

BIODIVERSIDAD e **impacto** **humano** en un humedal del PACÍFICO **mexicano**

Víctor Hugo **Galván Piña**
Salvador **Hernández Vázquez**
Bernabé **Aguilar Palomino**

En décadas recientes las zonas costeras de México han sido transformadas debido al acelerado desarrollo urbano y la deficiente planeación y regulación ambiental. Las lagunas costeras, particularmente, son uno de los ecosistemas mayormente afectados.

La Laguna El Tule, localizada en la Bahía de Navidad, Jalisco, es un caso extremo de deterioro ambiental que reúne elementos históricos, políticos y culturales, principalmente derivados de una deficiente planeación urbana, la nula aplicación de la legislación ambiental y una pobre cultura ecológica de la población local. El desarrollo urbano de las últimas décadas, el crecimiento poblacional y el incremento en la actividad turística han intensificado la presión sobre la laguna y sus recursos, propiciando cambios adversos en la dinámica y la salud del ecosistema.

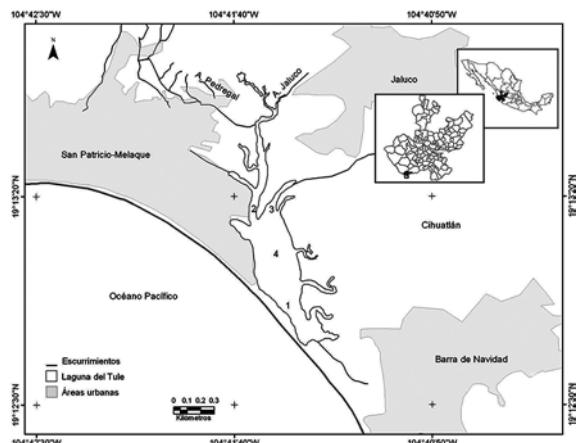


Figura 1. Área de estudio.

La laguna El Tule cuenta actualmente con una extensión de 167 hectáreas y profundidad promedio de tres metros, es el principal receptor fluvial de la microcuenca y el regulador del manto freático en la zona costera; recibe un aporte permanente del arroyo Jalúco y temporalmente de los arroyos El Pedregal y Barra de Navidad, lo que le confiere características predominantemente dulceacuícolas y la hace un hábitat único en la costa de Jalisco (Figura 1).

El Tule está separada del mar por una delgada barra de arena que la mantiene aislada la mayor parte del año, solo durante la temporada de lluvias (agosto a octubre) ocasionalmente y por períodos cortos, establece comunicación con el mar (Figura 2). Durante estos períodos se generan procesos de intercambio de agua, biomasa (peces, invertebrados y vegetación acuática) y materiales inertes vitales para los organismos y la dinámica de ambos ecosistemas interdependientes.

Históricamente la laguna El Tule ha desempeñado un papel importante en las actividades humanas. Los primeros usos reportados se remontan al periodo de la conquista y colonización del territorio mesoamericano; la laguna sirvió como lugar de provisión de agua dulce para las embarcaciones del Viejo Mundo durante el año 1603 (Fregoso-Valencia 2005). Hasta la década de los setenta del siglo pasado la laguna se conservó íntegra ecológicamente y brindó sustento a los pobladores de la zona por su alta productividad de peces e invertebrados.

A partir de la construcción de la carretera federal en los años 70 se incrementa rápidamente el desarrollo urbano y junto con ello la laguna es impactada por la descarga de aguas residuales sin tratamiento, el azolamiento por rellenos y vertimiento de basura, propiciando la eutrofización del sistema, la proliferación masiva de lirio y la reducción del cuerpo de agua (Acuña 1997, Galván-Piña et al. 2001).

A pesar del deterioro ambiental y de las amenazas existentes, la laguna representa un ecosistema único en la región que debe ser revalorado en el contexto de la actual crisis ambiental global. En el presente trabajo se evalúa y discute la relevancia ecológica de la laguna a partir del conocimiento sobre los componentes biológicos más representativos y los usos e impactos humanos históricos y actuales, así como también las prioridades de manejo, conservación e investigación futura.

