

Alternativas para la atención oportuna de las intoxicaciones por consumo de hongos en México y Centroamérica

Amaranta Ramírez-Terrazo,^{1,2} Roberto Garibay-Orijel,^{2*} Ricardo Reyes-Chilpa,³ Alejandro Casas⁴ y Claudia Méndez-Espinoza⁵

¹Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México; ²Departamento de Botánica, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México; ³Departamento de Productos Naturales, Instituto de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México; ⁴Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Michoacán, Morelia, México; ⁵Investigadora independiente, Lotbinière, Québec, Canadá

Resumen

Antecedentes: En países donde el consumo de hongos es frecuente ocurren cientos de casos de micetismos al año, por lo que representan un problema de salud pública. En México, los micetismos son clasificados como una intoxicación gastrointestinal de tipo no bacteriano, lo que impide su atención oportuna. **Objetivo:** Crear una plataforma de libre acceso que sintetice y estandarice la información de los casos de micetismos y ofrezca herramientas para su diagnóstico y tratamiento oportuno. **Material y métodos:** En localidades donde han ocurrido casos de micetismos se obtuvo información sobre los hongos involucrados, las intoxicaciones ocurridas, protocolos de atención y procesamiento de muestras. **Resultados:** Se generaron cédulas que sintetizan y describen las intoxicaciones por hongos con mayor probabilidad de ocurrencia en México. En ellas se describen las características biológicas de los hongos, síntomas que provocan y su tratamiento. Se presenta una propuesta de protocolo para la atención del paciente y para el procesamiento de muestras biológicas. Por último, se incluye un formulario para recopilar información sobre los casos de intoxicaciones. **Conclusiones:** La información sistematizada y analizada sobre los micetismos permite simplificar su diagnóstico, atención y tratamiento. Los protocolos para la atención clínica y el procesamiento de muestras son la base para generar estrategias que eviten decesos por micetismo.

PALABRAS CLAVE: Hongos silvestres. Hongos tóxicos. Intoxicación. Micetismo.

Alternatives for mushroom poisoning timely care in Mexico and Central America

Abstract

Background: In countries where the consumption of mushrooms is common, hundreds of mushroom poisonings occur every year, which represents a public health problem. In Mexico, mushroom poisoning is classified as a non-bacterial gastrointestinal poisoning, which prevents timely care. **Objective:** To create a free-access platform that synthesizes and standardizes the information on mycetism cases and offers tools for diagnosis and timely treatment. **Material and methods:** In locations where cases of mycetism have occurred, information was obtained on the fungi involved, the poisonings that occurred, care protocols, and sample processing. **Results:** Infographics were generated that synthesize and describe the types of mycetism with the highest probability of occurrence in Mexico. Therein, the biological characteristics of fungi, the symptoms they cause and their treatment are described. A protocol proposal for patient care and for the processing of biological samples is presented. Finally, a form is included to collect information on cases of poisoning. **Conclusions:** Systematized and analyzed information

*Correspondencia:

Roberto Garibay-Orijel
E-mail: rgaribay@ib.unam.mx

Fecha de recepción: 11-03-2023

Fecha de aceptación: 03-05-2023

DOI: 10.24875/GMM.23000101

Gac Med Mex. 2023;159:309-321

Disponible en PubMed

www.gacetamedicademexico.com

0016-3813/© 2023 Academia Nacional de Medicina de México, A.C. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

on mycetism allows to simplify its diagnosis, attention and treatment. The protocols for clinical care and sample processing are the basis for generating strategies that prevent deaths due to mycetism.

KEYWORDS: Wild mushrooms. Toxic fungi. Poisoning. Mycetism.

Antecedentes

Una intoxicación fúngica o micetismo se entiende como el conjunto de malestares o síntomas causados por la ingesta de hongos macroscópicos (silvestres o cultivados) con constituyentes tóxicos presentes en el esporoma, incluso después de haber sido correctamente preparados o cocidos.¹⁻³ Las intoxicaciones por consumo de hongos son un fenómeno global.⁴ En países donde el consumo de hongos es frecuente, anualmente se registran cientos de casos.⁵ Existen reportes de micetismos en 40 países; su ocurrencia depende de las tradiciones, estilo de vida, factores nutricionales y de la temporada de disponibilidad de hongos silvestres en los bosques.⁶ Las tasas de mortalidad son mayores en países donde los hongos silvestres son de importancia cultural.⁵⁻⁷

A pesar de lo anterior, las estadísticas sobre la incidencia de micetismos no son claras. En el periodo de 2004 a 2014, en China se documentaron en promedio 336.5 intoxicaciones y 71.5 envenenamientos al año,⁸ mientras que en México se identificaron 195 intoxicaciones, de las cuales 75 culminaron en decesos.⁹ Los datos registrados subestiman los efectos reales en la salud pública y los peligros potenciales de las intoxicaciones por hongos, debido a que generalmente las personas afectadas no se atienden en las instancias adecuadas.¹⁰⁻¹³ El 90 % de las intoxicaciones mortales en el mundo se relaciona con la sinomatología que provocan los hongos del género *Amanita* sección *Phalloideae*,^{7,14-16} pero pocas veces se identifican las especies responsables. Las principales causas de los micetismos son equivocación en el reconocimiento de las especies durante la recolección, ingesta pediátrica no intencional, ingesta por personas que intentan suicidio u homicidio y consumo intencional en busca de efectos alucinógenos.^{5,9,14,17}

La Asociación Americana de Centros de Control de Envenenamiento considera a los micetismos como una intoxicación alimentaria.¹⁰ En México, en el sector salud se utiliza el mismo criterio, englobando las intoxicaciones por consumo de hongos como problemas gastrointestinales de tipo no bacteriano, sin diferenciar o establecer de manera explícita que se trata de una intoxicación por consumo de hongos.¹⁸ Este

hecho ha contribuido a que no existan cifras oficiales sobre la incidencia de los micetismos. Otros aspectos que han influido en la falta de estadísticas son el difícil manejo y diagnóstico de las intoxicaciones, que, de acuerdo con personal del sector salud, se debe a la falta de capacitación en el tema.

En México, en los estados con mayor incidencia de micetismos (por ejemplo, Hidalgo y Chiapas), la principal estrategia que ha implementado la Secretaría de Salud es la prohibición de la recolección, el consumo y la venta de los hongos, decomisando y castigando a las personas que se dedican a ello.^{9,19} Sin embargo, en las dos últimas décadas, en el estado de Chiapas, la Jurisdicción Sanitaria 2 ha generado un plan de atención (no publicado) para la problemática asociada a los micetismos, el cual incluye diferentes estrategias para la prevención de intoxicaciones. Esto evidenció la necesidad de gestar un espacio que aglutine información básica sobre los casos de micetismos y los hongos responsables, que apoye al personal del sector salud para el diagnóstico, atención y tratamiento de tales intoxicaciones. En este sentido, se diseñaron herramientas que sintetizan información para el diagnóstico y tratamiento oportuno de los casos de micetismo. Asimismo, esta información también se dirige a la población en general para promover el consumo informado de hongos silvestres.

Métodos

Actualización del conocimiento sobre los hongos comestibles y tóxicos mesoamericanos

Los listados sobre los hongos comestibles y tóxicos de México^{9,20} se actualizaron con base en una búsqueda avanzada en dos de las principales plataformas académicas en línea: PubMed y Google Scholar, para lo cual se utilizaron palabras de búsqueda como etnomicología, etnomicológico, hongos comestibles, hongos tóxicos, micetismos y listado de hongos. Se revisaron los artículos científicos publicados entre 2014 y 2020 que contenían información sobre las especies mencionadas en tales listados.

