

University of Nebraska - Lincoln

DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln

Estudios en Biodiversidad

Parasitology, Harold W. Manter Laboratory of

2015

Los hongos poliporoides de la subcuenca del río Metztitlán, Hidalgo, México

Leticia Romero-Bautista

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Miguel Ángel Islas-Santillán

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Maritza López-Herrera

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Nahara Ayala-Sánchez

Universidad Autónoma de Baja California

Irma Estela Soria-Mercado

Universidad Autónoma de Baja California

See next page for additional authors

Follow this and additional works at: <https://digitalcommons.unl.edu/biodiversidad>



Part of the [Biodiversity Commons](#), [Botany Commons](#), and the [Terrestrial and Aquatic Ecology Commons](#)

Romero-Bautista, Leticia; Islas-Santillán, Miguel Ángel; López-Herrera, Maritza; Ayala-Sánchez, Nahara; Soria-Mercado, Irma Estela; Portillo-López, Amelia; Raymundo-Ojeda, Tania; and Valenzuela-Garza, Ricardo, "Los hongos poliporoides de la subcuenca del río Metztitlán, Hidalgo, México" (2015). *Estudios en Biodiversidad*. 18.

<https://digitalcommons.unl.edu/biodiversidad/18>

This Book Chapter is brought to you for free and open access by the Parasitology, Harold W. Manter Laboratory of at DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln. It has been accepted for inclusion in Estudios en Biodiversidad by an authorized administrator of DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln.

Authors

Leticia Romero-Bautista, Miguel Ángel Islas-Santillán, Maritza López-Herrera, Nahara Ayala-Sánchez, Irma Estela Soria-Mercado, Amelia Portillo-López, Tania Raymundo-Ojeda, and Ricardo Valenzuela-Garza

Los hongos poliporoides de la subcuenca del río Metztlán, Hidalgo, México

Leticia Romero-Bautista, Miguel Ángel Islas-Santillán, Maritza López-Herrera, Nahara Ayala-Sánchez, Irma Estela Soria-Mercado, Amelia Portillo-López, Tania Raymundo-Ojeda, y Ricardo Valenzuela-Garza

Resumen

Los hongos poliporoides son excelentes descomponedores de la madera, aunque también hay ectomicorrizógenos; su importancia ecológica radica en que ayudan a mantener el equilibrio del ciclo del carbono en la naturaleza. Además presentan potencial biotecnológico dadas sus características nutrimentales, medicinales y degradadoras, por su capacidad de producir metabolitos secundarios y ser potencialmente cultivables. Se analiza la importancia del impacto ambiental en los ecosistemas de la subcuenca del río Metztlán y la diversidad de este grupo de hongos asociados a ellos. Se revisaron ejemplares de herbario y se realizaron exploraciones micológicas en 13 comunidades vegetales de 11 municipios, y 37 localidades de la zona de estudio. Se determinaron 62 especies clasificadas en 13 familias y 6 órdenes, se indican los hábitos de vida de las especies, encontrándose 10 micorrízogenas, 30 saprófitas, y 22 parásitas y en relación a su uso 21 especies son comestibles, 39 medicinales, tres tóxicas, nueve con potencial en biorremediación, además de 11 potencialmente cultivables. La deforestación, la urbanización y las alteraciones de las condiciones bioclimáticas han modificado el ciclo hidrológico, el clima y la biodiversidad, lo cual afecta los ecosistemas asociados a esta subcuenca y pone en riesgo la permanencia de las especies fúngicas que tienen relevancia ecológica, económica y social en beneficio de las comunidades.

Palabras clave: subcuenca, área natural protegida, recursos forestales no maderables, comestible, medicinal, biotecnológico

Introducción

La diversidad de hongos en México se estima en 140,000 especies, de los cuales solo se conoce el 6.6 %, 2,000 corresponden a micromicetos y 4,000 a macromicetos (Guzmán, 1995); particularmente en el estado de Hidalgo, se han reportado alrededor de 620 especies de macromicetos (Varela y Cifuentes 1979; Frutis y Guzmán 1983; Villarreal y Pérez-Moreno, 1989; Romero-Bautista *et al.*, 2010).

Con base en Ryvar den (1991) las especies del grupo de los poliporoides se han ubicado en gran variedad

de órdenes y familias, a nivel mundial se conocen alrededor de 2,000 especies, que anteriormente se agrupaban en 12 familias del orden Aphyllophorales. Actualmente se clasifican en 21 familias de los órdenes Agaricales, Boletales, Cantharellales, Gloeophyllales, Hymenochaetales, Polyporales, Russulales, Thelephorales y Trechisporales (Kirk *et al.*, 2008) y todas están representadas en México.

Bandala *et al.* (1993) realizaron una revisión bibliográfica de los hongos poliporoides de México y mencionaron 357 especies, que corresponden a 91 géneros y representan el 17% a nivel mundial. Estas cifras

se han incrementado a 421 especies a la fecha con los trabajos de Nava y Valenzuela (1993), Valenzuela *et al.* (1994, 1996, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2011, 2012a,b, 2013), Rodríguez-Alcantar *et al.* (1996), Raymundo y Valenzuela (2003), Montaña *et al.* (2006), Raymundo *et al.* (2008, 2009, 2012a,b, 2013a,b,c), Romero-Bautista *et al.* (2010) y Amalfi *et al.* (2012). Con respecto a los estudios que se han realizado en el estado de Hidalgo sobre hongos poliporoides, destacan los de Romero-Bautista y Valenzuela (2008) quienes estudiaron 73 especies de las Áreas Naturales Protegidas del estado y Romero-Bautista *et al.* (2010) quienes registran 104 especies para la entidad.

Romero-Bautista *et al.* (2010) consideraron 12 especies comestibles con alto valor nutrimental que contienen vitaminas, proteínas, minerales y fibra, 200 medicinales con propiedades antitumorales, anticancerígenas, inmunomoduladoras, antihiperlipémicas y cardiorreguladoras, entre otras, así como 3 especies con potencial biotecnológico para obtención de metabolitos secundarios, elaboración de productos nutracéuticos, establecimiento de cultivos y aplicaciones en biorremediación. En este trabajo se analiza la importancia de la subcuenca del río Metztitlán, su influencia en los ecosistemas que la conforman en relación a los hongos poliporoides y el impacto ambiental que la actividad humana ha generado. Así mismo, se registran algunas especies y se hace una revisión de su potencial de uso de acuerdo con datos reportados para este grupo.

Las cuencas hidrográficas

Las cuencas hidrográficas formadas por el escurrimiento de arroyos y ríos superficiales o subterráneos fluyen desde las montañas y mesetas, entrelazando los valles con las costas al transportar los nutrientes hasta las planicies y deltas de los ríos (Cotler *et al.*, 2010). Sus características físicas (altura, caudal, área, relieve y clima) han favorecido el desarrollo de diversos ecosistemas entre los que se encuentran: bosque tropical perennifolio, bosque tropical subperennifolio, bosque tropical caducifolio, bosques espinosos, matorral xerófilo, pastizal, bosque de *Quercus*, bosque de coníferas y bosque mesófilo de montaña, en donde interactúan el agua y la biodiversidad que albergan.

En el Programa Hídrico Nacional, son consideradas zonas prioritarias porque promueven y preservan el equilibrio ecológico de las zonas en donde se ubican, como ocurre en las cuencas con zonas boscosas,

que tienen un papel clave en la producción de O₂, procesamiento de CO₂, conservación del suelo, recarga de mantos acuíferos, así como en la preservación de flora, fauna y micobiota.

México es uno de los 12 países con mayor biodiversidad, que debería ser reconocido en primer lugar como un país con aptitud forestal por encima de su vocación agrícola y ganadera, debido a sus diferentes tipos de vegetación. Sin embargo, resulta contrastante que se encuentra entre las naciones con mayor pérdida de superficie forestal, que es transformada en zonas agrícolas, ganaderas, centros urbanos y suburbanos, para atender la demanda alimenticia, industrial y de vivienda (Serrano-Gálvez, 2002). Esta presión repercute en las cuencas hidrográficas, causando problemas en el balance hídrico por la sobreexplotación de mantos acuíferos, contaminación de afluentes y deforestación, debido a que más del 75% de la población se concentra en 13 cuencas: cuenca de México, Lerma-Chapala, Grijalva-Usumacinta, península de Yucatán y de los ríos Balsas, Bravo, Santiago, Pánuco, Papaloapan, Nazas, Verde, Tijuana y Tecolutla, mientras que el 25% se sitúa en las 380 cuencas restantes (Cotler *et al.*, 2010).

Estudios realizados con base en el grado de fragmentación de los ríos y el estado de la vegetación, determinaron que las cuencas de México, río Balsas, Lago de Cuitzeo, río Bravo, río Santiago, río Pánuco y río San Luis Potosí presentan mayor deterioro ecohidrológico (Cotler *et al.*, 2010).

El proceso de transformación ambiental de nuestro país ha sido gradual y progresivo; durante la época precolombina los territorios americanos estuvieron habitados por culturas indígenas, con un profundo respeto por la tierra y una cosmovisión que giraba en torno a los recursos naturales (González, 2001). Sin embargo, a partir de la conquista, el paisaje se cambió de manera evidente durante los siglos XVI y XVII del Virreinato, con una intensa deforestación. Además, el despojo de tierras a los indígenas obligó su desplazamiento a zonas forestales. De igual forma la construcción de nuevas ciudades, la necesidad de combustible en los hogares y la explotación minera, demandaron el consumo de grandes cantidades de recursos (González, 1992) y contribuyeron a la explotación de los bosques en el centro del país (Castañeda-Rincón, 2006). Humboldt en 1803 estimó que la mitad de la Nueva España estaba forestada, mientras que Simonian (1999) calculó que al inicio del Virreinato

tres cuartas partes de su superficie estaban cubiertas por bosque y que al término de éste periodo, se había perdido una cuarta parte.

