

**Informe final\* del Proyecto FM026**  
**Flora acuática vascular del estado de Hidalgo: Cuenca hidrológica del Río Moctezuma, México**

**Responsable:** Dr. Jaime Raúl Bonilla Barbosa  
**Institución:** Universidad Autónoma del Estado de Morelos  
Centro de Investigaciones Biológicas  
Departamento de Biología Vegetal  
Laboratorio de Hidrobotánica  
**Dirección:** Av. Universidad # 1001, Chamilpa, Cuernavaca, Mor, 62210 , México  
**Correo electrónico:** [bonilla@uaem.mx](mailto:bonilla@uaem.mx)  
**Teléfono, fax** (777) 329-7029 ext. 3215  
**Fecha de inicio:** Noviembre 30, 2006  
**Fecha de término:** Enero 16, 2013  
**Principales resultados:** Base de datos, fotografías, informe final.  
**Forma de citar\*\* el informe final y otros resultados:** Bonilla Barbosa, J. R. 2013. Flora acuática vascular del estado de Hidalgo: Cuenca hidrológica del Río Moctezuma, México. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Centro de Investigaciones Biológicas. **Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. FM026.** México D. F.

**Resumen:**

El conocimiento de las plantas acuáticas vasculares en nuestro país se ha incrementado en el transcurso de los últimos años, debido principalmente al esfuerzo de botánicos mexicanos que están interesados en este grupo de plantas y de las instituciones (como la CONABIO) que apoyan estos estudios. El presente proyecto tiene el propósito de recopilar, sistematizar y generar información que establezca el inventario de las especies de plantas vasculares acuáticas y subacuáticas presentes en el estado de Hidalgo, particularmente en la Cuenca Hidrológica del Río Moctezuma, México. Este inventario permitirá señalar objetivamente la distribución de las especies en esta región del país por medio de mapas, basada en la información recabada durante el trabajo exploratorio y de herbario, la cual se incorporará a una base de datos (BIÓTICA ver. 4.5) de la CONABIO. Asimismo, las actividades curatoriales que se lleven a cabo con el material y la sistematización de la información contenida en ella, permitirá en el plazo estipulado (18 meses) contar con un catálogo de las plantas acuáticas que permita su análisis, consulta y evaluación de una manera más fácil y expedita, así como poner a la disposición de investigadores y público en general la diversidad de plantas acuáticas que existe en el estado de Hidalgo, México.

- 
- \* El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
  - \*\* El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**

**CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

**DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA VEGETAL**

**INFORME FINAL DE ACTIVIDADES Y BASE DE DATOS FINAL A CONSIDERACIÓN DE LA  
COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD, CONABIO**

**DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**"FLORA ACUÁTICA VASCULAR DEL ESTADO DE HIDALGO: CUENCA HIDROLÓGICA DEL RÍO  
MOCTEZUMA, MÉXICO"**

**NÚMERO DE REFERENCIA**

**FM026**

**RESPONSABLE DEL PROYECTO**

**DR. JAIME RAÚL BONILLA BARBOSA**  
Investigador Titular "B" de Tiempo Completo  
Laboratorio de Hidrobotánica  
Departamento de Biología Vegetal  
Centro de Investigaciones Biológicas  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos  
Av. Universidad 1001, Colonia Chamilpa  
62209 Cuernavaca, Morelos  
Teléfono 01 (777) 329-70-29 extensión 3215  
Email: bonilla@uaem.mx

**SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN DE LA U.A.E.M.**

**DR. GUSTAVO URQUIZA BELTRÁN**

**Diciembre de 2012**

# FLORA ACUÁTICA VASCULAR DEL ESTADO DE HIDALGO: CUENCA HIDROLÓGICA DEL RÍO MOCTEZUMA, MÉXICO

## ÁREA DEL CONOCIMIENTO: TAXONÓMICA-BIOGEOGRÁFICA

### RESUMEN

El conocimiento de las plantas acuáticas vasculares en nuestro país se ha incrementado en el transcurso de los últimos años, debido principalmente al esfuerzo de botánicos mexicanos que están interesados en este grupo de plantas y de las instituciones (como la CONABIO) que apoyan estos estudios. El presente proyecto tiene el propósito de recopilar, sistematizar y generar información que establezca el inventario de las especies de plantas vasculares acuáticas y subacuáticas presentes en el estado de Hidalgo, perteneciente a la Cuenca Hidrológica del Río Moctezuma, México. Este inventario permitirá señalar objetivamente la distribución de las especies en esta región del país por medio de mapas, basada en la información recabada durante el trabajo exploratorio y de herbario, la cual se incorporará a una base de datos (BIÓTICA versión 4.5) de la CONABIO. Asimismo, las actividades curatoriales que se lleven a cabo con el material y la sistematización de la información contenida en ella, permitirá en el plazo estipulado (18 meses) contar con el catálogo de las plantas acuáticas que permita su análisis, consulta y evaluación de una manera más fácil y expedita, así como poner a la disposición de investigadores y público en general la diversidad de plantas acuáticas que existe en el estado de Hidalgo, México.

### INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la diversidad biológica de un área geográfica particular comienza por su inventario (Bonilla-Barbosa, 2004), siendo la manera más directa de conocer sus recursos naturales.

Las exploraciones y recolecta sistemáticas de plantas acuáticas se ha incrementado en el país, favoreciendo con ello la integración de inventarios de varias regiones florísticas de México, entre las que destacan la Sierra Madre Oriental (Bonilla-Barbosa, 2004), la Península de Yucatán (Gutiérrez, 2006) y la Faja Volcánica Transmexicana (Bonilla-Barbosa, 2007), y se deben, en su mayoría, al trabajo de botánicos mexicanos enfocados principalmente a las áreas de sistemática, taxonomía, florística, fitogeografía y ecología (Bonilla-Barbosa y Novelo, 1995), los cuales nos brindan herramientas básicas para el manejo y conservación de este tipo de recursos naturales.

Sin embargo, las especies de plantas acuáticas en la actualidad están menos representadas en los herbarios que las plantas terrestres. La razón principal radica en la dificultad que se tiene en explorar los ambientes acuáticos en los que habitan (Lot *et al.*, 1986), debido a la falta de equipo adecuado, así como a las condiciones de los mismos ecosistemas.

La Cuenca Hidrológica en el estado de Hidalgo tiene una situación privilegiada, porque en ella existe alta diversidad de ecosistemas acuáticos con variadas condiciones

ambientales, que han permitido el establecimiento de especies de este grupo de plantas, y además, su diversidad guarda estrecha relación con la variabilidad en espacio y tiempo de los hábitat acuáticos en que se desarrollan (Bonilla-Barbosa y Novelo, 1995). Asimismo es importante hacer notar que estas características no permanecen constantes a través del tiempo, debido a que los ambientes evolucionan continuamente y están estrechamente ligados con la dinámica geológica y geomorfológica del lugar (Bonilla-Barbosa, 2004).

Las plantas acuáticas vasculares también conocidas como hidrófitas, incluyen a todas aquellas especies que crecen y se desarrollan en sedimentos saturados de agua, total o parcialmente sumergidas en el agua, o flotando, con sus estructuras sobre o por debajo de la superficie del agua, ya sea en forma temporal o permanente, clasificándose en acuáticas estrictas y subacuáticas (Sculthorpe, 1967; Dalton y Novelo, 1983; Lot *et al.*, 1986; Novelo y Gallegos, 1988; Lot *et al.*, 1993; Bonilla-Barbosa, 2004; Bonilla-Barbosa, 2007).

Con base en lo anterior, se definen a las especies en diferentes tipos de planta: **Acuática**: planta que prácticamente todo su ciclo de vida lo realiza en el agua, ya sea sumergida, emergiendo o flotando en la superficie; y **Subacuática**: aquella planta que lleva a cabo gran parte de su ciclo de vida dentro del agua y que generalmente esta creciendo en los márgenes de los ambientes acuáticos, no sobreviviendo por largos periodos de tiempo en suelos completamente secos (Dalton y Novelo, 1983; Lot *et al.*, 1986; Novelo y Gallegos, 1988; Bonilla-Barbosa, 2007), que variará de acuerdo a la biología de cada una de las especies. Sin embargo, es importante indicar que existen plantas terrestres que pueden desarrollarse bajo condiciones de alta humedad en el suelo o en inundación, que algunos autores han considerado como tolerantes (Lot *et al.*, 1986; Novelo y Gallegos, 1988), pero que no pertenecen a la vegetación acuática (Bonilla-Barbosa, 2004; Bonilla-Barbosa, 2007).

