

Revista Posgrado y Sociedad
Sistema de Estudios de Posgrado
Universidad Estatal a Distancia
ISSN 1659 – 178X
Costa Rica
zmendez@uned.ac.cr

La biodiversidad marina en el Golfo de Nicoya, Costa Rica

Marine biodiversity of Golfo de Nicoya, Costa Rica

Patricia Gómez F.
San José, Costa Rica

Julián Monge N.
San José, Costa Rica

Volumen 8, Número 2

Setiembre 2008

pp. 1 - 19

Recibido: junio, 2008

Aprobado: setiembre, 2008

Resumen

Las profundidades marinas son el mayor ecosistema de la Tierra, pues casi 50 por ciento de la superficie del planeta se encuentra por debajo de los tres mil metros de profundidad. Además, albergan una de las mayores reservas de biodiversidad. La biodiversidad marina en el Golfo de Nicoya, Costa Rica, está influenciada por las cambiantes condiciones meteorológicas, oceanográficas y antrópicas. Estas variables afectan la ecología, demografía y genética de los organismos presentes en el golfo. Los estudios sobre la biología de las especies marinas y litorales se refieren principalmente a especies de interés comercial y especies en peligro de extinción. También son importantes los estudios sobre el funcionamiento de ecosistemas costeros y litorales característicos, como los estuarios, bancos de fango, playas de arena y –sobre todo– los manglares. Esperamos que esta revisión del tema ayude a su mejor comprensión y conservación.

Palabras clave: ECOLOGÍA MARINA, BIODIVERSIDAD, MAREA ROJA, DOMO DE COSTA RICA.

Abstract

The marine depths make up the largest ecosystem on Earth, because almost 50 per cent of the planets surface is deeper than 3000 m, and are home to much of the planets biodiversity. In the Gulf of Nicoya, Costa Rica, marine biodiversity is influenced by the changing meteorological, oceanographic and anthropic influences. These variables affect the ecological, demographic and genetic characteristics of organisms that dwell in the Gulf, for which most studies deal with species that have commercial value or are endangered. Other researched area is the function of littoral and coastal ecosystems such as estuaries, mud banks, sand beaches and, above all, mangroves. This article reviews what is known about the gulf's marine biodiversity and provides a baseline for its understanding and conservation.

Keywords: MARINE ECOLOGY, BIODIVERSITY, RED TIDE, COSTA RICA DOME.

Introducción

La ecología marina estudia las relaciones que se establecen entre los organismos que habitan el mar y el hábitat que los rodea.

Los organismos marinos se distribuyen de una forma determinada en el mar y buscan condiciones ambientales óptimas. Dos factores ambientales fundamentales son la profundidad y la presencia de luz, ambos muy relacionados, ya que cuanto más nos adentramos en las profundidades, menos luz llega. En las zonas más oscuras, hay diversas adaptaciones de bioluminiscencia que les permiten atraer presas, confundir a sus depredadores o encontrar pareja.

Las características anteriores determinan la creación de franjas con condiciones específicas que se denominan zonaciones, donde podemos encontrar ecosistemas y tipos de vida muy diversos. Esto, junto con la competencia por el espacio, determina la presencia de diferentes comunidades de organismos dispuestas en franjas horizontales.

La luz no sólo tiene una influencia directa sobre las distintas tonalidades e intensidades de la coloración de los seres marinos, sino que además influye sobre la anatomía.

La actividad humana tiene efectos diversos, positivos y negativos, sobre los ecosistemas marinos. Pero los principales son negativos, como la sobreexplotación, la contaminación y los cambios climáticos.

