

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/356109259>

Diversidad biológica del bosque mesófilo de montaña

Chapter · November 2021

CITATIONS

0

READS

291

11 authors, including:



Arturo Sánchez-González

Autonomous University of Hidalgo

89 PUBLICATIONS 989 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Aurelio Ramírez-Bautista

Autonomous University of Hidalgo

275 PUBLICATIONS 2,628 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Raúl Ortiz-Pulido

Autonomous University of the State of Hidalgo, Mexico

135 PUBLICATIONS 1,212 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Alberto Enrique Rojas-Martínez

Autonomous University of Hidalgo

73 PUBLICATIONS 1,572 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Murciélagos en El Parque Nacional Los Mármoles y La Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán [View project](#)



Genética de la conservación de la biodiversidad del estado de Hidalgo [View project](#)

Diversidad biológica del bosque mesófilo de montaña

Arturo Sánchez-González, Aurora Ramírez-Bautista, Raúl Ortiz-Pulido, Alberto Enrique Rojas-Martínez, Ana Patricia Martínez-Falcón, Pablo Octavio Aguilar, Sylvia Martínez-Hernández, Christian Saúl Berozabal-Isias, Pablo Caballero-Cruz, Griselida Nallely Hernández-Rico y Melany Aguilar-López

Introducción

El bosque mesófilo de montaña (BMM) es uno de los ecosistemas con mayor diversidad biológica en México, a pesar de su limitada distribución geográfica y reducida extensión territorial, cercana a 1% del territorio nacional (Rzedowski 1978, Gual-Díaz y Rendón-Correa 2014). Hidalgo ocupa el cuarto lugar entre los estados de la república con mayor superficie de BMM, después de Chiapas, Guerrero y Oaxaca (INEGI 2017). Este ecosistema se distribuye en al menos 18 de sus municipios, donde se han identificado las regiones terrestres prioritarias Sierra Gorda-Río Moctezuma y Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental (León-Paniagua et al. 2010). Sin embargo, la superficie que ocupa se está reduciendo drásticamente a causa de la fragmentación del paisaje y el cambio de uso del suelo (para favorecer la agricultura, ganadería y viviendas), lo que amenaza la alta diversidad de especies de diferentes grupos biológicos que aún mantiene (CONABIO 2010, Ramírez-Bautista et al. 2014). A continuación, se incluye información general sobre la riqueza de especies de plantas vasculares, hongos, artrópodos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos que se distribuyen en el BMM de Hidalgo.

Plantas vasculares

Los estudios más completos sobre la composición de especies de plantas con flor (angiospermas) en

el BMM de Hidalgo han sido desarrollados por investigadores de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, en siete de los municipios con BMM de la entidad: Tlachinol (figura 1; Luna-Vega et al. 1994), Tenango de Doria (Alcántara-Ayala y Luna-Vega 1997), Molango de Escamilla y Xochicoatlán (Mayorga-Saucedo et al. 1998), Eloxochitlán y Zacualtipán de Ángeles (Alcántara-Ayala y Luna-Vega 2001), y Lolotla (Ponce-Vargas et al. 2006). Otros trabajos con angiospermas incluyen localidades de los municipios San Bartolo Tutotepec, Tenango de Doria y Zacualtipán de Ángeles (Chávez 2014, Ortiz-Quijano et al. 2016). En cuanto a otros grupos de plantas, destacan los inventarios de helechos y licopodios en los municipios Acaxochitlán, Agua Blanca, Calnali, Eloxochitlán, Juárez Hidalgo, La Misión, Lolotla, Molango de Escamilla, San Bartolo Tutotepec, Tenango de Doria, Tepehuacán de Guerrero, Tlachinol, Xochicoatlán y Zacualtipán de Ángeles (Sánchez-González et al. 2016).

El análisis detallado de los listados florísticos antes mencionados indica que la flora (licopodios, helechos, gimnospermas y angiospermas) del BMM hidalguense es de al menos 144 familias, 530 géneros y 1 083 especies (cuadro 1). Sin embargo, existen amplias zonas sin explorar desde el punto de vista botánico, por lo que el número de especies podría ser mayor. En el estado existen 4 783 especies de plantas vasculares (véase *Diversidad florística* en esta obra), por lo que el BMM alberga al menos 22.6% de la flora vascular total, lo que adquiere mayor

Sánchez-González, A., A. Ramírez-Bautista, R. Ortiz-Pulido, A.E. Rojas-Martínez, A.P. Martínez-Falcón, P. Octavio-Aguilar, S. Martínez-Hernández, C. Berozabal-Isias, P. Caballero-Cruz, G.N. Hernández-Rico y M. Aguilar-López. 2021. Diversidad biológica del bosque mesófilo de montaña. En: *La biodiversidad en Hidalgo. Estudio de Estado*. CONABIO, México, pp. 155-164.



Figura 1. Bosque mesófilo de montaña, Tlanchinol. Foto: Arturo Sánchez González.

relevancia si se considera que ocupa menos de 1.5% de la superficie estatal (INEGI 2017).

