundial se conocen más de 1000 especies y en México se han registrado 48, la mayoría procedentes del occidente, centro y sur del país. Particularmente en el estado de Morelos se han registrado 13 especies. El objetivo de este estudio es actualizar el conocimiento sobre las especies de *Cordyceps s.l.*, hongos patógenos de artrópodos en el estado de Morelos y ampliar los registros para la micobiota mexicana.

Métodos: Se realizó una revisión de especímenes de herbario y se recolectaron hongos del género *Cordyceps s.l.* en 14 localidades del estado de Morelos, México. Los ejemplares fueron caracterizados macro- y microscópicamente y la identificación taxonómica se realizó mediante literatura especializada. El material estudiado se depositó en la colección de Hongos Entomopatógenos del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Resultados clave: El género *Samsoniella* corresponde a un nuevo registro para el país con la especie *S. haniana* y se registra por primera vez para México el teleomorfo de *Beauveria pseudobassiana* y de *Blackwellomyces cardinalis*. Nuevos registros para el estado de Morelos son *Cordyceps mexicana* y *Ophiocordyceps humbertii*. Las familias representadas en la entidad son Cordycipitaceae con la mayor diversidad y distribución con cinco géneros y nueve especies, Ophiocordycipitaceae con tres géneros y seis especies, y Clavicipitaceae con un género y tres especies. La mayoría de los ejemplares se encontraron como parásitos de larvas y adultos de lepidópteros y coleópteros.

Conclusiones: Se contribuye al conocimiento de *Cordyceps s.l.* en el estado de Morelos con cinco especies que hacen un total de 18 hasta ahora registradas, siendo la entidad con mayor número de registros. El catálogo de este grupo de especies para México se incrementa a 49.

Palabras clave: Clavicipitaceae, Cordycipitaceae, entomopatógenos, Ophiocordycipitaceae, reservas naturales, taxonomía.

Abstract:

Background and Aims: *Cordyceps s.l.* is a group of morphologically, phylogenetically and ecologically diverse fungal species, parasites of insects and arachnids. Worldwide more than 1000 species are known and in Mexico 48 have been recorded, most of them from the west, center and south of the country. Particularly in the state of Morelos 13 species have been recorded. The aim of the present study is to update the knowledge on the species of *Cordyceps s.l.* arthropod pathogen fungi from the state of Morelos and to expand the records for the Mexican mycobiota.

Methods: A herbarium revision was made and arthropod pathogenic fungi of *Cordyceps s.l.* were collected in 14 locations from the state of Morelos, Mexico. The specimens were characterized macro- and microscopically and identification was carried out through specialized literature. The material studied was deposited in the collection of Entomopathogenic Fungi of the Centro de Investigaciones Biológicas of the Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Key results: The genus *Samsoniella* corresponds to a new record for the country with the species *S. haniana* and the teleomorph of *Beauveria pseudobassiana* and *Blackwellomyces cardinalis* is recorded for the first time for Mexico. New records for the state of Morelos are *Cordyceps mexicana* and *Ophiocordyceps humbertii*. The families represented in the entity are Cordycipitaceae with the greatest diversity and distribution with five genera and nine species, Ophiocordycipitaceae with three genera and six species and Clavicipitaceae with one genus and three species. Most of the specimens were found as parasites of larvae and adults of lepidopterans and coleopterans.

Conclusions: To contribute to the knowledge of *Cordyceps s.l.* in the state of Morelos five species are recorded and make a total of 18 so far, being the entity with the highest number of records and the catalogue of this group of species for Mexico increases to 49.

Key words: Clavicipitaceae, Cordycipitaceae, entomopathogenic, Ophiocordycipitaceae, natural reserves, taxonomy.

Adscripciones en la siguiente página.

*Autor para la correspondencia: edgar@uaem.mx

Recibido: 13 de marzo de 2024.

Revisado: 10 de abril de 2024.

Aceptado por Victor Bandala Muñoz: 12 de agosto de 2024.

Publicado Primero en línea: 13 de septiembre de 2024.

Publicado: Acta Botanica Mexicana 131 (2024).



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

Citar como: Castro-Bustos, D., Ma. de L. Acosta-Urdapilleta, M. Téllez-Téllez, V. M. Hernández-Velázquez, V. López-Martínez, O. G. Villegas-Torres, G. Peña-Chora y E. Martínez-Fernández. 2024. Diversidad y nuevos registros de *Cordyceps s.l.* (Hypocreales: Ascomycota), hongos patógenos de artrópodos del estado de Morelos, México. Acta Botanica Mexicana 131: e2337. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm131.2024.2337>

e-ISSN: 2448-7589

Introducción

Los hongos patógenos de artrópodos evolucionaron para explotar a la gran mayoría de especies de insectos y algunas de arácnidos, y comprenden una amplia gama de especies morfológica, filogenética y ecológicamente diversa (Araújo y Hughes, 2016). Varias especies de hongos patógenos de artrópodos de importancia ecológica, agrícola y medicinal se incluyen en el phylum Ascomycota y son utilizadas como agentes de control biológico para regular poblaciones de insectos que afectan la agricultura; algunas son cultivadas en sustratos orgánicos para la producción de metabolitos como la Beauvericina y Cordicepina (Maina et al., 2018). La mayoría de las especies de hongos patógenos de artrópodos se clasifican en el orden Hypocreales en el complejo de especies de *Cordyceps s.l.*, que constituía un género de la familia Clavicipitaceae donde se agrupaban hongos parásitos de varios órdenes de insectos y arácnidos, de semillas y de otras especies fúngicas de hábitos hipogeos como las del género *Elaphomyces* T. Nees (Sung et al., 2007a). Las especies de este complejo, mediante un análisis filogenético combinado con datos morfológicos y ecológicos, se reclasificaron reconociendo las familias Clavicipitaceae, Cordycipitaceae y Ophiocordycipitaceae. Actualmente este grupo de hongos está constituido por más de 1000 especies con distribución a nivel mundial, excepto en las regiones polares (Sung et al., 2007b).

En México se han registrado 48 especies de hongos del complejo *Cordyceps s.l.*, que son patógenos de artrópodos, la mayoría de zonas del occidente, sur y centro del país (Mains, 1958; Pérez-Silva, 1977, 1978; Blackwell y Gilbertson, 1981; Sánchez-Peña, 1990; Ulloa y Benavides, 1991; Rodríguez et al., 1993; Carrión et al., 1996; Rubio-Bustos et al., 1999; Guzmán et al., 2001; Lara-Reyna, 2010; Hernández-Velázquez et al., 2011; Casique-Valdés et al., 2011; Castro-Bustos et al., 2012, 2020; García et al., 2013;

Carrillo-Benítez et al., 2013; Castro-Bustos, 2015; Berlanga-Padilla et al., 2016b, 2018; Pérez-Villamares et al., 2017; Luz et al., 2019; Pérez-Silva et al., 2020; Tello-Salgado et al., 2021; López-Rodríguez et al., 2022).

En el centro de México, particularmente en el estado de Morelos, se han registrado 13 especies de este grupo de hongos. La primera contribución fue la de Pérez-Silva (1977), quien registró *Cordyceps militaris* Fr. en el municipio Tepoztlán, en el Cerro del Tepozteco y a *C. farinosa* (= *Paecilomyces farinosus* (Holmsk.) Kepler, B. Shrestha & Spatafora), para los municipios Huitzilac y Tepoztlán. Más tarde, Carrión et al. (1996) registraron a *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. y *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokin en hormigas cortadoras de hojas (*Atta mexicana* F. Smith, 1858) en el municipio de Cuernavaca. Hernández-Velázquez et al. (2011) registraron tres especies de hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces* sp.) al ser aislados de insectos en suelos cultivados con maíz. Posteriormente, Castro-Bustos et al. (2012) determinaron a *Cordyceps militaris* sobre pupas de lepidópteros; *Ophiocordyceps sphaecocephala* (Klotzsch ex Berk.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, parásito de himenópteros; *O. melolonthae* (Tul. & C. Tul.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, sobre larvas de coleópteros y *Paraisaria graciloides* (Kobayasi) C.R. Li, M.Z. Fan & Z.Z. Li (= *Ophiocordyceps graciloides*), como parásito de larvas de coleópteros. Brunner-Mendoza et al. (2017) determinaron a *Metarhizium robertsii* J.F. Bisch., S.A. Rehner & Humber y a *M. pinghaense* Q.T. Chen & H.L. Guo, mencionando que fueron aislados del suelo y de coleópteros. Castro-Bustos et al. (2020) estudiaron a *Paraisaria gracilis* (Grev.) Luangsa-ard, Mongkols. & Samson (= *Ophiocordyceps gracilis*), sobre larvas de lepidópteros, y a *Beauveria scarabaeidicola* (Kobayasi) S.A. Rehner & Kepler (= *Cordyceps scarabaeicola*), como parásito de coleópteros.

¹Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural, Posgrado en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, 62209 Cuernavaca, Morelos, México.

²Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Centro de Investigaciones Biológicas, Laboratorio de Micología, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, 62209 Cuernavaca, Morelos, México.

³Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Centro de Investigación en Biotecnología, Laboratorio de Control Biológico, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, 62209 Cuernavaca, Morelos, México.

⁴Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, 62209 Cuernavaca, Morelos, México.

⁵Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Centro de Investigaciones Biológicas, Laboratorio de Parasitología Vegetal, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, 62209 Cuernavaca, Morelos, México.

⁶Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Centro de Investigaciones Biológicas, Laboratorio de Entomología y Fitopatología, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, 62209 Cuernavaca, Morelos, México.



ros adultos de *Phyllophaga* Harris 1827; ambas especies del municipio Cuernavaca; y a *Purpureocillium atypicola* (Yasuda) Spatafora, Hywel-Jones & Luangsa-ard, del municipio Tlaquiltenango, sobre arácnidos. Por último, Tello-Salgado et al. (2021) aislaron cepas de *Beauveria bassiana* y *Lecanicillium aphanocladii* Zare & W. Gams del escarabajo *Pseudips mexicanus* Hopkins 1905 en Montecasino, municipio de Huitzilac.

Morelos, al ser el segundo estado más pequeño de la República Mexicana y contar con una gran diversidad biológica y de ecosistemas, derivado de sus tres zonas climáticas (templada, semicálida y cálida) y albergar ocho tipos de vegetación (Magaña y Galicia, 2020), ha sido el objeto de estudio por varios autores, y es una oportunidad para estudiar a los hongos patógenos de insectos y arácnidos. Es probable que el número de especies registradas sea mayor hasta lo hoy conocido (Valenzuela et al., 2020), por lo que el presente estudio tiene como objetivo actualizar el conocimiento sobre las especies de *Cordyceps s.l.* patógenos de artrópodos del estado de Morelos, describir nuevos registros para la micobiota mexicana, proporcionar comentarios taxonómicos y discutir acerca de las especies y su distribución.

Materiales y Métodos

Área de estudio

Morelos tiene una extensión de 4878.9 km², representa 0.2% del territorio nacional; la superficie estatal comprende las provincias fisiográficas Sierra Madre del Sur y el Eje Neovolcánico (Guerrero et al., 2020) (Fig. 1). Las zonas centro, centro-norte y centro-sur están conformadas por sierras. En la parte norte se encuentran altitudes superiores a 3000 m, en la parte central las sierras están separadas por valles, llanuras y algunos lomeríos, mientras que, en la parte occidental, en su mayoría, son sierras en forma de meseta, separadas por lomeríos y valles. En el extremo nororiental del estado se encuentra la mayor elevación, el volcán Popocatepetl con 5380 m s.n.m., y el punto más bajo se localiza en el cauce del Río Amacuzac a 800 metros de altitud (Contreras-McBeath et al., 2006; INEGI, 2023).

En la zona norte del estado se presentan siete tipos de vegetación: bosque de coníferas, bosque de encino, bosque mesófilo de montaña, bosque tropical caducifolio, ma-

torral xerófilo, pastizal, vegetación acuática y subacuática en un intervalo altitudinal de 1200 a 3400 m (Rzedowski, 1978; Contreras-McBeath et al., 2006). En esta zona se ubica el Corredor Biológico Chichinautzin (CBC), Área Natural Protegida (ANP) que cuenta con una extensión de 65,901 ha. Al sur del estado el principal tipo de vegetación es la selva baja caducifolia, aunque también se presentan en menor superficie el bosque de encino, de pino y selva mediana subcaducifolia (Valle-Marquina et al., 2021). Aquí se localiza la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH) ANP, con una extensión de 59,030 ha.

El clima que predomina es cálido subhúmedo en 87% de la superficie del estado, mientras que 11% de la superficie está representada por clima templado húmedo, en la parte norte, y 2% por clima templado subhúmedo, en el noreste y también presenta una pequeña zona con clima frío. La temperatura media anual es de 21.5 °C, la mínima promedio, de 10 °C en el mes de enero y la máxima promedio es de alrededor de 32 °C entre los meses de abril y mayo. Las lluvias se presentan durante el verano, de junio a septiembre, y la precipitación media es de alrededor de 900 mm anuales (Sorani, 2020; INEGI, 2023).

Revisión de herbario y esfuerzo de recolecta

Se examinaron dos especímenes del Herbario Micológico de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (HE-MIM) y dos de la colección de Hongos Entomopatógenos depositados en el Laboratorio de Entomología y Fitopatología del Centro de Investigaciones Biológicas de dicha universidad (LEyF-CIB).

Para la recolecta de especímenes frescos, se efectuaron 27 exploraciones en la temporada de lluvias (mayo a octubre) de 2019 a 2022 en 14 localidades del estado de Morelos. Se realizó la búsqueda de insectos con micosis (Berlanga-Padilla et al., 2016a) ubicados en áreas sombreadas y húmedas, en la corteza de árboles, la hojarasca, el suelo, el haz y el envés de hojas (Evans et al., 2011). Se realizó un registro fotográfico de los especímenes recolectados usando una cámara digital Canon 70D (Tokio, Japón), Lente Canon EF 100 mm F/2.8 Macro USM (Tokio, Japón), flash Godox TT600 (Shenzhen, China). Al material recolectado se le registraron los caracteres morfológicos en fresco, el hábitat, el tipo de vegetación y el hospedero. Las muestras

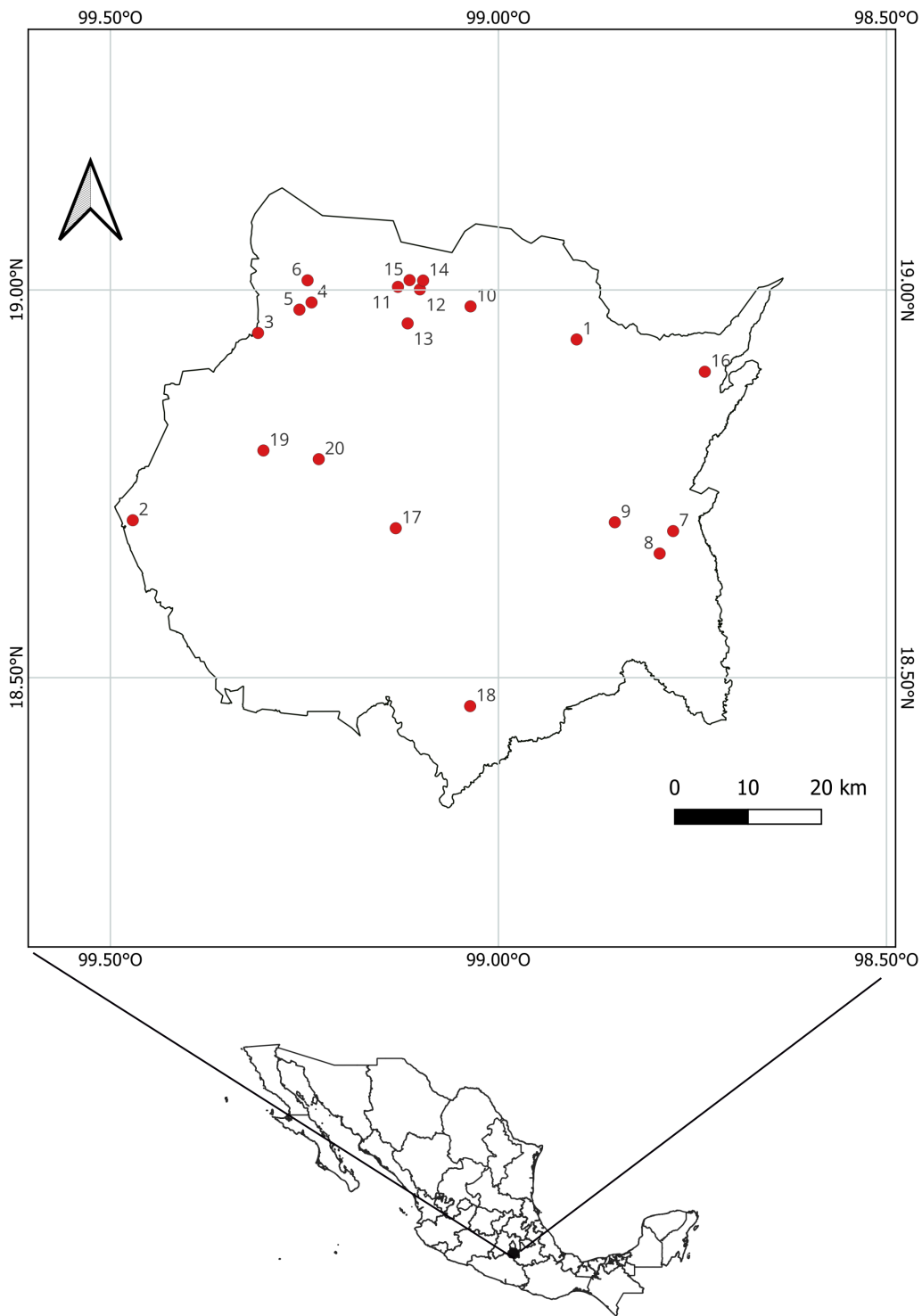


Figura 1: Ubicación geográfica de las localidades donde se recolectaron y hay registros de *Cordyceps* s.l. en el Estado de Morelos, México. (Municipio: localidad); 1. Atlatlahucan: Atlatlahucan; 2. Coatlán del Río: Michapa; 3. Cuernavaca: Buena Vista del Monte; 4. Cuernavaca: Jardín Botánico (Universidad Autónoma de Estado de Morelos); 5. Cuernavaca: Santa María Ahuacatlán; 6. Huitzilac: Montecasino; 7. Jantetelco: Chalcatzingo; 8. Jonacatepec: Tetelilla; 9. Jonacatepec: Tlayca; 10. Tepoztlán: Amatlán de Quetzalcoatl; 11. Tepoztlán: Autopista a Cuautla, 5 km al oeste de Tepoztlán; 12. Tepoztlán: Cerro del Tepozteco; 13. Tepoztlán: San Andrés de la Cal; 14. Tepoztlán: San Juan Tlacotenco; 15. Tepoztlán: Santo Domingo Ocotitlán; 16. Tetela del Volcán: Tetela del Volcán; 17. Tlaltizapán: Cerro de Santa María; 18. Tlalquitenango: Cruz Pintada, Sierra de Huautla; 19. Xochicalco: 1 km al sur de las pirámides; 20. Xochitepec: Xochitepec.

recolectadas se transportaron al laboratorio en contenedores de plástico a temperatura ambiente para su posterior determinación taxonómica y el aislamiento de cepas.

