

Aviso de arribo

# Problemas asociados con la rectificación y el cambio de cauce de ríos en los sistemas lagunares de la costa de Chiapas, México

Rocío Gómez-Ortega<sup>\*✉</sup>, Eduardo Ramos-Santiago<sup>\*\*</sup> y Emilio Romero-Berny<sup>\*\*\*</sup>

La costa de Chiapas se extiende por 325 km paralela al océano Pacífico, con una planicie costera cuya amplitud varía entre 19 y 47 km. En esta vertiente existen 42 ríos en 19 subcuencas, de los cuales 31 son de caudal perenne y 11 pierden completamente su flujo durante el estiaje. Se originan en la parte alta de la Sierra Madre de Chiapas por encima de los 2 800 msnm y desembocan en siete sistemas lagunares costeros. Antes de 1970, estas subcuencas se asociaban a extensas áreas de vegetación en los primeros kilómetros de los cauces principales, con un curso angosto y sinuoso que originaba pequeñas caídas de agua. Debido a la incorporación de estos afluentes y a la reducción de la pendiente cerca de la costa, mostraban extensos meandros, que forman una gran cantidad de humedales. La demanda de nuevas áreas agrícolas entre 1980 y 1995, provocó la modificación del cauce de los ríos Cintalapa, Vado Ancho, Despoblado, Huixtla, Cuilco, Coatán, Cahocacán y Suchiate, en los municipios de Acacoyahua, Acapetahua, Villa de Comaltitlán, Huixtla, Huehuetán, Tapachula y Suchiate. Posterior a los huracanes *Mitch* en septiembre de 1998 y *Stan* en octubre de 2005, se rectificó un total de 28 ríos, lo que ocasionó notables impactos en la morfología de los cauces medio y bajo, con la consecuente disminución del volumen hídrico en las lagunas costeras y cambios batimétricos por el azolvamiento, lo que pudiera ser un causal directo de la pérdida de hábitat para especies de interés pesquero.

**Palabras clave:** ríos, lagunas costeras, hidromodificación, camarón, manglar.

## Problems associated with the rectification and river relocation in lagoon systems of the Chiapas coast, Mexico

The coast of Chiapas extends for 325 km parallel to the Pacific Ocean, with a coastal plain whose width varies between 19 and 47 km. In this slope there are 42 rivers in 19 sub-basins, of which 31 are perennial and 11 completely lose their flow during the dry season; and they originate in the upper part of the Sierra Madre de Chiapas above 2 800 mamsl, leading to seven coastal lagoon systems. Before 1970, these sub-basins were associated to large areas of vegetation in the first kilometers of the main channels, exhibiting a narrow and winding course that caused small waterfalls. Due to the incorporation of these tributaries and the reduction of the slope near the coast, they showed extensive meanders, forming a large amount of wetlands. The demand for new agricultural areas between 1980 and 1995, caused the modification of the flow of the Cintalapa, Vado Ancho, Despoblado, Huixtla, Cuilco, Coatán, Cahocacán and Suchiate rivers. After hurricanes *Mitch* in September 1998 and *Stan* in October 2005, a total of 28 rivers was rectified, causing significant impacts on the morphology of the medium and low riverbed, with a consequent decrease in water volume in the coastal lagoons and bathymetric changes due to sediment deposit, which can be a direct cause of habitat loss for species of fishing interest.

**Key words:** rivers, coastal lagoons, hydromodification, shrimp, mangrove.

### Introducción

La costa de Chiapas presenta una serie de rasgos geológicos y biológicos que le confieren

características ambientales particulares. La cercanía de la Sierra Madre de Chiapas con la costa origina planicies angostas con un complejo sistema de estuarios lagunares, sitios de refugio y reproducción para una importante diversidad biótica. El litoral chiapaneco se extiende por 325 km de la franja oriental del Golfo de Tehuantepec, del océano Pacífico, en 20 municipios costeros pertenecientes a dos regiones económicas (Istmo-Costa y Soconusco), a lo largo del cual existe una

\* Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de Salina Cruz.  
✉ Responsable de la correspondencia: rogomez@ecosur.edu.mx.

\*\* Centro Regional de Investigación Pesquera, Salina Cruz, Oaxaca. México.

