

# AMENAZAS AL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA EN MÉXICO Y LA IMPORTANCIA DE ESTUDIOS MULTITAXONÓMICOS

/// RACIEL CRUZ-ELIZALDE<sup>1,2\*</sup>, LETICIA M. OCHOA-OCHOA<sup>1</sup>,  
OSCAR FLORES-VILLELA<sup>1</sup>, LIVIA LEÓN-PANIAGUA<sup>1</sup>, Y  
ADOLFO G. NAVARRO-SIGÜENZA<sup>1</sup>



<sup>1</sup>Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Circuito Exterior de CU s/n, Ciudad de México, CP 04510, México.

<sup>2</sup>Laboratorio de Ecología y Diversidad Faunística, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Avenida de las Ciencias S/N, Santa Fe Juriquilla, C. P. 76230, Querétaro, Querétaro, México (Dirección actual)

\*Autor de correspondencia: cruzelizalde@gmail.com



**Figura 1.** Bosque de niebla localizado en la Reserva de la Biósfera El Triunfo. Fotografía de Elí García-Padilla.

## RESUMEN

El bosque mesófilo de montaña (BMM) es catalogado como un ambiente altamente rico en especies de flora y fauna, y con un alto número de endemismos; del mismo modo, ha sido considerado como uno de los ecosistemas más amenazados. En el presente trabajo se hace una reseña de las principales problemáticas que enfrenta este tipo de vegetación así como la importancia de desarrollar estudios que analicen y evalúen la riqueza de diversos grupos biológicos. Los principales problemas que enfrenta el BMM son el cambio de uso de suelo, la tala ilegal, asentamientos humanos y el cambio climático. Si bien, el BMM contiene una alta riqueza de especies de distintos grupos biológicos, a la fecha no se sabe a ciencia cierta el número de estas especies, por lo que el desarrollar estudios multitaxonómicos para conocer la biodiversidad de este ambiente resulta una tarea prioritaria.



**Palabras clave:** Conservación, Vertebrados, Riqueza de especies, Amenazas.

## INTRODUCCIÓN

El término biodiversidad se refiere a la variabilidad de la vida, y esta puede verse desde diferentes niveles de organización como lo son genes, especies, poblaciones, comunidades y ecosistemas (Noss, 1990). El ecosistema se expresa a través de la parte biótica y abiótica denominadas en su conjunto como comunidades, dichas comunidades están conformadas por poblaciones y finalmente del pool génico de los individuos de una población (Stearns, 1992). En una escala espacial mayor, la biodiversidad se refleja en los patrones de distribución de las especies en los diferentes ecosistemas, así como la abundancia de individuos, el grado de endemismos, y la variación en sus historias de vida (forma y función), entre otras más (Stearns, 1992). La diversidad biológica es el producto de un conjunto de eventos evolutivos, que actúan desde el nivel molecular hasta el nivel más alto que es la biósfera. De esta manera, los organismos continuamente están interactuando con su ambiente abiótico y biótico, por medio de las interacciones intra e interespecíficas que forman la entramada ecológica (Smith y Smith, 2001).

El estudio de la biodiversidad y su conservación requiere de conocer y conservar los diferentes niveles de variación en los que ésta se expresa, quizás uno de los pilares fundamentales sea conocer el número de especies presentes en un área determinada que denominamos diversidad alfa de las especies (Halffter y Moreno, 2005), ya que, si bien no es una medida universal de la biodiversidad, es el valor mayormente usado como subrogado de la misma. De esta manera, si ampliamos el área para estudiar la diversidad de especies en un paisaje se pueden conocer los cambios de la diversidad de especies a lo largo de gradientes ambientales (diversidad beta) o bien la totalidad de las especies que ocurren en dichas áreas (diversidad gamma; Whittaker, 1972).

