

A journal of the Northern Gulf of California, its islands & surrounding Sonoran Desert

Una revista del Golfo de California Norte, sus islas y el Desierto Sonorense circundante



2002

Vol. 10 No. 1

2002

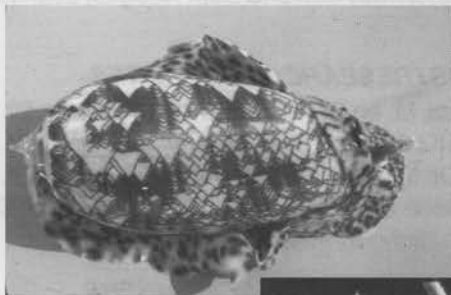
Biodiversity in the Northern Gulf of California

by: Richard C. Brusca, Ph.D.*

The Environ- ment of the Northern Gulf

The first serious collector of marine life in the Sea of Cortez was not a biologist, but a U.S. government tidal observer named John Xantus (de Vesey), who was stationed at the tip of the Baja California peninsula from 1859 to 1861. Fifty years later, marine organisms were trawled in the Southern Gulf by the U.S. Fish Commission steamer Albatross. Both the Xantus and the Albatross collections reside today at the Smithsonian Institution. However, it was in 1940 that marine biology in the Gulf had its birth, with the remarkable pioneering expedition of Ed Ricketts and John Steinbeck aboard the Western Flyer, a purse seiner out of Monterey, California (Hedgpeth 1978). The biology (and philosophy) of that amazing voyage is chronicled in "The Log from the Sea of Cortez" (Steinbeck and Ricketts 1941). The expedition was repeated by J. Laurens Barnard (of the Smithsonian Institution) and the author in 1975 (Brusca 1993). Subsequent expeditions from

(continued on page 20)



Oliva porphyria



Janaria mirabilis

Large and attractive species such as (top to bottom) the tent olive, staghorn coral (here inhabited by the hermit crab *Manucomplanus varians*), and the cowrie are threatened by naïve tourist-collectors, and by ruthless commercial shell collectors who take them alive and in large numbers for sale in shell shops. /

Grandes y atractivas especies como (arriba hasta abajo) esta concha de oliva, el coral de cuerno de venado, aquí habitado por el cangrejo hermitaño *Manucomplanus varians*, y la "cowrie" están en peligro por los turistas y por coleccionistas comerciales quienes las recogen vivas y las venden en grandes cantidades en las tiendas de conchas. (A. Kerstitch)

Biodiversidad en el Golfo de California Norte

por: Richard C. Brusca, Ph.D.*

El Ambiente del Golfo Norte

El primer coleccionista de vida marina en el Mar de Cortés no fue un biólogo, sino un observador de mareas del gobierno de los EE.UU. de nombre John Xantus (de Vesey), quien estuvo radicado en el extremo sur de la península de Baja California desde 1859 a 1861. Cincuenta años más

tarde, en la parte sur del Golfo, organismos marinos fueron capturados por arrastre por el barco a vapor *Albatross* de la Comisión de Pesca de EE.UU. Tanto la colección de Xantus como la del *Albatross* se encuentran hoy día en la *Smithsonian Institution*. Sin embargo, en 1940 fue que nació la biología marina en el Golfo, con la notable expedición

pionera de Ed Ricketts y John Steinbeck a bordo del chinchorrero *Western Flyer* de Monterrey, California (Hedgpeth 1978). La biología (y filosofía) de ese sorprendente viaje se relata en el libro "The (cont. en la p. 20)



Cypraea isabella

Biodiversity...from page 1

Scripps Institution of Oceanography, the University of California at Los Angeles, and the University of Southern California's Allan Hancock Foundation in the 1940s and 1950s ushered in an era of organized research effort in the Gulf that continues today, most of it now under the auspices of Mexican institutions, including CEDO. This body of work comprises many publications describing the biodiversity of the Gulf. Despite these efforts, however, documentation of this region is still in its early stages, and I estimate that at least half of the species remain undescribed, mostly invertebrates, while the natural history of almost all species is simply unknown.

