

Editores de estilo: Elisa Serviere Zaragoza, Rafael Riosmena Rodríguez, Esteban Fernando Félix Pico, José Luis León de La Luz.

Diseño editorial: Edgar Yuen Sánchez.

Diseño de portada: Gerardo Rafael Hernández García.

Imagen de portada: Fotografía aérea del estero El Chivo, Bahía Magdalena, BCS. Tomada por Charles Chandler.

Los Manglares de la Península de Baja California.

Editado por Esteban Fernando Félix Pico, Elisa Serviere Zaragoza, Rafael Riosmena Rodríguez, José Luis León de La Luz.

Primera edición 2011

D.R. © Publicación de divulgación del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., Mar Bermejo No. 195, Col. Playa Palo de Santa Rita. La Paz, Baja California Sur, México, 23090

ISBN 978-607-7634-06-5

Impreso y hecho en México / Printed in Mexico.

“Las opiniones expresadas por los autores (textos, figuras y fotos) no necesariamente reflejan la postura de las instituciones editoras de la publicación”.

Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida o transmitida, mediante ningún sistema o método electrónico o mecánico sin autorización por escrito de los editores.

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Universidad Autónoma de Baja California Sur.



CAPÍTULO 1

LA CALIDAD AMBIENTAL DE MANGLARES DE B.C.S.

Renato A. Mendoza-Salgado, Carlos H. Lechuga-Devéze, Edgar Amador
y Sergio Pedrín-Avilés

*Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. Mar Bermejo No. 195, Col. Playa Palo de
Santa Rita. Apdo. Postal 128, La Paz, BCS 23090, México. rams@cibnor.mx*

RESUMEN

Los manglares de la península de Baja California, que se distribuyen principalmente en el sur de la misma, han sido estudiados de manera irregular e intermitente, por lo que se carece de información sistematizada que conlleve a desarrollar planes para su manejo; entre otros aspectos, su salud ambiental es prácticamente desconocida. Al respecto, los indicadores de calidad ambiental ponen de manifiesto que los ecosistemas de manglar de la Bahía de La Paz, se encuentran en su mayoría sometidos a algún tipo de estrés físico y antrópico, lo cual puede llegar a situarlos en un estado de riesgo permanente. En este trabajo se realizó levantamiento de información de campo de manglares asociados a ocho caletas, para definir en una primera aproximación el estado ambiental que mantiene el cuerpo de agua adyacente a las zonas de manglar. De acuerdo al índice de calidad ambiental costero (ICAC[®]) se observó que la calidad ambiental en el transcurso de un día se mantiene en buena calidad (58%), el 31% del tiempo permanece en la banda de alerta hacia una tendencia de mala calidad, y el 10% del tiempo el cuerpo de agua cae en un estado de mala calidad. Se concluye que los ecosistemas de manglar de la bahía de La Paz, están en riesgo y que es necesario que se establezcan acciones de buen uso para ellos y que formen parte de los planes globales de desarrollo del Estado, para que sean tomados en cuenta como ecosistemas a conservar, fomentar y en su caso, restaurar.

Palabras clave: calidad ambiental, calidad de agua, disturbio, amenazas, Baja California Sur.

THE ENVIRONMENTAL QUALITY OF MANGROVES OF BAJA CALIFORNIA SUR

ABSTRACT

Mangroves are mainly distributed in the southern portion of the Baja California Peninsula. Their environmental health is practically unknown, and there is a lack of information that could lead to develop conservation and management plans. As to the mangroves of the Bahía de La Paz, environmental quality markers show these ecosystems are under constant environmental stress and in a continuous permanent

risk status. The water surrounding mangroves was sampled from eight creeks to determine the environment quality in the area; these measurements defined an approximate baseline level for water quality near the mangrove areas. It was observed that water remained at a good quality indicator 58% of the time, whereas 31% was in the alert zone trending toward bad quality, and the remaining 10% the body of water was of bad quality. From the study we concluded the mangrove ecosystems of the Bahía de La Paz are at risk. Therefore, it is necessary to take appropriate conservation management actions that need to be taken into account in the economic development plans, so mangroves may be preserved and conserved.

Key words: environmental quality, quality of water, disturbance, threats, Baja California Sur.

INTRODUCCIÓN

México es uno de los países que cuenta con mayor cobertura de manglares en sus litorales y deltas de ríos (Flores-Verdugo *et al.* 1992). En la península de Baja California, particularmente en el estado Sur, existe la línea litoral con mayor extensión de manglar en zonas áridas, con más de 100 km de longitud, en las inmediaciones costeras de los Llanos de Magdalena y el complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas, en el municipio de Comondú. En el municipio de La Paz, el manglar Zacatecas, ubicado en La Bahía de La Paz (Fig. 4), ha sido motivo de propuesta de manejo por parte de las autoridades federales, para que sea conservado por ser hábitat de una especie de ave migratoria en peligro de extinción, que lo usa como área de reproducción (Amador y Mendoza datos no publicados).

Un ecosistema de manglar puede ser afectado de manera directa por acciones destructivas como la tala para usos de desarrollo urbano, industrial y recreativo; la interrupción de su sistema de recambio natural de agua, descarga directa de contaminantes o por acciones de relleno. Un problema general de la causa el deterioro ambiental de los manglares, tiene el común denominador de un desconocimiento de sus valores como ecosistema (Sáenz-Arroyo 2000).

Igual que en otras partes del mundo, los manglares en Baja California Sur han sido afectados principalmente por disturbios naturales, incluyendo eventos meteorológicos intensos, en su caso, vientos fuertes, avenidas extraordinarias de aguas pluviales y diversos efectos locales derivados del cambio climático global, además de los cambios físicos del suelo (Emanuel 2005; McGranahan *et al.* 2007, Bender 2010). Efectos similares han ocurrido en otras regiones, por ejemplo, en el valle de Bengala, India, es noticia que “lo que fue un frondoso y denso manglar, hace escasos 20 años, queda ahora reducido a unas ramas podridas” (Anónimo 2007).