Además, las especies de plantas acuáticas son muy importantes desde el punto de vista biológico, ya que en los ecosistemas acuáticos donde ellas habitan se manifiestan en diferentes formas de vida de las que en México existen seis (Bonilla-Barbosa, 2004; Bonilla-Barbosa, 2007): las **hidrófitas enraizadas emergentes**, son aquellas plantas enraizadas al substrato con una porción de su tallo es sumergido (y en algunos casos sus hojas), y las hojas y estructuras reproductivas por encima del agua; las **hidrófitas enraizadas sumergidas** están arraigadas al substrato, sus estructuras vegetativas están completamente sumergidas y sus órganos reproductores pueden presentarse sumergidos, emerger o quedar por encima de la superficie del agua; las **hidrófitas enraizadas de hojas flotantes** están enraizadas al substrato, con sus hojas flotando sobre la superficie del agua y sus órganos reproductores emergiendo (solamente son sumergidos cuando la flor ya ha sido polinizada y se va a formar el fruto); las **hidrófitas enraizadas de tallos postrados** están enraizadas al substrato, sus tallos crecen y flotan horizontalmente, mientras que los órganos vegetativos y reproductivos están sobre la superficie del agua; las **hidrófitas libremente flotadoras** son aquellas plantas no fijas al substrato y tienen sus estructuras vegetativas y reproductivas flotando sobre la superficie del agua, y por último, las **hidrófitas libremente sumergidas** que son aquellas plantas que no están enraizadas al substrato y tienen sus estructuras vegetativas sumergidas mientras que las reproductivas pueden o no emerger y quedar por encima de la columna de agua.

Considerando lo anterior, el conocimiento de las plantas acuáticas vasculares en

nuestro país se esta incrementando debido fundamentalmente al esfuerzo de botánicos que están interesados en este grupo de plantas y de las instituciones (como la CONABIO) que apoyan estos estudios. El inventario de las especies de plantas vasculares acuáticas, subacuáticas y de zonas inundables presentes en el estado de Hidalgo, particularmente a la Cuenca Hidrológica del Río Moctezuma, permite señalar objetivamente la distribución de las especies en esta región del país, así como el análisis, consulta y evaluación de la flora acuática de México, con el objeto de establecer mecanismos de monitoreo de las especies que tienen algún tipo de rareza, así como de los sistemas acuáticos en que se desarrollan con el fin de conservarlos.

## ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

La presente iniciativa refleja una etapa de nuestro conocimiento encaminada a conocer la flora acuática vascular del estado de Hidalgo, particularmente de la Cuenca Hidrológica del Río Moctezuma, como parte del inventario de los recursos florísticos del país.

La flora del estado de Hidalgo es rica y variada, debido a las características ambientales tan diversas que presenta (Hernández, 1995; Zavala, 1995), sin embargo, no ha sido conocido por completo desde el punto de vista florístico y mucho menos que contribuyan al conocimiento de las plantas acuáticas.

Para la Cuenca Hidrológica del Río Moctezuma en el estado de Hidalgo, el trabajo de Hernández (1995) registra especies de plantas acuáticas y describe la vegetación acuática, la cual se restringe a manantiales y pequeños arroyos temporales que se forman durante la época de lluvias, así como en zonas pantanosas. Lot y Novelo (1978) y Lot (2005) y (Ortiz, 1995) describen la vegetación acuática vascular de la Laguna de Tecocomulco y del Río Tula, respectivamente, indicando las asociaciones presentes en el área, así como las especies que la componen, proporcionando una lista florística. La CONANP (2005) por su parte, proporciona la lista de plantas vasculares de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, en donde incluyen especies de plantas acuáticas, colectadas principalmente en el lago Metztitlán y en la ribera del río Tlaltenango en su parte sureste, el río Venados en la parte central y el río Metztitlán en la parte noroeste.

Por otro lado, existen tratamientos taxonómicos para el Valle de México en donde se incluye la zona sureste del estado de Hidalgo (15 municipios) y que forma parte de la Cuenca Hidrológica del Río Moctezuma, en los que se incluyen la descripción de familias de plantas estrictamente acuáticas y familias con representantes acuáticos. Dentro del primer grupo destacan Araceae y Haloragaceae (Lot y Novelo, 2001); Alismataceae, Hydrocharitaceae, Juncaginaceae, Lemnaceae, Lilaeaceae, Najadaceae, Pontederiaceae, Potamogetonaceae, Typhaceae y Zannichelliaceae, así como parte de la familia Lentibulariaceae el género *Utricularia* L. (Novelo y Lot, 2001); Eriocaulaceae (Flores, 2001); Ceratophyllaceae y Nymphaeaceae (Calderón de Rzedowski, 2001); Menyanthaceae (Calderón de Rzedowski y Marroquín, 2001). Dentro del segundo grupo destacan Salicaceae y Taxodiaceae (Espinosa, 2001); Callitrichaceae, Crassulaceae, Cruciferae, Onagraceae (*Epilobium* y *Ludwigia*), Polygonaceae, Primulaceae, Ranunculaceae y Umbelliferae (Calderón de Rzedowski, 2001); Scrophulariaceae (Rodríguez, 2001); Campanulaceae (Morelos y Calderón de Rzedowski, 2001); Poaceae (Herrera y Rzedowski, 2001); Cyperaceae (González, 2001); Amaryllidaceae y Juncaceae

(Galván, 2001); Compositae (Rzedowski, 2001); y como parte de la familia Caryophyllaceae el género *Arenaria* L. (Beaman, 2001).

Por último, también se han escrito revisiones taxonómicas de familias y géneros estrictamente acuáticas para México, que incluyen especies para el estado de Hidalgo, y en particular de la Cuenca Hidrológica del Río Moctezuma. Destacan principalmente los estudios de las familias Pontederiaceae (Novelo, 1996) y Podostemaceae (Novelo y Philbrick, 1997), así como de los géneros *Potamogeton* de la familia Potamogetonaceae (González, 1989); *Utricularia* de la familia Lentibulariaceae (Olvera, 1996), así como *Nymphaea* de la familia Nymphaeaceae (Bonilla-Barbosa, 2000).

La riqueza florística de plantas acuáticas y subacuáticas de esta Cuenca Hidrológica de México y en particular del estado de Hidalgo, fue en el presente proyecto de 159 especies (15.9%) del total de aproximadamente 1000 presentes en México. Estos datos se basaron principalmente en material herborizado depositado en los principales herbarios de México y del extranjero. Sin embargo, es importante mencionar que se realizaron colectas de este grupo de plantas, generando con ello el incremento de información muy importante.

Con base en el análisis de la información señalada anteriormente, en general, las contribuciones florísticas del estado de Hidalgo como parte de la Cuenca Hidrológica del Río Moctezuma, adolecían en mayor grado de la buena representación de taxa de hábitats acuáticos. En parte, debido a la falta de especialistas en este grupo de plantas, pero en mayor medida, a su escasa representación en las colecciones herborizadas, resultado de la deficiente exploración de los ambientes acuáticos.

El proyecto aquí propuesto y desarrollado, contribuye aún más al conocimiento sobre la diversidad de este grupo de plantas acuáticas en el área que nos ocupa.

### **IMPORTANCIA DEL PROYECTO**

Los estudios detallados acerca de la diversidad florística en los ecosistemas acuáticos, son importantes y necesarios debido a que proporcionan medidas relacionadas para su manejo y posterior conservación. El conocimiento de las plantas acuáticas del estado de Hidalgo como parte de la Cuenca Hidrológica del Río Moctezuma es la base para llevar a cabo estudios de utilización más eficientes sobre los recursos florísticos, plantear alternativas de manejo y control de especies exóticas e invasoras, así como la conservación de especies en riesgo de extinción, debido al acelerado deterioro de los recursos acuáticos en donde se desarrollan.

### **OBJETIVOS**

El presente proyecto tuvo el propósito de generar, compilar y sistematizar información relacionada con el inventario de las especies de plantas vasculares acuáticas y subacuáticas presentes en los sistemas acuáticos del estado de Hidalgo, particularmente de la Cuenca Hidrológica del Río Moctezuma, México.

Este inventario permite señalar objetivamente la distribución de las especies de plantas acuáticas presentes en la entidad por medio de mapas. Toda la información recabada en el trabajo exploratorio y de herbario se incorporó a la base de datos que fue elaborada de acuerdo con el instructivo para la conformación de bases de datos taxonómico

biogeográficas compatibles con el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la CONABIO (BIÓTICA, versión 4.5), y que permite contar con un catálogo (nomenclátor) sobre la diversidad de plantas acuáticas y subacuáticas presentes en la región.

### **COINCIDENCIA DE LOS OBJETIVOS CON LOS PROPÓSITOS DE LA CONABIO**

Este proyecto recopiló y sistematizó la información existente, con el objeto de establecer el inventario de la flora acuática vascular del estado de Hidalgo, perteneciente a la Cuenca Hidrológica del Río Moctezuma, México.

