

THE GULF OF MEXICO ECOSYSTEM

Strategic Priority for Sustainable Development

ALEJANDRO YÁÑEZ-ARANCIBIA
JOSÉ LUIS ROJAS GALAVIZ
PATRICIA SÁNCHEZ-GIL
ANA LAURA LARA-DOMÍNGUEZ
*Programa Regional de Ecología, Pesquerías
y Oceanografía del Golfo de México,
Epomex/Universidad Autónoma de Campeche*

RÉSUMÉ

Le Golfe du Mexique constitue le bassin d'eaux protégées le plus important de l'Océan Atlantique, et forme une partie substantielle de la région de la "Grande Caraïbe", ou Méditerranée américaine, où convergent les Zones Économiques Exclusives (ZEE) de trois pays. C'est un grand écosystème marin (GEM) et un écosystème international, qui doit être protégé et utilisé de façon à optimiser les revenus économiques et environnementaux qu'y produit l'utilisation de ses ressources. On citera comme principales utilisations: l'expansion urbaine, les pêcheries, l'exploitation des minéraux et du pétrole, le tourisme, les transports maritimes. À cause de son importance sociale, politique, économique et scientifique, l'exploitation rationnelle, la protection et la préservation du Golfe du Mexique doivent constituer une priorité nationale: son intégrité écologique se trouve menacée et la gestion d'un développement soutenu du Golfe devient incertaine.

SAMENVATTING

De Golf van Mexico is het grootste bekken van beschermde wateren van de Atlantische Oceaan en vormt een belangrijke deel van de Caraïbische regio. Het betreft een grote internationale ecosysteem, dat beschermd moet worden en dat ook op verantwoorde wijze gebruikt moet worden voor de stedelijke expansie, de visserij, delfstoffen en olie, toerisme en zeetransport. Wegens sociale, politieke, economische en wetenschappelijke belangen moet de rationele exploitatie en bescherming van de Golf van Mexico een nationale prioriteit zijn, want haar ecologische integriteit is in gevaar en haar duurzame ontwikkeling is onzeker.

CRÍTICA

EL ECOSISTEMA DEL GOLFO DE MÉXICO

Prioridad estratégica para el desarrollo sostenible¹

ALEJANDRO YÁÑEZ-ARANCIBIA

JOSÉ LUIS ROJAS GALAVIZ

PATRICIA SÁNCHEZ-GIL

ANA LAURA LARA-DOMÍNGUEZ

*Programa Regional de Ecología, Pesquerías
y Oceanografía del Golfo de México,
Epomex/Universidad Autónoma de Campeche*

RESUMEN

El Golfo de México es la cuenca de aguas protegidas más grande del océano Atlántico. Constituye una parte sustancial de la región del Gran Caribe, el "Mediterráneo americano". Las zonas económicas exclusivas de tres países convergen en el Golfo. Se trata de un gran ecosistema marino (GEM). El Golfo es un ecosistema internacional y debe ser protegido y utilizado de manera que se optimicen los recursos económicos y ambientales que resultan del aprovechamiento de sus recursos. Los principales usos incluyen: expansión urbana, pesquerías, minerales y petróleo, turismo, transporte marítimo. Por la importancia social, política, económica y científica, la explotación racional, la protección y la conservación del Golfo deben constituir una prioridad nacional, porque la integridad ecológica de la zona está en riesgo y su desarrollo sustentable se torna incierto.

¹ Versión revisada y ampliada del trabajo presentado en la I Reunión Técnica de Ecología y Medio Ambiente del Golfo de México, en el marco de la Primera Conferencia de Gobernadores del Golfo de México, celebrada en Veracruz, México, los días 6 y 7 de septiembre de 1995.

N. de la R.: Al revisar y recuperar los resultados de su ambicioso proyecto de investigación actual, este equipo de investigadores de Epomex/Universidad Autónoma de Campeche prepararon un breve panorama acerca de la problemática contemporánea que presenta la frontera marino-costera de México hacia la cuenca del Gran Caribe (el Golfo de México), una zona que sin duda ha empezado a mostrar signos dramáticos de deterioro ambiental. Se trata de un material de investigación claramente inscrito en el género de la revisión crítica —debido a su contenido panorámico y al nexo de los autores con las fuentes empleadas— que, por otra parte, convalida las cada vez mayores perspectivas de vinculación académica con el diseño de estrategias de desarrollo regional integral.

ABSTRACT

The Gulf of Mexico is the largest area of protected waters in the Atlantic Ocean. It is a substantial part of the Greater Caribbean or American Mediterranean sea. The exclusive economic zone of three countries converges in the Gulf, which also constitutes a large marine ecosystem. The Gulf is an international ecosystem and must be protected and used in such a way as to optimize the economic and environmental returns from the exploitation of its resources. These include urban expansion, fisheries, mineral and petroleum, tourism and sea transport. Because of the social, political, economic and scientific importance of the region, its reasonable exploitation, protection and conservation should be a national priority, for the ecological integrity of the Gulf of Mexico is in danger and its sustainable development uncertain.

