

Ecología

Macrófitos de los humedales de montaña de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México

Macrophytes from mountain wetlands in San Cristobal de Las Casas, Chiapas, Mexico

Sandra Emilia Chediack *, Neptalí Ramírez-Marcial, Miguel Martínez-Icó y Henry Eustorgio Castañeda-Ocaña

Departamento de Conservación de la Biodiversidad, El Colegio de la Frontera Sur, Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, 29290, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México

* Autor para correspondencia: chediack@hotmail.com (S.E. Chediack)

Recibido: 7 agosto 2017; aceptado: 2 marzo 2018

Resumen

Los humedales de montaña de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México, se localizan a más de 2,000 m snm y su extensión se ha reducido notablemente debido a urbanización, contaminación, minería y actividades agropecuarias. Se presenta una lista de los macrófitos registrados en 4 humedales. Los muestreos fueron sistemáticos y *ad libitum*. Las especies se clasificaron en hidrófitas o terrestres y se incluye su estado de conservación (IUCN y NOM-059), nivel de endemidad y si habían sido reportadas para Chiapas o si se amplía su distribución. Se identificaron 55 familias de plantas vasculares con 151 especies, 63 de las cuales son hidrófitas. Treinta especies están clasificadas como preocupación menor, ninguna está en la NOM-059. Cinco especies son endémicas de México y 1 de Chiapas. Cinco son nuevos registros para Chiapas: *Hydrocotyle ranunculoides*, *Egeria densa*, *Spergularia mexicana*, *Wolffia columbiana* y *Muhlenbergia subaristata*. Cuatro especies acuáticas son exóticas: *Eichhornia crassipes*, *Hydrocotyle verticillata*, *H. ranunculoides* y *E. densa*, asociadas a aguas contaminadas. Se amplía la distribución altitudinal de *Cyperus articulatus* y *Phragmites karka*. No se detectaron 56 monocotiledóneas acuáticas registradas históricamente para Chiapas por arriba de los 2,000 m snm, lo que podría indicar que posiblemente se enfrenta un proceso de extinción local.

Palabras clave: Humedales de montaña; Macrófitos; Chiapas; Plantas exóticas; Plantas acuáticas; Contaminación

Abstract

The mountain wetlands currently present in San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, Mexico, are located over 2,000 m asl. Their extension has been reduced notably due to urbanization, pollution, mining and agricultural activities. A list of macrophyte species recorded in 4 mountain wetlands is presented. Sampling was systematic and *ad libitum*. Species were classified as hydrophytes or terrestrial and also their conservation status (IUCN and NOM-059), level of endemity and if they had been reported for Chiapas and if they had expanded their distribution area. We identified 55 families of vascular plants with 151 species, 63 species are hydrophytes, 30 are classified as least concern, and none is listed in the NOM-059. Five species are endemic to Mexico and 1 to Chiapas. Five are new records for Chiapas: *Hydrocotyle ranunculoides*, *Egeria densa*, *Spergularia mexicana*, *Wolffia columbiana*, *Muhlenbergia subaristata*.

Four exotic aquatic species were associated with contaminated waters: *Eichhornia crassipes*, *Hydrocotyle verticillata*, *H. ranunculoides*, and *E. densa*. The distribution area of *Cyperus articulatus* and *Phragmites karka* was extended. There were not detected 56 aquatic monocots recorded historically for Chiapas above 2,000 m asl, which possibly could indicate a process of local extinction.

Keywords: Mountain wetlands; Macrophyte; Chiapas; Exotic plants; Aquatic plants; Pollution

Introducción

Los humedales son ecosistemas donde el exceso de agua es el factor dominante (Keddy, 2010). En el presente estudio se consideran humedales a las áreas y lagos permanente o temporalmente inundadas, incluyendo a las zonas pantanosas y manantiales. Específicamente nos centramos en los humedales dulceacuícolas presentes en altitudes superiores a los 2,000 m snm, en el municipio de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. Por la elevación a la que se encuentran se los define como humedales de montaña (COP, 2002). Los humedales estudiados se pueden considerar como formaciones (o comunidades vegetales) dominadas por los géneros *Typha* y *Phragmites* (Lot et al., 2015; Rzedowski, 2006), aunque también existen áreas con plantas herbáceas donde estos géneros están ausentes.

Estos humedales de montaña brindan numerosos servicios ambientales, especialmente asociados a la provisión de agua a la ciudad de San Cristóbal de Las Casas y a las comunidades campesinas vecinas. Además, son áreas sagradas para los habitantes de la zona. A pesar de ello, solo restan 408 ha con humedales y éstas se encuentran severamente amenazadas por los procesos desordenados de urbanización y las actividades agropecuarias y mineras que están desecando, rellenado y contaminado humedales, suelos y cuerpos de agua en general (Chediack et al., 2015). Uno de los principales problemas asociados a la urbanización es una alta contaminación hídrica de los arroyos y canales por la falta de tratamiento adecuado de las aguas residuales y de los residuos en general (Bencala et al., 2006). También existe una contaminación natural debido a la geoquímica del suelo, la cual comprende elevados niveles de manganeso y selenio que superan los niveles establecidos por las normas mexicanas (Chediack, 2018).

Rzedowski (1991) estimó para México alrededor de 1,000 especies de plantas acuáticas y subacuáticas. Más reciente, Mora-Olivo et al. (2015) listan 1,344 especies que componen la flora de los humedales para todo el país. Hasta el momento, los estudios sobre hidrófitas de Chiapas se han centrado solo en algunos grupos de plantas, por ejemplo Mora-Olivo et al. (2013) reconocen 111 especies acuáticas estrictas vasculares; Lot et al. (2013) se restringen a las monocotiledóneas acuáticas estrictas y subacuáticas (pero excluyen palmas y bambúes) y Lot y Ramírez-García

(2013) estudiaron solo angiospermas acuáticas estrictas. Como sugieren Lot et al. (2013), la vegetación de un humedal incluye además de las plantas acuáticas, otras formas de vida como epífitas, lianas, trepadoras, parásitas, arbustos y árboles que no corresponden a la vegetación acuática y subacuática estricta, pero que acompañan a las hidrófitas en diversas asociaciones y hábitats que existen en los humedales. La integridad estructural y funcional de estos ecosistemas depende de saber reconocer todas las plantas que habitan los humedales, tanto las acuáticas como las terrestres que toleran una temporada de inundación y que forman parte de las interrelaciones bióticas que se presentan en estos ambientes. El conocimiento de esta riqueza y tipo de especies que habitan los humedales en la región es fundamental para encarar estudios sobre la dinámica de los ambientes frente a procesos antrópicos, y sobre estrategias de conservación y rehabilitación de estos valiosos ambientes.