El proyecto aporta datos de alta calidad, información completa y precisa que en el plazo que duró el proyecto se generó, en sí, inventariando las especies de plantas vasculares acuáticas y subacuáticas, además, de brindar información etnobotánica de este grupo de plantas. Esto permitirá comparar objetivamente los datos procedentes de otras áreas de México.

El proyecto está integrado dentro del esquema del programa de apoyo auspiciado por la CONABIO, en el sentido de que generó nueva y mayor información para el banco de datos sobre el conocimiento de los recursos biológicos de algunas cuencas hidrológicas de importancia para la biodiversidad de México. Esta fue una investigación a mediano plazo, que tenía un grado de avance, pero con la planeación por etapas permitió obtener resultados básicos en corto plazo, requeridos por la CONABIO.

### **¿POR QUÉ SE COLECTÓ EN LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS DEL ESTADO DE HIDALGO COMO PARTE DE LA CUENCA HIDROLÓGICA DEL RÍO MOCTEZUMA?**

Los ecosistemas acuáticos como los ríos, manantiales, lagos, presas, humedales y las zonas inundadas de esta Cuenca Hidrológica en el estado de Hidalgo, ofrecen excelente oportunidad para conocer la flora que ahí se desarrolla, lo que permitió argumentar sobre su estado de conservación. Los factores como la contaminación, la perturbación humana, la desecación de los recursos hídricos, la tala inmoderada, entre otros, agregan aspectos que se consideraron como importantes para comprender la estructura y función de los ecosistemas acuáticos. Debido a que existen pocos antecedentes sobre esta materia en nuestro país, se consideró importante aprovechar la oportunidad de estudiar estos ambientes, lo que proporcionó información básica sobre el estado de conservación de este tipo de ecosistemas y de su flora acuática.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **ESTRUCTURACIÓN DE LA BASE DE DATOS**

El proyecto contempló la estructuración de una base de datos Taxonómica-Geográfica-Curatorial que cumpliera con los requisitos estipulados por los lineamientos de la CONABIO, la cual se desarrolló utilizando el programa BIÓTICA versión 4.5, a partir de la información recabada de las colecciones botánicas en los herbarios, así como la generada de nuevos datos por medio de las colectas de campo. Un esfuerzo muy especial

fue puesto en la elaboración de un nomenclátor con coordenadas geográficas (georreferenciadas), altitud y profundidad de los sitios inspeccionados en la región de estudio, que permite ubicar con mayor facilidad el material botánico depositado en los herbarios y el recolectado en el campo.

#### **RECOLECTA DE EJEMPLARES**

Para el presente proyecto se georreferenciaron localidades basadas en un programa intensivo y sistemático de expediciones, con el fin de recolectar material pobremente representado en las colecciones, así como para documentar aspectos que durante la captura de la información en la base de datos resultaron necesarios. Estas expediciones se planearon con base en los resultados que se obtuvieron en la base de datos y en la revisión del material ya depositado principalmente en los Herbarios HUMO y MEXU. Estas recolectas botánicas se llevaron a cabo de acuerdo con las técnicas propuestas por Haynes (1984), Lot (1986), Ramos et al. (2004) para plantas acuáticas vasculares.

Durante las expediciones, se llevo a cabo la verificación de las coordenadas geográficas, con la ayuda del Sistema de Ubicación Geográfica portátil (Global Positioning System, GPS), para ubicar con mayor precisión los sitios de colecta.

#### **IDENTIFICACIÓN ESPECÍFICA DE LAS PLANTAS ACUÁTICAS**

El responsable del presente proyecto es especialista en Sistemática y Taxonomía de plantas vasculares acuáticas y en el Laboratorio de Hidrobotánica del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad de Morelos se cuenta con la bibliografía adecuada para ello. Sin embargo, es importante indicar que durante el desarrollo del proyecto en el área de estudio colaboraron taxónomos especialistas de otros grupos de plantas que fueron de difícil identificación.

Las especies fueron identificadas de acuerdo con los conceptos de la especialidad. Los métodos de preparación y curación de ejemplares son los requeridos por los estándares internacionales que garantizan la buena preservación y permanencia de los especímenes en las colecciones científicas. Además, para la identificación, se empleó la literatura original y de especialidad en cada grupo de estudio.

Todas las plantas acuáticas y subacuáticas identificadas se depositarán en el Herbario de la Universidad de Morelos (HUMO), que es una colección estable e internacionalmente reconocida. Los ejemplares como duplicado serán depositados por medio de intercambio en colecciones reconocidas nacional e internacionalmente como el Herbario Nacional de México (MEXU), el Herbario de la Universidad de Hidalgo, el Missouri Botanical Garden (MO) y el New York Botanical Garden (NY).

#### **FUENTES DE INFORMACIÓN**

Colecciones biológicas: Se consultaron los principales herbarios nacionales y del extranjero que tuvieran colecciones de plantas vasculares acuáticas y subacuáticas de la región de estudio como A, BH, BM, CAS, CHAPA, DUKE, ENCB, F, FCME, GH, HUMO, IBUG, MEXU, MICH, MO, NY, SLPM, UAMIZ, US, WIS y ZT.

Bancos de información: Inicialmente existía una base de datos accesible para su consulta, que incluyó una parte de la región de estudio. El resto de la información se estuvo disponible en Bibliotecas y Hemerotecas de la UAEM, del Instituto de Biología de la UNAM y de otras bibliotecas universitarias de Hidalgo y de la región central de México, principalmente.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El presente Informe Final de Actividades del proyecto aprobado por la CONABIO, generó, compiló y actualizó información completa y precisa relacionada al inventario de las especies de plantas acuáticas y subacuáticas vasculares del estado de Hidalgo, Cuenca Hidrológica del Río Moctezuma. La información que se recabó hasta el momento, se incorporó a una base de datos (BIÓTICA, versión 4.5), elaborada de acuerdo con el instructivo para la conformación y presentación de bases de datos de proyectos apoyados por la CONABIO.

La presente base de datos queda integrada dentro del esquema del programa de apoyo auspiciado por la CONABIO, en el sentido de que esta investigación provee nueva información para el banco de datos e inventarios bióticos (punto 1, incisos a y b de los “Lineamientos Indicativos para proyectos relativos al conocimiento de los recursos biológicos de México”). Con base en lo anterior, este informe se describe a continuación.

### **COLECCIONES CIENTÍFICAS**

El presente proyecto se cubrió al 100% en cuanto a la revisión de ejemplares botánicos de plantas acuáticas y subacuáticas vasculares depositados en herbarios principalmente nacionales como del extranjero. Con relación a los herbarios nacionales, se consultaron el Herbario-Hortorio del Colegio de Posgraduados, Montecillo (CHAPA), el Herbario Fanerógamico “Jerzy Rzedowski” de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB), el Herbario “María Agustina Batalla” de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (FCME), el Herbario de la Universidad de Morelos del Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (HUMO), el Herbario del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara (IBUG), el Herbario Nacional de México del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU), el Herbario “Isidro Palacios” del Instituto de Investigaciones de Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (SLPM) y el Herbario Metropolitano de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa (UAMIZ).

Con relación a los herbarios internacionales, se consultaron el del The Arnold Arboretum de la Universidad de Harvard (A), el Bailey Hortorium Herbarium de la Universidad Cornell (BH), el del British Museum of Natural History (El Museo de Historia Natural) (BM), el Herbario de la Academia de Ciencias de California (CAS), el Herbario del Departamento de Botánica de la Universidad Duke (DUKE), el Herbario John G. Searle del Field Museum of Natural History (F), el Gray Herbarium de la Universidad de Harvard (GH), el Herbario de la Universidad de Michigan (MICH), el Herbario del Jardín Botánico de Missouri (MO), el Herbario del Jardín Botánico de Nueva York (NY), el Herbario Nacional de los Estados Unidos del Instituto Smithsonian (US), el Herbario del

Departamento de Botánica de la Universidad de Wisconsin (WIS), y el Herbario del Swiss Federal Institute of Technology Zürich (Eidgenössische Technische Hochschule Zürich) (ZT).

Con relación a lo anterior, se considera que la base de datos se mantendrá actualizada y servirá para lograr, con la información recabada, llegar al **nivel 7** indicado en los Lineamientos de la CONABIO.

#### **BASE DE DATOS**

El proyecto contempló la estructuración de la base de datos Taxonómica-Geográfica-Curatorial de plantas acuáticas vasculares del estado de Hidalgo, Cuenca Hidrológica del Río Moctezuma. Esta constituida por las características que se indican en el Instructivo para la Conformación de Bases de datos Compatibles con el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). Cumple con los requisitos estipulados por los lineamientos de la CONABIO, utilizando el programa **BIÓTICA versión 4.5**. Esta base de datos esta integrada por la información recabada de colecciones botánicas históricas depositadas en los herbarios, así como de especímenes colectados durante las exploraciones botánicas realizadas en el campo. Contiene un total de 1,971 registros de plantas acuáticas del área que nos ocupa.