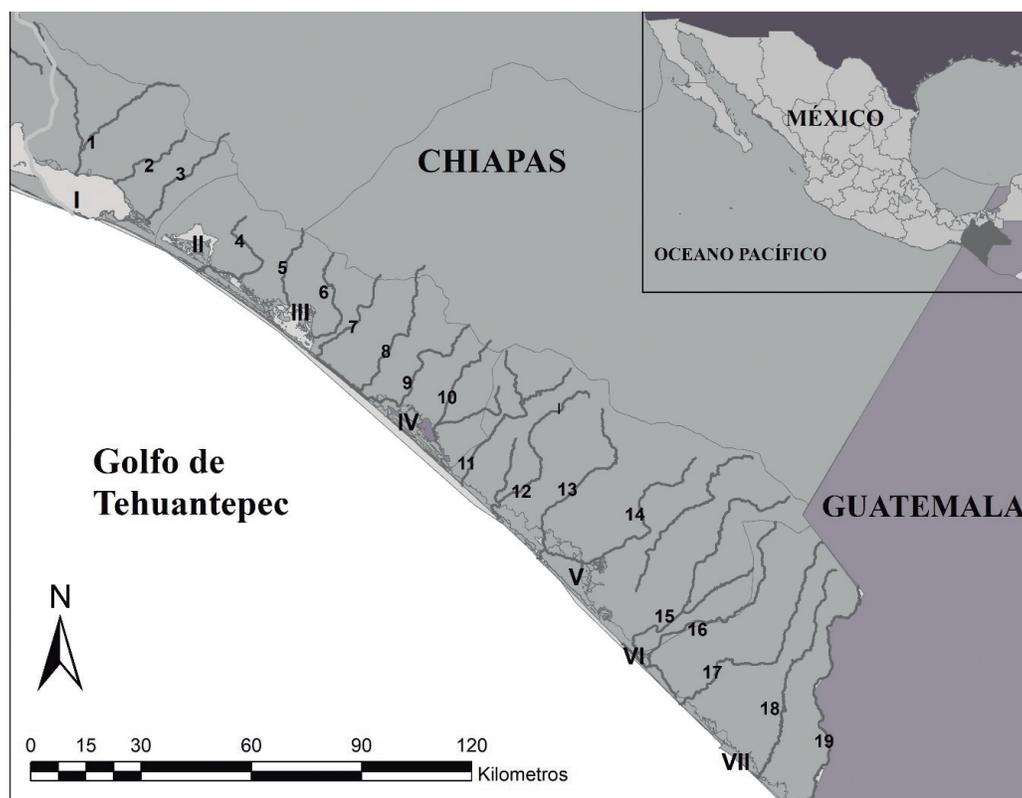
\*\*\* Centro de Investigaciones Costeras, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. México.

planicie costera cuya amplitud varía entre 19 y 47 km. En 19 subcuencas se presentan 42 ríos, de los cuales 31 son de caudal permanente y 11 se secan durante el estiaje (noviembre-mayo). Éstos se originan en la parte alta de la Sierra Madre de Chiapas por encima de los 2 800 msnm, siendo los ríos más importantes el Lagartero, Tiltepec, Zanatenco, Pijijiapan, Coapa, Novillero, San Nicolás, Cacaluta, Vado Ancho, Huixtla, Cuilco, Coatán, Cahoacán y Suchiate (Alonso-Eguía-Lis 2012<sup>1</sup>). Algunos de estos ríos como el Lagartero, Zanatenco, Tiltepec, Los Horcones, Pijijiapan,

Vado Ancho y Huixtla, disuelven su caudal dentro de siete sistemas lagunares costeros: Mar Muerto-Cordón Estuárico, La Joya-Buenavista, Los Patos-Sólo Dios, Carretas-Pereyra, Chantuto-Panzacola, Cabildo-Amatal y Pozuelos-El Gancho-Murillo (Fig. 1) (Ovalle-Muñoz 2001). Estos aportes hacia las lagunas costeras contribuyen a mantener el nivel de agua y, en la época de estiaje, disminuyen la salinidad, que, en otras circunstancias, se elevaría a más de 50 ups, como se ha registrado en los sistemas de Mar Muerto-Cordón Estuárico y La Joya-Buenavista, durante el periodo de febrero a mayo. Por último, están los ríos que desembocan directamente en el mar, como son Novillero, Coatán, Cahoacán y Suchiate (Alonso-Eguía-Lis 2012<sup>1</sup>).

Antes de 1970, estos ríos mostraban extensas áreas de vegetación en los primeros kilómetros de su cauce, exhibían un curso angosto, sinuoso y caudal reducido, lo que originaba pequeñas caídas de agua. A medida que los ríos descendían de

1. Alonso-Eguía-Lis PE. 2012. Inventario y valoración del grado de deterioro, cuantificación en campo, así como evaluación, clasificación, delimitación y desarrollo de un programa de manejo integral a nivel de Cuenca del Soconusco para la preservación de los humedales presentes en los ríos Cintalapa, Vado Ancho, Despoblado y Huixtla Región Soconusco, Chiapas. Área 2. Sistema Hidrológico Nacional-Humedales. Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo sobre el Agua. Comisión Nacional de Agua/CONACYT. México.



**Fig. 1.** Subcuencas y sistemas lagunares de la cuenca costera del estado de Chiapas. Subcuencas: 1. Lagartero; 2. Tiltepec; 3. Zanatenco; 4. Los Horcones; 5. De Jesús; 6. Siete Cigarros; 7. Las Hermanas; 8. San Isidro; 9. Pijijiapan; 10. Coapa; 11. Novillero; 12. San Nicolás; 13. Cacaluta; 14. Vado Ancho; 15. Huixtla; 16. Cuilco; 17. Coatán; 18. Cahoacán; 19. Suchiate. Sistemas lagunares: I. Mar Muerto-Cordón Estuárico; II. La Joya-Buenavista; III. Los Patos-Solo Dios; IV. Carretas-Pereyra; V. Chantuto-Panzacola; VI. Cabildo-Amatal; VII. Pozuelos-El Gancho-Murillo.

la sierra, se les incorporaba un número importante de afluentes, lo que aumentaba el caudal a partir de la cota de 200 a 150 m. Debido a esto y a la reducción de la pendiente en la cuenca baja, los ríos mostraban extensos meandros, que formaban una gran cantidad de humedales estacionales y permanentes antes de llegar a la zona intermareal (Galván-Fernández y Márquez-García 2006).