Esta situación empeoró después de la Independencia y en el Porfiriato, al norte del país las haciendas dedicadas a la ganadería extensiva alteraron las zonas áridas y semiáridas, en el altiplano las empresas reanudaron la explotación minera, mientras que al sur el cultivo extensivo de azúcar, café, cacao, tabaco, hule, henequén y la explotación de maderas preciosas, perturbaron selvas y bosques. Así mismo, el impulso del ferrocarril y el desarrollo industrial demandaron grandes cantidades de carbón, ocasionando un cambio drástico en los ecosistemas, disminuyendo las poblaciones de mezquite, encino y coníferas principalmente (Castañeda-Rincón, 2006).

Durante el gobierno del General Lázaro Cárdenas del Río, se realizó el reparto agrario y el fraccionamiento de latifundios, concediendo a los ejidatarios predios improductivos sin sistemas de riego, ni infraestructura, y con áreas boscosas que fueron transformadas en campos de cultivo poco productivos, que perdieron su fertilidad debido a su ubicación en laderas de montañas.

Entre los años de 1940 y 1980, fueron devastadas 9 millones de hectáreas de selvas tropicales en el sureste mexicano (50% de la cobertura original), para crear potreros con pastizales inducidos y favorecer la ganadería extensiva (Challenger, 1998). Así mismo, la colonización de zonas tropicales, la apertura de caminos, la ampliación de carreteras y la construcción de presas para abastecer de agua y generar electricidad, han contribuido a la reducción, fraccionamiento y destrucción de ecosistemas, de tal forma que se calcula que el área actual de las selvas altas equivale solamente al 10% de la superficie original (Rzedowski, 2006). Datos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2001), indican que la superficie deforestada en México entre los años de 1993 y 2000 fue de 7'894,921 ha, con una tasa anual de 1,127,845 ha, y de continuar esta tendencia pudieran desaparecer las selvas en 58 años y los bosques en 127 (Serrano-Gálvez, 2002).

Uso de los productos forestales en México

Los ecosistemas boscosos proporcionan Productos Forestales Maderables (PFM) constituidos por vegetación leñosa susceptible de aprovechamiento y Productos Forestales No Maderables (PFNM) que

incluyen los servicios ambientales asociados y bienes de origen biológico distintos a la madera, leña y carbón vegetal (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2001), utilizados para obtener alimentos, medicinas, fibras, aceites, colorantes y materiales para construcción, que se destinan al autoconsumo y comercialización (Zamora *et al.*, 2001) y de acuerdo a las normas oficiales mexicanas NOM-010, NOM-027 y NOM-028, se definen como la vegetación y hongos de poblaciones naturales, sus partes, sustancias y residuos, no constituidos por materiales leñosos y los suelos de terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal.

De acuerdo a Tejeda *et al.* (1998), alrededor de 1,000 PFNM son extraídos principalmente de los bosques templados ubicados en la Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur y Sierra Madre de Chiapas, entre los que destacan: resinas, exudados, aceites esenciales, tierra de monte, especies vegetales ornamentales y medicinales, cortezas, colorantes, taninos, follaje, flores, frutos, raíces, rizomas, conos, semillas forestales y hongos silvestres (Figura 1).

Existen reportes sobre el aprovechamiento tradicional de más de 240 especies de hongos silvestres con propósitos alimentarios, medicinales y ceremoniales, tal es el caso de los estados de Chihuahua, Durango, Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca en donde se conoce el uso de 185 especies, distribuidas en 40 familias (Zamora-Martínez *et al.*, 2001).

Los Hongos Comestibles Silvestres (HCS) destacan por su importancia cultural, alimentaria y económica entre la población indígena y mestiza de zonas rurales, debido a que su recolecta, consumo, y venta en tianguis y mercados durante la temporada de lluvias contribuye a la subsistencia familiar, además de ser una opción para el manejo sustentable de los bosques (Bandala *et al.*, 1997; Montoya *et al.*, 2003 y 2004; Garibay-Orijel *et al.*, 2006; Ruan-Soto *et al.*, 2006) (Figura 2).

Sin embargo, la legislación mexicana para el aprovechamiento de éste recurso cuenta con 2 normas oficiales: NOM-059-SEMARNAT-2010 en la que se categorizan 46 especies de hongos en diferente nivel de riesgo: 10 en peligro de extinción, 28 amenazadas y 8 con protección especial; y la NOM-010-RECNAT-1996 que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de hongos.



Figura 1. Recolección de hongos silvestres comestibles en Acaxochitlán, Hidalgo.

Con base en éstas normas y otros estudios, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) editaron de manera conjunta el “Manual que establece los Criterios Técnicos para el Aprovechamiento Sustentable de Recursos Forestales no Maderables de Clima Templado-Frío”, que incluye fichas técnicas de 8 especies de HCS, con especificaciones para su recolecta y comercialización.

Área de estudio: Subcuenca Hidrográfica del Río Metztlán (RH26DV)

El estado de Hidalgo ocupa el 1.1% del territorio nacional (INEGI, 2014), cuenta con una superficie prioritaria de conservación de 614,157.38 ha, que equivale al 29.38% de su territorio, posee 36 Áreas Naturales Protegidas (ANP), de carácter federal, estatal y municipal, que en conjunto suman una extensión de 139,357.56 ha, lo que representa el 22.9% de la superficie prioritaria de conservación y el 6.67% del territorio estatal.



Figura 2. Venta tradicional de hongos en el tianguis de Acaxochitlán, Hidalgo.

Está comprendido en dos regiones hidrográficas: 1) Región Pánuco: con las cuencas de México y del Río Pánuco; 2) Región Norte de Veracruz: con las cuencas del Río Tecolutla, Río Cazones y Río Tuxpan-Pantepec (INEEC, 2014).

La región hidrológica del Río Pánuco está dividida en dos zonas: “Alto Pánuco” y “Bajo Pánuco”. La primera incluye las subcuencas del río Tula y San Juan del Río (afluentes del Río Moctezuma), así como las subcuencas de Metztlán y Amajac (afluentes del río Amajac), que en conjunto constituyen la cuenca del río Moctezuma.

La subcuenca del río Metztlán se ubica entre los paralelos 19° 53' 41" y 20° 45' 05" N y los meridianos 98° 55' 04" y 98° 08' 39" O, abarca una superficie de 329,053.9 ha, presenta un gradiente altitudinal entre 1,250 msnm (Laguna de Metztlán) y 3,100 msnm (Sierra de Singuilucan). El 89.9 % de ella cruza al estado en dirección sureste-noroeste a lo largo de los municipios de Acatlán (1), Acaxochitlán (2), Agua

Blanca de Iturbide (4), Atotonilco el Grande (12), Cuautepec de Hinojosa (16), Eloxochitlán (20), Epazoyucan (22), Huasca de Ocampo (24), Metepec (35), Metztlán (37), Mineral del Monte (39), Omitlán de Juárez (45), San Agustín Metzquitlán (36), Santiago Tulantepec de Lugo (56), Singuilucan (57), Tenango de Doria (60), Tulancingo de Bravo (77) y Zacualtipán de Ángeles (81), además del municipio de Huayacocotla en el estado de Veracruz (6.4 %) y los municipios de Chignahuapan y Honey en el estado de Puebla (3.7 %) (3).

Se observa que la distribución de la vegetación a lo largo de la cuenca está determinada por la condición barlovento-sotavento (Barradas *et al.*, 2004), en los bordes de la cuenca (barlovento) las montañas captan la mayoría de la precipitación (al noreste Zacualtipán y Agua Blanca, al sureste Acaxochitlán, al sur Singuilucan y al suroeste la sierra de Pachuca), lo que permite el desarrollo de vegetación de clima templado (bosque mesófilo de montaña, bosques de *Pinus* y *Pinus-Quercus*); mientras que en la parte interna de la cuenca (sotavento) el viento tiene humedad reducida por el efecto llamado “sombra geográfica” y la escasez de precipitaciones favorece el desarrollo de matorral xerófilo crassicaule, espinoso y rosetófilo.

La porción oriental de la cuenca del río Metztlán está franqueada por la región terrestre prioritaria de México RTP-102 “Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental”, que abarca los estados de Hidalgo, Puebla y Veracruz, a través de los municipios hidalguenses de Acatlán, Acaxochitlán, Agua Blanca de Iturbide, Calnali, Cuautepec de Hinojosa, Eloxochitlán, Huazalingo, Huehuetla, Huejutla de Reyes, Lolotla, Metepec, Metztlán, Molango de Escamilla, San Agustín Metzquitlán, San Bartolo Tutotepec, Tenango de Doria, Tepehuacán de Guerrero, Tianguistengo, Tlanchinol, Xochicoatlán, Yahualica y Zacualtipán, con un gradiente altitudinal que oscila entre 400 y 2,500 msnm. Las áreas más integradas están al norte, mientras que la parte central presenta mayor fragmentación hacia Huayacocotla; al sur se encuentran fragmentos con vegetación secundaria y pastizales inducidos. Se considera un corredor biológico que interconecta los bosques mesófilos entre la sierra Norte de Puebla y la región de Tlanchinol en Hidalgo, además cuenta con relictos de selvas altas perenifolias, medianas subperenifolias, encinares tropicales, bosques de *Pinus-Quercus* y bosques de *Abies* con alta diversidad biótica (CONABIO, 2000).