La base de datos esta integrada por 53 familias, 94 géneros, 188 especies, 10 infraespecies.

#### **LOCALIDADES GEORREFERENCIADAS**

Durante el periodo que comprendió el proyecto y con base en el programa intensivo y sistemático de colectas en las expediciones de campo en el estado de Hidalgo, Cuenca Hidrológica del Río Moctezuma, se planteó entregar 250 localidades muestreadas, de las que actualmente se entrega la base de datos con 301 localidades georreferenciadas pertenecientes a 297 sitios de colecta, de especies de plantas acuáticas y subacuáticas vasculares.

#### **RECOLECTA DE EJEMPLARES**

Con relación a este rubro, se pretendió obtener 7,500 especímenes correspondientes a 1,500 números de colecta en el transcurso del desarrollo del proyecto. En este sentido, se obtuvieron 11,823 especímenes que corresponden a 1,971 números de colecta. Esto quiere decir que se entregan 4,323 especímenes y 1 número de colecta más que las estipuladas en el proyecto.

#### **IDENTIFICACIÓN ESPECÍFICA DE LAS PLANTAS ACUÁTICAS**

El responsable del presente proyecto es especialista en Sistemática y Taxonomía de plantas vasculares acuáticas, razón por la que la información relacionada a este rubro ha sido revisada por él, por lo que los aspectos taxonómicos se cubren para el presente proyecto en el 100%. Con base en ello, se incluyen en la base de datos a 44 familias, 71 géneros, 159 especies, 1 subespecie y 8 variedades de plantas acuáticas de la región que nos ocupa.

## **SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN, CATÁLOGOS DE AUTORIDAD O DICCIONARIOS**

El responsable del presente proyecto originalmente comprometió las siguientes referencias de acuerdo con los términos de referencia del convenio correspondiente y que a continuación se indican:

### **PTERIDOFITAS Y PLANTAS AFINES**

Mickel, T. J., & A. R. Smith. 2004. The Pteridophytes of Mexico. Memoirs of The New York Botanical Garden. The New York Botanical Garden Press 88: 1-1054.

### **GIMNOSPERMAS**

Gifford, E. & A. Foster. 1989. Morphology and evolution of vascular plants. W. H. Freeman & Co., San Francisco. USA. 626 p.

### **ANGIOSPERMAS**

#### ***Monocotiledóneas***

Dahlgren, R. M. T., H. T. Clifford & P. F. Yeo. 1985. The families of the monocotyledons. Springer Verlag. New York, USA. 520 p.

#### ***Dicotiledóneas***

Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. The New York Botanical Garden, Nueva York, USA. 1262 p.

Sin embargo, considerando la actualización de la información relacionada con los sistemas de clasificación, el Dr. Jaime Raúl Bonilla-Barbosa, solicitó añadir las siguientes referencias como sistemas de clasificación, catálogos de autoridad o diccionarios, las cuales se incluyeron y aceptaron por parte de la CONABIO:

### **GIMNOSPERMAS Y PTERIDOFITAS Y PLANTAS AFINES**

Cronquist, A., A. Takhtajan & W. Zimmerman. 1966. On the higher taxa of Embryobionta. Taxon 15(4): 129-134.

### **PTERIDOFITAS Y PLANTAS AFINES**

Smith, A. R., K. M. Pryer, E. Shuettpelez, P. Korall, H. Schneider & P. G. Wolf. 2006. A classification for extant ferns. Taxon 55(3): 705-731.

## MAPAS

Se elaboraron y entregaron 188 mapas de distribución de las especies de plantas acuáticas pertenecientes a la región de estudio. Dichos mapas están de acuerdo con los Lineamientos para la entrega de cartografía digital o impresa de la CONABIO.

## IMÁGENES REPRESENTATIVAS DE LAS ESPECIES

De las 159 imágenes que se comprometieron a entregar (100%), se entregan 156 (98%) de imágenes (fotos) de las especies recolectadas y observadas del área de estudio, esto es debido a que algunas de las localidades para muestreo tuvieron problemas como contaminación, construcción de zonas habitacionales o carreteras, están secos debido al uso del agua o porque fueron sitios temporalmente inundados, razón por la que varias especies no estuvieron presentes.

Se indica que estas imágenes están asociadas a su categoría taxonómica y con el ejemplar correspondiente en la base de datos. Estas fueron entregadas de acuerdo con los Lineamientos para la entrega de fotografías o ilustraciones digitales de la CONABIO. Además, se estableció un compromiso entre el autor de las fotografías y la Comisión, para que estas puedan ser utilizadas por el Banco de Imágenes de la CONABIO, donde se dará el debido crédito al autor.

## INFORMACIÓN ETNOBIOLÓGICA

Es importante señalar que en este caso, se recabó información etnobotánica relacionada con sus nombres comunes y el tipo de uso de las plantas acuáticas, esto fue dado así gracias a los informantes que nos brindaron los datos, por lo que esta se incorporó a la base de datos del proyecto. A continuación se brinda la lista de especies de plantas acuáticas. Algunas especies tienen nombre común y uso, mientras que otras solamente el nombre común o sus usos.

| NOMBRE CIENTÍFICO              | NOMBRE COMÚN   | Usos             |
|--------------------------------|--|------------------|
| <i>Azolla caroliniana</i>      | Helecho de agua, helechito de agua, lenteja                        | Forraje          |
| <i>Azolla filiculoides</i>     | Helechito de agua, alga  | Forraje          |
| <i>Berula erecta</i>           | Berro  | Comestible       |
| <i>Bletia purpurea</i>         | Orquídea   |                  |
| <i>Canna edulis</i>            | Platanillo   | Envolver tamales |
| <i>Commelina diffusa</i>       | Tripa de pollo   |                  |
| <i>Cyperus hermaphroditus</i>  | Tule de agua   |                  |
| <i>Cyperus spectabilis</i>     | Tulillo  | Forraje          |
| <i>Echinochloa holciformis</i> | Trigo de agua  |                  |
| <i>Eichhornia crassipes</i>    | Cucharilla, lirio acuático, patito, jacinto de agua, lirio de agua | Forraje          |
| <i>Equisetum hyemale</i>       | Cola de caballo  | Medicinal        |
| <i>Ficus insipida</i>          | Ficus  |                  |
| <i>Heteranthera limosa</i>     | Cucharilla   |                  |
| <i>Heteranthera reniformis</i> | Riñoncito  |                  |

|                                     |   |                               |
|-------------------------------------|---|-------------------------------|
| <i>Hydrocotyle ranunculoides</i>    | Ranúnculo   | Comestible y medicinal        |
| <i>Hydrocotyle umbellata</i>        | Sombrillita   |                               |
| <i>Hydrocotyle verticillata</i>     | Ombbligo de Venus                                   |                               |
| <i>Hydromystria laevigata</i>       | Oreja de ratón                                      | Forraje                       |
| <i>Jaegeria bellidiflora</i>        | Estrellita de agua                                  |                               |
| <i>Jaegeria glabra</i>              | Lengua de pájaro                                    | Forraje                       |
| <i>Juncus arcticus</i>              | Junco   |                               |
| <i>Leersia hexandra</i>             | Pasto de agua, pasto                                | Forraje                       |
| <i>Lemna gibba</i>                  | Lenteja, aclasole, chichicastle, lentejilla de agua | Forraje                       |
| <i>Lemna minuscula</i>              | Lentejilla, chichicastle                            | Forraje                       |
| <i>Lemna obscura</i>                | Lentejilla, chilicastle                             | Forraje                       |
| <i>Lemna valdiviana</i>             | Lentejilla, chilicastle, lentejilla de agua         | Forraje                       |
| <i>Lilaea scilloides</i>            | Cebolleja o cebollita                               | Forraje                       |
| <i>Limosella aquatica</i>           | Hindón de agua                                      | Forraje                       |
| <i>Ludwigia peploides</i>           | Verdolaga de agua                                   |                               |
| <i>Luziola fluitans</i>             | Pasto   | Forraje                       |
| <i>Lythrum vulneraria</i>           | Hierba del cáncer                                   | Medicinal                     |
| <i>Marsilea mexicana</i>            | Estrella de agua                                    | Forraje                       |
| <i>Marsilea mollis</i>              | Trébol de agua, trébol                              |                               |
| <i>Najas guadalupensis</i>          | Bosque de agua                                      | Forraje                       |
| <i>Nymphaea pulchella</i>           | Ninfa   | Ornamental                    |
| <i>Nymphoides fallax</i>            | Lirio o lirio acuático                              | Forraje                       |
| <i>Phitecellobium dulce</i>         | Huamuchil   | Comestible                    |
| <i>Phragmites australis</i>         | Carrizo   | Envolver dulces, construcción |
| <i>Polygonum hydropiperoides</i>    | Chilillo  |                               |
| <i>Polygonum punctatum</i>          | Chilillo  |                               |
| <i>Potamogeton foliosus</i>         | Ocoshal de agua                                     | Forraje                       |
| <i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> | Berro, cresón                                       | Comestible, medicinal         |
| <i>Rumex verticillatus</i>          | Lengua de vaca                                      | Comestible y medicinal        |
| <i>Sagittaria longiloba</i>         | Flecha de agua, hoja de flecha                      |                               |
| <i>Salix bonplandiana</i>           | Sauce, ahuejote                                     | Medicinal                     |
| <i>Salix humboldtiana</i>           | Sauce, ahuejote                                     | Medicinal                     |
| <i>Schoenoplectus americanus</i>    | Tule, tule redondo                                  | Doméstico, artesanía          |
| <i>Schoenoplectus californicus</i>  | Tule, tule redondo                                  | Doméstico, artesanía          |
| <i>Stuckenia pectinata</i>          | Ocoshal de agua, granza                             | Forraje                       |
| <i>Taxodium mucronatum</i>          | Sabino, ahuehuete                                   | Medicinal                     |
| <i>Typha domingensis</i>            | Tule, espadaña                                      | Doméstico, artesanía          |
| <i>Typha latifolia</i>              | Tule, espadaña                                      | Doméstico, artesanía          |
| <i>Urtica dioica</i>                | Úrtica, ortiga                                      |                               |
| <i>Wolffia brasiliensis</i>         | Lenteja, chilicastle                                | Forraje                       |
| <i>Wolffiella lingulata</i>         | Lenteja, chilicastle                                | Forraje                       |

