

Evangelina Pérez-Silva¹
Martín Esqueda²
Teófilo Herrera¹

¹UNAM, Instituto de Biología, Departamento de Botánica, Laboratorio de Micología. Apartado Postal 70-233, México, D.F., 04510.
²Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Apartado Postal 1735, Hermosillo, Sonora, México, 83000

Toxic macromycetes of Sonora, Mexico

Abstract. The actual knowledge of toxic macromycetes from Sonora, Mexico is scarce. Fourteen agaric species were studied, which produce different type of mycetism: a) Phalloid mycetism: *Amanita bisporigera* and *A. virosa*. b) Coprinus mycetism: *Coprinopsis atramentaria*. c) Muscarinic mycetism: *Amanita muscaria* var. *muscaria* and *A. muscaria* subsp. *flavivolvata*. d) Pantherina mycetism: *Amanita pantherina* and *Inocybe erubescens*. e) Gastrointestinal mycetism: *Amanita gemmata*, *Agaricus xanthoderma*, *Chlorophyllum molybdites*, *Omphalotus olearius*, *Cortinarius cinnabarinus* and *C. semisanguineus*. It is mentioned the different vegetation types where the studied species are growing. There is not any record of mycetism in Sonora.

Key words: Mycetisms, Agaricales, *Amanita*.

Resumen. El conocimiento actual de los macromicetos tóxicos en Sonora, México, es escaso. Se estudiaron 14 especies de Agaricales, las cuales provocan diferentes tipos de micetismos: a) Faloidiano: *Amanita bisporigera*, *A. verna* y *A. virosa*. b) Coprínico: *Coprinopsis atramentaria*. c) Muscarínico: *Amanita muscaria* var. *muscaria* y *A. muscaria* subsp. *flavivolvata*. d) Panterínico: *Amanita pantherina* e *Inocybe erubescens*. e) Gastrointestinal: *Amanita gemmata*, *Agaricus xanthoderma*, *Chlorophyllum molybdites*, *Omphalotus olearius*, *Cortinarius cinnabarinus* y *C. semisanguineus*. Se mencionan los diferentes tipos de vegetación en los que se desarrollan las especies estudiadas. No se conoce ningún registro de micetismo en Sonora.

Palabras clave: Micetismos, Agaricales, *Amanita*.

Received 6 August 2008; accepted 9 December 2008.
Recibido 6 de agosto 2008; aceptado 9 de diciembre 2008.

Introducción

Dado el interés de conocer la micobiota de Sonora, se seleccionaron los hongos tóxicos recolectados en bosque de pino (*Pinus* spp.), pino-encino (*Pinus-Quercus*) y encino (*Quercus* spp.), donde se desarrollan como saprobios o formando micorrizas al asociarse con plantas superiores. De 1990 a la fecha se han publicado varios trabajos sobre

macromicetos de Sonora e incluyen algunos hongos tóxicos (Esqueda *et al.*, 1995; Pérez-Silva y Herrera, 1991; Pérez-Silva *et al.*, 2006). Asimismo para México, Pérez-Silva y Herrera (1986, 1991, 2003) han realizado algunos estudios sobre este grupo de macromicetos.

Materiales y métodos

El material considerado proviene de 13 muestreos realizados

Autor para correspondencia: Evangelina Pérez-Silva
psilva@ibiologia.unam.mx

de 1992 a 2005, en 21 localidades (Tabla 1) y en algunas de ellas se indica su georreferencia. La determinación taxonómica está basada en Jenkins (1977), Lincoff y Mitchel (1977), Pérez-Silva y Herrera (1991) y Gerhardt *et al.* (2000), y la caracterización de micetismos en Wieland (1986), Bresinsky y Besl (1990) y Benjamin (1995). Para cada taxón se incluye la localidad numerada según Tabla 1, colector, fecha y siglas de los herbarios. Los colectores se indican con iniciales: M. Amaya (MA), A. Armenta (AA), M. Coronado (MC), I. Encinas (IE), M. Esqueda (ME), A. Gómez (AG), T. Herrera (TH), J. Miranda (JM), E. Pérez-Silva (EPS), L. Rodríguez (LR), R. Rodríguez (RR), A. Sánchez (AS) y G. Yáñez (GY). Las localidades con registro previo de hongos