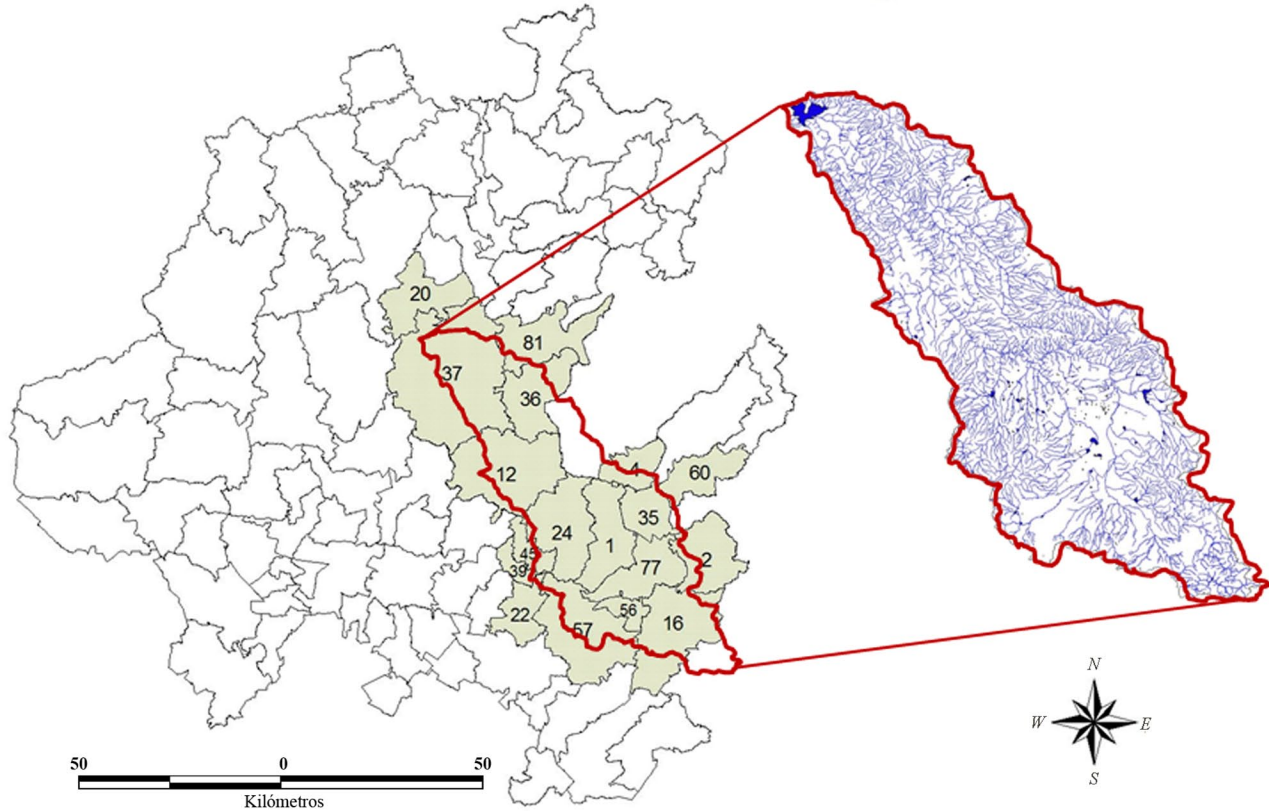


Figura 3. Mapa de los municipios que conforman la subcuenca hidrográfica del Río Metztlán, Hidalgo.

De igual forma se encuentra comprendida en la región hidrológica prioritaria “Confluencia de las Huastecas” que se extiende a los estados de Veracruz, San Luis Potosí y Querétaro, incluye entre sus recursos hídricos la presa Zimapán, las lagunas de Meztlán y Molango, los ríos Santa María, Bagres, Jalpan, de las Albercas, Naranjo, Mesillas, Tamuín o Pánuco, Grande de Meztlán, San Pedro, Gallinas, Tumpaón, Choy, Moctezuma, Ojo Frío, Tempoal o Calabazo, Tulancingo, Hondo, Amajac, del Hule, Axtla y Matlapa (CONABIO, 2002).

Así mismo, comparte dos regiones bioculturales prioritarias: la Sierra Gorda-Mármoles-Barranca de Metztlán y las Huastecas-Sierra norte de Puebla, con poblaciones indígenas otomí, totonaca y nahua, que realizan el aprovechamiento de los recursos forestales (Boege-Schmidt, 2008). Finalmente es importante destacar que dentro del área comprendida por la subcuenca de Río Metztlán se han decretado 10 zonas protegidas (Figura 4 y Tabla 1).

Materiales y Métodos

El presente trabajo consistió en dos etapas: la revisión de ejemplares depositados en la colección de hongos “Dr. Gastón Guzmán Huerta” del Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN (ENCB) y una serie de exploraciones micológicas entre los años 2008 y 2014.

La recolección de ejemplares se realizó en 24 localidades de seis municipios del estado de Hidalgo y la búsqueda de basidiomas se realizó en la base de troncos de árboles vivos, tocones y árboles muertos. Se seleccionaron los ejemplares en mejor estado, se extrajeron con una navaja y se colocaron en bolsas de papel encerado dentro de una canasta. Los datos de ubicación se tomaron con el geoposicionador satelital (GPS) y en la libreta de campo se registraron los datos de recolecta: localidad, fecha, coordenadas, altitud, tipo de vegetación, sustrato, características morfológicas (tamaño, color, olor, colector, número de colecta y observaciones) y se tomó el registro fotográfico.

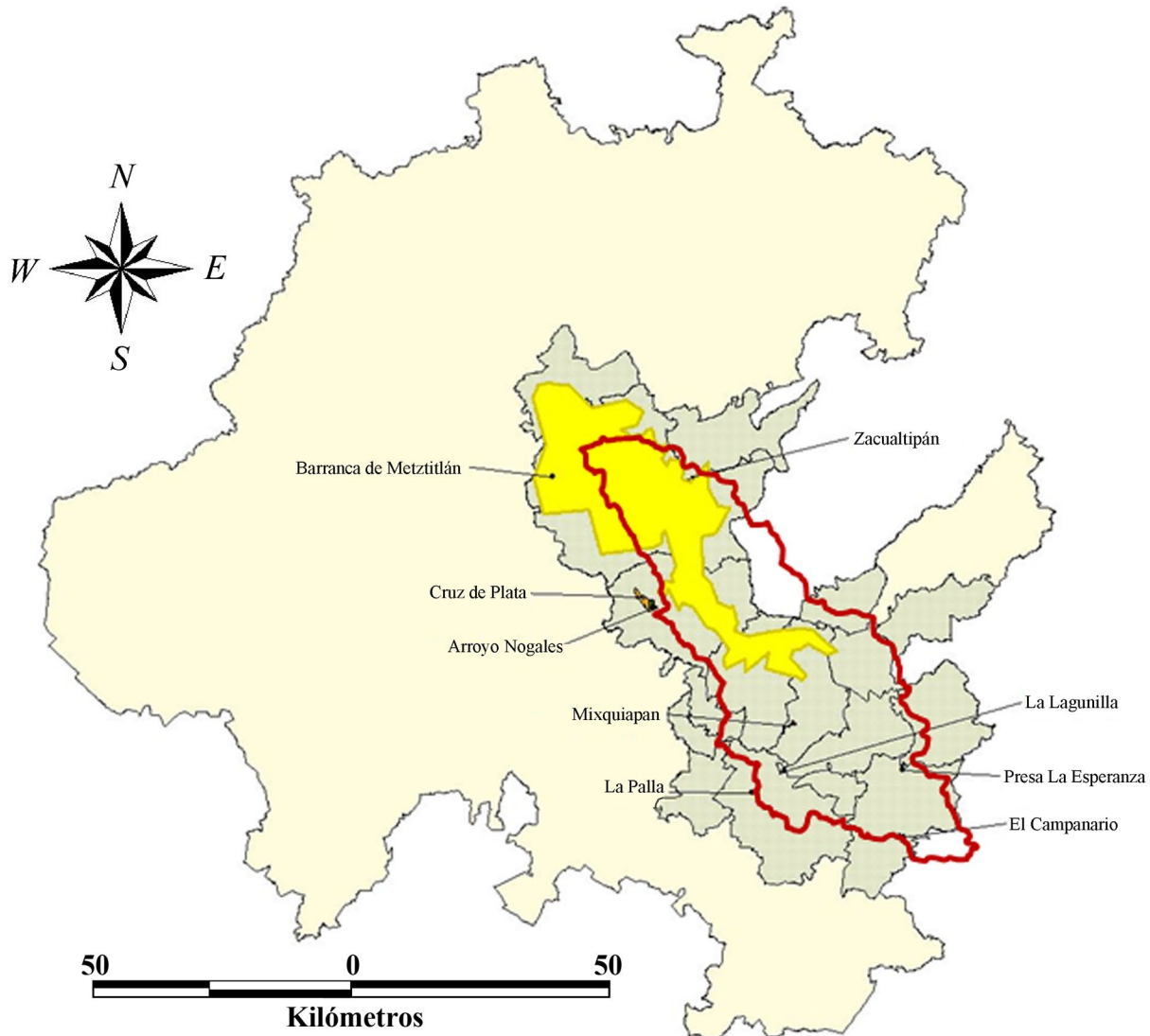


Figura 4. Mapa del area natural protegida (ANP), comprendida en la subcuenca de Río Metztitlán.

Los ejemplares se describieron macro-morfológicamente considerando las características del basidioma: píleo, tipo de margen, estructura y tamaño del contexto, presencia de estípite, color del himenio, tipo y tamaño de poros, utilizando las técnicas básicas de micología propuestas por Largent (1973) y Largent *et al.* (1977).

Para la descripción micro-morfológica se realizaron cortes del píleo, cutícula, contexto, himenio y estípite (Largent *et al.*, 1977) y se montaron preparaciones temporales; las hifas observadas fueron medidas y descritas (forma, color, tipo de sistema hifal y presencia

de fíbulas), de igual manera se realizaron preparaciones temporales con las esporas y se describieron sus características: tamaño, forma, color, tipo de ápice y ornamentaciones. El color se describió con las tablas de Kornerup y Wanscher (1978) y para la identificación taxonómica se siguieron las claves de Gilbertson y Ryvar den (1986, 1987), Larsen y Cobb-Pouille (1990), Ryvar den y Gilbertson (1993), Ryvar den y Johansen (1980), Ryvar den (1991), Valenzuela *et al.* (1994), Cibrián-Tovar *et al.* (2007) y Torres (2007).