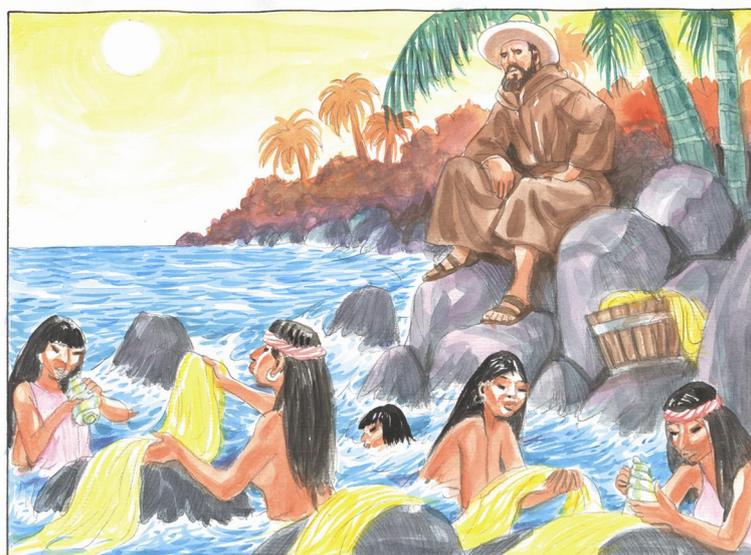
Discusión

El Golfo de Nicoya

El Golfo de Nicoya, donde vive una gran cantidad de organismos marinos, es el más grande de Costa Rica. Sus costas fueron habitadas por el ser humano desde hace miles de años, y en su último periodo, formaba parte del antiguo

Imperio Azteca (Dengo, 1962). De hecho, pagaba impuestos a Montezuma, al proporcionar un tinte, extraído de los caracoles existentes en el golfo, para teñir el hilo de algodón (véase Figura 1). Este golfo representa la costa del bosque tropical seco más importante de todo el continente.

Figura 1. Dibujo de Franco Céspedes: nativos costarricenses tiñendo hilo con caracoles.



Nota: los habitantes del Golfo de Nicoya trabajaban tiñendo hilo de algodón mediante la aplicación de la sustancia extraída de un caracol. El molusco se encuentra en las rocas del borde del mar, con frecuencia en peñascos accesibles solo por bote. La tarea era penosa y peligrosa, pero rentable, pues permitía obtener telas color púrpura de una calidad inigualable en la época.

El Golfo de Nicoya está situado en la costa meridional de Costa Rica, sobre el océano Pacífico (véase Figura 2). Constituye el entrante más profundo del mar en tierras costarricenses y baña las costas de las provincias de Guanacaste y Puntarenas. Su amplia entrada está limitada por el cabo Blanco y la punta Judas, mientras que hacia el interior se estrecha. En el fondo del golfo desemboca el río Tempisque, mientras que el río Grande de Tárcos lo hace en la parte más abierta al océano. Es un golfo con numerosas islas, entre las que destacan Chira, Venado, Caballo, San Lucas, Cedros, Bejuco y Pan de Azúcar.

En sus costas se asientan dos de los principales puertos de Costa Rica, los de Puntarenas y Caldera, puntos de desembarco de las capturas pesqueras y de

embarque de sus productos agrarios. También constituye una notable zona turística, gracias a sus playas, balnearios y paraísos naturales de flora y fauna, como el Parque Nacional Barra Honda y el Parque Nacional Palo Verde.

Debido a que el Golfo de Nicoya está en Puntarenas, antiguamente se hacía el tradicional viaje en "carreta" de muchas familias costarricenses, el cual consistía en ir a la playa y volver en una lenta travesía que duraba días. Aquí está centralizada la actividad portuaria del país, con más turismo y pesca que en la Costa del Caribe.

Figura 2. El Golfo de Nicoya.



Nota: la punta sureña de la península de Nicoya se extiende en dirección sureste separando las aguas del océano Pacífico de la aguas del golfo de Nicoya. La imagen infrarroja ayuda a documentar los numerosos valles y cerros llenos de vegetación (el color rojo representa las plantas y la vegetación).

De: "Golfo y Península de Nicoya Sur, Costa Rica 1997". Por National Aeronautics and Space Administration, 1997. Recuperado el 19 de junio, 2008 de http://209.15.138.224/inmotico/golfo_nicoya.htm

Lo más sobresaliente de la geografía marina de Guanacaste es el Golfo de Nicoya, un estuario tropical que se divide, tanto por las características del agua como por sus organismos, en tres secciones (Monge, Gómez y Rivas, 2003):

1. Interna o "superior": es la parte menos profunda y la más afectada por el agua dulce de los ríos -afectados a su vez por diques y otros controles-, por lo que en algunos aspectos cambia significativamente con la estación. Sin embargo, más que los cambios en la fisicoquímica del agua, la depredación parece ser el factor dominante entre los organismos de sus fondos lodosos.
2. Media: aquí se mezclan aguas de ambos extremos del golfo, por lo que el agua y los organismos tienen características intermedias.
3. Externa o "inferior": poco estacional, hay mucho oxígeno en el agua, pero poco en el fondo. Contiene pocos nutrientes, excepto en el fondo, que los recibe de fuera del golfo.