Identificación de especímenes

La caracterización morfológica macro- y microscópica consideró la forma, tamaño (largo por ancho), color, y disposición de los peritecios en el estroma (Raymundo et al., 2017). Para determinar el tamaño, con un vernier Spurtar EPC MEA 10M (Londres, Reino Unido) se midió la longitud total del estroma y el largo y ancho de la parte fértil o ascógena (Raymundo et al., 2017). El color se registró en fresco y se utilizó el manual de colores de Kornerup y Wanscher (1978). Los estromas y ostiolos se fotografiaron con un microscopio estereoscópico Leica EZ4 HD (Wetzlar, Alemania). De cada ejemplar recolectado se realizaron cortes transversales muy delgados de la parte fértil del estroma o sinemas, y los cortes obtenidos se montaron en portaobjetos con azul de algodón en lactofenol y/o hidróxido de potasio (KOH) al 5%. Las preparaciones se examinaron en un microscopio óptico Nikon eclipse N1 (Tokio, Japón), se fotografiaron con la cámara Infinity 1 (Pennsylvania, EUA), y con el software NIS-Elements D v. 3.2 se midieron peritecios, hifas de la capa cortical, ascas, ápices y ascosporas de cada espécimen, de acuerdo con el formato elaborado por Castro-Bustos (2015) para la descripción de *Cordyceps s.l.*

Los hospederos se determinaron hasta el nivel taxonómico de orden, de acuerdo con Gibb y Oseto (2019). De la mayoría de los especímenes recolectados se obtuvieron cepas en medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA) y Sabouraud Dextrosa Agar con Extracto de Levadura (SDAY). Se incubaron durante siete días a 25 °C en ausencia de luz, de acuerdo con lo propuesto por Shrestha et al. (2006). Los cultivos se fotografiaron con una cámara digital Canon 70D (Tokio, Japón), Lente Canon ZOOM LENS EF 16-35 mm USM (Tokio, Japón), flash Godox TT600 (Shenzhen, China) y se realizaron preparaciones para la determinación de los caracteres morfológicos microscópicos. Los especímenes y las cepas se depositaron en el herbario HEMIM y en el LEyF-CIB. La determinación taxonómica de los especímenes se realizó con base en monografías, descripciones taxonómicas y claves de identificación, consultando los trabajos de Kobayasi (1941, 1981); Hywel-Jones (1995); Hywel-Jo-

nes y Sivichai (1995); Sung y Spatafora (2004); Sung et al. (2007b); Luangsa-ard et al. (2008); Shrestha et al. (2014); Kepler et al. (2017); Catania et al. (2018); Mongkolsamrit et al. (2018); Wang et al. (2020, 2022a).

Resultados

Se recolectaron 176 especímenes y se determinaron ocho especies de *Cordyceps s.l.* de las cuales cinco son nuevos registros para Morelos (*Beauveria pseudobassiana* S.A. Rehner & Humber, *Blackwellomyces cardinalis* (G.H. Sung & Spatafora) Spatafora & Luangsa-ard, *Cordyceps mexicana* L. López-Rodríguez, C. Burrola-Aguilar & R. Garibay-Orijel, *Samsoniella haniana* Hong Yu bis, Yao Wang & Z.Q. Wang, *Ophiocordyceps humbertii* (C.P. Robin) Petch), mientras que el género *Samsoniella* Mongkols., Noisrip., Thanakitp., Spatafora & Luangsa-ard se registra por primera vez para México, con la especie *S. haniana*.

En los sitios muestreados, los especímenes de herbario revisados y lo registrado en la literatura para el estado de Morelos (Fig. 1) se encontraron como hospederos a adultos y larvas de coleópteros, larvas y pupas de lepidópteros, himenópteros adultos y una especie de arácnido. La mayoría de las especies se distribuyen en el Corredor Biológico Chichinautzin (CBC) y la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH), Área Natural Protegida que se localiza al sur del estado.

A continuación, se describen las ocho especies que se determinaron, se incluyen fotografías *in situ* y de las estructuras de reproducción, como los estromas, peritecios, ascas, ascosporas, sinemas y conidios. Una clave de identificación taxonómica de estas y otras especies encontradas en el país se encuentra en Sung et al. (2007b); Luangsa-ard et al. (2008); Shrestha et al. (2014); Kepler et al. (2017); Catania et al. (2018); Mongkolsamrit et al. (2018); Wang et al. (2020, 2022a).

Taxonomía

Ascomycota

Sordariomycetes

Hypocreales

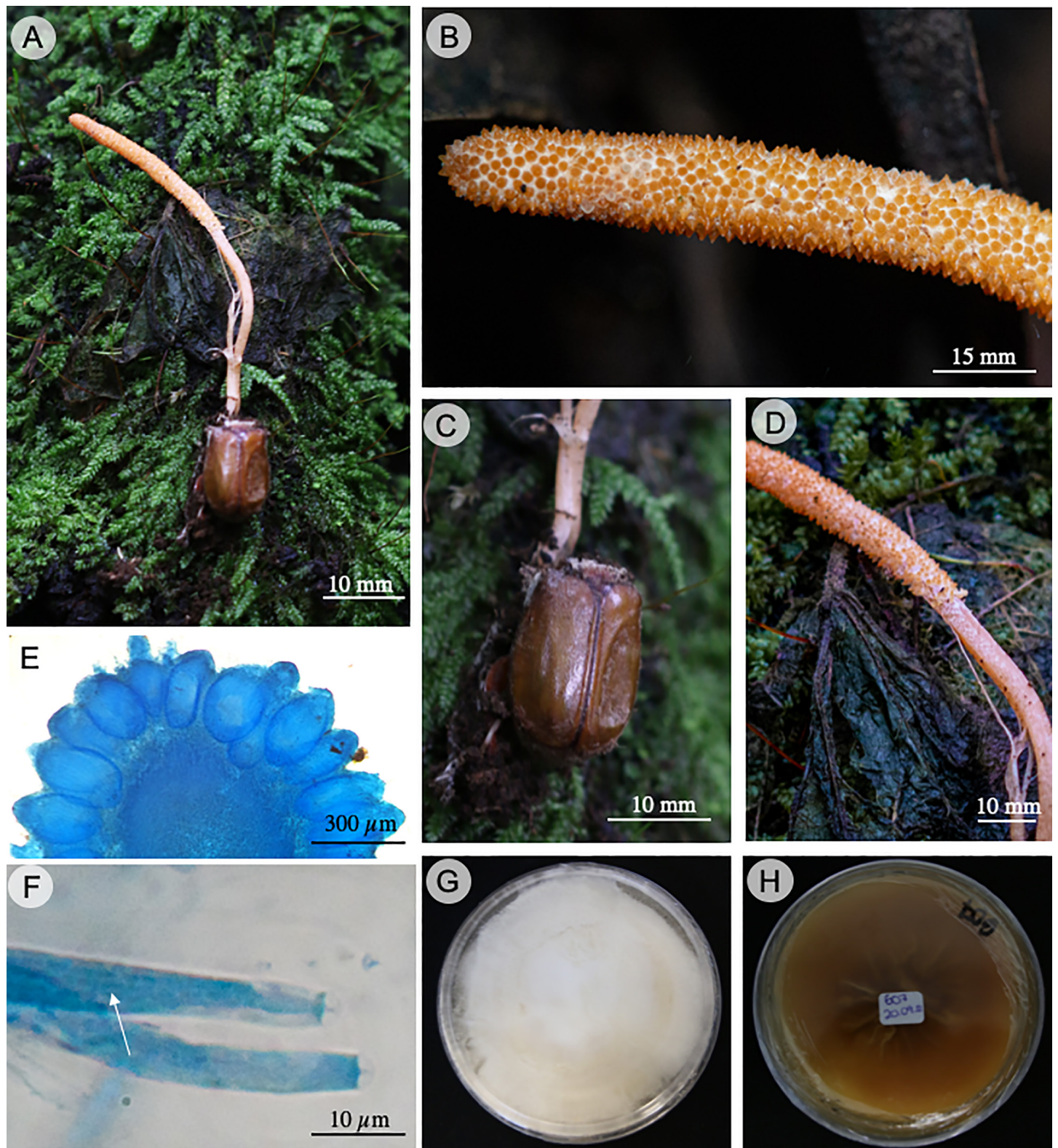


Figura 2: *Beauveria scarabaeidicola* (Kobayasi) S.A. Rehner & Kepler. A. estroma emerge del tórax del hospedero; B. peritecios inmersos en el estroma, sobresalen los ostiolos de color anaranjado rojizo; C. hospedero coleóptero de la familia Scarabaeidae; D. peritecios dispersos hacia la base de la parte fértil; E. peritecios; F. ascas y ápices, al interior de las ascas se observan las ascosporas filiformes (flecha); G. anverso de la cepa en medio de cultivo SDAY, de textura algodonosa; H. reverso de la cepa en medio de cultivo SDAY, se observan pliegues al centro de la cepa.

Cordycipitaceae

Beauveria scarabaeidicola (Kobayasi) S.A. Rehner & Kepler, IMA Fungus 8(2): 345. 2017. Fig. 2.

TIPO: PAPUA NUEVA GUINEA. Sin localidad, en coleóptero adulto de la familia Scarabaeidae, sin fecha, *sin colector s.n.* (holotipo: no localizado).

= *Cordyceps scarabaeidicola* Kobayasi (as 'scarabaeicola'), in Bull. Nat. Sci. Mus., Tokyo B 2(4): 137. 1976.

Estromas 25-40 × 1.3 mm, cilíndricos, solitarios o gregarios, 1-4 por hospedero, emergen de la parte abdominal del hospedero; estípite del estroma 5-35 × 1.3 mm, color anaranjado claro en fresco (5A4); parte fértil 10-15 × 1.6-2.0 mm, cilíndrica ligeramente más ancha que el estípite, color anaranjado pálido (5A3), textura rugosa por la presencia de ostiolos que sobresalen del estroma, hacia la base de la parte fértil los peritecios son dispersos; peritecios 280-350 × 150-200 µm, pseudoinmersos en el estroma en ángulo recto, ovoides con una punta obtusa, ostiolos 20-25 × 8 µm, prominentes, sobresalen hasta 40 µm del estroma, color anaranjado brillante (5B8); ascas 160-180 × 5-6 µm, cilíndricas, hialinas, inamiloides; ápice del asca 1.5 × 3 µm de largo por ancho, poro apical 0.9 µm de largo; ascosporas se desarticulan en esporas secundarias 8-10 × 1-1.2 µm, cilíndricas, filiformes con extremos truncados, hialinas en KOH al 5%, inamiloides.

Hábitat y hospedero: suelo de bosque de pino-encino, en coleópteros de *Phyllophaga* sp. (Scarabaeidae) en estado adulto.

Distribución: China (Liang et al., 1993), Corea (Sung, 1996), Japón (Kobayasi y Shimizu, 1978), Nueva Guinea (Kobayasi y Shimizu, 1976) y Taiwan (Kobayasi, 1981). En la República Mexicana se ha registrado en el Estado de México (Pérez-Villamares et al., 2017), municipio Malinalco, carretera Malinalco - Tenancingo; municipio Ocuilán, La Haciendita; municipio Tenancingo, Santo Desierto El Carmen y en el estado de Morelos (Jardín Botánico de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM),

municipio Cuernavaca, en bosque de pino y encino (Castro-Bustos et al., 2020).

Material examinado: MÉXICO. Morelos, municipio Cuernavaca, Jardín Botánico de la UAEM, 1750 m, 18°59'2.37"N, 99°14'26.73"O, bosque de pino-encino, 9.X.2022, D. Castro-Bustos 607 (LEyF-CIB), 608 (HEMIM). Municipio Tepoztlán, Amatlán de Quetzalcóatl, 1150 m, 18°58'44"N, 99°02'09"O, 13.VI.2021, D. Castro-Bustos 441 (LEyF-CIB).

Notas taxonómicas: esta especie fue descrita por Kobayasi y Shimizu (1976) de Nueva Guinea como *Cordyceps scarabaeicola*, parásito de coleópteros de la familia Scarabaeidae. Shrestha et al. (2014) encuentran una relación entre el anamorfo *Beauveria sungii* S.A. Rehner & Humber y el teleomorfo *Cordyceps scarabaeicola* con evidencia morfológica, ecológica y molecular, razón por la cual *B. sungii* se trató como sinónimo de *C. scarabaeicola*. Sin embargo, Kepler et al. (2017) proponen una nueva combinación *Beauveria scarabaeidicola* con el basónimo *Cordyceps scarabaeidicola* y como sinónimo *B. sungii*. *Beauveria subscarabaeidicola* Hong Yu bis, Yao Wang & Qi Fan es muy similar y prácticamente indistinguible en la variación morfológica con *B. scarabaeidicola*. Wang et al. (2022b) describieron la especie y mediante la observación de los caracteres morfológicos no encontraron diferencias significativas del teleomorfo y anamorfo entre las dos especies por lo que las delimitaron utilizando metodologías basadas en el ADN para distinguir entre *B. subscarabaeidicola* y *B. scarabaeidicola*.

Beauveria pseudobassiana S.A. Rehner & Humber, Mycologia 103: 1068. 2011. Fig. 3.

TIPO: ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. Virginia, Page County, Koontz Lokey, aislado de larva de *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae), 10.VI.1991, A. E. Hajek s.n. (holotipo: BPI 881002).

