

Estudio taxonómico de *Elaphomyces* spp. (Ascomycota, Eurotiales, Elaphomycetaceae) de Michoacán, México

Victor Manuel Gómez-Reyes^{1,2}, Iván Raniero Hernández-Salmerón¹,
Arsenio Terrón-Alfonso², Gonzalo Guevara-Guerrero³

¹ Facultad de Biología, Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo, ² Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental, Universidad de León, ³ Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Av. Portes Gil 1301 Pte. C.P. 87010, Cd. Victoria, Tamaulipas, México

Taxonomic study on *Elaphomyces* spp. (Ascomycota, Eurotiales, Elaphomycetaceae) from Michoacan, Mexico

Abstract. The species of the genus *Elaphomyces* are scarcely known in Mexico in spite of its ecological and traditional importance. In this paper *Elaphomyces aculeatus* and *E. maculatus* are cited for the first time to Mexico and *E. muricatus* from Michoacan State. The specimens were collected from pine-oak forests, oak forest and mesophic cloudy forest. The species were associated with *Quercus* spp., except *E. aculeatus* that was collected under *Carpinus caroliniana*.

Key words: truffles, false truffles, hypogeous fungi, mycorrhiza

Resumen: Las especies del género *Elaphomyces* son poco conocidas en México a pesar de su importancia ecológica y tradicional. En este trabajo se citan por primera vez para México *Elaphomyces aculeatus* y *E. maculatus* y para el Estado de Michoacán, *E. muricatus*. Los especímenes fueron colectados de bosques de pino-encino, encino y bosque mesófilo de montaña. Las especies estaban asociadas a *Quercus* spp., con excepción de *E. aculeatus* que se colectó bajo *Carpinus caroliniana*.

Palabras clave: trufas, pseudotrufas, hongos hipogeos, micorrizas

Received 1 February 2012; accepted 23 November 2012.

Recibido 1 de febrero 2012; aceptado 23 de noviembre 2012.

Introducción

El género *Elaphomyces* Nees. está representado por especies hipogeas del hemisferio norte y Australia (Castellano *et al.*, 1989; 2011), en asociación ectomicorrizógena con diversos árboles y arbustos (Trappe *et al.*, 1979). Se estiman alrededor de 30 especies adscritas a este género, sin embargo, Trappe *et al.* (2009) señalaron que una exploración más detallada de la pared celular y ornamentación de las esporas a nivel de microscopía electrónica, podría revelar un mayor número de

especies de las actualmente descritas.

Recientemente, Castellano *et al.* (2011) describieron 13 especies endémicas de *Elaphomyces* para Australia, 12 de las 13 especies estaban asociadas a Myrtaceae y Casuarinaceae, mientras que sólo una especie la consideraron asociada a *Nothofagus*, lo que indica una alta especiación. Algo similar podría suceder en México con la alta riqueza de encinos presentes, ya que de las 600 especies de Fagaceae descritas para el mundo, en nuestro país se tienen representantes de aproximadamente 200 especies del género *Quercus*, en zonas templadas y tropicales (Bello y Labat, 1987).

Autor para correspondencia: Dr. Victor Manuel Gómez Reyes
vmgomez79@hotmail.com

La primera referencia para *Elaphomyces* en México se debe a Heim (1957), quien registró *E. variegatus* Vitt., y posteriormente fue corregido a *E. reticulatus* Vitt. por Trappe y Guzmán (1971). En el país se tienen registrados cinco taxa del género *Elaphomyces*, las cuales son: *E. granulatus* Fr., *E. reticulatus* Vittad., *E. muricatus* Fr., *E. muricatus* f. *muricatus* Fr. y *E. muricatus* f. *variegatus* (Vittad.) Ceruti (Trappe y Guzmán, 1971; Trappe *et al.*, 1979; Garza *et al.*, 1985; Cázares *et al.*, 1992; Medel *et al.*, 1999; Herrera *et al.*, 2002; Medel, 2007). *Elaphomyces muricatus* f. *muricatus* y *E. granulatus* son etnomicológicamente importantes por su uso medicinal y ceremonial reportado en Oaxaca (Trappe *et al.*, 1979; Sandoval-Porras *et al.*, 2010) y en la región del Nevado de Toluca (Trappe y Guzmán, 1971; Trappe *et al.*, 1979).