Estas características naturales tuvieron cambios a partir de la instrumentación del Plan Hidráulico de la Costa de Chiapas entre 1975 y 1988, que incluyó el desvío y la rectificación inicial del cauce de 22 ríos. A fin de contextualizar en términos de ingeniería hidráulica, la rectificación de un río implica la socavación del lecho fluvial, la eliminación de meandros forzando un flujo recto y la estabilización de riberas mediante estructuras de concreto o roca. Dadas las características geomorfológicas de las cuencas costeras de Chiapas, estas modificaciones trajeron como consecuencia una drástica alteración de la hidrología de las lagunas costeras alimentadas por estos ríos. Otro de los objetivos principales del mencionado plan era desecar áreas extensas de pantanos para ampliar la frontera agropecuaria, favorecer la navegación y las pesquerías en los municipios de Tonalá, Pijijiapan y Mapastepec, mediante la modificación deliberada del curso de los ríos Zanatenco, San Diego, Pijijiapan, Coapa y Novillero (Tovilla-Hernández 2005, Barrasa-García 2016).

La demanda de nuevas áreas agrícolas entre 1980 y 1995, provocó la modificación del cauce de los ríos Cintalapa, Vado Ancho, Despoblado, Huixtla, Cuilco, Coatán, Cahoacán y Suchiate, en los municipios de Acacoyahua, Acapetahua, Villa de Comaltitlán, Huixtla, Huehuetán, Tapachula y Suchiate. Después del paso del huracán *Mitch* en septiembre de 1998, nuevas modificaciones entre la carretera y la vía del ferrocarril se realizaron sobre los ríos Novillero, San Nicolás, Vado Ancho, Huehuetán, Coatán y Suchiate. Sin embargo, los mayores impactos sucedieron entre 2006 y 2009, después del paso del huracán *Stan* en octubre de 2005. Durante este periodo se rectificó el cauce de un total de 28 ríos, lo que tuvo consecuencias significativas sobre el manto acuífero, así como en el volumen, la batimetría, la vegetación ribereña y en sus procesos ecológicos. Estas obras fueron especialmente trascendentes en el aspecto geohídrico en algunos ríos como el

Lagartero, Zanatenco, De Jesús, Los Patos, San Diego, Las Arenas y Madre Vieja, que en la actualidad tienden a desaparecer completamente durante el periodo de estiaje (Alonso-Eguía-Lis 2012<sup>1</sup>). En consecuencia los sistemas lagunares costeros, en particular los de la región del Socusco, han presentado disminución evidente en profundidad y superficie debido a las altas tasas de sedimentación (Carbajal-Evaristo *et al.* 2016).

El presente ensayo pretende analizar algunos efectos asociados al cambio de cauce y la rectificación de los ríos en la dinámica de las lagunas costeras, además de discutir las consecuencias que pueden incidir en la diversidad biológica y los recursos pesqueros de la costa de estado de Chiapas.

## Discusión

Los estudios que incluyen algunas posibles consecuencias de la rectificación y el desvío del cauce de ríos en sistemas lagunares en la costa de Chiapas son escasos y en su mayoría inéditos. Machuca-Jiménez (2014) reconoce que los impactos en los sistemas costeros son multicausales y, en muchos sentidos, difíciles de medir. La mayor parte asocian indirectamente dicha problemática con sus efectos en la dinámica hidrológica del ecosistema (Galván-Fernández y Márquez-García 2006, Flores-Verdugo *et al.* 2007), azolvamiento en los sistemas lagunares (Calva-Benítez *et al.* 2006, Flores-Verdugo *et al.* 2007, Carbajal-Evaristo *et al.* 2016), pérdida y fragmentación de manglares (Romero-Berny *et al.* 2015), problemas de contaminación como consecuencia del arrastre de sedimentos de las cuencas media y alta (Rueda *et al.* 1997, Flores-Verdugo *et al.* 2007) e, incluso, vulnerabilidad y cambios sociales en la actividad pesquera (Gellida-Esquinca y Moguel-Viveros 2007). En términos generales, la problemática asociada a los sistemas lagunares costeros del estado se relaciona con las actividades humanas tales como la ganadería, la agricultura, el aprovechamiento forestal y la pesca ribereña. La primera ha provocado la conversión de la vegetación original en pastizales inducidos; la agricultura ha transformado la vegetación primaria en campos de cultivo, mientras que la pesca se limita a la explotación y la comercialización

de algunas especies de peces (tiburones, robalos, lisas, pargos, bagres y mojarra), pero el recurso más importante en términos económicos es el camarón blanco (*Penaeus vannamei* Boone 1931), cuyas capturas han descendido de forma considerable durante los últimos 20 años (Fig. 2), lo que muestra indicios de sobreexplotación (CONAPESCA 2017) y que, además, la Carta Nacional Pesquera (DOF 2018) indica que el recurso está siendo aprovechado al máximo sustentable. Rivera-Velázquez *et al.* (2009) evaluaron la pesca de camarón blanco en el sistema lagunar Carretas-Pereyra, basada en el concepto de Rendimiento Máximo Sostenible, y encontraron que tras el máximo volumen de captura registrado en 1987 (806 t), se ha experimentado una tendencia negativa en las capturas (por debajo de un promedio porcentual de 58%) desde 1995, por lo que concluyeron que ha habido un colapso económico para esta actividad.