El cambio climático tiene como resultado el aumento del nivel del mar y la erosión de las costas, lo cual son factores que resultan directamente en la pérdida de sistemas de manglar (Wigley 1995, Robert y Klein 2000, UAN 2000). Actualmente noticias sobre pérdidas de comunidades de mangle son reportados por la FAO (2003), en donde

se revela que la deforestación de los manglares es elevada, aunque al parecer disminuye gradualmente desde hace 20 años; la situación mundial de los manglares, ha sido que la superficie de cobertura se ha perdido, de 19.8 millones ha en 1980, a menos de 15 millones ha en 2000; y su tasa de pérdida ha variado de 1.7% anual en el periodo 1980 a 1990, a 1.0% anual entre 1990 y 2000. De cualquier manera el efecto final ha sido la pérdida del hábitat del manglar con la consiguiente pérdida también del equilibrio trófico y del funcionamiento original del ecosistema.

Existen pocos estudios que traten específicamente como el clima afecta a los ecosistemas de manglar, pero se sospecha que la afectación es sobre su distribución, debido a los cambios del nivel del mar y efectos de marea al permanecer más tiempo sumergidos, además de la distribución debido a la temperatura ambiente y marina (Turner y Jones 1991, Nijkamp 1991, Pernetta 1992, Turner *et al.* 1996, Gergel *et al.* 2002); sin embargo debe tomarse en cuenta que la desaparición de ellos dependerá en gran medida de la capacidad de adaptación de las especies de mangle que conforman la comunidad.

La pérdida de manglar en Baja California Sur, debido al cambio global no ha sido evaluada objetivamente, porque los reportes son de estilo cualitativos y los que aportan resultados cuantitativos de pérdida del bosque de manglar son escasos (Mendoza *et al.* 1984), pero no menciona si esta pérdida se deba al cambio global. El hecho que los manglares estén siendo afectados por cambio global, aún está lejos de ser dilucidado, por eso, este tema se mantiene en debate.

El cambio global involucra cambios del equilibrio de océanos y la atmósfera. Se prevé, que la elevación del nivel del mar pudiera llegar a ser hasta de 73 cm (año 2100) más elevado que el actual, con una media de 55 cm (Warrick *et al.* 1996), o hasta un metro (Nicholls y de la Vega-Leinert 2007). Lo anterior plantea un escenario que representa un desequilibrio en los ecosistemas de manglar; es decir, que al quedar las costas con cobertura de manglar, cubiertas de agua, algunas especies de mangle como *Avisennia germinans* que demanda menores periodos de inundación, comparado con *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa*, estaría en riesgo. En dado caso, las costas Bajacalifornianas, sufriría pérdidas del hábitat de manglar. Por otro lado, se sabe que el nivel del mar ya ha cambiado, en los últimos 200 años de 10 a 25 cm (Nicholls y de la Vega-Leinert 2007), a cuyo evento se atribuye pérdida de humedales (Titus 1991).

La pérdida de la foresta de mangle es otro indicador del detrimento de la calidad ambiental, del ecosistema en donde la comunidad de mangle se asienta. Recientemente, en áreas de Baja California Sur se han estimado pérdidas de la comunidad de mangle por efectos de huracanes, como es el caso del manglar que se desarrolla en la ribera del río Mulegé (Documentado por Mendoza y Lechuga 2007, datos no publicados) debido al ciclón John. Este huracán impactó costas de Baja California Sur, durante el periodo del 28 de agosto al 4 de septiembre de 2006, deprimiendo gravemente a prácticamente al 100% de la comunidad de mangle del río Mulegé (Fig. 1). De diciembre de 2006 a septiembre de 2007, el manglar ha retoñado, dando muestras de recuperación. No



Figura 1.- Comparación de antes y después del huracán John (2006), y los efectos sobre el mangle, se observa lozano (izq.) y deprimido (der.). Note el parche de mangle central del río Mulegé y la porción de la ribera.

obstante que es evidente que la folia a nivel secundario y terciario, se ha secado. Por otro lado, en la ribera del río se observan propágulos de *Rhizophora mangle*, los cuales se están asentando, en una cobertura de hasta 6 propágulos/m².

La superficie de manglares en México, difiere según la fuente: 9,140 km² por la FAO (2005), y 6,838.81 km² por CONABIO (2007). Comparativamente y basándose en la última cifra citada, entre los Estados mexicanos, Campeche tiene la mayor cobertura de manglar con el 29%, Baja California la menor con 0.01%, y Baja California Sur el 3.86%. En términos de pérdida, se estima que en la década de los 1980, sólo Puerto Vallarta, perdió hasta el 50% de la cobertura de manglar, y se prevé que a nivel nacional para el 2025, se habrán perdido entre el 40% y el 50% de la cobertura actual de manglares (SEMARNAT-INE 2005).

El asentamiento humano trae consigo la disminución de la cobertura vegetal de la comunidad, una importante reducción de la calidad escénica, una variedad amplia de contaminación, física (basuras domésticas y escombros), orgánica, agroquímicos, pérdida de sustrato costeros (e.g. rellenos), estrés crónico de los remanentes de la comunidad de mangle y zonas asociadas costeras y terrestres, perturbación sobre fauna silvestre del ecotono (e.g. ahuyentamiento, pérdida de hábitat de reproducción). Los valores económicos de los humedales y manglares han sido estudiados para fines de manejo (Turner 1991) estimándose pérdidas de cubierta de manglar hasta del 70% por efectos antropogénicos, con un valor en dólares hasta de \$680/ha/añual (Brown y Adger 1994, Adger *et al.* 1994).

