

Evaluación del saneamiento integral de la laguna de Zapotlán.**Comprehensive sanitation evaluation of the Zapotlán lagoon.**

¹J. Guadalupe Michel Parra, ²Tomas Eduardo Orendain Verduzco, ¹Aurora Berenice Gutiérrez Cedillo, ¹Carlos Gómez Galindo, ³Manuel Guzmán Arroyo, ¹José Raúl Jiménez Botello, ¹Genaro Ríos Rodríguez, ¹Andrés Emmanuel Michel Hernández.

¹Universidad de Guadalajara, Centro Universitario del Sur. Av. Enrique Arreola Silva #883, C.P. 49000, Cd. Guzmán, Jalisco, México, Tel. (341) 5752222 ext. 46074. Correo electrónico: michelp@cusur.udg.mx

²Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño. Calzada Independencia Norte No. 5075, Huentitán El Bajo S.H. C.P. 44250 Tel. 1202-3000.

³Universidad de Guadalajara, Instituto de Limnología de Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Paseo de la Loma 22, Fraccionamiento La Floresta, C.P. 45920, Ajijic, Jalisco, México, Tel. (376) 766 4454.

RESUMEN. La laguna de Zapotlán es uno de los 23 lagos más importantes de México, humedal prioritario con dos denominaciones Internacionales, una por la Convención de Humedales con sede Suiza y otra Living Lakes, (lagos vivientes) en Alemania, lo cual compromete a gobiernos, usuarios y sociedad en general a fortalecer la protección, conservación y manejo del humedal, para la preservación de la naturaleza y su biodiversidad. El saneamiento integral de la laguna de Zapotlán está siendo exitoso para que el humedal siga cumpliendo sus funciones y servicios ecosistémicos; para ello, se requiere la participación de usuarios, sociedad organizada, académicos, investigadores y los tres niveles de gobiernos, aportando recursos financieros y humanos, para las actividades establecidas en los programas correspondientes, mediante la evaluación del saneamiento integral de la laguna de Zapotlán, utilizando el control de maleza acuática con el programa integral manual, mecánico y biológico del lirio (*Eichhornia crassipes*), considerado como una maleza invasiva, llegando a cubrir un 70% del espejo de agua en el año 2015, y tule flotante (*Typha domingensis*), el cual representa actualmente 12.4%. De acuerdo a los datos de la Comisión Estatal del Agua (CEA), el espejo máximo de agua en la laguna de Zapotlán es de 1,570 hectáreas (has), que a septiembre de 2018 está cubierto en 97%. 571.79 has por maleza acuática, lo cual representa el 68.0%; de las cuales, 159.39 has, son móviles, representando el 12.16% y las estáticas 392.46 has, cubiertas por maleza acuática

que representan 29.96% a septiembre de 2018, a diferencia del año 2016, cuando la maleza móvil representaba el 13.87% y la maleza estática el 3.85%.

ABSTRACT. The Zapotlán lagoon is one of the 23 most important lakes in Mexico, and is considered a priority wetland with two international designations, one from the Wetland Convention based in Switzerland and another Living Lakes, in Germany, this commits governments, users and society in general to strengthen the protection, conservation and management of the wetland, for the preservation of nature and its biodiversity. The integral sanitation of the Zapotlán lagoon is being successful so that the wetland continues fulfilling its functions and ecosystem services, for which the participation of users, organized society, academics, researchers and the three levels of governments is required, to provide financial and human resources, common and specialized, for the activities established in the corresponding programs, through the evaluation of the integral sanitation of the Zapotlán lagoon, using aquatic weed control with the integral manual, mechanical and biological program of the lily (*Eichhornia crassipes*), which is considered an invasive weed covering 70% of the water mirror in 2015, and floating tulle (*Typha dominguensis*), which currently represents 12.4%. According to the data of the State Water Commission (CEA), the maximum water mirror in the Zapotlán lagoon is 1,570 hectares, 97% of which are covering to September 2018. Of these, 571.79 hectares are covering with aquatic weeds, which represents 68.0%, of which 159.39 hectares are mobile, representing 12.16% and 392.46 hectares covered by static aquatic weeds, representing 29.96% as of September 2018, unlike 2016, when mobile weeds represented 13.87% and static weeds 3.85%.

Palabras claves: Control, Maleza Acuática, Tratamiento.

Key words: Control, Aquatic Weed, Treatment.

INTRODUCCIÓN

La progresiva invasión y pérdida de humedales causa daños ambientales graves y a veces irreparables repercutiendo significativamente en la prestación de bienes y servicios de los ecosistemas (Michel y col., 2018). Por lo cual se deberán restaurarse y rehabilitarse como prioridad fundamental de políticas públicas a nivel global y local (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2015) ya que el calentamiento global y el cambio climático en las dos últimas décadas están impactando significativamente a los diversos ecosistemas generando estrés calórico y hídrico con impactos en la biodiversidad y los diversos sistemas de producción, salud y bienestar de la humanidad del siglo XXI.