Estromas 15-40 × 0.5-1.5 mm, cilíndricos, solitarios o gregarios, simples o raramente ramificados, 1-5 por hospedero, emergen del torax, abdomen o cabeza del hospedero, color anaranjado claro (5A4); estípite del estroma 10-30

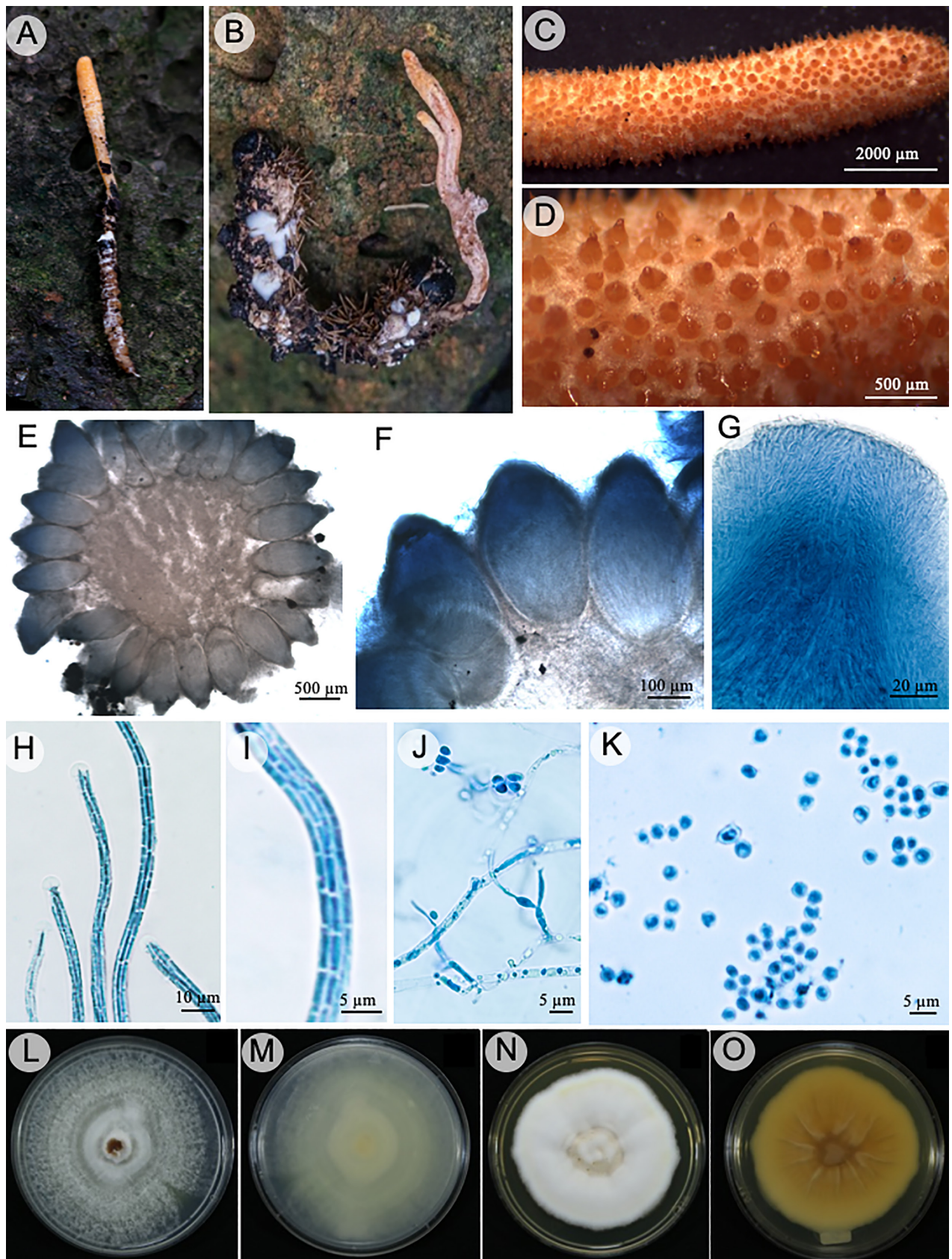


Figura 3: *Beauveria pseudobassiana* S.A. Rehner & Humber. A-B. hospedero: larvas de lepidópteros; C. estroma; D. peritecios semi-inmersos en el estroma, ostiolos sobresalen de color anaranjado rojizo; E, F. disposición de los peritecios en el estroma; G. canal ostiolar; H. ascas; I. ascosporas filiformes; J. células conidiógenas; K. conidios; L-M. cepa en medio de cultivo PDA, anverso y reverso; N, O. cepa en medio de cultivo SDAY, anverso y reverso.

× 0.5-1.5 mm, cilíndrico, claviforme, color anaranjado claro (5A4); parte fértil 4-7 × 1.5-3 mm, cilíndrica, color anaranjado (5A6), textura rugosa por los ostiolos que sobresalen del estroma; peritecios 550-680 × 300-450 µm, semi-inmersos en el estroma en ángulo recto, los peritecios son dispersos en la base de la parte fértil, ovoides a elipsoides; ostiolos sobresalen del estroma, color anaranjado rojizo (7A6); ascas 215-310 × 5-7 µm, cilíndricas, hialinas, inamiloides, con ápices prominentes; ápice del asca 3.9 × 2 µm de largo por ancho, poro apical 1.2 µm de largo; ascosporas se desarticulan en esporas secundarias, 4-6 × 1-1.3 µm, filiformes, septadas, hialinas en KOH al 5%; crecimiento de la colonia en SDAY, aéreo, abundante, textura algodonosa, color blanco cuando crece en oscuridad y amarillo blanquecino (4A2) cuando crece en condiciones de luz; en PDA el crecimiento de la colonia es poco abundante, color anaranjado blanquecino (5A2) en condiciones de oscuridad y amarillo blanquecino (4A2) amarillo pálido (2A3), en condiciones de luz; el diámetro de la colonia en incubación a 25 °C, en el día 10 de crecimiento en SDAY es 20-33 mm, en PDA es 20-30 mm; en cultivos viejos se forma una capa farinosa de conidios sobre la superficie de la colonia, color amarillo blanquecino (4A2) a amarillo marrón (5C8); conidios 2.1-3.3 × 1.5-2.8 µm, subglobosos, algunos presentan hilum en la base, hialinos, aseptados.

Hábitat y hospedero: *Beauveria pseudobassiana* es un hongo patógeno de artrópodos con un amplio rango de hospederos, parasita a miembros de seis órdenes de artrópodos: Araneae, Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera y Thysanoptera en distintos estadios, desde larvas hasta adultos (Wang et al., 2020). Los principales órdenes de hospederos son Coleoptera y Lepidoptera (Rehner et al., 2011; Wang et al., 2020). En este estudio, se registra como parásito de larvas y pupas de lepidópteros.

Distribución: Canadá, China, Corea, Estados Unidos de América, Francia, Portugal, Tailandia y Vietnam (Rehner et al., 2011; Wang et al., 2020). Las especies del complejo *Beauveria* rara vez se encuentran en estado sexual. En este trabajo se presenta el primer registro del teleomorfo de *Beauveria pseudobassiana* en México; anteriormente se conocía el estado asexual aislado de *Phyllophaga* sp. en Guajuato (Carrillo-Benítez et al., 2013).

Material examinado: MÉXICO. Morelos, municipio Tepoztlán, San Juan Tlacotenco, km 5 antigua vía del ferrocarril, 2280 m, 19°0'44.17"N, 99°05'49.03"O, 17.VII.2021, D. Castro-Bustos 443 (LEyF-CIB), 449 (LEyF-CIB), 450 (LEyF-CIB), 451 (LEyF-CIB), 452 (LEyF-CIB), 453 (LEyF-CIB), 454 (LEyF-CIB), 455 (LEyF-CIB), 456 (LEyF-CIB), 457 (LEyF-CIB), 458 (LEyF-CIB), 459 (LEyF-CIB), 460 (LEyF-CIB), 466 (LEyF-CIB), 483 (LEyF-CIB), 488 (LEyF-CIB), 489 (LEyF-CIB), 490 (LEyF-CIB), 491 (LEyF-CIB), 492 (LEyF-CIB), 493 (LEyF-CIB), 494 (LEyF-CIB), 495 (HEMIM), 496 (HEMIM), 497 (HEMIM), 498 (HEMIM), 499 (HEMIM), 500 (HEMIM), 501 (HEMIM), 502 (HEMIM), 503 (HEMIM), 504 (HEMIM), 505 (LEyF-CIB), 506 (HEMIM), 507 (HEMIM), 508 (HEMIM), 509 (HEMIM), 510 (HEMIM), 511 (LEyF-CIB), 512 (HEMIM), 513 (HEMIM).

Notas taxonómicas: Fenotípicamente *Beauveria pseudobassiana* y *B. bassiana* son muy similares, presentan estromas cilíndricos, clavados, ascosporas que se desarticulan y difieren en la fase asexual por el tamaño de los conidios. Los de *B. pseudobassiana* son generalmente más pequeños, 1.7-3.3 × 1.5-2.8 µm, subglobosos, algunos presentan hilum, mientras que *B. bassiana* presenta conidios de 2-3 × 2-3 µm. Otra característica que las diferencia es que *B. pseudobassiana* es más abundante en suelo forestal, a diferencia de *B. bassiana* que predomina en suelo cultivable (Wang et al., 2020). Las especies *B. varroae* S.A. Rehner & Humber, *B. kipukae* S.A. Rehner & Humber y *B. australis* S.A. Rehner & Humber presentan conidios globosos a subglobosos similares a *B. pseudobassiana* y son muy cercanas filogenéticamente; entre las especies, las medidas del tamaño y forma se sobrelapan, pero se distinguen de *B. pseudobassiana* porque no presentan hilum (Rehner et al., 2011). *Beauveria kipukae* se diferencia por ser una especie endémica de Hawaii, parasita homópteros, presentan conidios de 2-3.5 × 1.5-3 µm y no se conoce la fase sexual (Rehner et al., 2011). *Beauveria australis* solo se conoce de Australia y parasita Ortópteros de la familia Acrididae mientras que *B. varroae* parasita al ácaro *Varroa destructor* Anderson & Trueman 2000 y únicamente se ha registrado en Francia y Suiza (Rehner et al., 2011).

Blackwellomyces cardinalis (G.H. Sung & Spatafora) Spatafora & Luangsa-ard, IMA Fungus 8(2): 345. 2017. Fig. 4.

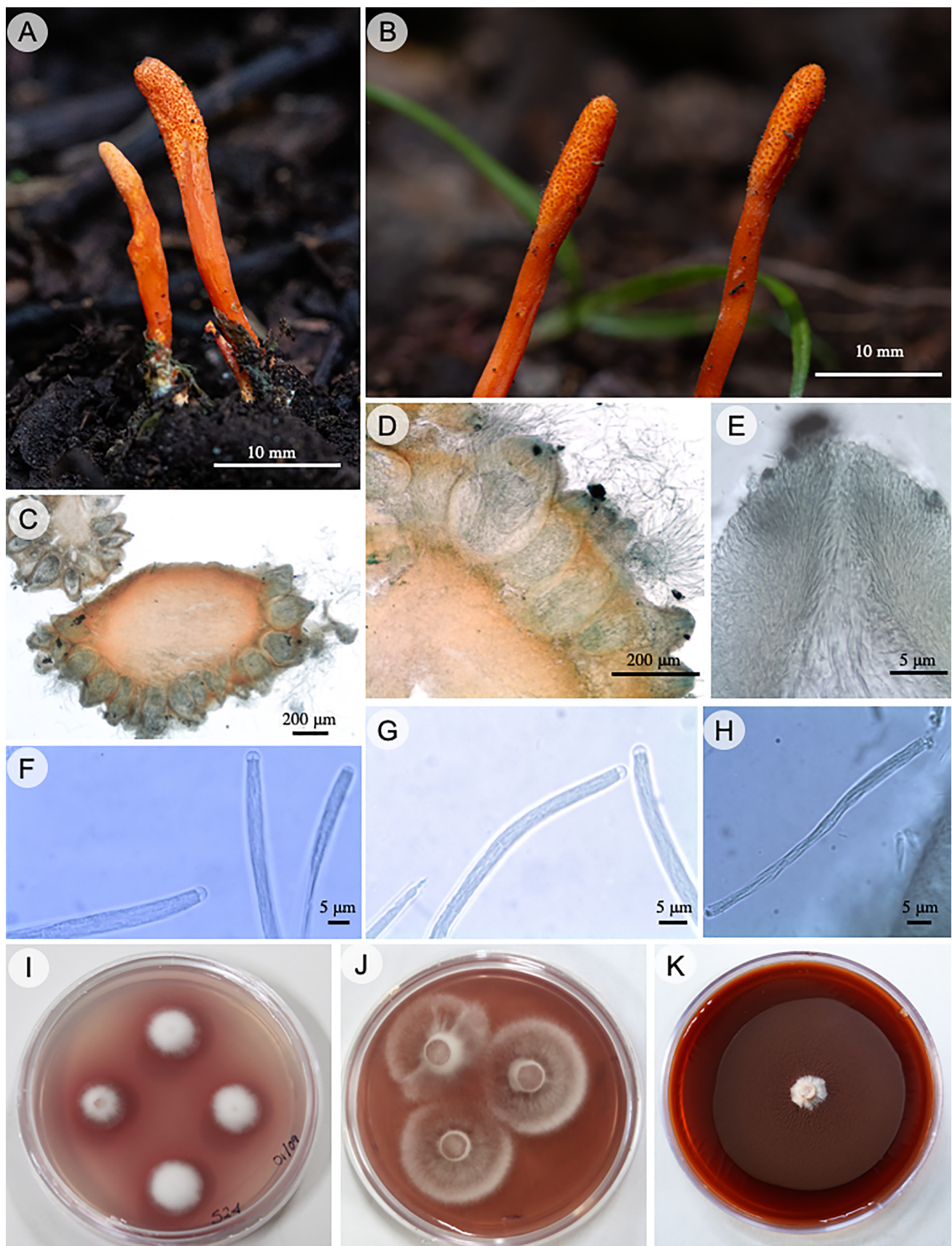


Figura 4: *Blackwellomyces cardinalis* (G.H. Sung & Spatafora) Spatafora & Luangsa-ard. A-B. estromas; C. disposición de los peritecios en el estroma; D. peritecios; E. ostiolo y canal ostiolar; F, G. ascas y ápices; H. ascosporas entrelazadas que no se desarticulan; I. cepa en medio de cultivo PDA; J. cepa en medio de cultivo en SDAY; K. cepa avejentada, se observa cambio en la textura del micelio.

TIPO: ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. Tennessee, Parque Nacional de las Grandes Montañas Humeantes, Sendero Hen Wallow, sobre larva de Archolophinae, 19.VII.2000, *sin colector s.n.* (holotipo: OSC 93609).

= *Cordyceps cardinalis* G.H. Sung & Spatafora, Mycologia 96(3): 660. 2004.

Estromas 10-45 × 0.5-1.5 mm, cilíndricos, simples o raramente ramificados 2-6 por hospedero, emergen de la cabeza o abdomen del hospedero, estípites del estroma 10-30 × 0.5-1.5 mm carnosos, color anaranjado rojizo (7A8); parte fértil, 5-10 × 2-4 mm, cilíndrica, elipsoide o fusiforme, color anaranjado rojizo a rojizo (8A8); peritecios 250-500 × 110-200 µm, compactos, semi-inmersos en el estroma en ángulo recto, ovoides a elipsoides, ostiolos prominentes 5-10 µm de ancho, sobresalen del estroma hasta 15 µm, color anaranjado rojizo (7A8); ascas 220-300 × 3-5 µm, octosporicas, cilíndricas, hialinas, inamiloides; apice del asca prominente 3 × 2.5 µm largo por ancho, poro apical 1.6 µm de largo; ascosporas 170-300 × 1-1.5 µm, filiformes, con septos irregulares, no se desarticulan en esporas secundarias, hialinas en KOH al 5%, con disposición entrelazada; en medio de cultivo PDA y SDAY, el micelio es aéreo de textura algodonosa, color amarillo blanquecino (4A2) a amarillo pálido (2A3), el reverso de los cultivos es anaranjado rojizo a rojizo (8A8); fiálides anchas en la base y estrechas en el ápice, en forma de matraz, 10-15 × 1.5-2 µm en la base; conidios elipsoidales 4-5 × 1.5-2.2 µm, se producen en largas cadenas.

Hábitat y hospedero: solitario o gregario, parasita larvas de lepidópteros envueltas en seda generalmente.

Distribución: NE de Estados Unidos de América, sureste de Japón, este de China, Corea y Tailandia (Sung y Spatafora, 2004; Kepler et al., 2017). En México se citó al anamorfo por primera vez del estado de Campeche mediante aislados de suelo de hongos entomopatógenos (Lara-Reyna, 2010); sin embargo, no se mencionaron las características morfológicas de la especie. En este trabajo se registra por primera vez en el país al teleomorfo de *Blackwellomyces cardinalis*.

Material examinado: MÉXICO. Morelos, municipio Tepoztlán, Santo Domingo Ocotitlán, 2060 m, 19°00'46"N, 99°06'52"O, 18.VIII.2019, D. Castro-Bustos 402 (LEyF-CIB), 403 (LEyF-CIB), 404 (LEyF-CIB), 406 (LEyF-CIB), 406(LEyF-CIB); loc. cit., 28.VIII.2021, Castro-Bustos D. 520 (HEMIM), 521 (HEMIM), 522 (HEMIM), 523 (HEMIM), 524 (HEMIM), 525 (HEMIM), 526 (HEMIM), 527 (HEMIM), 528 (HEMIM), 529 (HEMIM), 530 (HEMIM), 531 (HEMIM), 532 (HEMIM), 533 (HEMIM), 534 (HEMIM), 536 (HEMIM), 537 (HEMIM), 538 (HEMIM), 539 (HEMIM), 540 (HEMIM).

Notas taxonómicas: los estromas son rojizos, emergen de larvas de lepidópteros enterrados 2-3 cm bajo el suelo, el hospedero generalmente está envuelto en seda. La disposición de las ascosporas dentro de las ascas es entrelazada, las ascosporas no se desarticulan en esporas secundarias, a diferencia de otras especies similares, las cuales no presentan cambio de coloración del medio de cultivo. *Blackwellomyces cardinalis* muestra una coloración rojo cardenal en los medios de cultivo PDA y SDAY; el epíteto *cardinalis* se refiere al color rojo cardenal. *Blackwellomyces pseudomilitaris* (Hywel-Jones & Sivichai) Spatafora & Luangsa-ard es una especie similar en morfología y ecología, forma estromas de colores rojizos, ascosporas que no se desarticulan y parasita larvas de lepidópteros. Difieren en tamaño de los peritecios semi-inmersos, elongados, elipsoides, a elongado obovoides, ascas 290-410 × 5-6 µm, ascosporas multiseptadas, de mayor longitud 280-390 × 1 µm; el anamorfo es de tipo *Simplicillium* W. Gams & Zare y de color blanquecino en el cultivo (Mongkolsamrit et al., 2020).

Cordyceps mexicana L. López-Rodríguez, C. Burrola-Aguilar & R. Garibay-Orijel, Mycologia 114(4): 738. 2022. Fig. 5.

TIPO: MÉXICO. Estado de México, Tenancingo, sobre pupa de *Paradirphia* sp. (Lepidoptera), VIII.2015, L. López-Rodríguez s.n. (holotipo: MEXU 29955).