La circulación estuarina lleva agua a la parte interna, que también recibe directamente el impacto de los contaminantes arrastrados por los ríos, entre los cuales sobresale el río Grande de Tárcoles, que baja desde la ciudad de San José al extremo del Golfo de Nicoya. El río resulta de la unión del Virilla -que desagua a la ciudad capital, San José- y el Río Grande, que trae aguas con menor contaminación de la zona rural al norte. Las aguas son ricas en heces y desechos agrícolas e industriales. Las curtiembres contaminan el río con cromo y varias mediciones han demostrado que el cromo no disminuye en 50 km desde la fuente. Los contaminantes orgánicos, por su parte, pueden ser aprovechados como alimento por diversos organismos, con resultados no siempre deseables, como la marea roja (Acuña, Cortés y Murillo, 1996).

El estero de Puntarenas es parte importante del Golfo de Nicoya. Sus aguas reciben los desechos municipales de la ciudad portuaria de Puntarenas. Estos desechos tardan 60 horas en lavarse en un 90%. Si Puntarenas, con sus 50,000 habitantes, fuera la única fuente de contaminantes, el oxígeno del agua del golfo

no disminuiría notablemente, pero a esto se suman los desechos del Valle Central.

Los nutrientes del Golfo de Nicoya no sufren un gran cambio estacional, debido a que todo el año este recibe nitratos y fosfatos del agua subsuperficial ecuatorial que se mezcla por la energía de las mareas. Los silicatos del golfo sí provienen principalmente de los ríos. En general, los nutrientes entran por el extremo noroccidental y salen por el suroriental. Según Tabash (2007), la principal fuente de nitrógeno en forma de iones nitrato, es el aporte terrígeno a través de la desembocadura de los ríos Tempisque y Tárcoles. El Golfo de Nicoya es una fuente neta de nitrógeno inorgánico disuelto y de fósforo inorgánico disuelto; ambos aumentan su concentración durante la época lluviosa. La dinámica de estos nutrientes biolimitados, referida a entradas estacionales a través de los aportes por lixiviación, coincide con los procesos biológicos informados para el Golfo de Nicoya, como variación en los niveles de producción primaria, y épocas de madurez y reproducción de especies de ciclo de vida corto y largo.

Plantas marinas y las mareas rojas

Según Gocke, Cortés y Villalobos (1990), las explosiones poblacionales o "floraciones" de microalgas son un rasgo característico de áreas marino-costeras. Dentro de estos fenómenos, las mareas rojas, o sea, altas concentraciones de microscópicas algas dinoflageladas que producen desechos tóxicos para los vertebrados, se presentan comúnmente en áreas subtropicales y tropicales. Esa proliferación masiva de microorganismos puede ser nociva en el tanto que las especies involucradas produzcan toxinas. Tales toxinas pueden ocasionar la muerte de calamares y bivalvos, así como también el envenenamiento o muerte de seres humanos, mamíferos marinos, aves marinas y peces (Anderson y White 1992; Steindiger 1993).

En la parte interna, de menos de 20 m de profundidad, hay más mareas rojas en estación seca y en los cambios de estación; la concentración de

microorganismos llega a ser tan alta que sólo hay fotosíntesis en los 2 m superiores. Según un estudio realizado por Morales, Víquez, Rodríguez y Vargas (2001), el dinoflagelado *Lingulodinium polyedrum* (véase Figura 3) produjo en el Golfo de Nicoya un "parche" de marea roja de aproximadamente 2000 m². Esta especie produce hipnoquistes esféricos que podrían ser retenidos por décadas cuando se presentan condiciones anóxicas o de oscuridad. El *L. polyedrum* ha sido asociado con la producción de toxinas paralizantes como saxitoxinas y yesotoxinas.