Los objetivos de este estudio son: 1) describir la composición específica de la flora vascular de macrófitos presente en diferentes tipos de humedales de montaña del municipio de San Cristóbal de Las Casas, la que en conjunto con la de otras zonas de Chiapas, permitirá aumentar el conocimiento que se posee de la flora a nivel estatal; 2) considerar el estado de conservación y distribución de las especies registradas, tanto de las nativas como exóticas; 3) comparar la riqueza específica actual con la registrada históricamente ya que debido a los cambios ambientales locales y globales, se espera que exista un cambio en la composición y riqueza de especies a lo largo del tiempo.

Materiales y métodos

El área de estudio comprende la cuenca del valle de Jovel en el municipio de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. La precipitación media anual es de 1,114 mm concentrándose entre los meses de mayo a octubre. La temperatura media anual es de 14.8 °C y entre diciembre y marzo pueden registrarse temperaturas bajo cero (SNM-Conagua, 2016). El servicio geológico minero (<https://www.sgm.gob.mx/GeoInfoMexGobMx/>), indica las concentraciones de los elementos en el suelo presentes en este municipio, donde destacan las de manganeso (1,035 ppm) y selenio (900 ppm). La cantidad de selenio supera las concentraciones de referencia para suelos de

uso agrícola, residencial o industrial indicado en la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 (Semarnat, 2004). Según estudios de los laboratorios de análisis instrumental de ECOSUR, la concentración de manganeso en el agua en los humedales es de aproximadamente 335 ug/L, lo que es mayor a los 150 ug/L indicado como límite permisible en la NOM127-SSA (Secretaría de Salud, 2000).

El municipio de San Cristóbal de Las Casas se localiza en la porción central de la región de Los Altos de Chiapas. Rojas-García y Vidal-Rodríguez (2008) indican que por la naturaleza cárstica de la zona, el agua se infiltra en el subsuelo y un porcentaje escurre sobre la superficie a manera de pequeños arroyos, casi siempre temporales o con fluctuaciones batimétricas importantes. Los embalses naturales generalmente son cuerpos de agua pequeños, la mayoría corresponden a dolinas en donde se almacena agua de las lluvias y de escurrimientos. Algunos poseen resumideros visibles por donde el agua se incorpora al manto freático. Otro tipo de humedales son los del sistema lacustre, que corresponden a pequeños lagos de valle, poco profundos y permanentes (Rojas García y Vidal Rodríguez, 2008). Al igual que las dolinas, estos lagos también se forman por los escurrimientos superficiales durante la época de lluvias, aunque tienden a reducir su diámetro y profundidad durante el estiaje. Tanto los arroyos como las lagunas pueden alimentarse de manantiales por donde aflora el agua subterránea, formando en algunos casos áreas pantanosas.

El estudio se realizó en 4 humedales (tabla 1). El primer sitio se ubica en la reserva privada El Encuentro que presenta un humedal compuesto por una laguna temporal rodeada de bosque de pino-encino. El segundo, es un arroyo sin nombre que se desborda formando un área pantanosa en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica de Rancho Nuevo, administrada por la Secretaría de la

Defensa Nacional. El humedal se encuentra rodeado de bosque de pino. Aguas arriba del arroyo, existía una planta de tratamiento de aguas residuales, la cual no opera en la actualidad, por lo que hay un alto nivel de contaminación. Los otros 2 humedales reciben agua de manantiales y de ríos que han sido canalizados al atravesar la zona urbana de San Cristóbal de Las Casas. En ambos humedales se encuentran pantanos y esteros permanentemente inundados y áreas anegadas temporalmente. En el humedal de La Kisst está la laguna permanente denominada Chapultepec.

Para conocer la vegetación actual en los humedales se realizaron muestreos sistemáticos y *ad libitum* en cada uno de los sitios nombrados. Los muestreos sistemáticos consistieron en parcelas de 1 m², ubicadas sistemáticamente cada 20 m, con rumbo elegido al azar. Esto se realizó en cada uno de los distintos tipos de vegetación que se observaban a simple vista, incluyendo áreas inundadas y las que tienen esta condición temporalmente. El número de parcelas por cada sitio dependió de la superficie del humedal y la relación asintótica entre el número de especies acumulado y el número de parcelas. En cada parcela se registró si había signos de alteración antrópica como contaminación hídrica (espuma, olor, etc.) o de suelo (como escombros, basura o estiércol). Dentro de las parcelas también se registraron todas las especies vegetales presentes. La especies se clasificaron en hidrófitas y terrestres. Las especies acuáticas o hidrófitas según Lot et al. (2015), comprenden a las acuáticas, subacuáticas y tolerantes. Las terrestres se distinguen porque son más frecuentes y poseen una mayor tasa de crecimiento poblacional en áreas que no son humedales, pero que pueden resistir un período de tiempo en suelos inundados. La clasificación de una especie en terrestre o acuática puede variar en diferentes zonas de la distribución de la misma. Por ejemplo, *Daucus montanus* Humb. y Bonpl. ex Schult. (Apiaceae) se comporta como

Tabla 1

Características de los 4 humedales estudiados. Superficie aproximada incluye el área que está permanentemente inundada y la que se inunda estacionalmente. ZSCE: Zona Sujeta a Conservación Ecológica del Estado de Chiapas. SR: sitio Ramsar.