The Gulf of California is one of the largest semi-enclosed seas in the world, exceeding 1,070 km (640 miles) in length, with 258,593 km² (99,843 mi²) of surface area, spanning over nine degrees of latitude, and traversing the Tropic of Cancer in its southern reaches. The Northern Gulf is defined as that region from the mouth of the Colorado River to (and including) the Midriff Islands (las Islas del Cinturón) the largest being Islas Tiburón and Angel de la Guarda (Table 1, p.22). The Northern Gulf covers about 60,000 km² (24,000 mi²) of ocean surface, and its unique environmental setting has influenced its biodiversity in many ways. For starters, it has some of the largest tides in the world, and thus some of the largest intertidal regions on earth. The annual tidal range (amplitude) at

San Felipe and Puerto Peñasco is about 7 m, and on the Colorado River Delta at the head of the Gulf it is nearly 10 m. The low Delta islands of Montague and Pelicano (Gore) are



The Northern Gulf of California seen from space. Visible are the Midriff Islands, El Pinacate, the Gran Desierto de Altar, the Colorado River Delta, and the Sierra Juárez range of northern Baja California. / La parte Norte del Golfo de California vista desde el espacio. Se puede ver una porción de las Islas del Cinturón, El Pinacate, el Gran Desierto de Altar, el Delta del Río Colorado, y la Sierra Juárez del Norte de Baja California. (G. Cooper y C. Conrad, Gemini V)

largely under water during high spring tides. Nearly the entire Northern Gulf is shallow, mostly less than 50 m in depth, with the deepest areas reaching about 200 m near the Midriff Islands (Maluf 1983). Coastal seawater temperatures in this region are very low in the winter, dropping to 8°-12°C (equivalent to southern California shores), but rising to 30-34°C or more in the summer. Circulation patterns are still not well understood, although there is good evidence (e.g., sediment

Biodiversidad...de la p. 1

Log from The Sea of Cortez" (Steinbeck and Ricketts 1941). La expedición fue repetido en 1975 por J.

Laurens Barnard (de la Smithsonian Institution) y el autor (Brusca 1993). Subsecuentes expediciones en los 40s y 50s de *Scripps Institution of Oceanography*, la *University of California* en Los Ángeles, la *University of Southern California* y la Fundación Allan Hancock, introdujeron una era de esfuerzo de investigación organizada en el Golfo que continua hoy, la mayor parte ahora auspiciada por instituciones mexicanas incluyendo CEDO. Este esfuerzo de trabajo incluye muchas publicaciones que describen la biodiversidad del Golfo. A pesar de estos esfuerzos, la documentación sobre esta región se encuentra aun en sus etapas tempranas y yo estimo que al menos la mitad de las especies no han sido descritas,

principalmente los invertebrados, mientras que la historia natural de casi todas las especies es simplemente desconocida.

El Golfo de California es uno de los mares semi-cerrados más grandes del mundo, excediendo 1,070 km (640 millas) de longitud, con 258,593 km² (99,843 mi²) de superficie, extendiéndose más de nueve grados de latitud y atravesando el Trópico de Cáncer en su parte Sur. La parte Norte del Golfo cubre alrededor de 60,000 km²

(continued on page 21)

(continúa en la página 21)

Biodiversidad...de la p. 20

(24,000 mi²) de superficie de mar y sus condiciones ambientales particulares han influenciado su biodiversidad de muchas maneras (Tabla 1, p. 21). Para empezar, tiene una de las mareas más extremas del mundo, y también algunas de las regiones intermareales más extensas en la tierra. La amplitud anual de la marea en San Felipe y Puerto Peñasco es de aproximadamente 7 m y en el Delta del Río Colorado en el extremo norte del Golfo de casi 10 m. Las islas bajas del Delta, Montagüe y Pelicano (Gore), cubren de agua durante las mareas altas extremas. Casi todo el Golfo Norte es somera, menos de 50 m de profundidad, alcanzando alrededor de 200 m en las partes más profundas en las proximidades a las Islas de la Cinturón (Maluf 1983). Las

(continúa en la página 22)



Shark fishing camp on Isla Partida. Uncontrolled shark fishing in the Sea of Cortez has driven the numbers of these long-lived predators to an all-time low. / Campamento pesquero de tiburón en Isla Partida. La pesca de tiburón sin control en el Mar de Cortés ha mermado los números de estos depredadores de larga vida a una baja permanente. (R. Brusca)

Table 1 / Tabla 1. Defined Regions of the Gulf of California /
Regiones Definidos del Golfo de California