Distintos factores antrópicos y/o naturales impactan de forma negativa el establecimiento y supervivencia de las poblaciones de diversos grupos biológicos, particularmente los vertebrados como anfibios, reptiles, aves y mamíferos, y, por lo tanto, su conservación. Entre los diferentes factores antrópicos se encuentran los siguientes (Young *et al.* 2001): pérdida del hábitat y fragmentación (que son una muestra de una planeación equivocada para manejar al medio ambiente), sobreexplotación de los recursos naturales, introducción de especies exóticas, contaminación del ambiente (acuático y terrestre), propagación de enfermedades, crecimiento demográfico (asentamientos humanos), planeación deficiente de las estrategias de conservación (por ejemplo, áreas de protección de flora y fauna inadecuadas), el mal manejo de especies en cautiverio, fallas en la educación ambiental, los mitos, la religión, entre otros.

En este sentido existen ambientes altamente amenazados, de los cuales, los ambientes tropicales y templados de montaña resaltan por su importancia, ya que es en estas zonas donde existe un alto número de especies de distintos grupos biológicos; y en particular para el bosque mesófilo de montaña (BMM). Este ambiente se distribuye

de manera disyunta en forma de parches en las partes altas de la Sierra Madre Oriental, Sierra Norte de Chiapas, Sierra Madre del Sur (Guerrero y Oaxaca) y de Jalisco, así mismo, se tiene registro de que algunos relictos ocurren en la Faja Volcánica Transversal (Villaseñor y Gual-Díaz, 2014), ocupando de esta manera cerca del 1% del territorio nacional (Gual-Díaz y González-Medrano, 2014), un porcentaje muy bajo en relación con la notable diversidad que presenta (Figura 1). Respecto a la riqueza de flora y fauna, el BMM cuenta con aproximadamente 6,163 plantas vasculares (Villaseñor y Gual-Díaz, 2014), y alrededor de 1,000 especies de vertebrados (Almazán-Núñez *et al.* 2018), sin embargo, esta cifra resulta engañosa ya que a la fecha no existe un estudio que evalúe la riqueza total de grupos biológicos en el BMM. Por otro lado, el BMM posee una gran importancia con relación a los servicios ecosistémicos que proporciona, entre los que se encuentran la regulación del clima, y la producción de agua y de alimentos (de Groot *et al.* 2002).

Como se mencionó previamente, el BMM tiene diversas amenazas, siendo el factor antrópico el principal promotor de la pérdida de su extensión. En el presente trabajo, y sin pretender ser un escrito profundo, señalamos la importancia de analizar y evaluar la riqueza de diversos grupos biológicos con la finalidad de resaltar las principales problemáticas de conservación en el BMM, un ambiente altamente amenazado y donde aún es necesario realizar estudios encaminados a registrar la flora y fauna que contiene.

## LA PROBLEMÁTICA

El BMM es considerado como uno de los tipos de vegetación que tienen alta prioridad de conservación, en particular por su papel fundamental en el mantenimiento de los ciclos de nutrientes, y su alta biodiversidad con un alto número de especies endémicas (Flores-Villela y Gerez, 1994; Hamilton *et al.* 1995; Bruijnzeel, 2001; Luna *et al.* 2001). En México, se estima que más del 50% del área de BMM original ha sido reemplazada por potreros o plantaciones de café o maíz (Challenger, 1998; Cayuela *et al.* 2006; Muñoz-Villers y López-Blanco, 2008). En este sentido, diversos factores amenazan la conservación y mantenimiento del BMM, donde los principales se describen a continuación:

**Cambio climático:** A nivel global, este fenómeno afecta a diversos ambientes, y en particular al BMM al modificarse tanto la temperatura regional como los patrones de precipitación. La característica principal de los BMM es la presencia de neblina, la cual se encuentra de forma constante, y al ocurrir un aumento de la temperatura, aumenta la evaporación, por lo tanto, este ambiente pierde humedad, provocando cambios que afectaran a la flora y fauna. Por ejemplo, Ponce-Reyes *et al.* (2012) predicen una disminución del 68% de la cobertura del BMM en México para el año 2080 como resultado del cambio climático; con esta disminución, distintos grupos de vertebrados terrestres que son endémicos o micro endémicos son susceptibles a desaparecer. Así mismo, las regiones más afectadas serán las montañas de Oaxaca y Chiapas, donde se encuentra la mayor extensión de BMM



**Figura 2.** Ejemplar del género *Pseudoeurycea*, género distribuido en los ambientes templados de México, como el bosque mesófilo de montaña. Fotografía de Raciél Cruz-Elizalde.

en México actualmente y donde un mayor número de endemismos se han registrado; así como la descripción de nuevas especies en diversos grupos biológicos (Luna *et al.* 2001; Rovito *et al.* 2015).