Algunas de las especies consideradas en categorías de riesgo, de acuerdo con el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES 2016) son: coamecate (*Carya palmeri*), palma cicada (*Ceratozamia fuscoviridis*), zamia (*Zamia fischeri*), haya (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*, figura 2), magnolia (*Magnolia rzedowskiana*), tejo mexicano (*Taxus globosa*), oyamel (*Abies hidalguensis*) y liquidambar (*Liquidambar styraciflua*; Mayorga-Saucedo et al. 1998). Destaca el palo escrito (*Dalbergia palo-escrito*) por el uso tradicional que le dan los "voladores de Papantla" en la región de Lolotla (Ponce-Vargas et al. 2006). En el estrato inferior del bosque (sotobosque) se encuentra el botoncillo (*Cornus disciflora*) y el aceitunillo (*Ilex toluicana*). Además, existen varias especies de helechos arborescentes cuyo comercio internacional está controlado

(Apéndice II; CITES 2016), como el helecho tronco (*Dicksonia sellowiana*), los helechos maquique (*Alsophila firma*) y la palma (*Cyathea fulva*, figura 3), que localmente son utilizados en la elaboración de artesanías y macetas (Pérez-Paredes et al. 2014).

Todas las orquídeas se encuentran en el Apéndice II de la CITES, a causa de su extracción excesiva para la venta como ornamentales. En Hidalgo existen cerca de 151 especies (véase *Diversidad florística* en esta obra); las más conocidas en el BMM son: botón morado (*Anathallis platystylis*), botón rosa (*Bletia gracilis*), campanilla rallada (*B. neglecta*), campanilla blanca (*Calanthe calanthoides*), huelle de noche (*Encyclia candollei*), y las orquídeas terrestres *Cyclopogon futeo-albus* y *Dichaea glauca* (Ponce-Vargas et al. 2006). El pie de gallo (*Tillandsia xerographica*), una especie epífita de la familia Bromeliaceae que se distribuye en Hidalgo, San Luis Potosí y Veracruz, se comercializa por el color de sus flores (rojizo-naranjas), por lo que también está incluida en el Apéndice II. La mayoría de las especies mencionadas se encuentran en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN 2018) y la NOM-059 (SEMARNAT 2010).

Hongos

Los hongos presentan una función clave dentro del bosque (Blair 2009), al contribuir a la descomposición, reciclaje y absorción de nutrientes (Herdía-Abarca et al. 2011). En particular, los hongos micorrizógenos (que viven asociados a las raíces) facilitan la absorción de nutrientes como nitrógeno y fósforo a las plantas, mejorando su crecimiento, supervivencia y regeneración después de un disturbio forestal. La deforestación afecta negativamente la composición y abundancia de estos hongos y retarda el proceso de regeneración forestal (Andrade-Torres 2010).

La riqueza de macrohongos conocida hasta ahora para el estado de Hidalgo es de cerca de 1138 especies, lo que representa 22.5% de la registrada a nivel nacional (4 500) y 4.68% de la reportada a nivel mundial (Guzmán 1998, Moreno et al. 2017). De acuerdo con la información sobre riqueza de macrohongos por ecorregión en Hidalgo, se han registrado 292 especies en el BMM; pero esta cifra podría ser inexacta dado que las ecorregiones consideradas en el

Cuadro 1. Número y porcentaje de familias, géneros y especies de plantas vasculares del bosque mesófilo de montaña.

Grupo	Familias (%)	Géneros (%)	Especies (%)
Helechos y lycopodios	29 (20.1)	89 (16.8)	276 (25.5)
Gimnospermas	5 (3.5)	6 (1.1)	10 (0.9)
Angiospermas	110 (76.4)	435 (82.1)	797 (73.6)
Total	144	530	1 083

Fuente: elaboración propia.

trabajo de Moreno y colaboradores (2017) (bosques húmedos de Veracruz, bosques mesófilos de Veracruz y Sierra Madre Oriental) incluyen varios tipos de vegetación, además del BMM de la entidad (cuadro 2).

Algunas de las especies que se distribuyen en el BMM de Hidalgo son: sombrero blanco (*Albatrellus ellisii*), yesquero quemado (*Bjerkandera adusta*), calvaria (*Calvatia rugosa*), matacandil (*Coprinus roseistipitatus*), sombrerero (*Coltricia perennis*), ciatos (*Cortinarius scaurus*), ciato estriado (*Cyathus striatus*), yesquero aplanado (*Ganoderma applanatum*), estrella de tierra (*Geastrum fimbriatum*), sombrero blanco y castaño (*Gyroporus cyanescens* y *G. castaneus* respectivamente), hongos de repisa (*Inonotus cuticularis*, *I. radiatus*, *Phellinus badius*), oreja de judas (*Hydnopolyporus fimbriatus*), cuescos de lobo, también llamados hongos de luna (*Lycoperdon eximium*, *L. juruense*, *L. marginatum*, *L. nigrescens*, *L. purpurascens*, *L. pyriforme*), pisolito tintorero (*Pisolithus arhizus*), esclerodermas o potas (*Scleroderma citrinum*, *S. michiganense*, *S. verrucosum*), boletos o babosillos (*Suillus brevipes*, *S. flavogranulatus*, *S. rubinellus*), *Xerocomus spadiceus* y boleto bayo (*X. subtomentosus*; Hernández 2007, Romero-Bautista et al. 2010, Bautista-Hernández et al. 2018).