Para comprobar la identidad taxonómica de las especies relacionadas con los casos de micetismos reportados en los listados, se realizaron 23 salidas de campo (cinco en 2018, 12 en 2019 y seis en 2021). En estas se recolectaron esporomas, se efectuaron estudios etnomicológicos y se realizó documentación fotográfica y de video. Se visitaron siete estados de México (Chiapas, Durango, Estado de México, Hidalgo, Oaxaca, Michoacán y Tlaxcala); además de cuatro localidades en Honduras y 12 en Guatemala. Se priorizaron los sitios donde se han registrado eventos de intoxicaciones por consumo de hongos. El material se recolectó y caracterizó de acuerdo con los criterios desarrollados por Cifuentes *et al.*²¹ y Lodge *et al.*²²

De cada espécimen se tomó una porción de aproximadamente 2 mm de himenio para extraer ADN con el kit XNAP (Sigma-Aldrich). Posteriormente, el ADN se amplificó y se obtuvieron los códigos de barras de la región de los espaciadores internos transcritos.²³ Las secuencias se editaron, alinearon y analizaron con el programa Geneious 10 (Biomatters) para realizar análisis filogenéticos y también se depositaron en la base de datos GenBank. Los esporomas estudiados se depositaron en el Herbario Nacional MEXU de la Universidad Nacional Autónoma de México bajo los números de registro de 30251 a 30356.

Protocolos dirigidos al sector salud

A partir de la literatura científica y la información obtenida en el trabajo de campo, se actualizó la clasificación de los tipos de micetismos y las especies de hongos que los provocan en México.^{1,5,7,24-26} Se construyeron 15 cédulas que describen el mecanismo de daño, las toxinas, las especies características en México y Centroamérica, así como los síntomas-signos y el tratamiento más comunes. Además, se presenta un protocolo general para la atención de intoxicaciones por consumo de hongos, un protocolo para el procesamiento de muestras de hongos relacionados con las intoxicaciones y un formulario para reportar casos de micetismos.

El “Protocolo para la atención de casos de micetismos” se construyó a partir de la revisión bibliográfica y la interacción con médicos que han tratado casos de micetismo en México. El “Protocolo para el procesamiento de muestras relacionadas con las intoxicaciones” se construyó con base en la metodología utilizada para la recolección, procesamiento e identificación morfológica de esporomas y considerando

las necesidades para el análisis molecular y químico. Los protocolos se nutrieron con la experiencia de personal del sector salud, tanto para el procesamiento de muestras como en el tratamiento de los casos de micetismos; brindan una síntesis de las acciones básicas para la atención oportuna de los micetismos, así como los pasos a seguir para procesar los ejemplares asociados a las intoxicaciones.

Por último, se construyó un formulario para recabar información sobre micetismos. Los temas del formulario se definieron a partir del trabajo etnomicológico, la colaboración con el personal de salud y la revisión bibliográfica. El formulario se validó en campo con entrevistas semiestructuradas. El planteamiento de las preguntas se adaptó al formato de Google Forms.

Resultados

La actualización de los listados de hongos con mayor importancia cultural en México incluye 425 especies comestibles y 107 especies tóxicas. La información presentada es de libre acceso y constituye dos de las seis secciones (Listado de hongos e Información para médicos) del repositorio digital “Hongos Comestibles y Tóxicos de México”, albergado en <https://www.hongoscomestiblesytoxicos.ib.unam.mx>²⁷

Cédulas de micetismos

La información bibliográfica muestra que a nivel mundial se han registrado 20 tipos de micetismos organizados en seis grupos, clasificados con base en el cuadro clínico característico que provocan (Figura 1). A partir de la clasificación de los micetismos, los listados de especies y la información recopilada en campo se construyeron 15 cédulas de los micetismos con mayor probabilidad de ocurrencia en México y Centroamérica por el consumo de especies similares y los casos reportados. Las Tablas 1 a 6 incluyen los contenidos de las cédulas ordenadas según el grupo en el que fueron clasificados los micetismos.

Protocolos de atención y procesamiento de muestras biológicas

En la Figura 2 se muestra el “Protocolo de atención de micetismos”, el cual considera el tiempo de aparición de los síntomas como un indicador sobre su gravedad.^{1,7} Se ha observado que los micetismos mortales tienden a presentar un periodo de latencia largo,

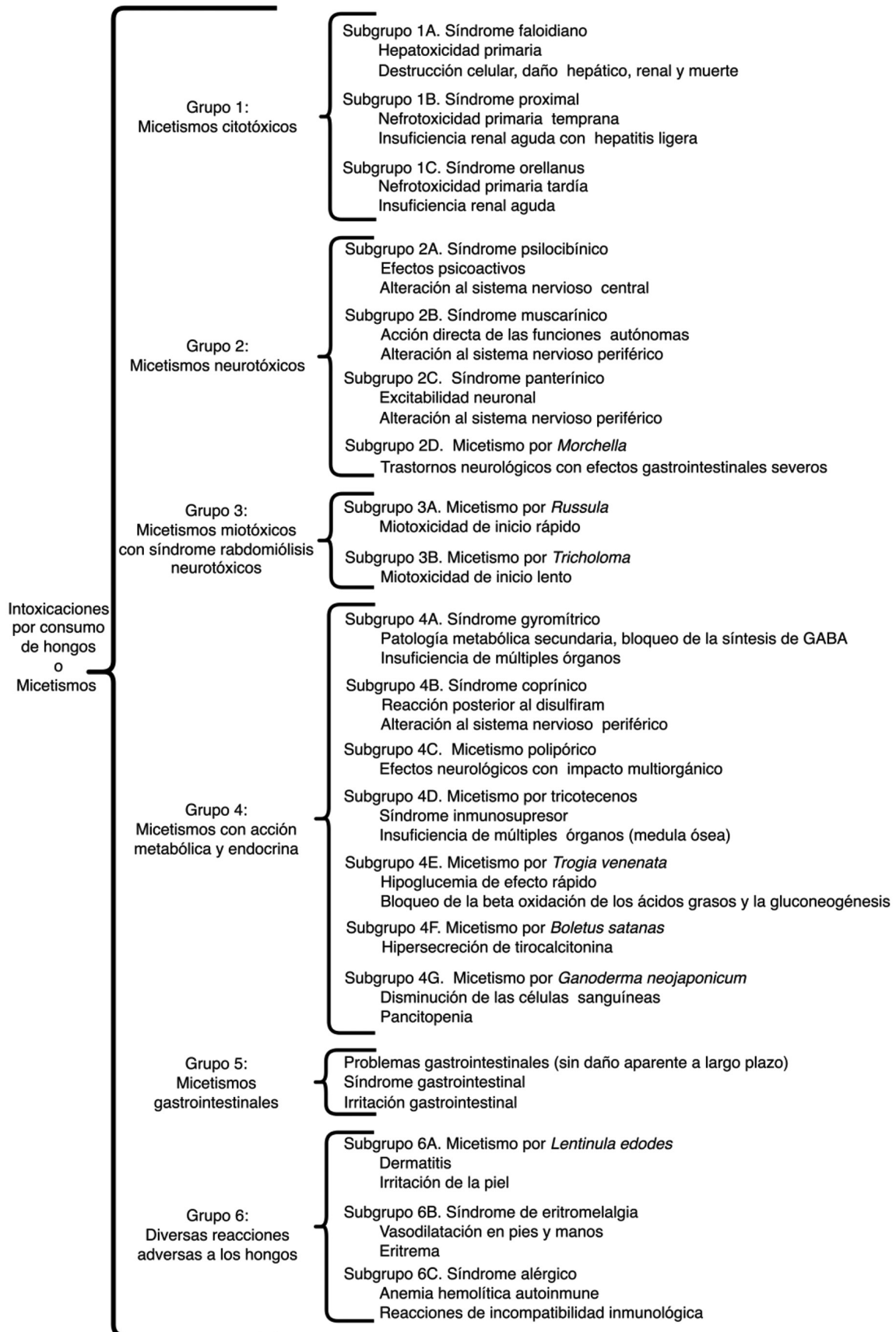


Figura 1. Clasificación de los diferentes tipos de micetismos.