## PLAN DE MONITOREO

Se diseñó un plan de monitoreo completo, el cual se presenta a detalle en el Anexo 1.

## FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Como una de las actividades a llevar a cabo durante el desarrollo del proyecto fue la de formar recursos humanos con buen nivel académico de preparación en el campo de la Botánica Acuática. Los estudiantes que han finalizando sus estudios de grado en la Licenciatura en Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos se encuentran enlistados en el Anexo II.

## CONCLUSIONES

La Cuenca Hidrológica del Río Moctezuma en el estado de Hidalgo, por su posición geográfica y variedad de ambientes acuáticos, es una región importante en el mantenimiento de la diversidad y continuidad de especies de plantas acuáticas, así como de contacto entre ellas en los diferentes tipos de vegetación presentes en el Área. Con base en la lista de especies obtenida aquí, se afirma que la flora acuática vascular de esta Área es rica en cuanto a número de especies. Ninguno de los elementos de la flora, así como de los tipos de vegetación presentes son exclusivos de esta área, debido a que existen también en otras regiones de México.

Considerando que México tiene aproximadamente 23,000 especies de plantas vasculares, es evidente que desde el punto de vista florístico, la Cuenca Hidrológica del Río Moctezuma en el estado de Hidalgo tiene un papel relevante en la biodiversidad del país.

A pesar de la diversidad florística de plantas acuáticas en esta Cuenca Hidrológica, se debe considerar que debido al alto impacto ocasionado por las actividades humanas (contaminación, uso del agua y del suelo, principalmente), es urgente la instrumentación de programas inmediatos para evitar que siga avanzando la afectación ambiental negativa sobre los ecosistemas acuáticos de la región.

Algunas especies endémicas o de amplia distribución en el Corredor son raras y están en riesgo de extinción, es decir, algunas de ellas han sido registradas de una sola localidad o registradas de colecciones antiguas provenientes de lugares que ya no existen como ecosistemas o hábitat acuáticos.

La variedad de ambientes acuáticos presentes en la cuenca ha permitido observar cambios en la vegetación acuática en distancias relativamente cortas. Bajo estas condiciones, la flora y la vegetación acuáticas aquí descritas difícilmente conservan una fisonomía y composición florística homogéneas, porque de un sitio a otro se forman diferentes asociaciones, lo cual también se debe a la eliminación o modificación drástica de su ambiente acuático natural. Con base en ello, es necesario conservar las plantas acuáticas de México y en particular de esta Cuenca Hidrológica en el estado de Hidalgo, realizando programas de monitoreo y manejo de los sistemas acuáticos que están más alterados y en donde existan especies endémicas o en riesgo de extinción.

Por último, otras razones para conservar las plantas acuáticas de la región, además de su belleza e interés intrínseco, es que son fuentes potenciales de medicamentos, aceites, vitaminas, productos químicos de varias aplicaciones, alimentos y fibras, forrajes y ornamentales, entre otros.

Los inventarios florísticos constituyen el instrumento más valioso que permite dar a conocer con qué recursos bióticos se cuenta y además, establecen las bases para la

ejecución de programas para su protección y conservación, principalmente de aquellas especies en riesgo, endémicas o que tienen un alto potencial de uso. El entendimiento de la flora de un lugar tiene una función básica en la solución de los desafíos más importantes que debemos enfrentar, la protección de las plantas en el mundo y en particular de nuestro país. La desaparición no sólo de numerosas poblaciones sino también de muchas especies y géneros se ha incrementado dramáticamente en los diversos ecosistemas acuáticos en las que ellas habitan.

En esta región las comunidades de hidrófitas están representadas por cinco de las seis formas de vida presentes en el país.

De lo anterior resalta que, es necesario indicar que el conocimiento de las plantas acuáticas en las Regiones Hidrológicas de nuestro país como la Cuenca Hidrológica del Río Moctezuma en el estado de Hidalgo, es de vital importancia, ya que esto permitirá un mejor entendimiento de nuestros recursos naturales y con ello su manejo y conservación, razón por la que se decidió realizar el presente inventario.

El presente proyecto enriquece el conocimiento de los elementos característicos de la flora y vegetación acuáticas vasculares de la Cuenca Hidrológica del Río Moctezuma en el estado de Hidalgo, incrementando con ello el número de especies y en general de nuestro país.

#### LITERATURA CITADA

- Beaman, J. H. 2001. *Arenaria* L. *En*: Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski (eds.). Flora fanerogámica del Valle de México. CONABIO e Instituto de Ecología, A. C. México. pp. 150-152.
- Bonilla-Barbosa, J. R. 2000. Sistemática del género *Nymphaea* (Nymphaeaceae) en México. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 157 p.
- Bonilla-Barbosa, J. R. 2004. Flora acuática vascular. *En*: Luna, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental. Las Prensas de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México y CONABIO. México, D. F. pp. 149-159.
- Bonilla-Barbosa, J. R. 2007. Flora acuática vascular. *En*: Luna, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana. Universidad Nacional Autónoma de México y CONABIO. México, D. F. pp. 113-128.
- Bonilla-Barbosa, J. y A. Novelo. 1995. Manual de identificación de las plantas acuáticas del Parque Nacional Lagunas de Zempoala, México. Serie Cuadernos, 26. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 168 p.
- Calderón de Rzedowski, G. 2001. Polygonaceae, Nymphaeaceae, Ceratophyllaceae, Ranunculaceae, Cruciferae, Crassulaceae, Callitrichaceae, Onagraceae (*Epilobium*, *Ludwigia*), Umbelliferae, Primulaceae. *En*: Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski (eds.). Flora fanerogámica del Valle de México. CONABIO e Instituto de Ecología, A. C. México. pp. 107-114, 168-169, 169-172, 172-180, 191-213, 219-230, 370-371, 476-490, 494-520, 536-538.
- Calderón de Rzedowski, G. y J. S. Marroquín. 2001. Menyanthaceae. *En*: Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski (eds.). Flora fanerogámica del Valle de México. CONABIO e