Estroma 450-500 mm de longitud, claviforme, gregario, 2-4 por hospedero, emergen de la parte anterior del hospedero; estípites del estroma 250-300 × 3-4 mm, color



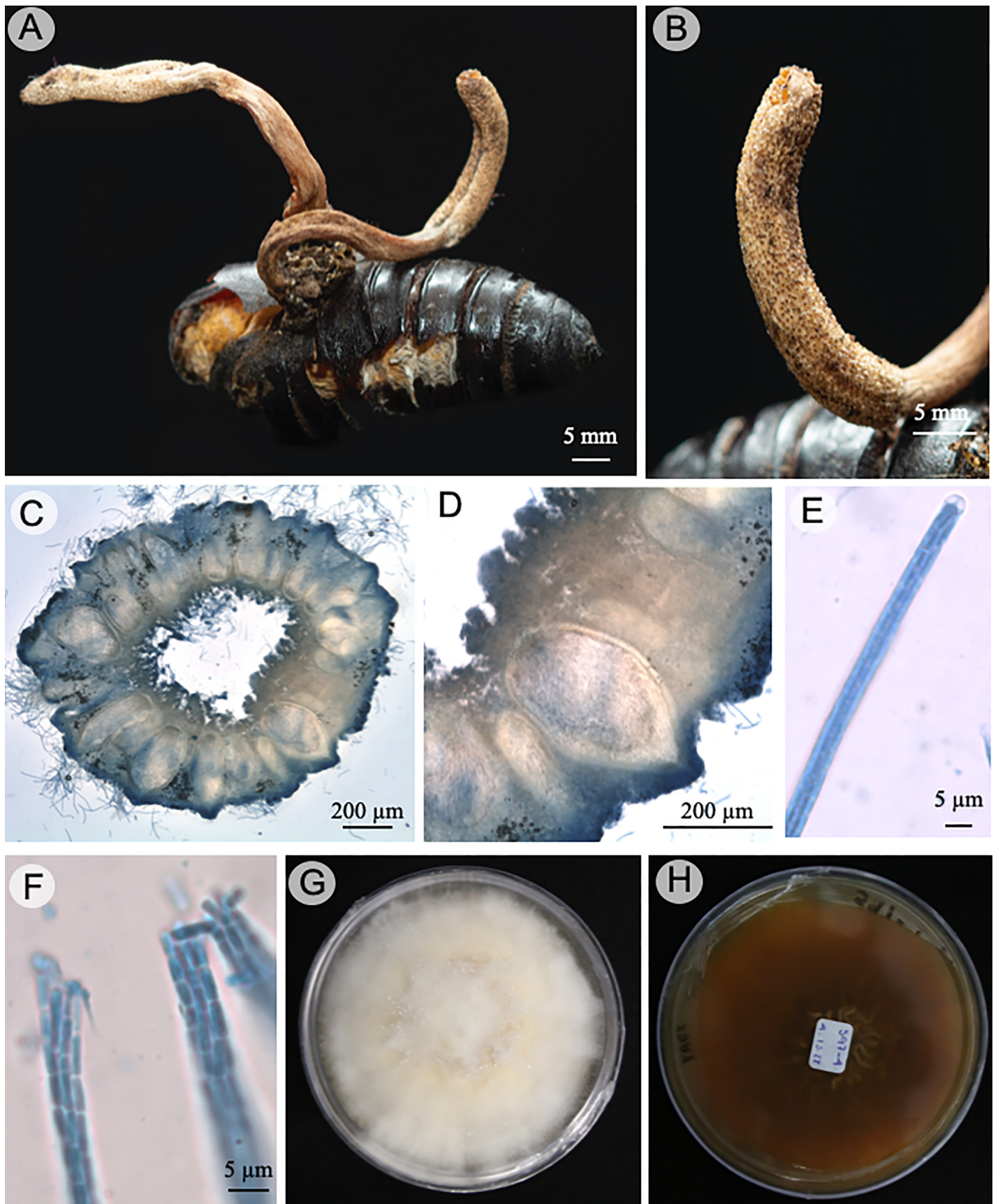


Figura 5: *Cordyceps mexicana* L. López-Rodríguez, C. Burrola-Aguilar & R. Garibay-Orijel. A. estromas emergen del hospedero; B. disposición de los peritecios en el estroma; C, D. peritecios y canal ostiolar; E. asca y ápice; F. ascosporas filiformes que se desarticulan en esporas secundarias; G, H. cepa en medio de cultivo SDAy, anverso y reverso.

amarillo intenso (4A8) a amarillo claro (2A5), presenta rizoides; parte fértil de consistencia carnosa con hendidura en la parte basal, 8-12 × 3 mm, de color amarillo intenso (4A8); peritecios 562-582 × 270-330 µm, inmersos en el estroma, ovoides; pared del peritecio 17-18 µm de ancho; ascas cilíndricas 600-650 × 4-6 µm, ápice del asca 2.3-2.7 × 4 µm; ascosporas 2.8-4.6 × 0.8-1.2 µm, cilíndricas, filiformes con extremos truncados, se desarticulan en esporas secundarias hialinas en KOH al 5%, inamiloides.

Hábitat y hospedero: parásito de pupas de *Paradirphia* sp.

Distribución: Estado de México, México. En bosque de pino y bosque de pino encino (López-Rodríguez et al., 2022). En el presente trabajo se registra por primera vez en el estado de Morelos.

Material examinado: MÉXICO. Morelos, municipio Cuernavaca, Jardín Botánico de la UAEM, 1750 m, 18°59'2.37"N, 99°14'26.73"O, bosque de pino-encino, 6.IX.2022, D. Castro-Bustos 597 (LEyF-CIB). Municipio Tepoztlán, San Juan Tlacotenco, km 5 antigua vía del ferrocarril, 2280 m, 19°0'44.17"N, 99°5'49.03"O, 17.VII.2021, R. Kelly 10 (LEyF-CIB).

Notas taxonómicas: se caracteriza por los estromas cilíndricos, claviformes de color amarillo intenso que emergen del hospedero. *Cordyceps mexicana* morfológicamente es similar a *C. militaris* por las características compartidas que incluyen estromas cilíndricos, clavados, ascas cilíndricas y ascosporas filiformes que se desarticulan en esporas secundarias y parasitan pupas de lepidópteros, pero se diferencian porque *C. militaris* es de color anaranjado brillante y no presenta hendidura en la parte basal del estroma, las ascosporas son de menor tamaño de 2-4.5 × 1-1.5 µm (Sung y Spatafora, 2004).

Samsoniella haniana Hong Yu bis, Yao Wang & Z.Q. Wang, J. of Fungi 8: 747. 2022. Fig. 6.

TIPO: CHINA. Provincia de Yunnan, Yuanyang, Xinjie, Duoyishuxia, 15.XII.2021, Y. Wang s.n. (holotipo: YHH 20175).

Sinemas 35-40 × 1-1.7 mm, ramificados irregularmente en el ápice, color anaranjado (6A7), emergen de todo el cuerpo del insecto hospedero, erectos, de forma tipo Isaria, produce masas de conidios en el ápice de las ramificaciones, pulverulentas, flocosos; fiálides 4.5-7 × 1.5-2.5 µm, verticiladas o solitarias, porción basal cilíndrica, estrechamente lageniforme, estrechándose abruptamente hacia el ápice; conidios 2.7-4.7 × 1.8-2.1 µm, lisos, hialinos, ovalados, unicelulares; crecimiento de la colonia en SDAY es abundante, algodonosas o flocosa, el reverso de color anaranjado claro (5A4).

Hábitat y hospedero: pupas de lepidópteros en capullos enterrados en el suelo.

Distribución: especie descrita de la provincia de Yunnan, China (Wang et al., 2022a). Tanto el género *Samsoniella* como la especie representan el primer registro en México.

Material examinado: MÉXICO. Morelos, municipio Cuernavaca, Jardín Botánico de la UAEM, 1750 m, 18°59'2.37"N, 99°14'26.73"O, bosque de pino-encino, 24.X.2022, D. Castro-Bustos 616 (LEyF-CIB).

Notas taxonómicas: las especies de *Samsoniella* presentan fiálides tipo Isaria, con las bases ensanchadas abruptamente formando un cuello distinto (Mongkolsamrit et al., 2018) y se diferencian del género *Akanthomyces* Lebert por que produce estromas de color rojo a anaranjado brillante, cilíndricos a claviformes con peritecios superficiales y sinemas anaranjados, con fiálides y conidios ovalados a fusiformes de color blanco a crema. Una especie similar es *S. aurantia* Mongkols., Noisrip., Tahnakitp., Spatafora & Luangsa-ard por presentar sinemas de color anaranjado brillante en fresco, flocosos y se diferencia por presentar fiálides de mayor tamaño 5-13 × 2-3 µm, conidios fusiformes a ovalados 2-4 × 1-2 µm y parasita larvas de lepidópteros enterrados en el suelo (Mongkolsamrit et al., 2018).

Ophiocordycipitaceae

Ophiocordyceps humbertii (C.P. Robin) Petch (as 'humberti'), Trans. Br. Mycol. Soc. 19(3): 172. (1935). Fig. 7.

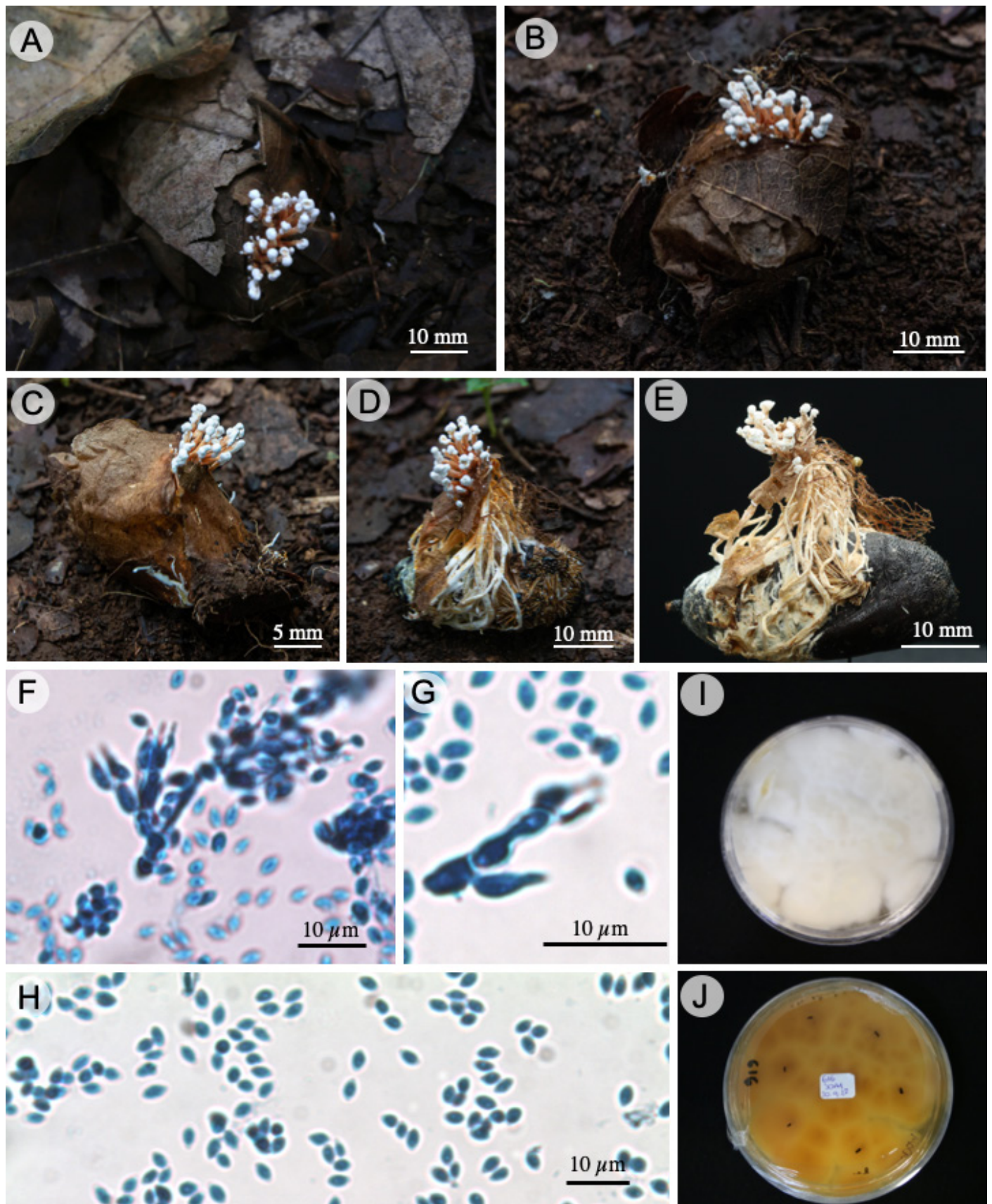


Figura 6: *Samsoniella haniana* Hong Yu bis, Yao Wang & Z.Q. Wang. A. sinemas que emergen del sustrato; B. hospedero envuelto en hojarasca; C. sinemas que emergen del capullo del hospedero; D. pupa de lepidóptero y formación de sinemas; E. sinemas de tipo Isaria; F, G. células conidiógenas; H. conidios; I. anverso de la cepa en medio de cultivo SDAY; J. reverso de la cepa en medio de cultivo SDAY.

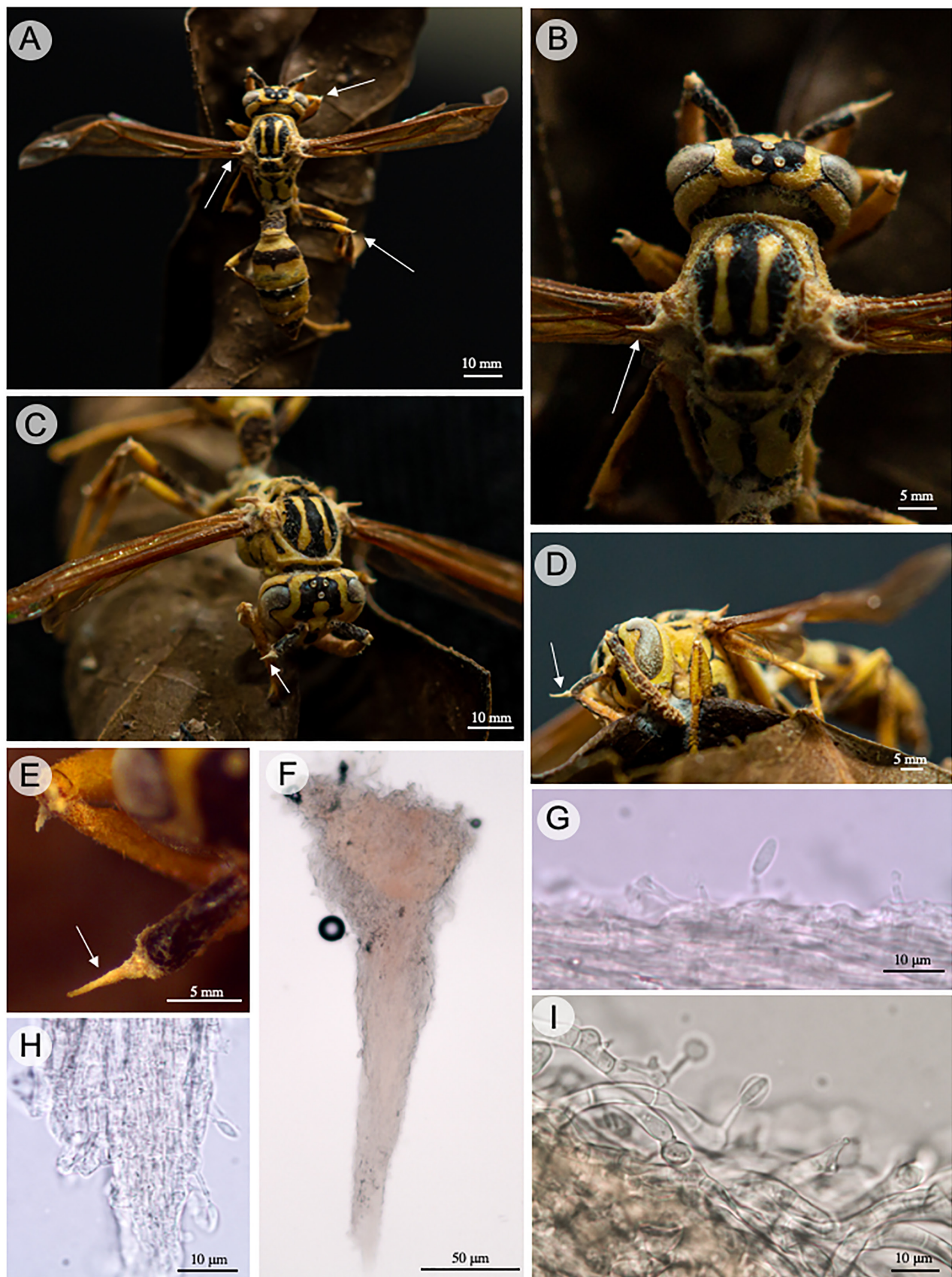


Figura 7: *Ophiocordyceps humbertii* (C.P. Robin) Petch. A. hospedero avispa del género *Agelaia* sp. B, C. sinemas que emergen de las antenas, tórax y patas del hospedero (flechas); D. hospedero se sujeta al borde de la hoja por las mandíbulas; E, F. sinemas subulados; G, I. células conidiógenas y conidios citriformes.