EL GOLFO DE MÉXICO, UN GRAN ECOSISTEMA MARINO

Gran ecosistema marino (GEM) es la traducción de "*large marine ecosystem*" (LME), sigla ampliamente difundida en la literatura marinocostera. Los GEM han sido identificados como las principales regiones del océano caracterizadas por aspectos únicos como batimetría, hidrografía, estructura trófica y productividad biológica; las interacciones del subsistema y sus recursos vivos son muy fuertes en comparación con las mantenidas con organismos que se hallan fuera de este subsistema (Sherman y Laughlin, 1992). El Golfo de México es uno de los 49 GEM reconocidos actualmente en el mundo (Kumpf y Steidinger, 1996).

El Golfo de México no debe ser observado solamente desde sus aguas someras estuarinas, aun cuando éstas modulan su productividad. Se trata de un amplio océano abierto, con una extensa plataforma continental que abarca más de un tercio de la superficie total (véase figura 1). Lo circulan dos principales fuerzas de corrientes marinas. Uno de estos flujos geostróficos es la Corriente de Lazo (*loop current*) que penetra al Golfo de México entre la península de Yucatán y Cuba, y se dirige hacia el norte con una rama directa hacia el este, para abandonar el Golfo por el estrecho de la Florida y contribuir a la formación de la Corriente del Golfo.

La Corriente de Lazo desprende remolinos anticiclónicos que circulan sobre la plataforma continental. Un componente occidental forma remolinos que se mueven a lo largo de las costas de Texas y de la plataforma continental de Tamaulipas y el norte de Veracruz. Condiciones meteorológicas

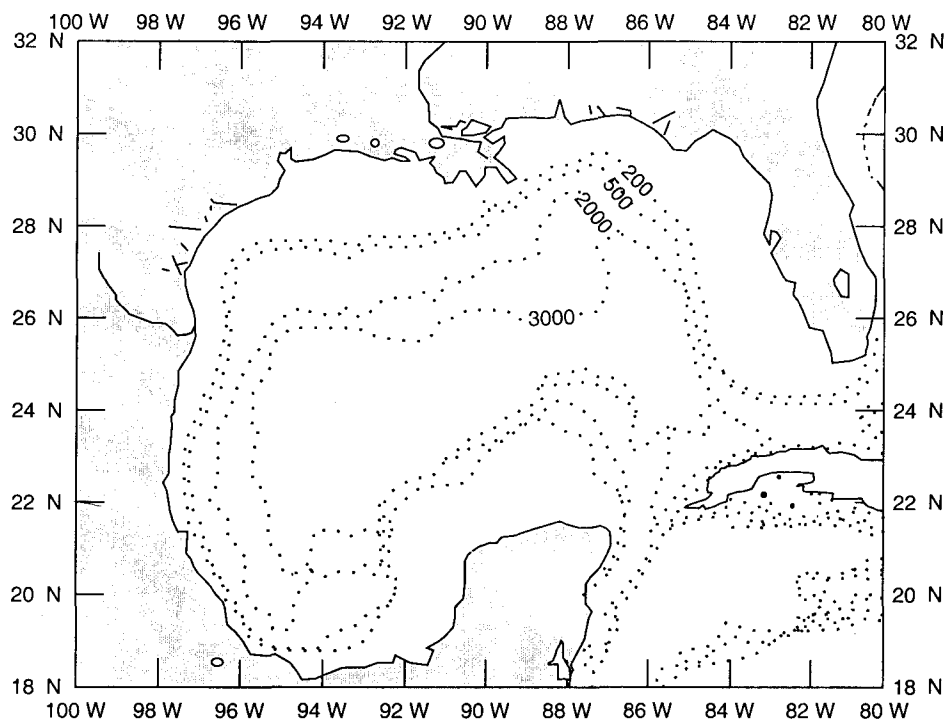


FIGURA 1

lógicas y climáticas estacionales afectan los flujos de estas corrientes, las cuales a su vez condicionan la abundancia y distribución de los organismos vivos. Se puede asegurar que por estas condiciones oceanográficas, la basura descargada a través de la boca del río Orinoco en Venezuela, o del Magdalena en Colombia, puede ser encontrada en Matamoros y Tampico, en Tamaulipas, en Veracruz; en las bahías de Florida o de Biscayne, o bien, en puntos intermedios del Golfo de México, como un efecto de estos sistemas de corrientes.

Los otros principales sistemas naturales que modulan la circulación costera del Golfo de México son la descarga del río Mississippi, que drena más de dos terceras partes de las aguas continentales de los Estados Unidos en la costa occidental del Golfo, y la del sistema Usumacinta-Grijalva, que junto con otros ríos mexicanos drenan más de 60% de las aguas continentales de México. En ambos casos se configuran amplias y persistentes plumas estuarinas sobre la plataforma continental, que determinan amplios ambientes sedimentados terrígenos y las áreas de mayor fertilidad acuática del Golfo.