Figura 3. Organismo del grupo que produce las mareas rojas, el dinoflagelado *Lingulodinium* macroalgas, aún *polyedrum*.



La costa Pacífica de Costa Rica es muy pobre en especies grandes de algas, más que el Caribe -esto es común en los países tropicales-. Esto puede deberse en parte a que el agua es muy caliente y a que la marea expone las algas a una fuerte desecación. En Montezuma, la parte más alta de la región intramareal rocosa solo es colonizada por algas tras las lluvias refrescantes, y esto solo por algas especialmente resistentes como *Ceramium* e *Isactis*, que soportan hasta 50°C (Jiménez, 1987, 1988).

La parte media presenta todo el año poblaciones de *Ceramium*, alga que está protegida por una matriz gelatinosa, así como especies de los géneros

Cladophora (véase Figura 4) y *Enteromorpha*; dos géneros que son afectados por caracoles herbívoros del género *Fissurella*.

Figura 4. *Cladophora*, alga verde.



Nota: las algas verdes son plantas filamentosas y muy ramificadas. El alga *Cladophora* posee aspecto arborescente, es de color verde claro a verde y crece en las aguas salobres del Golfo de Nicoya.

Finalmente, la sección inferior tiene las mismas especies de algas, además de *Lithothamnium*, *Gracilaria* y *Sargassum*. El alga coralina dura *Goniolithon* domina si hay mucho caracol herbívoro. Si se exceptúa el grupo llamado Cymodoceaceae, las únicas angiospermas marinas en las aguas costeras del Golfo de Nicoya pertenecen a los géneros *Halophila* y *Thalassia*.

La vida oculta en el fondo del mar

En los fondos blandos, a menudo de lodo fino -del Golfo de Nicoya- el grupo de los invertebrados grandes, macroinvertebrados, incluye al menos 205 especies que lo habitan con una densidad de 0 a 8744 individuos por m² (Chaves, 1988). El golfo no es muy rico en especies en comparación con otros golfos tropicales

(Molina, 1996). Hay solo 120 especies de gusanos poliquetos, 46 de crustáceos y 22 de moluscos como grupos principales (Cruz, 1996a, 1996b). Claramente dominan los poliquetos, que son el 59% de las especies y el 68% de los individuos. Los más comunes son *Mediomastus californiensis* y *Prionospio multibranchiata* (Von Wagelin y Wolff, 1996).

Si se analizan los animales que viven sobre el lodo –epifauna- y dentro del lodo –infauna- el conteo sube a 303 especies de invertebrados, la mayoría poliquetos (véase Figura 5), crustáceos y moluscos. Los organismos que viven dentro del lodo suelen distribuirse de manera homogénea, son poco afectados por los cambios de estación y, en general, sirven de presa a los que viven sobre el lodo, que se distribuyen de manera agrupada. Cuando aumenta la epifauna depredadora, disminuye marcadamente la densidad de sus presas.

Figura 5. Gusano marino del grupo de los poliquetos.



Nota: este gusano vive en un tubo blando, reforzado con partículas de arena. La corona en forma de plumas puede retraerse rápidamente para refugiarse de sus depredadores y le sirve para filtrar alimento.

El trabajo clásico de Vargas (1987) indica que en la fauna del lodazal de Punta Morales la densidad media anual supera los 10,000 indiv./m² y es mayor en la estación seca. Un censo de 1980 identificó 108 especies de macrofauna, donde dominaban los gusanos poliquetos -como *Paraprionospio pinnata*-, el ostrácodo *Cyprideis pacifica*, el cumáceo *Coricuma nicoyensis* y otros, *Curicuma*

es un género nuevo descubierto en el golfo, (Vargas, 1987). También habitan allí cangrejos, bivalvos, equinodermos y hasta un hemicordado, o sea, un tipo de animal que tiene estructuras llamadas hendiduras branquiales, lo que lo hace estar emparentado con nosotros los vertebrados; no obstante, a simple vista parece un gusano con una cabeza muy particular.