A la fecha, no se tienen registros de especies de *Elaphomyces* colectadas en el estado de Michoacán, ya que únicamente se han reportado cuatro especies de hongos hipogeos, tres de las cuáles corresponden a *Rhizopogon* y una a *Hysterangium*. Trappe y Guzmán (1971) describieron *Rhizopogon michoacanicus* Trappe & Guzmán de Los Azufres, mientras que Hosford y Trappe (1980) citaron a *R. ochraceorubens* A.H. Sm. y *R. subcaerulecens* A.H. Sm. para el municipio de Uruapan. Posteriormente, Guevara *et al.* (2008) describieron a *Hysterangium latisporum* Castellano, Cázares & Guevara con material proveniente del municipio

de Hidalgo. Lo anterior muestra el poco conocimiento que se tiene de los hongos hipogeos en Michoacán, por lo que el objetivo del presente trabajo fue contribuir al conocimiento de las especies de *Elaphomyces* en dicha entidad.

Materiales y métodos

El material estudiado se colectó durante los años 2009-2011. Las localidades de los municipios explorados, con su tipo de vegetación, coordenadas y altitud se presentan en la Tabla 1.

La colecta de especímenes, así como el estudio macroscópico y microscópico se realizaron de acuerdo con Castellano *et al.* (1989) y Pegler *et al.* (1993). Los cortes se realizaron manualmente utilizando una navaja y se montaron en solución de KOH al 5% o agua para su observación al microscopio óptico. La medición de las esporas se basó en el conteo de 30 esporas al azar. En las medidas se incluyó la ornamentación de las estructuras. Para las microfotografías se utilizó un microscopio Motic BA300 y cámara digital Motic 2300.

En los sitios de estudio se hicieron excavaciones en árboles seleccionados al azar, la exploración fue desde la base del tronco hasta 1 m de distancia. La búsqueda de los ascomas se realizó en la capa superior del sustrato, a una profundidad

Tabla 1. Localidades de colecta de las especies descritas del género *Elaphomyces*

Localidad	Municipio	Tipo de vegetación	Coordenadas	Altitud (m)
Parque Nacional "Barranca del Cupatitzio"	Uruapan	Bosque de pino-encino	19°26'16.63" 102°06'57.22"	2090
La Alberca Toreo el Alto	Uruapan	Bosque mesófilo de montaña	19°29'32.26" 102°00'22.37"	2060
El Tigre	Quiroga	Bosque de encino	19°38'43.23" 101°28'12"	2300
Hichaqueo	Morelia	Bosque de pino-encino	19°34'11. 0 4"	2133

no mayor de 15 cm, procurando regresar el suelo a su posición original, para mitigar la perturbación del sitio. En algunas ocasiones, se realizó la colecta de *Elaphocordyceps* spp., hongos epigeos que parasitan especies de *Elaphomyces*.

Para la determinación y descripción de las especies se consultó la siguiente literatura especializada: Trappe et al. (1979, 2007 y 2009), Pegler et al. (1993) y Montecchi y Sarasini (2000), entre otros. Los ejemplares estudiados se herborizaron y depositaron en la Colección de Macromicetos del Herbario de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (EBUM).

Resultados y discusión

Elaphomyces aculeatus

Vittad. *Monogr. Tubercac.* 70. 1831.

Figura 1a-c

Ascoma de 12-17 x 14-21 mm diám., subgloboso, superficie de color café rojizo con verrugas piramidales de 0.3-0.5 mm de alto, el ápice es negro semejando un ostiolo de un estroma. Peridio de 750-950 μm de grosor, compuesto de tres capas, el epicutis de 60-90 μm de ancho es de color café rojizo, compuesto de hifas paralelas de 2.3 a 2.8 μm grosor, pared delgada y color café rojizo, el mesocutis es de 90 a 210 μm de ancho, negro, formando un patrón piramidal y cuyos ápices emergen a la superficie, hifas de 2-4 μm de ancho de color café negruzco, el subcutis de <600-650 μm de grosor, blanquecino y compuesta de hifas entremezcladas de 3.5 a 5.7 μm de ancho, hialinas, septadas y de pared delgada. Gleba sólida polvorienta a algodonosa, de color café-negrusco con vetas blancas. Olor y sabor no determinado. Ascas de 34.4-40.4 x 34.7x42.3 μm , globosas a subglobosas con un pequeño pedicelo, ocho esporas, pared delgada menor a 1 μm . Esporas de 15.2-18.5 x 15.6-18.8 μm de diám., globosas (Q= 1.01), de color café negruzco en la madurez, pared gruesa (1.0-1.6 μm),

densamente ornamentadas con espinas finas, formando una superficie asperulada irregular.