Característica	El Encuentro	María Eugenia	La Kisst	Rancho Nuevo
Coordenadas geográficas	16°43'45" 92°36'07"	16°42'36" 92°37'13"	16°43'49" 92°39'02"	16°40'02" 92°34'37"
Superficie aproximada (ha)	0.5	116	110	3
Elevación (m snm)	2263	2130	2115	2310
Origen del agua	Pluvial	Pluvial Canales Subterránea	Pluvial Canales Subterránea	Pluvial Arroyo
Tipo de Protección	Reserva privada	ZSCE SR	ZSCE SR	ZSCE

terrestre en las laderas húmedas, pero en ambientes más secos se la encuentra casi exclusivamente asociada a arroyos y áreas inundadas (Chediack, obs pers.; Vibrans, 2010). Aquellas plantas que no pudieron ser identificadas en el campo, fueron recolectadas y herborizadas para su posterior identificación taxonómica. Para este propósito se consultaron varias fuentes bibliográficas y los ejemplares fueron cotejados por comparación con ejemplares del herbario (ECOSUR-SC). Además se consultó a A. Lot Helgueras, S. González Elizondo y M. Olvera García para la identificación de especies de las familias Lemnaceae, Cyperaceae y Lentibulariaceae respectivamente. Se utilizó “The Taxonomic Name Resolution Service. iPlant Collaborative. Version 4.0” (<http://tnrs.iplantcollaborative.org>) para resolver los conflictos encontrados en la nomenclatura utilizada al designar las especies.

Para conocer la distribución de las especies y determinar si son nativas, endémicas o no del país o el estado de Chiapas, o exóticas en México, se consultaron las bases de datos TROPICOS (www.tropicos.org), EncicloVida de Conabio (www.encyclovida.mx), Malezas de México de Conabio (www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm), colección de MEXU disponible en el portal de datos abiertos de la UNAM (<https://datosabiertos.unam.mx/biodiversidad/>) y numerosas referencias bibliográficas (Breedlove, 1986; Conabio, 2018; Lot et al., 1999, 2013, 2015; Mora-Olivo et al., 2013; Villaseñor, 2016). El estado de conservación de cada especie se obtuvo de la Lista Roja (www.iucnredlist.org) y de la lista de especies en riesgo presentes en la Norma Oficial Mexicana NOM-059 (Semarnat, 2010). Finalmente se comparó la lista de especies monocotiledóneas registradas con las citadas para Chiapas y que habitan por arriba de los 2,000 msnm presentes en el libro de plantas acuáticas mexicanas (Lot et al., 2013). Lamentablemente, no hemos encontrado una recopilación de las especies de dicotiledóneas y de pteridofitas para el estado Chiapas que pueda utilizarse con el mismo fin.

Resultados

En todos los humedales se detectó influencia humana. En Rancho Nuevo se observó pastoreo de caballos y contaminación hídrica derivado de desagües de una unidad habitacional cercana. El humedal María Eugenia contiene agua contaminada en los canales, áreas con pastoreo vacuno, una pequeña área que fue recientemente incendiada, y en la periferia se observaron minas de piedra y grava. Sin embargo, en la parte central del humedal, alejada de la influencia humana, donde hay manantiales con tulares y carrizales, se observa mayor estado de conservación.

En el humedal La Kisst se observa una situación similar con contaminación hídrica en los canales que ingresan al humedal. La zona central de La Kisst, con manantiales y áreas pantanosas, alejadas del borde que colinda con la ciudad, presenta un mayor estado de conservación. El humedal de El Encuentro, al estar rodeado de bosque y recibir solo agua de lluvia durante el verano, es el que presenta menor impacto antrópico, el cual se reduce a la presencia de personas que realizan ecoturismo.

En el apéndice se presenta para cada especie el humedal en el que se encontró, el estado de conservación, si es o no endémica de México o de Chiapas, si es un nuevo registro para el país o el estado, o si se amplía su rango de distribución. Se registraron 55 familias, las Cyperaceae, Asteraceae y Poaceae son las que presentan mayor número de especies con 13, 21 y 22 respectivamente. En total se registraron 151 especies, 63 son hidrófitas y el resto son terrestres. Para la mayoría de las especies encontradas la UICN no ha establecido su categoría de amenaza, solo 30 están catalogadas como de “preocupación menor” (UICN, 2016). Tampoco hay alguna citada en la NOM-059. Resalta que tampoco se ha evaluado el estado de conservación de las 5 especies endémicas de México: *Selaginella finitima* Mickel y Beitel (Selaginellaceae), *Muhlenbergia subaristata* Swallen (Poaceae), *Spergularia mexicana* Hemsl. (Caryophyllaceae), *Sicyos microphyllus* Kunth (Cucurbitaceae) y *Stachys harleyana* A. Pool (Lamiaceae) que es endémica también de Chiapas.

Se registraron 8 especies exóticas. Las exóticas acuáticas son: *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms., *Hydrocotyle verticillata* Thunb., *Hydrocotyle ranunculoides* L.f., y *Egeria densa* Planch. Las 2 últimas no habían sido registradas en Chiapas (Tropicos: <http://www.tropicos.org/Name/1700823>; <http://www.tropicos.org/Name/16100033>) y fueron observadas en áreas que presentaban signos de contaminación hídrica. *H. verticillata* y *E. crassipes* ya habían sido registradas en el estado (Conabio, 2018) y solo se las encontró en el humedal de La Kisst, en canales con signos de contaminación. *E. crassipes* ha sido evaluada como invasora en México (Conabio, 2018).

Las 4 exóticas terrestres son: *Holcus lanatus* L., es una especie terrestre que solo se registró en el humedal de María Eugenia donde es muy frecuente. *Prunella vulgaris* L. y *Verbena litoralis* Kunth son ruderales y algunos autores las consideran asilvestradas en Chiapas (Domínguez-Vázquez et al., 2002) o probablemente sean nativas según Vibrans (2009). *Ligustrum lucidum* W.T. Aiton presente en sitios que han sido rellenados o colmatados.

Las especies que no habían sido registradas en el estado de Chiapas, además de *Egeria densa* e *Hydrocotyle ranunculoides* mencionadas anteriormente son: *Spergularia*

mexicana Hemsl., que fue observada en el humedal de La Kisst, es una especie acuática sumergida, endémica de México. Las bases de datos Tropicos (<http://www.tropicos.org/Name/50154517>), EncicloVida (Conabio, 2016) y del Instituto de Biología, UNAM (UNIBIO, 2016), no la reportan para Chiapas.

Wolffia columbiana Karsten: acuática estricta presente únicamente en la laguna de Chapultepec en el humedal de La Kisst. Esta no estaba citada para Chiapas (Lot et al. 2013, Villaseñor 2016; Tropicos: <http://www.tropicos.org/Name/18100018>).