Con el propósito de restaurar los recursos naturales y particularmente el desarrollo de los recursos hídricos en las regiones del sur del estado de Jalisco, se requiere de una evaluación del saneamiento integral de la laguna de Zapotlán, tomando en cuenta los aspectos normativos y operativos que tienen un sustento en las leyes que permitan alcanzar estos objetivos, para ello se necesita elaborar, aprobar y aplicar programas integrales de saneamiento en la laguna de Zapotlán bajo el manual de integración y organización regulados bajo una comisión de cuenca, que tiene la función de gestionar, coordinar y dar seguimiento a todas las acciones, obras y estrategias que permitan alcanzar la recuperación y sustentabilidad de los recursos de una región en particular.

La comisión de cuenca es la instancia legal en la cual se están coordinando y concertando la formulación y ejecución de programas y acciones para la mejor administración de las Aguas Nacionales, el desarrollo de la infraestructura hidráulica y de los servicios respectivos, así como coadyuvar en la conservación y restauración integral de la cuenca. Su fundamento legal está en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en el artículo 27° en el cual se manifiesta que la propiedad de tierra y aguas comprendida dentro de los límites del territorio nacional corresponden originariamente a la nación y todos los mexicanos tenemos el compromiso de proteger y conservar los bienes nacionales, así como la Ley de Aguas Nacionales artículo 4° donde se señala que la autoridad y administración en materia de aguas nacionales y de sus bienes públicos inherentes corresponde al ejecutivo federal, quien la ejercerá directamente o a través de la Comisión Nacional del Agua. El organismo desconcentrado para la aplicación de la ley de Aguas Nacionales y su reglamento es la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (DOF, 1989). Con las siguientes funciones: 1.- Proponer la política hidráulica del país. 2.- Ejecutar el programa nacional hidráulico y 3.- Administrar y regular lo relativo a: Las aguas nacionales, su infraestructura, los recursos que se le destinen.

En la subcuenca de Zapotlán se ha creado una comisión, encargada de ordenar y reglamentar el uso y aprovechamiento del agua entre los usuarios; así como establecer un programa para conservar, proteger, manejar y aprovechar los bienes y servicios del ecosistema; su creación se basa en el artículo 16, del Reglamento y Leyes de Aguas Nacionales, que permite integrar grupos de trabajo para la atención de asuntos específicos y concertar también con la CONAGUA. La comisión de cuenca de la laguna de Zapotlán, que pertenece al consejo de Cuenca Lerma-Chapala-Santiago, es un caso de éxito en el ejercicio

de su función, como sitio Ramsar, Living Lakes Network y Global Nature Found que ha servido de ejemplo para otras regiones en el país.

La comisión de cuenca de laguna de Zapotlán se instaló el 22 de mayo de 2007, como una respuesta a la gestión y coordinación de usuarios, sociedad, academia y gobiernos federales, estatales y municipales de Jalisco. Con el objetivo proteger, conservar, manejar y restaurar los recursos naturales de esta subcuenca tributaria, así como de promover su desarrollo sustentable teniendo como eje principal el recurso hídrico. En este marco, la comisión, como órgano auxiliar del consejo de cuenca del Lerma Chapala, tiene la función de gestión, concertación, coordinación y seguimiento de las acciones y las obras estratégicas que permitan alcanzar la sustentabilidad de la cuenca.

Para llevar a cabo dichas funciones se sustenta en un consejo de cuenca y artículos de la Ley de Agua Nacionales (Comisión Nacional del Agua, 2017). Los objetivos del acuerdo de la comisión de cuenca del 28 de noviembre de 2017 es sanear la subcuenca, ordenar y reglamentar el uso y aprovechamiento del agua entre los usuarios dado que el acuífero de Ciudad Guzmán Número 1406 presenta pérdidas de caudal ecológico, escorrentías y un déficit de 26'000,000 de metros cúbicos lo cual es evaluado del año 2005 a enero del 2018 (Comisión Estatal del Agua (CEA), 2018b); así como conservar, proteger, manejar y aprovechar los bienes y servicios del ecosistema lo cuales muestran alto grado de perturbación por los cambios de uso de suelo en la parte media y alta de la subcuenca de Zapotlán; para lo cual se requirió la elaboración, aprobación y aplicación del manual de integración, organización y funcionamiento de la comisión de cuenca de la laguna de Zapotlán, sitio Ramsar No. 1466 con fecha 13 de septiembre de 2017.