El material fue herborizado con una deshidratadora eléctrica para su conservación, guardado en

Tabla 1. Áreas Naturales Protegidas, decretadas en la subcuenca de Río Metztlán

CLASIFICACIÓN	NOMBRE DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA	MUNICIPIOS
I ANP de competencia federal	1 Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán	Acatlán, Atotonilco el Grande, Eloxochitlán, Huasca de Ocampo, Metepec, Metztlán, San Agustín Metzquitlán y Zacualtipán de Ángeles
II Zonas Protectoras Forestales	2 Ciudad de Zacualtipán Presa la Esperanza	Zacualtipán de Ángeles Cuauhtepic de Hinojosa
III ANP de competencia municipal con categoría de zonas de preservación ecológica de los centros de población (Z.P.E.C.P):	7 Mixquiapan La Lagunilla El Campanario Cerro La Paila-El Susto Cerro La Paila-Matías Rodríguez Arroyo Nogales Cruz de Plata	Acatlán Singuilucan Cuauhtepic de Hinojosa Singuilucan Singuilucan Atotonilco el Grande Atotonilco el Grande

cajas de cartón debidamente etiquetadas, y depositados en el Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) del Instituto Politécnico Nacional (IPN).

Resultados

Los ejemplares revisados y recolectados, correspondieron a 37 localidades de 11 municipios del estado de Hidalgo, en las que existen 13 comunidades vegetales: bosque de *Abies* (BA), bosque de *Abies-Juniperus* (BAJ), bosque de *Fagus* (BF), bosque de *Juniperus-Quercus* (BJQ), bosque mixto (BM), bosque mesófilo de montaña (BMM), bosque de *Pinus* (BP), bosque de *Pinus-Juniperus* (BPJ), bosque de *Pinus-Quercus* (BPQ), bosque de *Pinus-Quercus-Abies* (BPQA), bosque de *Quercus* (BQ), bosque de *Quercus-Alnus* (BQAl), matorral xerofito (MX) y plantación de *Pinus* (PP), a lo largo de un gradiente altitudinal de 1,400 a 3,212 msnm (Tabla 2, Figura 5).

En este trabajo se determinaron 62 especies de hongos poliporoides correspondientes a las familias Albarellaceae, Bondarzewiaceae y Steraceae del orden Russulales, las familias Fomitopsidaceae, Ganodermataceae, Meripilaceae, Meruliaceae, Polyporaceae y Sparassidaceae del orden Polyporales, Hymenochaetales y especies *Incertae sedis* del orden Hymenochaetales, la familia Gleophyllaceae del orden Gloeophyllales, la familia Bankeraceae del orden Thelephorales y la familia Fistulinaceae del orden Agaricales, de acuerdo con Kirk *et al.* (2008).

La familia Polyporaceae fue la mejor representada con 14 géneros y 17 especies, seguida por las familias Hymenochaetales con siete géneros y 10 especies, la Fomitopsidaceae con seis géneros y siete especies, Albatrellaceae con tres géneros y cinco especies y Ganodermataceae con un género y cinco especies. Así mismo, la familia Meruliaceae presentó dos géneros y tres especies, las familias Stereaceae y Gloeophyllaceae presentaron un género y tres especies, mientras que Bankeraceae con un género y dos especies, tres especies *incertae sedis*, las demás familias solamente tuvieron un género y una especie. De acuerdo con sus hábitos de vida 10 especies fueron micorrízicas, 30 saprófitas y 22 parásitas, de las especies degradadoras de madera viva o muerta, 40 fueron causantes de pudrición blanca y 12 de pudrición café. Con base en su uso, tres especies: *Sparassis crispa*, *Albatrellus cristatus* y *A. ellisii* (la segunda llamada "lengua de toro") se consumen de manera tradicional como parte de la dieta habitual en Zacualtipán y Agua Blanca, respectivamente. Sin embargo, en los estados de Puebla y Veracruz se registran como comestibles a *Albatrellus subrubescens* y *Favolus tenuiculus* porque se han encontrado en los mercados de algunas localidades. Por otro lado, la literatura reporta 21 especies comestibles a nivel mundial de las presentadas en este trabajo, las cuales no son consumidas tradicionalmente y son potencialmente utilizables en la zona de estudio. De igual forma se encontraron reportes de 39 especies con propiedades medicinales, entre las que destacan: antitumorales, antileucemia,

Tabla 2. Municipios explorados para la recolección del material fúngico

MUNICIPIO	LOCALIDAD	ALITITUD (mnm)	VEGETACIÓN
Acaxochitlán	Los Reyes	2251	BPQ
	Presa del Tejocotal	2300	BP
Agua Blanca	Agua Blanca	2300	BP Y BPQ
	Los Cuves	2200-2300	BPQ
	Potrero de Monroy	1825	BQA y PP
Atotonilco el Grande	Doñana	1820	MX
	La Nogalera	2000	BM
Epazoyucan	El Guajolote (Cañada Húmeda)	2800	BPQ
	Los Lirios	2700	BPJ
	Nopalillo	2800-2850	BP Y BPQ
Huasca de Ocampo	Bosque Real	2150	BPQ
	Camino a San Miguel Regla	2100	BQ
	Huasca	2300	BPQ
	San Miguel Cacaloapan	2150	BPQ
Metepc	Cueva Ahumada	2400	BMM
Mineral del Monte	Ciénega Larga	3000	BAJ
	El Jarillal	2800	BPQ
	Pueblo Nuevo	2917	BA
	Real del Monte	2700	BJQ
	Tezoantla	2700	BQ
Omitlán	Omitlán	2500	BQ
	Rincón Chico	2200	BQ
	Velasco	2397	BPQA
	Barranca de Metztitlán cerca de Venados	1400	MX
San Agustín Mezquititlán	Carpinteros	1978-2030	BPQ
	Km 78 carr Pachuca-Tampico	1500	MX
	Rancho Alegre	1400	MX
	San Miguel	1500	MX
	Singuilucan	Cuyamaloya	2750
Zacualtipán	Matías Rodríguez	2700	BPQ
	Segundas Lajas	3212	BP
	Cumbre de Alumbres	2000	BMM
	El crucero	2100	BPQ
	La Estación	1700	BMM
Zaragoza	La Mojonera	1800-2016	BF
	San Miguel	1700	BP
		1800	BF
		1700	BMM
		2100	BP
		1800	BQ
		1476	BPQ

antioxidantes, anticancerígenas, antiinflamatorias, antimicrobiales, antiparasíticas, inmunomoduladoras, hepatoprotectoras, reguladoras de la presión arterial y reductoras de colesterol, así como, para el tratamiento de padecimientos respiratorios y cutáneos, entre otros. Dos especies se reportaron como tóxicas (*Albatrellus cristatus* y *Lenzites elegans*) (Walley y Rammeloo, 1994; Karadelev, 2010); sin embargo, en algunos trabajos estas mismas especies fueron reportadas como comestibles. Nueve especies con potencial biotecnológico en biorremediación de suelos o agua,

principalmente *Bjerkandera adusta*, *Gloeophyllum sepiarium* y *Trametes versicolor* (Dávila-Vázquez et al., 2005; Walter et al., 2005; Pumomo et al., 2011). Finalmente, 11 especies son potencialmente cultivables, entre las que destacan: *Ganoderma* spp., *Trametes versicolor*, *Sparassis crispa*, *Favolus tenuiculus* y *Laetiporus sulphureus* (Tabla 3, Figuras 6 - 8).