En Baja California el efecto de pérdida de la foresta de mangle por la acción humana y los cambios de la calidad de sus cuerpos de agua ha sido poco evaluada. Se sabe que entre 1973 y 1981, la Ensenada de Aripes (o de La Paz), se perdió más de 44 ha (21.5% de la cobertura total) de manglar, (Mendoza *et al.* 1984) principalmente por tala,

presumiblemente para uso como leña, apertura de senderos para acceder al cuerpo de agua hechos por los recolectores de ostión de mangle y para acondicionamientos de áreas para recreo. Aunque se estimó una tasa de pérdida de la cobertura de la comunidad de mangle de 5.5 ha/año, en contrapartida, no se obtuvo la tasa de recuperación por germinación, asentamiento, dispersión y desarrollo de la foresta de mangle.

El Estero Enfermería, el cual ha sido investigado en los últimos años dentro de la Bahía de La Paz, ha mostrado un claro efecto de deterioro en 20 años (Fig. 2). Enfermería se encuentra aproximadamente a 6 km al norte de la ciudad de La Paz. Se ha discutido en la opinión pública y foros académicos, sobre el posible efecto que la construcción de la carretera pavimentada La Paz–Pichilingue (18.1 km, extendida ahora hasta El Tecolote), finalizada en 1964 (Cervantes del Río 1967) contribuyó de manera significativa a que este manglar entrara en un periodo de decadencia. Aunado a esto, en el periodo de 1994-2000 hubo un intento de cultivar camarón en el cuerpo lagunar de este manglar, y para ello, se obstruyó parte de los terrenos adyacentes al canal de mareas de admisión natural de agua (León de La Luz com. pers. 2007). En 2005 se construyó una ampliación de la red carretera pavimentada (Libramiento Sur de la carretera La Paz-Pichilingue), para camiones de carga bordeando la porción Este del manglar, obstruyendo el libre curso de aguas de origen pluvial, que en temporadas de lluvia aportan flujos de agua dulce al manglar. Al parecer, todos estos cambios alteraron el proceso natural hidrológico, provocando que el equilibrio de la dinámica se rompiera, impidiendo el recambio frecuente de agua fresca al manglar, lo cual podría estar contribuyendo en la decadencia de la comunidad de mangle.

Por otro lado se han hecho ensayos de reforestación de *A. germinans* en Puerto Balandra con un éxito de sobrevivencia en 4 años del 74% (Toledo *et al.* 2001), esto es alentador, y sienta bases para planear futuras reforestaciones.



Figura 2.- Deterioro del manglar Enfermería en un periodo de 20 años.

MÉTODOS

Las influencias antropogénicas en la región, fueron determinadas por observación directa de manera cualitativa, tomando como muestra representativa a manglares de la Bahía de La Paz y de Bahía Magdalena, desembocando en un compendio de información cruzada con la literatura y conformando tablas de referencias plasmadas en este capítulo.

Se exploró como caso de estudio la calidad ambiental del agua de ocho sitios en una zona de caletas de la Bahía de La Paz: 1) Enfermería, 2) Eréndira, 3) Punta Gato-El Tesoro, 4) Bahía Falsa, 5) Pichilingue, 6) Playa Bruja, 7) El Merito Sur-El Merito Norte, 8) Puerto Balandra y 9) un testigo localizado a los 24°16.445' N. y a los 110°21.410' W. frente a la península San Juan Nepomuceno, bajo el supuesto de estar libre de influencias antropogénicas (Fig. 3).

Se usó el software del Índice de Calidad Ambiental Costero (ICAC®, Mendoza *et al.* 2007) para obtener la calidad ambiental del agua en la zona de caletas. Este método conjuga los cuatro nutrientes inorgánicos disueltos más importantes, que definen el estado trófico dulceacuícola o marino (NO_2 , NO_3 , NH_4 y PO_4), consignados en la literatura (NRC 2000). Se expresa matemáticamente como:

$$ICAC = \frac{\sum_{i=1}^n I_i \zeta_i}{\sum_{i=1}^n \zeta_i}$$

El ICAC (o AZCI por su sigla en inglés, Mendoza 2004, Mendoza *et al.* 2005) define el índice de calidad ambiental en el agua, donde I_i es cada nutriente y ζ_i es su peso de importancia, de tal manera que realiza un cálculo correlacionando la participación de cada uno de ellos y valorando la medida de importancia individual. El ICAC® además, suma estas valoraciones ponderándolas entre el total de los pesos de importancia para ofrecer un resultado holístico de la calidad ambiental que se define ya sea como buena o mala, según sea su comparación con una frontera de cambio del indicador definida en el método por 0.12; en cuyo caso para un elenco de diferentes estaciones en el espacio, horas y profundidades diferentes, determina también la tendencia de la calidad ambiental de una localidad dada. El ICAC® ha sido probado con éxito al definir con precisión los cambios de estratificación y mezcla que periódicamente sucede por debajo de los 15 m de profundidad en Bahía Concepción B. C. S. (Mendoza 2004 y Mendoza *et al.* 2005).

Las muestras de agua fueron obtenidas de la capa superficial (<30 cm) y los nutrientes fueron analizados en laboratorio por los métodos de Winkler para oxígeno disuelto (Strickland y Parsons 1972), de Murphy y Riley (1962) para ortofosfatos y el de Parsons *et al.* (1984) para nitrito, nitrato y amonio, todo analizado por un sistema automático de flujo continuo LACHAT.



Figura 3.- Zona de caletas estudiadas donde se asientan ecosistemas de manglar.

RESULTADOS

En la Bahía de La Paz, los factores de disturbio más relevantes se enlistan en la Tabla 1. La tabla muestra algunas de las variables más comunes que han impactado a los manglares entre La Paz y Puerto Balandra, los cuales han sido valorados de manera parcial entre un estado de disturbio bajo a alto (Anónimo 2002).

Las aguas adyacentes a la zona de asentamientos de manglares presentaron un patrón donde se observa que del agua tiende a tener buena calidad, pero con variaciones significativas durante algunos periodos del día (Fig. 5). Esta agua interacciona

Tabla 1.- Disturbios en manglares de la Bahía de La Paz (Fig. 4). Actualmente no se ha tasado su grado o nivel de impacto de forma cuantitativa.