METODOLOGÍA

El presente trabajo se realizó de septiembre de 2017 a septiembre 2018 en el lago “Laguna de Zapotlán” ubicada en el sur de Jalisco, se ubica entre las coordenadas: 19°27'13'' de latitud Norte y a 103°27'53'' de longitud Oeste (García, 1988), mediante un procedimiento cuaxiesperimental cronológico, descriptivo, transversal, participativo donde se evaluó el comportamiento del lago con las variables espejo de agua, invasión de maleza acuática, cobertura de maleza invasiva fija y móvil por tule y lirio con tratamiento integral mecánico, manual y biológico entre usuarios, gobiernos y académicos e investigadores, lo cual está sustentado en un marco legal bajo una comisión de cuenca representado por 18 vocalías de los diversos sectores usuarios del humedal, ya que la laguna de Zapotlán pertenece a la Cuenca Hidrológica Lerma Chapala Santiago Pacifico, el humedal y su cuenca se

encuentran entre los municipios de Zapotlán el Grande y Gómez Farías, Jalisco en el área de la subcuenca de Zapotlán.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro de la evaluación del saneamiento integral de la laguna de Zapotlán, se tomó en cuenta la causa y el efecto del cambio de uso de suelo en la cuenca alta y media de Zapotlán donde se deforestó quitando el bosque de pino y encino para introducir cultivos de frutales y asentamientos humanos, lo cual está violando el ordenamiento territorial y ecológico de la subcuenca de Zapotlán y de los dos municipios que comparten el humedal de la laguna de Zapotlán, ello está repercutiendo significativamente en la laguna por la alta carga de azolves, fertilizantes, abonos, plaguicidas y aguas urbanas con tratamiento y sin tratamiento (DOF, 2018; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial y Gobierno Municipal de Zapotlán el Grande, 2014). La laguna pasó de ser eutrófica a hipertrófica con algunas zonas con sobre carga de azolves y zonas anoxicas, el espejo máximo de agua en el lago de Zapotlán es de 1,570 hectáreas de las cuales a septiembre 2018 está cubierto 97% del espejo de agua, faltando solo un 3% para tener el mismo nivel del año 2017, faltando prácticamente 2 meses de lluvias que se marcan de acuerdo a los estudios de predicción por la Agencia Estatal atmosférica y el instituto de atmosférico de la Universidad de Guadalajara (UdeG) que manifestaron que el otoño fue seco para ciertas regiones y en los meses de septiembre, octubre y noviembre se han intensificado las lluvias, lo cual ha generado que la laguna en el mes de octubre alcance una mayor captura de agua que el año 2017, representado impactos significativos sobre la maleza acuática, el azolvamiento y desplazamiento del cuerpo de agua, lo cual se expresa con 571.79 hectáreas cubiertas por maleza acuática el 68.0%. de las cuales 159.39 hectáreas son móviles representan el 12.16%, y las estáticas 392.46 hectáreas están cubiertas por maleza acuática que representan 29.96% a septiembre 2018, a diferencia del año 2016 la maleza móvil representaba el 13.87% y la maleza estática el 3.85% (Tabla No 1).

La reducción de maleza acuática se está logrando mediante el programa integral manual, mecánica y biológico para la extracción del lirio y tule considerados como malezas invasivas problemáticas, se espera lograr dejar solo un 5% de cobertura de vegetación en el lago al año 2020 teniendo como limitantes los recursos financieros, el capital humano y las políticas públicas de los cambios de gobiernos municipales, estatales y federales.

Tabla 1. Distribución de la maleza acuática en el Lago de Zapotlán.

Variables	Año 2016	Año 2018	Diferencia
Espejo de agua	1,350.93 has. 100%	1,309.95 has. 97%	3%
Maleza acuática	808.05 has. 100%	551.79 has. 68%	32%
Porcentaje de cobertura	59.81%	42.12%	17.69%
Maleza móvil	351.72 has. 26.03%	159.39 has. 12.16%	13.87%
Maleza estática	456.78 has 33.81%	392.43 has 29.96%	3.85%

Para la protección, conservación y manejo del lago y su cuenca se elaboró, aprobó y aplico el manual de integración, organización y funcionamiento de la comisión de cuenca de la laguna de Zapotlán (Acta XVIII, 2017). Lo cual permitió dar seguimiento y consolidación a cuatro grupos de trabajo específicos para establecer el cumplimiento de estrategias y acciones para dar cumplimiento a los programas de trabajo para las buenas prácticas en la protección, conservación y manejo de la laguna de Zapotlán y su subcuenca: mediante ello se logró formar cuatro grupos de trabajo. El grupo número uno fue el de planeación bajo la responsabilidad del ayuntamiento municipal de Zapotlán el Grande, en coordinación con el ayuntamiento municipal de Gómez Farías para poder realizar y sustentar los ordenamientos ecológicos y territoriales de los dos municipios que comparte la subcuenca hidrológica del lago “Laguna de Zapotlán”. Así como el de dar cumplimiento a la inspección y vigilancia con la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) aplicando leyes, normas y reglamentos sobre malas prácticas de uso y aprovechamiento de la vocación del suelo en algunas ocasiones sancionando clausurando predios con cambios de uso de suelo no autorizados y el cumplimiento de la gestión del agua y del buen uso y aprovechamiento en el medio urbano y rural por la reducción tan drástica que está teniendo el acuífero número 1406 de Ciudad Guzmán en los últimos trece años que obedece a un déficit de 26´000,000 de metros cúbicos de agua (CEA, 2018b), se está contribuyendo a la prevención y control de incendios, mediante la socialización, concientización, talleres y campañas de educación ambiental y reforestación para el cumplimiento y fortalecimiento del Programa de Protección, Conservación y Manejo de la laguna de Zapotlán denominado (PCyM); se están realizando esfuerzos sistemáticos para el saneamiento integral del lago, con recursos tripartitas entre gobiernos, usuarios, iniciativa privada y académicos del Centro