**Cambio de uso de suelo:** Este factor es el más drástico en cuanto a la intervención humana se refiere. La transformación del BMM en zonas de potrero, uso agrícola o pastizales, ha deteriorado el paisaje a tal grado que es casi imposible la restauración a sus condiciones originales. Por ejemplo, en el caso de las plantaciones de café denominado “bajo sombra”, diversos elementos originales del BMM se mantienen, principalmente los árboles de gran tamaño, pero la estructura del sotobosque se ve afectada, lo cual modifica el ambiente, afectando a las especies que viven en la hojarasca y que necesitan refugios en troncos caídos y bajo piedras. Asimismo, el efecto de borde disminuye el intercambio de individuos entre parches del mismo tipo de vegetación o entre tipos de vegetaciones (p. ej. entre BMM y bosques de encino o pino). Esto trae consigo otros problemas a nivel genético como la endogamia, disminución de individuos de las poblaciones, limitación en el flujo genético y por otra parte la ocurrencia de especies oportunistas/generalistas, las cuales son más tolerantes a este tipo de cambios que las especies residentes.

**Tala ilegal:** La extracción de recursos maderables de forma ilegal y descontrolada son la segunda causa más importante en la afectación al BMM. Esta transformación modifica la estructura arbórea y por lo tanto, trae consigo diversos problemas como lo son la erosión del suelo, pérdida de microhábitats para especies residentes, disminución de biomasa, alta compactación del suelo, o pérdida de servicios ecosistémicos como la generación de oxígeno o captación de agua. Distintas normatividades por parte de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) han tratado de regular esta práctica, utilizando aserraderos comunitarios, sin

embargo, resulta más lucrativo la explotación ilegal y, por lo tanto, las medidas de conservación y regulación parecen insuficientes (CONAFOR, 2021).

**Aumento de zonas urbanizadas:** El establecimiento y expansión de asentamientos urbanos no solo se limita a las grandes ciudades y sus zonas periféricas, sino que ya también ocurren en zonas que antes se creía de difícil acceso como las montañas. En estas regiones se puede encontrar comunidades rurales, que, si bien se componen de un bajo número de hogares, las milpas, corrales o potreros modifican el entorno natural. Aunado a lo anterior, la creación de caminos, extracción de materiales de construcción o la transformación y modificación de los cauces de ríos y riachuelos han ayudado a que en las regiones de BMM el ambiente esté altamente perturbado. Por ejemplo, al suroeste de Xalapa, Veracruz, una zona altamente urbanizada, se ubica de forma relictual un sitio de conservación denominado “Santuario de Bosque de Niebla”. Este relictual ha sido rodeado por la mancha urbana, la cual ejerce presión y ha fragmentado y comprometido los servicios ecosistémicos del BMM, transformándolo en un cinturón de vegetación, el cual es altamente susceptible a desaparecer. Esto hace prioritario el estudio del efecto del aislamiento de parches de BMM y su posible restauración y mantenimiento.

## LA IMPORTANCIA DE ESTUDIOS EN FLORA Y FAUNA

Es bien sabido que además de los ambientes tropicales, el BMM contiene una de las mayores riquezas de especies de diversos grupos, y particularmente de endemismos (Ponce-Reyes *et al.* 2012). Diversos autores mencionan una riqueza de 183 especies de anfibios (Figuras 2 y 3), 249 reptiles (Figura 4), 547 aves y 257 mamíferos (Figura 5) que habitan este tipo de vegetación (Ponce-Reyes *et al.* 2012; González-Ruiz *et*



**Figura 3.** *Charadrahyla taeniopus*, rana común en el bosque mesófilo de montaña. Fotografía de Raciél Cruz-Elizalde.



**Figura 4.** *Thamnophis sumichrasti*, especie de serpiente que habita ambientes templados como el bosque mesófilo de montaña. Fotografía de Raciél Cruz-Elizalde.