- Instituto de Ecología, A. C. México. pp. 557-558.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2005. Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional El Chico. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Primera Edición. México, D.F. 236 p.
- Dalton, P. A. y A. Novelo. 1983. Aquatic and wetland plants of the Arnold Arboretum. *Arnoldia* 43(2): 7-44.
- Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-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, publicado el 6 de marzo de 2011.
- Espinosa, G. J. 2001. Taxodiaceae, Salicaceae. *En*: Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski (eds.). Flora fanerogámica del Valle de México. CONABIO e Instituto de Ecología, A. C. México. pp. 50-51, 73-77.
- Flores, M. G. 2001. Eriocaulaceae. *En*: Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski (eds.). Flora fanerogámica del Valle de México. CONABIO e Instituto de Ecología, A. C. México. pp. 1176-1179.
- Galván, V. R. 2001. Juncaceae, Amarayllidaceae. *En*: Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski (eds.). Flora fanerogámica del Valle de México. CONABIO e Instituto de Ecología, A. C. México. pp. 1203-1212, 1255-1259.
- González, E. S. 2001. Cyperaceae. *En*: Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski (eds.). Flora fanerogámica del Valle de México. CONABIO e Instituto de Ecología, A. C. México. pp. 1114-1168.
- González, G. M. 1989. El género *Potamogeton* (Potamogetonaceae) en México. *Acta Botánica Mexicana* 6: 1-43.
- Gutiérrez, B. C. 2006. Lista de especies de plantas acuáticas vasculares de la Península de Yucatán, México. *Polibotánica* 21: 75-87.
- Haynes, R. R. 1984. Techniques for collecting aquatic and marsh plants. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 71: 229-231.
- Hernández, R. M. 1995. Estudio florístico-fanerogámico del Parque Nacional El Chico, estado de Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 73 p.
- Herrera, Y. y J. Rzedowski. 2001. Poaceae. *En*: Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski (eds.). Flora fanerogámica del Valle de México. CONABIO e Instituto de Ecología, A. C. México. pp. 999-1114.
- Lot, H. A. 1986. Acuáticas vasculares. *En*: Lot, A. y F. Chiang (comps.). Manual de Herbario. Consejo Nacional de la Flora de México. México, D. F. pp. 87-92.
- Lot, H. A. 2005. Vegetación acuática de la laguna de Tecocomulco. *En*: Huizar, A. R., E. J. Jiménez F. y C. Juárez L. (eds.). La laguna de Tecocomulco geo-ecología de un desastre. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México. Publicación Especial No. 3. México, D. F. pp. 141-147.
- Lot, H. A. y A. Novelo. 1978. Guías de excursiones botánicas en México. Laguna de Tecocomulco, Hgo. Soc. Bot. Mex. México, D. F. 19 p.
- Lot, H. A. y A. Novelo. 2001. Haloragaceae, Araceae. *En*: Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski (eds.). Flora fanerogámica del Valle de México. CONABIO e Instituto de Ecología, A. C. México. pp. 490-492, 1168-1170.
- Lot, A., A. Novelo y P. Ramírez-García. 1986. Listados florísticos de México V.

- Angiospermas acuáticas mexicanas 1. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 60 p.
- Lot, A., A. Novelo y P. Ramírez-García. 1993. Diversity of Mexican aquatic vascular plant flora. *En*: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Biological diversity of Mexico: origins and distribution. Morelos, O. S. y G. Calderón de Rzedowski. 2001. Campanulaceae. *En*: Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski (eds.). Flora fanerogámica del Valle de México. CONABIO e Instituto de Ecología, A. C. México. pp. 757-764.
- Morelos, O. S. y Calderón de Rzedowski, G. 2001. Campanulaceae. *En*: Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski (eds.). Flora fanerogámica del Valle de México. CONABIO e Instituto de Ecología, A. C. México. pp. 757-764.
- Novelo, R. A. 1996. Sistemática de la familia Pontederiaceae en México. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 171 p.
- Novelo, A. y M. M. Gallegos. 1988. Estudio de la flora y vegetación acuática relacionada con el sistema de chinampas en el sureste del Valle de México. *Biótica* 13(1-2): 121-139.
- Novelo, A. y A. Lot. 2001. *Utricularia* L., Typhaceae, Potamogetonaceae, Zannichelliaceae, Juncaginaceae, Najadaceae, Lilaeaceae, Alismataceae, Hydrocharitaceae, Lemnaceae, Pontederiaceae. *En*: Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski (eds.). Flora fanerogámica del Valle de México. CONABIO e Instituto de Ecología, A. C. México. pp. 710-711, 978-981, 981-985, 985-986, 986-988, 988-990, 990-992, 992-996, 996-999, 1170-1176, 1198-1202.
- Novelo, R. A. y C. T. Philbrick. 1997. Taxonomy of Mexican Podostemaceae. *Aquatic Botany* 57: 275-303.
- Olvera, M. 1996. El género *Utricularia* (Lentibulariaceae) en México. *Anales Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 67: 347-384.
- Ortiz, H. A. 1995. Estructura de la vegetación acuática y riparia de los ríos San Juan, Tula y Moctezuma en los estados de Querétaro e Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 61 p.
- Ramos, D. J. F., A. Quiroz, F., J. P. García A. y A. Lot H. 2004. Manual de Hidrobotánica. Muestreo y análisis de la vegetación acuática. AGT Editor. México. D. F. 158 p.
- Rodríguez, J. C. 2001. Scrophulariaceae. *En*: Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski (eds.). Flora fanerogámica del Valle de México. CONABIO e Instituto de Ecología, A. C. México. pp. 674-699.
- Rzedowski, J. 2001. Compositae. *En*: Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski (eds.). Flora fanerogámica del Valle de México. CONABIO e Instituto de Ecología, A. C. México. pp. 764-975.
- Sculthorpe, C. 1967. The biology of aquatic vascular plants. Edward Arnold. London. 610 p.
- Zavala, Ch. F. 1995. Encinos Hidalguenses. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. México. 133 p.

## ANEXO 1

### PLAN DE MONITOREO

Considero al igual que la CONABIO, el sentar las bases para plantear e iniciar un monitoreo de especies conspicuas o de importancia estructural o funcional en el área propuesta a estudiar y que debe ser posterior a este estudio, para lo cual se manifiesta lo siguiente. En contraste con las plantas terrestres, las plantas acuáticas no son permanentes en su hábitat. Una especie puede ser abundante en un año y desaparecer en otro, debido a factores tales como la fluctuación en los niveles de agua, a la destrucción artificial, a la contaminación y a la modificación de la superficie del suelo. El hombre a través de sus actividades, ejerce la mayor influencia sobre gran parte de la vegetación acuática, lo cual se ha manifestado de manera particular en las últimas décadas. Esto ha ocasionado que se desequen muchos sistemas acuáticos, afectando paralelamente la vegetación de esos sitios, extinguiéndose por completo en muchos y modificándose notablemente en otros, haciendo difícil la comprensión de la estructura y función de los ecosistemas acuáticos y de la flora que en ellos habita. En este sentido, es importante señalar que no se conocía con exactitud el inventario florístico del área, así como el estado de conservación de las especies que se consideren a ser monitoreadas. Esta situación es aún más grave cuando podrían tratarse de especies que están en la NOM-059-ECOL-2010 (Diario Oficial de la Federación, 2010) y que están presentes en el estado de Hidalgo, particularmente en la Cuenca Hidrológica del Río Moctezuma. Con base en ello, este inventario fue necesario para sentar las bases que permitan conocer la dinámica poblacional de aquellas especies que están amenazadas o en peligro de extinción, haciendo un análisis sobre su estado a través del tiempo y del espacio, con un amplio programa de monitoreo a largo plazo, y a su vez, implementar acciones encaminadas a recuperar las poblaciones de esas especies, por medio de su propagación y reintroducción en él área.

El monitoreo es una actividad periódica para evaluar tendencias y comprender el comportamiento de un ecosistema a través de un tiempo determinado. En el caso de la flora, particularmente de especies de hidrófitas enraizadas de hojas flotantes como *Nymphaea mexicana* y *N. odorata*, del estado de Hidalgo, principalmente en el Lago Atezca, es necesario conocer su distribución, abundancia y cambios en las poblaciones silvestres, y relacionarlas con el impacto causado por las actividades humanas, con el objeto de prevenir cambios no deseados. El monitoreo será una herramienta de trabajo (a largo plazo). Su objetivo es proveer constantemente de información actualizada sobre la especie y del ecosistema acuático en donde se desarrolla y, tras el análisis de la información obtenida, deberá detectar variaciones en el comportamiento normal o desviaciones respecto a lo esperado.

Este programa permitirá desarrollar y poner en marcha un plan de monitoreo para dos especies de hidrófitas, *Nymphaea mexicana* y *N. odorata*, en el lago Atezca, municipio de Molango, Hidalgo. Específicamente, se pretende diseñar un plan de monitoreo adecuado a las necesidades y recursos disponibles en este lago. El plan de monitoreo se enfocará a estas especies seleccionadas debido a que en el área han desaparecido o disminuido drásticamente sus poblaciones debido a las actividades humanas. Además de que las dos

últimas especies están consideradas en la NOM-059-ECOL-2010 (Diario Oficial de la Federación, 2010) como amenazadas, pero aquí están extirpadas. Para ello, también se considerarán actividades tales como un taller de trabajo donde el recurso humano disponible para el programa aporte su experiencia y conocimientos.

## **FUNDAMENTO Y JUSTIFICACION**

Con base en el estudio realizado en el proyecto FM026 apoyado por la CONABIO, las hidrófitas son de gran diversidad, sin embargo son las más afectadas por la contaminación y cambios ambientales en el ecosistema en donde se desarrollan. Con base en lo anterior, se presenta esta iniciativa de monitoreo para la protección de estas dos especies de plantas acuáticas, teniendo como propósito el evitar su extinción.