tóxicos basado en Pérez-Silva *et al.* (2006), se indican con un punto negro (●) Los especímenes estudiados están depositados en la Colección de Hongos del Herbario Nacional de México (MEXU) del IBUNAM, con algunos duplicados en la Colección de Macromicetos del CESUES, Unidad Hermosillo. No se incluyeron datos etnomicológicos debido principalmente a que en las localidades donde procede el material, nunca se encontraron personas que habitaran estos sitios. La única localidad donde se obtuvo alguna información fue el rancho Las Uvalamas, en donde solamente usan el hongo *Lycoperdon* o *Calvatia* para curar heridas o cortadas en la piel.

Tabla 1. Localidades de muestreo y tipos de vegetación donde se recolectaron los hongos tóxicos

Municipio	Localidad	Vegetación
Agua Prieta Álamos	1. A 4 Km de Agua Prieta a Nacozari (31°17' N, 109°33' O)	M
	2. Rancho La Sierrita (26°58'27" N, 108°56'40" O)	SBC
	3. A 12.3 km del camino de Álamos a Guinicoba (26°58'27" N, 108°56'11" O)	SBC
Arizpe Cananea	4. A orillas del poblado (30°20' N, 110°10' O)	M
	5. El Campamento (30°58'22" N, 109°57'38" O)	BEP y BG
	6. Puerto de Cananea (30°59' N, 110°18' O)	BPEG
Cumpas Fronteras	7. El Encinal (30°00'02" N, 109°33'29" O)	BE
	8. La Valdeza (30°38'06" N, 109°47'22" O)	BEA
	9. La Sal (30°57'22" N, 109°56'55" O)	BG
Guaymas	10. Cañón de Nacapule	SBC
Hermosillo	11. Zona urbana (29°01' N, 110°58' O)	R
Huásabas	12. Granados a orillas del río Bavispe	
Nácori Chico	13. Mesa Tres Ríos	BPEG
Nacozari de García	14. Mexicana del Cobre	
Ónavas	15. Km 204.5 carretera Hermosillo a Yécora (28°28' N, 109°18' O)	BPEG
Plutarco Elías Calles	16. Papalote (31°55'44" N, 113° ó 114°O)	M
Yécora		BP
	17. Km 12.5 camino de Yécora a Santa Rosa	BP
	18. Km 251 carretera Hermosillo a Yécora (28°22'19" N, 109°04' O)	
	19. Km 258 carretera Hermosillo a Yécora (28°22'19" N, 109°04' O)	BE
	20. 4.8 km camino Yécora a Sahuaripa	BEEP
	21. Sur de Cabañas	BP

Tipos de vegetación: Selva baja caducifolia (SBC), mezquital (M), bosque de encino (BE), bosque de pino-encino asociado con bosque en galería (BPEG), bosque de encino abierto (BEA), bosque de pino (BP), bosque de encino-pino (BEP), bosque de galería (BG), bosque de encino-enebro-pino (BEEP), ruderal (R).



Resultados y discusión

La clasificación de los micetismos está basada en el criterio de Lincoff y Mitchel (1977), quienes consideran cuatro grupos de toxinas de acuerdo a sus efectos físicos y tiempos de incubación larga o corta de los síntomas. Con base en las especies determinadas, se describen los micetismos faloidiano o ciclopeptídico, muscarínico, coprínico y gastrointestinal.

En el grupo denominado A, las toxinas son de efecto citotóxico, los primeros síntomas se presentan de 6-10 h después de la ingestión de los hongos, causan destrucción celular en el hígado y riñón y generalmente ocasionan la muerte en 24-72 h. Comprende los subgrupos: I, en el que las toxinas son ciclopéptidos (falotoxinas, amanitinas y virotoxinas); las especies responsables son *Amanita bisporigera*, *A. verna*, *A. virosa*; de los subgrupos II y III, hasta el momento no se han encontrado especies pertenecientes a estos grupos.

En el grupo B, las toxinas afectan directamente al sistema nervioso autónomo, los síntomas se manifiestan a partir de 20 min a 2 h. Comprende los subgrupos: IV, en el cual las toxinas son disulfuranos, de efecto antabuse ya que sólo producen síntomas en presencia de alcohol; el género responsable es *Coprinopsis*; en el subgrupo V, la toxina es la muscarina y las especies responsables pertenecen a los géneros *Inocybe*, *Amanita* y *Clitocybe*.

