

16. Perspectiva transdisciplinaria y bases ecológicas hacia el uso sostenible de los sistemas costeros frente al cambio global: observatorio para la resiliencia en Tabasco, México



GEMA HIDALGO RODRÍGUEZ*
JOSÉ GUADALUPE CHAN QUIJANO**

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.319.16>

Resumen

La mitigación de los impactos humanos en sistemas costeros conlleva el considerar localmente la confluencia en éstos de múltiples estresores. Este capítulo tiene por objetivo hacer una recopilación de los esfuerzos de investigación durante el desarrollo del proyecto del Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera (LANRESC), para la creación de un Observatorio Costero (OC) en el Estado de Tabasco, México, con una proyección de transdisciplina. Se propone, además, identificar aquellos vacíos de conocimiento, retos y oportunidades en la comprensión de los procesos complejos que ocurren en estos socioecosistemas. Para ello, se integró la información y se agrupó por orden cronológico, grupos temáticos, y acciones de comunicación y colaboración. Las bases ecológicas y elementos socioculturales y económicos analizados presuponen el reto de ahondar en los umbrales, interacciones a diferentes escalas y trayectorias del OC.

Palabras clave: *resiliencia, transdisciplina, sistemas costeros, cambio global.*

* Doctorado en Ecología y Pesquerías. Investigadora de tiempo completo en el Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad, A.C., México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3680-8410>

** Doctor en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable. Investigador nivel C en el Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad, A.C., México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4943-1202>

Introducción

El conocimiento de los fenómenos y procesos dinámicos que concurren en los geosistemas, de la problemática ambiental y de las capacidades de carga ecosistémicas a escala local son factores cruciales para considerar ante la perspectiva de un desarrollo sostenible (Arecas et al., 2011). Modelos conceptuales de manejo ampliamente utilizados, como el DPSIR (por sus siglas en inglés; Driving Forces-Pressures-State-Impacts-Responses) es un marco que contribuye a analizar y gestionar los problemas ambientales; sin embargo, carecen de especificidad y cuantificación, derivando en modelos más complejos, como DAPSI(W)R(M) (Patricio et al., 2016; Elliot et al., 2017). La comprensión del funcionamiento de los ecosistemas se torna aún más compleja al considerar los efectos del cambio climático, como el calentamiento y acidificación de los océanos, el aumento del nivel del mar y el incremento e intensidad de eventos hidrometeorológicos extremos.

El calentamiento del océano provoca cambios en las tramas tróficas marinas, por ejemplo, al producirse alteraciones en los productores primarios, que usualmente se observan en forma de floraciones algales con especies de dinoflagelados y cianobacterias potencialmente nocivas (Poot-Delgado et al., 2014). Este fenómeno puede traer consigo la eutrofización e hipoxia en zonas costeras (Muciño-Márquez et al., 2017). Además, las modificaciones en las tramas alimenticias afectan la diversidad de especies, la productividad pesquera y, con ello, las condiciones de vida de las poblaciones humanas que dependen de estos recursos. Las tormentas y huracanes provocan inundaciones, procesos erosivos en las costas y alteraciones estructurales en los hábitats.

Las playas y dunas costeras son los ecosistemas mejor representados a lo largo del litoral del golfo de México (Escobar-Briones, 2004). Estas proporcionan servicios como provisión de recursos y materias primas, protección costera y control de la erosión, captación y purificación de agua, secuestro de carbono, regeneración de nutrientes, mantenimiento de vida silvestre, espacios para la recreación, educación e investigación.

Los ecosistemas de manglar y lagunas costeras también proveen importantes bienes y servicios ambientales, relacionados con el mantenimiento de las pesquerías, filtrado de aguas residuales, amortiguamiento de tormen-

tas, fijación de nitrógeno, captura de carbono, almacén de recursos genéticos, así como valores culturales y éticos (Sanjurjo, 2005). Algunas estimaciones del valor recreativo de los humedales costeros ascienden a los 114 dólares americanos por hectárea (Sanjurjo, 2004) y hasta 900 dls. ha⁻¹ por el servicio de protección de pesquerías (Yáñez-Arancibia, 1995).