Muhlenbergia subaristata Swallen: especie endémica de México y que no había sido registrada en Chiapas (Tropicos: <http://www.tropicos.org/Name/25537675>, Villaseñor, 2016). Fue registrada en el humedal de La Kisst en el área que se encuentra en mejor estado de conservación.

Las especies que presentan un rango de distribución hacia mayores elevaciones de lo mencionado con anterioridad son: *Cyperus articulatus* L., a 2,000 m snm, había sido registrada hasta los 500 m snm (Diego-Pérez y González-Elizondo, 2013). *Phragmites karka* (Retz.) Trin. ex Steud.: es muy abundante en María Eugenia y en La Kisst formando macizos que en algunas áreas son mono específicos. Estas poblaciones se encuentran a mayor elevación de lo reportado por Herrera y Peterson (2013). Entre los helechos destaca *Astrolepis sinuata* (Lag. ex Sw.) D.M. Benham y Windham, una especie muy frecuente en todo tipo de ambiente y que no está registrada para Chiapas en la bibliografía consultada (por ejemplo, en la base de datos Tropicos: <http://www.tropicos.org/Name/26614660>).

De las especies de monocotiledóneas acuáticas citadas para Chiapas y que se distribuyen por arriba de los 2,000 m snm (Lot et al., 2013), es decir que potencialmente podrían estar en el área, 56 no fueron registradas durante este estudio. Entre las especies que no se observaron están por ejemplo, algunas muy fáciles de identificar como las Alismataceae *Sagittaria lancifolia* L. y *Sagittaria montevidensis* Cham. y Schltld.; la Commelinaceae *Tripograndia purpurascens* (S. Schauer) Handl.; y *Heteranthera limosa* (Sw.) Willd. (Pontederiaceae). Sin embargo, como algunas de las especies de Poaceae y 2 de Cyperaceae que se detectaron en este estudio no pudieron ser identificadas aun, este número podría variar.

Discusión

A pesar de la importancia biológica y cultural de los humedales de montaña en Los Altos de Chiapas, su estado de conservación es limitado, ya que su área de distribución está reduciéndose aceleradamente y presentan un alto

impacto de las actividades humanas. Se ha estimado que la superficie de humedales en San Cristóbal de Las Casas en el año 2001 era de 746 hectáreas, reduciéndose a 536 ha en el 2006, 422 ha en el 2011 y 408 en el 2014 (Chediack et al., 2015).

Las especies de macrófitos de los humedales encontrados se suman a los registros para Chiapas reportados con anterioridad (Mora-Olivo et al., 2013; Lot y Ramírez-García, 2013; Lot et al., 2013). Sin embargo, la lista de las especies de plantas de los humedales de este estado aún está incompleta, pues falta investigar las especies subacuáticas y las terrestres que sobreviven en los humedales y que no han sido estudiadas fuera del área en cuestión.

Al igual que lo encontrado en otros humedales de México, como en el Estado de México (Zepeda-Gómez et al., 2012) y en Tamaulipas (Mora-Olivo y Villaseñor, 2007), las familias botánicas registradas que poseen un mayor número de especies son las Asteraceae, Cyperaceae y Poaceae. Tal parece que a pesar de los impactos antrópicos, los humedales estudiados aún conservan una estructura de la vegetación típica de humedal. En el caso Rancho Nuevo, un sitio altamente contaminado, posee una riqueza baja de especies y el paisaje está dominado por una alta densidad de Polygonaceae.

Considerando la riqueza de todos los humedales en conjunto, se encontraron 5 especies que no habían sido registradas para el estado de Chiapas. Es posible que algunas de éstas estaban presentes y que no hayan sido recolectadas por ser poco conspicuas, lo que podría ser el caso de *Wolffia columbiana*. Sin embargo, otras pueden ser nuevos ingresos por procesos naturales de dispersión o asociados a las actividades antrópicas, debido a cambios climáticos que favorecerían la dispersión hacia zonas de mayor altitud. Esta hipótesis se apoya en los trabajos de Alahuhta et al. (2011) y Gillard et al. (2017) quienes modelan los cambios en las distribuciones de las especies de plantas acuáticas en función de los modelos de cambio climático.

Asociados a la actividad humana y a los procesos de contaminación hídrica podrían haberse visto favorecidas las 4 especies acuáticas exóticas encontradas, ya que todas se observaron únicamente en aguas contaminadas en los canales de los humedales que se hallan inmersos en la ciudad de San Cristóbal de Las Casas. Las plantas exóticas poseen fuertes efectos negativos en los humedales, especialmente en los consumidores primarios afectando su abundancia (McCary et al., 2016). Para implementar sistemas de control de especies exóticas en estos ambientes, es imperioso comenzar por la disminución de contaminantes en el agua. Asimismo, es posible que asociado a otros procesos de desecación de los humedales y la ganadería

se esté registrando el ingreso de especies terrestres, entre ellas muchas herbáceas nativas como son la mayoría de las Asteraceae registradas, pero también exóticas, como *Holcus lanatus* y *Ligustrum lucidum*.

Dentro de los resultados encontrados destaca que no se registraron ciertas especies que históricamente se encontraban en estos ecosistemas. La falta de determinadas especies de monocotiledóneas acuáticas que potencialmente podrían haber estado en la zona y que no se observaron puede tener numerosas causas. Una posibilidad es que se deba a un muestro insuficiente. También, es posible que nunca hayan existido en este lugar, ya que podrían ser especies que viven en otras áreas montañosas de Chiapas como la zona de Las Montañas del Norte o en la Reserva de la Biosfera de Triunfo. Otra alternativa es que la región de Los Altos cuente naturalmente con una riqueza menor de especies acuáticas. Campos-Sánchez (2015) sugiere que la diversidad de especies arbóreas esperada de esta área podría ser menor a la de la REBITI. Sin embargo, es necesario considerar la alternativa de que debido a los cambios que están experimentando los humedales de montaña, estas especies han desaparecido localmente, como *Equisetum giganteum* que aparentemente ha sido una especie más frecuente (Miranda, 2015) y que en nuestro estudio solo se observó en una pequeña área en María Eugenia. Esperamos que esta discusión aliente a que se realicen estudios detallados que puedan dilucidar esta pregunta. Si bien la conclusión de que algunas especies podrían haber desaparecido localmente debe tomarse con precaución, no debe desecharse ya que un proceso de extinción local requiere atención inmediata. Es necesario tomar en cuenta este resultado como una medida precautoria y de alerta. Es sorprendente que la mayoría de las especies registradas no hayan sido evaluadas por la UICN y que no se encuentren en la lista de la NOM-059. Esto, al contrario de ser un resultado alentador, tal vez demuestra la necesidad de realizar estudios adecuados para poder conocer el estado de conservación de la biota, especialmente porque los humedales están desapareciendo y con ellos los servicios ambientales que ofrecen.