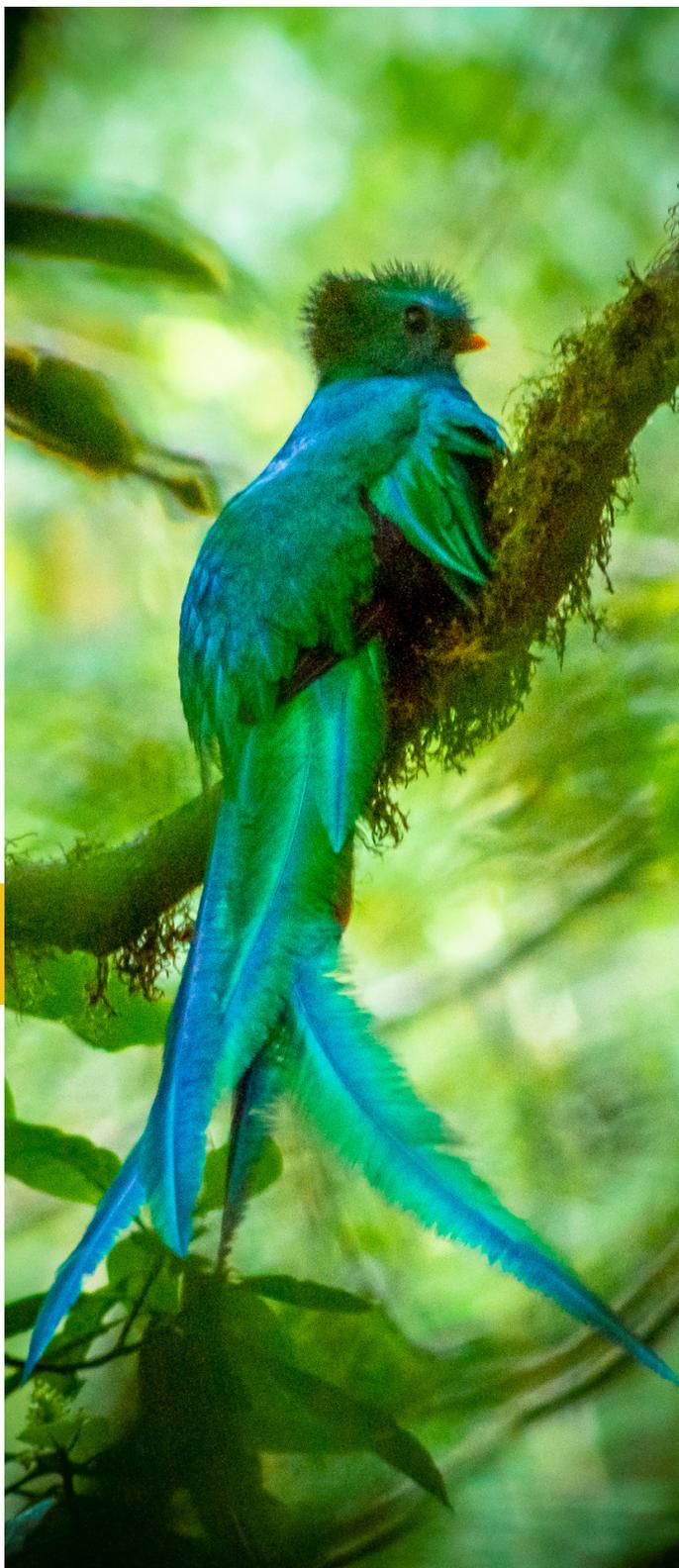
al. 2014; Sánchez-González y Navarro-Sigüenza, 2019), sin embargo, esta cifra resulta engañosa, ya que a la fecha no existe un estudio completo sobre la diversidad de grupos biológicos en todas las regiones de BMM en México.