Tabla 1. Micetismos citotóxicos de mayor probabilidad de ocurrencia en México y Centroamérica

Clasificación: Grupo 1	Descripción
Subgrupo 1A. Síndrome faloidiano	Tipo de micetismo y mecanismo de daño: hepatotoxicidad primaria, destrucción celular, daño hepático, renal y muerte.
	Toxinas: Amatoxinas (amanitina, falotoxina, virosina y toxofalinas).
	Especies para México: <i>Amanita bisporigera</i> , <i>Amanita</i> gpo. <i>exitialis</i> , <i>Amanita</i> gpo. <i>suballiacea</i> , <i>Amanita</i> gpo. <i>virosa</i> , <i>Galerina marginata</i> , <i>Lepiota cristata</i> y <i>Lepiota magnispora</i> .
	Síntomas-signos: latencia: de seis a 24 horas. Fase gastrointestinal (12-24 horas): dolores abdominales, vómito y diarrea. Segunda fase de latencia (12-24 horas): cambio en la coagulación de la sangre. Se evidencian los primeros signos de daño hepático. Fase hepatorenal: se da un súbito empeoramiento acompañado de distensión del hígado, ictericia, malestar y sangrado intestinal, oliguria o anuria, y trastorno de la conciencia. Después de cuatro a siete días se presenta coma hepático.
	Tratamiento: terapia de apoyo intensivo. Balancear electrolitos y fluidos, desórdenes de coagulación e hipoglucemia. Dosis múltiples de carbón activado (20-40 g cada 3-4 horas por 24 horas o 50 g cada 6 horas) Succión nasoduodenal para limitar la circulación enteropática de amanotoxinas. Medicamentos: penicilina G, ceftazidima, N-acetil cisteína, rifamicina y silibinina. El trasplante de hígado incrementa la tasa de supervivencia.
Subgrupo 1B. Síndrome proximal	Tipo de micetismo y mecanismo de daño: nefrotoxicidad primaria temprana, insuficiencia renal aguda con hepatitis ligera.
	Toxinas: ácido aminohexa-dienoico.
	Especies para México: <i>Amanita echinocephala</i> , <i>Amanita proxima</i> , <i>Amanita smithiana</i> y <i>Amanita pseudoporfiria</i> .
	Síntomas-signos: latencia de 30 minutos a 12 horas. Renales: náuseas, vómitos, diarrea, calambres abdominales, dolor de cabeza, debilidad, fatiga, mialgias y erupción en la piel. Segunda etapa de latencia, antes del daño renal agudo. Aumento inconsistente en las enzimas hepáticas.
	Tratamiento: diálisis de nueve a 180 días. Poco explorado.
Subgrupo 1C. Síndrome orellanus	Tipo de micetismo y mecanismo de daño: nefrotoxicidad primaria tardía, insuficiencia renal aguda.
	Toxinas: Orellaninas.
	Especies para México: <i>Cortinarius semisanguineus</i> y <i>Cortinarius cinnamomeus</i> .
	Síntomas-signos: latencia de cuatro a 15 días. Síntomas prerrenales: náuseas, vómito, diarrea, boca seca, anorexia, dolor de cabeza, parestesia, somnolencia, enrojecimiento de labios y lengua y dolores lumbares, articulaciones y músculos. Síntomas renales de oliguria o anuria.
	Tratamiento: de soporte. Atención a problemas renales. Poco explorado.

aunque no debe ser considerado como la única variable importante en relación con la sintomatología y la clínica básica. El diagnóstico idealmente debería ser apoyado en la identidad taxonómica del hongo consumido y la determinación de las toxinas.²⁸ Estos aspectos se incluyeron en la estructura del protocolo por ser los identificados como los de mayor relevancia para el diagnóstico y tratamiento adecuado. No se ha reportado un tratamiento explícito para cada uno de los micetismos, por lo que la atención médica que se utiliza se basa en el manejo de los diferentes síntomas asociados. De manera general, los micetismos se atienden mediante un tratamiento sintomático y de soporte, así como medidas para la eliminación de las toxinas.^{7,17,29,30}

Documentar el mayor número de información de manera sistematizada sobre el micetismo a tratar es de suma importancia. Para ello, se propone el uso de un formato único que incluya sexo, edad, tipo de hongo (caracterizarlo), nombre común, temporada (fecha de ocurrencia de la intoxicación), lugar de recolección y tipo de vegetación, método de preparación, síntomas antes de llegar al hospital, período de latencia (horas), información clínica y de laboratorio, intervención terapéutica, tiempo de hospitalización, evolución del paciente y resultado final (recuperación completa, recuperación parcial con complicaciones o muerte).^{14,29,31,32}

En las comunidades donde se acostumbra el consumo de hongos silvestres, las culturas son poseedoras

Tabla 2. Micetismos neurotóxicos de mayor probabilidad de ocurrencia en México y Centroamérica