Universitario del Sur (CUSur) de la UdeG, por la alta invasión de maleza acuática de lirio (*Eichhornia crassipes*), destacan transferencias tecnológicas de tratamiento biológico para el lirio por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y por la CEA, los ayuntamientos municipales antes mencionados y el CUSur, bajo la dirección del Centro de Investigación de Lago de Zapotlán y Cuencas (CILZC) priorizando las principales problemáticas de la cuenca y del lago como: Pérdida de biodiversidad, seguridad alimentaria y formas para mitigar hambruna en algunas comunidades rurales y cinturones de miseria, Cambios de vocacionalmente de uso del suelo e incendios, crecimiento demográfico acelerado en ciudades medias como Ciudad Guzmán, problema cotidiano de los países en vías de desarrollo, deforestación, calentamiento global y cambio climático, pérdida del equilibrio hídrico y sus recargas en los acuíferos, descarga directa de aguas residuales en las cuencas, contaminación orgánica evidente, altos contenidos de nutrimentos (Amonio y Ortofosfato disuelto), proliferación de organismos invasores animales y vegetales y carga de azolves por pérdida de suelo y capa vegetal.

Lo cual requiere tener diversos frentes y grupos de responsables que permite manifestar algunas de las actividades que se están realizando como el tratamiento secundario de aguas urbanas mediante lodos activados por el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Zapotlán (SAPAZA) y el aprovechamiento de ellas para cultivos agrícolas y deporte alto rendimiento permitidos por la normatividad vigente, monitoreo limnológico (físico, químico, biológico, microbiológico y pesquero) de la laguna y sus afluentes, la extracción manual, mecánica y tratamiento biológico del lirio (*Eichhornia crassipes*) considerado como de alta invasión por maleza acuática, y en parte tule flotante (*Typha domingensis*), tanto el lirio como el tule se desplazan por la influencia de la corrientes de viento, lo más común es de norte a sur y de sur a norte dependiendo de las épocas del año lo cual impacta la actividad de recolección captura y extracción, así como a las actividades productivas pesquera y artesanales, la belleza escénica y las pistas de los deportes acuáticos de remo y canotaje a la cual acuden entre 100 a 150 jóvenes de la región, que pertenecen a dos escuelas respectivamente para dichas actividades, así como el tratamiento de aguas residuales, con biodigestores para pequeñas comunidades rurales aledañas y mediante 4 plantas de tratamientos secundarios de las cuales dos están ubicadas en el municipio de Zapotlán el Grande, de las cuales la planta número uno cuenta con una capacidad para tratar 150 litros por segundo y la planta dos 250 litros por segundo, que en su totalidad tratan 400 litros por segundo teniéndose una demanda de 36,000 metros cúbicos de aguas grises por día en el municipio de Zapotlán el Grande. En el caso del municipio de Gómez Farías se requiere tratar 3,000 metros cúbicos de aguas grises, los cuales se hacen mediante dos plantas de tratamiento una ubicada en la población de San Andrés Ixtlán y otra ubicada en San Sebastián del Sur teniendo un promedio de tratamiento del 90% de las aguas residuales; teniendo un total agua tratada de 1500 metros cúbicos por cada planta respectivamente, el tratamiento es secundario con lodos activados y para el caso de Gómez Farías el manejo de las plantas de tratamiento es por la CEA y el ayuntamiento municipal: mientras que Zapotlán el Grande es mediante un organismo público descentralizado denominado (SAPAZA). Ambos municipios requieren de la gestión de recursos financieros

federales, estatales, municipales para el pago de electricidad, mantenimiento de infraestructura y maquinaria. Para lo cual se incorporó al proyecto de trabajo en el manejo de basura y reforestación las empresas socialmente responsables Driscoll's y BerryMex, que son comercializadoras de frutillas berries (fresa, arándanos, zarzamora, frambuesa y moras), dichas empresas han iniciado programas de reforestación en la cuenca media y alta las cuales han sido severamente afectadas por incendios y cambios en uso de suelo por productores que requieren hacer cambio de uso de suelo de forestal a frutícola, por lo cual se han implementado considerablemente las empresas frutícolas de aguacate en la región sur así como otras empresas y fundaciones de la iniciativa privada para dar mantenimiento y sostenimiento al cumplimiento de la NOM-CCA-031-ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y el tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal. La normatividad contribuye a la aplicación de las leyes, normas y reglamentos federales, estatales y municipales para la contribución al PCyM y aprovechamiento de la "Laguna de Zapotlán" lo cual se sujeta a los siete subprogramas con sus objetivos, componentes, metas, actividades y acciones con diferentes grados de cumplimiento de acuerdo a las disposiciones financieras y recursos humanos asignados, lo cual es evaluado por indicadores específicos y de transparencia en la cual participa la Junta Intermunicipal de Medio Ambiente para la Gestión Integral de la Cuenca del Río Coahuayana (JIRCO) (Michel, 2016; Michel y col., 2018).