BIODIVERSIDAD

De acuerdo con los estudios realizados, la riqueza biológica registrada a la fecha es de 125 especies, incluyendo peces, aves marinas y costeras y vegetación acuática y terrestre asociada al cuerpo de agua. En la laguna existen otros grupos biológicos como los reptiles, principalmente cocodrilo y los macro invertebrados, principalmente camarones, cangrejos, jaibas y caracoles que no han sido estudiados formalmente, por lo que es razonable suponer un incremento importante en la riqueza de especies de la laguna cuando estos grupos sean abordados en estudios futuros.

Peces. La riqueza de peces reportada en la laguna es de 24 especies, con 15 géneros y 12 familias (Galván-Piña 2000), lo que representa el 6.3% de las especies reportadas en los sistemas lagunares y estuarinos de México (alrededor de 400 especies) (Contreras y Castañeda, 2004). Publicaciones de las últimas cuatro décadas sobre sistemas lagunares y estuarinos de México reportan entre 30 y 180 especies de peces por laguna. La laguna El Tule, se encuentra ligeramente por debajo de este intervalo y probablemente se debe entre otros factores a su tamaño relativamente pequeño y su condición oligohalina y eutrófica; la laguna ha recibido descargas continuas de aguas domésticas durante las últimas cuatro décadas, presentando actualmente un alto grado

de eutrofización. Trabajos recientes han sugerido que la eutrofización y la hipoxia resultante pueden afectar la diversidad y abundancia de peces (Breitburg, 2002).

Aun cuando la riqueza de especies es baja, se destaca el papel de la laguna como hábitat crítico para los peces debido a que el 87.5% de las especies reportadas se encontraron en etapa juvenil, principalmente para las especies de las familias Mugilidae, Centropomidae, Eleotridae, Gerreidae, Clupeidae y Ariidae (Galván-Piña, 2000).

Aves Acuáticas. En la laguna El Tule se han reportado 56 especies de aves acuáticas (Hernández-Vázquez y cols., 2010), lo que representa el 10% de las aves reportadas para todo el estado de Jalisco (587 incluyendo aves acuáticas y terrestres) (Palomera-García y cols., 2007). Este porcentaje parece relativamente bajo, pero debe considerarse que El Tule es un humedal relativamente pequeño, con poco influencia de las mareas (excepto cuando se abre la boca-barra) y una reducción de hábitat con sustratos blandos para que las aves se alimenten y descansen. A pesar de esto, la laguna El Tule ha sido sitio de nuevos registros de aves para el Pacífico central mexicano, como el carao (*Aramus guarauna*) (Hernández-Vázquez y cols., 1999) y el gavilán caracolero (Hernández-Vázquez y cols., 2013).

De las especies registradas en El Tule, siete se encuentran citadas en la NOM-059-ECOL-2010 (SEMARNAT, 2010), cinco como especies sujetas a protección especial (*Tachybaptus dominicus*, *Tigrisoma mexicanus*, *Mycteria americana*, *Larus heermanni* y *Thalasseus elegans*) y dos amenazadas (*Pelecanus occidentalis californicus* y *Aramus guarauna*).

Figura 2. Parte sur de la laguna del Tule mostrando la boca de la laguna durante un periodo de comunicación con el mar (Bahía de Navidad).



Se han reportado nueve especies de aves acuáticas anidando en la laguna; *Anhinga anhinga*, *Ardea alba*, *Bubulcus ibis*, *Butorides virescens*, *Gallinula galeata*, *Jacana spinosa*, *Phalacrocorax brasiliensis*, *Porphyrio martinica* y *Porzana carolina* (Hernández-Vázquez y cols., 2010; Hernández-Vázquez, observación personal). Sin embargo, en observaciones de campo realizadas recientemente, el número de especies y de parejas ha disminuido considerablemente como consecuencia de la contaminación y rellenos realizados en la zona de anidación.