Aunque la abundancia de cada tipo de organismo en el lodo del golfo es resultado de una interacción compleja con el medio y con otros organismos, se ha logrado identificar algunos factores que son clave en la distribución de algunos de ellos (Vargas, 1987). Por ejemplo, para los cangrejos portúnidos es la sal; para ciertos camarones, la abundancia de alimentos traídos por los ríos; y para el "camarón mantis", el sedimento y la fauna que le sirve de alimento.

La hora del día también tiene importancia para organismos como muchos camarones, que solo salen del lodo por la noche. En 1985 se hizo un estudio que identificó 79 especies de invertebrados a una alta densidad: 14,798 ind./m². De ellos los poliquetos eran fundamentales pues tres de sus especies representaban el 41% de la fauna, lo cual contrastó con la situación de un año antes cuando el ostrácodo *Cyprideis pacifica* y un camarón cumáceo eran los organismos más abundantes (total 43%) y tres poliquetos representaban sólo el 19% de los animales (Vargas, 1987). Algunas especies fueron más abundantes en la estación seca, como el poliqueto *Mediomastus californiensis*, otras lo fueron en la lluviosa, como el poliqueto *Paraprionospio pinnata* (Vargas, 1987).

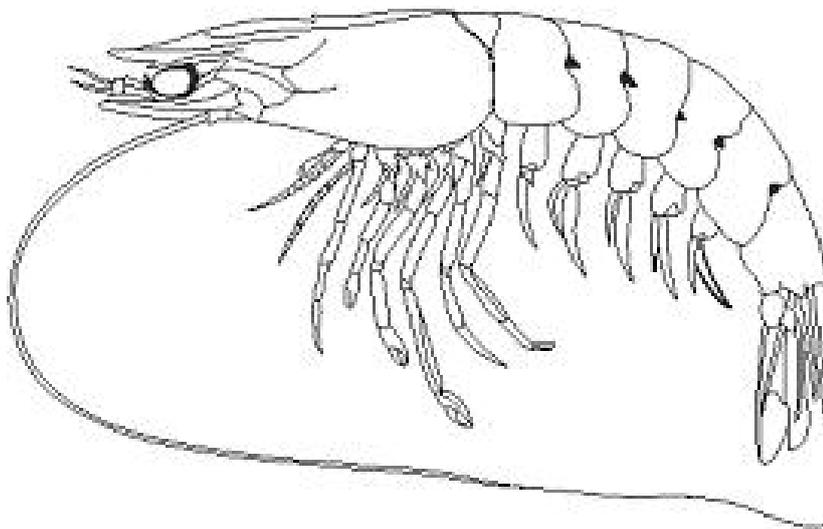
En un experimento con jaulas protectoras se demostró que la depredación por aves, cangrejos y peces no es muy importante para definir los invertebrados del lodo. Si se muestrea a más profundidad, por ejemplo hasta los 46 m, el número de especies de poliquetos se eleva a 125, lo cual indica que la biodiversidad de los organismo del golfo aun se conoce de manera incompleta (Vargas, 1987).

Cerca del fondo viven también animales más grandes, como los peces. En un censo realizado por Campos (1986) en el golfo, se encontraron 175 especies; entre las cuales los más abundantes fueron los peces *Micropogon altipinnis* y *Ophioscion scierus*. Los grandes invertebrados del fondo incluyeron 84 táxones,

dominando los camarones (véase Figura 6), *Penaeus* -varias especies- y los cangrejos *Portunus* -varias especies- y *Callinectes arcuatus* (Campos, 1986; Campos, Segura, Lizano y Madrigal, 1993). Hay más peces en las secciones media e interna del golfo, pero la biomasa de organismos grandes del fondo es mayor en la sección oriental externa.

La sobreexplotación de los peces ha sido frecuente en el golfo y busca ser regulada por el gobierno. En la desembocadura del río Barranca escasean muchos peces e invertebrados, tal vez por efecto del agua dulce, la contaminación o ambas causas (Palacios, Rodríguez y Angulo, 1993; Palacios, Angulo y Rodríguez, 1995).

Figura 6. El camarón común, *Penaeus* spp., es un importante invertebrado del fondo marino guanacasteco.