Es ampliamente reconocido que el Golfo es vulnerable y frágil. Los impactos humanos en regiones específicas pueden ser muy severos. Sin embargo, la última frontera de prueba son los impactos acumulativos producidos por cambios naturales o inducidos por el hombre, sobre todo en el ámbito del Golfo de México como GEM y sus recursos acuáticos vivos (Botello *et al.*, 1996). La estimación de las relaciones causa-efecto, mediante la correcta identificación de especies indicadoras o conjunto de especies, permite determinar los niveles y la extensión de las perturbaciones inducidas por el hombre (Weber *et al.*, 1992).

En el Golfo de México hay tres regiones de importancia tradicional: la plataforma continental de la península de Florida, la plataforma continental influida por el delta del río Mississippi y la plataforma continental del sur del Golfo de México, donde destaca la configuración fisiográfica de la sonda de Campeche. Estas grandes regiones presentan diferencias significativas en lo que respecta a los procesos costeros y los procesos ecológicos, pero también presentan características comunes.

El norte del Golfo de México comprende las aguas templadas de los Estados Unidos, desde Florida hasta Texas. Esta región se caracteriza por la baja temperatura de sus aguas superficiales, por tener escasas áreas de arrecife de coral vivo, así como por presentar sistemas estuarinos con ambientes de manglares y algunos ríos que antes de llegar al mar se mezclan con aguas oceánicas en embahiamientos costeros. Los corales y

los sistemas lagunares-estuarios con manglares son todavía poco conocidos en la estructura y dinámica de sus recursos vivos y en sus interacciones físicas y biológicas con la plataforma continental.

El gran delta del río Mississippi ha depositado durante cientos de años gigantescas capas de sedimentos finos, y de este modo se ha introducido profundamente en la plataforma continental. El delta y sus diferentes marcas han provocado una división entre la ictiofauna noroccidental del Golfo. El delta y sus litorales desde Alabama hasta Texas han intervenido en la formación de pantanos, lagunas costeras, estuarios, una amplia plataforma continental con frentes de playa antiguos. Asimismo, determina una gran actividad ecológica entre la planicie costera y las aguas neríticas de la plataforma continental. La evidente importancia de las relaciones ecológico-pesqueras en el Golfo ha sido determinante, en los últimos años, para el avance de las investigaciones de comunidades de peces que buscan hacer compatibles las ciencias pesqueras con las ciencias ecológicas, y en esto se ha observado un avance considerable.

A su vez, al sur del Golfo, el gran delta del sistema Usumacinta-Grijalva ha modulado, por procesos similares a los del Mississippi, la configuración geomórfica y ecológica del litoral, propiciando la formación de los más importantes humedales costeros de México, además de lagunas y estuarios (Yáñez-Arancibia y Day, 1988; Ortiz *et al.*, 1995).

RECURSOS ACUÁTICOS VIVOS Y ECOSISTEMAS

La expresión "recursos acuáticos vivos" se utiliza básicamente para contrastar con los "recursos no vivos". Los recursos vivos incluyen todo el rango de organismos, plantas y animales, desde las bacterias hasta los depredadores. La diversidad, distribución, abundancia y persistencia de estos organismos en el ecosistema, dentro de rangos de variabilidad natural, son los indicadores del estado de salud del Golfo o, por el contrario, de las perturbaciones inducidas al sistema ecológico (Lara-Domínguez *et al.*, 1993). Por ello, es fundamental disponer de diagnosis del estado de las principales poblaciones biológicas naturales y de la estructura de las comunidades de los recursos acuáticos vivos.

Debido a que el Golfo de México tiene una plataforma continental relativamente somera y amplia, los procesos deltaicos, la influencia de los ríos en el mar y la presencia de grandes y numerosos sistemas estuarinos, constituyen una característica que se presenta en diversos

puntos ubicados entre las penínsulas de Florida y Yucatán. La sonda de Campeche presenta similitudes con la plataforma de Florida por los pastos marinos, los manglares y la presencia de algunos arrecifes de coral aislados. Si bien es cierto que estas características no se presentan en la región del Mississippi, aún hay más similitudes entre Campeche y la región de Louisiana-Texas por los procesos deltaicos, el avance de sedimentos terrígenos y los yacimientos de petróleo y gas. Las tres regiones del Golfo de México sustentan importantes recursos pesqueros de crustáceos, moluscos y peces, así como también humedales boscosos en el litoral: los manglares en Florida, Veracruz, Tabasco, Campeche y Yucatán; y los cipreses en Alabama, Mississippi y Louisiana.

Las características climático-meteorológicas de los periodos de lluvias (junio-octubre), nortes (octubre-marzo) y secas (febrero-mayo), y la dinámica hidrológica, modulan la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas costeros del Golfo de México (Yáñez-Arancibia, comp., 1985). Los ecosistemas más característicos son la plataforma marina adyacente, los arrecifes de coral, los pastos marinos, las lagunas costeras, los manglares, los petenes, los deltas fluviales, la llanura costera, las selvas bajas y los bosques tropicales.