Manglar	Disturbio	Observación
Zacatecas	• Basura • Letrinas • Fogatas • Esparcimiento • Tala • Senderos para extracción de ostión y pata de mula • Manejo (existen cercas en la zona de inundación de Este) • Apertura de caminos de acceso de servidumbre	Actualmente este estero ha tenido atención por parte de autoridades federales ambientales, para proteger su zona de anidación de gallito marino californiano (<i>Sturnula antillarum</i>), ave migratoria que lo usa como hábitat reproductivo.

Tabla 1.- Continuación.

El Mogote	• Tala • Basura • Construcción para actividad turística	Actualmente se ha hecho un esfuerzo por restaurar una porción del manglar (CIBNOR).
El Centenario	• Apertura de canales • Apertura de caminos de acceso • Construcción de estanques supramareales de cultivos • Basuras • Tala	Los estanques de cultivos están abandonados. Sitio de anidación de gallito marino californiano (Amador <i>et al.</i> en preparación).
Chametla	• Basura • Escombros • Tala • Apertura de acceso al mar	Sitio de anidación del gallito marino californiano (Mendoza 1994).
El Zacatal	• Tala • Construcción de radiodifusora • Relleno • Construcción residencial • Muelle • Basura • Apertura de caminos • Escombros • Vertimiento de aguas negras	Históricamente se vertían las aguas negras de La Paz. Actualmente no es uso común aunque sucede esporádicamente por derrames.
El Conchalito-Aeropuerto	• Tala • Apertura de caminos • Construcción de escuela superior • Basura	-
El Esterito	• Tala • Relleno	Desaparecido por construcción urbana de ciudad de La Paz.
Palmira	• Obstrucción por carretera pavimentada • Escombros • Relleno • Basura	En deterioro por la carretera La Paz-Pichilingue-El Tecolote.
Enfermería	• Obstrucción de boca por carretera pavimentada • Escombros • Basura • Presión de planta eléctrica CFE • Tala	Actualmente en planes de restauración por dictamen federal. En 2007 se dragó el canal de acceso para un mejor flujo de agua al vaso del manglar.
Eréndira	• Tala • Basura • Ampliación del fondo del reservorio de agua	En 1984 se implantó en la cabecera del reservorio de agua <i>Rhizophora mangle</i> y <i>Avicennia germinans</i> , con el propósito

Tabla 1.- Continuación.

	• Puente de construcción carretera pavimentada La Paz-Pichilingue-El Tecolote	de forestar los taludes y evitar la erosión (Mendoza no publicado).
Puerto Gato-El Tesoro	• Escombros • Apertura de canal de desagüe de aguas de desecho de cultivo (Porción N-NE) • Relleno y puente de construcción carretera pavimentada La Paz-Pichilingue-El Tecolote	-
Bahía Falsa	• Construcción de palapas • Esparcimiento • Balneario • Reducción de flujo pluvial por construcción carretera pavimentada La Paz-Pichilingue-El Tecolote	-
Pichilingue	• Cultivo de ostras perleras • Esparcimiento • Basura • Relleno por dragados • Tala • Obstrucción de flujo de mareas • Basura	Una porción del mangle se secó debido a la obstrucción del canal de mareas con escombros (de 8 a 16 m ³ de tierra y escombros) (década 1960-1970).
Playa Bruja	• Tala • Obstrucción del canal de mareas	-
El Merito	• Relleno del frente de playa • Tala • Esparcimiento • Rancho atunero	-
Puerto Balandra	• Tala • Basura • Construcción carretera pavimentada La Paz-Pichilingue-El Tecolote	Actualmente bajo presión por amenaza de proyecto para desarrollo turístico.

estrechamente con los manglares que están en esta banda costera estudiada. Los manglares, en términos generales, están siendo abastecidos por aguas relativamente en un estado de buena calidad, con sus excepciones, pues cuando menos en 10 ocasiones mostró estados de mala calidad, a lo largo de todo el periodo estudiado.

Los lapsos de mala calidad están asociados al aumento de fosfatos, lo que podría llevar al sistema a periodos transitorios de condición eutrófica. Los Estos eventos

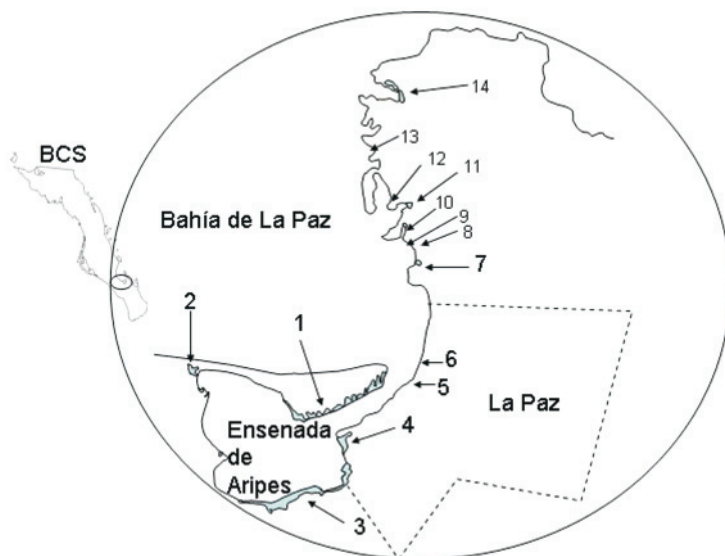


Figura 4.- Principales áreas de humedales con manglar en la Bahía de La Paz y Ensenada de Aripes: 1) El Mogote, 2) Zacatecas, 3-4) El Conchalito-El Zacatal-Chametla-El Centenario, 5) Esterito, 6) Palmira, 7) Enfermería, 8) Eréndira, 9) Playa Bruja, 10) Pto. Gato-El Tesoro, 11) Bahía Falsa, 12) Pichilingue, 13) El Merito, 14) Puerto Balandra.