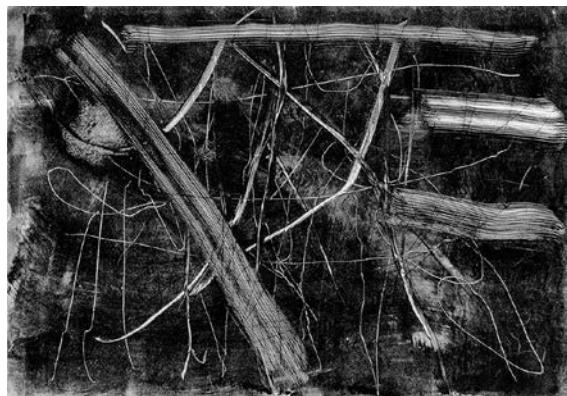
Vegetación. En total se han determinado 45 especies de plantas acuáticas, subacuáticas y terrestres asociadas a la cuenca de la laguna, sin considerar las herbáceas (Galván Piña, 2000). En general, la vegetación registrada corresponde a las comunidades típicas de cuerpos de agua dulce, como el caso de la comunidad riparia, representada por *Anona* sp., *Ficus* sp., *Salix* sp. y *Helicocarpus pallidus*, entre otras.

Entre las comunidades acuáticas, el carizo (*Arun-do donax*) y el tule (*Typha dominguensis*) son dos de las especies más abundantes y con mayor cobertura. Otras registradas son el helecho acuático (*Acrostichum da-naefolium*), el loto (*Nymphaea* sp) y el lirio acuático (*Eichornia crassipes*). Las dos últimas son consideradas especies indicadoras de disturbios ambientales.

Otros tipos de vegetación colindantes con la laguna son el bosque tropical caducifolio, representado principalmente por la primavera (*Tabebuia donnell-smithii*), parota (*Enterolobium cyclocarpum*) y barcino (*Cordia eleagnoides*) y vegetación de dunas costeras con dos especies, la hierba de la raya (*Ipomoea* sp.) y la dormilona (*Mimosa* sp.) (Galván Piña, 2000).

De la vegetación acuática se destaca la anona como una especie de importancia ecológica, debido a que constituye un hábitat único para la anidación de la garza blanca (*Ardea alba*), que a la fecha no ha sido observada en otros sistemas lagunares de la costa de Jalisco.

Otra especie importante por su abundancia y función en la laguna es el carizo, con una cobertura aproximada de 20 hectáreas, que constituye un hábitat crítico para diversas especies de aves, cocodrilos y peces, las cuales lo utilizan como sitio de alimentación, reproducción, refugio o descanso.



© Marco Velázquez, *Sin título*, 2014.

USOS E IMPACTOS HUMANOS

Pesca. Desde el origen de los núcleos urbanos en la región, hacia 1900, y durante mucho tiempo la laguna El Tule fue un sitio importante como fuente de alimento de las poblaciones aledañas. La alta productividad de peces de importancia comercial (robalo, lisa, pargo) e invertebrados (chacal, camarón, jaiba), brindó sustento y recreación a las familias asentadas (Fregoso-Valencia, 2005). Posteriormente al crecimiento urbano y la degradación ambiental de la laguna, la abundancia de los recursos pesqueros declinó notablemente; la descarga de aguas residuales vertidas en la laguna durante las últimas décadas llevó a la actividad pesquera casi a su total desaparición. Actualmente, esta actividad se limita a la captura ocasional de peces para carnada, principalmente chochocos (*Dormitator latifrons*) y guabinas (*Guavina* spp.), especies dulceacuícolas pertenecientes a la familia Eleotridae.

Desarrollo urbano. Las deficientes planeación urbana y regulación ambiental han sido las principales causas del deterioro de la laguna El Tule. Durante cuatro décadas la laguna ha estado expuesta a descargas de aguas domésticas y drenajes municipales, rellenos con materiales terrígenos y vertimiento de basura, propiciando la reducción del cuerpo de agua, contaminación bacteriológica y la eutrofización del ecosistema, entre los principales efectos ambientales.

Históricamente, los rellenos realizados por los pobladores colindantes con la laguna han tenido el propósito

de incrementar la extensión de los lotes. Con este fin, en 1980 se rellenó un área aproximada de 25 hectáreas que cubrió una de las venas en la porción sureste de la laguna, reduciendo considerablemente la capacidad de almacenamiento del cuerpo de agua.