El Golfo de México es la frontera marino-costera de México hacia la cuenca del Gran Caribe. Tradicionalmente es observado como una región muy productiva, y también como una región que se va deteriorando paulatinamente por la alteración de sus ecosistemas y la pérdida de la calidad de sus hábitat y sus cuerpos de agua (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1996). Los ecosistemas no reconocen fronteras políticas; por esta razón, el deterioro ambiental y la contaminación cubren grandes regiones en el país, que en ocasiones se reflejan en las diferentes entidades federativas del Golfo. Esta situación es global; por ello, los problemas ambientales en la búsqueda del desarrollo sostenible son comunes en diferentes latitudes y con frecuencia las soluciones pueden ser similares.

Por ejemplo, dos terceras partes del territorio mexicano drenan en el Golfo de México. Los efectos de las alteraciones humanas a este drenaje natural del agua dulce hacia el mar han afectado prácticamente a todas las lagunas costeras y estuarios de Tamaulipas y Veracruz. Los efectos incluyen una pérdida permanente de humedales, manglares y pastos marinos por actividades de dragado y relleno, en Tabasco y Campeche. La calidad del agua del manto freático se deteriora rápidamente por desechos urbanos y aguas negras, especialmente en Yucatán y Campeche. Y en todo el litoral del Golfo, desde Florida hasta Quintana Roo, los

contaminantes microbiológicos, los materiales tóxicos como hidrocarburos, plaguicidas, fertilizantes y basura, son sistemáticamente introducidos en áreas costeras. Esto altera y contamina los ecosistemas, afecta la salud humana y crea incertidumbre en los proyectos económicos productivos de la zona costera.

La convergencia de similitudes ecológicas, climáticas, meteorológicas y la dinámica hidrológica, determina opciones claras de vinculación entre estados vecinos del Golfo. Por ejemplo, la ubicación geográfica y política de Campeche en el contexto del Golfo permite que comparta problemas y alternativas de solución con Florida por sus ecosistemas de manglares y pastos marinos; con Alabama, Mississippi y Louisiana por su plataforma marina adyacente, sus lagunas costeras y deltas fluviales; con Texas por sus ecosistemas de lagunas costeras y pastos marinos; con Tamaulipas y Veracruz, por sus ecosistemas de manglares y pastos marinos; con Tabasco, por sus humedales, llanura costera y delta fluviales; con Yucatán por sus ecosistemas de petenes y la dinámica del manto freático, al igual que con Florida y Quintana Roo. En el marco de un proceso de desarrollo internacional globalizado, estas vinculaciones naturales representan grandes oportunidades de crecimiento económico y avance científico-tecnológico.

MÉXICO FRENTE A LA REGIONALIZACIÓN DEL GOLFO

La ubicación geopolítica de México determina que la regionalización oceanográfica sea una estrategia adecuada para abordar problemas prioritarios, comunes a diversos estados litorales. La capacidad productiva de los recursos naturales del Golfo de México y las valiosas funciones de sus litorales sostienen importantes aspectos de la economía del país y fortalecen el desarrollo social, económico y cultural de la región.

Todo es importante, pero no todo es prioritario. Parece difícil aceptar esta premisa. Sin embargo, la eficiencia académica, y particularmente la producción científica, dependerá cada vez más de la visión y audacia que se tenga para asumir los cambios que transformarán el quehacer científico moderno en el futuro inmediato. En este sentido, las verdaderas "prioridades" y la investigación científica y tecnológica "orientada" regirán como normas de conducta en los grupos académicos que intenten acciones relevantes, en busca de respuestas para los problemas clave en el ámbito regional del Golfo de México.

Importancia y prioridades

El Golfo de México es una región especialmente importante para el país. Es una de sus regiones oceanográficas naturales, con una extensión litoral aproximada de 3 118 kilómetros, lo cual representa 27% de todas las costas del país. La región es excepcionalmente productiva; sus capturas pesqueras bénticas son aproximadamente 234 202 toneladas al año, que representaron casi 40% de los recursos totales del país entre 1984 y 1988, sin considerar recursos pelágicos.

De los diez principales puertos pesqueros del país, seis se localizan en el Golfo (Progreso, Campeche, Ciudad del Carmen, Frontera, Alvarado y Veracruz). De los cinco principales puertos industriales del país, tres se localizan en el Golfo (Tampico, Veracruz y Coatzacoalcos).