Clasificación: grupo 2	Descripción
Subgrupo 2A. Síndrome psicocibínico	Tipo de micetismo y mecanismo de daño: efectos psicoactivos. Alteración al sistema nervioso central.
	Toxinas: psilocibina, psilocina.
	Especies para México: <i>Gymnopilus junonius</i> , <i>Panaeolus cyanescens</i> , <i>Panaeolus foenicicii</i> , <i>Panaeolus papilionaceus</i> , <i>Panaeolus semiovatus</i> , <i>Panaeolus stipticus</i> , <i>Psilocybe caerulescens</i> , <i>Psilocybe coprophila</i> , <i>Psilocybe coronilla</i> , <i>Psilocybe cubensis</i> , <i>Psilocybe mexicana</i> , <i>Psilocybe muliercula</i> y <i>Psilocybe yungensis</i> .
	Síntomas-signos: latencia: 15-30 minutos. Físicos: dolor de cabeza, confusión, vértigo, alteración del equilibrio, debilidad muscular, reducción del ritmo cardíaco, presión arterial baja y entumecimiento de las extremidades. Psicotrópicos: dependiendo del estado anímico de la persona, los efectos que dominan pueden ser positivos (sentimientos de felicidad) o negativos (ansiedad y depresión). Liberación de inhibiciones, risas, ataques de rabia, sentimientos eróticos, alucinaciones, delirium, modificación de la percepción del espacio y el tiempo. Después de 6-10 horas, la acción del alucinógeno del hongo se termina.
	Tratamiento: en caso grave, diazepam (0.1 mg/kg-niños y 10 mg/kg-adultos). En caso de hiperpirexia, controlar con esponjas o trapos húmedos. Clorpromazina (50-100 mg) puede usarse para disminuir o evitar las alucinaciones.
Subgrupo 2B. Síndrome muscarínico	Tipo de micetismo y mecanismo de daño: acción directa de las funciones autónomas y alteración del sistema nervioso autónomo.
	Toxinas: muscarina.
	Especies para México: <i>Clitocybe phyllophila</i> , <i>Clitocybe rivulosa</i> , <i>Inocybe brunnea</i> , <i>Inocybe calospora</i> , <i>Inocybe geophylla</i> , <i>Inocybe spp.</i> y <i>Mycena rosea</i> .
	Síntomas-signos: latencia: 15 min-5 horas. Estimulación parasimpática. Salivación, lagrimeo y sudoración. Contracción de las pupilas, deslumbramiento y disturbios de la visión. Disminución de la presión sanguínea. Disminución del pulso y asma bronquial.
	Tratamiento: atropina (2 mg para adultos y 0.05 mg/kg para niños). La mayoría de las muertes ocurre en niños con enfermedad cardíaca o pulmonar.
Subgrupo 2C. Síndrome panterínico	Tipo de micetismo y mecanismo de daño: neuroexcitación del sistema nervioso central y alteración al sistema nervioso periférico.
	Toxinas: ácido iboténico-muscimol.
	Especies para México: <i>Amanita muscaria</i> , <i>Amanita pantherina</i> y <i>Amanita gemmata</i> .
	Síntomas-signos: latencia: 30 minutos-3 horas. Intoxicación alcohólica: confusión, ataxia, fuerte excitación, visión borrosa y cansancio. Fase inicial: síntomas provocados por la muscarina. Depresión, ansiedad, indiferencia o euforia. Delirio, alteración de la visión de los colores y alucinaciones. Sensación de embriaguez con agudeza mental. Temblores, calambres y espasmos musculares. Termina después de 10 a 15 horas.
	Tratamiento: de soporte. Benzodiazepinas (0.01 mg/kg en niños y 10 mg en adultos). Anticolinérgicos: fisostigmina (0.5 mg y repetir varias dosis a 2 mg cada hora). Síntomas colinérgicos: atropina 2 mg-adultos y 50 µg (0.05 mg/kg)-niños.
Subgrupo 2D. Micetismo por <i>Morchella</i>	Tipo de micetismo y mecanismo de daño: trastornos neurológicos con efectos gastrointestinales severos.
	Toxinas: no identificada.
	Especies características: <i>Morchella spp.</i>
	Especies para México: no se ha reportado este tipo de micetismo en México, pero en el país se consumen por lo menos 10 especies del género <i>Morchella</i> , por lo que hay que poner atención en este tipo de micetismo.
	Síntomas-signos: latencia: no clara. Gastrointestinales severos (náuseas, vómito, diarrea, dolor abdominal). Efectos neurológicos: mareos y ataxia (en su mayoría). Efectos no comunes: astenia, sudoración, desmayos, hipertermia o hipotermia. Efectos raros: dolor de cabeza, parestesia, espasmos, somnolencia, confusión, disartria, miosis, midriasis, disfagia, alucinaciones y convulsiones.
	Tratamiento: de soporte. Poco explorado.

de saberes tradicionales para atender la intoxicación por consumo de hongos silvestres, por lo que la atención primaria se realiza en casa. Los

remedios tradicionales son diferentes en cada región, pero generalmente son vomitivos como agua con sal, ajo machacado, aceite de cocina y jugo de limón,

Tabla 3. Micetismos miotóxicos con síndrome rabdomiólisis de mayor probabilidad de ocurrencia en México y Centroamérica

Clasificación: grupo 3	Descripción
Subgrupo 3A. Micetismo por <i>Russula</i>	Tipo de micetismo y mecanismo de daño: miotoxicidad de inicio rápido.
	Toxinas: ácido carboxílico (ácido ciclopropano-2-enocarboxílico).
	Especies para México: no se ha reportado este tipo de intoxicación en México, pero se han registrado grupos culturales que consumen varias especies de <i>Russula</i> . Los hongos de este género son muy diversos en México, por lo que se debe tener precaución con este tipo de micetismo.
	Síntomas-signos: latencia: 2 horas. La mayoría de los casos se resuelven en 24 horas. Gastrointestinales severos (náuseas, vómito, diarrea, dolor abdominal). Mialgias, hipertensión, insuficiencia renal, hiperpotasemia y colapso cardiovascular. Se han reportado decesos.
	Tratamiento: de soporte. Poco explorado.
Subgrupo 3B. Micetismo por <i>Tricholoma</i>	Tipo de micetismo y mecanismo de daño: miotoxicidad de inicio lento.
	Toxinas: saponaceolides (B y M).
	Especies para México: <i>Tricholoma equestre</i> es una especie se consume en varias comunidades, principalmente del centro de México. Hasta la fecha no se ha reportado este tipo de micetismo, pero se debe tener en consideración.
	Síntomas-signos: latencia: 1-3 días después del consumo consecutivo de grandes cantidades de esporomas. En su inicio: fatiga y mialgia, seguidas por un aumento en la debilidad, rigidez en las piernas, mioglobinuria, eritema facial, náuseas leves (no vómito) y sudoración profusa. Función renal no normal. Elevación en los niveles de potasio en sangre. Se observan alteraciones en la coagulación y en la función hepática. En casos graves: disnea, hipertermia, miocarditis aguda, insuficiencia renal, problemas cardíacos, hiperpotasemia y colapso cardíaco fatal.
	Tratamiento: de soporte. Poco explorado.

Tabla 4. Micetismos con acción metabólica y endocrina de mayor probabilidad de ocurrencia en México y Centroamérica

Clasificación: grupo 4	Descripción
Subgrupo 4A. Síndrome gyromitrítico	Tipo de micetismo y mecanismo de daño: patología metabólica secundaria (bloqueo de la síntesis de GABA). Insuficiencia de múltiples órganos.
	Toxinas: gyromitrina, <i>N</i> -metil- <i>N</i> -formil hidrazona y <i>N</i> -metil- <i>N</i> -formilhidrazina.
	Especies para México: <i>Gyromitra infula</i> , <i>Gyromitra esculenta</i> y <i>Gyromitra</i> sp.
	Síntomas-signos: Aparición de síntomas 4 a 12 horas. Fase inicial gastrointestinal: agotamiento, sensación de estar hinchado, vértigo, dolor de cabeza y de estómago, vómito continuo y en ocasiones diarrea acuosa o sanguinolenta. Fase libre de síntomas. Fase hepatorenal: daño al hígado y hemólisis (ictericia, hemoglobinuria o incluso anuria y aumento en el tamaño y presión del hígado). Síntomas neurológicos: inquietud, excitación, fuerte llanto, delirio, dilatación de pupilas, calambres musculares, después de 2 a 3 días colapso circulatorio y paro respiratorio que puede provocar la muerte. Intoxicación no solo por ingesta, también por la inhalación de vapores de cocción.
	Tratamiento: piridoxina HCL (clorhidrato de piridoxal). Vitamina B6 (25 mg/kg). Glucosa intravenosa. Si los niveles de hemoglobina se elevan favorecerá la diuresis para prevenir daño renal. Diálisis si los niveles no bajan. Diazepam: 10 mg-adultos y 0.1 mg/kg-niños. Azul de metileno, piridoxina, ácido fólico y vitamina K. Seguimiento de los parámetros hepáticos (TGO, TGP, DHL y bilirrubinas) y medidas de soporte.
Subgrupo 4B. Síndrome coprinico	Tipo de micetismo y mecanismo de daño: reacción posterior al disulfiram. Alteración al sistema nervioso periférico.
	Toxinas: coprina.
	Especies para México: <i>Coprinopsis atramentaria</i> .
	Síntomas-signos: latencia: 15-30 minutos. Intolerancia al etanol. Enrojecimiento intenso de la cara, cuello, nuca y pecho. En casos severos se extiende a otras partes del cuerpo. Sabor metálico en la boca seguido de palpitaciones e incremento del pulso cardíaco. Algunas veces se presenta dolor de cabeza, dificultad para respirar, ansiedad, vértigo, sudoración, alteraciones del ritmo cardíaco y colapso. El paciente se recupera después de 2 a 4 horas.
	Tratamiento: administración de fluidos y antieméticos (metoclopramida). Arritmia cardíaca: propranolol (10-20 mg cada 6 horas). Hipotensión: soluciones isotónicas. Isoproterenol (2 mg en 1000 mL de solución glucosada a 5 % = 2 µg/mL).