Actualmente los rellenos continúan realizándose sobre el margen de la laguna y constituyen una seria amenaza para la flora y la fauna asociadas. El relleno más reciente, realizado en el 2013 con la autorización de las instituciones ambientales correspondientes, cubrió una superficie aproximada de 2 hectáreas, eliminando el último relicto de la zona de duna costera colindante con la laguna y reduciendo la calidad y disponibilidad de hábitats naturales de algunos de los grupos biológicos de la misma, como son los cocodrilos y las aves.

Paralelamente, con el vertimiento de basura y los rellenos, la descarga del drenaje municipal es otra de las causas y amenazas de la degradación ambiental de la laguna. A pesar de la suspensión temporal de las descargas municipales y el tratamiento de las aguas residuales durante el periodo de 2004 a 2006, las descargas persisten en mayor magnitud y son la causa principal de la actual contaminación y eutrofización de la laguna. De acuerdo con estudios de calidad del agua realizados en diferentes años, la laguna presenta niveles altos de contaminación por bacterias coliformes (arriba de la norma oficial) y la relación de los valores de nutrientes (nitritos, nitratos, fosfatos) indica una fase inicial de eutrofización (Acuña, 1997; Galván-Piña, 2000; Hinojosa Larios 2014, comunicación personal).

Otro indicador potencial de eutrofización del sistema es la mortandad masiva de peces registrada cada año durante el periodo previo a la estación lluviosa en la zona, ya que la dinámica hidrológica natural del sistema para auto-depurarse ha sido rebasada; el remplazo del agua por las aperturas de la boca de la laguna durante la temporada de lluvias no ha sido suficiente para disminuir los niveles de contaminación.

Depredación de fauna. La diversidad y abundancia de los diferentes grupos faunísticos presentes en la laguna constituyen un atractivo para la realización de actividades de cacería furtiva, principalmente de aves y reptiles. Entre las especies expuestas a depredación humana, el cocodrilo es un caso particular, debido a que

es considerado por los pobladores como una amenaza y por su alto costo en el mercado. Se desconoce la magnitud y el efecto de la actividad, sin embargo se conoce que el factor cultural es el elemento decisivo en esta práctica, obedeciendo principalmente a la satisfacción de necesidades de recreación, obtención de alimento y comercialización de especies exóticas.

PRIORIDADES DE MANEJO Y CONSERVACIÓN

Es prioritario detener el progresivo deterioro ambiental de la laguna; suspender las descargas de aguas domésticas sin tratar, así como el vertimiento de basura y rellenos implica que la autoridad municipal opere permanentemente un sistema eficiente de tratamiento de aguas residuales con bajo costo ambiental y económico y un programa de recolección de residuos sólidos en los núcleos urbanos colindantes a la laguna. Paralelamente es necesario aplicar acciones de restauración y mejoramiento de la calidad del hábitat dirigido al desazolve de los canales y venas del cuerpo de agua, así como el control de las poblaciones de lirio y lechuga acuática.

Para asegurar la protección y conservación de la biodiversidad, y los procesos y funciones clave del ecosistema a corto, mediano y largo plazos, es prioritaria la declaración de un régimen de protección de área natural para la laguna; una iniciativa en esta dirección fue impulsada por investigadores de la Universidad de Guadalajara y autoridades municipales durante la década pasada, quedando inconclusa. Actualmente existe un interés público y social por la restauración, conservación ecológica y el manejo de la laguna con base en un esquema que armonice el uso turístico, pesquero, urbano y agropecuario de la zona. Dicho esquema representa un reto y una oportunidad para la sociedad local, las autoridades gubernamentales de los tres niveles de gobierno y las instituciones de investigación de la zona que debe ser atendida de inmediato.

NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA FUTURA

Es evidente, a partir de la información biológica y ambiental discutida, el limitado conocimiento que se tiene del ecosistema de la laguna como un todo, así como la



© Marco Velázquez, *Sin título*, 2015.

falta de datos actualizados y del nivel de profundidad de la información reportada, de carácter descriptivo, proveniente de literatura gris (tesis), informes de proyectos de investigación científica, artículos de difusión y escasas publicaciones científicas, por lo que es pertinente dirigir programas de investigación y monitoreo sobre la calidad, salud e integridad de los grupos biológicos y del ecosistema para determinar los niveles de bioacumulación y biomagnificación de contaminantes en los organismos, principalmente en los peces, así como en los sedimentos del fondo de la laguna.

Existen grupos biológicos de interés para investigaciones específicas en temáticas como los cocodrilos, gasterópodos (principalmente caracol manzano) y decápodos, como el cangrejo (*Cardisoma crasum*) y el “langostino popotillo” (*Macrobrachium tenellum*), con potencial de aprovechamiento.

CONCLUSIONES

Una de las funciones más importantes de la laguna El Tule es el mantenimiento de la vida silvestre que provee de sitios esenciales para la reproducción, anidación y alimentación a aves acuáticas, reptiles y peces.

Los usos humanos históricos y actuales han disminuido la calidad y cantidad de los hábitats de la laguna afectando la composición, riqueza y abundancia de las especies de peces, aves y reptiles, así como la calidad del agua y, potencialmente, la salud de los grupos biológicos y del ecosistema.



© Marco Velázquez, *Sin título*, 2008.

La persistencia actual de prácticas y usos inadecuados de la laguna y el riesgo inminente de daños irreversibles o pérdida del ecosistema demanda de manera urgente la aplicación de programas de manejo, restauración, protección y conservación de la laguna, con una base de conocimientos científicos actualizados.

R E F E R E N C I A S

Acuña D JL (1997). Caracterización físico-química y análisis bacteriológico de la Laguna Los Otates, Municipio de Cihuatlán, Jalisco, México. Tesis Licenciatura, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México 48 p.

Breitburg D (2002). Effects of Hypoxia, and the Balance between Hypoxia and Enrichment, on Coastal Fish and Fisheries. *Estuaries* 25(4): 767-781.

Contreras F y O Castañeda (2004). La biodiversidad de las lagunas costeras. *Ciencias* 76: 46-56.

Fregoso Valencia H (2005). *Cihuatlán: Datos para su historia*, 80 p.

Galván-Piña VH (2000). Diagnóstico ambiental de la Laguna del Tule, Municipio de Cihuatlán, Jalisco. Informe Técnico Final. Universidad de Guadalajara, 25 p.

Galván-Piña VH, Ortega-Ojeda Ay Kosonoy D (2001). Estado ambiental y perspectivas

de manejo de la Laguna del Tule, municipio de Cihuatlán, Jalisco. *Tierra Prodiga* 1: 14-16.

Hernández-Vázquez S, Rodríguez-Estrella R, Vega-Rivera JH, Hernández-Vázquez F, Rojo-Vázquez JA y Galván-Piña VH (2010). Estructura, dinámica y reproducción de las asociaciones de aves acuáticas de la costa de Jalisco, México. En Godínez-Domínguez E, Franco-Gordo C, Rojo-Vázquez JA, Silva-Bátiz F y González-Sansón G (Eds.), *Ecosistemas marinos de la costa Sur de Jalisco y Colima* (pp. 151-188). Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.

Hernández-Vázquez S, Rodríguez-Estrella R, Ramírez-Ortega F, Loera J y Ortega M (2013). Recent increase of the distribution of the Snail Kite (*Rostrhamus sociabilis*) along the Central Pacific coast of México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84: 388-291.

Palomera-García C, Santana E, Contreras-Martínez S y Amparán R (2007), Jalisco. En Ortiz-Pulido R, Navarro-Siguenza A, Gómez de Silva H, Rojas-Soto O y Peterson TA (Eds.), *Avifauna estatal de México* (pp. 1-48). CIPAMEX. Pachuca, Hidalgo, México.

SEMARNAT (2010). Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre de 2010.

Salvador Hernández Vázquez
Bernabé Aguilar Palomino
Víctor Hugo Galván Piña
Departamento de Estudios para el
Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras
Universidad de Guadalajara
vhgalpina@gmail.com