TIPO: SENEGAL. Sin localidad, sin fecha, *sin colector s.n.* (holotipo: no localizado).

= *Cordyceps humbertii* C.P. Robin (as 'humberti'), in de Saussure, Monogr. Guepes Social. trib. Vesp., Etud. Fam. Vesp. 2: clxiv. 1858.

= *Torrubia humbertii* (C.P. Robin) Tul. & C. Tul. (as 'humberti'), Select. fung. carpol. (Paris) 3: 18. 1865.

= *Isaria saussurei* Cooke, Vegetable wasps and plant worms (London): 53. 1892.

= *Isaria saussurei* Cooke ex Sacc., in Saccardo & Traverso, Syll. fung. (Abellini) 19: 984. 1910.

= *Hirsutella saussurei* (Cooke ex Sacc.) Speare, Mycologia 12(2): 69. 1920.

Sinemas, 100-500 × 50-60 µm, numerosos, emergen del tórax, segmentos abdominales, patas y antenas del hospedero, color naranja grisáceo (5B2), erectos, subulados; células conidiógenas 11.9-13.5 × 3.8-5.0 µm, monofálides, septadas, dispersas, surgen lateralmente de las hifas de los sinemas, 18-35 × 1.5-2.5 µm, cilíndricas a elipsoides, formando un cuello largo y delgado, ápice atenuado, delgado; conidios 5.1-9.6 × 3.1-6.11 µm, hialinos, lisos, unicelulares, citriformes, producidos individualmente, rara vez en grupos en el ápice del cuello.

Hábitat y hospedero: la infección por *Ophiocordyceps humbertii* ocurre en la etapa adulta de himenópteros de la familia Vespidae y se ha registrado como parásito de especies de los géneros *Agelaia* Lepeletier 1836, *Apoica* Lepeletier 1836, *Mischocyttarus* Saussure 1853, *Polistes* Latreille 1802, *Polybia* Lepeletier 1836, *Pseudopolybia* Saussure 1863 y *Vespa* Linnaeus 1758 (Petch, 1924; Kobayasi, 1941; Ulloa y Benavides, 1991; Sobczak et al., 2019; Somavilla et al., 2019). En este estudio se encontró como parásito de una avispa del género *Agelaia*.

Distribución: Jamaica (Saussure, 1858), Antillas y Guyana (Cooke, 1892), Isla Mauricio (Lloyd, 1918), Estados Unidos de América (Speare, 1920), Sri Lanka (Kobayasi, 1981), Papúa Nueva Guinea e Indonesia (Seifert, 1990), Tailandia (Luangsa-ard et al., 2008), Chile (Montalva et al., 2017), Brasil, Colombia (Somavilla et al., 2019; Sobczak et

al., 2019), Ecuador (Mollá et al., 2020). En México se registró por primera vez en el municipio Candelaria Loxicha, Oaxaca, el anamorfo *Hirsutella saussurei* (Cooke ex Sacc.) Speare = *Ophiocordyceps humbertii* (Ulloa y Benavides, 1991). En el presente estudio se registra por primera vez para el estado de Morelos en la localidad de Santa María Ahuacatlán, municipio Cuernavaca, y es el segundo registro para el país.

Material examinado: MÉXICO. Morelos, municipio Cuernavaca, Santa María Ahuacatlán, 1820 m, 18°58'29"N, 99°15'23"O, bosque de pino-encino, 20.IX.2019, *E. Martínez-Fernández* 154 (LEyF-CIB).

Notas taxonómicas: especie registrada por Robin en 1853 de Senegal y descrita por Petch en 1935 (Somavilla et al., 2019). *Ophiocordyceps humbertii* se encuentra comúnmente en las regiones tropicales y con menor frecuencia en las zonas templadas (Somavilla et al., 2019). La especie presenta dos estromas claviformes que emergen de ambos lados del tórax, presentan varios sinemas que surgen de los segmentos abdominales, patas y antenas. Actualmente el nombre válido para la fase sexual y asexual es *O. humbertii*. Somavilla et al. (2019) introdujeron el término "avispa zombie" cuando registraron esta estrategia del hongo *O. humbertii* en un huésped diferente a las hormigas, entonces estudiadas ampliamente con el llamado hongo "hormiga zombie" *Ophiocordyceps unilateralis* (Tul. & C. Tul.) Petch. observaron que las avispas infectadas por *O. humbertii* se adhieren al sustrato por sus mandíbulas y estructuras fúngicas asegurando una unión a largo plazo y promoviendo condiciones óptimas para el desarrollo del hongo. En este estudio se observó que la avispa infectada exhibe el mismo comportamiento de "avispa zombie", que consiste en morder y sujetarse con sus mandíbulas para adherirse al envés de las hojas de los árboles.

Ophiocordyceps sphecocephala (Klotzsch ex Berk.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, Studies Mycology 57: 47. 2007. Fig. 8.

TIPO: JAMAICA. St. Vincent, sin fecha, *Bancroft s.n.* (holotipo: K 116579).

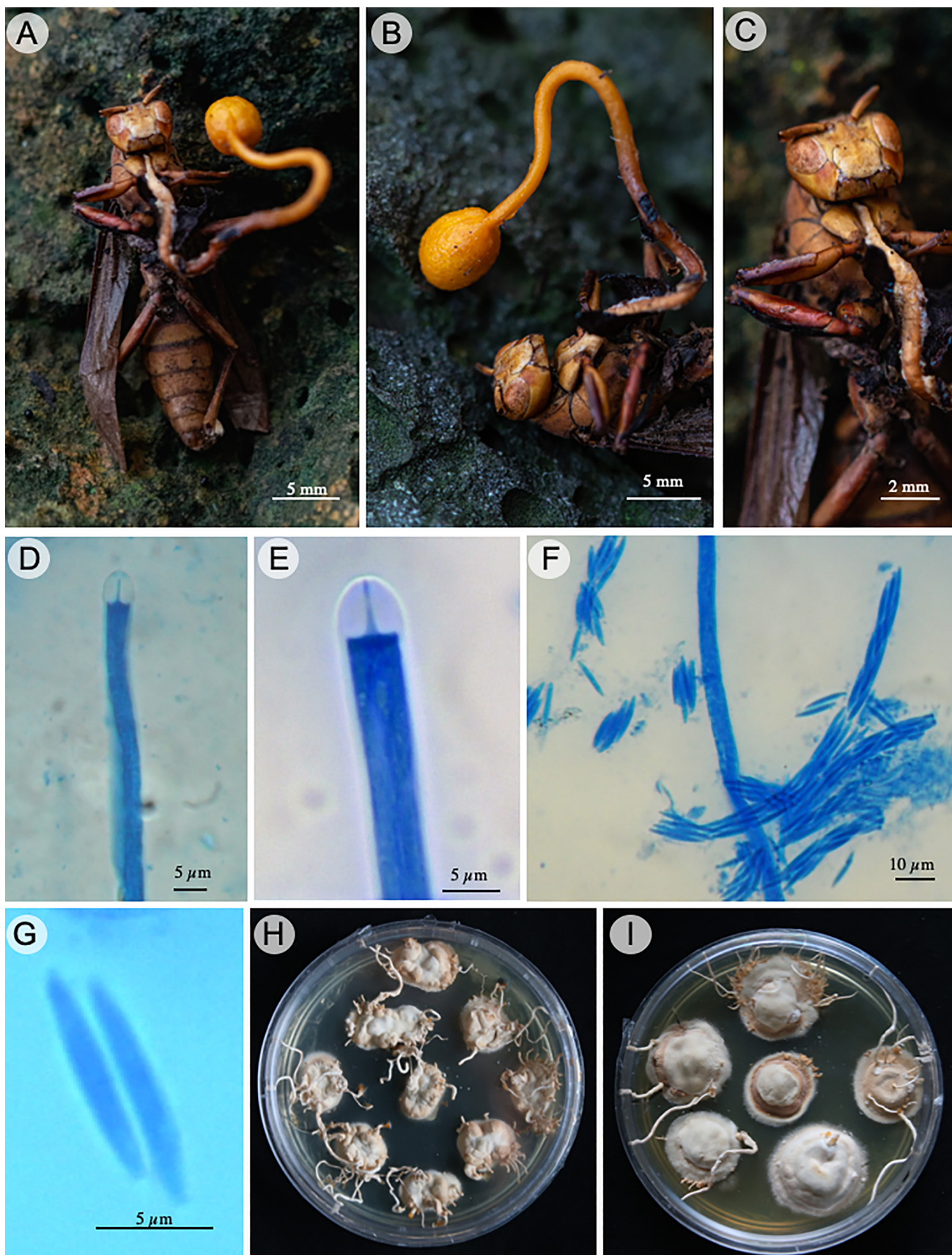


Figura 8: *Ophiocordyceps sphecocephala* (Klotzsch ex Berk.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora. A. hospedero, avispa del género *Polistes* sp.; B. estroma claviforme a capitado; C. estroma que emerge del tórax del hospedero; D. asca filiforme; E. ápice del asca; F, G. ascosporas; H. formación de sinemas en medio de cultivo PDA; I. formación de sinemas en SDAY.



= *Isaria sphecocephala* Ditmar (as 'sphaecophila'), in Sturm, Deutschl. Fl., 3 Abt. (Pilze Deutschl.) 1(4): 115. 1817.

= *Ceratonema crabronis* Pers., Mycol. eur. (Erlanga) 1: 48. 1822.

= *Sphaeria sphecocephala* Klotzsch ex Berk., London J. Bot. 2: 206. 1843.

= *Torrubia sphecocephala* (Klotzsch ex Berk.) Tul. & C. Tul., Select. fung. carpol. (Paris) 3: 16. 1865.

= *Cordyceps sphecocephala* (Klotzsch ex Berk.) Berk. & M.A. Curtis, J. Linn. Soc., Bot. 10(no. 46): 376. 1869.

= *Hymenostilbe sphecocephala* (Ditmar) Petch, Trans. Br. Mycol. Soc. 21(1-2): 55. 1937.

= *Hirsutella sphecocephala* (Ditmar) Van Vooren, Bull. Soc. Linn. Lyon 74(7-8): 225. 2005.

Estromas 25-40 mm de longitud claviformes a capitados, 1-3 por hospedero, emergen entre el tórax y la cabeza del hospedero; estípote del estroma 20-23 × 0.5 mm, superficie lisa, color amarillo pálido (2A3), formado por hifas septadas, compactas, dispuestas de forma paralela; parte fértil del estroma 5-7 × 1.5-2 mm apical, obovoide o piriforme, color anaranjado blanquecino (5A2) de superficie irregular papilada por la presencia de ostiolos; peritecios 850-1100 × 200-250 µm, inmersos en el estroma en forma oblicua, con cuello curvado en ángulo recto hacia la capa externa de la parte fértil; ostiolos 16 µm de diámetro, prominentes; ascas 700-820 × 6.5-7.5 µm, hialinas, cilíndricas, filiformes, inamiloides con ápices prominentes 6.5 × 7 µm; poro apical 4.5-5.0 µm largo; ascosporas 10-15 × 1.5-2.2 µm, se articulan en esporas secundarias, fusiformes, lisas, hialinas en KOH 5% inamiloides; características de la colonia en medio de cultivo PDA y SDAY forma sinemas 30-40 × 0.5 mm, color amarillo pálido (2A3).

Hábitat y hospedero: estroma emerge entre el tórax o entre la cabeza de avispa del género *Polistes* sp.

Distribución: Jamaica (Berkeley, 1843; Lloyd, 1916), Cuba (Berkeley, 1843; Van Vooren y Audibert, 2005), Brasil (Kobayasi, 1941), Japón (Kobayasi, 1941), Puerto Rico (Kobayasi, 1941), China (Kobayasi, 1941; Zang y Kinjo, 1998), India (Sen, 1949), República Democrática del Congo (Moureaux, 1949), Estados Unidos de América (Mains, 1958),

Tailandia (Hywel-Jones, 1995), Corea del Sur (Van Vooren y Audibert, 2005), Ecuador (Van Vooren y Audibert, 2005). En México se conoce de Jalisco (Pérez-Silva, 1977; Chacón y Guzmán, 1983; Rubio-Bustos et al., 1999), Morelos en donde se registró en la Sierra de Huautla, municipio Tlaquiltenango y municipio Tlaltizapan, Cerro de Santa María; Jardín Botánico de la UAEM en Cuernavaca (Castro-Bustos et al., 2012), y en Tabasco en el Parque Estatal Agua Blanca (García et al., 2013).

Material examinado: MÉXICO. Morelos, municipio Cuernavaca, Jardín Botánico de la UAEM, 1750 m, 18°59'2.37"N, 99°14'26.73"O, bosque de pino-encino, 2.IX.2022, *D. Castro-Bustos* 591 (LEyF-CIB), 594 (LEyF-CIB). 24.X.2022, *D. Castro-Bustos* 617 (LEyF-CIB). Municipio Tepoztlán, Amatlán de Quetzalcóatl, 1150 m, 18°58'44"N, 99°02'09"O, 13.VI.2021, *D. Castro-Bustos* 615 (LEyF-CIB). Municipio Tlaquiltenango, Cruz Pintada, 955 m, 18°27'64"N, 99°02'8.3"O, bosque tropical caducifolio, 12.VII.2018, *D. Castro-Bustos* 398 (LEyF-CIB), 399 (LEyF-CIB), 400 (LEyF-CIB).

Notas taxonómicas: la especie se caracteriza por sus estromas claviformes de color amarillo pálido, peritecios inmersos en forma oblicua con cuello curvado en ángulo recto y ascas con ápices prominentes. *Ophiocordyceps myrmecophila* es similar por sus estromas claviformes color amarillo crema, de 30-80 mm de largo, con peritecios inmersos de manera oblicua y cuello curvado. Se diferencia por presentar ascas 500 × 5-6 µm y ascosporas secundarias 6-7.5 × 1.5-2 µm. Además, *O. sphecocephala* crece sobre avispa a diferencia de *O. myrmecophila* que parasita hormigas. Kendrick y DiCosmo (1979) y Van Vooren y Audibert (2005) mencionaron a *Hymenostilbe sphecocephala* (Ditmar) Petch = *Hirsutella sphecocephala* como el anamorfo de *Ophiocordyceps sphecocephala*.

Purpureocillium atypicola (Yasuda) Spatafora, Hywel-Jones & Luangsa-ard, IMA Fungus 6(2): 361. 2015. Fig. 9.

TIPO: JAPÓN. Hakusan, Bunkyo City, Tokyo, Jardín Botánico de Koishikawa, sin fecha, *sin colector s.n.* (holotipo: no localizado).

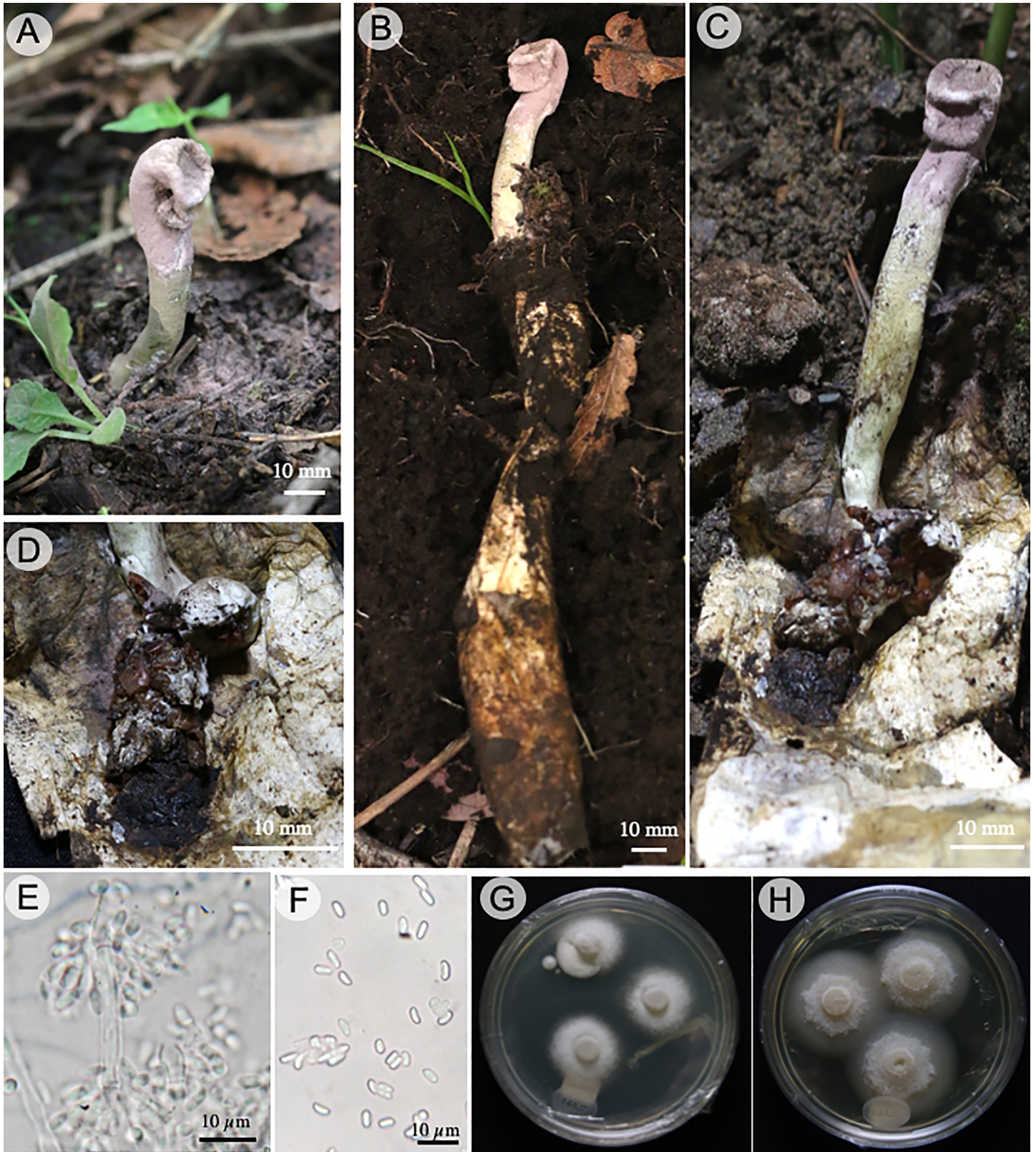


Figura 9: *Purpureocillium atypicola* (Yasuda) Spatafora, Hywel-Jones & Luangsa-ard. A. sinema que emerge del sustrato, color lila grisáceo; B. capullo del hospedero enterrado en el sustrato; C, D. hospedero arácnido; E. fálides; F. conidios; G. crecimiento de la cepa en medio de cultivo PDA; H. crecimiento de la cepa en medio de cultivo SDAY.