Tabla 5. Micetismos de mayor probabilidad de ocurrencia en México y Centroamérica que se clasifican como “Síndrome gastrointestinal”

Clasificación: grupo 5	Descripción
Grupo 5. Síndrome gastrointestinal	Tipo de micetismo y mecanismo de daño: problemas gastrointestinales sin daño a largo plazo aparente. Irritación gastrointestinal.
	Toxinas: diversos irritantes naturales, poco explorados.
	Especies para México: <i>Agaricus moelleri</i> , <i>Agaricus xanthodermus</i> , <i>Chlorophyllum molybdites</i> , <i>Entoloma sericeum</i> , <i>Entoloma sinuatum</i> , <i>Omphalotus mexicanus</i> , <i>Omphalotus illudens</i> , <i>Omphalotus subilludens</i> , <i>Ramaria formosa</i> , <i>Russula emetica</i> .
	Síntomas- signos: latencia: 30 minutos-6 horas. Gastroenteritis. Náuseas, vómito, diarrea y cólicos abdominales. En casos graves calambres musculares, alteraciones circulatorias, sudoración y salivación. Los malestares pasan después de pocos días.
	Tratamiento: de soporte.

Tabla 6. Micetismos de mayor probabilidad de ocurrencia en México y Centroamérica clasificados como “Diversas reacciones adversas a los hongos”

Clasificación: grupo 6	Descripción
Subgrupo 6A. Micetismo por <i>Lentinula edodes</i>	Tipo de micetismo y mecanismo de daño: dermatitis por Shiitake. Irritación de la piel.
	Toxinas: polisacárido termolábil, lentinan.
	Especies características: <i>Lentinula edodes</i> .
	Especies para México: no se ha reportado este micetismo para México. Sin embargo, es una especie cultivada de importancia comercial, por ello hay que considerar la sintomatología.
	Síntomas-signos: no está claro. No alergógena. Latencia: 1 a 2 días. Aparición repentina de ronchas (urticaria) lineales tipo latigazo (flagelado) en las extremidades, el tronco y la cara-cuello. Recuperación en unos días.
	Tratamiento: poco explorado.
Subgrupo 6C. Síndrome alérgico	Tipo de micetismo y mecanismo de daño: anemia hemolítica autoinmune Reacciones de incompatibilidad inmunológica.
	Toxinas: hemolíticas-inmunológicas.
	Especies características y en México: <i>Paxillus involutus</i> .
	Síntomas-signos: consumo repetido. Reacción autoinmune. Gastrointestinales: cólico abdominal, vómitos y diarrea. Síntomas asociados con la insuficiencia renal. Anemia inunohemolítica, seguida por falla renal aguda, disfunción múltiple de los órganos. La característica típica de este síndrome es el largo período de incubación. Este síndrome al igual que todas las alergias se manifiesta en los individuos sensibles a los compuestos de los hongos de este género.
	Tratamiento: de soporte. Intercambio de plasma y hemodiálisis.
Subgrupo 6D. Síndrome de encefalopatía	Tipo de micetismo y mecanismo de daño: encefalopatía.
	Toxinas: probablemente cianuro de hidrógeno o ácido prúsico.
	Especies para México: no se ha reportado este micetismo para México. Pero se tiene registrado el consumo de <i>Pleurotus eyngii</i> .
	Síntomas-signos: latencia: retardada de días a semanas. Se ha documentado en pacientes con insuficiencia renal crónica. Poco documentados. Cólicos estomacales y coma.
	Tratamiento: No estudiado.

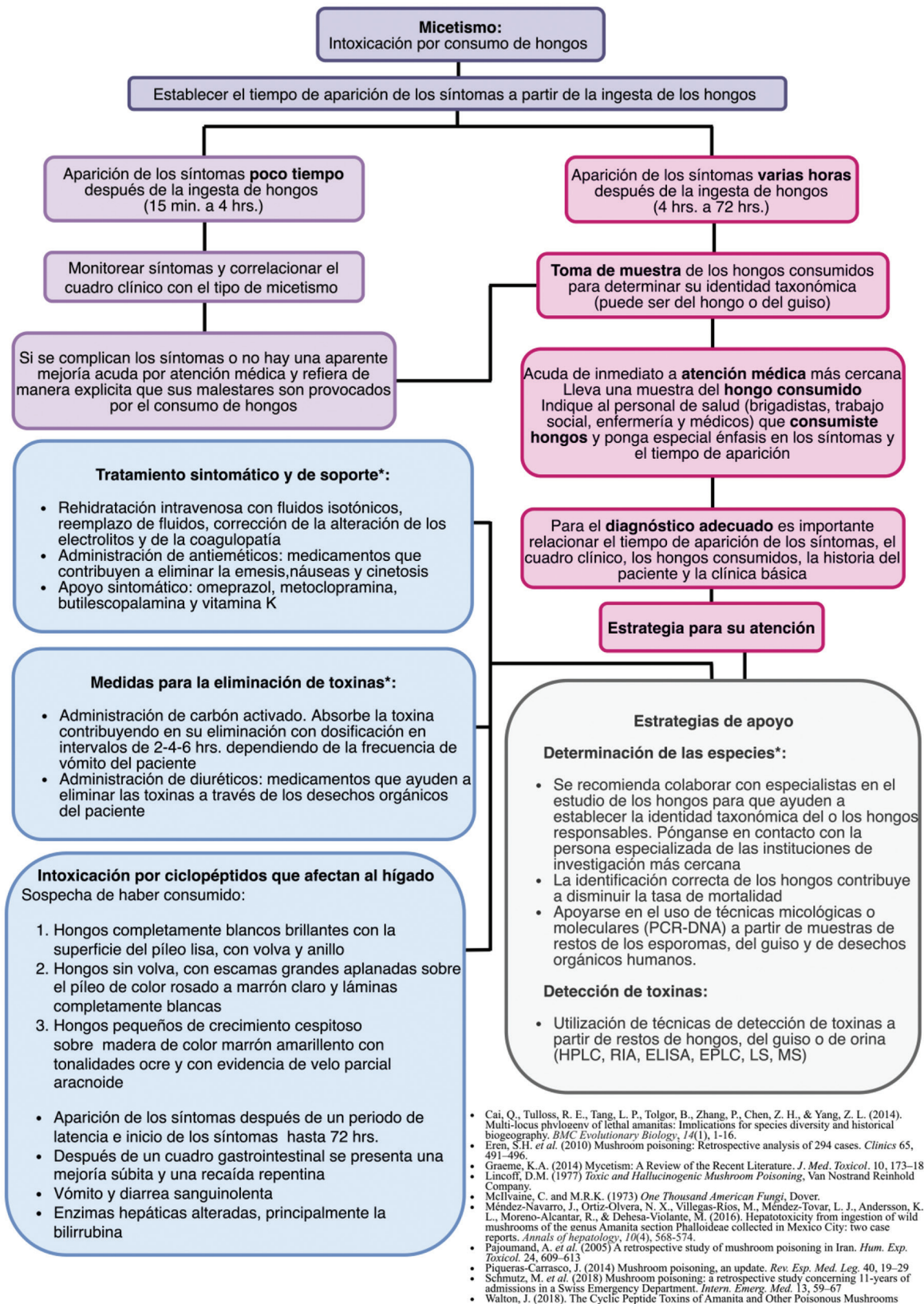


Figura 2. Protocolo para la atención médica de intoxicaciones por consumo de hongos silvestres.