## **DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

El fenómeno de la contaminación y alteración de los ecosistemas acuáticos ha sido promovido principalmente por la expansión de la frontera y desarrollo urbano. Ese acelerado proceso del crecimiento demográfico eleva la cantidad de contaminantes en los sistemas acuáticos, desatando de esta forma la pérdida desmedida de la diversidad biológica. Adicionalmente, las carencias de investigación tendientes al conocimiento efectivo de las complejas interrelaciones entre la sociedad, el ambiente y su biodiversidad provocan un vacío de información que se está manifestando en una pérdida masificada de los diferentes recursos naturales presentes en el la Región Hidrológica del Río Moctezuma, en el estado de Hidalgo.

## **OBJETIVO GENERAL**

Lograr la propagación de estas especies de hidrófitas con grado de amenaza o en peligro de extinción identificadas en diferentes sitios del estado de Hidalgo. Además de proponer estrategias de restauración de los ecosistemas acuáticos en que habitan a través de la revegetación en dichas áreas.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

1. Mejorar el nivel de seguridad para las poblaciones amenazadas de *Nymphaea mexicana* y *N. odorata* para que estén fuera del peligro de la extinción.
2. Mantener un programa de propagación de estas especies.
3. Determinar el estado actual de las poblaciones de *Nymphaea mexicana* y *N. odorata*, evaluando el éxito del programa de propagación y revegetación.
4. Determinar el estado fitosanitario de las poblaciones de *Nymphaea mexicana* y *N. odorata*.
5. Continuar a través del tiempo con el monitoreo a largo plazo de las poblaciones de *Nymphaea mexicana* y *N. odorata* en el área.

## **PERTINENCIA**

El programa que se pretende implementar, guarda concordancia con las políticas ambientales globales para México, principalmente al promover la investigación, el uso adecuado y la protección de los recursos naturales, particularmente de estas hidrófitas, propagando y revegetando en los diferentes sitios identificados en el estado de Hidalgo, con la participación de la población.

## **GRUPO META Y ZONA DE IMPACTO**

El programa se desarrollara en el lago Atezca, municipio de Molango, estado de Hidalgo, principalmente con las poblaciones de hidrófitas enraizadas de hojas flotantes tales como *Nymphaea mexicana* y *N. odorata* donde se identifiquen plantas frágiles, que requieren el enriquecimiento de la población vegetal intervenidas, primarias o secundarias o bien que estén en etapas iniciales de sucesión. Inicialmente, se tratara de involucrar en el proceso a miembros de la comunidad cercana y a estudiantes y profesores de la Escuela de Biología de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, para que mantengan las poblaciones de hidrófitas. De igual forma se involucrará a otros grupos sociales que mantienen una relación y dependencia directa sobre esta vegetación acuática. En etapas más avanzadas del proyecto, se pretende involucrar a otras instituciones estatales y no gubernamentales para consolidar un marco institucional necesario que permita lograr la autosuficiencia del proyecto.

## **MONITOREO**

El monitoreo tiene una alta prioridad sobre estas especies que están amenazadas con base en la calidad del hábitat en donde se desarrollan. En alguna medida el programa incrementará los pocos conocimientos y, además de la falta de investigación aplicada sobre gestiones de protección y manejo de este tipo de vegetación acuática nativa.

A lo largo de tiempo, la fuente de información constituye una herramienta para conocer el estado de conservación de las especies identificando las zonas de mayor presión y los posibles factores externos que afecten en algún grado a sus poblaciones. Dentro del estado de Hidalgo, se pueden obtener datos importantes por medio de un seguimiento al proceso de recuperación de la flora en la zona, luego de su ampliación.

Durante el diseño del Programa de Monitoreo de *Nymphaea mexicana* y *N. odorata*, se seleccionaron estas especies con base en los siguientes criterios:

- Selección de poblaciones considerando la sensibilidad a disturbios o afectaciones.
- Selección de acuerdo con las categorías de la NOM-059-ECOL-2010.

## **ACCIONES A CONSIDERAR**

- Determinar el estado actual de las poblaciones de *Nymphaea mexicana* y *N. odorata*.
- Determinar el estado fitosanitario de *Nymphaea mexicana* y *N. odorata*.
- Efectuar monitoreos generales de *Nymphaea mexicana* y *N. odorata*.

- Propagación de las especies en invernaderos.
- Revegetación de las especies en áreas críticas.
- Mantener una base de información de los datos de los centros de propagación.
- Difundir los resultados de los trabajos con *Nymphaea mexicana* y *N. odorata*.
- Desarrollar una estrategia para obtener la colaboración de las comunidades aledañas al lago Atezca para su protección en coordinación con las áreas de comunicación y educación ambiental.

## **PROPUESTA PARA EL MONITOREO**

Con fines prospectivos, se realizarán salidas de campo. Con base en estas visitas, se establecerán los sitios donde se llevarán a cabo los muestreos de vegetación, así como la medición de parámetros físicos y químicos del agua y de los sedimentos. El trabajo se dividirá en dos partes, de campo y de laboratorio.

### **TRABAJO DE CAMPO**

Se realizarán visitas mensuales, con duración de dos a tres días cada una, a los sitios propuestos, durante el periodo de un año.

Para conocer la fenología de la especie, dentro de estas visitas se harán observaciones de campo del período de floración, fructificación y propagación vegetativa en cada una de las poblaciones. Asimismo, para conocer la distribución horizontal de cada una de ellas en cada uno de los sitios, se realizarán mapas de vegetación con la ayuda de perfiles diagramáticos, basados en las mediciones hechas en el campo, del largo y ancho de las poblaciones, así como la profundidad a la que están enraizadas.

### **PARÁMETROS AMBIENTALES**

Para complementar el estudio, en los sitios se determinarán las características físicas y químicas del agua y de los sedimentos, durante el período comprendido de un año. La finalidad de determinar estos parámetros es la de conocer su influencia con respecto a la distribución de estas dos hidrófitas.

Mensualmente, a nivel de la zona litoral, se tomarán muestras de agua, a profundidades de entre 50 y 100 cm, con botellas de plástico de un litro de capacidad, a las que se les añadirá un mililitro de cloroformo para su conservación. Las botellas se mantendrán en refrigeración para su posterior análisis en el laboratorio.

Asimismo, se llevarán a cabo muestreos de sedimento cada dos meses, para conocer sus características físicas y químicas, en cada una de las poblaciones de hidrófitas más importantes. Las muestras se colectarán en la zona litoral, con la ayuda de un nucleador de un kilogramo de capacidad y se colocarán en frascos de vidrio, conservándolas en refrigeración para su análisis en el laboratorio. Posteriormente, las muestras serán secadas lentamente en un horno a 100 °C y tamizadas en una malla del número 10.

También se registrarán mensualmente las fluctuaciones del nivel del agua. Esto se llevará a cabo con una estaca de aluminio, previamente marcada. Además, se tomará cada mes la transparencia del agua por medio del disco de Secchi.

## **TRABAJO DE LABORATORIO**

Consistirá en los análisis físicos y químicos de las muestras de agua y sedimentos obtenidas en el campo.

- pH *in situ*, utilizando un potenciómetro de campo, con electrodo integrado.
- Conductividad eléctrica *in situ*, con un conductivímetro.
- Temperatura, con un termómetro de escala -10 a 150 °C.
- Carbonatos y bicarbonatos, por titulación con ácido sulfúrico.
- Cloruros, por titulación con nitrato de plata y con cromato de potasio al 5% como indicador.
- Calcio y magnesio, por medio de absorción atómica, utilizando un espectrofotómetro.
- Sulfatos, por determinación turbidimétrica.
- Sodio y potasio, por flamometría de absorción atómica.
- Nitrógeno total, por digestión ácida con el método automatizado No. 98-70 W/A, en un autoanalizador II.
- Fósforo total, por colorimetría con ácido ascórbico, previa digestión ácida a 120 °C y 15 libras de presión, por un período de 30 minutos.
- Textura del sedimento, por el método del hidrómetro de Bouyoucos.
- Reacción al sedimento (pH), con agua destilada usando suspensiones en relación 1:5 y utilizando un potenciómetro.

## **PROPAGACIÓN VEGETAL**

Esta es una de las acciones más importantes a considerar dentro de esta parte del programa. Para obtener los mejores resultados en la propagación de *Nymphaea mexicana* y *N. odorata*, se consideraran diversas técnicas de propagación basadas principalmente en las características fisiológicas y fenológicas de cada especie, así como de las condiciones ambientales tanto del agua como de los sedimentos que son necesarios para su desarrollo.

En este caso indicaré que dos estructuras que se emplearán para este propósito serán la semilla y los tallos. Dichas estructuras serán obtenidas de las localidades de colecta y posteriormente serán colocadas en contenedores con sustratos ricos en materia orgánica, para su posterior trasplante definitivo en las zonas del lago.