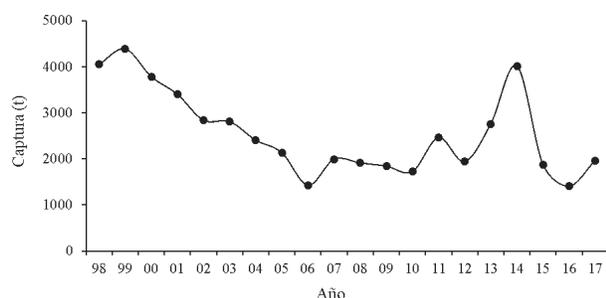


Fig. 2. Captura histórica de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en la costa de Chiapas. Información tomada de CONAPESCA (2017).

Asimismo, para los sistemas costeros de Chiapas hay evidencia de que las modificaciones y rectificaciones en los ríos, ocasionan una ruptura del equilibrio en cuanto a los procesos naturales de transporte y depósito de sedimentos (Carbajal-Evaristo *et al.* 2016). Se estima que durante estas modificaciones, se han eliminado más de 40 meandros con la consecuente desecación de unos 34 humedales costeros. A partir de la cota de 2 m se produce el azolvamiento de pantanos y manglares por la carga de sedimentos finos transportados a mayor velocidad por los ríos rectificadas. Durante el periodo de 2005-2009 se han perdido unas 2 278 ha de pantanos en los

municipios de Huixtla y Villa de Comaltitlán (Tovilla-Hernández 2011<sup>2</sup>).

El aumento en el aporte de nutrientes proveniente del arrastre directo de los ríos hacia los sistemas estuarinos, ocasiona problemas de eutrofización y azolvamiento de las lagunas, debido al exceso de nutrientes y al acarreo constante de sedimentos, lo que desencadena a su vez, otros efectos secundarios en el sistema, como son: 1) elevado pH y descenso del oxígeno disuelto en la columna de agua, 2) cambios en la biomasa de la comunidad fitoplanctónica, 3) proliferación de algas tóxicas, 4) reducción de la visibilidad del agua, 5) mortandad de peces y crustáceos, 6) pérdida de manglares, 7) desviación, la disminución o los cambios en el tiempo de residencia de los aportes y flujos de mareas de agua marina, y 8) la desviación, disminución o cambios en el tiempo de residencia de los aportes de agua dulce (Tovilla-Hernández 2005, Contreras-Espinosa 2010, Romero-Bermy *et al.* 2015, Carbajal-Evaristo *et al.* 2016, Gómez-Ortega *et al.* 2017).

Aunado a lo anterior, las posibles consecuencias del desvío del cauce en los ríos, pueden llegar a tener un impacto más allá de lo reportado por algunos autores, ya que las cuencas, los humedales, los manglares, las lagunas y la zona marina adyacente, son considerados ecosistemas funcionalmente vinculados, esto es, que lo que llegue a ocurrir en uno de ellos, afecta en mayor o menor grado a los demás, provocando efecto en cascada (Flores-Verdugo *et al.* 2007).

Carbajal-Evaristo *et al.* (2016), como caso de estudio, reportan cambios drásticos en la morfometría de la laguna Cerritos del sistema lagunar Chantuto-Panzacola, que en un periodo de 10 años presentó 80 ha de su extensión completamente azolvadas y 60% de reducción del espejo de agua. El problema del azolvamiento de los sistemas lagunares tiene un origen primario en las crecientes tasas de deforestación y en los procesos de cambio de uso de suelo de las cuencas medias y altas. En un proceso agravado por la incidencia de fenómenos hidrometeorológicos severos en las últimas dos décadas, varios ríos de

2. Tovilla-Hernández C. 2011. Gestión de cuencas costeras en Chiapas e impacto sobre los humedales de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada. Documento P6-2. CONAGUA. México. 28p.

la región Soconusco presentan tasas de pérdida de suelo extremas, con valores mayores a 1 000 Mg/ha/año (Pérez-Nieto *et al.* 2012).

El material alóctono proveniente de la cuenca alta se deposita en las lagunas costeras y, además de ocasionar pérdida de volumen y área, favorece la eutrofización y alteraciones hidrológicas que provocan desequilibrios en el ciclo de vida de muchas especies. Contreras-Espinosa (2010) señala que varios sistemas lagunares del Pacífico tropical mexicano presentan bocas efímeras, con procesos de apertura y cierre a lo largo del ciclo estacional de lluvias-estiaje. Debido a la reducción del caudal de los ríos, alteración en el patrón de precipitaciones y al aumento en las tasas de sedimentación, las bocas de algunos sistemas lagunares (como, por ejemplo, en Los Patos-Sólo Dios y Carretas-Pereyra) han dejado de abrirse de forma natural durante la época de lluvias, lo que limita el ingreso de especies marinas (Gómez-González *et al.* 2012). Esto ha generado problemas socioeconómicos al sector pesquero y obliga a las cooperativas a demandar frecuentemente a los gobiernos la ejecución de dragados y apertura mecánica de bocas, convirtiendo espacios naturales en sistemas modificados de producción altamente subsidiados que ahora deben tratar de reproducir las condiciones óptimas para moluscos, camarones y peces (Gellida-Esquinca y Moguel-Viveros 2007).