Hábitat y temporada: Hipogeo, gregario en bosque de encinos con elementos mesófilos de montaña, posible asociación micorrízica con *Quercus* y *Carpinus caroliniana*. Septiembre.

Material revisado: MICHOACÁN, Uruapan, La Alberca (Toreo El Alto), 14 de Septiembre 2011, Gómez-Reyes 750 (EBUM 023159).

Discusión: La superficie del peridio de *E. aculeatus* puede ser similar a *E. granulatus* o *E. muricatus*, sin embargo la primera se distingue por presentar las verrugas piramidales con el ápice negro y la capa intermedia (mesocutis) formando un patrón piramidal negro. Además, las esporas de *E. aculeatus* son de menor tamaño (15-18 μm) que en las otras dos especies.

Elaphomyces aculeatus se ha reportado de Europa (Dodge, 1929; Hawker, 1952; Pegler et al., 1993), en posible asociación con *Quercus*, *Fagus*, *Fraxinus* y *Corylus*, destacando el bajo número de citas y ejemplares depositados en herbarios. Éste es el primer reporte de su presencia en México, con lo que su distribución se extiende al continente americano, habiéndose colectado en asociación potencial con *Carpinus caroliniana* Walter.

Elaphomyces maculatus

Vittad. *Monogr. Tubercac.* 66. 1831.

Figura 1d-f

Ascoma de 14-25 x 10-21 mm, globoso, subgloboso a piriforme, de consistencia carbonácea, negruzca, superficie lisa a ligeramente verrugosa a la lupa, algunos ejemplares presentan manchas verdosas que son persistentes en material seco. Peridio de 1-1.3 mm de grosor, compuesto por dos capas; el epicutis de 250-300 μm de grosor es de consistencia carbonácea, compuesta de hifas ramificadas de 3 a 6 μm de ancho, estrechas, septadas y entrelazadas, de color café

amarillento con paredes de 0.6-1.2 μm de grosor. El subcutis de 600-1000 μm de ancho, blanquecino, compuesto por hifas de 4-9 μm de grosor, septadas, entremezcladas, ensanchadas y hialinas con paredes de 0.4-1 μm de grosor. Gleba blanquecina o grisácea algodonosa cuando joven a negra pulverulenta en la madurez, compuesta de hifas de 2 a 3 μm , estrechas, ramificadas con incrustaciones en la pared. Olor y sabor no determinado. Ascas de 52-76.6 x 53-77 μm globosas a subglobosas, octospóricas, con pared delgada. Esporas de 28-34 x 29-35 μm , globosas (Q= 1.01), de color café hialinas cuando inmaduras a café oscuro a casi negras a la madurez, de pared gruesa (1.8 a 2.7 μm), ornamentadas con espinas muy pequeñas dando la apariencia de ser granulosas.

Hábitat y temporada: Hipogeo, gregario en bosque de pino-encino, posible asociación con *Quercus castanea*. Agosto.

Material revisado: MICHOACÁN, Uruapan, Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, 22 de Agosto 2009, *Gómez-Reyes 643* (EBUM 023157).

Discusión: *Elaphomyces maculatus* y *E. septatus* son considerados como sinónimos, ambas especies pertenecen al grupo *Elaphomyces* que presentan peridio liso, de consistencia carbonácea y esporas grandes (\approx 28-34 μm), sin embargo, *E. maculatus* presenta rizomorfos verdes en el peridio persistentes en material seco, mientras que *E. septatus* carece de dichos rizomorfos, además, las esporas de *E. septatus* son de menor tamaño ($>$ 32 μm) y de color café amarillento.

Otras especies que presentan peridio liso y de consistencia carbonácea son *E. anthracinus* Vittad. y *E. leveillei* Tul. & C. Tul. Sin embargo, se distinguen de *E. maculatus* por presentar esporas de menor tamaño, que en *E. anthracinus* varían de 15-19 μm y en *E. leveillei* de 22-26 μm de diám.

Elaphomyces maculatus ha sido citada de diversos países europeos (Dodge, 1929; Montecchi y Sarasini, 2000;

Siller *et al.*, 2005; Saitta *et al.*, 2009), es una especie considerada bajo protección debido al reducido número de registros y a su distribución restringida en países como Hungría, Italia, Francia, Noruega, Suecia, Alemania, España. Ésta es la primera referencia de *E. maculatus* fuera del continente europeo.