Los humedales estudiados supuestamente se encuentran protegidos de diversas maneras (tabla 1), sin

embargo, presentan serios riesgos y amenazas que de no ser atendidos adecuadamente, deteriorarán la calidad y cantidad de agua de consumo humano en la región, con una consecuente y severa crisis social y ambiental. La conservación de los humedales urbanos es un tema prioritario para asegurar la disponibilidad de agua para los seres humanos. Es prioritario realizar medidas que aseguren su conservación, por ejemplo: 1) regular el consumo de agua, reutilización del recurso y considerar la utilización de agua de lluvia y niebla para consumo humano; 2) limpiar las aguas residuales con sistemas de humedales artificiales que permitan a su vez la infiltración del agua; 3) asegurar la conservación de los humedales naturales. Evitar las invasiones, el cambio de uso de suelo y su contaminación; 4) eliminar las minas de grava en el área periurbana. Estas no solo producen sólidos que rellenan los humedales, sino que también podrían estar aumentando la concentración de manganeso y derivados de selenio en el agua; 5) establecer un sistema de áreas naturales protegidas efectivo, con planes de manejo y protección adecuados, que asegure la conservación de la escasa superficie de humedales que resta en el valle.

Agradecimientos

Agradecemos al personal del herbario y área de viveros de ECOSUR, al Laboratorio de Análisis Instrumental y al Laboratorio de Análisis de Información Geográfica y Estadística por el acceso y las facilidades otorgadas. A la Secretaría de la Defensa Nacional, especialmente a la 31/a Zona Militar por su colaboración durante las tareas de campo en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Rancho Nuevo. A Martha Olvera, Socorro González Elizondo y Antonio Lot Helguera todo el apoyo recibido. En especial al doctor Lot por revisar el manuscrito, hacerle valiosas sugerencias y apoyar este trabajo. A la Semarnat por otorgarnos el permiso de colecta de recursos biológicos, oficio N° SGPA/DGGFS/712/0408/2016, bitácora: 09/N1-0064/12/15. Finalmente, agradecemos las valiosas sugerencias de los 2 revisores anónimos de la revista y de la Dra. María de Lourdes Rico Arce que enriquecieron este manuscrito.

Apéndice. Lista de especies encontradas en los humedales del municipio de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. Asterisco (*) es exótica, (+) posiblemente exótica (Conabio, 2018). UICN: estado de conservación según la Lista Roja de la UICN, LC = “least concern” o preocupación menor. Los humedales son: En = El Encuentro, ME = María Eugenia, LK = La Kisst y RN = Rancho Nuevo. La forma de vida puede ser H: hidrófita o T: terrestre. Nuevo registro y endemismo: M = México, CH = Chiapas, A = se amplía su distribución a un rango altitudinal mayor o igual a los 2,000 m snm. Las especies no identificadas a especie o género, se indican con el nombre de la familia y el número de colecta de herbario.

Familia	Especie	UICN	Endémica	Humedal	Forma de vida	Nuevo registro
Selaginellaceae	<i>Selaginella finitima</i> Mickel y Beitel		M	LK	H	
Adiantaceae	<i>Adiantum andicola</i> Liebm.			ME	T	
Adiantaceae	<i>Pteris cretica</i> L.			ME	T	
Aspleniaceae	<i>Asplenium monanthes</i> L.			LK, ME	T	
Equisetaceae	<i>Equisetum giganteum</i> L.	LC		ME	H	
Equisetaceae	<i>Equisetum hyemale</i> var. <i>affine</i> (Engelm.) A.A. Eaton	LC		ME	H	
Equisetaceae	<i>Equisetum myriochaetum</i> Schldtl. y Cham.			ME	H	
Marsileaceae	<i>Marsilea mollis</i> B.L. Rob. y Fernald.			LK	H	
Osmundaceae	<i>Osmunda regalis</i> L.	LC		LK	H	
Polypodiaceae	<i>Polypodium thyssanolepis</i> A. Braun ex Klotzsch			LK	T	
Pteridaceae	<i>Astrolepis sinuata</i> (Lag. ex Sw.) D.M. Benham y Windham			LK	T	
Thelypteriaceae	<i>Thelypteris</i> sp.			ME	T	
Taxodiaceae	<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.	LC		LK	H	
Cannaceae	<i>Canna indica</i> L.			ME	H	
Commelinaceae	<i>Commelina coelestis</i> Willd.			LK	T	
Cyperaceae	<i>Eleocharis macrostachya</i> Britton	LC		EN	H	
Cyperaceae	70 Cyperaceae			RN	H	
Cyperaceae	75 Cyperaceae			RN	H	
Cyperaceae	<i>Cyperus articulatus</i> L.	LC		ME	H	A
Cyperaceae	<i>Cyperus esculentus</i> L. *	LC		LK	H	
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> aff. <i>ischnos</i> Schldtl.			LK	H	
Cyperaceae	<i>Cyperus virens</i> Michaux.	LC		LK	H	
Cyperaceae	<i>Eleocharis montevidensis</i> Kunth			LK, ME	H	
Cyperaceae	<i>Eleocharis rostellata</i> (Torr.) Torr.	LC		LK, ME	H	
Cyperaceae	<i>Cyperus niger</i> Ruiz y Pav.	LC		ME	H	
Cyperaceae	<i>Schoenoplectus americanus</i> (Pers.) Volkart ex Schinz y R. Keller	LC		ME	H	
Cyperaceae	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> (C.C. Gmel.) Palla	LC		LK, ME	H	
Cyperaceae	<i>Schoenoplectus californicus</i> (C. A. Mey) Palla			LK	H	
Hydrocharitaceae	<i>Egeria densa</i> Planch. *			ME	H	CH
Iridaceae	<i>Sisyrinchium angustifolium</i> Mill.			LK, ME	T	
Iridaceae	<i>Sisyrinchium scabrum</i> Cham. y Schldtl.			LK	H	
Juncaceae	<i>Juncus effusus</i> L.	LC		LK	H	

Apéndice. Continuación...