Dichos procedimientos contribuyen a la gobernanza y el uso de indicadores en procesos sustentabilidad, los cuales necesitan ser bien desarrollados para proporcionar bases y conocimientos sólidos para la toma de decisiones en todos los niveles de gobierno y contribuir a autorregular la sustentabilidad de los sistemas integrados del ambiente y el desarrollo en la región.

Estos indicadores expresan en cierto nivel y magnitud las interrelaciones entre el desarrollo socioeconómico y los fenómenos ecológicos-ambientales, y constituyen para los tomadores de decisiones un punto de referencia para la evaluación del bienestar y de la sustentabilidad de un país, estado o región.

Los que permiten conocer los avances y retrocesos en el cumplimiento de las metas propuestas en los grupos de trabajo para la protección, conservación, manejo, rehabilitación y saneamiento del humedal.

Uno de los aspectos trascendentes es el fortalecimiento de la cultura ambiental donde los integrantes de las comunidades humanas se relacionan con el medio ambiente, donde sus actitudes y aptitudes expresan creencias, tradiciones, mitos y valores; estos, a su vez, determinan las creencias, las actitudes y finalmente, todos son elementos que dan sentido al comportamiento ambiental. El grupo número dos tiene como responsabilidad la cultura ambiental lo coordina el CILZC de la UdeG, la actividad data desde el año 1988 a la fecha

con diferentes actividades desde un diagnóstico de situación del lago y la cuenca para priorizar los retos y metas inmediatas a mediano y largo plazo, como la extracción de basura del lago, hasta la actualización del polígono de protección del lago, la ficha Ramsar para la actualización y evaluación del sitio Ramsar en el año 2013 y 2018.

Para recabar la mayor información fue necesario socializar, concientizar y educar a grupos de usuarios, niños y jóvenes lo cual ayudo a tomar en cuenta la información primaria oral, cotidiana aportada por usuarios y miembros de las diversas comunidades de la región, en donde existen productores forestales, agrícolas, pecuarios, pescadores, artesanos, fruticultores, prestadores de servicios ecoturísticos que expresan sus vivencias, modos, formas de vida, tradiciones, costumbres, actividades de trabajo en los diferentes sistemas de producción y los roles en el trabajo del hombre, la mujer, los jóvenes y niños; algunos son sus hijos y otros tiene algún parentesco sanguíneo y civil, así como las formas en las que ellos están organizados y las asociaciones a las cuales pertenecen. En el caso específico de la subcuenca de Zapotlán encontramos figuras jurídicas adoptadas como ejidos, comunidades indígenas, sociedades cooperativas pesqueras, asociaciones de artesanos, agricultores, ganaderos, silvicultores, forestales, fruticultores, prestadores de servicios turísticos y de deportes acuáticos.

A estas comunidades se les ha apoyado con cursos, talleres, congresos, foros en diferentes ámbitos de educación ambiental de acuerdo a sus necesidades como el desarrollo de capacidades adaptativas al cambio climático en cinco municipios del sur de Jalisco, en el cual estuvieron los estudiantes y organizaciones de los municipios de Zapotlán el Grande y Gómez Farías, Jalisco, se aplicó la socialización, concienciación, educación ambiental para el desarrollo de la sociedad organizada que incide en políticas públicas del agua, bosque, suelo y biodiversidad para el saneamiento, rehabilitación del lago y su cuenca; así como la inspección y vigilancia de los sistemas agrícolas, por tratarse de un cuenca con un humedal de importancia internacional sustentado en una convención internacional de humedales que data de 1972 con sede en Gland, Suiza; humedal registrado con el No 1466, y recientemente la certificación como Living Lakes y Global Nature Found (2018) en el cual se debe de intensificarse las políticas públicas de protección, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los bienes y servicios del ecosistema para tener un humedal protegido y sano. Esto se va logrando mediante la comunicación y aplicación de leyes, normas y reglamentos con estrategias y acciones integradoras propuestas por vocales representantes de los diversos sectores de usuarios del humedal como agricultores, artesanos, pescadores, prestadores de servicios ecoturísticos, industriales, gobiernos y academia.

En el transcurso del año se llevan a cabo eventos educativos, lúdicos, científicos y tecnológicos donde ellos participan, algunos ejemplos son: día mundial de los humedales que se realiza el 2 de febrero, día mundial de la tierra celebrado el 22 de abril, así como el XII Congreso Internacional de Cuencas y Humedales y XVIII Curso Talleres esto con la finalidad de proteger los bienes y servicios ecosistémicos.