El famoso domo de Costa Rica

El domo de Costa Rica es una zona de surgencia de agua fría rica en nutrientes y vida frente a Guanacaste, con más de 41 géneros de peces (Aguilar y Vicencio, 1994; Bussing y López, 1996). El efecto del agua fría se nota particularmente en los corales, pequeños invertebrados que en algunos casos forman los conocidos arrecifes (Cortés, 1996). Al norte del Golfo de Papagayo

surge agua fría, lo que puede explicar la ausencia de corales allí, pues requieren temperaturas relativamente altas. Dentro del Golfo de Nicoya su ausencia puede deberse al agua dulce aportada por los ríos. Solo hay unos pocos corales escleractinios, y son aislados, no forman arrecifes (Lourdes y Morones, 1992).

En 1983 se observó una muerte de corales en el Pacífico y el Caribe de Costa Rica debida a la muerte de sus zooxantelas endosimbioses, pequeñas algas que viven dentro del coral y le proveen alimento en canje por la vivienda que este les facilita. Se cree que las mató una elevación de la temperatura relacionada con el Fenómeno de El Niño. Aparentemente la esponja perforadora *Clione caribbea* aprovechó para establecer colonias más grandes y abundantes.

Los corales sobrevivientes también son dañados por la sedimentación y la extracción. Para salvarlos se requeriría disminuir fuertemente la deforestación y contaminación agrícola, industrial y cloacal que desde tierra adentro llegan a afectar a estos importantes organismos marinos.

En contraste con todo esto, si hubiéramos podido visitar Santa Elena, Bahía Culebra y Punta Gorda hace 150 o 300 años, habríamos encontrado hermosos arrecifes. Lamentablemente, todos murieron, probablemente al intensificarse el afloramiento de Papagayo. Sus restos están hoy cubiertos por algas.

En general, los corales hematípicos del Pacífico costarricense son muy diferentes de los caribeños. Los científicos coinciden en que al cerrarse el istmo centroamericano hace 3-5 millones de años hubo cambios marinos importantes y la vida fue difícil para los del Pacífico por las condiciones de salinidad, temperatura y otras. Algunos creen que evolucionaron rápidamente, pero otros creen que se extinguieron y el área fue recolonizada desde Oceanía por larvas en corrientes hace tal vez menos de 50,000 años, lo que explica su relación filogenética y la falta de fósiles del periodo Pleistoceno (Cortés, 1996).

Si bien la acumulación de sedimentos en la costa y la muerte de los arrecifes son procesos naturales, la velocidad de estos cambios es muy acelerada en la actualidad, debido principalmente a las actividades humanas. Al menos el 10% de los arrecifes del mundo ha sido destruido y un 30% está seriamente amenazado. En Costa Rica, la situación de amenaza responde a los mismos

factores, a los cuales se suma la actividad sísmica, que ha causado importantes daños al arrecife de Cahuita en el Caribe (Fernández y Alvarado, 2004).

En el 2100, el 70% de los arrecifes profundos estarán afectados por cambios relacionados con el aumento de temperatura y la acidificación en los océanos, United Nations Education Science and Culture Organization (Unesco), 2007. Entre 20 y 30% de las especies costeras están amenazadas de extinción, si la temperatura promedio del planeta aumenta de 2 a 3 grados.

Si los corales mueren, mueren en cadena otros invertebrados y las especies que se alimentan de ellos, provocando una disminución de numerosos recursos económicos. El aumento de la temperatura y las emisiones de gas carbónico, pueden tener efectos positivos para el crecimiento de las plantas en las regiones templadas. Pero a medida que el calor aumenta, el fenómeno se invierte y la vegetación se marchita.

Conclusiones

Para proteger la biodiversidad marina se han realizado esfuerzos importantes, mediante la creación de áreas silvestres protegidas, cuya área marina cubre un total de 328,256 ha, distribuidas en parques nacionales, reservas biológicas y refugios de vida silvestre. El 30% de esta área marina pertenece a la Isla del Coco -poco más de 97,000 ha-, el resto se encuentra en franjas alrededor de la Isla del Caño y en espacios que forman parte de áreas protegidas como Corcovado, Manuel Antonio, Tortuguero, Cahuita, Gandoca-Manzanillo, Santa Rosa, Ballena y Cabo Blanco.