Elaphomyces muricatus

Fr. *Syst. mycol.* 3: 59. 1829.

Figura 1G-I

Ascoma de 20-48 mm de diám., subgloboso o depresado, firme, correoso, café amarillento, la superficie es verrugosa, de 2 a 4 mm de alto. Peridio de 1 a 3 mm de grosor, compuesto por dos capas, el epicutis de 300 a 500 μm de ancho con verrugas piramidales amarillentas, compuesta de hifas entrelazadas 3-5 μm de grosor, amarillentas, el subcutis de 800-2500 μm de grosor, de color blanquecino, amarillento, naranja, a marmoleado con vetas blancas compuestas de hifas de 3 a 6 μm de ancho, entremezcladas. Gleba inicialmente blanca algodonosa en especímenes maduros a negruzca pulverulenta con numerosas venas blancas. Olor y sabor no registrado. Ascas de 32.5-38 x 35-42 μm , subglobosas a piriformes, con 2-4 esporas por asca. Esporas de 26-30 (32) μm de diámetro globosas (Q= 1.0), de color café oscuro a negruzcas de pared gruesa, con espinas de 2-3 μm de longitud.

Hábitat y temporada: Hipogeo, solitario a gregario en bosque de pino-encino, posible asociación con *Quercus rugosa* y *Q. laurina*. Julio-Octubre.

Material revisado: MICHOACÁN, Quiroga, El Tigre, 23 de Julio de 2011, *Gómez-Reyes 718* (EBUM 023158); Michoacán, Uruapan, La Alberca (Toreo El Alto), 14 de Septiembre de 2011, *Gómez-Reyes s/n* (EBUM 023160); Michoacán, Morelia, Ichaqueo, 19 de Octubre de 2011, *Gómez-Reyes 760* (EBUM 023161).

Discusión: *Elaphomyces muricatus* y *E. granulatus* presentan una apariencia similar, aunque la primera especie se