Impacto ambiental en la subcuenca hidrográfica del río Metztitlán

En los últimos años se ha incrementado la sobre-

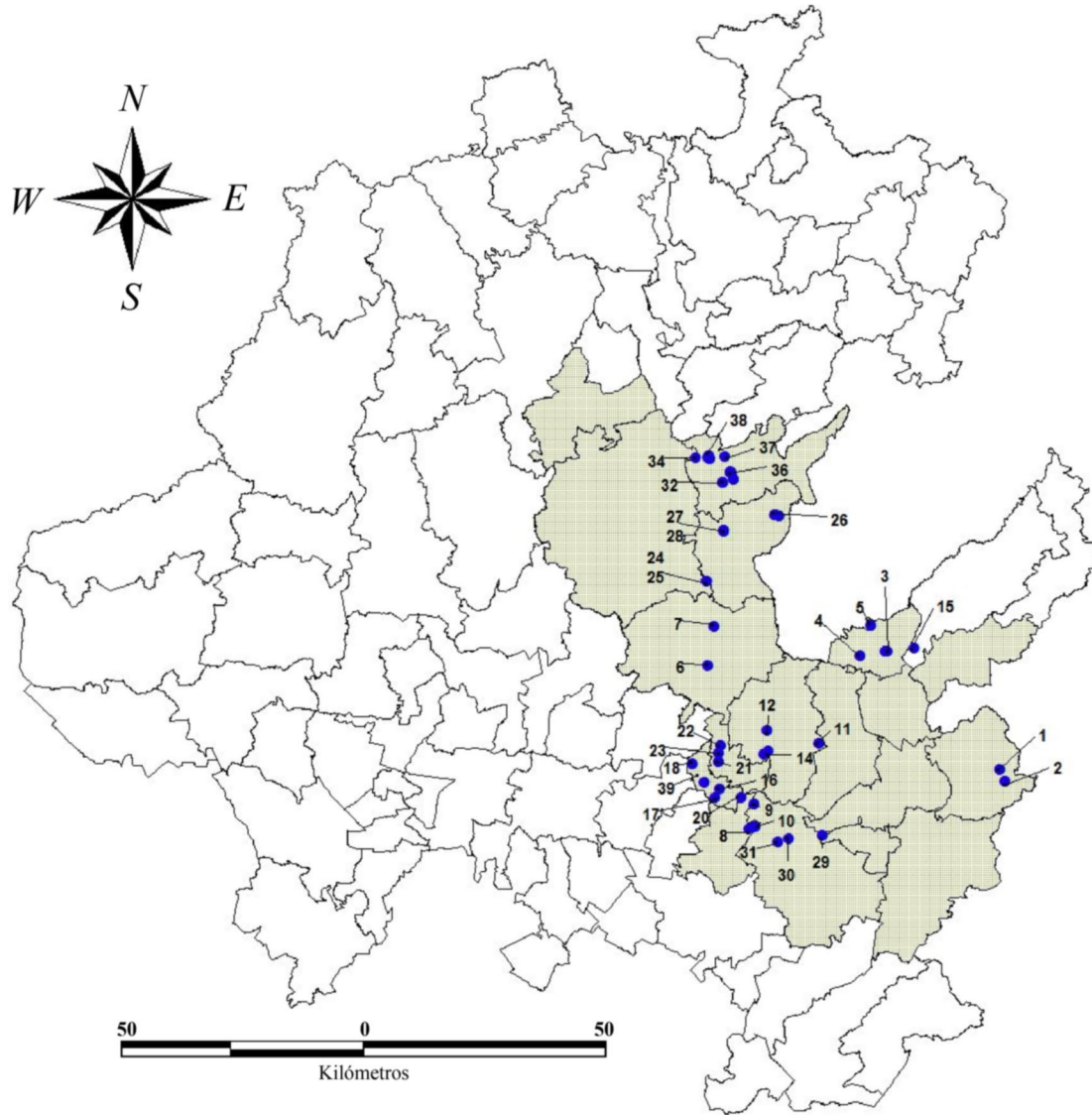


Figura 5. Mapa que muestra los sitios de recolección de los especímenes de hongos. Sitios de recolecta: 1 = Los Reyes; 2 = El Tejocotal; 3 = Agua Blanca; 4 = Los Cuves; 5 = Potrero de Monroy; 6 = Doñana; 7 = La Nogalera; 8 = Los Lirios; 9 = El Guajalote; 10 = Nopalillo; 11 = San Miguel Cacaloapan; 12 = San Miguel Regla; 13 = Huasca; 14 = Bosque Real; 15 = Cueva Ahumada; 16 = Tezoantla; 17 = El Jarilla; 18 = Pueblo Nuevo; 19 = Ciénega Larga; 20 = Real del Monte; 21 Omitlán; 22 = Ricón Chico; 23 = Velasco; 24 = Rancho Alegre; 25 = Barranca de Metztitlán; 26 =Carpinteros; 27 = Km 78 Carretera Pachuca – Tampico; 28 = San Miguel; 29 = Segundas Lajas; 30 = Cuyamaloya; 31 = Matías Rodríguez; 32 = San Miguel; 33 = Carpinteros; 34 = Cumbre de Alumbres; 35 = El Crucero; 36 = La Mojonera; 37 = La Estación; 38 = Zaragoza.

explotación y deterioro de recursos naturales, con implicaciones en el ciclo hidrológico, la biodiversidad, la erosión del suelo y el clima local. A consecuencia de la deforestación, la urbanización y las intensas lluvias de verano se ha aumentado el escurrimiento de los afluentes a lo largo de la cuenca, ocasionando

inundaciones periódicas en la vega del río Metztitlán. Además, se estima que la transformación en la cobertura vegetal pueden desencadenar alteraciones de las condiciones bioclimáticas de la zona con posibilidades de un cambio climático en la época de secas (Barradas *et al.*, 2004).

Tabla 3. Características generales de las especies reportadas

ESPECIE	ESTADOS	HÁBITO	PUDRICIÓN	USO				CU
				C	M	T	B	
Orden Agaricales								
Familia Fistulinaceae								
<i>Pseudofistulina radicata</i> (Schwein.) Burds. 1971	4	saprófito	C	x	x			
Orden Gloeophyllales								
Familia Fistulinaceae								
<i>Gloeophyllum mexicanum</i> (Mont.) Ryvarden 1972	12	saprófito	C					
<i>Gloeophyllum sepiarium</i> (Wulfen) P. Karst. 1882	15	saprófito	C		x			x
<i>Gloeophyllum striatum</i> (Fr.) Murrill 1905	22	saprófito	C		x			
Orden Hymenochaetales								
Familia Hymenochaetaeae								
<i>Coltricia focicola</i> (Berk. & M.A. Curtis) Murrill 1908	4	micorrízico						
<i>Coltricia montagnei</i> (Fr.) Murrill 1920	2	micorrízico						
<i>Coltricia perennis</i> (L.) Murrill 1903	8	micorrízico			x			
<i>Fomitopsis calkinsii</i> (Murrill) Vlasák & Kout 2011	6	parásito	B		x			
<i>Fuscoporia gilva</i> (Schwein.) T. Wagner & M. Fisch. 2002	20	saprófito	B					
<i>Fuscoporia ferrea</i> (Pers.) G. Cunn. 1948	9	saprófito	B					
<i>Inocutis jamaicensis</i> (Murrill) A.M. Gottlieb, J.E. Wright & Moncalvo 2002	4	parásito	B					
<i>Inonotus fulvomeileus</i> Murrill 1908	11	parásito	B					
<i>Onnia circinata</i> (Fr.) P. Karst. 1889	11	parásito	B					
<i>Xanthoporia radiata</i> (Sowerby) Tura, Zmitr., Wasser, Raats & Nevo 2012	1	parásito	B		x			
Incertae sedis								
<i>Trichaptum abietinum</i> (Dicks.) Ryvarden 1972	17	saprófito	B	x				
<i>Trichaptum biforme</i> (Fr.) Ryvarden 1972	15	saprófito	B	x				
<i>Trichaptum fuscoviolaceum</i> (Ehreb.) Ryvarden	4	saprófito	B		x			
Orden Polyporales								
Familia Fomitopsidaceae								
<i>Climacocystis borealis</i> (Fr.) Kotoloba & Pouzar 1958	10	saprófito	B	x				
<i>Fibroporia radiculosa</i> (Peck) Parmasto 1968	2	saprófito	C					
<i>Fomitopsis cajanderi</i> (P. Karst.) Kotl y Pouzar 1957	15	parásito	C		x			
<i>Fomitopsis pinicola</i> Karsten 1889	18	parásito	C		x			
<i>Laetiporus sulphureus</i> (Bull.) Murrill 1920	7	parásito	C		x			x
<i>Leptoporus mollis</i> (Pers.) Quél. 1986	1	parásito	C					
<i>Phaeolus schweinitzii</i> (Fr.) Pat. 1900	15	parásito	C		x			
Familia Ganodermataceae								
<i>Ganoderma applanatum</i> (Pers.) Pat. 1887	18	parásito	B		x			x
<i>Ganoderma australe</i> (Fr.) Pat. 1889	1	parásito	B		x			x
<i>Ganoderma brownii</i> (Murrill) Gilb. 1962	1	parásito	B		x			x
<i>Ganoderma curtisii</i> (Berk.) Murrill 1908	14	parásito	B		x			x
<i>Ganoderma resinaceum</i> Boud. 1889	7	parásito	B		x			x
Familia Meripilaceae								
<i>Hydnopolyporus fimbriatus</i> (Cooke) D.A. Reid 1962	12	parásito	B			x		

Familia Meruliaceae									
18	<i>Bjerkandera adusta</i> (Willd) P. Karsten 1879	saprófito	B						x
4	<i>Bjerkandera fumosa</i> (Persoon: Fries) P. Karsten 1879	saprófito	B						x
1	<i>Jungkuhnia luteoalba</i> (P. Karst.) Ryvarden 1972	parásito	C		x				
Familia Polyporaceae									
11	<i>Coriopsis gallica</i> (Fries) Ryvarden 1973	saprófito	B						x
11	<i>Cryptoporus volvatus</i> (Peck) Shear 1902	saprófito	B						x
1	<i>Daedaleopsis confragosa</i> (Bolton) J. Schröt. 1888	saprófito	B						
9	<i>Echinochaete brachyporus</i> (Montagne) Ryvarden 1978	parásito	B		x				
20	<i>Favulus tenuiculus</i> P. Beauv. 1806	saprófito	B		x				
15	<i>Fomes fasciatus</i> (Sw.) Cooke 1885	parásito	B						x
15	<i>Lenzites betulina</i> (L.) Fries 1838	saprófito	B		x				
23	<i>Lenzites elegans</i> (Spreng.) Pat. 1900	saprófito	B						x
9	<i>Neofavulus alveolaris</i> (DC.) Sotome y T. Hatt 2013	saprófito	B		x				
1	<i>Neolentinus lepideus</i> (Fr.) Redhead y Ginns 1985	saprófito	B		x				
2	<i>Perenniporia tepitensis</i> (Murrill) Ryvarden 1985	saprófito	B		x				
17	<i>Polyporus arcularius</i> (Batsch) Fr. 1821	parásito	B		x				
3	<i>Spongipellis unicolor</i> (Fr.) Murrill 1907	saprófito	B						x
16	<i>Trametes hirsuta</i> (Wulfen) Lloyd 1924	parásito	B						x
22	<i>Trametes versicolor</i> (L.) Lloyd 1921	saprófito	B		x				x
25	<i>Trametes villosa</i> (Sw.) Kreisel 1971	saprófito	B		x				x
11	<i>Trametopsis cervina</i> (Schwein.) Tomšovský 2008	saprófito	B		x				x
Familia Sparassidaceae									
4	<i>Sparassis crispa</i> (Wulfen) Fr. 1821	saprófito	C						x
Orden Russulales									
Familia Albatrellaceae									
14	<i>Albatrellus cristatus</i> (Schaeff.) Kotlaba & Pouzar 1957	micorrízico			x				x
9	<i>Albatrellus elisii</i> (Berk.) Pouzar 1966	micorrízico			x				x
11	<i>Albatrellus subrubescens</i> (Murrill) Pouzar 1972	micorrízico			x				x
5	<i>Jahnporus hirtus</i> (Cooke) Nuss 1980	micorrízico			x				
1	<i>Polyporoletus sublividus</i> Snell 1936	micorrízico			x				
Familia Bondarzewiaceae									
15	<i>Heterobasidion annosum</i> (Fr.) Bref. 1888	parásito	B						x
Familia Stereaceae									
4	<i>Stereum complicatum</i> (Fr.) Fr. 1838	saprófito	B						x
6	<i>Stereum gausapatum</i> (Fr.) Fr. 1874	saprófito	B						x
6	<i>Stereum ostrea</i> (Blume & T. Nees) Fr. 1838	saprófito	B						x
Orden Thelephorales									
Familia Bankeraceae									
2	<i>Boletopsis grisea</i> (Peck) Bondartsev & Singer 1941	micorrízico						x	
1	<i>Boletopsis leucomelaena</i> (Pers.) Fayod 1889	micorrízico						x	

E = número de estados de la República Mexicana con reporte de las especies; **TP** = tipo de pudrición; **C** = comestible; **M** = medicinal; **T** = tóxico; **B** = biorremediación; **PC**=potencial de cultivo.