Dentro de los hongos comestibles de la región se encuentran: oronja (*Albatrellus cristatus*), panza de vaca (*A. ellisii*), ximney (*A. subrubescens*), baya bella (*Amanita caesarea*), meyyup (*A. tecomate*), binichis (*Armillaria* spp., *A. tabescens*, *A. mellea*), hongo de espinas (*Boletus edulis*), *Clitocybe gibba*, bashias de monte (*Cantharellus cibarius*, *C. odoratus*), *Gomphus floccosus*, *Helvella* spp., hongo de leche (*Lactarius deliciosus*), *beyere* (*Lentinus crinitus*),

morquetas (*Morchella esculenta*) y setas (*Pleurotus albidus*, *P. djamor* y *Polyporus alveolaris*), por mencionar los más conocidos (Hernández 2007, Bautista-Nava et al. 2010, Jiménez-González et al. 2013). De los taxones anteriores solo *B. edulis* y las subespecies *C. cibarius cibarius* y *M. esculenta umbrina* se encuentran en la lista de especies en riesgo de la NOM-059 (SEMARNAT 2010), pero aún falta mucho trabajo por realizar para incrementar el conocimiento de la microbiota de este ecosistema (Raymundo et al. 2017).

Artrópodos

Los artrópodos son animales invertebrados dotados de un esqueleto externo y apéndices articulados, como los crustáceos, insectos, arañas, milpiés y ciempiés. Es el grupo más rico y diverso del reino animal, ocupando una gran variedad de nichos funcionales y micro-hábitats a lo largo de la historia de la vida en la tierra (Kremen et al. 1993). Las comunidades de artrópodos conforman un objeto complejo de estudio debido a su alta diversidad, abundancia relativa, pequeño tamaño corporal y la falta de taxónomos especialistas (Derraik et al. 2002).

Los artrópodos del BMM de Hidalgo han sido poco estudiados; varios grupos de coleópteros cuentan con registros, destacando los estafilínidos (175 especies; Márquez y Asiain 2017), melolóntidos (más de 100; Márquez et al. 2017), cerambícidos (49; Gutiérrez y Márquez 2017), los escarabajos toritos o peloterós de la familia Scarabaeidae (45; Márquez et al. 2017) y los pasálidos (16; Asiain et al. 2017). De libélulas se han registrado 87 especies (Escoto-Moreno et al. 2017), así como 30 de abejas en el municipio



Figura 2. Bosque de haya (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*). Foto: Arturo Sánchez González.

Tlanchinol (Godínez-García 1997). Por su parte, Valladares-Rubio (2016) reconoce 22 géneros de colémbolos, de los cuales *Folsomina onychiurina*, *Friesea reducta*, *Isotoma* sp., *Plutomurus* sp., *Ptenothrix* sp. y *Schoettella distincta* son nuevos registros para el dosel del BMM mexicano. De insectos acuáticos, García-Ramírez (2007) reportó 21 géneros, de los cuales los mejor representados son dipteros de los géneros *Bezzia*, *Corenthrella*, *Culex* y *Simulium*. Para los milpiés y ciempiés, Bueno-Villegas y colaboradores (2017) reportaron cuatro especies de diplópodos y una de quilópodos.

Otros insectos del BMM importantes dignos de mencionarse son los coleópteros *Scaphidium tzinti* y *Metamasius callizona*, ya que su ciclo de vida está vinculado a las plantas de bromelia (*Tillandsia deppeana*), pues sus larvas se alimentan de los tallos de la planta ocasionando su muerte, por lo que pueden adquirir condición de plaga (Hornung-Leoni et al. 2011).

Para el resto de los artrópodos (p.e. arácnidos, crustáceos, e incluso en grupos carismáticos como las mariposas) no existe información suficiente. En

otros BMM de México, sobre todo en Chiapas y Veracruz, si se han realizado inventarios extensos, por lo que se requiere conocer su riqueza y el estado actual de sus poblaciones en Hidalgo; esta información servirá para definir si es necesaria su inclusión en alguna categoría de riesgo en la legislación mexicana o en listados internacionales, como los de la UICN.

Anfibios y reptiles

Registros recientes y el hallazgo de nuevas especies han permitido reconocer la alta riqueza de anfibios y reptiles en la entidad (Nieto-Montes de Oca et al. 2013, Lara-Tufiño et al. 2014, García-Castillo et al. 2017), que actualmente es de 59 especies de anfibios y 144 de reptiles (Ramírez-Bautista et al. 2020). En el BMM los anfibios están representados por siete de las 11 familias (64%) y 30 de las 59 especies (50.8%) que habitan en el estado. Por su parte, de reptiles se encuentran 16 de las 24 familias (67%) y 65 de las 144 especies (45.1%) reconocidas para Hidalgo, lo que indica una elevada riqueza en ambos grupos de vertebrados (cuadro 2).



Figura 3. Maquique (*Cyathea fulva*), Tlanchinol. Foto: Arturo Sánchez González.