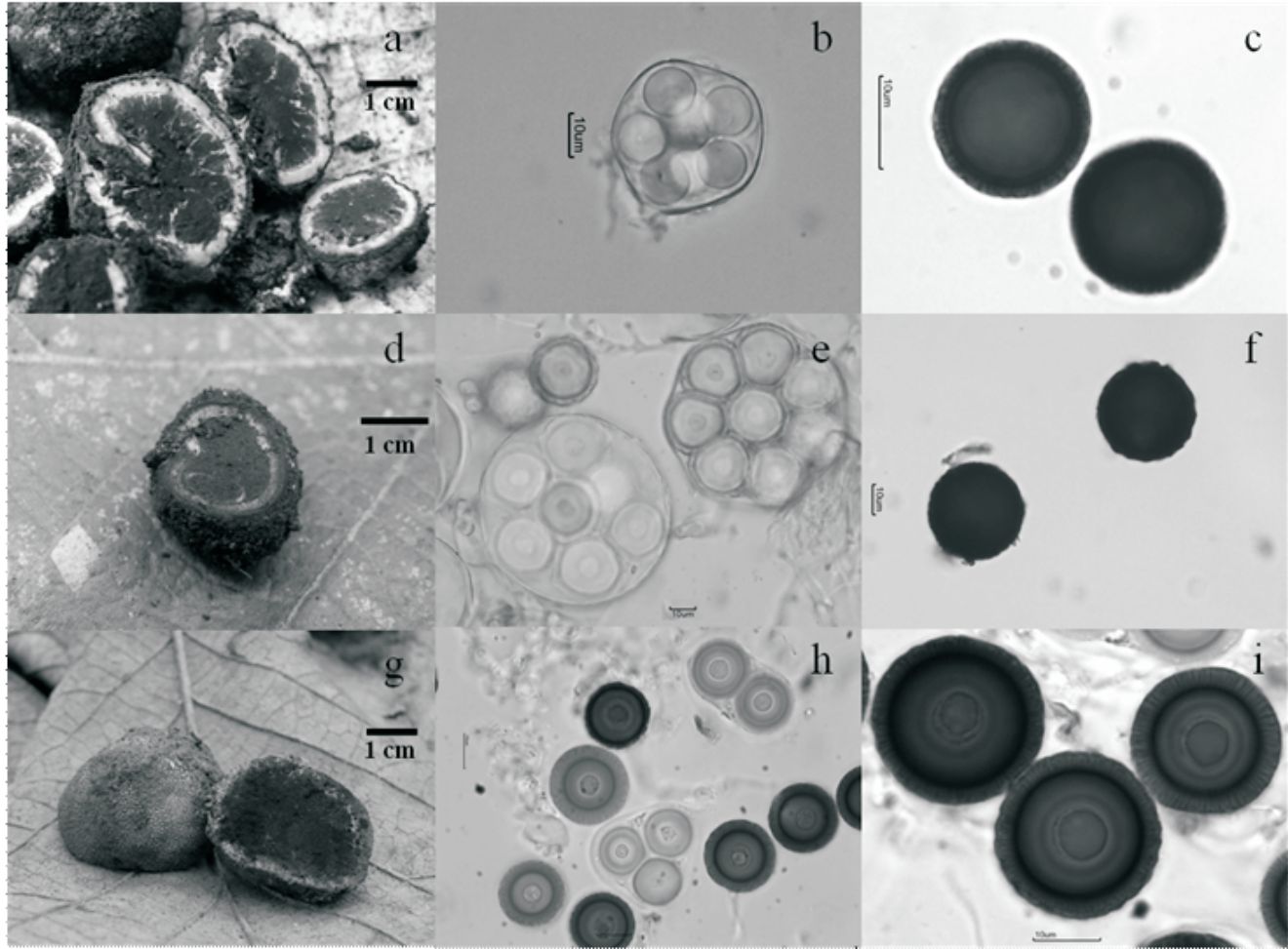


Figura 1. Ascomas y estructuras de diferentes especies de *Elaphomyces*. a-c: *Elaphomyces aculeatus* (Gómez-Reyes 750), a. Corte transversal de ascoma, b. Asca, c. Ascosporas 1000x. d-f: *E. maculatus* (Gómez-Reyes 643), d. Corte transversal de ascoma, e. Ascas, f. Ascosporas 1000 x. g-i: *E. muricatus* (Gómez-Reyes 718), g. Corte transversal de ascoma, h. Ascas, i. Ascosporas 1000 x.

distingue por la apariencia marmolada del peridio y el tamaño más pequeños de sus esporas. La distribución de *E. muricatus* es amplia, se ha citado de Europa (Hawker, 1954, 1974; Pegler *et al.*, 1993; Álvarez *et al.*, 1993; Diamandis y Perlerou, 2008), de América (Danielson, 1979; Trappe *et al.*, 1979; Garza *et al.*, 1985; Cázares *et al.*, 1992 ; Trappe *et al.*, 2009) y Asia (Wang, 2011).

Clave para identificar las especies de *Elaphomyces* tratadas

1a. Ascoma negro de consistencia carbonácea y manchas

verdosas. Esporas de 28-34x29-35 μm..... *E. maculatus*
 1b. Ascoma café amarillento o café rojizo con verrugas piramidales. Esporas de menor tamaño2
 2a. Ascoma café rojizo con verrugas piramidales con el ápice negro. Peridio en corte transversal negro, en patrón piramidal. Esporas de 15-18 μm de diámetro.....*E. aculeatus*
 2b. Ascoma café amarillento con verrugas piramidales sin el ápice negro. Peridio en corte transversal amarillento o naranja con vetas blancas en patrón marmoleado. Esporas de 26-30 (32)μm de diámetro.....*E. muricatus*

Agradecimientos

El primero de los autores agradece a la Fundación Carolina y la Secretaría de Relaciones Exteriores de México por la beca otorgada para realizar los estudios de doctorado. Guevara agradece al SEP-ANUIES y DGEST por el apoyo económico brindado para este estudio.