## **ACLIMATACIÓN DE PLANTAS**

La aclimatación, servirá para la preparación definitiva en contenedores que permitirán reintroducir las especies de *Nymphaea mexicana* y *N. odorata* que se distribuirán en el lago, de acuerdo con el diseño establecido en las áreas respectivas.

## **REVEGETACIÓN O REINTRODUCCIÓN DE PLANTAS**

La revegetación de estas hidrófitas se llevará a cabo siempre después de tener la seguridad de que el espacio donde se lleve a cabo la plantación este en las mejores condiciones para hacerlo.

El diseño tiene que basarse en un análisis de los requerimientos biológicos de las especies que se pretende reintroducir y de las condiciones propias del ecosistema acuático para que le permita a las plantas desarrollarse adecuadamente.

La recolonización de estos espacios por la vegetación se dará en tiempo breve como un proceso natural, tratando de imitar siempre las condiciones originales en las que se encontraba el lago.

### **RESULTADOS ESPERADOS**

El programa integra los componentes de investigación, docencia y extensión. Se pretenden rescatar elementos de identificación y monitoreo de hidrófitas enraizadas de hojas flotantes *Nymphaea mexicana* y *N. odorata* con grado de amenaza, así como la propagación de las mismas en condiciones controladas, bajo la modalidad de viveros. Este se articula a cursos impartidos en la Escuela de Biología de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, tales como: semillas y viveros, y biología de plantas acuáticas, a través de artículos científicos, que complementen el marco teórico y bibliográfico actualizado y pertinente con el desarrollo de cada curso. A través de una propuesta de capacitación en el campo de la gestión y manejo de recursos naturales, se buscará la articulación en el contexto de la extensión universitaria, donde los actores principales lo constituyen los grupos metas descritos anteriormente.

## ANEXO 2

### FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

#### ***Tesis de Licenciatura concluidas***

Autor: Mayra Jazmín Barrita Zágada

“Flora y vegetación acuáticas vasculares de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México”.

Institución: Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Fecha de recepción: 16 de junio de 2011.

Autor: Rubén Martínez Montenegro

“Flora y vegetación acuáticas vasculares del Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México”.

Institución: Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Fecha de recepción: 26 de agosto de 2011.

#### ***Tesis de Licenciatura en proceso***

Autor: Gloria Isabel Sánchez Cruz

“Flora y vegetación acuáticas vasculares del Parque Nacional Los Mármoles, Hidalgo, México”.

Institución: Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Como una parte sustancial del proyecto es la difusión y divulgación científica del conocimiento de diversos tópicos del mismo, es importante señalar que se ha participado en eventos académicos a nivel internacional, destacando lo siguiente:

#### ***Conferencias Estatales***

Mayra Jazmín Barrita Zágada y Jaime Raúl Bonilla-Barbosa. 2009. Contribución al conocimiento de la flora acuática vascular de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, estado de Hidalgo, México. Séptimas Jornadas de las Ciencias Biológicas en la UAEM y XXII Semana de la Investigación Escolar “Dr. J. Félix Frías Sánchez”. Cuernavaca, Morelos, 15 al 19 de junio. Resumen pp. 483-484.

Rubén Martínez Montenegro y Jaime Bonilla-Barbosa. 2009. Descripción de la flora acuática vascular del Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México”. Séptimas Jornadas de las Ciencias Biológicas en la UAEM y XXII Semana de la Investigación Escolar “Dr. J. Félix Frías Sánchez”. Cuernavaca, Morelos, 15 al 19 de junio. Resumen pp. 531-532.

- Rubén Martínez Montenegro y Jaime Bonilla-Barbosa. 2010. Plantas acuáticas vasculares del Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México. Octavas Jornadas de las Ciencias Biológicas en la UAEM y XXIII Semana de la Investigación Escolar “Dr. J. Félix Frías Sánchez”. Cuernavaca, Morelos, 19 de octubre. pp. 262-264.
- Mayra Jazmín Barrita Zágada y Jaime Raúl Bonilla-Barbosa. 2010. Plantas acuáticas vasculares de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México. Octavas Jornadas de las Ciencias Biológicas en la UAEM y XXIII Semana de la Investigación Escolar “Dr. J. Félix Frías Sánchez”. Cuernavaca, Morelos, 20 de octubre. pp. 239-241.
- Mayra Jazmín Barrita Zagada, Rubén Martínez Montenegro y Jaime Raúl Bonilla-Barbosa. 2011. Hidrófitas de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México. IX Jornadas de las Ciencias Biológicas en la UAEM y XXIV Semana de la Investigación Escolar “Dr. J. Félix Frías Sánchez”. Cuernavaca, Morelos, 6 al 10 de junio. Resumen p. 41.
- Rubén Martínez Montenegro, Mayra Jazmín Barrita Zagada y Jaime Raúl Bonilla-Barbosa. 2011. Hidrófitas del Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México. IX Jornadas de las Ciencias Biológicas en la UAEM y XXIV Semana de la Investigación Escolar “Dr. J. Félix Frías Sánchez”. Cuernavaca, Morelos, 6 al 10 de junio. Resumen p. 50-51.
- Gloria Isabel Sánchez Cruz y Jaime Raúl Bonilla-Barbosa. 2011. Flora y vegetación acuáticas vasculares del Parque Nacional Los Mármoles, México. IX Jornadas de las Ciencias Biológicas en la UAEM y XXIV Semana de la Investigación Escolar “Dr. J. Félix Frías Sánchez”. Cuernavaca, Morelos, 6 al 10 de junio. Resumen p. 59-60.

### ***Conferencias Nacionales***

- Rubén Martínez-Montenegro, Mayra Jazmín Barrita-Zágada, Betzy Santamaría Araúz y Jaime Raúl Bonilla-Barbosa. 2012. Plantas acuáticas de los pequeños cuerpos de agua de la primer Área Natural Protegida de México. Primera Reunión Nacional de Pequeños Cuerpos de Agua. PROMEP-SEP, Cuerpo Académico de Evaluación de la Biodiversidad. Cuernavaca, Morelos, México. 23 de febrero.
- Mayra Jazmín Barrita-Zágada, Rubén Martínez-Montenegro, Betzy Santamaría Araúz y Jaime Raúl Bonilla-Barbosa. 2012. Plantas acuáticas de los pequeños cuerpos de agua de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México. Primera Reunión Nacional de Pequeños Cuerpos de Agua. PROMEP-SEP, Cuerpo Académico de Evaluación de la Biodiversidad. Cuernavaca, Morelos, México. 23 de febrero.

## **Conferencias Internacionales**

- Mayra Jazmín Barrita Zágada, Jaime Raúl Bonilla-Barbosa, Francisco Salazar Villegas, Jorge Alfredo Meza Ortega, Betzy Santamaría Araúz y Rubén Martínez Montenegro. 2009. Flora acuática vascular de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México. XIII Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. Belice, Belice. *Mesoamericana* 13(2): 127.
- Rubén Martínez Montenegro, Jaime Raúl Bonilla-Barbosa, Betzy Santamaría Araúz, Francisco Salazar Villegas, Jorge Alfredo Meza Ortega y Mayra Jazmín Barrita Zágada. 2009. Flora acuática vascular del Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México. XIII Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. Belice, Belice. *Mesoamericana* 13(2): 166.
- Gloria Isabel Sánchez-Cruz, Jaime Raúl Bonilla-Barbosa, Betzy Santamaría-Araúz, Mayra Jazmín Barrita-Zágada y Rubén Martínez-Montenegro. 2010. Contribución al conocimiento de las plantas acuáticas del Parque Nacional Los Mármoles, Hidalgo, México. XIV Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. San José, Costa Rica. *Mesoamericana* 14(2): 108.
- Gloria Isabel Sánchez Cruz y Jaime Raúl Bonilla-Barbosa. 2011. Hidrófitas del Parque Nacional Los Mármoles, Hidalgo, México. XV Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. Mérida, Yucatán, México. *Mesoamericana* 15(2): 215.
- Rubén Martínez Montenegro y Jaime Raúl Bonilla-Barbosa. 2011. Hidrófitas vasculares del Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México. XV Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. Mérida, Yucatán, México. *Mesoamericana* 15(2): 81.
- Mayra Jazmín Barrita Zágada y Jaime Raúl Bonilla-Barbosa. 2011. Hidrófitas vasculares de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México. XV Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. Mérida, Yucatán, México. *Mesoamericana* 15(2): 88.
- Jaime Raúl Bonilla-Barbosa, Rubén Martínez-Montenegro, Mayra Jazmín Barrita Zágada, Gloria Isabel Sánchez Cruz y Betzy Santamaría Araúz. 2012. Diversidad de plantas acuáticas de las Áreas Naturales Protegidas del estado de Hidalgo, México. XVI Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. Panamá, República de Panamá. 17 a 21 de septiembre. *Mesoamericana* 16(2): 263.