En este sentido, los trabajos regionales son los que dan una aproximación más exacta sobre la riqueza de especies, y en particular resaltan las regiones de Oaxaca y Chiapas, las cuales también contienen la mayor extensión de BMM (Challenger, 1998; Cayuela *et al.* 2006). En otras regiones de México, se han desarrollado de igual manera estudios puntuales en aves en el BMM de Hidalgo (Martínez-Morales, 2007), reptiles (Ramírez-Bautista y Cruz-Elizalde, 2013), anfibios y reptiles en la región centro de Veracruz (Peralta-Hernández *et al.* 2020), mamíferos en Colima-Jalisco (Aranda *et al.* 2012), cadenas montañosas de México (Monteagudo Sabaté y León-Paniagua, 2002), o estudios multitaxonómicos a escalas locales (Luna-Vega y Llorente-Bousquets, 1993) y regionales como el de Almazán-Nuñez *et al.* (2018) los cuales evalúan en conjunto plantas, aves, mamíferos, anfibios, reptiles y otros grupos (Pineda *et al.* 2005).

Los estudios anteriormente mencionados, son solo algunos de los que se han desarrollado en regiones específicas de los corredores de BMM. Sin embargo, gracias a estos estudios es que la información de la riqueza de especies por grupos, así como el número de endemismos y el estatus de conservación de las especies se ha ido conociendo (IUCN, 2021). En estos ambientes, históricamente se utilizaban a especies denominadas sombrilla para dirigir los esfuerzos de conservación sobre las mismas, y, por lo tanto, esto se debería ver reflejado en la conservación de otras especies. Ejemplos de especies sombrilla para el BMM es el quetzal (*Pharomachrus mocinno*, Figura 6), sin embargo, actualmente el uso de especies únicas no se considera apropiado para evaluar cambios en un solo hábitat, ya que existen notables diferencias entre especies en cuanto a la dispersión, los requerimientos de hábitat y la respuesta a cambios Ambientales (Canterbury *et al.* 2000; Lindenmayer *et al.* 2002). Asimismo, se cuestiona que exista evidencia que



**Figura 5.** *Eira barbara* o Viejo de monte es un mamífero que se distribuye en el bosque mesófilo de montaña en México. Fotografía de Elí García-Padilla.



**Figura 6.** *Pharomachrus mocinno* o Quetzal es un ave representativa de los bosques mesófilos de Mesoamérica. Fotografía de Elí García-Padilla.

indique que el uso de estas especies sombrilla tenga utilidad alguna para la conservación de la biota regional (Andelman y Fagan, 2000), o si se considera también a un solo grupo taxonómico como mamíferos, aves o anfibios, por mencionar algunos ejemplos (Díaz-García *et al.* 2020; Gutiérrez-Rodríguez *et al.* 2022).

Una medida idónea para poder evaluar la riqueza y el análisis del grado de conservación en este caso del BMM, es sin duda el elaborar estudios multitaxonómicos, en los cuales se analicen diversos grupos y se obtengan así, cifras y estimaciones de la diversidad biológica, sin dejar a un lado aquellos grupos que no son tan comúnmente estudiados como insectos u hongos (Kati *et al.* 2004). Estos estudios ayudarán en gran medida a focalizar los esfuerzos de conservación en los sitios prioritarios, muchos de los cuales están siendo fragmentados a una tasa acelerada. De la misma forma, aunado a los estudios multitaxonómicos, las estrategias de conservación como el decreto y seguimiento de las áreas naturales protegidas (ANPs) son a la fecha la mejor medida de conservación. Sin embargo, estos resultan insuficientes y en la mayoría de los casos es urgente el aplicar distintas medidas en este tipo de ambiente tan heterogéneo; dichas medidas pueden ser los programas de pago por servicios ambientales, participación de las comunidades locales, designación de nuevas ANPs, turismo responsable, el cultivo de cafetales bajo sombra y educación ambiental.

El BMM se encuentra seriamente amenazado, y es indiscutible la urgencia de su conservación, así como el análisis de la riqueza, diversidad y endemismos de especies. Esta riqueza y diversidad debe ser abordada también contemplando análisis de los rasgos funcionales de las especies, el aporte taxonómico y las relaciones filogenéticas de las mismas. Esto ayudará no solo a conservar y preservar especies, sino linajes evolutivos y sitios que pueden dar lugar a zonas de alta diversificación biológica y de endemismos (Rovito *et al.*, 2015).

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a J. Meave del Castillo, M. Romero-Romero, y R. Rivera-Reyes por el apoyo logístico. RCE agradece el apoyo a través del Programa de Becas Posdoctorales de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA, Universidad Nacional Autónoma de México). A los dos revisores anónimos que mediante sus observaciones y comentarios mejoraron la versión final del manuscrito.



## LITERATURA CITADA

- Almazán-Núñez, R. C., E. A. Alvarez-Alvarez, F. Ruiz-Gutiérrez, A. Almazán-Juárez, P. Sierra-Morales, y S. Toribio-Jiménez. 2018. Biological survey of a cloud forest in southwestern Mexico: plants, amphibians, reptiles, birds, and mammals. *Biota Neotropica*. 18(2): e20170444.
- Andelman, S. J. y W. F. Fagan. 2000. Umbrellas and flagships: Efficient conservation surrogates or expensive mistakes? *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 97(11): 5954-5959.
- Aranda, M., F. Botello, y L. López-de Buen. 2012. Diversidad y datos reproductivos de mamíferos medianos y grandes en el bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 83(3): 778-784.
- Bruijnzeel, L. A. 2001. Hydrology of tropical montane cloud forests: a reassessment. *Land Use and Water Resources Research*. 1: 1-18.
- Canterbury, G. E., T. E. Martin, D. R. Petit, L. J. Petit, y D. F. Bradford. 2000. Bird communities and habitat as ecological indicators of forest condition in regional monitoring. *Conservation Biology*. 14(2): 544-558.
- Cayuela, L., D. J. Golicher, y J. M. Rey-Benayas. 2006. The extent, distribution, and fragmentation of vanishing montane cloud forest in the Highlands of Chiapas, Mexico. *Biotropica*. 38(4): 544-554.
- Challenger, A. 1998. Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México, Pasado, Presente y Futuro. CONABIO/UNAM/ Agrupación Sierra Madre, Mexico City. 848 p.
- CONAFOR. 2007. [www.conafor.gob.mx/portal/index](http://www.conafor.gob.mx/portal/index) (Consultado el 27/03/2021)
- de Groot, R., M. Wilson, y R. Boumans. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*. 41(3): 393-408.
- Díaz-García, J. M., F. López-Barrera, E. Pineda, T. Toledo-Aceves, y E. Andresen. 2020. Comparing the success of active and passive restoration in a tropical cloud forest landscape: A multi-taxa fauna approach. *PLoS ONE*. 15(11): e0242020.
- Flores-Villela, O. A. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)-Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Mexico City. 439 p.
- González-Ruiz, N., J. Ramírez-Pulido, y M. Gual-Díaz. 2014. Mamíferos del bosque mesófilo de montaña en México. Pp. 305-326. En: Gual-Díaz, M. y A. Rendón-Correa. (eds.). *Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.
- Gutiérrez-Rodríguez, J., A. Nieto-Montes de Oca, J. Ortego, y A. Zaldívar-Riverón, A. 2022. Phylogenomics of arboreal alligator lizards shed light on the geographical diversification of cloud forest-adapted biotas. *Journal of Biogeography*. 49(10): 1862-1876.
- Halfpfter, G. y C. E. Moreno. 2005. Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. Pp. 5-18. En: Halfpfter, G., J. Soberón, P. Koleff, y A. Melic. (eds.). *Sobre Diversidad Biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. Vol. 4. Monografías Tercer Milenio. Sociedad Entomológica Aragonesa, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Diversitas, Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología. Zaragoza, España, 242 p.
- Hamilton, L. S., J. O. Juvik, y F. N. Scatena. 1995. *Tropical Montane Cloud Forest*. Series Ecological Studies, Springer-Verlag, Nueva York, 265 p.
- Kati, V., P. Devillers, M. Dufrene, A. Legakis, D. Vokou, y P. Lebrun. 2004. Testing the value of six taxonomic groups as biodiversity indicators at a local scale. *Conservation Biology*. 18(3): 667-675.
- Lindenmayer, D. B., A. D. Manning, P. L. Smith, H. P. Possingham, J. Fischer, I. Oliver, y M. A. McCarthy. 2002. The focal species approach and landscape restoration: a critique. *Conservation Biology*. 16(2): 338-345.
- Luna-Vega, I. y J. Llorente-Bousquets. 1993. *Historia natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México*. CONABIO-UNAM. México D.F. 588 p.
- Luna-Vega, I., A. Velázquez, y E. Velázquez. 2001. México. Pp. 183-229. En: Kappelle, M., y A. D. Brown. (eds.). *Bosques nublados del Neotrópico*. INBio/ANA/ IUCN. INBio. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, 698 p.
- Martínez-Morales, M. A. 2007. Avifauna del bosque mesófilo de montaña del noreste de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 78(1): 149-162.

- Monteagudo Sebaté, D. y L. León-Paniagua. 2002. Estudio comparativo de los patrones de riqueza altitudinal de especies en mastofaunas de áreas montañosas mexicanas. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 6: 60-82.
- Muñoz-Villers, L. E. y J. López-Blanco. 2008. Land use/cover changes using Landsat TM/ETM images in a tropical and biodiverse mountainous area of central-eastern Mexico. *International Journal of Remote Sensing*. 29(1): 71-93.
- Noss, R. F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*. 4(4): 355-364.
- Peralta-Hernández, R., R. O. Peralta-Hernández, G. Parra-Olea, A. López-Velázquez, y M. G. García-Castillo. 2020. Amphibians and reptiles from cloud forest at Cumbre de Tonalixco in the central Veracruz highlands of Mexico. *Reptiles & Amphibians*. 27(3): 501-505.
- Pineda, E., C. Moreno, F. Escobar, y G. Halffter. 2005. Frog, bat, and dung beetle diversity in the cloud forest and coffee agroecosystems of Veracruz, Mexico. *Conservation Biology*. 19(2): 400-410.
- Ponce-Reyes, R., V. H. Reynoso-Rosales, J. E. M. Watson, J. VanDerWal, R. A. Fuller, R. L. Pressey, y H. P. Possingham. 2012. Vulnerability of cloud forest reserves in México to climate change. *Nature, Climate Change*. 1453: 1-5.
- Ramírez-Bautista, A. y R. Cruz-Elizalde. 2013. Reptile community structure in two fragments of cloud forest of the Sierra Madre Oriental, Mexico. *North-Western Journal of Zoology*. 9(2): 410-417.
- Rovito, S. M., C. R. Vásquez-Almazán, T. J. Papenfuss, G. Parra-Olea, y D. B. Wake. 2015. Biogeography and evolution of Central American cloud forest salamanders (Caudata: Plethodontidae: *Cryptotriton*), with the description of a new species. *Zoological Journal of the Linnean Society*. 175(1): 150-166.
- Sánchez-González, L. A. y A. G. Navarro-Sigüenza. 2009. History meets ecology: a geographic analysis of ecological restriction in the Neotropical humid montane forests avifaunas. *Diversity and Distributions*. 15(1): 1-11.
- Smith, R. L. y T. M. Smith. 2001. *Ecología*. Cuarta Edición. Pearson Educación. Madrid, España, 642 p.
- Stearns, S. C. 1992. *The evolution of live histories*. Oxford University Press. Oxford, U.S.A., 249 p.
- Villaseñor, J. L. y M. Gual-Díaz. 2014. El bosque mesófilo de montaña en México y sus plantas con flores. Pp. 221-236. En: Gual-Díaz, M. y A. Rendón-Correa (eds.). *Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.
- Young, B. E., K. R. Lips, J. K. Reaser, R. Ibañez, A. W. Salas, J. R. Cedeño, L. A. Coloma, S. Ron, E. La Marca, J. R. Meyer, A. Muñoz, F. Bolaños, G. Chaves, y D. Romo. 2001. Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America. *Conservation Biology*. 15(5): 1213-1223.
- Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*. 21(2-3): 213-251.