= *Isaria atypicola* Yasuda, in Lloyd, Bot. Mag., Tokyo 29: 117. 1915.

= *Spicaria atypicola* (Yasuda) Petch, Trans. Br. Mycol. Soc. 23(2): 140. 1939.

= *Nomuraea atypicola* (Yasuda) Samson, Stud. Mycol. 6: 84. 1974.

Sinema 55 × 10 mm, emerge de la cabeza del hospedero enterrado en su madriguera bajo el sustrato, cubierto por una capa superficial de apariencia afelpada, velutinosa, flocosa, color grisáceo a lila grisáceo (16B2) hacia la parte apical; conidios 4.5-5.5 × 1.5-2.3 µm, elipsoidales a cilíndricos, hialinos, lisos; hifas 2.5-5.5 µm de ancho, septadas de paredes lisas, hialinas; conidióforos 3.4-4.7 µm de ancho, densamente agrupados, forman racimos de 2-6 métulas cilíndricas que se ensanchan hacia la base, paredes lisas; fiálides 7.1 × 2.4-4.4 µm, 2-6 compactas, cilíndricas, hialinas; conidios en cadena 4.8-5.6 × 1.6-2.4 µm, elipsoidales a cilíndricos, lisos, hialinos; en medio de cultivo PDA forma micelio aéreo, color blanquecino (3A1) y se torna a color violeta pálido (18A3) y se observan conidios en los cultivos, las cepas envejecidas se tornan de color violeta grisáceo (18C4).

Hábitat y hospedero: se ha citado como parásito de arañas trampilla *Atypus karschi* Dönitz 1887 y *Latouchia typica* Kishida 1913 (Araneae).

Distribución: Argentina, Brazil, China, Ecuador, Estados Unidos de América, Ghana, Islas Salomón, Japón, Panamá, Sudafrica, Tailandia, Taiwan (Evans, 1982; Evans y Samson, 1987; Hywel-Jones y Sivichai, 1995; Shrestha et al., 2019). En México se conoce de los estados de Nuevo León, municipio Monterrey, en bosque de pino y encino, parasitando arañas (Sánchez-Peña, 1990) y Morelos, municipio Tlaquiltenango, Cruz Pintada, Sierra de Huautla (Castro-Bustos et al., 2020); en ambos casos no se mencionaron las características morfológicas de la especie.

Material estudiado: MÉXICO. Morelos, municipio Tepoztlán, San Juan Tlacotenco, km 5 antigua vía del ferrocarril, 2280 m, 19°0'44.17"N, 99°5'49.03"O, 17.VII.2021, D. Castro-Bustos 482 (LEyF-CIB).

Notas taxonómicas: la especie se caracteriza por presentar un sinema de color lila grisáceo de 45 mm y tiene como hospederos a especies de arácnidos (Hywel-Jones y Sivichai, 1995). *Purpleocillium lilacinum* (Thom) Luangsa-ard, Houbraken, Hywel-Jones & Samson es una especie similar por presentar sinemas color lila grisáceo; sin embargo, presenta conidios elipsoidales a fusiformes de 2-3 × 2-4 µm.

Esta especie se ha aislado del suelo, además de ser patógena de insectos y ocasionar micosis oculares en el humano (Luangsa-ard et al., 2011).

Discusión

El análisis morfológico de las especies recolectadas y de los especímenes de herbario estudiados, coinciden con lo descrito para el grupo de hongos considerado como complejo *Cordyceps s.l.* Varios autores mencionan que este grupo es morfológica y ecológicamente diverso y su distribución está condicionada a la presencia de sus hospederos (Kobayasi, 1941, 1981; Sung y Spatafora, 2004; Sung et al., 2007b; Luangsa-ard et al., 2008; Shrestha et al., 2014; Kepler et al., 2017; Catania et al., 2018; Mongkolsamrit et al., 2018; Wang et al., 2020, 2022a).

Con los resultados de este trabajo se incrementa a 49 el número de especies de *Cordyceps s.l.* patógenas de artrópodos distribuidas en la República Mexicana, con 18 presentes en Morelos, mientras que el número de géneros para México se eleva a 17 y a nueve para Morelos, lo que equivale a 52.94% y 36.73% respectivamente (Cuadro 1). La ubicación geográfica de dicho estado, las dos provincias fisiográficas que en él convergen y la variedad de tipos de vegetación con los que cuenta, le confieren una gran diversidad de especies tanto de insectos como de este grupo de hongos.

La especie con mayor distribución en el estado de Morelos es *Metarhizium anisopliae* registrada en cinco localidades en la que destaca el Corredor Biológico Chicinautzin en el municipio de Tepoztlán y en localidades de asentamientos humanos (Fig. 10). Le sigue *Ophiocordyceps sphecocephala* y *M. robertsii* registradas en cuatro municipios, mientras que *Beauveria bassiana* y *Cordyceps militaris* están presentes en tres municipios.

La familia Cordycipitaceae presenta la mayor diversidad y distribución en el estado de Morelos con cin-



Cuadro 1: Especies de *Cordyceps s.l.* patógenos de artrópodos citadas en México distribuidas en tres familias. Se menciona el nombre actualizado de acuerdo con *Index Fungorum* (2024). Las especies entre paréntesis corresponden al nombre reportado en la publicación original. * especies reportadas en el estado de Morelos, ** nuevo registro para México.

Familia	Especie	Referencia
Clavicipitaceae	<i>Aschersonia aleyrodis</i> Webber	Sánchez-Peña, 1990
	<i>Aschersonia turbinata</i> Berk.	Sánchez-Peña, 1990
	<i>Metarhizium acridum</i> (Driver & Milner) J.F. Bisch., S.A. Rehner & Humber	Hernández-Velázquez et al., 2003
	* <i>Metarhizium anisopliae</i> (Metschn.) Sorokīn	Carrión et al., 1996
	<i>Metarhizium brunneum</i> Petch	Serna-Domínguez et al., 2019
	<i>Metarhizium guizhouense</i> Q.T. Chen & H.L. Guo	Bustillos-Rodríguez et al., 2016
	<i>Metarhizium humberi</i> C. Luz, L. Rocha & I. Delalibera	Luz et al., 2019
	<i>Metarhizium rileyi</i> (Nomuraea rileyi) (Farl.) Kepler, S.A. Rehner & Humber	Sánchez-Peña, 1990
	* <i>Metarhizium robertsii</i> J.F. Bisch., S.A. Rehner & Humber	Carrillo-Benítez et al., 2013
	* <i>Metarhizium pinghaense</i> Q.T. Chen & H.L. Guo	Carrillo-Benítez et al., 2013
	<i>Metarhizium pemphigi</i> (Driver & Milner) Kepler, Humber & S.A. Rehner	Serna-Domínguez et al., 2019
Cordycipitaceae	<i>Akanthomyces pistillariiformis</i> (<i>Insecticola pistillariaeformis</i>) (Pat.) Samson & H.C. Evans	Pérez-Silva et al., 2020
	<i>Akanthomyces tuberculatus</i> (<i>Cordyceps tuberculata</i>) (Lebert) Spatafora, Kepler & B. Shrestha	Sánchez-Peña, 1990
	<i>Akanthomyces fragilis</i> (<i>Hymenostilbe fragilis</i>) (Petch) K.T. Hodge	Pérez-Silva et al., 2020
	* <i>Beauveria bassiana</i> (Bals. -Criv.) Vuill.	Sánchez-Peña, 1990
	* <i>Beauveria scarabaeidicola</i> (<i>Cordyceps scarabaeicola</i>) (Kobayasi) S.A. Rehner & Kepler	Pérez-Villamares et al., 2017
	* <i>Beauveria pseudobassiana</i> S.A. Rehner & Humber	Carrillo-Benítez et al., 2013
	* <i>Blackwellomyces cardinalis</i> (<i>Cordyceps cardinalis</i>) (G.H. Sung & Spatafora) Spatafora & Luangsa-ard	Lara-Reyna, 2010
	* <i>Cordyceps farinosa</i> (<i>Paecilomyces farinosus</i>) (Holmsk.) Kepler, B. Shrestha & Spatafora	Pérez Silva, 1977
	<i>Cordyceps fumosorosea</i> (<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>) (Wize) Kepler, B. Shrestha & Spatafora	Pérez Silva, 1978
	<i>Cordyceps javanica</i> (<i>Isaria javanica</i>) (Bally) Kepler, B. Shrestha & Spatafora	Berlanga-Padilla et al., 2018
	* <i>Cordyceps mexicana</i> L. López-Rodríguez, C. Burrola-Aguilar & R. Garibay-Orijel	López-Rodríguez et al., 2022
	* <i>Cordyceps militaris</i> (L.) Fr.	Pérez Silva, 1977
	<i>Cordyceps polyarthra</i> Möller	Sánchez-Peña, 1990
	<i>Cordyceps pruinosa</i> Petch	Guzmán et al., 2001
	<i>Cordyceps takaomontana</i> Yakush. & Kumaz.	Pérez-Villamares et al., 2017
	<i>Cordyceps tenuipes</i> (<i>Paecilomyces tenuipes</i> (Peck) Kepler, B. Shrestha & Spatafora)	Sánchez-Peña, 1990
	<i>Gibellula arachnophila</i> (<i>Gibellula leiopus</i>) (Ditmar) Vuill.	Sánchez-Peña, 1990
	<i>Gibellula pulchra</i> (Sacc.) Cavara	Sánchez-Peña, 1990
	<i>Isaria cicadae</i> Miq.	Petch, 1935
	* <i>Lecanicillium aphanocladii</i> Zare & W. Gams	Tello-Salgado et al., 2021
	<i>Lecanicillium longisporum</i> (Petch) Zare & W. Gams	Berlanga-Padilla et al., 2016b
	<i>Pseudogibellula formicarum</i> (Mains) Samson & H.C. Evans	Pérez-Silva et al., 2020
** <i>Samsoniella haniana</i> Hong Yu bis, Yao Wang & Z.Q. Wang	Presente estudio	
<i>Simplicillium lanosoniveum</i> (J.F.H. Beyma) Zare & W. Gams	Berlanga-Padilla et al., 2018	

Cuadro 1: Continuación.

Familia	Especie	Referencia
Ophiocordycipitaceae	<i>Hirsutella citriformis</i> Speare	Casique-Valdés et al., 2011
	<i>Hirsutella thompsonii</i> F.E. Fisher	Sampedro y Rosas, 1989
	<i>Ophiocordyceps dipterigena</i> (<i>Cordyceps dipterigena</i>) (Berk. & Broome) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora	Guzmán et al., 2001
	<i>Ophiocordyceps entomorrhiza</i> (<i>Cordyceps entomorrhiza</i>) (Dicks.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora	Pérez-Silva, 1978
	* <i>Ophiocordyceps humbertii</i> (<i>Hirsutella saussurei</i>) (C.P. Robin) Petch	Ulloa y Benavides, 1991
	* <i>Ophiocordyceps melolonthae</i> (Tul. & C. Tul.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora	Pérez-Silva, 1977
	<i>Ophiocordyceps octospora</i> (<i>Cordycepioideus octosporus</i>) (M. Blackw. & Gilb.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora	Blackwell y Gilbertson, 1981
	<i>Ophiocordyceps sobolifera</i> (<i>Cordyceps sobolifera</i>) (Hill ex Watson) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora	Mains, 1958
	* <i>Ophiocordyceps sphecocephala</i> (<i>Cordyceps sphecocephala</i>) (Klotzsch ex Berk.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora	Pérez-Silva, 1977
	<i>Ophiocordyceps stylophora</i> (<i>Cordyceps stylophora</i>) (Berk. & Broome) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora	Pérez-Silva, 1978
	* <i>Paraisaria gracilis</i> (<i>Cordyceps gracilis</i>) (Grev.) Luangsa-ard, Mongkols. & Samson	Rodríguez et al., 1993
	* <i>Paraisaria gracilioides</i> (<i>Cordyceps gracilioides</i>) (Kobayasi) Luangsa-ard, Mongkols. & Samson	Castro-Bustos et al., 2012
	* <i>Purpleocillium atypicola</i> (<i>Nomuraea atypicola</i>) (Yasuda) Spatafora, Hywel-Jones & Luangsa-ard	Sánchez-Peña, 1990
	<i>Purpleocillium lilacinum</i> (Thom) Luangsa-ard, Houbraken, Hywel-Jones & Samson	Núñez-Camargo et al., 2012

co géneros y nueve especies (*Beauveria bassiana*, *B. scarabaeidicola*, *B. pseudobassiana*, *Blackwellomyces cardinalis*, *Cordyceps farinosa*, *C. mexicana*, *C. militaris*, *Lecanicillium aphanocladii*, *Samsoniella haniana*) (Fig. 11), seguido de la familia Ophiocordycipitaceae con tres géneros y seis especies (*Ophiocordyceps humbertii*, *O. melolonthae*, *O. sphecocephala*, *Paraisaria gracilioides*, *P. gracilis*, *Purpleocillium atypicola*) (Fig. 10) y por último la familia Clavicipitaceae con un género y tres especies (*Metarhizium anisopliae*, *M. pinghaense*, *M. robertsii*) (Fig. 10). Con la información presentada en este trabajo, los registros previos de otros autores y la revisión de herbarios, los géneros presentes en el estado de Morelos son: *Beauveria* Vuill., *Blackwellomyces* Spatafora & Luangsa-ard, *Cordyceps* Fr., *Lecanicillium* W. Gams & Zare, *Metarhizium* Sorokín, *Ophiocordyceps* Petch, *Paraisaria* Samson & B.L. Brady, *Purpleocillium* Luangsa-ard, Hywel-Jones, Houbraken

& Samson y *Samsoniella* Mongkols., Noisrip., Thanakitp., Spatafora & Luangsa-ard.

El presente estudio contribuye a la taxonomía de *Cordyceps s.l.*, su distribución en Morelos y brinda elementos para tomar en cuenta el valor de las Áreas Naturales Protegidas, el estado de conservación de las localidades y la distribución de sus hospederos. En este sentido, surge la necesidad de continuar realizando muestreos en áreas donde no existan reportes de las especies de *Cordyceps s.l.* patógenas de artrópodos o en sitios que estén poco explorados, así como en regiones con alta diversidad de insectos y arácnidos.