Los estudios a escala macroecológica en México se han concentrado notoriamente en el medio terrestre (90 %) y solo el 10 % en los tipos de hábitat marino y dulceacuícola, según Rodríguez et al. (2017), a diferencia de la tendencia encontrada a nivel mundial, donde el 35 % y el 9 % se han dedicado a los medios marino y dulceacuícola, respectivamente. Asimismo, el porcentaje del total de artículos científicos para México sobre invertebrados y peces es menor del 50 % que a nivel mundial, a diferencia de otros grupos taxonómicos sobre los que se produjo mayores porcentajes, como mamíferos, anfibios y reptiles.

Entre los principios rectores del “Plan de reestructuración estratégica del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología Conahcyt (2018-2024)” se encontró el desarrollo de proyectos de investigación interdisciplinarios de alto nivel académico sobre prevención de desastres naturales y respuesta ante ellos. De igual modo, se consideran los temas de restauración ambiental, cuidado del agua y evaluación de los impactos de acciones extractivas y de industrias diversas. Todo ello toma particular relevancia en zonas costeras.

Los impactos del cambio global en la costa de Tabasco

El funcionamiento del sistema ecológico de la costa está sincronizado con los ciclos climáticos que, a su vez, están regulados por procesos de escala planetaria (Chiappa-Carrara, 2012). La modificación del sistema climático global por efecto de la actividad humana implica, por tanto, que se alteren también los ciclos de los seres vivos. En el trópico, la fenología o relación entre los factores climáticos y los ciclos biológicos tiene una componente importante dada por la precipitación. En la región sureste de México, el período de secas entre marzo y mayo se debe a la condición anticiclónica

dominante en el Atlántico Norte. En verano, la influencia de los vientos alisios y la formación de fenómenos de baja presión provocan lluvias a partir de junio, cuya frecuencia se intensifica hacia el mes de septiembre. De noviembre a febrero inciden mayormente sistemas frontales fríos, con vientos del norte que se saturan de humedad cuando cruzan el golfo de México.

Los ecosistemas costeros en la región son afectados, además, por la dinámica de las corrientes, mareas y el balance o relación entre sedimentación y erosión de la línea de costa, que favorecen la formación natural de cordones de playa o barras litorales, sistemas estuarinos deltaicos y fluvio-lagunares (de la Lanza-Espino, 2013). En los estuarios, zonas transicionales entre el medio fluvial terrestre y el océano, se producen gradientes de densidad a diferentes profundidades y temperaturas, que provocan gradientes de presión que, a su vez, generan procesos de turbulencia e inducen la circulación. Estas condiciones los convierten en áreas importantes por su diversidad, producción biológica y como fuente o sumidero de sustancias y partículas que circulan a lo largo de los ecosistemas costeros.

El cambio global alude al incremento de algunos estresores y shocks provocados por la actividad humana, que influyen en los patrones de vida y conducta (Ashton et al., 2022), amenazando y afectando los múltiples servicios ecosistémicos costeros de regulación (control de inundaciones y consolidación del sustrato, captura y almacén de carbono [carbono azul], depuración de agua, retención de sedimentos, reducción de la salinidad), de provisión (alimentos y medicinas), de cultura (recreación, educación, arte, investigación) y de soporte (hábitats para alimentación, refugio, descanso y zonas de cría de especies importantes para la conservación; Meave et al., 2021). Actividades económicas claves, como la pesca, el turismo y la portuaria, dependen de las condiciones geomorfológicas de las costas e integridad ecológica de sus sistemas de manglares y humedales, lagunas, playas y dunas.

Por otra parte, las cuencas del Grijalva-Usumacinta, el segundo mayor sistema fluvial de Norteamérica y más caudaloso de Mesoamérica, escurren en su porción noroccidental hacia el estado de Tabasco. Esta zona contiene la mayor extensión de seis tipos de humedales costeros del país, con funciones claves ecológica, económica y social, proporcionando complejidad estructural, heterogeneidad de hábitats y soporte para el mantenimiento de

la productividad regional y de las pesquerías comerciales (Toledo-Ocampo y Soto, 2014).