En el grupo C, las toxinas afectan directamente al sistema nervioso central, los síntomas se presentan de 30 min a 3 ó 4 h; en el subgrupo VI, las toxinas son ácido iboténico, muscarina, muscazona, ácido tricolómico, ácidos estizolóbico y estizolobínico y las especies responsables son *Amanita muscaria* y *A. pantherina*; en el subgrupo VII, las toxinas son psilocina y psilocibina y las especies responsables pertenecen al género *Psilocybe*; no se han encontrado especies alucinógenas en Sonora. El grupo D, incluye

numerosas especies cuyas toxinas causan trastornos gastrointestinales, los síntomas se presentan de 30 min a 3 h después de la ingestión; aquí se incluyen especies de los géneros *Chlorophyllum*, *Cortinarius*, *Entoloma*, *Boletus*, *Lactarius*, *Agaricus*, *Amanita* y *Russula*, entre otros.

Micetismo faloidiano

Debido a que es mortal, es el micetismo más importante de todos. Las especies registradas en Sonora, corresponden a *Amanita bisporigera*, *A. verna* y *A. virosa*. Estas son las especies más peligrosas porque contienen toxinas mortales termoestables, pues aún cuando los hongos se hiervan las toxinas (ciclopéptidos azufrados: falotoxinas y amanotoxinas) no se destruyen.

Amanita bisporigera Atk.

Material estudiado: Localidad 18 (●) .

El conocimiento sobre la distribución de esta especie en el país, es amplia (Pérez-Silva y Herrera, 1991). En el noroeste de México, se ha citado también para Baja California Sur, en donde no consumen hongos silvestres al igual que en Sonora; en ambas entidades no existen estudios sobre la toxicidad de esta especie (Pérez-Silva y León de la Luz, 1997; Pérez-Silva *et al.*, 2006). Es posible su presencia en otras localidades con bosque de *Quercus* spp.

Amanita verna (Bull.) Lam.

Fig. 1

Material estudiado: Localidad 5, ME, SG, AS, MC, 22.II.2005 (CESUES 5720). Localidad 18 (●) Localidad 19 (●) Localidad 21 (●) .

Esta especie se ha citado con más frecuencia que la anterior, incluyendo casos fatales en el Distrito Federal (Pérez-Silva, 2004), Querétaro (Pérez-Silva y Herrera, 2003) y Veracruz, entre otros (Heim, 1957; Pérez-Silva *et al.*, 1970). En el noroeste de México, también se ha registrado para Baja California Sur (Pérez-Silva y León de la Luz, 1997). En

Europa y Norte América se le conoce tradicionalmente como el “ángel destructor”. Fácil de confundir sus primordios con fases juveniles de otros géneros de hongos blancos, v.g., *Agaricus*, la mayoría de ellos comestibles, aunado a que su volva libre, gruesa, carnososa, blanca, la cual puede dejar restos en la superficie del píleo, es fácil de desprenderse por efecto de la lluvia.

El consumo de esta especie es generalmente de efecto tardío de 4 a 6 h. Durante el proceso de intoxicación se manifiestan cuatro fases: 1, proceso de incubación de 4-6 h (Moreno *et al.*, 1986); 2, proceso coleriforme, de 12-24 h se presentan vómitos y diarreas, deshidratación y calambres, taquicardia; 3, proceso de mejoría aparente después de 36 h; 4, proceso de agresión visceral después de 72 h, con insuficiencia hepática y renal, aumento de transaminasas, severos cuadros de hemorragias internas en hígado y riñón.

Chinchilla *et al.* (1982) realizaron la extracción de amanotoxinas (amanitinas) con material de México y demostraron su comportamiento igual de agresivas que las presentes en *A. phalloides*, especie europea ausente en la micobiota mexicana. El hombre ha encontrado la forma de aprovechar como alimento especies de *Amanita* (*A. caesarea*), pero si no existe experiencia para reconocerlos y se consumen en forma indiscriminada, pueden ocurrir casos fatales, esta última es de color rojo-amarillenta en los bordes del sombrero.