Conclusiones

Se registra al género *Samsoniella* por primera vez para México y se adicionan cinco nuevos registros de hongos patógenos de artrópodos para el estado de Morelos, así incrementándose a un total de 18 especies en el estado lo cual

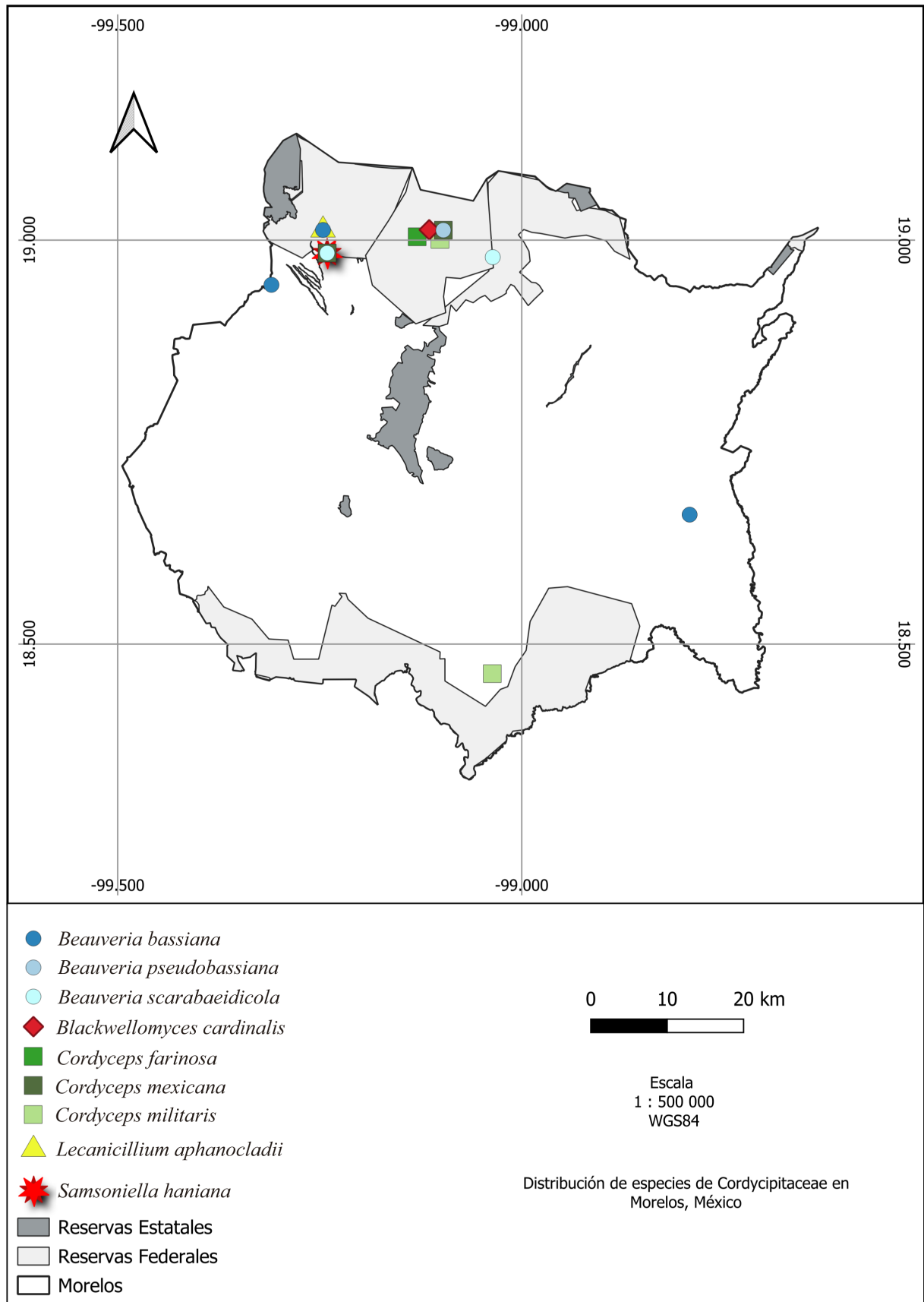


Figura 10: Mapa de distribución de especies de las familias Clavicipitaceae y Ophiocordycipitaceae en Morelos, México.

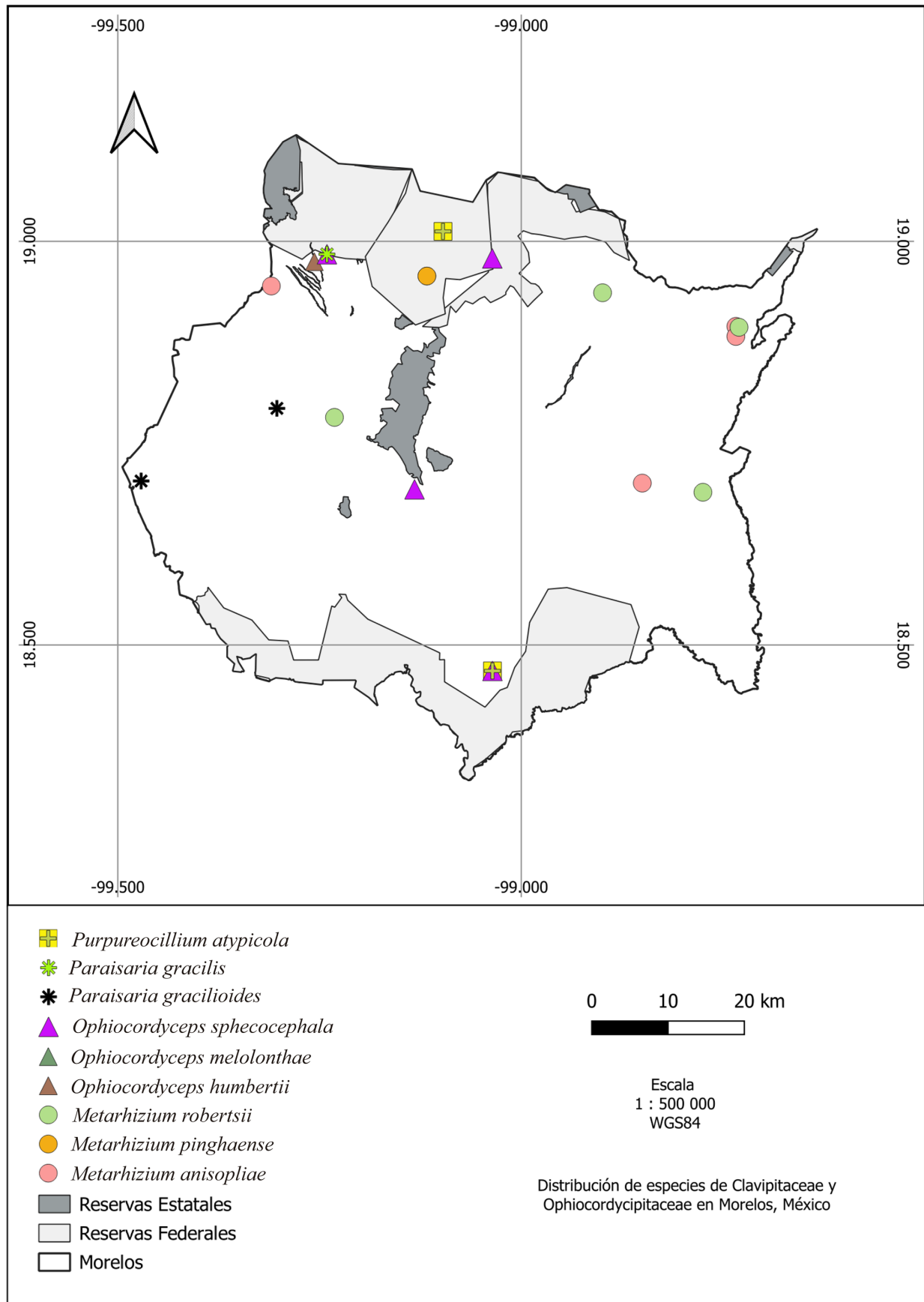


Figura 11: Mapa de distribución de especies de la familia Cordycipitaceae en Morelos, México.



lo ubica con el mayor número de registros de *Cordyceps s.l.* en la República Mexicana, seguido del estado de Colima con 16 especies y el Estado de México con 11. El número de especies de *Cordyceps s.l.* patógenas de artrópodos presentes en México se incrementa a 49. La revisión de herbario permitió determinar a nivel de especie a *Ophiocordyceps humbertii* anteriormente determinado como *Cordyceps sp.* La familia Cordicipitaceae destaca como la de mayor riqueza y abundancia de especies en el estado y a nivel nacional con el mayor número de hospederos dentro de los órdenes Lepidoptera y Coleoptera. El Corredor Biológico Chichinautzin ubicado al norte del estado presenta una gran diversidad de especies de hongos patógenos de artrópodos por la notable diversidad de hábitats, las condiciones geográficas climáticas y la distribución de sus hospederos.

Contribución de autores

DCB concibió y diseñó el estudio; DCB y EMF realizaron las recolecciones y determinación de las especies; VLM elaboró los mapas de distribución; DCB, VMHV, VLM, OGV, contribuyeron a la adquisición de datos para el trabajo. Las fotografías de las figuras fueron tomadas por DCB. EMF, MLAU, MTT, GPC, VLM y DCB realizaron la interpretación y escribieron el manuscrito. Todos los autores contribuyeron a la revisión, discusión y aprobación del manuscrito final.

Financiamiento

DCB fue becaria del Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tecnologías (CONAHCyT) para realizar sus estudios de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Agradecimientos

A CONAHCyT por la beca otorgada (550555). A Robert Kelly por su labor entusiasta y afición por los hongos patógenos de artrópodos de Tepoztlán, por el apoyo durante los muestreos y guía hacia las localidades de San Juan Tlacotenco y Santo Domingo Ocotitlán, Tepoztlán, Morelos. A Juan Carlos Ramirez por el apoyo en la recolección, toma de datos y acompañamiento en todas las salidas efectuadas en este estudio. A Rubén Castro Franco y Ma. Guadalupe Bustos Zagal por su ayuda en las exploraciones en campo. A los edito-

res y árbitros anónimos de la revista Acta Botanica Mexicana, que contribuyeron a perfeccionar este manuscrito.

Literatura citada

- Araújo, J. P. M. y D. P. Hughes. 2016. Diversity of Entomopathogenic Fungi: Which groups conquered the insect body. In: Lovett, B. y R. J. St. Leger (eds.). Genetics and Molecular Biology of Entomopathogenic Fungi, Vol. 94. Academic Press. Amsterdam, The Netherlands and Boston, USA. Pp. 1-39. DOI: <https://doi.org/10.1016/bs.adgen.2016.01.001>
- Berkeley, M. J. 1843. On some Entomogenous Sphaeriae. London Journal of Botany 2: 205-211.
- Berlanga-Padilla, A. M., M. A. Ayala-Zermeño, R. Montesinos-Matías y J. C. Rodríguez-Rodríguez. 2016a. Manual de exploración para la colecta de Hongos Entomopatógenos. Centro Nacional de Referencia de Control Biológico, Dirección General de Sanidad Vegetal/ SAGARPA-SENASICA. Tecomán, Colima, México. Pp. 22.
- Berlanga-Padilla, A. M., M. A. Ayala-Zermeño, A. Gallou, M. G. Serna-Domínguez, R. Montesinos-Matías y H. C. Arredondo-Bernal. 2016b. Identificación de *Lecanicillium longisporum* asociado a *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae), en sorgo. Revista Mexicana de Micología 44: 51-54.
- Berlanga-Padilla, A. M., A. Gallou, M. A. Ayala-Zermeño, M. G. Serna-Domínguez, R. Montesinos-Matías, J. C. Rodríguez-Rodríguez y H. C. Arredondo-Bernal. 2018. Hongos entomopatógenos asociados a *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en Colima, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 89(4): 986-1001. DOI: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.4.2334>
- Blackwell, M. y R. L. Gilbertson. 1981. *Cordycepioideus octosporus*, a termite suspected pathogen from Jalisco, Mexico. Mycologia 73(2): 358-362. DOI: <https://doi.org/10.1080/00275514.1981.12021355>
- Brunner-Mendoza, C., S. Moonjely, M. R. Reyes-Montes, C. Toriello y M. Bidochka. 2017. Physiological and phylogenetic variability of Mexican *Metarhizium* strains. BioControl 62(6): 779-791. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10526-017-9839-3>
- Bustillos-Rodríguez, J. C., C. Rios-Velasco, R. Valdéz-Licano, D. I. Berlanga-Reyes, J. J. Ornelas-Paz, C. H. Acosta-Muñiz, M. F. Ruiz-Cisneros, M. A. Salas-Marina y O. J. Cambero-Campos. 2016. Laboratory assessment of *Metarhizium* spp. and *Beauveria* spp. isolates to control *Brachystola magna* in

- Northern México. *Southwestern Entomologist* 41(3): 643-656. DOI: <https://doi.org/10.3958/059.041.0307>
- Carrillo-Benítez, M. G., A. W. Guzmán-Franco, R. Alatorre-Rosas y J. N. Enríquez-Vara. 2013. Diversity and genetic population structure of fungal pathogens infecting white grub larvae in agricultural soils. *Microbial Ecology* 65(2): 437-449. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00248-012-0124-9>
- Carrión, G., L. Quiroz y J. Valenzuela. 1996. Hongos entomopatógenos de las hormigas arrieras *Atta mexicana* en México. *Revista Mexicana de Micología* 12: 41-48.
- Casique-Valdés, R., A. Y. Reyes-Martínez, S. R. Sánchez-Peña, M. J. Bidochka y J. I. Lopez-Arroyo. 2011. Pathogenicity of *Hirsutella citriformis* (Ascomycota: Cordycipitaceae) to *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) and *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae). *Florida Entomologist* 94(3): 703-705. DOI: <https://doi.org/10.1653/024.094.0341>
- Castro-Bustos, D. 2015. Taxonomía y filogenia de las especies entomopatógenas de *Cordyceps s.l.* (Hypocreales: Ascomycota) en la región neotropical de México. Tesis de maestría. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. Cd. Mx., México. 146 pp.
- Castro-Bustos, D., M. L. Acosta-Urdapilleta, R. Valenzuela-Garza y A. Burgos-Solorio. 2012. Hongos entomopatógenos del género *Cordyceps s.l.* (Fungi: Ascomycota) en el estado de Morelos. In: Equihua, A., E. G. Estrada, J. A. Soto, M. P. Chaires y G. Durán (eds.). *Sociedad Mexicana de Entomología*, A.C. Cd. Mx., México. Pp. 273-276.
- Castro-Bustos, D., M. L. Acosta-Urdapilleta, T. Raymundo y R. Valenzuela. 2020. Distribución y diversidad de hongos parásitos de insectos. In: Cruz-Angón, A., K. C. Nájera-Cordero, D. López-Higareda, E. D. Melgarejo, L. González-Flores, K. C. Maldonado, M. E. Flores-Ceniceros y L. Fuentes-Vargas (eds.). *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2, Vol. I. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)*. Cd. Mx., México. Pp. 372-374.
- Catania, M. V., T. I. Sanjuan y G. L. Robledo. 2018. South American *Cordyceps s.l.* (Hypocreales, Ascomycota): First assessment of species diversity in Argentina. *Nova Hedwigia* 106(3-4): 261-281. DOI: https://doi.org/10.1127/nova_hedwigia/2017/0434
- Chacón, S. y G. Guzmán. 1983. Especies de macromicetos citadas de México, V. Ascomycetes parte II. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 18: 103-114.
- Contreras-McBeath, T., J. C. Boyás y F. Jaramillo. 2006. Diversidad de ecosistemas. La diversidad biológica en Morelos. *Estudio de Estado 1, Vol. I. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)*. Cd. Mx., México. Pp. 36-39.
- Cooke, M. C. 1892. *Vegetable wasps and plant worms; a popular history of entomogenous fungi, or Fungi Parasitic Upon Insects*. Society for Promoting Christian Knowledge. London, UK. 364 pp. DOI: <https://doi.org/10.5962/bhl.title.34922>
- Evans, H. C. 1982. Entomogenous fungi in tropical forest ecosystems: an appraisal. *Ecological Entomology* 7(1): 47-60. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1982.tb00643.x>
- Evans, H. C. y R. A. Samson. 1987. Fungal pathogens of spiders. *Mycologist* 1(4): 152-159. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0269-915X\(87\)80107-6](https://doi.org/10.1016/S0269-915X(87)80107-6)
- Evans, H., S. Elliot y D. Hughes. 2011. Hidden diversity behind the zombie-ant fungus *Ophiocordyceps unilateralis*: four new species described from carpenter ants in Minas Gerais, Brazil. *PLOS ONE* 6(3): e17024. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0017024>
- García, S. C., E. R. Gil y J. C. Blanco. 2013. Guía de hongos macroscópicos del Parque Estatal Agua Blanca. Colección: José N. Roviroso, Biodiversidad, desarrollo sustentable y trópico húmedo. Ed. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tabasco, México. Pp. 29. DOI: <https://doi.org/10.19136/book.63>
- Gibb, T. J. y C. Oseto. 2019. *Insect collection and identification: Techniques for the field and laboratory*. Academic press, London, UK. Pp. 187-229. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2018-0-00136-X>
- Guerrero, J. A., L. G. Ávila-Torresgatón, J. M. Uriostegui-Velarde y A. Rizo Aguilar. 2020. Mamíferos. In: Cruz-Angón, A., K. C. Nájera-Cordero, D. López-Higareda, E. D. Melgarejo, L. González-Flores, K. C. Maldonado, M. E. Flores-Ceniceros y L. Fuentes-Vargas (eds.). *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2, Vol. II. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)*. Cd. Mx., México. Pp. 339-347.
- Guzmán, G., M. A. Morón y F. Ramírez-Guillén. 2001. Entomogenous *Cordyceps* and related genera from Mexico with discussions on their hosts and new records. *Mycotaxon* 78: 115-125.