Los manglares, como parte de bosques inundados, los pastos marinos, y otros humedales como herbazales inundados pueden almacenar más carbono por unidad de área denominado carbono azul que los bosques tropicales, además de proveer servicios claves de protección de la infraestructura costera, filtración y remoción de contaminantes del agua, zonas de cría de especies de importancia ecológica y económica, como el cangrejo azul, y ecoturismo. De ahí que su conservación y restauración ecológica sean soluciones costo-efectivas de mitigación y adaptación al cambio climático, que deben integrarse en las estrategias nacionales y estatales de cambio climático y de biodiversidad. Su implementación constituye una necesidad inminente y una oportunidad de incidencia en política pública y de acceso a financiamiento innovador de conservación (FMCN, 2016).

Asimismo, la existencia de petróleo en el territorio tabasqueño provocó el surgimiento del Pacto Ribereño durante la primera mitad de la década de 1970, movimiento campesino contra la explotación y la contaminación de las aguas, los sedimentos y los organismos con altos niveles de hidrocarburos; además, las actividades económicas principales como la pesca y la producción de ostión son vulnerables a la bioacumulación de contaminantes. Con el transcurso de los años, los contaminantes que se generan en la cuenca alta y media, el uso de plaguicidas en la agricultura, así como de solventes, grasas, aceites, fenoles, compuestos azufrados, nitrógeno, mercurio y plomo, derivados de las acciones de la industria petroquímica, han provocado daños ecológicos irreversibles en diferentes humedales.

Hoy, ante el escenario de la construcción de una refinería, como activo estratégico de prioridad nacional, junto al Puerto Dos Bocas y el incremento correspondiente de la actividad industrial y portuaria en el área, el crecimiento demográfico y de infraestructura costera en un contexto de rezago educativo de las comunidades, no debe perderse de vista, la resiliencia de los sistemas costeros de Tabasco para afrontar los cambios pasados, presentes y futuros. Es importante considerar, igualmente, la vulnerabilidad de esta zona a las inundaciones y el retroceso de la costa por su relieve bajo, teniendo en cuenta que en la misma confluyen e interactúan cuantiosos recursos naturales y económicos (Chan-Quijano y Alejandro-Izquierdo, 2024).

El cambio de uso del suelo, por ejemplo, para establecer plantaciones de coco, cacao, o palma de aceite y, en general, para la agricultura y la ganadería, así como la práctica tradicional de extracción de madera como fuente de tinte natural o de leña, han contribuido a la deforestación y fragmentación de los hábitats, tanto en la cuenca como en la zona costera, provocando mayor acarreo de sedimentos, sedimentación, azolvamiento y efectos negativos sobre la biodiversidad en las lagunas costeras. Aunado a los procesos de contaminación, provenientes de la agricultura, la urbanización y la actividad industrial, la canalización y represamiento de cauces de agua han provocado fuertes impactos en la calidad del agua.

Las pesquerías en la zona ribereña y en mar abierto enfrentan problemas severos para su subsistencia (Tovilla et al., 2010). Por otra parte, el turismo no planificado y la construcción de infraestructura costera, en particular de parques industriales, muelles, carreteras y canales, implican otras presiones constantes, causando impacto ambiental por modificación de las costas y cambio de uso del suelo, alteraciones del régimen hídrico y diferencias socioeconómicas marcadas, que no favorecen a las comunidades locales.