Por otro lado, la costa de Chiapas presenta la riqueza más alta de mangles en el país, con cinco especies: *Rhizophora mangle* Linnaeus 1753, *Laguncularia racemosa* (Linnaeus) CF Gaertn 1807, *Avicennia germinans* (Linnaeus) Linnaeus 1764, *Avicennia bicolor* Standley 1923 (Tovilla-Hernández y Romero-Berny 2012) y un híbrido natural: *Rhizophora x harrisonii* Leechman 1918 (Cornejo 2013). Los bosques de manglar son particularmente susceptibles a cambios en el patrón hidrológico o a la desviación de cauce de los ríos, ya que su óptimo crecimiento se obtiene en condiciones estuarinas, es decir, en las zonas de mezcla de agua dulce con salada, lo que induce cambios en la estructura forestal y en la composición florística que, en muchas ocasiones, puede llegar a provocar la muerte de numerosos individuos y así fragmentar el ecosistema (Flores-Verdugo *et al.* 2007, Romero-Berny *et al.* 2015). Asimismo, la productividad de las lagunas

costeras es superior en condiciones estuarinas que en marinas, lo que repercute también en las pesquerías. De esta manera, las especies de flora y fauna que habitan en estos ecosistemas se ven alteradas, principalmente aquellas que requieren baja salinidad estacional para llevar a cabo sus ciclos reproductivos, como, por ejemplo, el pez armado (*Atractosteus tropicus* Gill 1863), las mojarras nativas *Amphilophus trimaculatus* (Günther 1867) y *Astatheros macracanthus* (Günther 1864), el sambuco *Dormitator latifrons* (Richardson 1844), además de algunos crustáceos como los chacales o piguas (*Macrobrachium* spp.) que utilizan los humedales costeros como zonas de reproducción, crianza y alimentación, sobre todo durante la época de lluvias (Flores-Verdugo *et al.* 2007, Díaz-Gaxiola 2011).

Las consecuencias de la rectificación de los ríos y sus posibles repercusiones en la pérdida de biodiversidad son complejas, ya que existen muy pocas evidencias documentadas sobre este hecho; la mayoría de los efectos o repercusiones son visuales y se requieren estudios cuantitativos para disponer de elementos suficientes y establecer posibles estrategias de conservación en los humedales costeros del estado de Chiapas (Tovilla-Hernández 2011<sup>2</sup>, Machuca-Jiménez 2014).

Algunas estimaciones en los ecosistemas lagunares-estuarinos y humedales de agua dulce indican que la pérdida anual de camarón y peces de importancia comercial por cada hectárea de manglar destruido varía entre 767 y 800 kg (Turner 1989, Flores-Verdugo 2013<sup>3</sup>).

De igual forma, hay que considerar que el beneficio económico de la ganadería extensiva es muy cuestionable, si se compara con la pérdida de los servicios ecosistémicos forestales tropicales, incluidos manglares y selvas inundables, con sus respectivas consecuencias ambientales y económicas. La pérdida de cobertura forestal a expensas de la ampliación agropecuaria o el desarrollo de infraestructura ha sido desastrosa en varias dimensiones al no contarse con una planificación adecuada. A partir de 1998, la vertiente costera de Chiapas ha resultado ser un campo demostrativo de vulnerabilidad social agudizada

3. Flores-Verdugo FJ. 2013. Afectación pesquera por destrucción de manglares. Boletín UNAM-DGCS-039. 19 de enero de 2013. Mazatlán, Sinaloa. México.

por el deterioro ambiental. En ese año, la depresión tropical *Javier* (en el Pacífico) y el huracán *Mitch* (en el Golfo de México), ocasionaron precipitaciones extremas (>450 mm, 4-11 de septiembre de 1998), que provocaron escurrimientos en las partes altas con desprendimiento y arrastre de suelos y vegetación, así como el desbordamiento de 15 ríos que ocasionaron la pérdida de vidas humanas y daños materiales considerables en casi todos los municipios costeros de Chiapas (Cuevas-Portilla 2005, Sánchez-Núñez *et al.* 2011). Al no contarse con un adecuado manejo preventivo para estos fenómenos, la llegada del huracán *Stan* (en el Golfo de México) generó el mismo patrón de precipitación agravado (307 mm en 24 horas, 4 de octubre de 2005, Novillero, Pijijiapan), lo que dio lugar a una serie de efectos secuenciales, entre los que destacan la rectificación de más cauces, azolvamiento de lagunas costeras, colapso de la pesca de camarón y obras de dragado para tratar de resolver estos problemas en el corto plazo.