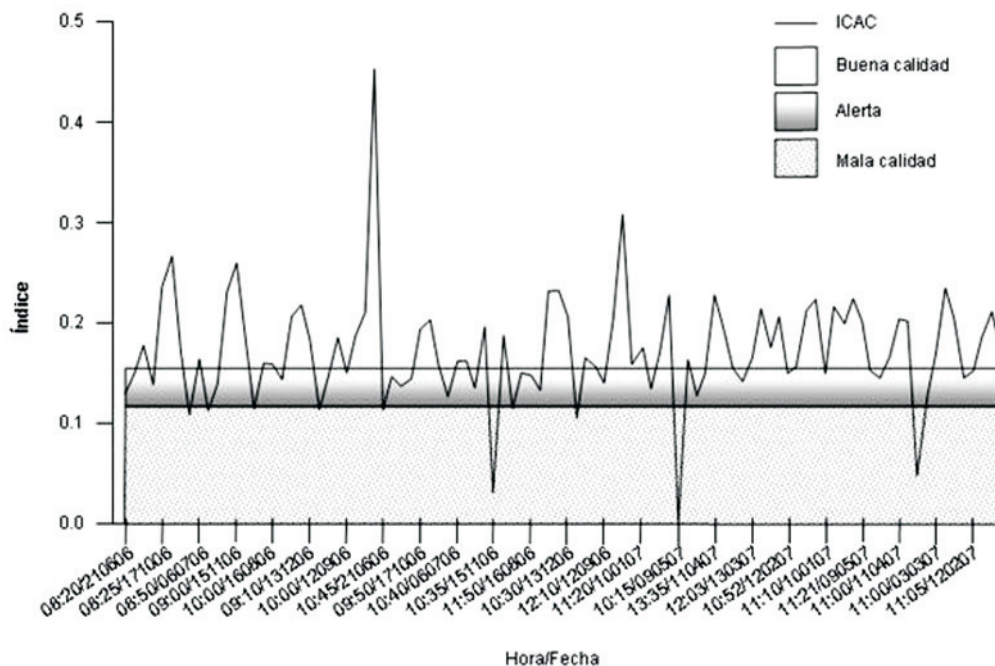


Figura 5.- Variación de la calidad de agua en una banda costera de caletas en donde se asienta ecosistemas de manglar, en la Bahía de La Paz, B. C. S.

eutróficos predisponen al sistema a desarrollar la proliferación de, por ejemplo, cianobacterias, con una fuerte demanda de oxígeno disuelto que al no poder ser abastecido, podría ser el origen de muertes súbitas de otros organismos colonizadores del hábitat de manglar como crustáceos, moluscos o peces (principalmente alevines). Dicha Esta condición ocurre por cortos tiempos sin que se observe un escenario similar al anteriormente descrito. En el caso de que los aportes de fósforo se incrementen, los periodos de mala calidad pueden tener mayor permanencia en el sistema, con los efectos descritos en organismos que usan el manglar como su hábitat principal.

Por otro lado, el nivel de calidad sobre los servicios ambientales que el ecosistema de manglar presta como ecosistema, tampoco ha sido evaluado para ninguna de las comunidades de los manglares asentados en las costas del estado.

La Tabla 2, muestra algunas de las funciones y actuaciones más importantes que el manglar presta a la naturaleza, como unidad funcional. Estas funciones están referenciadas en término de protección y servicios.

Amenazas

Los manglares de zonas áridas están sujetos a procesos limitantes naturales, como lo es la ausencia de cursos de agua permanentes. Este es un factor de posible importancia

Tabla 2.- Función y actuación de los manglares en servicio de la naturaleza (Adaptado y modificado de Lugo *et al.* 1980, Barbier *et al.* 1997, Anónimo 2001, FAO 2007).

Función: actuación
Protección: contra la erosión de costas y ganancia natural de la línea costera
Protección: contra fenómenos meteorológicos (huracanes), inundaciones y oleaje
Protección: a ecotonos adyacentes
Protección: amortigua efectos del cambio climático
Servicio: hábitat para reproducción, alimentación, refugio y crianza de especies con importancia ecológica y económica
Servicio: producción importante de O ₂
Servicio colateral: a ecosistemas adyacentes y vecinos (zonas coralinas, praderas marinas, dispersión trófica
Servicio: secuestro o sumidero de CO ₂ ; sumidero y/o fuente de NO _x , fuente de PO ₄
Servicio: opera como fuente para tratamiento de agua contaminada
Servicio: opera manteniendo la buena calidad del agua para aprovechamiento pesquero y acuacultural
Servicio: mantiene el equilibrio escénico de la zona costera
Servicio: recarga del manto freático

pues determina la exuberancia del manglar, haciéndolo de porte bajo y de cobertura menos extensa que aquellos localizados en regiones húmedas tropicales. Ante este escenario, los manglares de zonas áridas crecen posiblemente bajo la alimentación subterránea de agua dulce, probablemente por ello están localizados al final de las cárcavas de escurrimientos pluviales, donde por la topografía del área, es posible que existan estos flujos subterráneos.

Una primera amenaza por el desarrollo humano surge, cuando la tasa de extracción de agua subterránea para su uso en distintas actividades económicas, excede su tasa de renovación favoreciendo la intrusión salina. Ante dicha problemática, surge la pregunta: ¿Son los manglares indicadores de descarga de agua subterránea de los acuíferos al mar en zonas áridas costeras? Si este fuera el caso, algunas desapariciones de manglar sin causa aparente ¿Podrían estar asociadas a la disminución de la disponibilidad de agua subterránea en el acuífero del cual se alimentaba? Este es un tema a discusión y futura investigación debido a que es consistente encontrar concentraciones de silicatos (indicativo de aguas continentales), más elevados al interior del manglar que en el mar adyacente (Lechuga y Mendoza, datos no publicados).