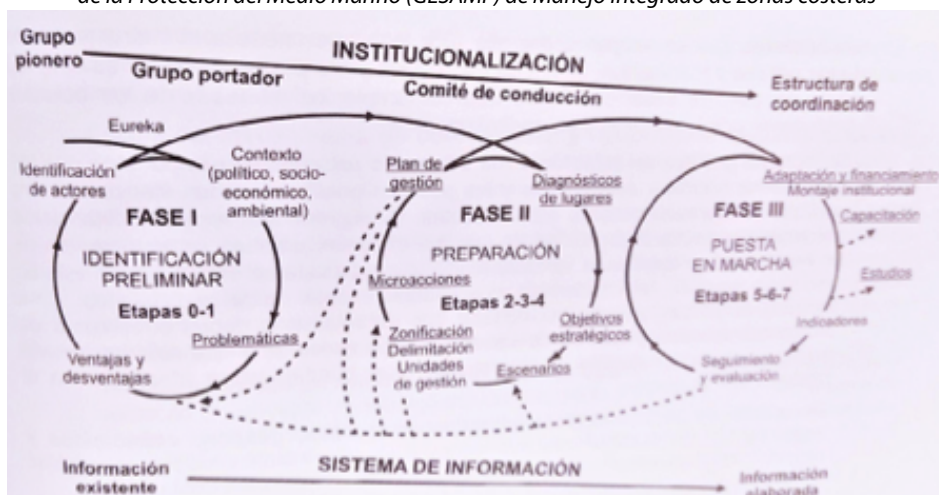
El crecimiento poblacional desordenado, a su vez, causa aculturación, violencia y crimen en las ciudades costeras (Pelling, 2012). A esto se añade la extracción ilegal de fauna silvestre, a menudo provocando incendios que destruyen extensiones amplias de terreno de humedales, la proliferación de especies invasoras como el pez diablo, cuya acción contribuye al deterioro y erosión de las márgenes de los sistemas acuáticos, el incremento de organismos productores de sustancias potencialmente tóxicas y nocivas, todo lo anterior unido a los efectos del cambio climático como estresores de las zonas costeras (Mendoza-Carranza, 2008; Barba-Macías et al., 2017). Por ejemplo, ocurren procesos de salinización que alcanzan hasta varios kilómetros de las costas por la pérdida del estrato vegetal, intensificación de la evapotranspiración, reducción de la infiltración y retroceso de la costa, provocando que la concentración salina sea mayor. Estos cambios en la salinidad influyen tanto en las comunidades acuáticas como en las poblaciones humanas.

Al modelo de gestión de los ecosistemas en un espacio geográfico se puede aplicar la perspectiva de enfoque ecosistémico, como marco conceptual y metodológico para el manejo de los ecosistemas hacia su desarrollo sostenible, en el contexto de la política pública (Andrade et al., 2011). Es

crucial llevar a cabo modelos de planeación participativa, basados en el diagnóstico de la problemática en cada localidad o comunidad particular, que se traduzcan en programas integrales sustentables a partir del consenso y actuación corresponsable civil e institucional (Toledo y Bartra, 2000). Estos Programas de Desarrollo Comunitario incluyen un ordenamiento ecológico y la definición de los recursos necesarios para ejecutar los proyectos y acciones acordados, con base en objetivos y metas concretas, lo que permite evaluar su desempeño y cumplimiento.

Con base en instrumentos políticos, jurídicos, de planificación y de gestión, el Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC) es un proceso dinámico que reúne gobiernos y sociedades, científicos y administradores, intereses públicos y privados en pro de la protección y del desarrollo de sistemas y recursos costeros, utilizándolos razonablemente (figura 16.1). Las guías para el MIZC proveen orientaciones valiosas para aplicar estrategias basadas en un enfoque ecosistémico, que permitan la planificación y gestión territorial de los espacios litorales y deriven en prácticas sustentables (Muniz et al., 2013).

Figura 16.1. Proceso de ciclo del Grupo de Expertos sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Marino (GESAMP) de Manejo Integrado de zonas costeras



Fuente: Muniz et al. (2013).

El Observatorio Costero para la Resiliencia (OCR-LANRESC) en el estado de Tabasco

Desde el año 2015, el Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera (LANRESC) viene avanzando en el estudio de los sistemas costeros de México, y entre sus líneas estratégicas se encuentra la creación de siete Observatorios Costeros para la Resiliencia (OCR), como un proyecto para el monitoreo y evaluación de la resiliencia de distintos socioecosistemas costeros. Uno de estos observatorios, el OCR-DBP, se ubica en la costa central del estado de Tabasco. El mismo comprende las zonas del puerto y la refinería de Dos Bocas, así como dos áreas naturales protegidas en el municipio costero de Paraíso, entre éstas, la laguna costera de Mecoacán.

Entre las principales actividades realizadas en el socioecosistema del OCR-DBP, organizadas por el LANRESC, se incluyen en orden cronológico, diferenciadas por cuatro grupos temáticos y acciones, de comunicación de la ciencia y de colaboración:

Clima

- Un estudio del estado del clima y sus proyecciones bajo cambio climático (2019).
- Un proyecto sobre indicadores climáticos (2023).