seguidos o acompañados de remedios para aliviar los malestares digestivos como bebidas alcohólicas, infusiones o té de distintas plantas (manzanilla, hierbabuena, epazote de zorrillo, estafiate, etcétera).⁹ Sin embargo, se recomienda asistir a atención médica si se presenta cualquier sintomatología asociada a la ingesta de hongos silvestres.

En la Figura 3 se presenta el “Protocolo para el procesamiento de muestras relacionadas con las intoxicaciones”; las muestras pueden ser hongos recolectados, restos de los hongos sin cocinar, el guiso consumido y desechos fisiológicos humanos. Esta propuesta se llevó a cabo con base en las diferentes técnicas y métodos de estudio de los hongos, así como en el análisis para la detección de toxinas y secuenciación de ADN.^{15,30,33,34} Se ha documentado que la identificación correcta de los hongos ayuda a disminuir la tasa de mortalidad.³⁵

Por último, el “Cuestionario para casos de intoxicación por consumo de hongos silvestres”, que se encuentra en este enlace <https://n9.cl/jagpr>, permite recopilar datos sobre los eventos de micetismos, por ejemplo, el ámbito socioeconómico en que ocurren las intoxicaciones, las características y la procedencia de los hongos consumidos, especificaciones sobre su forma de preparación y consumo, así como información acerca de los síntomas y atención primaria.

Discusión

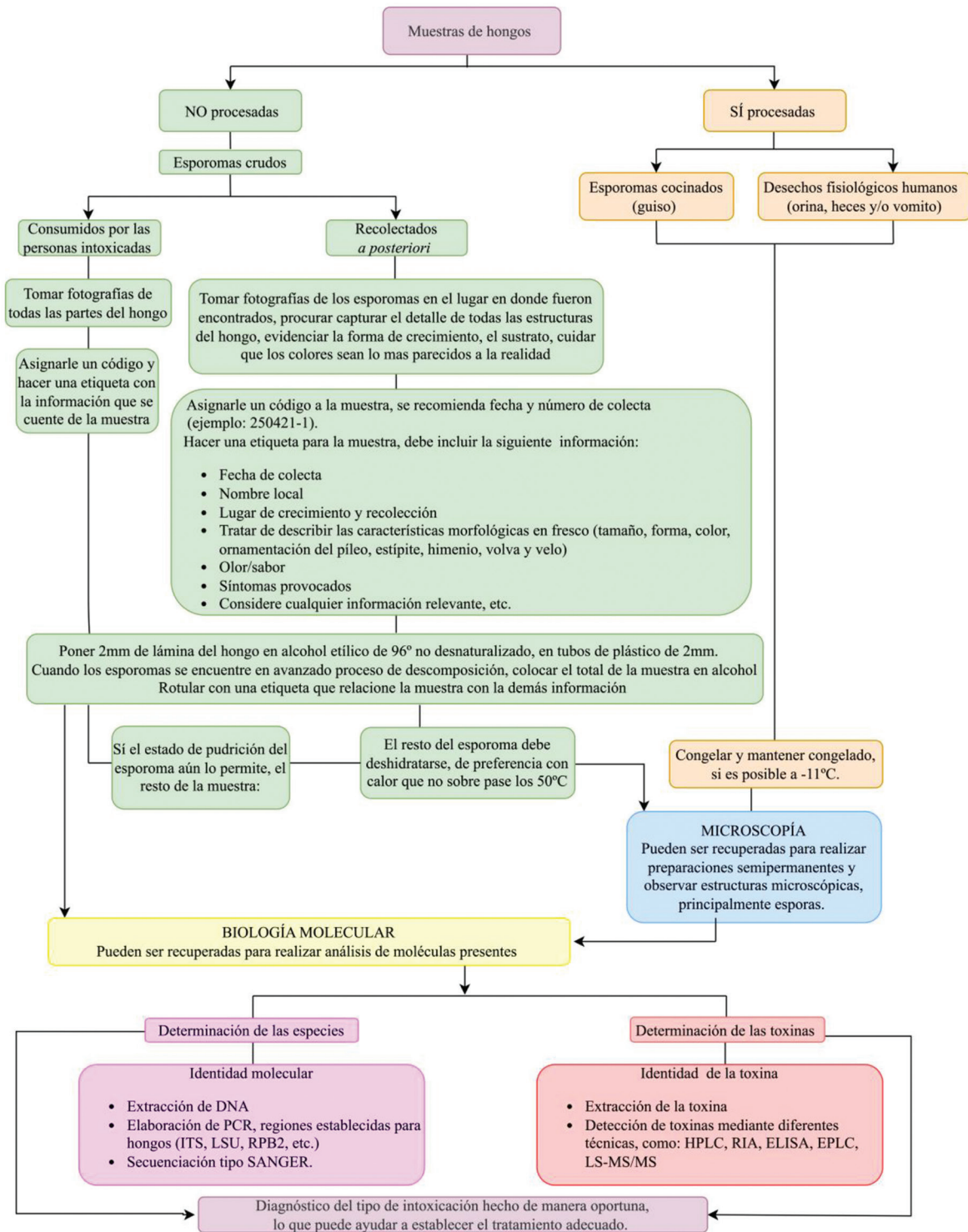
La problemática sobre las intoxicaciones por consumo de hongos a nivel mundial presenta diferentes retos. Su complejidad radica no solo en la biología, ecología y componentes químicos de los esporomas,¹ sino también en las tradiciones, estilo de vida, factores nutricionales y la temporada en la que los hongos silvestres están disponibles en los bosques.^{6,36} Tal complejidad hace de los micetismos un problema de salud pública^{12,13} con implicaciones multifactoriales que necesitan ser abordadas desde las diferentes dimensiones que los influyen.

En cuanto a la acción del personal médico, se ha evidenciado la necesidad de proveer herramientas e información al personal de salud con el fin de disminuir la tasa de mortalidad asociada. La acción adecuada y oportuna en la atención de los micetismos es fundamental para salvar la vida del paciente.^{9,37} La clasificación de los micetismos que presentamos constituye una síntesis que permite reconocer de manera sencilla los síntomas y las características que produce cada tipo de intoxicación. Además, incluimos

un esquema de atención general, así como tratamientos específicos para cada tipo de intoxicación. El protocolo para el procesamiento de muestras pretende su manejo adecuado para la determinación de la identidad taxonómica que permita correlacionar la información para aplicar un esquema de tratamiento oportuno y eficaz. Aunque la determinación taxonómica de los hongos y sus toxinas solo es posible a partir de su análisis morfológico, molecular y químico en laboratorios especializados, la colaboración con micólogos y toxicólogos resulta fundamental. Aun cuando existen pruebas químicas relativamente sencillas como la “prueba del papel de periódico” o prueba de Wieland o Meixner,³³ no es recomendado utilizarlas para las especies mexicanas, ya que aún desconocemos las características químicas de numerosas especies distribuidas en América y se podrían obtener resultados falsos negativos.