- Hernández-Velázquez, V. M., D. M. Hunter, L. Barrientos-Lozano, R. Lezama-Gutiérrez y F. Reyes-Villanueva. 2003. Susceptibility of *Schistocerca piceifrons* (Orthoptera: Acrididae) to *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* (Deuteromycotina: Hyphomycetes): laboratory and field trials. *Journal of Orthoptera Research* 12(1): 89-92. DOI: [https://doi.org/10.1665/1082-6467\(2003\)012\[0089:SOSPOA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1665/1082-6467(2003)012[0089:SOSPOA]2.0.CO;2)
- Hernández-Velázquez, V. M., Z. Cervantes-Espíndola, F. J. Villalobos, L. L. García y G. Peña-Chora. 2011. Aislamiento de hongos entomopatógenos en suelo y sobre gallinas ciegas (Coleoptera: Melolonthidae) en agroecosistemas de maíz. *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)* 27(3): 591-599. DOI: <https://doi.org/10.21829/azm.2011.273777>
- Hywel-Jones, N. 1995. *Cordyceps sphecocephala* and a *Hymenostilbe* sp. infecting wasps and bees in Thailand. *Mycological Research* 99(2): 154-158. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0953-7562\(09\)80879-4](https://doi.org/10.1016/S0953-7562(09)80879-4)
- Hywel-Jones, N. L. y S. Sivichai. 1995. *Cordyceps cylindrica* and its association with *Nomuraea atypicola* in Thailand. *Mycological Research* 99: 809-812.
- Index Fungorum. 2024. Index Fungorum database <http://www.indexfungorum.org/names/names.asp> (consultado febrero de 2024).
- INEGI. 2023. División Municipal del estado de Morelos. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mor/territorio/div_municipal.aspx?tema=me&e=17
- Kendrick, W. B. y F. DiCosmo. 1979. Teleomorph-anamorph connections in Ascomycetes. In: Kendrick, W. B. (ed.). *The whole fungus: The sexual-aseexual synthesis* Vol. 1. National Museum of Canada. Toronto, Canada. Pp. 283-395.
- Kepler, R. M., J. J. Luangsa-ard, N. L. Hywel-Jones, C. A. Quandt, G. H. Sung, S. A. Rehner, M. C. Aime, T. W. Henkel, T. Sanjuan, R. Zare, M. Chen, Z. Li, A. Y. Rossman, J. W. Spatafora y B. Shrestha. 2017. A phylogenetically-based nomenclature for Cordycipitaceae (Hypocreales). *IMA Fungus* 8: 335-353. <https://doi.org/10.5598/imafungus.2017.08.02.08>
- Kobayasi, Y. 1941. The genus *Cordyceps* and its allies. *Science Reports of the Tokyo Bunrika Daigaku (Section B 84)* 5: 53-260.
- Kobayasi, Y. 1981. Revision of the genus *Cordyceps* and its allies 2. *Bulletin of the Natural Science Museum Tokyo Serie B* 7: 113-122; 123-129.
- Kobayasi, Y. y D. Shimizu. 1976. The genus *Cordyceps* and its allies from New Guinea. *Bulletin of the National Science Museum Tokyo Series B (Botany)* 2: 133-151.
- Kobayasi, Y. y D. Shimizu. 1978. *Cordyceps* species from Japan. *Bulletin of the National Science Museum Tokyo Series B (Botany)* 4: 43-63.
- Kornerup, A. y J. H. Wanschern. 1978. *Methuen Handbook of colour*. Eyre Methuen. Londres, UK. 252 pp.
- Lara-Reyna J. 2010. Estudios relacionados con la determinación de biodiversidad microbiana edáfica en Campeche. In: Villalobos-Zapata, G. J. y J. Mendoza Vega (eds.). *La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur. Campeche, México. Pp. 420-423.
- Liang, Z. Q., A. Y. Liu y D. M. Feng. 1993. Some entomogeous fungi from Fanjing mountain preserve in China. *Acta Mycologica Sinica* 12(2): 110-117.
- Lloyd, C. G. 1916. Additional notes on *Cordyceps*. *Mycological Notes* 40: 544-546.
- Lloyd C. G. 1918. Rare or interesting fungi received from correspondents. *Mycological Notes* 54: 771-779.
- López-Rodríguez, L., C. Burrola-Aguilar, R. Garibay-Orijel, M. E. Estrada-Zúñiga, N. Matías-Ferrer y A. Argüelles-Moyao. 2022. *Cordyceps mexicana* sp. nov., parasitizing *Paradirphia* sp. moths: a new sister species of the *Cordyceps militaris* complex, distributed in central Mexican *Quercus-Pinus* mixed forests. *Mycologia* 1-16. DOI: <https://doi.org/10.1080/00275514.2022.2058854>
- Luangsa-ard, J. J., K. Tسانathai, S. Mongkolsamrit y N. Hywel-Jones. 2008. Atlas of invertebrate-pathogenic fungi of Thailand. Pathum Thani: National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, National Science and Technology Development Agency. Bangkok, Tailandia. Pp. 88.
- Luangsa-ard, J., J. Houbraken, T. Van Doorn, S. B. Hong, A. M. Borman, N. L. Hywel-Jones y R. A. Samson. 2011. *Purpureocillium*, a new genus for the medically important *Paecilomyces lilacinus*. *FEMS Microbiology Letters* 321(2):141-149. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2011.02322.x>
- Luz, C., L. F. N. Rocha, C. Montalva, D. A. Souza, A. B. R. Z. Botelho, R. B. Lopes, M. Faria y I. D. Júnior. 2019. *Metarhizium humberii*

- sp. nov. (Hypocreales: Clavicipitaceae), a new member of the PARB clade in the *Metarhizium anisopliae* complex from Latin America. *Journal of Invertebrate Pathology* 166: 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2019.107216>
- Magaña, V. O. y L. Galicia. 2020. Diversidad climática actual y futura. In: Cruz-Angón, A., K. C. Nájera-Cordero, D. López-Higareda, E. D. Melgarejo, L. González-Flores, K. C. Maldonado, M. E. Flores-Ceniceros y L. Fuentes-Vargas (eds.). *La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. Vol. I. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Cd. Mx., México. Pp. 37-50.*
- Maina, U. M., I. B. Galadima, F. M. Gambo y D. Zakaria. 2018. A review on the use of entomopathogenic fungi in the management of insect pests of field crops. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 6(1): 27-32.
- Mains, E. 1958. North American entomogenous species of *Cordyceps*. *Mycologia* 50(2): 169-222. DOI: <https://doi.org/10.1080/00275514.1958.12024722>
- Mollá, O., B. Shrestha, C. Sevilla, D. Rueda, F. Rivas y H. W. Herrera. 2020. First record of *Hirsutella saussurei* in the Galápagos Islands and first evidence parasitizing the invasive paper wasp, *Polistes versicolor*. *Revista Brasileira de Entomologia* 64(2): 1-3. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9665-RBENT-2020-0031>
- Mongkolsamrit, S., W. Noisriboom, D. Thanakitpipattana, T. Wutikhun, J. W. Spatafora y J. J. Luangsa-ard. 2018. Disentangling cryptic species with isaria-like morphs in Cordycipitaceae. *Mycologia* 110(1): 230-257.
- Mongkolsamrit, S., W. Noisriboom, K. Tasanathai, A. Khonsanit, D. Thanakitpipattana, W. Himaman, N. Kobmoo y J. J. Luangsa-ard. 2020. Molecular phylogeny and morphology reveal cryptic species in *Blackwellomyces* and *Cordyceps* (Cordycipitaceae) from Thailand. *Mycological Progress* 19(9): 957-983. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11557-020-01615-2>
- Montalva, C., E. Rojas, E. Valenzuela y R. A. Humber. 2017. *Hirsutella* sp. (Hypocreales: Ophiocordycipitaceae) affecting the invasive social wasp *Vespa vulgaris* (Hymenoptera: Vespidae) in Southern Chile. *Florida Entomologist* 100(3): 663-666. DOI: <https://doi.org/10.1653/024.100.0327>
- Moureaux, J. 1949. *Cordyceps* du Congo belge. *Mémoire de l'Institut Royal Colonial Belge* 7: 3-57.
- Núñez-Camargo, M. C., G. Carrión, A. E. Núñez-Sánchez y J. D. López-Lima. 2012. Evaluación de la patogenicidad in vitro de *Purpureocillium lilacinum* sobre *Globodera rostochiensis*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 15(2): 126-134.
- Pérez-Silva, E. 1977. Algunas especies del género *Cordyceps* (Pyrenomyces) en México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 11: 145-153.
- Pérez-Silva, E. 1978. Nuevos registros del género *Cordyceps* (Pyrenomyces) en México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 12: 19-25.
- Pérez-Silva, E., G. Cerón-Martínez, A. E. Martínez-Bauer, S. Guzmán-Gómez, M. C. González-Villaseñor y J. L. Godínez-Ortega. 2020. Nuevos registros de especies entomopatógenas-anamorfas de la reserva de la Biosfera de Montes Azules. Chiapas, México. *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid* 44: 17-25.
- Pérez-Villamares, J. C., C. Burrola-Aguilar, X. Aguilar-Miguel, T. Sanjuan y E. Jiménez-Sánchez. 2017. Nuevos registros de hongos entomopatógenos del género *Cordyceps* s.l. (Ascomycota: Hypocreales) del Estado de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 88(4): 773-783. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.013>
- Petch, T. 1924. Studies in entomogenous fungus. IV. Some ceylon *Cordyceps*. *Transactions of the British Mycological Society* 10(1-2): 28-45. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(24\)80005-0](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(24)80005-0)
- Petch T. 1935. Notes on entomogenous fungi. *Transactions of the British Mycological Society* 19: 161-194.
- Raymundo, T., E. Escudero-Leyva, R. Soto-Agudelo, J. García-Jiménez, L. Romero-Bautista y R. Valenzuela. 2017. Nuevos registros de Hypocreales (Sordariomycetes, Ascomycota) del bosque mesófilo de montaña de la Sierra Alta Hidalguense en México. *Acta Botanica Mexicana* 120: 39-57. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm120.2017.1263>
- Rehner, S. A., A. M. Minnis, G. H. Sung, J. J. Luangsa-ard, L. Devotto y R. A. Humber. 2011. Phylogeny and systematics of the anamorphic, entomopathogenic genus *Beauveria*. *Mycologia* 103(5): 1055-1073. DOI: <https://doi.org/10.3852/10-302>
- Rodríguez, O., L. Guzmán-Dávalos y S. Vázquez. 1993. Nuevos registros de hongos para México. *Micología Neotropical Aplicada* 6: 61-71.



- Rubio-Bustos, S., L. Guzmán-Dávalos y J. L. Navarrete-Heredia. 1999. Especies entomopatógenas de *Cordyceps* (fungi, Ascomycotina) en México. Boletín del Instituto de Botánica 7: 135-157.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. Cd. Mx., México. Pp. 432.
- Sampedro, L. y J. L. Rosas. 1989. Selección de cepas de *Hirsutella thompsonii* Fisher para combatir al acaro del cocotero *Eriophyes guerreronis* Keifer. I. Bioensayos de Patogenicidad. Revista Mexicana de Micología 5: 225-231.
- Sánchez-Peña, S. R. 1990. Some insects and spider pathogenic fungi from Mexico with data on their host ranges. The Florida Entomologist 73(3): 517-522. DOI: <https://doi.org/10.2307/3495473>
- Saussure, H. 1858. Des maladies des guêpes. In: Saussure, H. (ed.). Monographic des Guêpes Sociales ou de la Tribu Vespiens Masson, Vol. 2. Chapitre IX. Paris, France. Pp. 152-164.
- Seifert, K. A. 1990. Synnematosous hyphomycetes. Memoirs of the New York Botanical Garden 59: 109-154.
- Sen, J. 1949. On the occurrence of *Cordyceps sphecocephala* (Kl.) Sacc. near Calcutta. Current Science 18: 254-255.
- Serna-Domínguez, M. G., G. Y. Andrade-Michel, R. Rosas-Valdez, P. Castro-Félix, H. C. Arredondo-Bernal y A. Gallou. 2019. Genetic diversity of the *Metarhizium anisopliae* complex in Colima, Mexico, using microsatellites. Fungal Biology 123: 855-863. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2019.09.005>
- Shrestha, B., W. H. Lee, S. K. Han y J. M. Sung. 2006. Observations on some of the mycelial growth and pigmentation characteristics of *Cordyceps militaris* isolates. Mycobiology 34(2): 83-91.
- Shrestha, B., M. W. Hyun, J. Oh, J. G. Han, T. H. Lee, J. Y. Cho, H. Kang, S. H. Kim y G. H. Sung. 2014. Molecular evidence of a teleomorph-anamorph connection between *Cordyceps scarabaeicola* and *Beauveria sungii* and its implication for the systematics of *Cordyceps sensu stricto*. Mycoscience 55(3): 231-239. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.myc.2013.09.004>
- Shrestha, B., A. Kubátová, E. Tanaka, J. Oh, D. H. Yoon, J. M. Sung y G. H. Sung. 2019. Spider-pathogenic fungi within Hypocreales (Ascomycota): their current nomenclature, diversity, and distribution. Mycological Progress 18: 983-1003. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11557-019-01512-3>
- Sobczak, J. F., D. P. Arruda, E. Oliveira-Fonseca, P. J. Queiroz-Rabelo, F. A. Sousa-Nóbrega, J. Castro-Pires y A. Somavilla. 2019. Manipulation of wasp (Hymenoptera: Vespidae) behavior by the entomopathogenic fungus *Ophiocordyceps humberitii* in the Atlantic forest in Ceará, Brazil. Entomological News 129(1): 98-104. DOI: <https://doi.org/10.3157/021.129.0115>
- Somavilla, A., B. Corrêa-Barbosa, F. Prezoto y M. L. Oliveira. 2019. Infection and behavior manipulation of social wasps (Vespidae: Polistinae) by *Ophiocordyceps humberitii* in Neotropical forests: new records of wasp-zombification by a fungus. Studies on Neotropical Fauna and Environment 55(1):23-28. DOI: <https://doi.org/10.1080/01650521.2019.1691908>
- Sorani, V. 2020. Resumen ejecutivo. Medio físico. In: Cruz-Angón, A., K. C. Nájera-Cordero, D. López-Higareda, E. D. Melgarejo, L. González-Flores, K. C. Maldonado, M. E. Flores-Ceniceros y L. Fuentes-Vargas (eds.). La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. Vol. 1. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Cd. Mx., México. Pp. 25-27.
- Speare, A. T., 1920. On certain entomogenous fungi. Mycologia 12(2): 62-76. DOI: <https://doi.org/10.1080/00275514.1920.12016820>
- Sung, J. M. 1996. The insects-born fungus of Korea in color. Kyohaksa Publishing Co., Ltd. Seúl, Corea.
- Sung, Gi-Ho y J. W. Spatafora. 2004. *Cordyceps cardinalis* sp. nov., a new species of *Cordyceps* with an east Asian-eastern North American distribution. Mycologia 96(3): 658-666. DOI: <https://doi.org/10.1080/15572536.2005.11832962>
- Sung, G. H., J. M. Sung, N. L. Hywel-Jones y J. W. Spatafora 2007a. A multi-gene phylogeny of Clavicipitaceae (Ascomycota, Fungi): identification of localized incongruence using a combinational bootstrap approach. Molecular Phylogenetics and Evolution 44(3): 1204-1223. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2007.03.011>
- Sung, G. H., N. L. Hywel-Jones, J. M. Sung, J. J. Luangsa-ard, B. Shrestha y J. W. Spatafora. 2007b. Phylogenetic classification of *Cordyceps* and the clavicipitaceous fungi. Studies in Mycology 57(1): 55-59. DOI: <https://doi.org/10.3114/sim.2007.57.01>
- Tello-Salgado, I., O. Burgos-Duenas, M. D. R. Sánchez-Carbente y A. Burgos-Solorio. 2021. Identification of fungi associated to *Pseudips mexicanus* (Curculionidae: Scolytinae) as a possible biocontrol agent. American Journal of Agriculture

- and Forestry 9(4): 201-210. DOI: <https://doi.org/10.11648/j.ajaf.20210904.16>
- Ulloa, M. y C. Benavides. 1991. Nota sobre *Hirsutella saussurei*, un hifomicete patógeno de avispas sociales. Revista Mexicana de Micología 7: 175-184.
- Valenzuela, R., T. Raymundo, S. Bautista-Hernández, A. K. Hernández-Zamora, A. D. Gay-González, A. Cobos-Villagrán, P. Reyes-Rodríguez, D. A. Morales-Guadarrama y F. Garza Ocañas. 2020. Hongos. In: Cruz-Angón, A., K. C. Nájera-Cordero, D. López-Higareda, E. D. Melgarejo, L. González-Flores, K. C. Maldonado, M. E. Flores-Ceniceros y L. Fuentes-Vargas (eds.). La biodiversidad en Morelos. Estudio de Estado 2. Vol. 1. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Cd. Mx., México. Pp. 333-343.
- Valle-Marquina, R., A. García-Flores y H. Colín-Bahena. 2021. Fauna silvestre con valor de uso en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos, México. Revista Peruana de Biología 28(4): 1-16. DOI: <https://doi.org/10.15381/rpb.v28i4.19921>
- Van Vooren, N. y C. Audibert. 2005. Révision du complexe "*Cordyceps sphecocephala*" 1re partie: les guêpes végétales. Bulletin Mensuel de la Societe Linneenne de Lyon 74(7-8): 221-254. DOI: <https://doi.org/10.3406/linly.2005.13604>
- Wang, Y., D. X. Tang, D. E. Duan, Y. B. Wang y H. Yu. 2020. Morphology, molecular characterization, and virulence of *Beauveria pseudobassiana* isolated from different hosts. Journal of Invertebrate Pathology 172: 107333. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2020.107333>
- Wang, Z., Y. Wang, Q. Dong, Q. Fan, V. M. Dao y H. Yu. 2022a. Morphological and phylogenetic characterization reveals five new species of *Samsoniella* (Cordycipitaceae, Hypocreales). Journal of Fungi 8(7): 747. DOI: <https://doi.org/10.3390/jof8070747>
- Wang, Y., Q. Fan, D. Wang, W. Q. Zou, D. X. Tang, P. Hongthong y H. Yu. 2022b. Species diversity and virulence potential of the *Beauveria bassiana* Complex and *Beauveria scarabaeidicola* Complex. Frontiers in Microbiology 13: 841604. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.841604>
- Zang, M. y N. Kinjo. 1998. Notes on the alpine *Cordyceps* of China and nearby nations. Mycotaxon 66: 215-229.