Las lagunas costeras y estuarios, pantanos asociados e islas de barrera proveen importantes hábitat para grandes y variadas poblaciones de vida silvestre, incluyendo aves costeras y acuáticas. Prácticamente todas las aves migratorias que atraviesan el país en su porción oriental utilizan estos hábitat tan importantes para refugio, alimentación o anidación. El aporte de agua dulce que recibe el Golfo drena a través de una vasta porción del territorio nacional. Prácticamente 62% de la descarga de ríos del país fluye hacia el Golfo de México. Esto tiene una relación directa con la superficie estuárica del país, de la que el Golfo representa más de 70% del total nacional. Más aún, los pantanos, lagunas y ríos asociados en las costas de Tabasco, Campeche y Yucatán, representan las reservas biológicas vegetales y animales más importantes de Mesoamérica —en términos de biodiversidad—; destacan los arrecifes de coral, así como los sistemas de manglares, pastos marinos y los pantanos y pastos dulceacuícolas de la llanura costera (Rojas-Galaviz *et al.*, 1992; Lara Domínguez *et al.*, 1993).

En realidad, los grandes sistemas lagunares-estuarinos de México y los humedales costeros asociados se localizan en el Golfo de México, por lo que éste es primordial para la producción del país. Más de 96% del petróleo y 80% del gas que produce la nación provienen de los yacimientos del Golfo y su planicie costera. La planta nucleoeléctrica de Laguna Verde también se sitúa en esta región.

Problemas y prioridades de investigación

El Golfo de México tradicionalmente es observado como una región muy productiva, pero también como una región que se va deteriorando paulatinamente por la alteración de sus hábitat y la creciente contaminación. En varios lugares la productividad pesquera es muy importante, como en Campeche y Veracruz, pero también es notoria la degradación de los ecosistemas costeros, como ocurre en Veracruz y Tabasco (Toledo *et al.*, 1988). En todo el litoral del Golfo, desde Tamaulipas hasta Yucatán, se avanza con lentitud en la normatividad ecológica y en los términos de referencia para el ordenamiento ecológico de la zona costera y sus recursos.

Los recursos del ecosistema y sus principales problemas determinan las prioridades de investigación que deben ser atendidas. Por lo tanto, las grandes prioridades del Golfo de México son los recursos pesqueros tropicales, la contaminación, el impacto ambiental y la ecología integral de los ecosistemas, para orientar las normas de gestión hacia el manejo adecuado del litoral. Sin duda, al concentrar esfuerzos en estas áreas se podrá aspirar a encontrar soluciones a los grandes problemas del Golfo y utilizar sus valiosos recursos mediante la protección de la productividad del ecosistema.

Grandes recursos, grandes problemas

Durante las dos últimas décadas, el Golfo de México ha comenzado a mostrar signos peligrosos de deterioro de la calidad ambiental (Botello *et al.*, 1996). La degradación de los pantanos costeros y la pérdida de la vegetación litoral avanzan de manera sostenida. Los recursos pesqueros muestran variabilidad en sus capturas, normalmente no explicadas, y algunos recursos básicos han disminuido notablemente a niveles alarmantes (Sánchez-Gil y Ayala-Pérez, 1996).

El desarrollo de infraestructura industrial costera ha causado efectos negativos en la productividad de la región; por ejemplo, el desarrollo del cultivo del arroz en la planicie costera deteriora paulatinamente la calidad del suelo y la calidad del agua que drena a los estuarios. Se reconoce la gran importancia de las lagunas costeras y estuarios, pero aún no se les protege con suficiente celeridad y vigilancia. En ocasiones se recomienda la construcción de granjas camaroneras sin bases científicas.

cas, en lugares inapropiados, hecho que provoca un impacto ambiental en el ecosistema y el colapso económico en la inversión. Por lo tanto, los intereses en conflicto son diversos, y resulta urgente el ordenamiento ecológico de la región y sus recursos.

Los ecosistemas lagunares-estuarinos del Golfo de México, incluidas algunas zonas de la plataforma continental, están comenzando a mostrar un enriquecimiento excesivo de nutrientes a la forma de nitrógeno y fósforo. Este exceso resulta de los escurrimientos de agua dulce que drenan a través de los campos agrícolas, pero también por el drenaje directo de las zonas urbanas. Por añadidura, la contribución de nutrientes de manera natural por los ríos determina la proliferación de organismos microscópicos, que al morir y descomponerse consumen el oxígeno disuelto en el agua. Por estas causas pueden ocurrir mortandades de peces, crustáceos y moluscos, cuando el exceso de nutrientes y materia orgánica abate a niveles letales la concentración del oxígeno. Este problema se ha extendido a las cuencas hidrológicas más importantes del Golfo y ya es evidente en Tampico, Tuxpan, Coatzacoalcos y Ciudad del Carmen.

La economía de las costas del Golfo depende del petróleo, de la industria química, de la agricultura costera, del transporte marítimo y, desde luego, de la actividad pesquera. Como consecuencia de estas actividades, hay una permanente introducción de sustancias tóxicas hacia el litoral, que incluye hidrocarburos, plaguicidas, metales pesados, desechos orgánicos y petroquímicos. Todo ello determina la degradación de hábitat importantes y una sistemática pérdida de pantanos, manglares y pastos marinos, a pesar de que la productividad biológica del litoral depende en gran medida de tales hábitat.