Familia	Especie	UICN	Endémica	Humedal	Forma de vida	Nuevo registro
Lemnaceae	<i>Lemna aequinoctialis</i> Welw.	LC		LK	H	
Lemnaceae	<i>Wolffia columbiana</i> Karst.	LC		LK	H	CH
Najaceae	<i>Najas guadalupensis</i> (Spreng.) Magnus	LC		EN	H	
Poaceae	10 Poaceae			ME	T	
Poaceae	15 Poaceae			ME	T	
Poaceae	174 Poaceae			LK	T	
Poaceae	189 Poaceae			LK	T	
Poaceae	190 Poaceae			LK	T	
Poaceae	3 Poaceae			ME	T	
Poaceae	64 Poaceae			ME	H	
Poaceae	71 Poaceae			RN	H	
Poaceae	72 Poaceae			RN	H	
Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i> L.			LK	T	
Poaceae	<i>Brachiaria fasciculata</i> (Sw.) Parodi			LK, ME	T	
Poaceae	<i>Bromus carinatus</i> Hook y Arn.			LK	T	
Poaceae	<i>Holcus lanatus</i> L. *			ME	T	
Poaceae	<i>Leersia hexandra</i> Sw.			LK	H	
Poaceae	<i>Muhlenbergia repens</i> (J. Presl) Hitchc.			ME	H	
Poaceae	<i>Muhlenbergia subaristata</i> Swallen		M	LK	H	CH
Poaceae	<i>Paspalum notatum</i> Flügge			LK	T	
Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov. *			LK	T	
Poaceae	<i>Phragmites karka</i> (Retz.) Trin. ex Steud.	LC		LK, ME	H	A
Poaceae	<i>Polypogon elongatus</i> Kunth			LK, ME	H	
Poaceae	<i>Urochloa mutica</i> (Forssk.) T. Q. Nguyen	LC		LK	H	
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms *			LK	H	
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton illinoensis</i> Morong			EN	H	
Smilacaceae	<i>Smilax moranensis</i> M. Martens y Galeotti			LK	T	
Typhaceae	<i>Typha domingensis</i> Pers.	LC		LK, ME	H	
Typhaceae	<i>Typha latifolia</i> L.	LC		LK, ME	H	
Adoxaceae	<i>Sambucus canadensis</i> L.			EN, LK, ME	H	
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i> L.			LK	T	
Apiaceae	<i>Berula erecta</i> (Huds.) Coville	LC		LK, ME	H	
Apiaceae	<i>Cardamine bonariensis</i> Pers.			ME, RN	H	
Apiaceae	<i>Centella erecta</i> (L. f.) Fernald.			LK, ME	H	
Apiaceae	<i>Daucus montanus</i> Humb. y Bonpl. ex Schult.			ME	T	
Apiaceae	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L. f. *	LC		LK	H	CH
Apiaceae	<i>Hydrocotyle verticillata</i> Thunb. *			LK	H	
Apiaceae	<i>Hydrocotyle</i> sp.			ME	H	
Apocynaceae	<i>Gonolobus stenosepalus</i> (Donn.Sm.) Woodson			LK	T	

Apéndice. Continuación...

Familia	Especie	UICN	Endémica	Humedal	Forma de vida	Nuevo registro
Asteraceae	<i>Acmella oppositifolia</i> (Lam.) R.K. Jansen			RN	T	
Asteraceae	<i>Ageratina pichinchensis</i> (Kunth) R.M.King y H.Rob.			ME	T	
Asteraceae	<i>Ambrosia psilostachya</i> DC.			LK, ME	T	
Asteraceae	<i>Symphotrichum bullatum</i> (Klatt) G.L.Nesom			ME	T	
Asteraceae	<i>Baccharis trinervis</i> Pers.			LK	T	
Asteraceae	<i>Bidens aurea</i> (Aiton) Sherff			LK	T	
Asteraceae	<i>Bidens laevis</i> (L.) Britton, Sterns y Poggenb.			LK	H	
Asteraceae	<i>Bidens odorata</i> Cav.			LK	T	
Asteraceae	<i>Bidens</i> sp.			LK	T	
Asteraceae	<i>Cirsium mexicanum</i> DC.			LK, ME	T	
Asteraceae	<i>Dyssodia papposa</i> (Vent.) Hitchc.			LK	T	
Asteraceae	<i>Erigeron karvinskianus</i> DC.			LK	T	
Asteraceae	<i>Ageratina mairetiana</i> (DC.) R.M.King y H.Rob.			EN	T	
Asteraceae	<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz y Pav.			LK	T	
Asteraceae	<i>Lepidaploa canescens</i> (Kunth) H. Rob.			LK	T	
Asteraceae	<i>Barkleyanthus salicifolius</i> (Kunth) H.Rob. y Brettell			ME	T	
Asteraceae	<i>Solidago stricta</i> Aiton			ME	T	
Asteraceae	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill *			LK, ME	T	
Asteraceae	<i>Tagetes nelsonii</i> Greenm.			ME	T	
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.			LK, ME	T	
Asteraceae	<i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.) Cass			LK	T	
Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i> L.			LK	T	
Campanulaceae	<i>Lobelia longicaulis</i> Kunth			LK	T	
Cariophyllaceae	<i>Spergularia mexicana</i> Hemsl.		M	LK	H	CH
Convolvulaceae	<i>Dichondra sericea</i> Sw.			EN	T	
Convolvulaceae	<i>Ipomoea indica</i> (Burm.) Merr.			LK	T	
Cornaceae	<i>Cornus excelsa</i> Kunth.			ME	T	
Cucurbitaceae	<i>Sicyos microphyllus</i> Kunth		M	LK	H	
Fabaceae	<i>Dalea foliosa</i> (Aiton) Barneby			LK, RN	H	
Fabaceae	<i>Medicago polymorpha</i> L.			LK	T	
Fabaceae	<i>Trifolium amabile</i> Kunth	LC		LK	T	
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i> L. *			LK, ME	T	
Lamiaceae	<i>Clinopodium brownei</i> (Sw.) Kuntze			LK, EN	H	
Lamiaceae	<i>Hyptis urticoides</i> Kunth			LK, ME	T	
Lamiaceae	<i>Prunella vulgaris</i> L. +	LC		LK	T	
Lamiaceae	<i>Stachys coccinea</i> Ortega			LK	T	
Lamiaceae	<i>Stachys harleyana</i> A. Pool.		CH		H	
Lentibulariaceae	<i>Utricularia gibba</i> L.	LC		LK	H	
Lentibulariaceae	<i>Utricularia livida</i> E. Mey.			LK	H	

Apéndice. Continuación...