Diversos autores plantean que el tratamiento debe responder a la sintomatología y no a partir de la identificación de los hongos responsables.¹⁴ Sin embargo, se propone que para establecer un diagnóstico más certero es necesario relacionar los síntomas, los hongos consumidos, la historia del paciente, el tiempo de presentación de los síntomas y la clínica básica.³⁵ Se recomienda que para diagnosticar una intoxicación por consumo de hongos se construyan redes de colaboración entre el personal médico, micólogos y especialistas en el estudio de sus compuestos químicos,^{6,7,24,37,38} para fortalecer las estrategias de prevención y atención de los micetismos.

En la presente contribución se exponen protocolos para el diagnóstico de los micetismos y su atención oportuna diseñados específicamente para México y Centroamérica, los cuales se diferencian de otras propuestas como la “Guía de actuación ante sospecha de intoxicación por setas – micetismos” de España³⁹ debido a que se basan en el mecanismo del daño y los tipos de intoxicación con mayor probabilidad de ocurrencia en la región. Además, se considera el tiempo de la aparición de los síntomas, el cuadro clínico y las características de las especies involucradas como elementos centrales para el diagnóstico y el tratamiento. En contraste, otras propuestas utilizan el tiempo de aparición de los síntomas como el eje para el diagnóstico; sin embargo, el tiempo de aparición de los síntomas no es un criterio determinante, ya que está relacionado con diversas variables como sexo, edad, peso, talla, cantidad consumida, forma de preparación, sensibilidad del paciente, etcétera.



• Brandenburg, W.E. and Ward, K.J. (2018) Mushroom poisoning epidemiology in the united states. *Mycologia* 110, 637-641

• Cai, Q., Tulloss, R. E., Tang, L. P., Tolgor, B., Zhang, P., Chen, Z. H., & Yang, Z. L. (2014). Multi-locus phylogeny of lethal amanitas: Implications for species diversity and historical biogeography. *BMC Evolutionary Biology*, 14(1), 1-16.

• Mellvaine, C. and M.R.K. (1973) *One Thousand American Fungi*, Dover.

• Méndez-Navarro, J., Ortiz-Olivera, N. X., Villegas-Rios, M., Méndez-Tovar, L. J., Andersson, K. L., Moreno-Alcantar, R., & Dehesa-Violante, M. (2016). Hepatotoxicity from ingestion of wild mushrooms of the genus Amanita section Phalloideae collected in Mexico City: two case reports. *Annals of hepatology*, 16(4), 568-574.

• Schmutz, M. et al. (2018) Mushroom poisoning: a retrospective study concerning 11-years of admissions in a Swiss Emergency Department. *Intern. Emerg. Med.* 13, 59-67

• Walton, J. (2018). The Cyclic Peptide Toxins of Amanita and Other Poisonous Mushrooms

Figura 3. Protocolo para el procesamiento de muestras relacionadas con las intoxicaciones.

Conclusiones

Los micetismos representan un problema de salud pública en el mundo. En México y Centroamérica se ha evidenciado la necesidad de compilar y actualizar la información al respecto, ponerla al alcance de los especialistas en la salud de tal forma que les permita simplificar el diagnóstico, la atención y el tratamiento. En el repositorio digital “Hongos Comestibles y Tóxicos de México” (<https://www.hongoscomestiblesytoxicos.ib.unam.mx>)²⁷ incluimos secciones que contienen la clasificación de los micetismos, las cédulas de los micetismos, el protocolo de atención y el protocolo para el procesamiento de muestras. Estas herramientas son de acceso libre, están dirigidas tanto al sector salud como al público en general y representan la base para generar estrategias que eviten decesos por micetismos. Por otro lado, el formulario para el reporte de micetismos es el inicio de una plataforma en la que se recopilará y estandarizará la información derivada de los casos de intoxicación por consumo de hongos.

Financiamiento

Proyecto PAPIME-PE213419 “Repositorio digital multimedia para la determinación de hongos comestibles y tóxicos de México” y beca CONACyT CV 385074.

Conflicto de intereses

Los autores declararon no tener conflicto de intereses.

Agradecimientos

Agradecemos al proyecto PAPIME-PE213419 “Repositorio digital multimedia para la determinación de hongos comestibles y tóxicos de México” por el apoyo económico brindado. Este artículo forma parte de la productividad de los estudios dirigidos de la primera autora para la obtención del grado como doctora en ciencias en el campo de conocimiento sistemática del Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, quien además contó con una beca otorgada por el CONACyT (CV 385074) durante sus estudios. Agradecemos a todas las personas que hicieron posible la construcción de este espacio de retribución social sobre los conocimientos alrededor de los hongos. A la memoria del doctor Javier Caballero,

quien fue fundamental para el diseño y conceptualización del presente proyecto.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Uso de inteligencia artificial para generar textos. Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito, ni para la creación de pies de tablas y/o leyendas de figuras.

Bibliografía

1. Lincoff DM. Toxic and hallucinogenic mushroom poisoning. New York, Estados Unidos: Van Nostrand Reinhold Company; 1977.
2. Montoya A, Méndez-Espinoza C, Flores-Rivera R, Kong A. Hongos tóxicos de Tlaxcala. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Universidad Autónoma de Tlaxcala; 2007.
3. Turner N, Szczawinski A. Common poisonous plants and mushrooms of North America. *Mycologia*. 1992.
4. Chan CK, Lam HC, Chiu SW, Tse ML, Lau FL. Mushroom poisoning in Hong Kong: a ten-year review. *Hong Kong Med J* [Internet]. 2016;22(2):124-30. Disponible en: <https://www.hkmj.org/system/files/hkmj154706.pdf>
5. Lima ADL, Costa Fortes R, Garbi Novaes MRC, Percário S. Poisonous mushrooms; a review of the most common intoxications. *Nutr Hosp* [Internet]. 2012;27(2):402-8. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3092/309226786009.pdf>
6. Govorushko S, Rezaee R, Dumanov J, Tsatsakis A. Poisoning associated with the use of mushrooms: A review of the global pattern and main characteristics. *Food Chem Toxicol* [Internet]. 2019;128:267-79. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.04.016>
7. Graeme KA. Mycetism: a review of the recent literature. *J Med Toxicol* [Internet]. 2014;10:173-89. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13181-013-0355-2>
8. Sun J, Niu YM, Zhang YT, Li HJ, Yin Y, Zhang YZ, et al. Toxicity and toxicokinetics of *Amanita exitialis* in beagle dogs. *Toxicol* [Internet]. 2018; 143:59-67. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.toxicol.2018.01.008>
9. Ramírez-Terrazo A, Montoya A, Caballero J. Una mirada al conocimiento tradicional sobre los hongos tóxicos en México. En: Moreno-Fuentes Á, Garibay-Orijel R, editores. *La etnomicología en México, estado del arte*. Primera edición. México: Red de Etnoecología y Patrimonio Biocultural (CONACyT)-Universidad Autónoma de Hidalgo-Instituto de Biología (UNAM)-Sociedad Mexicana de Micología-Asociación Etnobiológica Mexicana.-Grupo Interdisciplinario para el Desarrollo de la Etnomicología; 2014. p. 116-45.
10. Association American of Poison Control Centers [Internet]. Estados Unidos: Food and mushroom poisoning. 2022. Disponible en: <https://www.aapcc.org/>
11. Assisi F. Wild mushrooms: food poisoning prevention guide [Internet]. Italia: Health Department, Provincia of Milan, Región Lombardia e IZS-LER BS; 2015. Disponible en: <https://www.centroantiveleni.org/funghi-2/>
12. Gold JA, Kiernan E, Yeh M, Jackson BR, Benedict K. Health care utilization and outcomes associated with accidental poisonous mushroom ingestions—United States, 2016–2018. *Morb Mortal Wkly Rep* [Internet]. 2021;70:337. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7951822/>