Aunque no hay estadísticas que permitan efectuar comparaciones, se sugiere que la degradación de los hábitat podría ser muy grave en pocos años. Por ejemplo, en Tabasco y Veracruz, la pérdida de pantanos costeros acaso rebasa actualmente el 50%. Los manglares de la región Campeche-Tabasco están entre los más productivos y valiosos del Atlántico tropical de América, pero aun cuando se distribuyen en áreas ecológicas protegidas como Centla en Tabasco, así como la laguna de Términos y los petenes en Campeche, apenas entró en vigor el marco jurídico para su protección. Los planes de manejo en estas áreas costeras constituirán valiosos términos de referencia futura, así como los grandes avances y experiencias obtenidos en el Ordenamiento Ecológico del Corredor Cancún-Tulum en el Caribe.

El uso de plaguicidas en la agricultura contamina sistemáticamente los pantanos costeros y los ecosistemas estuarinos, particularmente el cultivo de arroz, que utiliza enormes cantidades de plaguicidas, y que por desgracia es una actividad creciente en Campeche y Tabasco. Hay una demanda creciente de agua dulce en la región. Por estas mismas actividades, la calidad del agua y la cantidad del drenaje de los ríos van disminuyendo permanentemente. Urge que la protección de las cuencas de drenaje de los ríos y la verificación de la calidad, cantidad y temporalidad natural de la descarga de agua dulce al mar sean rigurosa y sistemáticamente vigiladas para atenuar el deterioro progresivo. El efecto de este deterioro se ha resentido rápidamente en el litoral y en la plataforma continental adyacente (Lara-Domínguez *et al.*, 1994).

Otro problema adicional que afecta gravemente la salud humana lo constituyen los efectos del deterioro de la calidad ambiental de los ecosistemas y la contaminación de los recursos pesqueros. Las descargas de los desechos industriales y urbanos sin tratamiento alguno han elevado el índice de microorganismos patógenos en las aguas costeras, por lo cual organismos estuarinos y marinos filtradores que consume el hombre pueden transmitirle diversas enfermedades como gastroenteritis, hepatitis y cólera. También la concentración de hidrocarburos y metales pesados en moluscos, crustáceos y peces ha aumentado considerablemente en los últimos 10 años en el litoral del Golfo. Con todo ello, el riesgo para la salud humana va en aumento.

Por lo tanto, se puede precisar que los principales problemas ambientales a los que se enfrenta la gran cuenca del Golfo son la pérdida de hábitat naturales y, en consecuencia, pérdida de biodiversidad; contaminación de agua y sedimentos por sustancias tóxicas, así como aumento excesivo de nutrientes y de turbidez, reducción del aporte de agua dulce a la planicie costera y a los estuarios, erosión litoral y deterioro de la salud pública.

RECURSOS PESQUEROS Y VÍNCULO ECOLÓGICO CON LOS RÍOS, ESTUARIOS Y VEGETACIÓN

El Golfo de México es uno de los ecosistemas más importantes del mundo para comprender científicamente las pesquerías tropicales y subtropicales en el contexto del ecosistema litoral. La plataforma continental del sur del Golfo de México es una región con grandes perspectivas de expandir sus capturas, puesto que actualmente se estima en

350 000 toneladas anuales la cantidad de peces asociada a las capturas de camarón y pesca de arrastre y que finalmente no se utilizan, y esto abarca desde Tamaulipas hasta Yucatán. Pero lo más notable es que estos recursos de múltiples especies utilizan intensamente la zona costera para actividades de alimentación, refugio, crecimiento o reproducción. Se conocen unas 300 especies en la zona costera del Golfo, de las cuales más de 75% utilizan o dependen de las lagunas costeras y estuarios para completar parte de sus ciclos de vida en estos hábitat por demás importantes (Yáñez-Arancibia, comp., 1994).

Otros aspectos ecológicos notables que se conocen del Golfo son las relaciones de los recursos pesqueros con el ecosistema. Por ejemplo, para el periodo 1973-1982 se han podido estimar correlaciones importantes entre los volúmenes de las capturas de peces y crustáceos y la descarga de los ríos, la vegetación litoral de las aguas protegidas y la superficie de lagunas costeras y estuarios (Deegan *et al.*, 1986).

Quedan pocas dudas de la dependencia de los recursos pesqueros respecto a los procesos ecológicos de los ecosistemas costeros. Estos ejemplos son fundamentales para la comprensión de las pesquerías de la región en el contexto integral del ecosistema litoral del Golfo de México. Las pesquerías demersales tienen una relación evidente con la descarga de los ríos y con la superficie de lagunas costeras y estuarios y su vegetación litoral asociada. Tales avances norman diversos aspectos en el manejo de los hábitat y sus recursos renovables.

Grandes preguntas e hipótesis prioritarias

Ecológicamente, el sur del Golfo de México es una amplia región donde los procesos costeros y ecológicos están estrechamente interconectados. Los procesos climático-meteorológicos y sedimentados así como la descarga de los ríos son las principales variables físicas que mantienen el control de los procesos biológicos. Los principales hábitat de la zona costera regional son los manglares, los arrecifes de ostión, los pastos marinos, la desembocadura de los ríos y la plataforma adyacente con algunos arrecifes coralinos. Los ecosistemas lagunares-estuarinos de esta región son altamente dinámicos y ecológicamente estables, pero físicamente variables.