Este trabajo es multidisciplinario y es apoyado por la CONANP, CONAGUA, Secretaria del Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET), CEA, personal de SAPAZA, sociedad cooperativa “Pescadores de Gómez Farías”, consejo de artesanos municipal de Gómez Farías.

En lo que refiere a las actividades que ha realizado el departamento de Cultura del Agua de Zapotlán destaca: 145 platicas escolares, cinco centros comunitarios, celebración del día de los humedales, celebración del día mundial del agua, 14 recorridos didácticos (Áreas Naturales Protegidas: Los ocotillos, pozos de extracción de agua, tanques de almacenamiento y plantas de tratamiento de aguas residuales). Obteniendo un total de 166 eventos y 13,600 personas sensibilizadas.

El IMTA entregó al personal de la CEA una colonia de 20,000 insectos, coleopteros del género *Neochetina* sanos y aptos para reproducirse, así como una colonia purificada de los hongos del género *Cercospora* parásitos del lirio, que personal del IMTA detectó en plantas de lirio de la laguna de Zapotlán. La CEA se encargó de reproducirlos masivamente en las instalaciones del laboratorio de calidad del agua. Además, la CEA destinó recursos tanto en infraestructura (laboratorios, cámaras de cultivo, incubadoras, camionetas) como personal (pago de 6 personas, pago de viáticos, gasolina, peajes) para el control biológico del lirio acuático en la laguna.

Las contribuciones en el trabajo de saneamiento integral de la laguna en cuanto a maleza acuática por lirio obedeciendo a un criterio científico y tecnológico.

Existen básicamente cinco técnicas para el control de maleza acuática y su aprovechamiento a corto y mediano plazo.

1. Método manual: remoción o destrucción de plantas con fuerza humana, participan usuarios, pescadores, estudiantes, profesores, deportistas y pescadores.
2. Método mecánico: remoción o destrucción de plantas con fuerza mecánica, trituradoras y extractoras. Para ello participan cuatro grupos de pescadores para depositar el lirio en una banda mecánica, camiones volteo y remolques jalados por tractores.
3. Método de manipulación del hábitat: se modifican las condiciones ambientales, como el nivel de agua, se utilizan canales de avenimiento y la época de estiaje del lago en los meses de marzo a junio.
4. Método biológico: existe desde la década de los años de 1970 la introducción de especies herbívoras (peces del genero *Ciprinus*: carpas y Cíclidos: tilapias), organismos coleópteros como insectos del genero *Neochetina*: gorgogos picudos parásitos del lirio y hongos parasitoides de los géneros *Cercospora* y *Acromonium*.

5. Método químico: aplicación de sustancias químicas (herbicidas) para matar la vegetación y generar su hundimiento (el cual solo se utilizará en situaciones extremas con previo análisis y consenso de la comisión de cuenca).

El tratamiento es un programa integral: donde se combinan más de dos métodos de control en este caso para la laguna de Zapotlán están operando el programa manual, mecánico y biológico.

Históricamente se ha utilizado el control manual donde usuarios, sociedad organizada, estudiantes y público en general contribuyen a la extracción manual del lirio y tule. En el aspecto mecánico se maneja un sistema de banda con criba propia para extracción de lirio en lo cual participa el viento para el acercamiento del lirio, mano de obra para depositarlo en la banda mecánica para cribarse y cargarse al medio de transporte para ser llevados a centro de acopio y tratamiento para ser utilizado como mejorador de suelo.

El método biológico que se está utilizando con cierto éxito es a base de la intensificación de insectos parásitos del lirio del orden Coleóptera, Familia Curculionidae del Genero *Neochetina* (*Neochetina eichhorniae* y *N. bruchi*) denominados vulgarmente gorgojos o picudos del camalote y hongos nativos parásitos del lirio *Cercospora piaropi* y *Acromonium zonatum*; con resultados satisfactorios tenidos en otros cuerpos de agua se han introducido e intensificado. Para este caso los insectos adultos tienen aparato bucal picador que producen cicatrices en las hojas y peciolo al alimentarse de la sabia y parénquima de tallos y principalmente hojas; las larvas crean túneles en los peciolos y tallos. Esta actividad reduce la capacidad reproductiva de la especie mermando su crecimiento. Hasta el momento su actividad es representativa en el control del lirio ya que para el 21 de abril de 2018 la CEA reporto un espejo de agua de 1334.88 hectáreas, con una presencia de maleza acuática de 534.49 ha, con 116.28 ha que representa el 8.71% de maleza móvil confinada; un 33.03 ha que representa un 2.47% de maleza no confinada y 385.18 ha de maleza estática que representan un 28.85%. Si esto lo comparamos con los datos del 21 de noviembre del 2017 se tenía un espejo de agua de 1474.65 ha. con 794.52 ha de maleza acuática cuyo porcentaje de cobertura fue de 53.87%. Para el 28 de mayo del 2018 se tenía un espejo de agua: 1303.05 ha, con 519.97 ha, de maleza acuática y un porcentaje de cobertura de 39.9% (Comisión Estatal del Agua, 2018a).