Amanita virosa (Fr.) Bertill.

Figura 2

Material estudiado: Localidad 15 (●) Localidad 21, EPS, ME, TH, AA, 21.IX.2002 (CESUES 3887).

Especie citada para Chihuahua, Hidalgo, Morelos, Oaxaca y Veracruz (Pérez-Silva y Herrera, 1991). En esta ocasión se amplía y precisa el conocimiento de su distribución en Sonora. La prueba de Wieland positiva es básica para la detección de α , β , y γ amanotoxinas, que se consideran las más tóxicas y al parecer se comportan igual que las amanotoxinas

de *A. verna* (Wieland, 1986). Esta especie quimiotaxonómicamente contiene tres tipos de toxinas: amanotoxinas, falotoxinas y virosinas (Wieland, 1986; Bresinsky y Besl, 1990; Benjamin, 1995), que son heptapéptidos monocíclicos y su átomo de azufre está en forma de sulfóxido; de estas últimas se conocen dos, la viroidina y la viroína, su acción es similar a las falotoxinas. Por vía experimental pueden ocasionar la muerte en 2-5 h en cantidades de 2-3 mg/kg en ratones.

Micetismo coprínico o condicionado

Coprinopsis atramentaria (Bull.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo

Material estudiado: Localidad 5, ME, SG. AS, MC, 22.II.2005, (CESUES 5735). Localidad 11 (●) Localidad 13 (●) .

Registrada previamente para Sonora en zonas urbanas de Hermosillo (Esqueda *et al.*, 1995), Nácori Chico (Pérez-Silva *et al.*, 2006) y en esta ocasión se amplía el conocimiento de su distribución en Cananea. Con frecuencia se ha encontrado en lugares estercolados, al pie de árboles en bordes de caminos; en su fase adulta es delicuescente, dejando un manchón negro semejante a tinta negra, en el lugar de la recolección.

El micetismo se presenta por consumir hongos junto con bebidas alcohólicas. Los síntomas ocurren desde 20 min a 2 ó 3 h, incluso después de 72 h, con enrojecimiento de cara y cuello, en casos severos en otras partes del cuerpo. También existe hormigueo en brazos y piernas, trastornos cardiovasculares como cambio del ritmo cardíaco y de la presión arterial, y sabor a metal en la boca. La toxina causal corresponde a la coprina N-(1-hidroxi-ciclopropil-glutamina), como tal es inactiva, pero en el organismo se descompone en hidrato de ciclopropano, que interfiere con la función de la acetil deshidro-deshidrogenasa en el hígado. Esto provoca que se retarde el metabolismo normal y se produzcan concentraciones elevadas de aldehído en la sangre, que da lugar a los síntomas señalados.



Figuras 1-5. Macromicetos tóxicos. 1. *Amanita verna*, 2. *Amanita virosa* (diversos estadios, foto M. Esqueda), 3. *Amanita muscaria* var. *muscaria* (foto M. Esqueda), 4. *Amanita gemmata*, 5. *Omphalotus olearius*.

Micetismo muscarínico

Los hongos causantes de este tipo de micetismo corresponden a *Amanita*, *Clitocybe*, *Inocybe* y *Mycena*.

Amanita muscaria var. *muscaria* (L.) Lam.

Figura 3

Material estudiado: Localidad 5, SG, AS, ME, MC, 02.II.2005 (CESUES 5745). Localidad 18 (●) .

La especie puede confundirse con *A. muscaria* subsp. *flavivolvata*, la cual presenta escamas, borde del anillo y restos de volva anillada amarillos (Jenkins, 1977). En ambas especies las esporas con Melzer son negativas. Estos hongos son conocidos tradicionalmente con el nombre de “hongo matamoscas”, en el Distrito Federal y en varios estados (Pérez-Silva y Herrera, 1991). La caracterización del micetismo que ocasiona ha sido descrita para otras entidades

del país (Pérez-Silva y Herrera, 1991; Pérez-Silva, 2004). Además de la muscarina, intervienen derivados del isoxazol: muscimol, ácido iboténico y muscazona (Moreno *et al.*, 1986); con una acción insecticida y narcótica que provoca embriaguez similar a una intoxicación etílica. Los síntomas se presentan de 30 min a 2 h, después de la ingestión. Las manifestaciones pueden estar precedidas de náusea, vómito, delirio, éxtasis, euforia, alucinaciones y sueño progresivo.