Esta caracterización puede sustentar la hipótesis de que la sonda de Campeche, junto con la laguna de Términos, es un ecosistema de alta

biodiversidad, como consecuencia de la gran adaptación morfofisiológica de los organismos a un extenso ecosistema costero de enorme heterogeneidad de hábitat. Dicho ecosistema se caracteriza por una alta disponibilidad de alimentos —macroinvertebrados y otros peces— y por la integración de procesos físicos y biológicos a las estrategias reproductivas y alimentadas. Esto es particularmente cierto en lo que se refiere a los peces. En consecuencia, se trata de una región de alta productividad costera que posee un gran potencial de recursos pesqueros.

Zoogeográficamente, la provincia carolineana de Hatteras a Florida y la provincia caribeña del sur de Florida a Brasil tienen complicados límites de contacto ictiofaunístico en el sur del Golfo de México; ello es así por la influencia de las Antillas, los arrecifes de corales y los ecosistemas lagunares-estuarinos con pantanos, pastos marinos y manglares. En este complejo tropical del "Mediterráneo americano" como foco de dispersión de especies, la heterogeneidad de ecosistemas, la alta diversidad de hábitat tropicales y subtropicales y la elevada dependencia biológica de los peces por los procesos costeros pueden ser factores que mantienen el ecosistema demersal costero de alta diversidad.

En la zona costera de esta región, la sonda de Campeche y la laguna de Términos, conjuntamente con sus Bocas del Carmen y Puerto Real, conforman un sistema ecológico muy complejo. Se incluyen aquí procesos de transporte y mezcla, movimientos migratorios, cambios ontogenéticos en los ciclos biológicos de los peces, cambios trofodinámicos, así como cambios energéticos y químicos. Los recursos de flora y fauna han adaptado sus estrategias biológicas a este marco de referencia ambiental (Rojas Galaviz *et al.*, 1992).

La utilización de los hábitat por peces marinos o estuarinos de los ecosistemas lagunar-estuarinos no se da al azar. Muchas especies (particularmente las dominantes) benefician significativamente su alimentación, reproducción y estados juveniles explotando tiempo y espacio de alta productividad en el sistema costero mediante importantes adaptaciones evolutivas. Al interpretar ecológicamente la dinámica ambiental del sistema, se encuentran las respuestas y explicaciones a las pautas de comportamiento de los recursos biológicos, a los mecanismos de su productividad y a la interacción —física y biológica— de la plataforma continental con las aguas protegidas del litoral.

Es razonable suponer que este planteamiento puede ser válido en mayor o menor medida en la zona costera de la laguna Madre en Tamaulipas, las lagunas de Tamiahua y Alvarado en Veracruz, los pan-

tanos en Tabasco, la ría de Celestún en Yucatán y la bahía de Chetumal en Quintana Roo.

EL GOLFO, UNA OPORTUNIDAD PARA LA COOPERACIÓN ACADÉMICA
DE MÉXICO Y LOS ESTADOS UNIDOS

De las regiones oceanográficas de México, el Golfo es la que mejor se conoce. Las instituciones de los estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo han demostrado un especial interés académico en el Golfo y el Caribe. Los gobiernos estatales tienen gran necesidad de usar racionalmente los recursos costeros y de preservar los ecosistemas litorales. Instituciones de los sectores público, social y privado, reiteradamente han manifestado su preocupación por preservar el medio ambiente y vigilar el uso racional de los recursos naturales.

Son numerosas las razones para concebir un consorcio de instituciones académicas, como una iniciativa de protección regional e internacional (Delta Assembly, 1992). Así se ha manifestado en la Conferencia de Gobernadores del Golfo de México, particularmente en la mesa de trabajo sobre Salud, Ecología y Medio Ambiente. Ello fue reiterado en las reuniones de seguimiento realizadas en Campeche (mayo de 1995), en Veracruz (septiembre de 1995), y en Mobile, Alabama (mayo de 1996). Desde luego, también fue motivo de propuestas en el simposio "The Gulf of Mexico: A Large Marine Ecosystem", efectuado en St. Petersburg Beach, Florida, en agosto de 1995. Una sesión especial analizó investigaciones y resultados sobre la zona costera del litoral mexicano del Golfo. Se enlistan a continuación los puntos de convergencia de estos foros recientes:

a) El Golfo de México es un recurso importante y mantener su productividad optimizará su utilidad, no sólo para los estados litorales sino para todo el país.

b) Aunque los problemas del Golfo son regionales en lo particular, sus orígenes son nacionales por el contexto socioeconómico en que se presentan.

c) Los problemas del Golfo, en su mayoría, son comunes para los diferentes estados litorales y, en casos específicos, las soluciones pueden ser similares, desde Tamaulipas hasta Yucatán y Quintana Roo.