El BMM se distribuye en un intervalo altitudinal entre 600 y 2 800 msnm, en condiciones de humedad y temperatura que permiten la subsistencia de diversas especies de anfibios. Por ejemplo, las salamandras se distribuyen en un gradiente altitudinal elevado entre 1 200 y 2 800 msnm; mientras que las ranas y sapos ocupan un rango entre 600 y 2 200 msnm. Entre los anfibios, uno de los grupos más diversos y mejor representados en el BMM es el de las ranitas arborícolas (familia Hylidae), con nueve de las 15 especies que se distribuyen en el estado; así como el de las ranitas de la hojarasca (familias Craugastoridae, Eleutherodactylidae y Leptodactylidae), consideradas emblemáticas de este tipo de bosque.

En cuanto a reptiles, las lagartijas del género *Anolis* (familia Dactyloidea) destacan porque las cinco especies reconocidas para Hidalgo habitan en el BMM. El mismo caso ocurre con especies de las familias Corytophanidae (*Corytophanes hernandesii*, *Laemanctus serratus*), Scincidae (*Plestiodon lynxe*, *P. tetragrammus*), Sphenomorphidae (*Scincella gemmingeri*, *S. silvicola*), Xantusiidae (*Lepidophyma*

flavimaculatum, *L. occular*, *L. sylvaticum*) y Xenosauridae (*Xenosaurus newmanorum*, *X. tzacualtipantecus*). Las serpientes están bien representadas en el BMM: todas las familias que se distribuyen en el estado se encuentran también en este ecosistema, destacando Colubridae (con 13 de las 35 especies), Dipsidae (12 de 24), Elapidae (tres de tres), Natricidae (cinco de 13) y Viperidae (cinco de 13). Las serpientes no presentan un patrón de distribución altitudinal definido, ya que se les encuentra en un intervalo más amplio que el del BMM.

La alta diversidad taxonómica de los anfibios y reptiles en este bosque puede deberse a la elevada heterogeneidad estructural y ambiental que lo caracteriza, así como a las condiciones particulares de humedad y temperatura que prevalecen en este tipo de vegetación (Rzedowski 1978, Challenger 1998).

Aves

Se conocen 551 especies de aves que habitan los BMM de México (Navarro-Sigüenza *et al.* 2014a, b), de las cuales 358 especies tienen presencia en este

ecosistema dentro de Hidalgo (Martínez-Morales 2007, Martínez-Morales et al. 2007, Ortiz-Pulido y Zuria 2017), agrupadas en 19 órdenes y 52 familias (cuadro 2). Entre los grupos más comunes resaltan palomas, colibríes, rapaces diurnas y nocturnas, pájaros carpinteros, urracas, mosqueros, vencejos y golondrinas, matracas, primavera, cenizales, gorriones, calandrias, chipes y picogordos. Además, en el BMM del estado se distribuyen al menos nueve especies que se consideran en alguna categoría de riesgo a nivel mundial: el hocofaisán (*Crocyotus rubra*), la codorniz coluda veracruzana (*Dendrocygna barbatula*), la codorniz cotuí (*Colinus virginianus*), el papamoscas boreal (*Contopus cooperi*), el vireo gorra negra (*Vireo atricapilla*), el vireo de Bell (*Vireo bellii*), la chara enana (*Cyanolyca nana*), el chipe cachetes amarillos (*Setophaga chrysoparia*) y el colorín siete-colores (*Passerina ciris*; IUCN 2018). Asimismo, habitan 55 especies consideradas en algún grado de riesgo por la NOM-059: en peligro de extinción como la codorniz coluda veracruzana, la chara enana, el tecolote tamaulipeco (*Glaucidium sanchezi*) y el águila elegante (*Spizaetus ornatus*); amenazadas como el zorzal de Frantz (*Catharus frantzii*) y la chara gorra azul (*Cyanolyca cucullata*); y sujeta a protección especial el zorzal corona negra (*Catharus mexicanus*). Muchas de estas especies son afectadas por el cambio climático, así como por el cambio de uso del suelo, la deforestación y, en el caso de aves canoras y de ornato, el comercio ilegal (Navarro-Sigüenza et al. 2014a, Ortiz-Pulido y Zuria 2017).

Mamíferos

Hasta 2015 se reconocían 97 especies de mamíferos silvestres para Hidalgo (Ceballos et al. 2005); sin embargo, los estudios recientes han añadido 50 especies (Mejenes-López et al. 2010, Aguilar-López et al. 2012, 2015a, b, c, Rojas-Martínez y Juárez-Casillas 2013, Morales et al. 2015, Rojas-Martínez et al. 2017), por lo que en la entidad se distribuyen al menos 147 (cuadro 2; Rojas-Martínez et al. 2017). El tipo de vegetación con mayor riqueza de especies de mamíferos en Hidalgo es el BMM, con alrededor de 80 (54.4%), divididas en ocho órdenes, 23 familias y 51 géneros (Aguilar-López 2009, Rojas-Martínez y Juárez-Casillas 2013, Morales et al. 2015, Rojas-Martínez et al. 2017). Esta elevada riqueza de especies se debe en gran medida a la gran

complejidad ambiental característica de estos bosques (Rzedowski 1978, Challenger 1988), lo que incluso dificulta el muestreo de este grupo de vertebrados. Los mamíferos son un grupo de gran importancia para mantener la estructura y función del bosque, debido al consumo de insectos nocivos, herbivoría, frugivoría y polinización (Rojas-Martínez y Moreno-Ortega, 2014). Aproximadamente 29% de las especies de mamíferos que habitan en el BMM son endémicas a México y Centroamérica.