Amanita muscaria subsp. *flavivolvata* Singer
Material estudiado: Localidad 17 (●) EPS, ME, MC, 15.VIII.1991 (MEXU 23275).
Para Sonora, este taxón sólo se conocía del municipio de Yécora (Pérez-Silva *et al.*, 2006), en esta ocasión se amplía el conocimiento de su distribución para el municipio de Cananea dentro de los límites de la Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre Ajos-Bavispe (Gómez-Melo, 2007). No se tienen datos precisos de la intoxicación por esta subespecie, pero es probable que contenga las mismas toxinas que *A. muscaria* var. *muscaria*. Los síntomas se presentan entre 15 min y 2-3 h después de su consumo. Por lo general se presenta vómito, diarrea acompañada de cólicos, constricción de pupilas, delirio, perturbación en la visión, aumento de presión, pulso lento y asma bronquial.

Este tipo de micetismo no es grave, aunque ocasionalmente cuando se ingieren altas dosis puede provocar la muerte. El tratamiento dependerá de la gravedad de la intoxicación, si se trata de un adulto o un infante. Se recomienda de inmediato aplicar un vomitivo, un vaso con agua caliente con 2 ó 3 cucharadas de sal, que ayudan a expulsar el contenido estomacal; una pastilla de carbón vegetal activado o tortilla quemada y molida, disuelta en un vaso de agua y un purgante para tratar de eliminar toxinas en el intestino. Se recomienda administrar cada 0.5-1 h, 1-2 mg de atropina por vía intramuscular o venosa (Bresinsky y Besl, 1990; Benjamín, 1995); en niños, según la edad de 0.2-0.4 mg.

Micetismo panterínico
Amanita pantherina (DC.) Krombh.
Material estudiado: Localidad 5, SG, AS, ME, MC, 02.II.2005 (CESUES 5759). Localidad 17 (●) Localidad 18 (●) .
Esta especie se desarrolla en bosques de coníferas, solitaria o en grupos. Se conocía solamente de Yécora (Pérez-Silva *et al.*, 2006) y en esta ocasión se amplía el conocimiento de su distribución para Cananea en bosques de coníferas. Es de amplia distribución en el país (Pérez-Silva y Herrera, 1991). La ingestión de *A. pantherina* provoca síntomas más severos que los de *A. muscaria* var. *muscaria*. Las toxinas responsables además del ácido iboténico y muscimol, son ácido estizolóbico y ácido estizolobilínico. Pueden presentarse ataques nerviosos y calambres musculares. El sueño puede extenderse durante 15 h continuas y transcurrido este tiempo, el individuo vuelve a la normalidad. Estos micetismos no deben tratarse con atropina. Así mismo el Diazepam no es sugerido porque se refuerza el efecto del muscimol (Moreno *et al.*, 1986). Lo adecuado es administrar lentamente 2 mg de fisostigmina por vía intravenosa, ya que puede ocasionar convulsiones. Es raro que se presente el vómito, para lo cual se tendrá cuidado de hidratar al enfermo.

Inocybe erubescens A. Blytt
Material estudiado: Localidad 7, ME, AS, SG, MC, 22.II.2005 (CESUES 5780).
Se amplía el conocimiento de su distribución en México y se cita por primera vez para la micobiota de Sonora, donde no se tienen registros de intoxicación. Esta especie puede confundirse con *I. godeyii* Gillet o *I. napipes* J.E. Lange, ya que pueden presentar la misma coloración, diferenciándose principalmente por las esporas de color moreno ferruginoso y de pared lisa, subfaseoliformes, y por la presencia de pelos cistidiformes o metuloides, esporas amigdaliformes y verdaderos cistidios en los otros taxones. El basidioma puede presentar aromas afrutados. Las características de este

micetismo fueron citadas por Pérez-Silva y Herrera (1991). Las toxinas de esta especie son aminos derivadas de la colina, tienen acción colinérgica mediante la estimulación del sistema nervioso parasimpático. *I. erubescens*, citada como *I. patouillardii* Bres. por Pérez-Silva (1967) está considerada como tóxica (Stijve, 1982) por su alto contenido de muscarina.