En la ensenada de Aripes, las otras amenazas provienen de una acción más directa estrechamente relacionada con la actividad humana, por ejemplo la tala (Mendoza *et al.* 1984). Limitación o modificación del flujo por mareas por obstrucción del canal de alimentación de agua marina como es el caso del manglar de Enfermería: El cambio de régimen provoca un cambio en la dinámica de intercambio de agua, haciéndolo más lento y, por consiguiente, favoreciendo una mayor depositación de sedimentos que paulatinamente van azolvando la boca y van disminuyendo la tasa de renovación del agua.

Para el caso de Enfermería, investigaciones recientes indican que el agua de la laguna se renueva en periodos de 20 a 26 días y aunque muestra una productividad primaria del orden de $100 \text{ mg c m}^{-3} \text{ h}^{-1}$, el 50% es utilizada para procesos heterotróficos, destacando la respiración (Lechuga y Mendoza, datos no publicados). El manglar renueva parte de su agua (de 700 a $1,125 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$) solamente con las mareas vivas, por lo que la mayor parte del tiempo permanece lleno sin descubrir el sedimento lo que limita la germinación de nuevos árboles. Este efecto, actuando a largos plazos, como es éste caso, favorece la dominancia de mangle viejo, sin renuevo, lo que también paulatinamente provoca su aspecto cenizo y un decaimiento de la población por la ausencia de manglar joven, que a la postre termina por morir.

Con menos impacto pero con la amenaza a corto plazo de la expansión urbana, es el manglar de Zacatecas. Este es un manglar no-lagunar (es un canal de mareas) como el de Enfermería, sino de curso largo y sinuoso quedando la laguna interior prácticamente cubierta por el mangle. La amenaza es estacional debido a que la población local lo utiliza como sitio de visita y sin control sobre la disposición de todo tipo de residuos (plásticos, vidrio, papel, orgánicos y fecales). Al tener el manglar una adecuada tasa de

recambio de agua (intercambia de 8,000 a 34,000 m³ d⁻¹), es capaz de absorber los desechos orgánicos sin una afectación visible de su cobertura y vigor. Su tasa de renovación oscila de 1 a 6 días y presenta una productividad primaria del orden de 500 mg c m⁻³ h⁻¹, de los cuales solo el 2% es utilizado para los procesos heterotróficos indicando la dominancia de los procesos autotróficos (Lechuga y Mendoza, datos no publicados).

La expansión urbana ha favorecido el paso de un camino en la parte posterior del manglar, lo que permite una mayor afluencia de visitantes al sitio, así como posiblemente una reducción del flujo subterráneo de agua dulce que lo alimenta. Se requiere valorar tales impactos y determinar su magnitud sobre el manglar, teniendo en cuenta que es un sitio importante de crianza (caso específico el manglar Zacatecas) del gallito marino californiano (*Sternula antillarum*), en peligro de extinción (Mendoza 1994).

El manglar de Balandra es posiblemente el menos impactado por tener solo la influencia estacional de visitantes, que no lo hacen en el cuerpo del manglar sino en las playas adyacentes. Aunque en su margen Este y Norte lo cruza una carretera, parece que no ha limitado su afluencia de agua subterránea, que mantiene al manglar generalmente en buen estado.

Su amenaza es a largo plazo y está identificada por su probable desarrollo como destino turístico y habitacional (ver plan de desarrollo del Municipio de La Paz). Actualmente, el manglar presenta un tiempo de renovación del agua de 1.5 días, intercambiando un volumen medio de 196,000 m³ d⁻¹, con una productividad primaria de 40 mg c m⁻³ h⁻¹, de la cual el 100% es utilizado para sostener la actividad heterotrófica, es decir, hay un balance entre el proceso autotrófico y heterotrófico (Lechuga y Mendoza, datos no publicados).

Los manglares en las costas de Baja California Sur tienen menos cobertura que los de regiones húmedas, lo cual puede deberse a que estos últimos reciben aportes de agua dulce constantes. Si bien estos manglares se localizan en su límite geográfico de distribución, la presencia de manglares robustos como en Bahía Magdalena en la costa oriental de la península, o incipiente como el manglar de Santispac en Bahía Concepción, en la costa del Golfo de California, está asociada al flujo de agua dulce, sub-superficial o subterránea, como se comentó anteriormente. De esta manera, cualquier actividad humana que modifique el flujo de esta agua de origen continental –o peninsular en nuestro caso- (carreteras, presas, extracción) podrá ser un factor importante para la desaparición del manglar. Otras acciones directas y evidentes se derivan de la afectación al manglar causada por la expansión de actividades productivas (tala para infraestructura acuícola o urbana). Por tanto destaca la identificación de las amenazas indirectas, sobre las directas, las cuales son evidentes por sí mismas.

Los efectos de desaparición de comunidades de mangle por causas naturales o antropogénicas, no pueden ser evaluados en el ámbito local. Como conocimiento general destaca su importancia como sitios de reproducción, cría y alimentación de especies

marinas, lo cual es un argumento esgrimido ampliamente en pro de la protección al manglar. Sin embargo, se desconoce la magnitud de su importancia, por lo que no es posible determinar aún el efecto que en otras comunidades de peces, crustáceos y aves, tendrá a corto o largo plazo la desaparición de los manglares de Enfermería y de Balandra. Por lo anteriormente expuesto, surgen los cuestionamientos: ¿Qué especies y que biomasa se sustentan del funcionamiento de los manglares en Baja California Sur? ¿Qué efecto tendrá la desaparición de algunos de ellos sobre las pesquerías de la Bahía de La Paz, de Bahía Magdalena o de Bahía Concepción? Ante las evidencias documentadas, es claro que del conocimiento y evaluación de la función trófica integral de cada uno de los mencionados manglares en las zonas áridas costeras de Baja California Sur, se obtendrán argumentos más sólidos para promover su protección.