Más allá de la valoración del cambio de uso de suelo, en México existen pocas evaluaciones del impacto socioeconómico y cultural de actividades primarias ambientalmente agresivas. Tanto la ganadería extensiva como la acuicultura han sido fuertemente impulsadas por políticas públicas a partir de la década de 1970 en el trópico mexicano, lo que ha provocado cambios en lo concerniente a apropiación territorial, conflictos agrarios y formas de producción tradicional (Gerritsen y Van der Ploeg 2006, Barrasa-García 2016). El desarrollo de nuevos paquetes tecnológicos ha permitido cruzar la barrera fisiológica de muchas especies que no podían producirse en ambientes intermareales. La introducción de pastos para ganado resistentes a la inundación y la salinidad, así como de tilapias adaptadas a condiciones estuarinas han detonado la incorporación de manglares y lagunas costeras a formas extensivas de producción (Mena-Herrera *et al.* 2002, Vázquez-Yañez y Orozco-Segovia 2012), lo que ha fomentado políticas ambientales y productivas con intereses opuestos.

Siendo México un país que cuenta con más de 125 lagunas costeras en 640 sistemas estuarinos (Contreras-Espinosa 2010, De la Lanza-Espino *et al.* 2013), aproximadamente 31.03% de la pesca litoral procede de los cuerpos acuáticos

costeros continentales, alcanzando 75.9% de valor en términos económicos para esta actividad (Contreras-Espinosa 2002). La pesca ribereña existe en virtud de que distintas especies tuvieron el manglar como zona de crianza y crecimiento desde las primeras fases de su ciclo de vida, ya que entre las raíces de los manglares se protegen y alimentan larvas, postlarvas de crustáceos y alevines de peces, así como de algunos moluscos, como el ostión de mangle *Crassostrea rhizophorae* (Guilding 1828), que utiliza dichas raíces para fijarse y desarrollarse, y de donde se le extrae cuando ha alcanzado la talla óptima para su consumo (Díaz-Gaxiola 2011).

En el caso del Golfo de Tehuantepec, muchas especies de peces con importancia en la pesca de altura, por ejemplo, *Ariopsis seemanni* (Günther 1864), *Cathorops fuerthii* (Steindachner 1876), *Centropomus robalito* Jordan & Gilbert 1882, *Caranx caninus* Günther 1867, dependen directamente del cinturón de lagunas costeras bordeadas de manglar para completar su ciclo de vida (Flores-Verdugo *et al.* 2007, Núñez-Orozco *et al.* 2013). Es evidente la importancia de los sistemas lagunares en el mantenimiento de las pesquerías costeras, aunque se requieren estudios puntuales sobre algunos procesos ecológicos, por ejemplo, de la conectividad, entre el parteaguas y la línea de bajamar en el Pacífico Sur de México. El proceso de exportación de materia orgánica es fundamental en las producciones primaria y secundaria de la plataforma continental, situación que vuelve especialmente vulnerables los ecosistemas costeros al aumento de la cantidad de nutrientes que ingresan a los sistemas lagunares (Smith *et al.* 1999).

Asimismo, la evaluación de los bienes, atributos y servicios ambientales de las cuencas costeras y sus ecosistemas aún es insuficiente, por lo que no se conoce la complejidad de sus interacciones. Se necesitan estrategias de manejo y conservación para instrumentar programas de restauración y conservación de suelos, el uso de técnicas agrícolas que no expongan el suelo a la erosión, así como mantener o restaurar la cubierta vegetal original de las unidades (naturales) terrestres circundantes, e, igualmente, ubicar de manera estratégica, trampas de sedimentos en los arroyos y ríos que lo ameriten, pues en la actualidad esto resulta una prioridad.

En ecosistemas de manglar es importante que se planifique la rehabilitación de canales y esteros mediante desazolves, ya que con ello podría evitarse la destrucción del manglar como ha pasado en las últimas décadas, donde se han perdido decenas de hectáreas de mangle por la falta de la conectividad hidrológica (Reyes-Chargoy y Tovilla-Hernández 2002, Lewis *et al.* 2016). Para el caso específico de Chiapas, en la costa del Soconusco, se ha estimado una tasa de pérdida de manglares de 1.05% anual, así como la fragmentación de 58% de la cobertura de este ecosistema, afectando la conectividad de muchos procesos ecológicos (Romero-Bermy *et al.* 2015). Aunado a lo anterior, estudios recientes indican que las acciones de restauración hidrológica influyen en el establecimiento y el desarrollo de la vegetación de manglar, ya que facilitan la dispersión de los propágulos hacia las zonas degradadas, resaltando la importancia de contemplar estas áreas naturales como parte de los proyectos de restauración (Echeverría-Ávila *et al.* 2019).

Asimismo, con el deterioro de estos ecosistemas se podría inferir que los grados de producción pesquera en los sistemas lagunares de Chiapas podrían tener un declive significativo en proporción directa a la destrucción o pérdida de los manglares.

### Consideraciones finales

Lo anteriormente expuesto debe considerarse como un componente en materia de conservación y no únicamente para beneficio de las actividades agrícolas y ganaderas; y las nuevas acciones que se planteen deberán enmarcarse dentro del Programa de Manejo Integral, además de cuantificar y evaluar los daños en las áreas de conservación que sean prioritarias. Es recomendable definir estrategias y políticas económicas, sociales y ambientales que consideren su delimitación, su protección y su restauración, para el uso racional de los recursos hídricos y bióticos asociados a ríos y humedales como reservas actuales y potenciales de agua dulce. Este proceso debe plasmarse en un Plan Regional en el Pacífico Sur, para el Manejo Integral de las Microcuencas, y que tenga como contraparte el Manejo Integral de las Zonas Costera y Marina.