Micetismo gastrointestinal
Este tipo es el más frecuente, se presenta por consumo de hongos silvestres, inclusive en zonas urbanas debido a que las personas no toman ninguna de las siguientes precauciones: nunca consumirlos crudos, de hecho a veces hay que hervirlos 2 veces, desechar el agua y después preparar el guisado. Los síntomas se inician de 30 a 45 min después de su consumo y transcurrido este tiempo, generalmente existe vómito, dolor de estómago y diarrea. Se aconseja un purgante, tomar pastillas de carbón activado, consumir agua en exceso, tortilla quemada, molida y disuelta en agua. Es recomendable conservar parte del material que se consume fresco o guisado y mostrarlo al médico; asimismo, llevarle restos de vómito, que servirán para identificar esporas y que orientarán al médico para saber con qué se intoxicaron y a los especialistas les permitirá identificar las esporas y las especies de hongos consumidos. Los hongos desarrollan toxinas durante su metabolismo; actualmente se conocen las más peligrosas, pero de muchas especies no se conocen sus toxinas. A continuación se mencionan algunas especies que provocan este tipo de micetismo; para cada género las toxinas son diferentes.

Amanita gemmata (Fr.) Bertill.
Figura 4
Material estudiado: Localidad 12 (●) Localidad 15 (●) Localidad 18 (●) Localidad 19 (●) Contiene triptaminas y ácido iboténico.

Agaricus xanthoderma Genev.
Material estudiado: Localidad 4 (●) Localidad 2 (●) Localidad 6 (●) Localidad 11 (●) Localidad 16 (●), AS, IE, JM, EPS, 14.III.2005 (CESUES 5056). Contiene fenol.
Chlorophyllum molybdites (G. Mey.) Massee
Material estudiado: Localidad 13 (●) Localidad 10 (●) Contiene proteínas.

Omphalotus olearius (DC.) Singer
Figura 5
Material estudiado: Localidad 17 (●) Localidad 18 (●) . Localidad 19 (●) Localidad 20, EPS, ME, TH, DA, 21.IX.2002 (CESUES 3970). Contiene sesquiterpenos (iludina).

Cortinarius cinnabarinus Fr.
Material estudiado: Localidad 18 (●) Localidad 19 (●) Contiene pigmentos antraquinónicos: emodina, dermorrubina, dermocibina y flavomanina (Sánchez *et al.*, 1987).

Cortinarius semisanguineus (Fr.) Gillet
Material estudiado: Localidad 18 (●) Contiene los mismos pigmentos que *C. cinnabarinus*.

Conclusiones

Hasta el momento se conocen 14 géneros de hongos tóxicos para Sonora, los cuales se han encontrado en bosque de *Quercus* spp. (8), bosque de *Quercus-Pinus* spp. (7), bosque de *Pinus-Quercus* spp. (4), bosque de *Pinus* spp. (4), bosque de galería (3), bosque de *Pinus* spp.-enebro y galería (2), bosque de *Quercus* spp.-enebro y galería (2), selva baja caducifolia (2), mezquital (2), matorral mediano subinerme (1), matorral subinerme (1) y zona desértica (1) (Pérez-Silva

et al., 2006). Los Tipos de vegetación que presentaron el mayor número de especies tóxicas fueron el bosque de *Quercus* spp. (8) y bosque *Pinus* spp. (7). La distribución de los géneros y especies registradas en este estudio coincide con lo que se ha encontrado en otras regiones del país con vegetación semejante, así como en otras partes del mundo.

Aunque no se conocen casos concretos de micetismos en el estado de Sonora, debido en parte a la falta de costumbre de consumir hongos silvestres en la alimentación a nivel popular, se consideró importante elaborar el presente artículo, por la posibilidad de que en un futuro próximo el pueblo sonorense se decida a ingerir dichos hongos, considerando la influencia de las personas micófilas que con frecuencia llegan a dicha entidad federativa provenientes de diversas zonas de la República Mexicana. Por lo que es conveniente dar una orientación sobre el tema, porque las indagaciones que se hicieron respecto a casos de intoxicación por hongos, nos permiten deducir que son casi desconocidas pese a que en Sonora hay hongos tóxicos de muy diversos tipos, incluyendo hongos que producen intoxicaciones mortales, como son algunas especies del género *Amanita* que llegan a ser abundantes en los bosques templados de coníferas en el mencionado estado del país.

Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento a través del proyecto IN 218008 DGAPA; el apoyo de los alumnos del CESUES en diversas salidas de campo y a M. Pestaño, A. Ocampo, S. Ogarrío y E. Aguirre por el apoyo técnico.

Literatura citada

Benjamin, D.R., 1995. Mushrooms: poisons and panaceas. A handbook for naturalists, mycologists, and physicians. W.H. Freeman and Company, New York.

Bresinsky, M., H. Besl., 1990. A colour atlas of poisonous fungi. Wolfe Publishing, London.

Chinchilla, F.E., R.M. Aroche, E. Pérez-Silva, P. Fuentes, 1982. Aspectos taxonómicos químicos y farmacológicos de *Amanita verna* (Agaricales). Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 17: 130-139.

Esqueda-Valle, M., E. Pérez-Silva, R. E. Villegas, V. Araujo. 1995. Macromicetos de zonas urbanas, II: Hermosillo, Sonora, México. Revista Mexicana de Micología 11: 123-132.

Gerhardt, E., J. Vila, X. Llimona. 2000. Hongos de España y de Europa. Omega, Barcelona.

Gómez-Melo, J.S. 2007. Biodiversidad de Agaricales y caracterización de hábitat en la Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre Ajos-Bavispe, Sonora. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ecología. Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora. Sonora, México.

Heim, R. 1957. Sur un cas d’empoisonnement mortel causé au Mexique par l’ *Amanita bisporigera* Atk. Revue de Micologie 12: 208-216.

Jenkins, D.T. 1977. A taxonomic and nomenclatural study of the genus *Amanita* Section *Amanita* for North America. Cramer, Vaduz.

Lincoff, G., D.C. Mitchel. 1977. Toxic and hallucinogenic mushroom poisoning. A handbook for physicians and mushroom hunters. Van Nostrand Reinhold, New York.

Moreno, G., J.L. García-Manjón, A. Zugala. 1986. La guía de INCAFO de los hongos de la península Ibérica, Tomo I. INCAFO, Madrid.

Pérez-Silva, E., 1967. Les Inocybes du Mexique. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México Serie Botánica 38: 1-60.

Pérez-Silva, E., T. Herrera, G. Guzmán, 1970. Introducción al estudio de los macromicetos tóxicos de México. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 4: 49-54.

Pérez-Silva, E., T. Herrera, 1986. Macromicetos tóxicos: *Chlorophyllum molybdites* causante de micetismo gastrointestinal en México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural 38: 27-33.

Pérez-Silva, E., T. Herrera. 1991. Iconografía de Macromicetos de México. I *Amanita*. UNAM, Publicaciones Especiales 6. México, D.F.

Pérez-Silva, E., J.L. León de la Luz. 1997. Macromycetes of Baja California Sur, Mexico. Mycotaxon 63: 395-417.

Pérez-Silva, E., T. Herrera, 2003. Macromicetos asociados a un caso de intoxicación mortal en Querétaro. *In*: Soto, L.A. (ed.), A. Ayala-Castañares: Promotor e impulsor de la investigación científica. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México. pp. 353-357.

Pérez-Silva, E., 2004. Intoxicación por hongos. *In*: Gamboa-Marrufo, J.D. (ed.), Temas de Pediatría: Intoxicaciones. Asociación Mexicana de Pediatría, A.C. McGraw Hill, México. pp. 305-329.

Pérez-Silva, E., M. Esqueda, T. Herrera, M. Coronado, 2006. Nuevos registros de Agaricales de Sonora, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 77: 23.33.

Sánchez, E., E. Pérez-Silva, C. Pérez-Amador, 1987. Consideraciones quimiotaxonómicas para el estudio de algunas especies del género *Dermocybe* (Cortinariaceae) en México. Revista Mexicana de Micología 3: 189-2002.

Stijve, T., 1982. The occurrence of muscarine and muscinol in various fungi. Coolia 25: 94-100.

Wieland, T.H., 1986. Peptides of poisonous *Amanita* mushrooms. Springer-Verlag, New York.