Los ambientes marino-costeros están conectados con los ambientes terrestres mediante los ríos. Las cuencas hidrográficas y los desarrollos humanos que en ellas se ubican definen los impactos ambientales que luego se desplazan y acumulan en las zonas marino-costeras. Las cuencas de los ríos Tárcoles, Tempisque y Barranca, por ejemplo, albergan el 65% de la población nacional, cuyos desechos en su mayoría escurren por ellas vía flujos hídricos superficiales y

subsuperficiales y son depositados en el Golfo de Nicoya, principal centro pesquero del país.

Las características de las zonas marino-costeras, como el ser áreas de transición donde se mezclan ambientes marinos y terrestres, tanto en sus componentes biológicos como físicos y socioculturales; y recibir y acumular los impactos de las actividades económicas que se desarrollan en las cuencas hidrográficas que drenan hacia ellas, aún no han sido comprendidas ni incorporadas en los esquemas de uso y conservación de la costa y el mar.

Contar con áreas marinas protegidas es una particularidad del esfuerzo nacional en pro de la conservación, ya que son pocos los países que han dado este paso. Sin embargo, en este proceso las zonas marino-costeras no han recibido una atención proporcional a la dimensión e importancia estratégica que sus recursos tienen para el país, ni a la complejidad e interdependencia que existe entre estos ecosistemas y los ecosistemas continentales.

A pesar de la amplia extensión marítima de Costa Rica, la investigación que se ha realizado sobre estos ecosistemas y las especies que en ellos habitan, es poca si se compara con los terrestres. Costa Rica tiene en sus mares un potencial de grandes proporciones para la búsqueda de nuevos alimentos, medicinas, recursos energéticos y otros usos sostenibles, tanto para las comunidades aledañas a las zonas marino-costeras como para el país en general, lo cual requiere un esfuerzo mayor de investigación y desarrollo.

Al momento de presentar esta revisión, el mayor peligro es el efecto potencialmente aniquilador que va a tener el calentamiento global. Aparentemente, el cambio climático planetario producirá una acidificación del agua que causará la extinción de muchas especies que forman esqueletos de calcio, los corales y las algas duras entre ellos, los cuales constituyen una base fundamental de los ecosistemas marinos del Pacífico tropical.

La ruptura del equilibrio de este ecosistema pone en peligro la subsistencia de miles de especies de plantas y animales marinos que encuentran su alimento en los arrecifes. Los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad serán tanto más importantes cuanto que los ecosistemas están cada vez más

debilitados por la presión de las actividades humanas. La biodiversidad marina del Golfo de Nicoya debe ser puesta de urgencia bajo estricta vigilancia.

Referencias Bibliográficas

- Acuña, J. Cortés, J, y Murillo, M. (1996). Mapa de sensibilidad ambiental para derrames de petróleo en las costas de Costa Rica. *Biología Tropical*, 44 (3), 1-238.
- Aguilar, A. y Vicencio, A. (1994). Lista sistemática de las larvas y juveniles peces en la Región del Domo de Costa Rica. *Biología Tropical* 42, 747-750.
- Anderson, D. y White, A. (1992). *Toxic dinoflagellates and marine mammal mortalities*. (Tech. Report 89-36). Woods Hole, USA: Woods Hole Oceanographic Institution.
- Bussing, W. y López, M. (1996). Fishes collected during the RV Víctor Hensen Costa Rica Expedition, 1993/1994. *Biología Tropical*, 44 (3), 1-238.
- Campos, J. (1986). Fauna de acompañamiento del camarón en el Pacífico de Costa Rica. *Biología Tropical*, 34(2), 185-192.
- Campos, J., Segura, A., Lizano, O. y Madrigal, L. (1993). Ecología básica de *Coryphaena hippurus* (Pisces: Coryphaenidae) y abundancia de otros grandes pelágicos en el Pacífico de Costa Rica. *Biología Tropical*, 41, 783-790.
- Cortés, J. (1996). Comunidades coralinas y arrecifes del Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica. *Biología Tropical*, 44-45 (3-1), 623-625.