Los órdenes más representativos en este ecosistema son los roedores (Rodentia) con 28 especies (35%) y murciélagos (Chiroptera) con 26 (32.5%), que en conjunto reúnen 67.5% de las especies de mamíferos del BMM de Hidalgo. Estas cifras concuerdan con la condición nacional y estatal, que señala que al menos dos terceras partes de los mamíferos pertenecen a estos órdenes (Ceballos et al. 2005). En el orden Carnivora se han identificado 15 especies en el BMM hidalguense (18.8%), que incluyen a grandes carnívoros como osos (*Ursus americanus*; Rojas-Martínez y Juárez-Casillas 2013), jaguares (*Panthera onca*; Aguilar-López et al. 2015a, Morales et al. 2015) y pumas (*Puma concolor*; Mejenes-López et al. 2010), lo que indica el alto grado de conservación de los ecosistemas en algunas regiones, en particular en el norte y noroeste de la entidad, en los municipios Calnali, Huatla, La Misión, Tepehuacán de Guerrero, Tlanchinol y Xochicoatlán.

En Hidalgo existen al menos 14 especies de mamíferos del BMM (17.5% del total) en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059 (SEMARNAT 2010): oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), musaraña (*Cryptotis obscura*), murciélago (*Enchisthenes hartii*), jaguarundi (*Puma yagouaroundi*), ocelote (*Leopardus pardalis*), tigrillo (*Leopardus wiedii*), puma (*Panthera onca*), nutria de río (*Lontra longicaudis*), cabeza de viejo (*Eira barbara*), grisón o huroncito (*Galictis vittata*), martucha o perro de monte (*Potos flavus*), oso negro (*Ursus americanus*), ratón meteorito de Xalapa (*Microtus quassater*) y puercoespin (*Coendou mexicanus*). Los carnívoros son las especies más vulnerables debido a la cacería furtiva; sin embargo, la destrucción del bosque afecta a todas las especies. A pesar de la importancia del BMM para la riqueza de los mamíferos silvestres del estado, hasta ahora no existe algún área natural protegida que pueda asegurar su conservación.

Cuadro 2. Riqueza de especies por grupo biológico, en el bosque mesófilo de montaña.

Grupo biológico	BMM de Hidalgo (número de especies)	Hidalgo (número de especies)	Total estatal(%)
Plantas vasculares	1 083	4 783	22.64
Hongos macroscópicos	292	1 138	25.66
Artrópodos			
Staphylinidae	175	349	50.14
Passalidae	16	20	80.00
Scarabaeidae	45	106	42.45
Cerambycidae	49	131	37.40
Anfibios	30	59	50.85
Reptiles	65	144	45.14
Aves	358	501	71.45
Mamíferos	80	147	54.42

Fuente: elaboración propia.

Factores de presión

El BMM en Hidalgo presenta alto deterioro ambiental debido a factores locales y globales. A nivel local, el principal factor es la deforestación asociada a la expansión de la ganadería, la agricultura de temporal y el crecimiento poblacional (cambio de uso del suelo; INEGI 2015). En este sentido, el caso del café es de particular interés, puesto que Hidalgo es el sexto productor de café en el país, con 24 comunidades dedicadas principalmente a esta actividad en los municipios Calnali, Huazalingo, Lolotla, Molango de Escamilla, Tianguistengo, Tlahuiltepa, Tlanchinol, Tenango de Doria, Xochicoatlán y Zacualtipán de Ángeles (Gobierno del Estado 2017); a pesar de que las políticas de desarrollo sustentable han impulsado la producción de café de sombra desde una perspectiva agroforestal, la caída de su precio y el alto grado de marginación de la población se han traducido en abandono de cafetales e intensificación de la tala del bosque para obtener madera (Avalos 2002). A nivel global, el cambio climático modifica los patrones de distribución de la precipitación pluvial; diferentes modelos de circulación general señalan escenarios futuros con la reducción de entre 60 y 85% de la cobertura vegetal original, con pérdidas en la calidad del ecosistema,

los servicios ambientales y la biodiversidad (CONABIO 2010, Gual-Díaz y Rendón-Correa 2014).

Conclusiones

El BMM del estado de Hidalgo posee una alta riqueza de especies en diferentes grupos de seres vivos, como lo indican los datos en plantas vasculares, hongos, artrópodos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos; esto adquiere mayor relevancia cuando se considera el área que este tipo de vegetación ocupa en la entidad (menor de 1% de vegetación primaria), por lo que puede considerarse como el ecosistema con mayor riqueza de especies, pero también uno de los más amenazados y frágiles. El cambio de uso del suelo es la principal causa de la desaparición de la cubierta vegetal del BMM, y se relaciona con la dinámica socioeconómica y la falta de alternativas de trabajo; lo anterior refleja la necesidad de acciones de control para su aprovechamiento sustentable. Sin embargo, las acciones de las instituciones gubernamentales hasta ahora no han garantizado su conservación, por lo que es necesario que todos los sectores de la sociedad valoren su importancia por los servicios ambientales (uso directo e indirecto) que proporciona, y participen activamente en la conservación y aprovechamiento sostenible de su biodiversidad.