DISCUSIÓN

Los manglares de la península están circunscritos al Estado de Baja California Sur. La variación de su distribución y los factores que la favorecen en esta provincia geográfica, aunque han sido estudiados, se desconocen en términos cuantitativos, por ejemplo, no se sabe si sus asentamientos como sistema funcional avanzan o retroceden, y mucho menos por especie. Su permanencia como ecosistema es un tema que cobra una alta relevancia en la actualidad, dadas las evidencias de que los manglares del Estado están desapareciendo o en su caso, están surgiendo diversas amenazas, causadas principalmente por desarrollo turísticos y de crecimiento de infraestructura portuaria en sitios de establecimiento de manglares o en áreas adyacentes a los mismos; aún cuando frecuentemente dichos desarrollos se construyen en apoyo a los asentamientos de campos pesqueros, es importante señalar que ponen en riesgo a dichos ecosistemas. A la vez que se han realizado esfuerzos por obtener bases de datos sobre los nutrientes y componentes físicos de los cuerpos de agua de manglar, no se han determinado ni caracterizado los estados de la calidad ambiental del agua.

En la Bahía de La Paz, los manglares más estudiados han sido los de Puerto Balandra, Enfermería, Zacatecas y El Mogote entre otros. Al respecto, se considera que dichos manglares están siendo afectados, por evidencias visuales: Enfermería se está degradando a un ritmo más intenso y acelerado que los demás, posiblemente debido a su baja tasa de renovación del agua (20 a 26 días), que comparados con P. Balandra (1.5 días) y Zacatecas (1 a 6 días), lo cual es un tiempo muy prolongado, aunque según la evidencia, está cumpliendo con una tasa de productividad intermedia entre P. Balandra y Zacatecas, no obstante son disímiles entre ellos.

La franja costera en donde se localizan las caletas, muestran un patrón variado en el comportamiento de la calidad ambiental. Al aplicar el ICAC[®], se vislumbra que oscila entre el intervalo de buena calidad (58%) y el de alerta (31%), existiendo asimismo

valores de mala calidad (10%), asociados a eventos de lluvias y sus respectivos aportes pluviales al mar, causados por los escurrimientos desde el macizo peninsular. Los valores observados reflejan que los cuerpos de agua costeros pueden estar teniendo problemas ecofisiológicos que evitan que el exceso de nutrientes sea remineralizado de forma eficiente. La evidencia se sustenta en que un tercio de los datos muestran un índice de alerta, por lo que sugieren que esta zona costera presenta un claro riesgo de ser llevada hasta un estado con mayor porcentaje dentro del intervalo de valores de mala calidad o incluso de caer en él en su mayoría, de manera significativa.

Otras amenaza de los manglares es la escasa conciencia de los usuarios por mantenerlos sanos, mediante un uso racional, evitando disturbios en su entorno. En este contexto, es evidente que es muy amplia la gama de presiones estresantes que se le puede imprimir a los ecosistemas de manglar. Los impactos antropogénicos pueden ampliar los factores de riesgo para los ecosistemas, haciéndolos más lábiles, asimismo, pueden acelerar la degradación y eventualmente pérdida de los mismos.

CONCLUSIONES

Los manglares están siendo sometidos a riesgos innecesarios, los cuales podrían ser fácilmente prevenidos con acciones como la promoción de la cultura ambiental en los usuarios de todos los niveles. Aún cuando los planes de desarrollo tienen ingerencia en las zonas costeras, incluyendo los ecosistemas de manglar, no prevén su eventual desaparición, toda vez que son enfocados al desarrollo y promoción de actividades de lucro y en aras de un avance social. Los manglares y los ecosistemas asociados son frágiles, debido en parte a que los cuerpos de agua adyacentes o que intervienen en sus ciclos vitales están en un estado muy cercano al que podría calificarse de precario o altamente riesgoso. El índice de calidad ambiental costero es una herramienta excelente para proporcionar información de la calidad y como un instrumento de alerta temprana, adecuado a la condición del cuerpo de agua a que un manglar puede ser sometido o influenciado. Es necesario que existan planes de seguimiento sistemático de los ecosistemas de manglar del Estado, que sean tomados en cuenta en los planes de desarrollo socioeconómico y político, que además conlleven programas con metas específicas sobre conservación del ecosistema de manglar, y de igual manera con aquellos que tengan problemas de disturbio. Dichos programas deben considerar en todo momento la conservación y restauración de este tipo de ecosistemas frágiles.

LITERATURA CITADA

- Adger KN, Brown R, Cervigni R, Moran CD (1994) Towards estimating total economic value of forests in Mexico. Center for Social and Economic Research on the Global Environment, University of East Anglia, University College London. CSERGE Working Paper GEC 94-21, 37 p.
- Anónimo (2001) Diagnóstico socioambiental de la zona estuarina y de manglar del Municipio de San Blas, Nayarit. (Abril 2001). 103 p.
- Anónimo (2007) Cambio climático (<http://www.cambio-climatico.com>).
- Anónimo (2002) Ordenamiento ecológico Bahía de La Paz, BCS. s.f.
- Barbier EB, Acreman M, Knowler D (1997) Valoración económica de los humedales. Guía para decisores y planificadores. Oficina de la Convención de Ramsar. Universidad de York. Instituto de Hidrología. UICN-Unión Mundial para la Naturaleza. Gland, Suiza. p 143.
- Bender MA, Knutson TR, Tuleya RE, Sirutis JJ, Vecchi GA, Garner ST, Held IM (2010) Modeled Impact of Anthropogenic Warming on the Frequency of Intense Atlantic Hurricanes. *Science* 327(5964):454-458.
- Brown K, Adger WN (1994) Economic and political feasibility of international carbon offsets. *Forest Ecology and Management* 68:217-229.
- Cervantes del Río H (1967) Informe de labores del 1o. de diciembre al 30 de abril de 1967. Gobierno del Territorio de Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur. 112 p.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (2007) Los manglares de México: estado actual y establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo: "1ra. Etapa". Informe Final Del Proyecto DQ056. 70 p.
- Emanuel K (2005) Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years. *Nature* 436:686-688.
- Flores-Verdugo F, González-Farías F, Segura-Zamorano D, Ramírez-García P (1992) Mangrove ecosystems of the Pacific coast of Mexico: distribution, structure, litterfall and detritus dynamics. En: Seelger D. Coastal Plant Communities of Latin America. Academic Press Inc., N.Y. 392 p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2003) Manglares: nuevas cifras mundiales de la FAO. La deforestación continúa a un ritmo más bajo. (Prensa 10 de marzo de 2003, Roma).
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2005) Evaluación de los recursos forestales mundiales 2005. México. Informe Nacional. FAO. Roma. Informe nacional 189:68 p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2007). The world's mangroves 1980-2005. Forestry Paper 153, 77 p.
- Gergel SE, Turner MG, Miller JR, Melack JM, Stanley EH (2002) Landscape indicators of human impacts to riverine systems. *Aquatic Science* 64:118-128.
- Lugo AE, Twilley RR, Patterson-Zucca C (1980) The role of black mangrove forest in the productivity of coastal ecosystems in South Florida. Report to EPA Corvallis Environmental Research Laboratory. Oregon, USA 281 p.
- McGranahan G, Balk D, Anderson B (2007) The rising tide: assessing the risks of climate change