Figura 6. Algunas especies de poliporoides. A = *Fomitopsis pinicola*; B = *Ganoderma brownie*; C = *Sparassis crispa*; D = *Stereum complicatum*.

Valdez-Lizalde *et al.* (2011) calcularon una baja tasa de deforestación (0.5 % anual), originada por la apertura de terrenos agrícolas de temporal en áreas forestales que posteriormente se integraron a la mancha urbana, aunque, ésta situación se ha incrementado un 250 % en 22 años, con un ritmo anual de 4.3 %. De manera general el crecimiento urbano en la cuenca ocurrió principalmente en zonas de agricultura de temporal donde se han establecido asentamientos humanos y en menor grado en bosques, zonas de riego y pastizal. De manera particular en Tulancingo, las zonas urbanas desplazaron a la agricultura de riego y temporal, en Zacualtipán al bosque y en Atotonilco

el Grande al matorral, debido a que éstas poblaciones tienen mayor presión demográfica por su ubicación estratégica entre la zona metropolitana del Valle de México y la del Golfo.

Discusión y Conclusión

Se deben desarrollar estrategias para un Manejo Forestal Sustentable (MFS) que contribuyan a estimular su protección, al considerar las interacciones ecológicas, económicas y sociales, de manera que se asegure la producción de bienes y servicios en los ecosistemas forestales (Torres-Rojo y Moreno-Sánchez, 1992). Sin embargo, son insuficientes los estudios que evalúan la

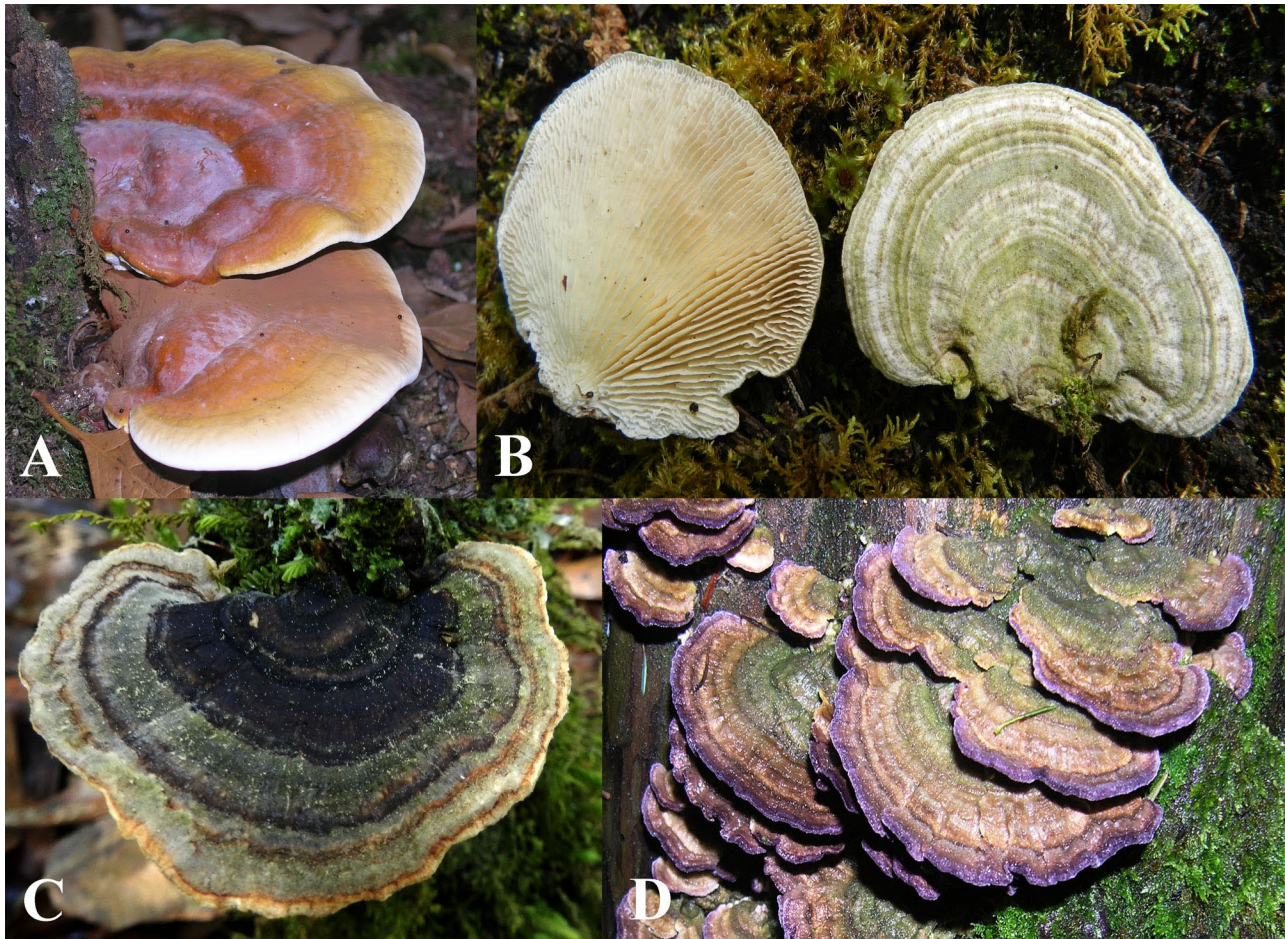


Figura 7. Algunas especies de poliporoides. A = *Ganoderma curtisii*; B = *Lenzites betulina*; C = *Trametes versicolor*; D = *Trichapum biforme*.

situación actual y los cambios recientes en la cobertura vegetal y el uso de suelo, para desarrollar modelos de monitoreo ambiental que revelen cómo es que influyen estos elementos en la hidrología, biodiversidad, erosión del suelo, producción agrícola y forestal (Linke *et al.*, 2007).

Este trabajo representa una contribución a las especies de poliporoides que se encuentran creciendo en la subcuenca del río Metztitlán, y aunque ninguna de estas especies está incluida en la NOM-059, no garantiza que realmente se encuentren fuera de riesgo por la destrucción del hábitat, cambio en el uso de suelo y contaminación ambiental.

Pocos estudios se han realizado con relación al gran número de especies existentes, debido a la dificultad en la localización de los cuerpos fructíferos que se presentan sólo cuando las condiciones ambientales son favorables y a que se requiere un mayor esfuerzo de muestreo comparado con otros organismos, son excluidos

de los estudios de impacto ambiental y de las políticas de protección.

Existen especies de hongos silvestres con propiedades terapéuticas, de uso ritual y con potencial biotecnológico que pueden ser aprovechadas. Entender la dinámica de los complejos sistemas naturales y de los recursos asociados a esta subcuenca, permitirá su aprovechamiento a fin de lograr una prosperidad económica sostenida a través de la protección de los sistemas naturales para mejorar la calidad de vida para las personas que conviven con estos recursos y garantizar su permanencia.

Agradecimientos

Los autores agradecen al proyecto colaborativo Calidad Ambiental y Desarrollo Sustentable “Evaluación del Impacto Ambiental por Actividades Antropogénicas: Alternativas de Mitigación” con fondos del