Presentándose un 12.98% de diferencia de cobertura vegetal, lo cual indica que el programa integral está dando resultados prometedores en el control de maleza acuática por lirio.

El presente trabajo es en coordinación con el IMTA bajo la dirección de la Dra. Maricela Martínez Jiménez quien capacito a personal del CEA para la reproducción de coleópteros y hongos para el control biológico del lirio; hasta la fecha se han liberado 86, 821 insectos, los cuales se están reproduciendo en la laguna al punto que ya se observa el daño que están causando en las plantas. Con el fin de demostrar que las aplicaciones de los agentes de control biológico no alteran las condiciones de la calidad del agua, el IMTA tomó muestras

de agua en seis puntos de muestreo, colectando las muestras en superficie y a un metro de profundidad; donde los resultados nos muestran que no se detectó toxicidad.

El subprograma de saneamiento del lago tiene que informar y publicar los seguimientos del programa integral de saneamiento, así como de priorizar estrategias y acciones inmediatas, a mediano y largo plazo del programa de saneamiento integral para el lago y la subcuenca de Zapotlán además de revisar los avances del plan de gestión para el saneamiento de la cuenca. El tercer grupo denominado saneamiento lo coordina la SEMADET en Coordinación con la JIRCO, el IMTA, la CEA y los ayuntamientos municipales de Zapotlán el Grande y Gómez Farías, Jalisco.

Actualmente se continúa con los trabajos de extracción, manejo y disposición final de malezas acuáticas. Se está trabajando con las dos brigadas de las cooperativas de pescadores (“Pescadores de Gómez Farías” y “Puerta de la Laguna”); cabe mencionar que las brigadas actualmente están trabajando de manera alternada una semana cada una. Las brigadas están trabajando sin pago, ya que se está en espera de un recurso del gobierno del estado para el pago de mano de obra.

Asimismo, a nivel estatal el grupo especializado en planeación y seguimiento lo coordina la Secretaria Técnica de la comisión de cuenca presidida por la CONAGUA y la CEA. La cual se encarga de participar en la vinculación, gestión y la aplicación de la normatividad y reglamentación de las estrategias y acciones en el humedal, monitorear el balance hídrico por la alta demanda que existe para la extracción de agua del subsuelo, que debe ser reglamentado en cuanto a autorización de perforación de pozos, extracción, métodos y técnicas de uso y aprovechamiento del agua para sus diversas aplicaciones desde domésticas, agrícolas, pecuarias, industriales, deportivas, así como realización de los monitoreos limnológicos periódicos en cuanto a aspectos físicos, químicos, biológicos, microbiológicos y pesqueros.

El cuarto grupo de trabajo es el especializado de microcuencas a cargo de la JIRCO, dicha junta está integrada por 12 municipios de la región sur y sureste de Jalisco. El personal de JIRCO contribuye en el diagnóstico del plan hídrico de los municipios de Zapotlán el Grande y Gómez Farías, Jalisco, Implementación de ecotécnicas para reducir la erosión y pérdida de suelos en la subcuenca de Zapotlán y Contribuye a proteger, conservar y manejar la biodiversidad de la Subcuenca de Zapotlán.

No existe al 100% satisfacción por los diversos grupos de usuarios y sectores productivos y sociales en mantenimiento y saneamiento del lago debido a la falta de continuidad sistemática en estrategias y acciones puntuales por los sectores gubernamentales en sus tres niveles, ya que cada tres y seis años tenemos cambios de gobiernos y nuevos programas que en muchas ocasiones son tardíos y no acordes a las prioridades regionales, lo que se atribuye a la falta de financiamiento y recursos humanos.

La comisión de cuenca de la laguna de Zapotlán, mediante la participación de todos los miembros con sus respectivas 18 vocalías, tiene como objetivos generales proponer en la programación hídrica acciones para:

- a) Impulsar una cultura del agua que considere a este elemento como un recurso vital y escaso, de alto valor social, económico, ecológico, político e indispensable para el mantenimiento de los recursos naturales.
- b) Lograr el equilibrio entre oferta y demanda de agua en la cuenca y acuíferos para sus diversos usos y usuarios.
- c) Fomentar el saneamiento de las subcuencas, barrancas, acuíferos y cuerpos receptores de agua además de prevenir y corregir su contaminación.
- d) Procurar la conservación, preservación y mejoramiento de los ecosistemas de la cuenca con los que el agua forma sistemas naturales indivisibles.
- e) Promover el aprovechamiento integral sustentable del agua.

La comisión de cuenca de la laguna de Zapotlán gestiona ante la CONAGUA y otras instancias el apoyo financiero, material humano entre sus integrantes para la ejecución de programas y acciones aprobadas por el órgano colegiado para orientar y conducir el uso y aprovechamiento del agua, mediante la planeación y saneamiento integral de la laguna de Zapotlán y su cuenca, coadyuva en la protección, conservación, manejo y restauración integral del humedal y su cuenca.