Literatura citada

- Álvarez, I. F., J. Parladé, J. M. Trappe, M. A. Castellano, 1993. Hypogeous mycorrhizal fungi of Spain. *Mycotaxon* 47: 201-217.
- Bello, G.M.A., J. Labat, 1987. Los encinos (*Quercus*) del estado de Michoacán, México. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos y Centre d'Etudes Mexicaines et Centraméricaines, México, D.F.
- Castellano, M.A., J.M. Trappe, Z. Maser, C. Maser, 1989. Keys to spores of the genera of hypogeous fungi of north temperate forests with special reference to animal mycophagy. Mad River Press, Eureka.
- Castellano, M.A., J.M. Trappe, K. Vernes, 2011. Australian species of *Elaphomyces* (Elaphomycetaceae, Eurotiales, Ascomycota). *Australian Systematic Botany* 24: 32-57.
- Cázares, E., J. García, J. Castillo, J. M. Trappe, 1992. Hypogeous fungi from Northern Mexico. *Mycologia* 84(3):341-359.
- Danielson, R.M., 1979. Hypogeous ascomycetes in Alberta, Canada with two new North American records. *Mycotaxon* 9: 445-450.
- Diamandis, S., C. Perlerou, 2008. Recent records of hypogeous fungi in Greece. *Acta Mycologica* 43:139-142.
- Dodge, C.W., 1929. The higher Plectascales. *Annales Mycologici* 27:145-184.
- Garza, F., J. García, J. Castillo, 1985. Macromicetos asociados al bosque de *Quercus rysophylla* en algunas localidades del centro del Estado de Nuevo León. *Revista Mexicana de Micología* 1:423-438.
- Guevara, G., M.A. Castellano, J. García, E. Cázares, J.M. Trappe, 2008. *Hysterangium* (Hysterangiales, Hysterangiaceae) from Northern Mexico. *Revista Mexicana de Micología* 28:95-100.
- Hawker, L.E., 1952. Hypogaeous Fungi. II. A new variety of *Hydnangium carneum* Wallr. from North Wales. III. Three new British records: *Gautieria morchellaeformi* Vitt., *Hymenogaster hessei* Soehner

- and *Elaphomyces aculeatus* Vitt. *Transactions British Mycological Society* 35:279-284.
- Hawker, L. E., 1954. British hypogeous fungi. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 237:430-546
- Heim, R., 1957. Sur les psilocybes hallucinatoires des Azteques et sur le microendémisme des agarics utilisés par les Indiens du Mexique à des fins divinatoires. *Revue Mycologique* 22(3): 300-305.
- Hosford, D. R., J. M. Trappe, 1980. Taxonomic studies on the genus *Rhizopogon*, II. Notes and new records of species from Mexico and Caribbean countries. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 14:3-15.
- Herrera, F., M.J., L. Guzmán Dávalos, O. Rodríguez, 2002. Contribución al conocimiento de la micobiota de la región de San Sebastian del Oeste, Jalisco, México. *Acta Botánica Mexicana* 58:19-50.
- Medel, R., G. Guzmán, S. Chacón, 1999. Especies de macromicetos citadas de México IX. Ascomycetes. Parte 3: 1983-1996. *Acta Botánica Mexicana* 46: 57-72.
- Medel, R., 2007. Especies de Ascomycetes citadas en México IV: 1996-2006. *Revista Mexicana de Micología* 25:69-76.
- Montecchi, A., M. Sarasini, 2000. Funghi ipogei d'Europa. *Associazione Micologica Bresadola, Fondazione Centro Studi Micologici, Vicenza*.
- Pegler, D.N., B.M. Spooner y T.W.K. Young, 1993. British truffles: A revision of British hypogeous fungi. The Royal Botanic Gardens, Kew.
- Saitta, A., M.L. Gargano, G. Venturella, 2009. *Elaphomyces citrinus* and *Elaphomyces maculatus* in Sicily (southern Italy). *Mycotaxon* 109:269-274.
- Sandoval-Porras, J.A., M.A. Vázquez-Dávila, Y. Venegas-Juárez, 2010. Hongos comercializados en los mercados tradicionales de Oaxaca, México. XIV Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. San José, Costa Rica, noviembre 8-13, p.127.
- Siller, I., G. Vasas, F. Pál-Fám, Z. Bratek, I. Zagyva, L. Fodor, 2005. Hungarian distribution of the legally protected macrofungi species. *Studia Botanica Hungarica* 36:131-163.
- Trappe, J. M., G. Guzmán, 1971. Notes on some hypogeous fungi from Mexico. *Mycologia* 63:317-332.
- Trappe, J.M., G. Guzmán, C. Vázquez-Salinas, 1979. Observaciones sobre la identificación, distribución y usos de los hongos del género *Elaphomyces* en México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 13:145-150.
- Trappe, J. M., F. Evans, J. M. Trappe, 2007. Field guide to North American truffles. Ten Speed Press, Berkeley.
- Trappe, J.M., R. Molina, D.L. Luoma, E. Cázares, D. Pilz, J.E. Smith, M.A. Castellano, S.L. Miller, M. J. Trappe, 2009. Diversity, ecology, and conservation of truffle fungi in forest of the Pacific Northwest. US Department of Agriculture, Forest Service General Technical Report, PNW-GTR-772.
- Wang, Y. Z., 2011. Two species of *Elaphomyces* (Ascomycota, Elaphomycetaceae) in Taiwan. *Collection and Research* 24:79-81.