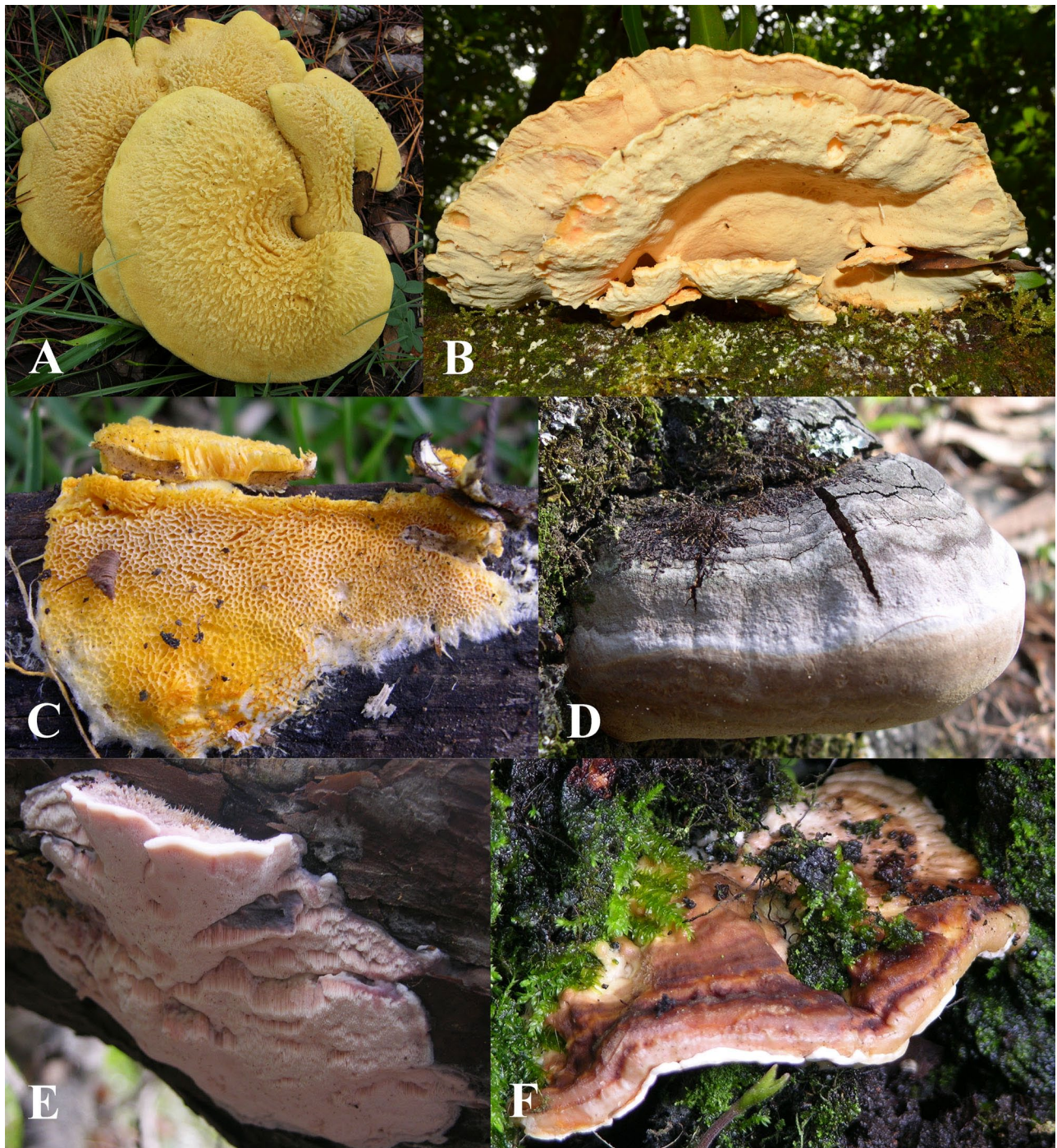


Figura 8. Algunas especies de poliporoides. A = *Albatrellus ellisii*; B = *Laetiporus sulphureus*; C = *Fibroporia radiculosa*; D = *Fomitiporia calkinsii*; E = *Leptoporus mollis*; F = *Perenniporia tepeitensis*.

Programa de Mejoramiento del Profesorado (PRO-MEP). Diversidad Biológica del Estado de Hidalgo. Fondos Mixtos-Conacyt - Gobierno del Estado de Hidalgo (clave 95828). Empoderamiento económico de las hongueras del municipio de Acaxochitlán, Hidalgo, a través de procesos organizativos para la elaboración

de productos alimenticios a base de hongos silvestres y cultivo orgánico de plantas. Inmujeres-Conacyt (clave S0005-2012-2-198333). RV-G y TR-O agradecena al IPN el apoyo financiero otorgado en los proyectos SIP 20150540 y SIP 20151530, así mismo RV-G agradece a la COFAA el apoyo otorgado a sus investigaciones.



Figura 9. Algunas especies de poliporoides. A = *Trametes villosa*; B = *Neolentinus lepideus*.

Bibliografía

- Amalfi, M., T. Raymundo, R. Valenzuela, y C. Decock. 2012. *Fomitiporia cupressicola* sp. nov., a parasite on *Cupressus arizonica*, and additional unnamed clades in the southern USA and northern Mexico, determined by multilocus phylogenetic analyses. *Mycologia* 104:880-893.
- Bandala, V. M., L. Montoya, e I. H. Chapela. 1997. Wild edible mushrooms in Mexico: a challenge and opportunity for sustainable development. *En: Palm, M. E., e I. H. Chapela (eds). Mycology in Sustainable Development: Expanding concepts, vanishing borders.* Parkway Publishers. Boone, NC, United States of America. pp. 76-90.
- Bandala, V. M., G. Guzmán, y L. Montoya. 1993. Los hongos del grupo de los Poliporáceos conocidos en México. *Reporte científico, México. Núm. especial 13:1-55.*
- Barradas, V. L., P. J. Cervantes, y A. C. Puchet. 2004. Evidencia de un cambio climático en la región de las grandes montañas del estado de Veracruz, México. *En: García-Codron, J. C., C. Diego-Liaño, P. Fernández de Arróyabe, C. Garmendia-Pederaja y D. Rasilla-Álvarez (eds). El clima entre el mar y la montaña.* Santander España Asociación Española de Climatología y Universidad de Cantabria, España. Serie A No. 4:213-220.
- Boege-Schmidt, E. 2008. El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrodiversidad en los territorios indígenas, Instituto Nacional de Antropología e Historia/ Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, Distrito Federal, México. pp. 136-157.
- Castañeda-Rincón, J. 2006. Las Áreas Naturales Protegidas de México, de su origen precoz a su consolidación tardía. Scriptanova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Barcelona: Universidad de Barcelona. 1 de agosto de 2006, Vol X, No. 218 (13). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-218-13.htm> >
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Instituto de Biología; Universidad Nacional Autónoma de México; Agrupación Sierra Madre S. C., Distrito Federal, México. 847 p.
- Cibrián-Tovar D., D. Alvarado-Rosales, y S. E. García-Díaz. 2007. Enfermedades forestales de México. Universidad Autónoma de Chapingo, Estado de México, México. 587 p.
- CONABIO: Comisión Nacional para el Manejo y Uso de la Biodiversidad. 2000. Página en red: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_102.pdf (consultada 25 julio, 2014).
- CONABIO: Comisión Nacional para el Manejo y Uso de la Biodiversidad. 2002. Página en red: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_075.html (consultada 28 julio, 2014).
- Cotler, H., A. Garrido, V. Bunge, y M. L. Cuevas. 2010. Las cuencas hidrográficas de México: priorización y toma de decisiones. *En: Cotler, H. (Coord.). Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización.* México: Instituto Nacional de Ecología/Fundación Gonzalo Río Arronte Institución de Asistencia Privada, México, Distrito Federal, México, pp. 4-7.
- Dávila-Vázquez, G., R. Tinoco, M. A. Pickard, y R. Vázquez-Duhalt. 2005. Transformation of halogenated pesticides by versatile peroxidase from *Bjerkandera adusta*. *Enzyme and Microbial Technology* 36:223-231.
- Frutis, I., y G. Guzmán. 1983. Contribución al conocimiento de los hongos del estado de Hidalgo. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 18:219-265.
- Garibay-Orijel, R., J. Cifuentes, A. Estrada Torres, y J. Caballero. 2006. People using macrofungal diversity in Oaxaca Mexico. *Fungal Diversity* 21:41-67.
- Gilbertson, R. L., y L. Ryvardeen. 1986. North American Polypores I. *Abortiporus-Lindtneria*. *Fungiflora*. Oslo, Noruega. 433 p.

- Gilbertson, R. L., y L. Ryvardeen. 1987. North American Polypores II. *Megasporoporia-Wrightoporia*. Fungiflora. Oslo, Noruega. 885 p.
- González, A. 1992. Los bosques de las tierras mexicanas, la gran tendencia. *El Cotidiano* 48:3-6.
- González, Y. 2001. Animales y plantas en la cosmovisión mesoamericana. México, CONACULTA. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Plaza y Valdés Editores/Sociedad Mexicana para el Estudio de la Religiones, Distrito Federal, México. 322 p.
- Guzmán, G. 1995. La diversidad de los hongos en México. *Ciencias* 39:52-57.
- INEEC: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. 2014. Página en red: www.cuencas.ine.gob.mx; (consultada 20 julio, 2014).
- INEGI: Instituto Nacional de Estadística y geografía. 2014. Página en red: www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/información/hidalgo/territorio/default.aspx?tema=me&e=13; (consultada 20 de julio, 2014).
- Karadelev, M. 2010. Fungi of National Park Mavrovo. Final Report. Institute of Biology, Faculty of Natural Sciences an Mathematics, Ss Cyril and Methodius University, Skopje, Macedonia, 55 p. < <http://www.oxfamitalia.org/wp-content/uploads/2010/12/Final-report.pdf> >
- Kirk, P. M., P. F. Cannon, D. W. Minter, y J. A. Stalpers. 2008. Dictionary of Fungi. (10th ed.). CAB International, Wallingford, United Kingdom. 784 p.
- Kornerup, A., y J. H. Wanscher. 1978. Methuen handbook of colour. (3th ed.). Eyne Methuen. Londres, United Kingdom. 252 p.
- Largent, D. L. 1973. How to identify mushrooms to genus I: macroscopic features. (1st ed.). Made River Press Inc., Eureka, California, United States of America. 85 p.
- Largent, D., D. Johnson, y R. Walting. 1977. How to identify mushrooms to genus III: microscopic features. (1st ed.). Made River Press Inc., Eureka, California, United States of America. 148 p.
- Larsen, M. J., y L. A. Cobb-Poule. 1990. *Phellius* (Hymenochaetaceae). A survey of the world taxa. *Synopsis Fungorum* 3:1-206.
- Linke, J., M. G. Betts, M. B. Lavinge, y S. E. Franklin. 2007. Introduction: Structure function and change of forests land scapes. *En: Wulder, M. A. y S. E. Franklin (eds). Understanding forests disturbance and spatial pattern: remote sensing and GIS approaches*. Taylor and Francis, Boca Raton, Florida, United States of America, pp. 1-29.
- Montaño, A., R. Valenzuela, A. Sánchez, M. Coronado, y M. Esqueda. 2006. Aphyllorphorales de Sonora, México 1. Algunas especies de la Reserva Forestal Nacional y Refugio de la Fauna Silvestre Ajos-Bavispe. *Revista Mexicana de Micología* 23:17-26.
- Montoya, A., O Hernández-Totomoch, A. Estrada-Torres, A. Kong y J. Caballero. 2003. Traditional knowledge about mushrooms in a Nahua community in the state of Tlaxcala Mexico. *Mycologia* 95(5):793-806.
- Montoya, A., A. Kong, A. Estrada-Torres, J. Cifuentes, y J. Caballero. 2004. Useful wild fungi of La Malinche National Park, Mexico. *Fungal Diversity* 17:115-143.
- Nava, R., y R. Valenzuela-Garza, 1993. Los Poliporáceos de México IV. Especies poco conocidas. *En: Marmolejo, J. G., y F. Garza-Ocañas (eds.) Reporte Científico N° Especial* 13:182-193.
- NOM: NOM-010-SEMARNAT-1996. 2014. Procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de hongos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Diario Oficial, 23 de abril de 2003, Distrito Federal, México.
- NOM: NOM-027-SEMARNAT-1996. 2014. Procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de tierra de monte. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Diario Oficial, 23 de abril de 2003, Distrito Federal, México.
- NOM: NOM-028-SEMARNAT-1996. 2014. Procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de raíces y rizomas de vegetación forestal. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Diario Oficial, 23 de abril de 2003, Distrito Federal, México.
- NOM: NOM-059-SEMARNAT-2010. 2014. Protección ambiental. Especies nativas de México de Flora y Fauna Silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo, 30 de diciembre de 2010, Distrito Federal, México.
- Pumomo, A. S., T. Mori, K. Takagi, y R. Kondo. 2011. Bioremediation of DDT contaminated soil using brownrot fungi. *International Biodeterioration and biodegradation* 65:691-695.
- Raymundo, T., y R. Valenzuela. 2003. Los Poliporáceos de México VI. Los Hongos Poliporoides del estado de Oaxaca. *Polibotánica* 16:79-112.
- Raymundo T., R. Valenzuela, y J. Cifuentes. 2008. Dos nuevas especies del género *Phellinus* (Hymenochaetaceae, Basidiomycota) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79:295-301.
- Raymundo, T., R. Valenzuela y M. Esqueda. 2009. The family *Hymenochaetaceae* from México 4. New records from Sierra de Álamos - Río Cuchujaqui biosphere reserve. *Mycotaxon* 110:387-398.
- Raymundo, T., C. Decock, R. Valenzuela, M. Amalfi, J. Cifuentes, y L. Pacheco-Mota. 2012a. Nuevos registros del género *Fomitiporia* (Hymenochaetales, Basidiomycota) para México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83:313-328.
- Raymundo, T., R. Valenzuela, R. Díaz-Moreno, J. Cifuentes, y L. Pacheco. 2012b. La familia Hymenochaetaceae en