La comisión de cuenca tiene como ámbito territorial de la cuenca hidrológica la laguna de Zapotlán que drena una superficie de 461.0 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada al Norte por las cuencas hidrológicas Laguna de Sayula y Laguna de Sayula y el resto del límite de la cuenca es rodeado por la Región Hidrológica Número 16 Armería-Coahuayana; pertenece a la Subregión Hidrológica Cuencas Cerradas de Sayula de la Región Hidrológica Número 12 Lerma-Chapala (Consejo de Cuenca Lerma-Chapala, 2017).

CONCLUSIONES

La participación de académicos, científicos, autoridades gubernamentales, ONG's y organizaciones sociales son fundamentales para la protección conservación, manejo y

aprovechamiento sustentable de los recursos naturales como las cuencas, bosques, agua, suelo, biodiversidad, recargas hídricas y humedales.

Es urgente fortalecer el trabajo de manera conjunta para generar gobernanza entre sociedad, usuarios, industria, academia y gobiernos para realmente hacer la diferencia en conservación, protección y manejo de cuencas y ecosistema.

La subcuenca de Zapotlán se está posicionando como una zona de gran importancia debido a su biodiversidad florística y faunística además de los servicios ecosistémicos, forma parte del corredor biológico internacional en el occidente de México.

La presencia institucional y la sociedad organizada en la región han propiciado el reconocimiento de autoridades ejidales, comunales y organización de la sociedad civil que ha permitido la suma de esfuerzos en acciones de protección y aprovechamiento sustentable de los recursos ecosistémicos del sur de Jalisco y el saneamiento integral de la subcuenca.

Es importante continuar con las investigaciones y trabajos hacia el reconocimiento y valoración de los bienes y servicios ambientales ecosistémicos generados por humedales sanos.

BIBLIOGRAFÍA

Acta XVIII. (2017). Sesión Ordinaria de la Comisión de Cuenca de la Laguna de Zapotlán. Consultado el 20 de agosto de 2018. http://www.cusur.udg.mx/es/sites/default/files/adjuntos/acta_xviii_sesion_cclzapotlan.pdf

Comisión Estatal del Agua. (2018a). Cuantificación de maleza acuática realizada por la Comisión Estatal del Agua de Jalisco, con imágenes satelitales LANDSAT y SENTINEL.

Comisión Estatal del Agua. (2018b). Disponibilidad media anual de aguas subterráneas en acuíferos del estado de Jalisco de acuerdo con lo publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el día 4 de enero de 2018. <https://www.ceajalisco.gob.mx/contenido/acuiferos/>

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2015). Celebra CONANP Día mundial de los humedales. Recuperado a partir de <https://www.gob.mx/conanp/prensa/celebra-conanp-dia-mundial-de-los-humedales>

Comisión Nacional del Agua. (2017). Ley de Aguas Nacionales y su reglamento. Recuperado a partir de <http://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/SGJ-1-17.pdf>

Consejo de Cuenca Lerma-Chapala. 2017. Manual de integración, organización y funcionamiento de la Comisión de Cuenca de la Laguna de Zapotlán. Consultado el 23 de agosto de 2018 http://www.cusur.udg.mx/es/sites/default/files/adjuntos/manual_cc_laguna_zapotlan_vff.pdf

DOF. (1989). Decreto por el que se crea la Comisión Nacional del Agua como órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Diario Oficial de la Federación. México Recuperado a partir de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110378/16_ENERO_1989_DECRETO_DE_CREACION_CNA_COMO_ORGANO_ADMINISTRATIVO_DESCONCENTRADO_DE_SARH.pdf

DOF. (1993). Norma Oficial Mexicana NOM-CCA-031-ECOL/1993. Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y el tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal. Diario Oficial de la Federación. México D.F. Recuperado a partir de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4794213&fecha=18/10/1993

DOF. (2018). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación. México D.F. Recuperado a partir de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_050618.pdf

García E. (1988). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana*. 4a edición corregida, aumentada con un mapa de climas según el sistema y un diagrama de flujo para clasificar el clima, y actualizada a 1980 con promedios de 2000 estaciones. Offset Larios, P. 22° México, D. F.

Michel P J. G. (2016). Diseño y elaboración del Programa de Protección, Conservación y Manejo de la “Laguna de Zapotlán” Humedal de Importancia Internacional, Sitio Ramsar, No. 1466. Tesis de Profesional. UAGro. Unidad Académica de Ciencias de Desarrollo Regional, Acapulco de Juárez, Guerrero, México

Michel P J. G. y col. (2018). *Guía para la protección conservación y manejo de los humedales*. Ed. Porrúa. P 297. México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial y Gobierno Municipal de Zapotlán el Grande. (2014) Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Zapotlán el Grande. Ciudad Guzmán, Jalisco.

Memoria en extenso. XII Congreso y al XVIII Curso Taller Internacional sobre Cuencas, Humedales y su Rehabilitación.

Recuperado a partir de
http://www.ciudadguzman.gob.mx/Documentos/Paginas/DocEjec_POEL_ZapotlanelGrande_ver1.pdf