Referencias

- Aguilar-López, M. 2009. Estructura del ensamblaje de mamíferos en el bosque mesófilo de montaña de Hidalgo, México. Tesis de maestría. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.
- Aguilar-López, M., A.E. Rojas-Martínez, I.A. Mendoza-Vega et al. 2012. Registros nuevos de murciélagos para el estado de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83(4):1249-1251.
- Aguilar-López, M., J. Ramos-Frías, E. Rojas-Martínez y C. Comejo-Latorre. 2015a. First record of jaguar (*Panthera onca*) from the state of Hidalgo, Mexico. *Western North American Naturalist* 75(4):520-525.
- Aguilar-López, M., A.E. Rojas-Martínez, C. Comejo-Latorre et al. 2015b. New records of vespertilionid bats in the state of Hidalgo, Mexico. *Southwestern Naturalist* 60(2-3):275-279.
- Aguilar-López, M., A.E. Rojas-Martínez, C. Comejo-Latorre et al. 2015c. Registros notables de mamíferos terrestres del estado de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana* 31:403-411.
- Alcántara, O. e I. Luna. 1997. Florística y análisis biogeográfico del bosque mesófilo de montaña de Tenango de Doria, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología de la UNAM Serie Botánica* 68(2):57-106.
- Alcántara-Ayala, O. e I. Luna-Vega. 2001. Análisis florístico de dos áreas con bosque mesófilo de montaña en el estado de Hidalgo, México: Eloxochitlán y Tlahuelompa. *Acta Botánica Mexicana* 54:51-87.
- Andrade-Torres, A. 2010. Micorrizas: antigua interacción entre plantas y hongos. *Ciencia* 61:84-90.
- Asián, J., J. Márquez y P. Reyes-Castillo. 2017. Escarabajos de la familia Passalidae (Insecta: Coleoptera). En: Biodiversidad del estado de Hidalgo. Tomo 1. A. Ramírez-Bautista, A. Sánchez-González, G. Sánchez-Rojas y C. Cuevas-Cardona (eds.). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, pp. 375-388.
- Avalos, B. 2002. Los cafetales de sombra como proveedores de servicios ambientales. *Ciencia y Mar* 6(17):17-22.
- Bautista-Hernández, S., T. Raymundo, E. Aguirre-Acosta et al. 2018. Agaricomycetes gasteroides del bosque mesófilo de montaña de la Huasteca Alta Hidalguense, México. *Acta Botánica Mexicana* 123:21-36.
- Bautista-Nava, E., A. Moreno-Fuentes, A. Pulido-Silva et al. 2010. Bases bioculturales para el aprovechamiento y conservación de los hongos silvestres comestibles en el municipio de Tenango de Doria, Hidalgo, México. En: *Sistemas biocognitivos tradicionales: paradigmas en la conservación biológica y el fortalecimiento cultural*. A. Moreno, M.T. Pulido, R. Mariaca et al. (eds.). Asociación Etnobiológica Mexicana/Global Biodiversity Foundation/Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Colegio de la Frontera Sur/Sociedad Latinoamericana de Etnobiología, México, pp. 226-231.
- Blair, J.E. 2009. Fungi. En: *The time tree of life*. B. Hedges y S. Kumar (eds.) Oxford University Press, Nueva York, pp. 215-219.
- Bueno-Villegas, J., E. Rodríguez-López y F.G. Cupul-Magaña. 2017. Registros de Diplopoda y Chilopoda en Hidalgo. En: *Biodiversidad del estado de Hidalgo*. Tomo 1. A. Ramírez-Bautista, A. Sánchez-González, G. Sánchez-Rojas y C. Cuevas-Cardona (eds.). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, pp. 257-266.
- Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales, R.A. Medellín et al. 2005. Diversidad y conservación de los mamíferos de México. En: *Los mamíferos silvestres de México*. G. Ceballos y G. Oliva (coords.). CONABIO/ICE, México, pp. 21-49.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas naturales terrestres de México. *Pasado, presente y futuro*. CONABIO/UNAM/Agrupación Sierra Madre S.C., México.
- Chávez, S.M.C. 2014. Diversidad y distribución de angiospermas herbáceas y arbustivas de los bosques de *Fagus grandifolia* subsp. mexicana (Martínez) E. Murray del estado de Hidalgo, México. Tesis licenciatura en biología. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.
- CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre. 2016. Apéndice 1 y 2. En: <<https://cites.org/esp/node/29983>> última consulta: noviembre de 2016.
- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2010. El bosque mesófilo de montaña en México: Amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible. CONABIO, México.
- DeRaik, J.G., G.P. Closs, K.J.M. Dickinson et al. 2002. Arthropod morphospecies versus taxonomic species: A case study with Araneae, Coleoptera and Lepidoptera. *Conservation Biology* 16(4):1015-1023.
- Escoto-Moreno, J., J. Márquez, R. Noveló-Gutiérrez et al. 2017. Libélulas (Insecta: Odonata). En: *Biodiversidad del estado de Hidalgo*. Tomo 1. A. Ramírez-Bautista, A. Sánchez-González, G. Sánchez-Rojas y C. Cuevas-Cardona (eds.). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, pp. 267-288.
- García-Castillo, M.G., S.M. Rovito, D.B. Wake y G. Parra-Olea. 2017. A new terrestrial species of Chiropterotriton (Caudata: Plethodontidae) from central Mexico. *Zootaxa* 4363(4):489-505.