13. Oppla [Internet]. Tools to reduce the risk of poisoning by wild mushrooms. 2022. Disponible en: <https://oppla.eu/casestudy/20311>
14. Eren SH, Demirel Y, Ugurlu S, Korkmaz I, Aktas C, Güven FMK. Mushroom poisoning: Retrospective analysis of 294 cases. *Clinics* [Internet]. 2010;65:491-6. Disponible en: <https://bmcecolevol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2148-14-143>
15. Cai Q, Tulloss RE, Tang LP, Tolgor B, Zhang P, Chen ZH, Yang ZL. Multi-locus phylogeny of lethal amanitas: Implications for species diversity and historical biogeography. *BMC Evol Biol*. 2014;14:1-16.
16. Hansepi P, Robindra T. Eschewing poisons: an ingenious wisdom of foraging macrofungi by Karbi ethnic group in North East India. *Curr Sci* [Internet]. 2018;115:1328-33. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/26978406>
17. Piqueras-Carrasco J. Mushroom poisoning, an update. *Rev Esp Med Leg* [Internet]. 2014;40:19-29. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.reml.2013.06.002>
18. Ruan-Soto F. Sociodemographic differences in the cultural significance of edible and toxic mushrooms among Tsotsil towns in the highlands of Chiapas, Mexico. *J Ethnobiol Ethnomed* [Internet]. 2018;14:1-19. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186/s13002-018-0232-9>
19. Ruan-Soto F, Mariaca R, Alvarado R. Intoxicaciones mortales por consumo de hongos: una cadena de errores. *Ecofronteras* [Internet]. 2011(44):12-4. Disponible en: <https://revistas.ecosur.mx/ecofronteras/index.php/eco/article/view/741>
20. Garibay-Orijel R, Ruan-Soto F. Listado de los hongos silvestres consumidos como alimento tradicional en México. En: Moreno-Fuentes Á, Garibay-Orijel R, editores. *La etnomicología en México, estado del arte*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); 2014. p. 91-109.
21. Cifuentes J, Villegas M, Pérez-Ramírez L. Hongos. En: Lot A, Chiang F, editores. *Manual de herbario*. México: Consejo Nacional de la Flora de México; 1986. p. 65-74.
22. Lodge DJ, Ammirati JF, O'Dell TE, Mueller GM. Collecting and describing macrofungi. Mueller GM, Bills GF, Foster MS. Editores. *Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods*. Burlington, MA: Elsevier Academic Press; 2004. p. 128-58. Disponible en: <http://www.treeseearch.fs.fed.us/pubs/viewpub.jsp?index=7111>
23. Ángeles-Argáiz RE, Garibay-Orijel R. La biología molecular como vínculo entre el patrimonio micocultural y el aprovechamiento de hongos. En: Ruan-Soto F, Ramírez-Terrazo A, Montoya A, Garibay-Orijel R, editores. *Métodos en etnomicología*. Primera edición. México: Instituto de Biología UNAM-Sociedad Mexicana de Micología-Grupo Interdisciplinario para el Desarrollo de la Etnomicología en México; 2020. p. 153-203.
24. Smith MR, Davis RL. *Mycetismus: A review*. Gastroenterol Rep. 2016;4:107-12.
25. Bresinsky A, Besl H. *A colour atlas of poisonous fungi: a handbook for pharmacists, doctors, and biologists*. Reino Unido: Wolfe Pub; 1990.
26. White J, Weinstein SA, De Haro L, Bédry R, Schaper A, Rumack BH, Zilker T. Mushroom poisoning: a proposed new clinical classification. *Toxicon* [Internet]. 2019;157:53-65. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0041010118307281?casa_token=7d_f45pT6IUAAAA:NI8-L5pk7gx3NRvLm7KQ_L6C004-Z00xzSnpG2pwivzoPHi2IWYJ53musbyNIHgusb4nFicdc
27. Hongos Silvestres Comestibles y Tóxicos de México [Internet]. México: Listado de hongos e información para médicos. UNAM; 2021. Disponible en: <https://www.hongoscomestiblesytoxicos.ib.unam.mx>
28. Schmutz M, Carron PN, Yersin B, Trueb L. Mushroom poisoning: a retrospective study concerning 11-years of admissions in a Swiss Emergency Department. *Intern Emerg Med*. 2018;13:59-67.
29. Pajoumand A, Shadnia S, Efricheh H, Mandegary A, Hassanian-Moghadam H, Abdollahi M. A retrospective study of mushroom poisoning in Iran. *Hum Exp Toxicol*. 2005;24:609-13.
30. Schmutz M, Carron PN, Yersin B, Trueb L. Mushroom poisoning: a retrospective study concerning 11-years of admissions in a Swiss Emergency Department. *Intern Emerg Med*. 2018;13:59-67.
31. Brandenburg WE, Ward KJ. Mushroom poisoning epidemiology in the United States. *Mycologia* [Internet]. 2018;110:637-41. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00275514.2018.1479561>
32. Méndez-Navarro J, Ortiz-Olvera NX, Villegas-Ríos M, Méndez-Tovar LJ, Andersson KL, Moreno-Alcantar R, et al. Hepatotoxicity from ingestion of wild mushrooms of the genus amanita section Phalloideae collected in Mexico City: two case reports. *Ann Hepatol*. 2011;10:568-74.
33. Walton J. *The cyclic peptide toxins of Amanita and other poisonous mushrooms*. Suiza: Springer Cham; 2018.
34. McIlvaine C, MacAdam RK. *One thousand American fungi*. Estados Unidos: Something Else Press; 1973.
35. Sönmez BM, Yılmaz F, Karakılıç ME, Durdu T, Şahin T, Cebiçi H, et al. Acil servise başvuran mantar zehirlenmesi olgularının demografik ve klinik özellikleri. *J Clin Anal Med* [Internet]. 2015;6:469-72. Disponible en: <https://dergipark.org.tr/en/pub/abantmedj/article/769146>
36. Ruan-Soto F. Recolección de hongos comestibles silvestres y estrategias para el reconocimiento de especies tóxicas entre los tsotsiles de Chamula, Chiapas, México. *Sci Fungorum*. 2018;48:1-13.
37. Ruan-Soto F. Intoxicaciones por consumo de hongos silvestres entre los tsotsiles de Chamula, Chiapas, México. *Soc y Ambient* [Internet]. 2018;(17):7. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-65762018000200007
38. Ammirati JF, Traquair JA, Horgen PA. *Poisonous mushrooms of the Northern United States and Canada*. Minneapolis: University of Minnesota Press; 1985.
39. De Andrés-de Colsa MR, Villaroel-Gonzalez Elipse P, Salgado-Fernandez F, Lebrato-Canora J, Rovira Pardo P, Díaz-Quintana M, et al. *Guía de actuación ante sospecha de intoxicación por setas-micetismos*. España: Salud Madrid, Subdirección de Gestión y Seguimiento de Objetivos en Hospitales; 2018.