A pesar de ser incuestionable la importancia del manejo adecuado del recurso hídrico, la información sobre el conocimiento integral de los ecosistemas costeros, vistos como componentes de una unidad hidrológica y como hábitats interconectados con otros, sigue siendo dispersa y aislada. Es posible concluir de manera preliminar, que para que haya un mejor uso de los recursos hídricos costeros es necesario enfocarse en la conservación, un aprovechamiento planificado que garantice la sostenibilidad de los bienes y servicios ambientales. Los ríos de la costa de Chiapas, debido a sus características físico-ambientales, son elementos clave en la conectividad de los niveles de la subcuenca, por lo que su manejo idóneo implicaría pasar del enfoque de *rectificación* hacia el de restauración y de rehabilitación.

### Literatura citada

- Barrasa-García S. 2016. De montaña, milpa y cañaveral. Transformaciones percibidas de los paisajes en la costa de Chiapas. *Investigaciones Geográficas* 93: 95-109. DOI: 10.14350/rig.54775
- Calva-Benítez LG, A Pérez-Rojas, AZ Márquez-García. 2006. Contenido de carbono orgánico y características texturales de los sedimentos del sistema costero lagunar Chantuto-Pazancola, Chiapas. *Hidrobiológica* 16(2): 127-136.
- Carbajal-Evaristo SS, C Tovilla-Hernández, JR Díaz-Gallegos, DM Infante-Mata, J Acosta-Velázquez. 2016. Evaluación del impacto del azolvamiento en la laguna Cerritos como consecuencia de la canalización del río Cintalapa, Chiapas. *En: E Velázquez-Velázquez, EI Romero-Bermy, G Rivera-Velázquez (eds.) Reserva de la biosfera La Encrucijada. Dos décadas de investigación para su conservación.* UNICACH, México. pp: 253-263.
- CONAPESCA. 2017. *Anuario estadístico de acuicultura y pesca 2017.* Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 296p.
- Contreras-Espinosa F. 2002. Importancia de la pesca ribereña en México. *Contactos* 46: 5-14.
- Contreras-Espinosa F. 2010. *Ecosistemas costeros mexicanos. Una actualización.* UAM-I. México. 513p.
- Cornejo X. 2013. Lectotypification and a new status for *Rhizophora x harrisonii* (Rhizophoraceae), a natural hybrid between *R. mangle* and *R.*