Socioeconomía

- Un estudio de percepción social ante el cambio climático (2019).
- Un análisis socioeconómico, de accesibilidad espacial a servicios de hospitalización para los habitantes del municipio de Paraíso y de caracterización socioeconómica de este municipio (2019).
- Un estudio de la gobernanza y percepción social de cooperativas pesqueras de escama (2022).

Análisis geoespacial

- Un análisis geoecológico del paisaje (2019).
- Generación de Geoportal con delimitación, hexagonalización, etc. por parte de la Coordinación geoespacial (2022).

Ecosistemas

- Estudio de parámetros físico-químicos del agua, y fitoplancton con énfasis en especies potencialmente tóxicas y nocivas, en laguna y costa adyacente (2019).
- Estudio prospectivo de macrofauna bentónica en laguna y costa adyacente (2019).
- Estudio ictiológico histórico y reciente de la laguna y su zona costera adyacente (2019).
- Estudio microbiológico en laguna y costa adyacente (2021).
- Estudio de macrofauna e hidrocarburos en sedimentos, en playas arenosas (2021).
- Cuatro campañas anuales consecutivas simultáneas de estudio de la calidad del agua en los OCR, con mediciones de parámetros físico-químicos, muestreos de nutrientes, de cafeína y de fitoplancton, en laguna y costa adyacente (2021-2024).
- Tres estudios de macrofauna e hidrocarburos en sedimentos de laguna y costa adyacente (2021-2023-2024).

Comunicación de la ciencia

(con la Coordinación Operativa del LANRESC)

- Un capítulo para una serie documental sobre los OCR (2021) (ver en <https://youtu.be/rYDmCvSx7zU>).
- Aportes al proyecto del OCR en la plataforma iNaturalist de ciencia ciudadana (a partir de 2021) (<https://mexico.inaturalist.org/projects/dos-bocas-observatorio-costero>).

- Una mesa de análisis y debate sobre la problemática del OCR, con expertos de diferentes sectores (2021) (ver en https://www.youtube.com/watch?v=_VboSX0TjEo).
- Desarrollo del acervo bibliográfico del OCR (2024).

Colaboración

- Con otros laboratorios y grupos de investigación nacionales y extranjeros, para el diseño y desarrollo de proyectos de ciencia aplicada a la resiliencia costera y políticas públicas (2019-2024).
- Talleres participativos y generación de la primera tarjeta de reporte socioambiental del OCR (2022) (https://lanresc.mx/publicaciones/tarjetas_reporte/tarjeta-de-reporte-dos-bocas-2022/).
- Participación en redes científicas nacionales e internacionales.

Vacíos de conocimiento, retos y oportunidades en la implementación del OCR-DBP

El desarrollo industrial, crecimiento urbano, conflictos sociales y convergencia espacial de las actividades humanas y recursos naturales claves en el socioecosistema del OCR-DBP, expuesto a los estresores y shocks relacionados con el cambio climático, nos alerta ante la degradación potencial de los ecosistemas naturales. Por tal motivo, es crucial seguir ahondando en indicadores, índices y modelos más precisos, con protocolos estandarizados y replicables, que nos permitan realizar comparaciones a diferentes escalas espaciotemporales y determinar la redundancia estructural y funcional en ecosistemas naturales para sostener la biodiversidad, sus procesos e interacciones asociados, y con ello garantizar la sostenibilidad de los servicios o valores que estos aportan al humano. Asimismo, definir umbrales, posibles impactos sinérgicos y trayectorias del OC, con base en análisis inter y transdisciplinarios.

Posibles estrategias de manejo ambiental

Se ha destacado en diferentes foros la pertinencia, como estrategia de gobernanza, de conciliar los planes de desarrollo regional federal, estatal y municipal, en particular para el polígono que comprende el OCR-DBP; en este caso, el Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal alineado con el de Ordenamiento Territorial del Ayuntamiento de Paraíso, con participación y consulta ciudadana para la búsqueda de soluciones de manejo adaptativas, basadas en la naturaleza y de beneficio común, impulsando los sectores productivos que equilibren los ingresos locales versus los del sector petrolero.

Tener en cuenta un manejo de residuos adecuado, así como el funcionamiento de plantas de tratamiento de aguas residuales para prevenir y mitigar los riesgos de contaminación, ante el inminente crecimiento y de la mancha urbana. Continuar estudios hacia la modelación más precisa de escenarios posibles al 2030 y 2050, basados en criterios de cambio climático.