- México V. Especies del bosque Las Bayas, Pueblo Nuevo, Durango. Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid 36:37-51.
- Raymundo, T., R. Valenzuela, A. Gutiérrez, M. L. Coronado, y M. Esqueda. 2013a. Agaricomycetes xilófagos de la planicie central del desierto sonorense. Revista Mexicana de Biodiversidad 84:417-424.
- Raymundo, T., R. Valenzuela, S. Bautista-Hernández, M. Esqueda, J. Cifuentes, y L. Pacheco-Mota. 2013b. El Género *Fuscoporia* (Hymenochaetales-Basidiomycota) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad 84:S50-S69.
- Raymundo, T., R. Valenzuela, y M. Esqueda. 2013c. Hymenochaetales from México 6. A new *Fuscoporia* species from the Sonoran desert. Mycotaxon 125:37-43.
- Rodríguez-Alcantar, O., R. Valenzuela, S. Herrera, y R. Díaz-Moreno. 1996. Nuevo registro de *Coltricia montagnei* (Fr.) Murrill (Aphylophorales, Hymenochaetales) para México. Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara 4:61-64.
- Romero-Bautista, L., G. Pulido-Flores, y R. Valenzuela. 2010. Estudio micoflorístico de los hongos poliporoides del estado de Hidalgo, México. Polibotánica 29:1-28.
- Romero-Bautista, L., y R. Valenzuela. 2008. Los hongos poliporoides en la áreas naturales protegidas del estado de Hidalgo. En: Pulido-Flores, G., A. L. López-Escamilla, y M. T. Pulido-Silva (eds). Estudios biológicos en las áreas naturales del estado de Hidalgo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca, Hidalgo, México. pp. 29-39.
- Ruan-Soto, F., R. Garibay-Orijel, y J. Cifuentes. 2006. Process and dynamics of traditional selling wild edible mushrooms in tropical Mexico. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine 2:3.
- Ryvarden, L. 1991. Genera of Polypores, nomenclatura and taxonomy, Fungiflora, Oslo Noruega. 363 p.
- Ryvarden, L., y I. Johansen. 1980. A preliminary polypore flora of East Africa, Fungiflora, Oslo, Noruega. 636 p.
- Ryvarden, L., y R. L. Gilbertson. 1993. European polypores. Part I. Fungiflora, Oslo, Noruega. 387 p.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. (1st ed.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Distrito Federal, México. 504 p.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2001. Sustainable management of non-timber forest resources. Montreal SCBO (CBO Technical series), 6:30 p.
- Serrano-Gálvez, E. 2002. Contribución al conocimiento del México Forestal. Notas. Revista de información y Análisis 22:7-14.
- Simonian, L. 1999. La defensa de la tierra del jaguar. Una historia de la conservación en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Instituto Nacional de Ecología; Secretaría del medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca; Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, Distrito Federal, México. 345 p.
- Tejeda, G. C., M. C. Zamora-Martínez, y L. Sánchez. 1998. Recursos forestales no maderables, situación actual y perspectivas. En: Memorias Reunión de la Comisión Forestal para América del Norte, Mérida, Yucatán, México, pp. 35-49.
- Torres, M. G. 2007. Sistemática de *Ganoderma* (Fungi, Basidiomycota, Ganodermatales): Aspectos morfológicos, moleculares y químicos. Tesis doctoral. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Jalisco, México 205 p.
- Torres-Rojo, J. M., y R. Moreno-Sánchez. 1992. Aspectos Económicos del manejo Integral Forestal. En: Arteaga, B. (ed). Memoria del primer Foro Nacional sobre Manejo Integral Forestal. División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Chapingo, México, pp. 47-87.
- Valdez-Lazalde, J. R., C. A. Aguirre-Salado, y G. Ángeles-Pérez. 2011. Análisis en los cambios en el uso del suelo en la cuenca del río Metztitlán (México), usando imágenes de Satélite 1985-2007. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. México 17:313-324.
- Valenzuela, R., R. Nava, y J. Cifuentes, 1994. El género *Albatrellus* (Albatrellaceae, Aphylophorales) en México I. Revista Mexicana de Micología 10:113-152.
- Valenzuela, R., R. Nava, y J. Cifuentes, 1996. La Familia Hymenochaetales en México I. El género *Hydnochaete* Bres. Polibotánica 1:7-15.
- Valenzuela, R., T. Raymundo, y R. Fernández-Nava, 2004. Los Poliporáceos de México VII. Primer registro de *Penniporia* Gilbertson & Blackwell y *Trechispora regularis* (Murrill) Libert. Polibotánica 17:103-106.
- Valenzuela, R., T. Raymundo, y J. Cifuentes, 2005. La Familia Hymenochaetales en México II. Especies poco conocidas del género *Phellinus*. Revista Mexicana de Micología 20:13-19.
- Valenzuela, R., M. R. Palacios-Pacheco, T. Raymundo, y S. Bautista-Hernández. 2006. Especies de Poliporáceos poco conocidas en México. Revista Mexicana de Biodiversidad 77:35-49.
- Valenzuela R., T. Raymundo, y J. Cifuentes. 2007. La Familia Hymenochaetales en México III. El Género *Aurificaria* D. A. Reid en México. Polibotánica 24:153-166.
- Valenzuela, R., T. Raymundo, M. R. Palacios, y R. Díaz-Moreno. 2008. La Familia Polyporaceae en México VIII. Nuevos registros de especies del género *Antrodia* Karst. (Basidiomycota, Polyporales). Revista Mexicana de Micología 27:41-47.
- Valenzuela, R., T. Raymundo, J. Cifuentes, G. Castillo, M. Amalfi, y C. Decock. 2011. Two undescribed species of *Phylloporia* from Mexico based on morphological and phylogenetic evidence. Mycological Progress 10:341-349.

- Valenzuela, R., T. Raymundo, J. Cifuentes, M. Esqueda, M. Amalfi, y C. Decock. 2012a. *Coltriciella sonorensis* sp. nov. (Basidiomycota, Hymenochaetales) from Mexico: evidence from morphology and DNA sequence data. *Mycological Progress* 11:81-189.
- Valenzuela, R., T. Raymundo, C. Decock, y M. Esqueda. 2012b. Aphyllophoroid fungi from Sonora, México 2. New records from Sierra of Álamos-Río Cuchujaqui Biosphere Reserve. *Mycotaxon* 122:51-59.
- Valenzuela, R., T. Raymundo, y J. Cifuentes. 2013. El Género *Inonotus* (Hymenochaetales-Agaricomycetes) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84:S70-S90.
- Varela, L. y J. Cifuentes. 1979. Distribución de algunos Macromicetos en el norte del Estado de Hidalgo. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 13:75-88.
- Villarreal, L., y J. Pérez-Moreno. 1989. Los hongos comestibles silvestres de México, un enfoque integral. *Micología Neotropical Aplicada* 2:77-114.
- Walley, R., y J. Rammeloo. 1994. The poisonous and useful fungi of Africa south of the Sahara: a literature survey. *Scripta Botanica Belgica* 10:1-56.
- Walter, M., K. Boyd-Wilson, L. Boul, C. Ford, D. McFadden, B. Chong, y J. Pinfold. 2005. Field Scale Biorremediation of pentachlorophenol by *Trametes versicolor*. *International Biodeterioration and Biodegradation* 56:51-57.
- Zamora-Martínez M. C., R. J. M. Torres y L. I. Zamora-Martínez. 2001. Análisis de la información sobre productos forestales no madereros en México. FAO. Santiago de Chile, Chile. 120 p.
- Zamora-Martínez, M. C., E. Velasco-Bautista, y A. Arellano-Rivas. (s/f). Manual que establece los criterios técnicos para el aprovechamiento sustentable de los Recursos Forestales no Maderables de clima templado y frío. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 125 p.