- and human settlements in low elevation coastal zones. *Environment & Urbanization*, 19 (1), 17-37.
- Mendoza-Arrambidez P, Mendoza-Salgado RA, Lechuga-Devéze CH, Von Borstel Luna F (2007) Aplicación (software): Índice de Calidad Ambiental Costero (ICAC[®]). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C. (CIBNor). La Paz, BCS., México. REGISTRO NÚMERO: 03-2008-100714084200-01.
- Mendoza-Salgado R, Amador E, Llinas J, Bustillos J (1984) Inventario de las áreas de manglar de la ensenada de Aripes, BCS. p 43-52, En: Memoria de la Reunión sobre Ciencia y Sociedad “Presente y futuro de la Ensenada de La Paz”, UABCS y Gob. Est. BCS. La Paz, BCS., México. 125 p.
- Mendoza-Salgado RA (1994) Anidación del gallito marino californiano (*Sterna antillarum browni*) y manejo de una de sus áreas de reproducción en la región de La Paz, B.C.S. Tesis de Maestría en Ciencias. IPN/CICIMAR. La Paz, Baja California Sur, México. 80 p.
- Mendoza-Salgado RA (2004) Función que describe un proceso ambiental costero para ser usado en el estudio de la integridad ecológica de ecosistemas. Tesis de Doctor en Ciencias. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste SC. Programa de Estudios de Posgrado. La Paz, Baja California Sur, México. 144 p.
- Mendoza-Salgado RA, Lechuga-Devéze C, Ortega-Rubio A (2005) First approach of method to assess water quality for arid climate bay in the Gulf of California. *Science of the Total Environment* 347(1-3):208-216.
- Murphy J, Riley JP (1962) A modified, single solution method for determination of phosphate in natural waters. *Anal Chim Acta* 27:31-36.
- National Research Council (NRC) (2000) Clean coastal waters: Understanding and reducing the effects on nutrient pollution. National Academic Press, Washington, D. C. 405 p.
- Nicholls RJ, De la Vega-Leinert AC (2007) Synthesis and upscaling of sea-level rise vulnerability assessment studies (survas): survas methodology. SURVAS Methodology Workshop, 17-18th January 2000, London. Obtenido de: <http://www.survas.mdx.ac.uk/public11.htm#adaption>
- Nijkamp P (1991) Climate Change, Sea-Level Rise and Dutch Defense Strategies, Project Appraisal 16:143-148.
- Parsons TR, Maita Y, Lalli CM (1984) A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press, New York.
- Pernetta JC (1992) Impacts of Climate Change and Sea-Level Rise on Small Island States, *Global Environmental Change* 2:19-31.
- Robert R, Klein JT (2000) Adaptation frameworks for sea-level rise impacts. Obtenido de: <http://www.survas.mdx.ac.uk/public11.htm#adaption>.
- Sáenz-Arroyo A (2000) Servicios ambientales de los Manglares. ¿Qué perdemos cuando los transformamos? Greenpeace Expedientes Ambientales. Manglares Bosques Costeros. México.
- SEMARNAT-INE (2005) Evaluación preliminar de las tasas de pérdida de la superficie de manglar en México. Septiembre 2005.
- Strickland JDH, Parsons TR (1972) A practical handbook of seawater analysis. *Bull Fish Res Bd Can* 167:1-311.
- Titus JH (1991) Seed bank of a Hardwood Floodplain Swamp in Florida. *Castanea* 56:117-127.

- Toledo G, Rojas A, Bashan Y (2001) Monitoring of black mangrove restoration with nursery-reared in an arid coastal lagoon. *Hydrobiologia* 444:101-109.
- Turner RK (1991) Wetlands and Economic Management. *Ambio* 20(2):59-63.
- Turner RK, Jones T (1991) Wetlands, Market and Intervention Failures: Four Case Studies, Earthscan, London.
- Turner RK, Subakl S, Adger WN (1996) Pressures, Trends, and Impacts in Coastal Zones: Interactions between Socioeconomic and Natural Systems. *Environmental Management* 20(2):159-173.
- Universidad Autónoma de Nayarit (UAN) (2000) Estudio Básico del Estero de San Cristóbal, La Tovar y Singayta, San Blas, Nayarit. Para su incorporación al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP). Dirección de Investigación Científica.
- Warrick RA, Le Provost C, Meier MF, Oerlemans J, Woodworth PL (1996) Lead authors of Chapter 7 (Changes in sea level) of Climate Change 1995. The science of climate change. Contribution of working group I to the second assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, (eds) Houghton JT, Meira Filho LG, Callander BA, Harris N, Kattenberg A and Maskell K. Cambridge: Cambridge University Press. 572 p.
- Wigley TML (1995) Global-mean temperature and sea level consequences of greenhouse gas stabilization. *Geophysical Research Letters* 22(1):45-48.