- García-Ramírez, C.I. 2007. *Diversidad de insectos acuáticos del Bosque Mesófilo de Montaña en Tlanchinol, Hidalgo*. Tesis de licenciatura en biología. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.
- Gobierno del Estado. 2017. Consejo Hidalguense del Café. En: <<http://concafe.hidalgo.gob.mx/?p=90>>, última consulta: abril de 2018.
- Godínez-García, L.M. 1997. *Meltofauna de algunos bosques mesófilos de montaña de la Sierra Madre Oriental*. Tesis de maestría en ciencias. Facultad de Ciencias-UNAM, México.
- Gual-Díaz, M. y A. Rendón-Correa (comps.). 2014. *Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. CONABIO, México.
- Gutiérrez, N. y J. Márquez. 2017. Escarabajos de la familia Cerambycidae (Insecta-Coleoptera). En: *Biodiversidad del estado de Hidalgo*. Tomo II. A. Ramírez-Bautista, A. Sánchez-González, G. Sánchez-Rojas y C. Cuevas-Cardona (eds.). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, pp. 315-346.
- Guzmán, G. 1998. Inventing the fungi of Mexico. *Biodiversity and Conservation* 7:111-175.
- Heredía-Abarca, G.P., R.M. Anas-Mota y S.A. Gómez-Cornelio. 2011. Hongos microscópicos: especies en restos vegetales y del suelo. En: *La biodiversidad en Veracruz. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 41-49.
- Hernández, H. 2007. *Macromicetas de una región de Mineral del Chico, Hidalgo: una aproximación a la Etnomicología*. Tesis de licenciatura en biología. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.
- Hornung-Leoni, C.T., J. Márquez y J. Bueno-Villegas. 2011. Arthropods associated with *Tillandsia deppiana* (Bromeliaceae) from Hidalgo State, México, with three first state records of Coleoptera species. *Entomological News* 122(5):469-476.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2015. *Encuesta Intercensal 2015, tabuladores básicos*. En: <<http://www3.inegi.org.mx/inegi/index.php/catalog/214>>, última consulta: febrero de 2018.
- . 2017. *División política estatal 1:250 000; edición 2016*. INEGI, México.
- Jiménez-González, M., L. Romero-Bautista, M.A. Villavicencio-Nieto y B.E. Pérez-Escandón. 2015. Los hongos comestibles de la región de Molango de Escamilla, Hidalgo, México. En: *Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas*. Vol. II. G. Pulido-Flores y S. Monks (eds.). Zea Books, Estados Unidos, pp. 69-82.
- Kremen, C., R.K. Colwell, T.L. Erwin et al. 1993. Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conservation Biology* 7(4):796-808.
- Lara-Tufiño, D., R. Hernández-Austria, L.D. Wilson et al. 2014. New state record for the snake *Amastidium sapperi* (Squamata: Dipsadidae) from Hidalgo, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85(2):654-657.
- León-Paniagua, L., I. Luna-Vega, M.A. Martínez-Morales y J.D. Tejero-Díez. 2010. Huasteca Alta Hidalguense. En: *El bosque mesófilo de montaña en México: amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible*. CONABIO, México, pp. 60-63.
- Luna-Vega, I., S. Ocegueda y O. Alcántara-Ayala. 1994. Florística y notas biogeográficas del bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlanchinol, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología de la UNAM Serie Botánica* 65(1):31-62.
- Márquez, J. y J. Asiain. 2017. Familia Staphylinidae (Insecta: Coleoptera). En: *Biodiversidad del estado de Hidalgo*. Tomo II. A. Ramírez-Bautista, A. Sánchez-González, G. Sánchez-Rojas y C. Cuevas-Cardona (eds.). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, pp. 413-470.
- Márquez, J., M.A. Morán, C. Moreno et al. 2017. Escarabajos de la familia Scarabaeidae (Insecta: Coleoptera). En: *Biodiversidad del estado de Hidalgo*. Tomo II. A. Ramírez-Bautista, A. Sánchez-González, G. Sánchez-Rojas y C. Cuevas-Cardona (eds.). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Hidalgo, pp. 389-412.
- Martínez-Morales, M.A. 2007. *Avifauna del bosque mesófilo de montaña del noreste de Hidalgo, México*. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78:149-162.
- Martínez-Morales, M.A., R. Ortiz-Pulido, B. de la Barreda et al. 2007. Hidalgo. En: *Avifaunas estatales de México*. R. Ortiz-Pulido, A.G. Navarro-Sigüenza, H. Gómez de Silva et al. (eds.). CIMEX, México, pp. 49-95.
- Mayorga-Saucedo, R., I. Luna-Vega y O. Alcántara-Ayala. 1998. Florística del bosque mesófilo de montaña en Molocotlán, Molango-Xochicatlán, Hidalgo, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 63:101-119.
- Mejenes-López, S.M.A., M. Hernández-Bautista, J. Barragán-Torres et al. 2010. Los mamíferos en el estado de Hidalgo, México. *Therya* 1:161-188.
- Morales, G.J., A.D. Morales G. y A.A. Rosales. 2015. Registros recientes de jaguar (*Panthera onca*) en el estado de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 5(2):56-72.
- Moreno, F.A., E. Aguirre-Acosta y M. Medellín-Espinosa. 2017. Diversidad de macrohongos y su relevancia biocultural. En: *Biodiversidad del estado de Hidalgo*. Tomo I. A. Ramírez-Bautista, A. Sánchez-González, G. Sánchez-Rojas y C. Cuevas-Cardona (eds.). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, pp. 185-211.