Familia	Especie	UICN	Endémica	Humedal	Forma de vida	Nuevo registro
Lythraceae	<i>Cuphea aequipetala</i> Cav.			EN, ME	T	
Lythraceae	<i>Cuphea hyssopifolia</i> Kunth			LK	T	
Malvaceae	<i>Anoda cristata</i> (L.) Schltld.			LK	T	
Malvaceae	<i>Malva neglecta</i> L.			LK	T	
Myricaceae	<i>Morella cerifera</i> (L.) Small			ME	T	
Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton *			LK	T	
Onagraceae	<i>Oenothera rosea</i> L'Hér. ex Aiton			EN, LK, ME	T	
Onagraceae	<i>Ludwigia palustris</i> (L.) Elliot	LC		ME	H	
Orobanchaceae	<i>Escobedia laevis</i> Schltld. y Cham.			LK	H	
Papaveraceae	<i>Argemone ochroleuca</i> Sweet			LK, ME	T	
Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i> Lam.			ME	T	
Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> L. *	LC		LK	T	
Polygonaceae	<i>Polygonum aviculare</i> L. *			LK	T	
Polygonaceae	<i>Polygonum punctatum</i> Elliott	LC		LK, ME, RN	H	
Polygonaceae	<i>Rumex mexicanus</i> Meisner			LK, ME, RN	H	
Ranunculaceae	<i>Ranunculus petiolaris</i> Kunth			LK, EN	T	
Ranunculaceae	<i>Ranunculus pilosus</i> Kunth			LK	H	
Rhamnaceae	<i>Frangula mucronata</i> (Schltld.) Grubov			LK	T	
Rosaceae	74 Rosaceae			RN	T	
Rosaceae	<i>Agrimonia gryposepala</i> Wallr.			EN	T	
Rosaceae	<i>Lachemilla pectinata</i> (Kunth) Rothm.			EN	T	
Rosaceae	<i>Crataegus gracilior</i> J.B.Phipps			LK, ME, RN, EN	T	
Rosaceae	<i>Fragaria vesca</i> L.			RN	T	
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.			ME	T	
Rosaceae	<i>Pyracantha angustifolia</i> C.K.Schneid.			ME	T	
Rosaceae	<i>Rosa</i> sp.			ME	T	
Rosaceae	<i>Rubus coriifolius</i> Liebm.			ME	T	
Rubiaceae	<i>Crusea diversifolia</i> (HBK) Anderson			EN	H	
Rubiaceae	<i>Galium mexicanum</i> Kunth.			LK	T	
Rubiaceae	<i>Hedyotis serpyllacea</i> Schltld.			LK	T	
Salicaceae	<i>Salix bonplandiana</i> Kunth			LK, ME	H	
Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i> Kunth			ME	T	
Scrophulariaceae	<i>Buddleja crotonoides</i> A. Gray.			LK, ME	T	
Scrophulariaceae	<i>Castilleja arvensis</i> Schltld. y Cham.			LK, ME	T	
Scrophulariaceae	<i>Mimulus glabratus</i> Kunth	LC		ME, RN	H	
Solanaceae	<i>Solanum aligerum</i> Schltld.			LK	T	
Solanaceae	<i>Solanum nigricans</i> M. Martens y Galeotti			LK, ME	T	
Urticaceae	<i>Pilea microphylla</i> (L.) Liebm.			LK	T	
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L.	LC		LK	T	

Apéndice. Continuación...

Familia	Especie	UICN	Endémica	Humedal	Forma de vida	Nuevo registro
Verbenaceae	<i>Verbena carolina</i> L.			LK	T	
Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i> Kunth +			ME	T	

Referencias

- Alahuhta, J., Heino, J. y Luoto, M. (2011). Climate change and the future distributions of aquatic macrophytes across boreal catchments. *Journal of Biogeography*, 38, 383–393.
- Bencala, K., Hains, R., Liu, E., Nogueira, T., Segan, D. y Stevens, S. (2006). *Desarrollo de un plan de administración sostenible para la cuenca de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México (Tesis de Maestría)*. University of California, Santa Barbara, EUA.
- Breedlove, D. E. (1986). *Listados florísticos de México. IV Flora de Chiapas*. México, D.F.: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Campos-Sánchez, E. (2015). *Riqueza de especies arbóreas en regiones montañosas de Chiapas: aproximaciones con datos de herbarios e inventarios florísticos (Tesis de Maestría)*. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.
- Chediack, S. E., Soria-Barreto, M., González-Figueroa, G., Mondragón-Ríos, R., Valencia-Barrera, E., Ramírez-Marcial, N. et al. (2015). *Los humedales del valle de Jovel, la fuente de agua para la ciudad de San Cristóbal de Las Casas: su conservación es impostergable*. Informe técnico. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.
- Chediack, S. E. (2018). *El agua y los humedales en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México*. Disponible en: <https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:article:8408239275760186580/>
- Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2016). *EncicloVida*, Spermularia mexicana. Recuperado el 4 de julio de 2017 de: <http://bios.conabio.gob.mx/especies/6076193>
- Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2018). *Sistema de información sobre especies invasoras en México*. México D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: <http://www.enciclovida.mx/exoticas-invasoras?grupo=Plantas>
- COP (Conference of the parties) (2002). "Wetlands: water, life, and culture" 8th Meeting of the Conference of the Contracting Parties to the Convention on Wetlands (Ramsar). Resolution VIII.12: enhancing the wise use and conservation of mountain wetlands. Recuperado el 12 de diciembre de 2017 de: http://archive.ramsar.org/pdf/res/key_res_viii_12_e.pdf
- Diego-Pérez, N. y González-Elizondo, S. (2013). Cyperaceae. En A. Lot, R. M. Lemos y F. Chiang (Eds.), *Plantas acuáticas mexicanas. Una contribución a la Flora de México. Volumen 1: Monocotiledóneas* (pp. 85–164). México D.F.: IB-UNAM.
- Domínguez-Vázquez, G., Berlin, B., Castro-Ramírez, A. E. y Estrada-Lugo, E. J. I. (2002). Revisión de la diversidad y patrones de distribución de Labiatae en Chiapas. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica*, 73, 39–80.
- Gillard, M., Thiébaud, G., Deleu, C. y Leroy, B. (2017). Present and future distribution of three aquatic plants taxa across the world: decrease in native and increase in invasive ranges. *Biological Invasions*, 19, 2159–2170.
- Herrera, Y. y Peterson, P. M. (2013). Poaceae. En A. Lot, R. M. Lemos y F. Chiang (Eds.), *Plantas acuáticas mexicanas. Una contribución a la Flora de México. Volumen 1: Monocotiledóneas* (pp. 255–305). México D.F.: IB-UNAM.
- Keddy, P. A. (2010). *Wetland ecology: principles and conservation, 2a Ed.* Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Lot, A., Lemos, R. M. y Chiang, F. (Eds.). (2013). *Plantas acuáticas mexicanas. Una contribución a la Flora de México. Volumen 1: Monocotiledóneas*. México D.F.: IB-UNAM.
- Lot, A., Novelo-Retana, A., Olvera-García, M. y Ramírez-García, P. (1999). *Catálogo de angiospermas acuáticas de México. Hidrófitas estrictas emergentes, sumergidas y flotantes*. Cuaderno 33. México D.F.: IB-UNAM.
- Lot, A., Olvera, M., Flores, C., Díaz, A., Esparza, E. y Mora, Z. (2015). *Guía ilustrada de campo: plantas indicadoras de humedales*. UNAM/ Conagua/ Conacyt. Recuperado el 4 de julio de 2017: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/102190/Gu_a_PIH-min.pdf
- Lot, A. y Ramírez-García, P. (2013). Plantas sumergidas, flotantes y emergentes de los humedales. En A. C. Angón, E. D. Melgarejo, F. Camacho-Rico y K. C. Nájera-Cordero (Eds.), *La biodiversidad en Chiapas: estudio de estado* (pp.133–141). México D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Gobierno del Estado de Chiapas.
- McCary, M. A., Mores, R., Farfan, M. A. y Wise, D. H. (2016). Invasive plants have different effects on trophic structure of green and brown food webs in terrestrial ecosystems: a meta-analysis. *Ecology Letters*, 19, 328–335.
- Miranda, F. (2015). *La vegetación de Chiapas. Tomo 2. Cuarta edición*. Tuxtla Gutiérrez: UNICACH.
- Mora-Olivo, A. y Villaseñor, J. L. (2007). Diversidad y distribución de la flora vascular acuática de Tamaulipas,

- México. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*, 1, 511–527.
- Mora-Olivo, A., Villaseñor, J. L. y Martínez, M. (2013). Las plantas vasculares acuáticas estrictas y su conservación en México. *Acta Botanica Mexicana*, 103, 27–63.
- Mora-Olivo, A., Zepeda-Gómez, C., Delgadillo-Rodríguez, J., Castillo-Campos, G., León-de la Luz, J. L., García-Mendoza, A. J. et al. (2015). Flora de Humedales. En A. Lot (Coord.). *Catálogo de la flora y la vegetación de los humedales mexicanos* (pp.118–166). México D.F.: IB-UNAM.
- Rojas-García, J. y Vidal-Rodríguez, R. M. (2008). Catálogo tipológico de humedales lacustres y costeros del estado de Chiapas. Semarnat/ Conagua/ Pronatura A.C., NAWCA. Recuperado el 4 de julio de 2016: https://connect.natureserve.org/files/bwb2012/120426_B2_MAlba_LIBRO_HUMEDALES_CHIAPAS.pdf
- Rzedowski, J. (1991). Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botanica Mexicana*, 14, 3–21.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf
- Secretaría de Salud. (2000). Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, *Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización*. Diario oficial de la Federación. 22 de noviembre de 2000.
- Semarnat (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2004). Norma Oficial Mexicana NOM-147-SEMARNAT/SSA1 (2004). *Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio*. Diario Oficial de la Federación el 2 de marzo de 2007.
- Semarnat (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, *Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo*. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección, México.
- SMN-Conagua (Servicio Meteorológico Nacional-Comisión Nacional del Agua). Datos climáticos de la Estación Los Arcos en San Cristóbal de Las Casas. Recuperado el 30 de julio de 2016: <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=chis>
- Tropicos. Missouri Botanical Garden. Recuperados el 20 de Agosto de 2016: *Hydrocotyle ranunculoides* L. f. <http://www.tropicos.org/Name/1700823>; *Spergularia mexicana* Hemsl. <http://www.tropicos.org/Name/50154517>; *Wolffia columbiana* H. Karst. <http://www.tropicos.org/Name/18100018>; *Muhlenbergia subaristata* Swallen <http://www.tropicos.org/Name/25537675>; *Astrolepis sinuata* (Lag. ex Sw.) D.M. Benham y Windham <http://www.tropicos.org/Name/26614660>; *Egeria densa* Planch.: <http://www.tropicos.org/Name/16100033>
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) (2016). The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2016-3. Recuperado el 12 de diciembre de 2016: www.iucnredlist.org
- UNIBIO (Unidad de Informática para la Biodiversidad). *Spergularia mexicana* Hemsl. (1879). UNIBIO: Colecciones Biológicas. 2008-10-13. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperada el 26 de diciembre de 2016. <http://unibio.unam.mx/collections/specimens/urn/IBUNAM:MEXU:PAasn4834>
- Vibrans, H. (Ed.) (2009). *Malezas de México*. Recuperado el 2 Agosto 2016: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm>
- Vibrans, H. (Ed.) (2010). *Malezas de México*. Recuperado el 21 de diciembre 2017: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/apiaceae/daucus-montanus/fichas/ficha.htm#4.%20Habitat>
- Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 559–902.
- Zepeda-Gómez, C., Lot-Helgueras, A., Nemiga, X. A. y Madrigal-Uribe, D. (2012). Florística y diversidad de las ciénegas del río Lerma Estado de México, México. *Acta Botanica Mexicana*, 98, 23–49.