- Cruz, R. (1996a). Costa Rican marine gastropods: range extensions. *Biología Tropical*, 44 (3), 1-238.
- Cruz, R. (1996b). Annotated checklist of marine molluscs collected during the R/V Víctor Hensen Expedition to Pacific Costa Rica. *Biología Tropical*, 44 (3), 1-238.
- Chaves, Q. (1988). *Inventario biológico de la zona norte. Costa Rica*. San José, Costa Rica: Organización para Estudios Tropicales.
- Dengo, G. (1962). *Estudio geológico de la región de Guanacaste, Costa Rica*. San José, Costa Rica: Instituto Geográfico Nacional.
- Fernández, C. y Alvarado, J. (2004). El arrecife coralino de Punta Cocles, costa Caribe de Costa Rica. *Biología Tropical*, 52(2), 321-333.
- Gocke, K., Cortés, J. y Villalobos, C. (1990). Effects of redtides on oxygen concentration and distribution in the ECOSISTEMAS ACUATICOS DE COSTA RICA II 23 Golfo of Nicoya, Costa Rica. *Biología Tropical*, 38(2b), 401-407.
- Jiménez, J. (1987). A clarification on the existence of *Rhizophora* species along the pacific coast of Central America. *Brenesia*, 28, 25-32.
- Jiménez, J. (1988). Floral and fruiting phenology of trees in a mangrove forest on the dry pacific coast of Costa Rica. *Brenesia*, 29, 33-50.
- Lourdes, R. H y L. Morones. (1992). Distribución y abundancia de quetognados (Chaetognatha) en la región del Domo en Costa Rica. *Revista Biología Tropical* 40, 35-42.
- Molina, H. (1996). Ichthyoplankton assemblages in the Gulf of Nicoya and Golfo

Dulce embayments, Pacific coast of Costa Rica. *Biología Tropical*, 44 (3), 1-238.

Monge, J., Gómez, P. y Rivas, M. (2003). *Biología General*. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.

Morales, A., Víquez, R., Rodríguez, K., Vargas, M. (2001). Marea roja producida por *Lingulodinium polyedrum* (Peridiniales, Dinophyceae), Bahía Culebra, Golfo de Papagayo, Costa Rica. *Biología Tropical*, 49(2), 19-23.

Palacios, J., Rodríguez, J y Angulo, R. (1993). Estructura poblacional de *Penaeus stylirostris* (Decapoda: Penaeidae), en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Biología Tropical*, 41, 233-237.

Palacios, J., Angulo, R. y Rodríguez, J. (1995). La pesquería de *Penaeus stylirostris* (Decapoda: Penaeidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Biología Tropical*, 43, 36-44.

Steindinger, K. (1993). Some taxonomic and biologic aspects of toxic dinoflagellates. Pp. 1-28. En: Falconer, I. R. (ed.). *Algal Toxins in Seafood and Drinking Water*. Londres, Academic.

Tabash, F. (2007). Un modelo biogeoquímico para el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Biología Tropical*, 55(1), 33-42.

United Nations Education Science and Culture Organization (Unesco). (2007). *Global warming and Unesco*. San Juan, Puerto Rico: Culture and society.

Vargas, J. A. (1987). The benthic community of an intertidal mud flat in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. Description of the community. *Biología Tropical*, 35, 229-316.

Von Wagelin, M. y Wolff, M. (1996). Comparative biomass spectra and species composition of the zooplankton communities in Golfo Dulce and Golfo de Nicoya, Pacific coast of Costa Rica. *Biología Tropical*, 44(3), 1-238.

Nota acerca de los autores

Patricia Gómez F.

Es Master en Ecología y Fisiología Vegetal, Universidad de Costa Rica. Actualmente trabaja para la Dirección de Producción de Material Didáctico en donde está a cargo de la producción de material escrito y coordinando la producción electrónica.

Correo electrónico: pgomez@uned.ac.cr

Julián Monge N.

Miembro Correspondiente de la Sociedad Biogeográfica de París, Asesor Científico de la BBC de Londres, Asesor de la National Geographic Society. Ex-Becario Smithsonian Tropical Research Institute. Investigador, Vicerrectoría de Investigación, Universidad Estatal a Distancia.

Correo electrónico: julianmonge@gmail.com