- Navarro-Sigüenza, A.G., H. Gómez-de Silva, M. Gual-Díaz et al. 2014a. La importancia de las aves del bosque mesófilo de montaña de México. En: *Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. M. Gual-Díaz y A. Rendón-Correa (comps.). CONABIO, México, pp. 279-304.
- Navarro-Sigüenza, A.G., M.F. Rebón-Gallardo, A. Gordillo-Martínez et al. 2014b. Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 476-495.
- Neto-Montes de Oca, A., U.O. García-Vázquez, J.J. Zúñiga-Vega y W. Schmidt-Ballardo. 2013. A new species of *Xenosaurus* (Squamata: Xenosauridae) from the Sierra Gorda Biosphere Reserve of Querétaro, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84(2): 485-498.
- Ortiz-Pulido, R. e I.L. Zuria. 2017. Diversidad de aves del estado de Hidalgo. En: *Biodiversidad del estado de Hidalgo*. Tomo II. A. Ramírez-Bautista, A. Sánchez-González, G. Sánchez-Rojas y C. Cuevas-Cardona (eds.). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, pp. 529-558.
- Ortiz-Quijano, A.B., A. Sánchez-González, L. López-Mata y J. Villanueva-Díaz. 2016. Population structure of *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* in the cloud forest of Hidalgo State, Mexico. *Botanical Sciences* 94(3): 483-497.
- Pérez-Paredes, M.G., A. Sánchez-González y J.D. Tejero-Díaz. 2014. Estructura poblacional y características del hábitat de dos especies de Cyatheaceae del estado de Hidalgo. *Botanical Sciences* 92(2): 259-271.
- Ponce-Vargas, A., I. Luna-Vega, Ó. Alcántara-Ayala y C.A. Ruiz-Jiménez. 2006. Florística del bosque mesófilo de montaña de Monte Grande, Lolotla, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77(2): 177-190.
- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, R. Cruz-Elizalde et al. 2014. *Los anfibios y reptiles de Hidalgo, México: diversidad, biogeografía y conservación*. Sociedad Herpetológica Mexicana A.C., México.
- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, R. Cruz-Elizalde et al. 2020. The Herpetofauna of Hidalgo, Mexico: composition, distribution, and conservation status. *Amphibian & Reptile Conservation* 14(1): 63-118.
- Raymundo, T., E. Escudero-Leyva, R. Soto-Agudelo et al. 2017. Nuevos registros de Hypocreales (Sordariomycetes, Ascomycota) del bosque mesófilo de montaña de la Sierra Alta Hidalguense en México. *Acta Botánica Mexicana* 120: 39-57.
- Rojas-Martínez, A.E. y C.E. Moreno-Ortega. 2014. Los servicios ambientales que generan los mamíferos silvestres. En: <<https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/boletin3/eio.html>>, última consulta: agosto de 2019.
- Rojas-Martínez, A.E. y L.A. Juárez-Casillas. 2013. Primer registro de oso negro americano (*Ursus americanus*) para el estado de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84(3): 1018-1021.
- Rojas-Martínez, A.E., M. Aguilar-López, J.M. Castillo-Cerón et al. 2017. Los mamíferos del estado de Hidalgo. En: *Biodiversidad del Estado de Hidalgo*. Tomo II. A. Ramírez-Bautista, A. Sánchez-González, G. Sánchez-Rojas, C. Cuevas-Cardona (eds.). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, pp. 559-577.
- Romero-Bautista, L., G. Pulido-Flores y R. Valenzuela. 2010. Estudio micoflorístico de los hongos poliporoides del estado de Hidalgo, México. *Poibotánica* 29: 1-28.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México.
- Sánchez-González, A., J.D. Tejero-Díaz, Y. Pérez-Atliano et al. 2016. *Helechos y licopodios del estado de Hidalgo, México*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 14 de noviembre de 2019.
- UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2018. *The IUCN Red List of Threatened Species*. En: <<http://www.iucnredlist.org>> última consulta: febrero de 2018.
- Valladares-Rubio, E.E. 2016. *Estructura de la comunidad de colémbolas (Hexapoda: Collembola) del dosel del bosque mesófilo de Tianchiniol, Hidalgo, México*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias-UNAM, México.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA