



UNIVERSIDAD VERACRUZANA

**MAESTRÍA EN ECONOMÍA AMBIENTAL Y
ECOLÓGICA**

“Propuesta de factibilidad de un fondo de agua mediante un análisis económico para la conservación del bosque mesófilo de montaña de Xalapa, Veracruz, México”

AVANCE DE TESIS

Presenta:

Liliana Francisca Guzmán Flores

Tutor (a):

Dra. Ana Cecilia Travieso Bello

Xalapa-Enríquez, Veracruz, 27 de enero de 2020

Este estudio es parte del proyecto “Construyendo resiliencia climática de los sistemas urbanos, a través de la Adaptación Basada en el Ecosistema (EbA) en América Latina y el Caribe”. El cual es financiado por el Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente (PNUMA). Dicho proyecto se lleva a cabo en las ciudades de San Salvador y en Kinstong, Jamaica, y para el caso de México, en Xalapa. El objetivo del proyecto es apoyar a localidades de tamaño medio poblacional, expuestas a un acelerado crecimiento poblacional, que carece de un adecuado plan de desarrollo urbano. En el cual no es considerada la vulnerabilidad a impactos negativos del cambio climático, inundaciones, deslaves, o vectores de enfermedades infecciosas. Aunado a la falta de estrategias de reducción de vulnerabilidad y adaptación a los impactos del cambio climático.

Índice

Capítulo 1. Planteamiento del problema	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Justificación	4
1.3 Objetivos	6
Objetivo general:	6
Objetivos específicos	6
1.4 Pregunta de Investigación	6
1.5 Hipótesis	6
CAPÍTULO 2. DIAGNÓSTICO DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA DE XALAPA, VERACRUZ: BASE PARA EL ORDENAMIENTO SUSTENTABLE (CAPÍTULO DE LIBRO)	7
RESUMEN	7
INTRODUCCIÓN	8
MÉTODOS	9
RESULTADOS	10
Dimensión ambiental	10
Medio abiótico	10
Medio biótico	12
Dimensión socioeconómica	13
Medio socioeconómico	13
Principales amenazas	14
DISCUSIÓN	15
CONCLUSIÓN	16
REFERENCIAS	17
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE ACTORES Y ECONÓMICO PARA LA PROPUESTA DE UN FONDO DE AGUA PARA EL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA DE XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO (ARTÍCULO CIENTÍFICO)	26

Índice de figuras

Índice de tablas

Tabla 1. Dimensiones, componentes y variables consideradas en el diagnóstico.	10
Tabla 2. Crecimiento poblacional y PEA 1990-2000 de Xalapa	14

Capítulo 1. Planteamiento del problema

1.1 Descripción del problema

La interacción mutua en un espacio físico determinado, entre factores como la temperatura, la humedad, radiación solar y los conjuntos de especies de plantas, animales y especies, conforma a los diversos ecosistemas del planeta (CDB, 2010). Para algunos ecosistemas existentes sobre la superficie de la Tierra, dichas condiciones del medio sumadas a la geografía del sitio, influyen de manera importante para la aparición de diversos tipos de vegetación (Natenzon-Tito, 2001). El ser humano no está exento de su relación con los ecosistemas pues, forma parte de él, y tiene un fuerte impacto dentro de su funcionamiento, preservación y conservación.

Para la satisfacción de sus necesidades, la sociedad hace uso de los bienes y servicios que puede tomar o que le presta el medio natural. Y es que los servicios ambientales o ecosistémicos, generan las condiciones o procesos que soportan la vida humana. La producción de bienes, que sustentan la economía de sus usuarios, así como las funciones de regeneración del mismo medio (Daily, 1997). Un ejemplo de comunidades arbóreas que proveen bienes y servicios ambientales, son los bosques, los cuales albergan el mayor contenido de la biodiversidad en cuanto a vegetación principalmente.

Entre los servicios ambientales más importantes que proveen este tipo de ecosistemas, están: la estabilización del paisaje; el albergue de gran cantidad de especies vegetales y animales; la protección de suelos y retención de humedad; la regulación del clima, del ciclo hidrológico y de nutrientes; también amortiguan la dispersión de plagas; la captación de agua e infiltración; intervienen en la regulación de clima a través de los regímenes de las lluvias para la recarga de acuíferos, captura de dióxido de carbono (Daily, 1997). Además, los bosques son hábitat y fuente de subsistencia de cientos de millones de personas, especialmente en los países menos desarrollados (Pimentel *et al.*, 1997; Byron y Arnold, 1999).

En particular los bosques mesófilos de montaña (BMM), son catalogados de gran valor por su nivel de riqueza de especies endémicas presentes y la domesticación de plantas y cultivos (Rzedowski, 1991). Su característica principal es el desarrollo de estos en ambientes nubosos, húmedos y en bajas o altas latitudes (Bruijnzeel *et al.*, 2011). El bosque mesófilo proporciona suelos de baja degradación, por lo que son enriquecidos y favorables para la siembra, y la captura de carbono. Además es un ecosistema primordial para la captura y purificación de agua (Williams-Linera *et al.*, 2002).

Las zonas de cuencas y la superficie del BMM tienen la capacidad de suministrar la cantidad y calidad de agua necesaria para diversos propósitos, entre los cuales se encuentra la ganadería y agricultura, la generación de electricidad, el uso y consumo humano, entre otros (Bruijnzeel *et al.*, 2011). A pesar de la importancia de su conservación, fue hasta la década de los años noventa, cuando se inició la discusión de la conservación de este tipo de ecosistemas por los países de los trópicos (Williams-Linera, 2007). Los principales impactos que inciden sobre estas comunidades boscosas son la conversión del uso de suelo (Bruijnzeel, 2004). La deforestación es uno más de ellos, por lo cual los BMM, presentan las tasas más altas de remoción de la cobertura vegetal (Doumenge *et al.*, 1995; Aldrich *et al.*, 2000).

Aunado a ello la sobreexplotación de recursos naturales y el cambio climático, son factores relevantes para la disminución de la biodiversidad y las funciones ecológicas de los ecosistemas (INECC, 2005). Los cambios en dichos ecosistemas naturales generan costos ambientales por la degradación ambiental y el agotamiento de los recursos. Además de la pérdida de servicios ecosistémicos relacionados con el balance del carbono, la regulación del ciclo hidrológico y alteración de los ciclos biogeoquímicos, la reducción de la diversidad biológica, entre otros (Jiménez *et al.*, 2014).

El resultado de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), producto del ritmo desacelerado de producción y consumo basado en el uso de combustibles fósiles,

es el cambio climático (Samaniego *et al.*, 2015), el cual se manifiesta principalmente por: el aumento de la temperatura atmosférica y oceánica, cambios en los patrones de precipitación, decrecimiento de los volúmenes de hielo y nieve, aumento del nivel del mar y modificación de los patrones de eventos meteorológicos (IPCC, 2014). Desde el punto de vista de la ciencia económica, es considerado una externalidad negativa del sistema económico y a la vez un desafío mundial asimétrico y de largo plazo (Stern, 2008).

La región de América Latina y el Caribe es vulnerable a los efectos del cambio climático, por su: localización geográfica, las actividades socioeconómicas que se desarrollan, demografía, y el impacto sobre sus activos naturales, como son los bosques y la biodiversidad (CEPAL NU, 2015). El Convenio sobre la Diversidad Biológica del año 2014 reconoce que un número limitado de gobiernos de la región latinoamericana ha adoptado planes de acción en materia de biodiversidad y cambio climático (CDB, 2019). Por ello es necesario trabajar en la adopción de dichos planes, mediante la colaboración del Estado, el gobierno, la sociedad civil, entre otros grupos involucrados (CDB, 2019). Dichas conexiones pueden establecerse a través de un esquema de fondo de agua, que coordine la gestión de los servicios hídricos, del suelo y ecosistemas relacionados con el objetivo de promover el bienestar social y económico (GWP, 2000). Por lo tanto, las evaluaciones regionales de la biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas, pueden servir como punto de partida para la preservación de la diversidad biológica. Y de medidas de adaptación basadas en ecosistemas como mecanismo de acción ante los efectos adversos del cambio climático (Lhumeau, 2012).

Challenger (1998) estima que, en México más del 50% de los bosques de niebla han desaparecido. El estado de Veracruz ha sido la cuarta entidad con mayor proporción de este tipo de ecosistema, pero gran parte de este y otros tipos de bosque han sido convertidos a otros usos de suelo (Flores-Villela y Gerez, 1988; Dirzo y García, 1992; Williams-Linera, 1992). Para el período de 1993-2002, la pérdida de cubierta vegetal en el estado fue del 19% (Jiménez *et al.*, 2014). El bosque mesófilo de montaña (BMM) de Xalapa, Veracruz, México, se expuesto a

una fragmentación sucesiva que contribuye de manera importante a la pérdida de servicios ambientales, como es el caso del servicio hidrológico.

En ese sentido, la gestión del agua desde su aprovechamiento y la administración de cuencas, es un tema de interés ya que este recurso está considerado como un derecho universal al que deben acceder las poblaciones en cantidad y calidad. Sin embargo, en la actualidad dicho líquido está siendo demandado en exceso debido al crecimiento demográfico entre otras razones (Retamal *et al.*, 2013). Diversos escenarios prevén que para el año 2025, dos tercios de la población podrían vivir en situaciones de estrés hídrico, afectando la disponibilidad en volumen y sanidad del agua dulce (Márquez-Ortega, 2017). Debido a lo anterior, un fondo de agua será de gran utilidad como un mecanismo financiero empleado para la gobernanza y la gestión que integra a los actores clave para que promuevan la seguridad hídrica y a largo plazo convertirse en una asociación pública con un financiamiento sostenible para la conservación (Calvache y Ramos, 2012).

Por tal razón, se realizará un diagnóstico ambiental y socioeconómico del bosque mesófilo de montaña, que permita conocer el estado en que se encuentra dicho ecosistema (Williams-Linera *et al.*, 2015). La vegetación del ecosistema y el servicio hidrológico que proporciona, son fundamentales para la conservación de suelos para evitar la ocurrencia de desastres como deslaves o inundaciones (Rendón *et al.*, 2017). Lo que implica la incidencia de eventos costosos en ciudades con una inadecuada planeación urbana y degradación de los servicios ecosistémicos. Por lo que será necesario proponer una propuesta económica de factibilidad del fondo de agua, en el cual los usuarios, donantes y beneficiarios aporten recursos voluntarios para ser invertidos en un financiamiento para la conservación del bosque mesófilo de montaña (Coronel, 2012).

1.2 Justificación

Hoy en día el hacer frente a los impactos del cambio climático es prioritario para la humanidad. Este fenómeno requiere un cambio en la perspectiva de crecimiento económico y desarrollo económico (Samaniego *et al.*, 2015). El modelo de

crecimiento económico de América Latina, basado en la sobreexplotación de recursos naturales renovables y no renovables, incrementa la vulnerabilidad de los ecosistemas y de la naturaleza a sus efectos.

Para México los efectos adversos del cambio climático sobre la población, los recursos naturales y la economía constituyen una de las apremiantes a resolver (Soares *et al.*, 2016). Este país ocupa el cuarto lugar por su biodiversidad, posee una riqueza considerable de capital biológico y especies animales. Como ejemplo se puede mencionar al ecosistema bosque mesófilo de montaña, es sabido que ocupa el uno por ciento de la superficie total del territorio mexicano (Challenger, 1998; González-Espinoza *et al.*, 2012).

Los estragos generados por el cambio climático, de acuerdo a su intensidad en tiempo y magnitud reducen la diversidad biológica. Lo que implica afectaciones a los sistemas ecológicos y socioeconómicos, que proveen desarrollo y bienestar a la población que lleva a cabo actividades económicas, que sustentan su economía, seguridad alimentaria, entre otras (Martens *et al.*, 1998; Soares *et al.*, 2016).

Para la población del municipio hacer frente a la pérdida de bienes y servicios ecosistémicos proporcionados por el bosque mesófilo de montaña de la zona metropolitana es de vital importancia en especial los relacionados con la regulación del ciclo hidrológico (Jiménez *et al.*, 2014). Por lo que la integración de la sociedad civil, los organismos gubernamentales y privados, será de gran utilidad para establecer nuevas maneras de gobernar el agua y conservar el ecosistema. De manera que la correcta conjunción de todos los involucrados, contribuya a que adopten nuevas medidas de regulación y de financiamiento que ayuden a la sociedad a transitar hacia la sustentabilidad y a la adaptación al cambio climático basado en el ecosistema del bosque mesófilo de montaña (Retamal *et al.*, 2003).

1.3 Objetivos

Objetivo general:

Realizar un análisis económico para evaluar la factibilidad de la propuesta de un fondo de agua como estrategia de conservación del bosque mesófilo de montaña de Xalapa, Veracruz, México.

Objetivos específicos

- Elaborar un diagnóstico ambiental y socioeconómico del bosque mesófilo de montaña del municipio de Xalapa, Veracruz.
- Caracterizar los principales actores involucrados y aplicar el análisis costo-eficiencia para la propuesta del fondo de agua.

1.4 Pregunta de Investigación

¿Cuál es el estado actual de degradación del bosque mesófilo de montaña del municipio de Xalapa, que requiere de la participación de los principales involucrados además de un análisis económico para evaluar la factibilidad de la propuesta de un fondo de agua como incentivo para la conservación del ecosistema?

1.5 Hipótesis

La evaluación de la factibilidad de un fondo de agua permitirá que los actores involucrados adopten medidas financieras para la conservación del bosque mesófilo de montaña. El cual actualmente se encuentra amenazado por factores como el crecimiento poblacional y la expansión de la mancha urbana en Xalapa impactando negativamente al ecosistema y la provisión de los servicios ambientales.

CAPÍTULO 2. DIAGNÓSTICO DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA DE XALAPA, VERACRUZ: BASE PARA EL ORDENAMIENTO SUSTENTABLE (CAPÍTULO DE LIBRO)

Liliana Francisca Guzmán Flores. Facultad de Economía. Universidad Veracruzana.
gfiliana@gmail.com

Ana Cecilia Travieso Bello. Facultad de Economía. Universidad Veracruzana.
atravieso@uv.mx

RESUMEN

El bosque mesófilo de montaña (BMM) es uno de los ecosistemas terrestres más importantes, se caracteriza por la presencia de neblina al nivel de la vegetación y por la alta biodiversidad y endemismos que alberga. Proporciona servicios ambientales de soporte, regulación, provisión y culturales. Sin embargo, es catalogado como uno de los más perturbados, debido a la reducción de su superficie, principalmente a partir de la década del noventa. En ese sentido, el ordenamiento ecológico, busca el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, contribuyendo a la conservación de los espacios naturales y la regulación del uso de suelo. El objetivo de la presente investigación es realizar un diagnóstico ambiental y socioeconómico del BMM en el municipio de Xalapa, como base para la conservación del ecosistema. Para ello se realizó una investigación documental que incluyó relieve, suelo, hidrología, flora, fauna, cobertura vegetal, servicios ambientales y amenazas del BMM en la zona. Además, se analizó el crecimiento de la población, los usos de suelo y las actividades económicas. Se encontró que el crecimiento de la población y de la mancha urbana, unido al decremento de las actividades primarias, son una amenaza para el BMM, que ha disminuido su superficie y se ha fragmentado. Esta situación afecta los diversos servicios ambientales que brinda este ecosistema, incrementando la vulnerabilidad al cambio climático. Por tanto, el ordenamiento sustentable del territorio es prioritario para el diseño de estrategias de conservación y de adaptación al cambio climático en la microcuenca estudiada.

Palabras clave. bosque de niebla, deforestación, servicios ecosistémicos, amenazas, conservación.

INTRODUCCIÓN

El bosque mesófilo de montaña (BMM) se sitúa en la Zona de Transición Mexicana de Montaña (ZTMM) en el límite de la región Neártica y la Neotropical, en el patrón de la vertiente del Golfo de México (Espinosa *et al.*, 2008). Recibe el término bosque mesófilo de montaña por englobar una serie de comunidades vegetales bastante complejas y una gran variedad florística (Rzedowski, 1996; Gual-Díaz y Rendón-Correa, 2014). Su desarrollo predomina en lugares con clima húmedo y para su distribución en las montañas tropicales requiere la presencia frecuente de neblina (Williams-Linera *et al.*, 2013). A nivel global, son los ecosistemas más amenazados por presentar altas tasas de deforestación (Williams-Linera *et al.*, 2002). En México, se estima que el BMM ocupa el 1% del territorio (Manson, 2008; CONAFOR, 2018). Posee la mayor diversidad de especies de flora y fauna, y alberga al menos 2500 especies que equivalen al 10-12% de todo el país (Conabio, 2008; Villaseñor, 2010; Bruijnzeel *et al.*, 2011; Williams-Linera, 2012). Además, ofrece servicios ambientales como la producción de agua, provisión de productos forestales y agrícolas, captura de carbono, purificación del aire, y formación de suelos (Ruiz y Pedraza, 2007). En Veracruz, en el período de 1993-2002 se observó una pérdida del 19% de bosques, selvas, y pastizales (Jiménez *et al.*, 2014). Los asentamientos urbanos informales a las afueras de las ciudades y la concentración de actividades humanas en territorios con intensa urbanización implican la apropiación de los recursos naturales para su aprovechamiento y la generación de productos, afectando la estructura, dinámica y evolución del medio, poniendo en riesgo la conservación del hábitat y de su biodiversidad (Toledo, 2003; Benítez *et al.*, 2012; Carvajal *et al.*, 2019).

En particular, el incremento de la población, el crecimiento desordenado y sin planeación de la mancha urbana, unido al aumento en la demanda de productos y servicios, ejercen una fuerte presión sobre el BMM del municipio de Xalapa,

ocasionando la fragmentación y la alteración de la flora, la fauna y los servicios ambientales (Williams-Linera *et al.*, 2002; Benítez, 2011).

Esta situación evidencia la necesidad de un diagnóstico del BMM, como base para el ordenamiento ecológico del territorio, en virtud de que México cuenta con este instrumento de política ambiental, que regula o induce el uso de suelo y las actividades productivas; para la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (CD, 2018).

Por tanto, este trabajo tiene como objetivo realizar un diagnóstico ambiental y socioeconómico del bosque mesófilo de montaña en el municipio de Xalapa, como base para la conservación del ecosistema.

MÉTODOS

El municipio de Xalapa, capital del estado de Veracruz, se localiza en las coordenadas geográficas 19° 31' 37" latitud Norte y 96° 55' 21" de longitud Oeste, a una altitud media de 1392 msnm (Inegi, 2017). Limita al norte con los municipios de Banderilla, Jilotepec y Naolinco; al este con Naolinco y Emiliano Zapata; al sur con Emiliano Zapata y Coatepec; y al oeste con Coatepec, Tlalnelhuayocan y Banderilla (Inegi, 2009). Ocupa el segundo lugar en número de habitantes después del municipio de Veracruz (Inegi, 2017). La presente investigación es de carácter descriptivo y se desarrolló para el período 1990- 2010, fecha a partir de la cual se observó un crecimiento poblacional acelerado y la fragmentación del BMM en parches de menor tamaño y aislados entre sí.

El diagnóstico se integró por las dimensiones ambiental y socioeconómica, debido a que las principales modificaciones del BMM son consecuencia de las actividades antropogénicas. Se consideraron tres componentes: abiótico, biótico y socioeconómico, y para cada uno un conjunto de variables (Tabla 1), definidas con base en la investigación documental. Por último, se describieron las principales

amenazas que impactan negativamente la vegetación, la flora, la fauna, y los servicios ambientales del BMM.

Tabla 1. Dimensiones, componentes y variables consideradas en el diagnóstico.

Dimensiones	Componentes	Variables
Ambiental	Medio abiótico	Geología y relieve Clima Hidrología Edafología
	Medio biótico	Vegetación y uso de suelo Flora Fauna Servicios ambientales
Socioeconómica	Medio socioeconómico	Población Educación Economía Pobreza

Fuente: Elaboración propia con información de SEIA (2015) y ASEA (2017)

RESULTADOS

Dimensión ambiental

Medio abiótico

El municipio de Xalapa forma parte de la provincia del Eje Neovolcánico que atraviesa el país de oeste a este y pertenece a la subprovincia de Chinconquiaco y Lagos y Volcanes de Anáhuac, Lomerío de basalto y Sierra volcánica con estrato volcanes, los tipos de roca por su origen ígnea extrusiva se clasifican en: toba básica, toba básica-brecha volcánica básica y basalto (Inegi, 2009; Geissert y Enríquez, 2011; Inegi, 2018). En la escala geológica corresponde a la era cenozoica (hace 66 millones de años a la fecha), período cuaternario en la época del

pleistoceno (Inegi, 2009; Rodríguez-Morales, 2010). Se localiza en las laderas de barlovento del Cofre de Perote, dentro del Campo Volcánico de Xalapa (grupo de 20 volcanes monogenéticos distribuidos a su alrededor en un área de 905 km²), su altitud varía de 1000 a 1500 msnm, con presencia de barrancas, serranías y cerros de centros volcánicos de escoria y lava. Dentro del espacio urbano se localizan los cerros Colorado, Estropajo, Las Margaritas y Macuiltépetl (Hernández, 1993; González-Mercado, 2005; Torres *et al.*, 2012; Pérez, 2017; Sieron *et al.*, 2017).

Se presentan tres tipos de clima, los climas cálido subhúmedo Aw1(w) y semicálido húmedo (A)C(fm), con lluvias de verano con la diferencia de mayor intensidad para el (A)C(fm), la temperatura media anual oscila entre 12 y 18°C, el mes más frío registra un rango de temperatura de -3°C hasta 18°C, y 22°C para el mes más caliente. El clima templado húmedo C(fm) con lluvias todo el año tiene una media anual de 19.2°C, una temperatura mínima de 10.4°C para el mes más frío y 27.7°C para el mes más caliente. La temporada de lluvias inicia en el mes de junio finalizando en abril, con una duración entre 8 y 11 meses (Inegi, 2017). La precipitación media anual oscila entre los 1200 a 1500 mm (Inegi, 2008; Ruiz *et al.*, 2010; Soto y Giddings, 2011; Parada, 2016).

Xalapa pertenece la región hidrológica 28 “Río Papaloapan”, su sistema hidrológico se compone por los ríos Actopan, Jamapa y La Antigua. Estos ríos se forman en el Cofre de Perote a una elevación de 3000 a 3400 msnm. La cuenca del Río Actopan se localiza en las coordenadas 19° 20' y 19° 46' latitud Norte y 96° 20' y 97° 08' longitud Oeste, el municipio se inserta en la parte alta de la cuenca. Los ríos Sedeño, Sordo, Chico, Tlacuilolan, Caracol, Calpixcan, Gavilán, Huehueyapan y Texolo son las corrientes tributarias principales para continuar su curso por el río de los Pescados hacia la Barra de Chachalacas y desembocar al Golfo de México (Pereyra *et al.*, 2010; Conagua y Semarnat, 2013; Conagua, 2015).

Los tipos de suelo que dominan son: 17% phaeozem, de alto contenido de materia orgánica, aptos y fértiles para la actividad agrícola; 16% regosol, suelo fértil y permeable; 14% andosol, poseen alta capacidad para la retención de agua; y 4%

luvisol tipo de suelo que sostiene el cultivo de maíz y café (Inegi, 2009; Campos, 2011; Parada, 2016).

Medio biótico

La vegetación secundaria arbustiva y secundaria arbórea de selva baja caducifolia ocupan un 2%, y la vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña el 1%, el uso del suelo urbano construido es de 11%; el 44% lo ocupa la agricultura de riego semipermanente, de temporal anual y semipermanente, de temporal permanente, de temporal permanente y semipermanente; y el pastizal cultivado y el inducido (42%) (Inegi, 2017).

El BMM se encuentra fragmentado, en la región oeste del municipio de Xalapa existen solo 19 fragmentos de bosque no perturbado (1287 ha) y 104 de bosque perturbado (2149 ha). Se han registrado 1029 árboles, de los cuales 83 son nativos, la riqueza de flora de los fragmentos varía de 3 a 23 especies. Las formas biológicas presentes son epifitas (32%), arbustos y hierbas (24%), árboles (18%) y bejucos (2%). Destacan las plantas endémicas con 750 registros. Las especies de dosel más abundante observadas en mayor proporción fueron: *Liquidambar spp.*, *Quercus xalapensis*, *Q. leiophylla*, *Q. germana* y *Clethra mexicana*. Los árboles más comunes de tamaño intermedio son *Turpinia insignis*, *Cinnamomum effusum*, *Carpinus caroliniana* y *Oreopanax xalapapensis*; algunos arbustos presentes son *Palicourea padifolia*, *Eugenia xalapensis*, *Miconia glaberrima* y *Ocotea psychotrioides* (Williams-Linera *et al.*, 2002; Williams-Linera, 2012; Williams-Linera *et al.*, 2013).

Además, se han registrado entre 160 y 200 especies de aves, de las cuales 27 están amenazadas, 9 en peligro de extinción y 38 sujetas a protección especial; de 15 a 28 especies de mamíferos terrestres, observándose una pérdida del 46% de este grupo faunístico. Se reportaron 40 especies de anfibios de 11 familias y 65 especies de reptiles de 17 familias, de las cuales 29 son endémicas (Manson, 2012; Pineda, 2012).

El BMM brinda diversos servicios de soporte, regulación, provisión y culturales, entre los cuales destacan el mantenimiento de la biodiversidad, la captura de carbono, la regulación del clima y el ciclo hidrológico, la protección del suelo, la provisión de alimentos, leña e insumos para la industria. Su alto valor escénico y paisajístico, favorece el desarrollo del turismo (Williams-Linera *et al.*, 2002; Williams-Linera, 2015; Avendaño-Yáñez *et al.*, 2019).

Dimensión socioeconómica

Medio socioeconómico

El municipio de Xalapa tiene una población de 457,928 habitantes, de los cuales 213,571 son del sexo masculino y 244,357 habitantes corresponden al sexo femenino, la distribución de la población por edad muestra que: 107,942 habitantes tienen entre 0 y 14 años; para el rango de 15 a 59 años se registraron 306,859 habitantes y para la edad de 60 años en adelante la población total fue de 43,127 habitantes, lo que indica una estructura predominantemente joven ya que el 67% de la población tiene entre 15 y 59 años de edad, la tasa media anual de crecimiento de 2000 a 2010 fue de 1.6% (Inegi, 2010).

El promedio de años de educación es de 10 años de escolaridad. El número de población analfabeta fue de 12,970 habitantes con una tasa de 3.9% de analfabetismo (Inegi, 2010). En el año 2015, 37.4% de la población estaba en situación de pobreza y 5.6%, en pobreza extrema, los índices de carencia mostraron valores de 2.5 y 3.7 respectivamente. Las carencias más significativas encontradas por Coneval (2015) fueron: acceso a seguridad social (54.6%), servicios de salud (39.5% no lo recibe), alimentación (21.6%), rezago educativo (14.7%), acceso a servicios básicos de la vivienda (4.9%) y calidad y espacio de vivienda (9.4%).

La población económicamente activa (PEA) registrada en 2010 fue de 198,673 habitantes (114,583 hombres y 84,090 mujeres) y la población ocupada correspondió a 192,193. La incidencia en la degradación de los ecosistemas en el municipio de Xalapa se relaciona con el crecimiento desordenado de la población y

la economía. A partir del año de 1990 la población en el municipio comenzó a experimentar un incremento relevante en el número de habitantes, lo cual coincide con los períodos de degradación de los ecosistemas y la extensión de la mancha urbana (Inegi, 2010; Barcelata, 2011).

Para Barcelata (2011) Xalapa es una de las economías más fuertes del estado de Veracruz, la mayor cantidad de actividades económicas actualmente se concentra en los servicios, con una intensa actividad del comercio (informal principalmente), prestación de servicios educativos y de administración pública, dependencias gubernamentales, servicios financieros y de medios de comunicación (Tabla 2).

Tabla 2. Crecimiento poblacional y PEA 1990-2000 de Xalapa

Año	Población (hab)	PEA sector primario (%)	PEA sector secundario (%)	PEA sector terciario (%)	Tasa de crecimiento de la PEA (%)	
					1990- 2000	2000- 2010
1990	288, 454	4.32	20.37	72.33	59.20	-20.21
2000	390, 590	4.16	18.65	74.33	51.50	18.84
2010	457, 928	2.52	16.86	79.43	70.92	39.69

Fuente: Elaboración propia con información de Inegi (1997; 2000 y 2010), Vela y Barcelata (2014)

Principales amenazas

La destrucción acelerada del BMM del municipio de Xalapa inició a principios del siglo XX, la demanda de asentamientos humanos y de alimentos requirió una mayor superficie para satisfacer las necesidades de vivienda y alimentación, por tal motivo se comenzó a abordar el tema de la expansión urbana irregular y las amenazas al BMM (Benítez, 2011). El deterioro se ha observado en la reducción de la superficie por la fuerte presión ejercida por el crecimiento poblacional y demográfico, el cambio de uso de suelo, el manejo inadecuado de los sistemas agrícolas y ganaderos y la

deforestación (Williams-Linera *et al.*, 2002; Conabio, 2010). La actividad antropogénica reduce la distribución natural y discontinua del BMM, contribuye a la extinción de especies y a la pérdida de servicios ambientales (Toledo-Aceves *et al.*, 2011). La fragmentación del hábitat en islas de vegetación de menor área, conduce al aislamiento de los hábitats, a la alteración del microclima y **por tanto, a la disminución de la diversidad alfa, beta y gamma** (Fahrig, 2003; Williams-Linera, 2012; González-Espinosa *et al.*, 2012).

El cambio de uso de suelo implica la pérdida de la cobertura forestal, impactando negativamente a la biodiversidad y la provisión de los servicios ambientales (principalmente los hidrológicos). Las consecuencias de la degradación del BMM son evidentes por el aumento del número de deslaves e inundaciones asociadas al incremento de la escorrentía superficial y de la sequía, provocando la crisis del agua por la disminución de la recarga de acuíferos (Manson, 2004; Williams-Linera, 2012; Ochoa *et al.*, 2017). El cambio climático (CC) reducirá la entrada de humedad por la disminución de la precipitación y de los días de neblina (Williams-Linera, 2012) y amenaza la biodiversidad del BMM, a pesar de que la altitud favoreciera la migración hacia zonas de mayor elevación, el cambio de uso de suelo (reforestaciones monoespecíficas con pinos, ganadería, cultivos y tala ilegal) limitarán su establecimiento (Conabio, 2010).

DISCUSIÓN

El BMM del municipio Xalapa es un ecosistema que presenta una amplia diversidad de especies de flora y fauna, y proporciona múltiples servicios ambientales a la población. A pesar de su importancia, las amenazas por crecimiento poblacional, la ausencia de planeación urbana, el incremento de la actividad económica terciaria y los cambios de uso de suelo, han provocado su fragmentación generando islas de vegetación dispersas y poco conectadas entre sí. Esta situación coincide con lo reportado por Conabio (2010) para el BMM del “Cerro de San Juan” en la sierra de San Juan, Nayarit, donde la presión sobre este ecosistema es alta debido al crecimiento urbano de las ciudades de Tepic y Guadalajara, unido a los cultivos de

aguacate, café y plátano, la tala ilegal de madera y la sobreexplotación de orquídeas, bromelias, helechos, palma camedor y tierra de monte.

Santiago *et al.* (2009) observaron la fragmentación y efecto borde en el BMM de la Reserva de la Biosfera de la Sierra de Manantlán, Jalisco (RBSM), producto del desmonte para la agricultura, explotación de madera e incendios forestales, dando lugar a bordes abruptos de BMM-matorral-herbazal. Por otra parte, en la Reserva de la Biosfera el Triunfo en Chiapas, se identificaron como amenazas más importantes el cambio de uso de suelo, el crecimiento poblacional, la demanda de tierra y el incremento de la erosión del suelo, las cuales se relacionan con la falta de conocimiento y valoración del ecosistema, por parte de la sociedad y del gobierno, provocando la sobreexplotación de los recursos naturales y la pérdida de servicios ambientales (López *et al.*, 2016).

CONCLUSIÓN

La elaboración del diagnóstico permitió corroborar que el BMM del municipio de Xalapa está seriamente amenazado por el aumento de la población y el crecimiento de la mancha urbana. Es evidente que la falta de aplicación del ordenamiento ecológico incide en el cambio de uso de suelo, dominado por la conversión a pastizales, las actividades agrícolas y el uso urbano. Por tanto el BMM se ha fragmentado, reduciéndose el tamaño de los parches y su conectividad, lo que ha afectado la diversidad de flora y fauna, así como los servicios ambientales. Cabe mencionar que esta situación puede agravarse si no se conserva dicho ecosistema.

Por otra parte, las estadísticas revelaron que la economía del municipio de Xalapa se concentra en las actividades de los sectores secundario y terciario principalmente, por ello se mantendrá la presión ambiental ejercida sobre el ecosistema.

Por tanto, es de suma importancia que se aplique el ordenamiento del territorio, integrando las dimensiones ambiental, económica y social, de manera equilibrada,

diseñando estrategias de conservación del BMM en el corto, mediano y largo plazo, en concordancia con el desarrollo económico del municipio y la región.

REFERENCIAS

ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente). (2017). Guía para definir la base ambiental previo al inicio de las actividades petroleras. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado de: <http://www.asea.gob.mx/cms/wp-content/uploads/2015/11/Gu%C3%ADa-linea-base-ambiental.pdf>. Consultado el 07 de octubre de 2019.

Avendaño, M., Sánchez, V.L., Martínez, R.D., Perroni, Z.S., Alarcón, E., Pineda, L.M., (2019). Almacén de carbono en biomasa en aérea en plantaciones experimentales con especies de sucesión temprana del bosque mesófilo de montaña. *Botanical Sciences*, 97(1), 82-88.

Barcelata, H. (2011). Xalapa. Economía local y problemática social. Primera edición. Edumed.net. Universidad de Málaga. 122 p.

Benítez, G. (2011). Crecimiento de la población y expansión urbana de la ciudad de Xalapa, Veracruz y sus efectos sobre la vegetación y agroecosistemas. Tesis de doctorado en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Postgrado en Agroecosistemas Tropicales. Veracruz. 128 p.

Benítez, G., Pérez, A., Nava, M.E., Equihua, M. y Álvarez, J. (2012). Urban expansion and the environmental effects of informal settlements on the outskirts of Xalapa city, Veracruz, Mexico. *Environment & Urbanization*, 24(1):149-166.

Bruijnzeel L., Mulligan, M., Scatena, F. (2011). Hydrometeorology of tropical montane cloud forest: emerging patterns. *Hydrological Processes*, 25, 465-498.

- Campos C. A. (2011). Distribución y caracterización del suelo. *In*: Conabio. La Biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología A. C. México. pp. 69-84.
- Carvajal, F., Moreira, A., Salazar A., Leguía, M. y Jorquera, F. (2019). Divergencias y contradicciones en la planificación sustentable del periurbano rural metropolitano de Valparaíso, *Urbano*, 39(2), 64-87.
- CD (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión). (2018). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_050618.pdf Consultado el 12 de octubre de 2019.
- Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2007). Cuencas hidrográficas de México. Mapa de Cuencas Hidrográficas de México, 2007. Escala 1:250000. Recuperado de: https://www.conabio.org.mx/informacion/metadatos/gis/cue250k_07gw.xml?xls=/db/metadatos/xsl/fqdc_html.xml&indent=no Consultado el 12 de octubre de 2019
- Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2008). Ecología, manejo y conservación de los ecosistemas de montaña en México. Mundi Prensa México S.A. de C.V. México. 379 p.
- 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. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 197 p.
- Conafor (Comisión Nacional Forestal). (2018). Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Informe de resultados 2009-2014. México. Recuperado de: <https://snigf.cnf.gob.mx/wp->

<content/uploads/Resultados%20Hist%C3%B3ricos%20INFyS/2009%20%202014/Informe%20de%20resultados/Informe%20inventario%202009%20-%202014.pdf> Consultado el 11 de octubre de 2019.

Conagua (Comisión Nacional del Agua) y Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2013). Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía. Consejo de Cuenca Ríos Tuxpán al Jamapa. México. 190 p.

Conagua (Comisión Nacional del Agua). (2015). Actualización de la disposición media anual de agua en el acuífero Jalapa-Coatepec (3018). Estado de Veracruz. México. 26 p.

Coneval (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). (2015). Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2015. Xalapa, Veracruz. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41252/Veracruz_087.pdf. Consultado el 01 de octubre de 2019

Espinosa, D., Ocegueda, S., Aguilar, C., Flores Ó., Llorente, J. y Vázquez, B. (2008). El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. *In: Conabio. Capital natural de México*, vol. 1. México. pp. 33-65.

Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Sistematic*, 34, 487-515.

Geissert, D. y Enríquez, E. (2011). Geomorfología. *In: Conabio. La Biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología A. C. México. 53-68 pp.

González, M., Meave, J.A., Ramírez, N., Toledo, T., Lorea, F. y Ibarra, G. (2012). Los bosques de niebla de México: conservación y restauración de su componente arbóreo. *Ecosistemas*, 21(1-2), 36-52.

González, E. (2005). El vulcanismo monogenético de la región de Xalapa, Veracruz, Geomorfología, petrología y génesis y su relación con los límites orientales de la Faja Volcánica Trans-Mexicana. Universidad Nacional Autónoma de México.

Gual, M., Rendón, A., (2014). Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 352 p.

Hernández, F. (1993). La fauna de mariposas (*Lepidoptera: Rhopalocera*) de Xalapa, Veracruz, México. *La Ciencia y el hombre*, 14, 55-88.

Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (1997). Cuaderno estadístico municipal 1996. INEGI. México. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/buscador/default.html?q=Xalapa#tabMCcollap-se-Indicadores>. Consultado el 8 de octubre de 2019.

Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2000). XII Censo General de Población y Vivienda 2000. México. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2000/default.html>. Consultado el 10 de octubre de 2019.

Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2006). Climatología. Conjunto de datos vectoriales escala 1:1000000. Precipitación media anual. México. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/default.html#Descargas>. Consultado el 11 de octubre de 2019.

Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2008). Climatología. Conjunto de datos vectoriales escala 1:1000000. Unidades climáticas. México. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/default.html#Descargas>. Consultado el 11 de octubre de 2019.

Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. INEGI. México. Recuperado de http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/30/30087.pdf. Consultado el 8 de octubre de 2019.

Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2010). Censo General de Población y Vivienda 2010. México. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2000/default.html>. Consultado el 10 de octubre de 2019.

Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2017). Anuario estadístico y geográfico de Veracruz de Ignacio de la Llave. INEGI. México. 1222 p. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/buscador/default.html?q=Anuario+estad%C3%ADstico+y+geogr%C3%A1fico+de+los+Estados+Unidos+Mexicanos>. Consultado el 7 de octubre de 2019.

Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2017). Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso de suelo y vegetación series VI. México. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/default.html#Descargas>. Consultado el 10 de octubre de 2019.

Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2018). Topografía. Conjunto de datos vectoriales escala 1:250000 de información topográfica. Serie V México. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/temas/topografía/default.html#Descargas>. Consultado el 10 de octubre de 2019.

Jiménez, C.L., Sosa, J., Cortés, P., Breceda, C., Íñiguez, L.I. y Ortega, A. (2014). México país megadiverso y la relevancia de las áreas naturales protegidas. *Investigación y Ciencia*, 22(60), 16-22.

- López, W., Palacios, B. y Reynoso, R. (2016). Diagnóstico de los servicios ecosistémicos en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 7(34), 21-34.
- Manson, R. (2004). Los servicios hidrológicos y la conservación de los bosques en México. *Madera y bosques*, 10(1), 3-20.
- Manson, R. (2012). Pequeños mamíferos y fragmentación del paisaje. *In*: Williams-Linera G. El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático. CONABIO – Instituto de Ecología, A.C., México. 208 pp.
- Manson, R., Hernández, V., Gallina, S. y Klaus, M. (2008). Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: Biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología A.C. (INECOL), Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). México. 315 p.
- Ochoa, L., Mejía, N. y Bezaury, J. (2017). Priorización para la conservación de los bosques de niebla en México. *Ecosistemas*, 26(2), 27-37.
- Olivera, G. (2001). Trayectoria de las reservas territoriales en México: irregularidad, desarrollo urbano y administración municipal tras la reforma constitucional de 1992. *Revista Eure*, 27(81): 61-84.
- Parada, P. (2016). Propuesta de gestión de drenaje pluvial hacia la sustentabilidad en colonias de Xalapa, Ver. Tesis de maestría en gestión ambiental para la sustentabilidad. Universidad Veracruzana. Facultad de biología. Xalapa, Ver. 126 p.
- Pereyra, D.D., Pérez, S.J., Salas, O.M., (2010). Hidrología. *In*: Florescano E., Escamilla J. (eds.). Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz. Universidad Veracruzana 1, 64-84.

- Pérez, N. (2017). Estudio regional del Campo Volcánico de la Cuenca de Serdán-Oriental a través de métodos potenciales. Tesis de Maestría en Ciencias Aplicadas. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. San Luis Potosí. 152 p.
- Pineda, E. (2012). Pequeños mamíferos y fragmentación del paisaje. *In: Williams-Linera G. El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático. CONABIO – Instituto de Ecología, A.C., México, 126-127 p.*
- Rzedowski, J. (1996). Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta botánica, 35, 25-44.*
- Ruiz, A., Tejeda, A., Miranda, S. y Flores, R. (2010). Climatología. *In: Florescano E., Escamilla J. (editores). Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz. Universidad Veracruzana 1, 85-122*
- Ruiz, M. y Pedraza, R. (2007). Servicios ambientales en la reserva de la biosfera Sierra Gorda: Pago e integración de productos ecosistémicos. *In: Halffter, G., Guevara S. y Melic, A. (eds.). Hacia una cultura de conservación de la diversidad biológica. SEA, CONABIO, CONANP, CONACYT, INECOL, UNESCO-MaB & Ministerio de Medio Ambiente-Gobierno de España. m3m – Monografías Tercer Milenio, vol. 6. S. E. A., España. 109-114 p.*
- Santiago, A.L, Jardel, E., Cuevas, R. y Huerta, F.M. (2009). Vegetación de bordes en un bosque mesófilo de montaña del occidente de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México, 85: 31-49.*
- SEIA (Servicio de Evaluación Ambiental). (2015). Guía para la descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA. Gobierno de Chile. Recuperado de: https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2016/02/08/guia_ecosistemas_terrestres.pdf. Consultado el 07 de octubre de 2019.

- Sieron, K., Carreto, F., McLeod, O., Noelle, M., Córdoba, F. y Cervantes, J. (2017). El Campo Volcánico Xalapa: una revisión y análisis. *UVserva*. 4, 32-42.
- Soto, M. y Giddings, L. (2011). Clima. *In*: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. La Biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología A. C. México. 35-51 pp.
- Toledo V. (2003). Ecología, espiritualidad y conocimiento, de la sociedad del riesgo a la sociedad sustentable. PNUMA. México. 158 p.
- Toledo, T., Meave, J., González, M. y Ramírez, N. (2011). Tropical montane cloud forest: Current threats and opportunities for their conservation and sustainable management in Mexico. *Journal of Environmental Management*, 92, 974-981.
- Torres, G., González, M., Dávalos, R., Córdoba, F., Lermo, J., González, J. y Castillo, S. (2012). Microzonificación de peligros en áreas urbanas, México. *Revista Científica Guarracuco*. 16(27), 1-29.
- Rodríguez S., Morales W. (2010). Geología. *In*: Florescano E., Escamilla J. (eds.). Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz. Universidad Veracruzana 1, 43-64.
- Vela M.R., Barcelata, H. (2014). Zonas Metropolitanas del Estado de Veracruz: Orizaba-Córdoba-Xalapa. Universidad Veracruzana. Códice Servicios Editoriales. Xalapa. Veracruz. 295 p.
- Villaseñor, J. (2010). El bosque húmedo de montaña en México y sus plantas vasculares: catálogo florístico-taxonómico. CONABIO-UNAM. México. 40 p.

- Williams-Linera G., Manson, R. y Isunza, E. (2002). La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones del uso de suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México. *Madera y Bosques*, 8(1), 73-89.
- Williams-Linera, G., Guillén, O., Gómez, O., Lorea, F. (2007). Conservación en el centro de Veracruz, México. El bosque de niebla: ¿reserva, archipiélago o corredor biológico? *In: Halffter, G., Guevara, S., Melic, A. (eds.).* Hacia una cultura de conservación de la diversidad biológica. SEA, CONABIO, CONANP, CONACYT, INECOL, UNESCO-MaB & Ministerio Medio Ambiente-Gobierno de España. m3m – Monografías Tercer Milenio, vol. 6. S.E.A., Zaragoza. 360 p.
- Williams-Linera, G. (2012). El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático. CONABIO – Instituto de Ecología, A.C., México. 208 p.
- Williams-Linera, G. (2015). El bosque mesófilo de montaña, veinte años de investigación ecológica ¿qué hemos hecho y hacia dónde vamos? *Madera y Bosques*, 21, 51-61.
- Williams-Linera, G., Toledo, M. y Gallardo, C. (2013). How heterogeneous are the cloud forest communities in the mountains of central Veracruz, Mexico? *Plant Ecology*, 214(5), 685-701.

CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE ACTORES Y ECONÓMICO PARA LA PROPUESTA DE UN FONDO DE AGUA PARA EL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA DE XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO (ARTÍCULO CIENTÍFICO)

- Resumen del artículo
- Palabras clave
- Introducción
 - a) Problemática
- Marco teórico
 - a) Fondos de agua
 - b) Análisis de actores clave
 - c) Análisis de costo eficiencia**
- Materiales y métodos
 - a) Guías para la creación de fondos de agua
 - b) Entrevistas semiestructuradas a actores clave
 - c) Análisis costo eficiencia
- Resultados
 - a) Propuesta de fondo de agua
 - Identificación de actores clave
 - Caracterización de actores clave
 - Definición de intereses y otras variables
 - b) Análisis de costo eficiencia
 - Costos de no restaurar el BMM versus eficiencia de las acciones de inversión del fondo de agua
- Discusión
- Conclusiones