Incidir en la adopción de medidas para la reducción de emisiones de gases tóxicos y contaminantes de efecto invernadero al ambiente, así como de derrames de hidrocarburos. Por ejemplo, mediante programas de compensación económica de impactos ambientales, manteniendo los estudios antes, durante y después de los posibles impactos, y considerando los costos sociales, ambiental y de remediación.

Continuar propiciando espacios de planeación, con participación de actores clave del territorio, que tengan responsabilidades en diferentes actividades y proyectos, así como la colaboración y coordinación entre instancias de gobierno y academia, y la interinstitucional de cooperativas, empresas y asociaciones civiles.

Dar prioridad a la reforestación de manglares y a la conservación de humedales de pastizales.

Velar por el cumplimiento de las leyes en materia ambiental, fortaleciendo los mecanismos de vigilancia para que esto se cumpla, y propiciar programas educativos sobre la importancia del ambiente y de los ecosistemas.

Referencias

- Andrade, A., Arguedas, S., y Vides, R. (2011). *Guía para la aplicación y monitoreo del enfoque ecosistémico*. Bolivia: Editorial FCBC.
- Areces, A. J., Machín, J. L., López-Kramer, J. M., Martínez-Bayón, J. C., Martínez-Iglesias, J. C., Piñeiro, R., Quintana-Orovio, M., y Salinas, E. (2011). Las claves de la sustentabilidad ecológica. *Serie Oceanológica*, 9, 73-95.
- Ashton, G. V., Freestone, A. L., Duffy, J. E., Torchin, M. E., Sewall, B. J., Tracy, B., ... y Ruiz, G.M. (2022). Predator control of marine communities increases with temperature across 115 degrees of latitude. *Science*, 376(6598), 1215-1219. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abc4916>
- Barba-Macías, E., Mendoza-Carranza, M., Trinidad-Ocaña, C., Juárez-Flores, J., y Martínez-Gutiérrez, M. L. (2017). *Contrastes en el manejo del cangrejo azul y el pez diablo: perspectivas de los pobladores de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco*. México: El Colegio de la Frontera Sur.
- Chan-Quijano, J. G., y Alejandro-Izquierdo, C. M. (2024). Cambios sociales y ambientales en Paraíso, Tabasco, por la Refinería Olmeca en Dos Bocas. En E. A. García-Rivera, D. Matías-Sánchez y D. E. Ramos-Muñoz (Coords.), *Vivir y trabajar en ciudades con hidrocarburos* (pp. 109-132). México: Universidad Autónoma de Tamaulipas, Editorial Fontamara.
- Chiappa-Carrara, J. (2012). Sur del Golfo de México: alcances y retos. En A. J. Sánchez, J. Chiappa-Carrara y R. Brito-Pérez (Eds.), *Recursos acuáticos costeros del sureste*. (vol. 2, pp. 21-27). Mérida, Yucatán: Fondo Mixto de CONAHCyT-Gobierno del Estado de Yucatán, Red para el Conocimiento de los Recursos Costeros del Sureste, Universidad Nacional Autónoma de México.
- De la Lanza-Espino, G. (2013). Diferenciación hidrogeomorfológica de los ambientes costeros del Pacífico, del Golfo de México y del Mar Caribe. *Investigaciones Geográficas*, 81, 33-50.
- Elliott, M., Burdon, D., Atkins, J.P., Borja, A., Cormier, R., de Jonge, V.N. y Turner, R.K. (2017). And DPSIR begat DAPSI(W)R(M)!" - A unifying framework for marine environmental management. *Marine Pollution Bulletin*, 118, 27-40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.03.049>
- Escobar-Briones, E. (2004). Estado del conocimiento de las comunidades bénticas en el Golfo de México. En M. Caso, I. Pisanty y E. Ezcurra (Eds.), *Diagnóstico ambiental del Golfo de México*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Instituto de Ecología, Harte Research Institute for Golfo of Mexico Studies.
- Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. (2016). *Informe anual 2016*. México: Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN), A.C.
- Initiative 20x20. (2011). Mexico: restoration approach. <https://initiative20x20.org/regions-countries/mexico>
- Meave, J. A., Gallardo-Cruz, J. A., Méndez-Hernández, C. A., Martínez-Camilo, R., Vé-

- liz-Pérez, M. E., y Carabias, J. (Coods.) (2021). *Tipos de vegetación de la cuenca del río Usumacinta*. Ciudad de México: Universidad Iberoamericana.
- Mendoza-Carranza, M. (2008). El manejo de productos pesqueros en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco. En W. Arévalo-Frías, C.C. Hernández-Lazo, y M. Mendoza-Carranza (Eds.), *Manejo, procesamiento y transformación de los productos pesqueros con énfasis en los recursos de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla* (pp. 13-25). México: El Colegio de la Frontera.
- Muciño-Márquez R. E., Aguirre-León, A., Figueroa-Torres, M. G. (2017). Evaluación del estado trófico en los sistemas fluvio-lagunares Pom-Atasta y Palizada del Este, Campeche, México. *Hidrobiológica*, 27(3), 281-291. <https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbshidro/2017v27n3/Mucino>
- Muniz, P., Lana, P., Venturini, N., Elias, R., Vallarino, E., Bremec, C., Martins, C., y Sandrini-Neto, L. (2013). *Un manual de protocolos para evaluar la contaminación marina por efluentes domésticos*. Uruguay: Universidad de la República, Montevideo.
- Patricio, J., Elliot, M., Mazik, K., Papadopoulou, K. N, y Smith, C. J. (2016). DPSIR-Two decades of trying to develop a unifying framework for marine environmental management? *Frontiers in Marine Sciences*, 3, 177. <https://doi.org/10.3389/fmars.2016.00177>
- Pelling, M., y Blackburn, S. (2013). *Megacities and the coast: risk, resilience and transformation*. UK: Routledge.
- Poot-Delgado, C. A., Rosado-García, P. I., y Guzmán-Noz, Y. A. (2014). Fitoplancton marino potencialmente nocivo en las aguas costeras de Campeche. En A. V. Botello, J. Rendón von Osten, J. A. Benítez y G. Gold-Bouchot (Eds.), *Golfo de México: contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias* (pp. 117-132). Campeche, México: Universidad Autónoma de Campeche, Instituto de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados.
- Rodríguez, P., Villalobos, F., Sánchez-Barradas, A., y Correa-Cano, M. E. (2017). La macroecología en México: historia, avances y perspectivas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88, 1, 52-64.
- Sanjurjo, E. (2004). Estimación de la demanda por los servicios recreativos del manglar en Marismas Nacionales: una aplicación de la metodología de valoración contingente en La Tobará. Segundo Congreso Anual de la Asociación Latinoamericana de Economistas Ambientales (ALEAR). Oaxaca, México.
- Sanjurjo-Rivera, E., y Welsh-Casas, S. (2005). Una descripción del valor de los bienes y servicios ambientales prestados por los manglares. *Gaceta Ecológica*, 74, 55-68.
- Toledo, C., y Bartra, A. (2000). *Del círculo vicioso al círculo virtuoso: cinco miradas al desarrollo sustentable de las regiones marginadas*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Plaza y Valdés.
- Toledo-Ocampo, A. y Soto, L. A. (2014). El gran ecosistema del Golfo de México: marco conceptual. En A. V. Botello, J. Rendón von Osten, J. Benítez y G. Gold-Bouchot (Eds.), *Golfo de México: contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias*

(pp. 1-36). Campeche, México: Universidad Autónoma de Campeche, Instituto de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados.

Tovilla, C., Pérez, J. C., y Arce, A. M. (2010). Gestión litoral y política pública en México: un diagnóstico. En J. M. Barragán-Muñoz (Coord.), *Manejo costero integrado y política pública en Iberoamérica: un diagnóstico, necesidad de cambio* (pp. 15-40). España: Red Red Iberoamericana de Manejo Costero Integrado.

Yáñez-Arancibia, A., Seijo, J. C., Lara-Domínguez, A. L., Villalobos, G. J., Rivera, E., Rojas, J. L., Cabrera, M.A., Euán, J., y Pérez-Espinosa, E. (1995). *Valoración económica de los ecosistemas: el caso de los manglares*. Campeche, México: Programa de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México.