- racemosa*. *Harvard Papers in Botany* 18(1): 1-37. DOI: 10.3100/025.018.0106
- Cuevas-Portilla J. 2005. Las inundaciones en la costa de Chiapas en 1998: reflexiones sobre el posdesastre. *Revista de la Universidad Cristóbal Colón* 20: 61-71.
- De la Lanza-Espino G, MA Ortiz-Pérez, JL Carbajal-Pérez. 2013. Diferenciación hidrogeomorfológica de los ambientes costeros del Pacífico, del Golfo de México y del Mar Caribe. *Investigaciones Geográficas* 81: 33-50.
- Díaz-Gaxiola JM. 2011. Una revisión sobre los manglares: características, problemáticas y su marco jurídico. Importancia de los manglares, el daño de los efectos antropogénicos y su marco jurídico: caso sistema lagunar de Topolobampo. *Ra Ximhai* 7(3): 355-369.
- DOF. 2018. Acuerdo por el que se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación*. México. 11 de junio de 2018.
- Echeverría-Ávila S, R Pérez-Ceballos, M Zaldívar-Jiménez, J Canales-Delgadillo, R Brito-Pérez, M Merino-Ibarra, A Vovides. 2019. Regeneración natural de sitios de manglar degradado en respuesta a la restauración hidrológica. *Madera y Bosques* 25(1): 1-14. DOI: 10.21829/myb.2019.2511754
- Flores-Verdugo FJ, C Agraz-Hernández, D Benítez-Pardo. 2007. Ecosistemas acuáticos costeros: importancia, retos y prioridades para su conservación. En: O Sánchez, M Herzig, E Peters, R Márquez-Huitzil, L Zambrano (eds.). *Perspectivas sobre la conservación de ecosistemas acuáticos en México*. Instituto Nacional de Ecología, México. pp: 147-166.
- Galván-Fernández A, AZ Márquez-García. 2006. Descripción biofísica de la cuenca del río Coapa, Chiapas. *Hidrobiológica* 16(2): 107-120.
- Gellida-Esquina CA, RMC Moguel-Viveros. 2007. Pesquerías y pescadores artesanales de camarón en el Cordón Estuárico, La Joya, La Barra y Buenavista, Chiapas. Territorio, organización y tecnología. *Cuicuilco* 14(39): 35-78.
- Gerritsen P, JD van der Ploeg. 2006. Dinámica espacial y temporal de la ganadería extensiva: estudio de caso de la Sierra de Manantlán en la costa sur de Jalisco. *Relaciones. Estudios de historia y sociedad* 27(108): 165-191.
- Gómez-González AE, E Velázquez-Velázquez, R Rodiles-Hernández, AA González-Díaz, AF González-Acosta, JL Castro-Aguirre. 2012. Lista sistemática de la ictiofauna en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83(3): 674-686. DOI: 10.7550/rmb.24468
- Gómez-Ortega R, G de la Lanza-Espino, C Tovilla-Hernández, E Barba-Macias, J Valle-Mora, O Castañeda-López, E Ramos-Santiago. 2017. Cambios ambientales y tróficos a través de un análisis a largo plazo del sistema lagunar Chantuto-Panzacola, Chiapas, México. *Revista Ciencias Marinas y Costeras* 9(2): 75-100. DOI: 10.15359/revmar.9-2.4
- Lewis RR, EC Milbrandt, B Brown, KW Krauss, AS Rovai, JW Beever, LL Flynn. 2016. Stress in mangrove forests: Early detection and preemptive rehabilitation are essential for future successful worldwide mangrove forest management. *Marine Pollution Bulletin* 109(2): 764-771. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2016.03.006
- Machuca-Jiménez MA. 2014. *Diagnóstico del estado actual del uso y manejo de la zona costera en el estado de Chiapas*. Tesis de Maestría. ECOSUR. México. 193p.
- Mena-Herrera A, H Sumano-López, R Macías-Zamora. 2002. Efecto de la salinidad en el crecimiento de tilapia híbrida *Oreochromis mossambicus* (Peters) x *Oreochromis niloticus* (Linnaeus), cultivadas bajo condiciones controladas de laboratorio. *Veterinaria México* 33(1): 39-48.
- Núñez-Orozco AL, A Labastida-Che, JA Oviedo-Piamonte. 2013. Composición y abundancia de la ictiofauna en la franja sublitoral del Golfo de Tehuantepec, Oaxaca/Chiapas, México. *Ciencia Pesquera* 21(2): 29-40.
- Ovalle-Muñoz PJ. 2001. *Carretas-Pereyra, Pijijiapan: Pampa en agonía*. UNACH. México. 98p.
- Pérez-Nieto S, JL Arellano-Monterrosas, LA Ibañez-Castillo, FR Hernández-Saucedo. 2012. Estimación de la erosión hídrica provocada por el huracán Stan en las cuencas costeras de Chiapas, México. *Terra Latinoamericana* 30(2): 103-110.
- Reyes-Chargoy MA, C Tovilla-Hernández. 2002. Restauración de áreas alteradas de manglar con *Rhizophora mangle* en la Costa de Chiapas. *Madera y Bosques* 8(núm. esp. 1): 103-114.
- Rivera-Velázquez G, LA Soto, IH Salgado-Ugarte, EJ Naranjo. 2009. Assessment of an artisanal shrimp fishery of *Litopenaeus vannamei* in a lagoon-estuarine system based on the concept of maximum sustainable yield. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44(3): 635-646.
- Romero-Bermy EI, J Acosta-Velázquez, C Tovilla-Hernández, B Schmook, R Gómez-Ortega. 2015. Cambios de cobertura y fragmentación de manglares en la región del Soconusco, Chiapas, México, 1994-2011. *Revista Geográfica de*

- América Central* 1(54): 153-169. DOI: 10.15359/rgac.1-54.7
- Rueda L, AV Botello, G Díaz. 1997. Presencia de pesticidas organoclorados en dos sistemas lagunares de Chiapas, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 13(2): 55-61.
- Sánchez-Núñez JM, ME Serrano-Flores, DM Sangermán-Jarquín, A Navarro-Bravo, GR Vera-Alejandre, JA Cuevas-Sánchez, JL Macías-Vázquez. 2011. Eventos hidrometeorológicos extremos y desastres en comunidades rurales y urbanas en Motozintla, Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2(num. esp. 2): 167-181.
- Smith VH, GD Tilman, JC Nekola. 1999. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. *Environmental Pollution* 100: 179-196. DOI: 10.1016/S0269-7491(99)00091-3
- Tovilla-Hernández C. 2005. Agonía y desaparición de los ríos y humedales en la costa de Chiapas. *Ecofronteras* 25: 5-8.
- Tovilla-Hernández C, EI Romero-Berny. 2012. Diagnóstico estructural de los manglares de Chiapas y Oaxaca. En: AJ Sánchez, X Chiappa-Carrara, R Brito-Pérez (eds.). *Recursos acuáticos costeros del sureste*. CONACYT-CONCIYTEY/UNAM. México. Vol. 1. pp: 257-279.
- Turner RE. 1989. Factors affecting the relative abundance of shrimp in Ecuador. In: S Olsen, L Arriaga (eds.). *A sustainable shrimp mariculture industry for Ecuador*. Technical Report Series TR-E-6. International Coastal Resources Management Project Univ. Rhode Island. pp: 121-139.
- Vázquez-Yáñez C, Orozco-Segovia A. 2012. *La destrucción de la naturaleza*. Colección La Ciencia para Todos. Fondo de Cultura Económica. México. 102p.

*Recibido:* 2 de noviembre de 2019

*Aceptado:* 28 de octubre de 2019