d) La investigación orientada al manejo en la región incrementará la capacidad de respuesta de las instituciones y la eficiencia en la toma de

decisiones. Es decir, se optimizará el costo-beneficio con el uso racional de los recursos.

e) Puesto que los ecosistemas no reconocen fronteras políticas, al observar el Golfo de México como un todo se detectan diversos problemas que cruzan los estados o las líneas de jurisdicción federal regional, así como también la frontera internacional.

f) Afrontar la realidad regional a través de sus prioridades contribuye a hacer pertinente y eficiente la investigación, a formar recursos humanos con una especialización apropiada, a fortalecer las instituciones académicas, a incrementar la capacidad de gestión del sector oficial y a robustecer el sector social y el privado.

g) Es preciso integrar a la brevedad posible diagnósticos globales para el Golfo, por áreas temáticas, que aborden el estado del conocimiento y las tendencias de uso de los recursos y protección de los hábitat para los próximos años; estos diagnósticos deberán comprender asimismo aspectos socioeconómicos, desarrollo urbano-industrial, regionalización para el ordenamiento ecológico de la zona costera y de las cuencas hidrológicas, y la vulnerabilidad del litoral del Golfo ante eventos naturales y catastróficos, así como la generación de conocimientos sobre humedales costeros, procesos litorales y evolución de la línea de costa, circulación oceánica y litoral, recursos pesqueros, contaminación e impacto ambiental, manejo integral de la zona costera, y ecotecnología, incluyendo sensores remotos y sistemas de información geográfica.

h) El Golfo de México es un ecosistema compartido y, por lo tanto, debe ser considerado una frontera política internacional sujeta a las mismas regulaciones que las fronteras terrestres.

i) La productividad natural del Golfo depende de la interacción de procesos terrestres y marinos que convergen en la zona costera, además de los procesos cismáticos meteorológicos e hidrológicos.

j) Las actividades que modulan la economía global del Golfo son la explotación de petróleo y gas, usos agropecuarios y forestales en la llanura costera, transporte marino, turismo, recursos pesqueros, expansión urbana. En este marco, se debe promover la instrumentación de proyectos científicos y tecnológicos con perspectiva regional, orientados a resolver problemas prioritarios de los estados del Golfo referentes a estos temas.

k) Los principales problemas ambientales del Golfo de México giran alrededor de la contaminación, el ordenamiento ecológico y el impacto ambiental, los recursos pesqueros y el manejo integral de la zona costera.

l) Es indispensable proponer una legislación costera específica, en el marco legal existente en los ámbitos federal y estatal, con miras a un desarrollo costero sostenible.

m) Es importante promover y facilitar la comunicación del sector científico y tecnológico con los sectores público y privado, mediante la creación de bases de datos y documentación integral de fácil acceso y eficiente para la toma de decisiones.

ALEJANDRO YÁÑEZ ARANCIBIA
Epomex/Universidad Autónoma de Campeche
centro-epomex@epomex.uacam.mx

BIBLIOGRAFÍA

- Botello, A., J.L. Rojas-Galaviz, J.B. Torres y D. Zárate Lomelí (comps.)
1996 *Golfo de México, contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias*, Campeche, Epomex, Universidad Autónoma de Campeche/Gobierno del Estado de Campeche (Serie Científica, núm. 5), 550 p. (en prensa).
- Deegan, L.A., J.W. Day, J.G. Gosselink y A. Yáñez-Arancibia
1986 "Relationships among physical characteristics, vegetation distribution and fisheries yields in Gulf of Mexico estuaries", en D.A. Wolfe (ed.), *Estuarine, variability*, Academic Press, pp. 83-100.
- Delta Assembly
1992 *Preserving the global environment: developing a share vision for the Gulf of Mexico*. Report of the Delta Assembly, Louisiana, University of New Orleans, 36 p.
- Kumpf, H. y K. Steidinger (eds.)
1996 "The Gulf of Mexico, a large marine ecosystem", Proceedings Symposium NOAA, GMP, *The Gulf of Mexico, a large marine ecosystem*, St. Petersburg, Fla., 23-25 de agosto de 1995, Bull. Mar. Sci. (en prensa).
- Lara-Domínguez, A.L., F. Arreguín y H. Álvarez
1993 "Biodiversidad y el uso de recursos naturales: las comunidades de peces en el sur del Golfo de México", *Revista Sociedad Mexicana de Historia Natural*, XLV, pp. 345-385.
- Lara-Domínguez, A.L., G. Villalobos, E. Rivera, F. Vera Herrera y H. Álvarez
1994 "Desechos sólidos en las playas de Campeche", *Revista Sociedad Mexicana de Historia Natural*, núm. 45, pp. 133-142.
- Ortiz, M.A., J. L. Rojas-Galaviz y A. Yáñez-Arancibia
1995 "Regional pattern of litoral vulnerability of the sea level change in the