Region / Región	Boundaries / Límites
Northern Gulf Golfo Norte	From (and including) the marine-influenced Colorado River Delta, south to (and including) the Midriff Islands (the largest being Isla Tiburón and Isla Ángel de la Guarda), and to Bahía San Francisquito (Baja California) and Bahía Kino (Sonora). Desde (e incluyendo) las aguas de influencia marina del Delta del Río Colorado, hacia el sur hasta (e incluyendo) las Islas del Cinturón o Grandes Islas del Golfo (la más grande siendo Isla Tiburón e Isla Ángel de la Guarda, y hasta Bahía San Francisquito (Baja California) y Bahía Kino (Sonora).
Central Gulf Golfo Central	From the southern limit of the Northern Gulf to Guaymas (Sonora), and to Punta Coyote (Baja California Sur, NNE of La Paz). Desde el límite sur del Golfo Norte hasta Guaymas (Sonora), y hasta Punta Coyote (Baja California Sur, NNE de La Paz).
Southern Gulf Golfo Sur	Extending, on the mainland, from the southern limit of the Central Gulf southward to Cabo Corrientes, Jalisco (the southern limit of the large Bahía Banderas), and on the Baja California Peninsula to Cabo San Lucas. Con una extensión en el continente desde el límite sur del Golfo Central hasta Cabo Corrientes, Jalisco (el límite sur de la grande Bahía Banderas), y en la Península de Baja California hasta Cabo San Lucas.
Upper Gulf of California and Colorado River Delta Biosphere Reserve Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado	A subregion of the Northern Gulf. The southern boundary of the Biosphere Reserve forms a line extending from Punta Pelicano (= Roca del Toro; the southern margin of Bahía Cholla, near Puerto Peñasco) Sonora, across the Gulf to Punta El Machorro (= Punta San Felipe), at San Felipe, Baja California. Una subregión del Golfo Norte. El límite sur de la Reserva de la Biosfera forma una línea que extiende de Punta Pelicano (=Roca del Toro; el margen sur de la Bahía Cholla, cerca de Puerto Peñasco, Sonora) y cruza el Golfo hacia Punta El Machorro (=Punta San Felipe), en San Felipe, Baja California.

Biodiversity...from page 20

transport off the Colorado River Delta) that a net counterclockwise rotation exists. Nutrient levels are high year round and show little seasonality, although in recent years the primary sources of nutrients have probably been from agricultural drainage and the release of nutrients trapped in Colorado Delta sediments that are now eroding away. The rich pelagic waters of the Gulf are famous for supporting large numbers of fishes and marine mammals. Forty percent of Mexico's fisheries production comes from the Sea of Cortez, 15% from the Northern Gulf (Cudney Bueno and Turk Boyer 1998). Although lower in biodiversity than the

(continued on page 22)

Biodiversity...from page 21

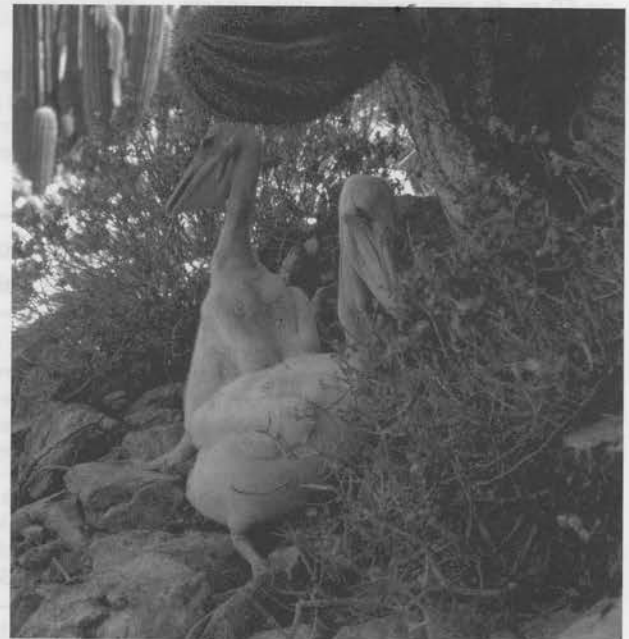
Central and Southern Gulf, high nutrient levels, shallow waters, and strong tidal mixing combine to make the Northern Gulf one of the most productive marine regions in the world. Standing crops of both phytoplankton and zooplankton are high year round. Large fishes, sea turtles, and at least 24 species of marine mammals, including a highly endangered porpoise (the vaquita), exploit these rich waters. Suspension-feeding clams, crustaceans and polychaete worms also occur in great abundance throughout the Northern Gulf. Few data exist for bottom conditions in the Northern Gulf and, surprisingly, no surveys of benthic offshore life have been published. It is known that strong tidal currents and a shallow bottom keep the entire water column well circulated. No reports of anoxia have been published. The sea floor in virtually the entire Northern Gulf has been chronically disturbed by 50 years of shrimp trawling (and the accumulation of discarded by-catch), and it is almost certain that some bottom areas experience hypoxia or even anoxia, although almost no data are available for the region. We have almost no knowledge on community composition and food web structure for the Gulf's offshore pelagic or benthic communities, and no record of its change over the past few decades other than anecdotal information (Brusca et al., a, in press).

The creatures that inhabit the Sea of Cortez arrived there from diverse sources: the Pacific coast of tropical Central and South America, the Caribbean Sea (before the uplift of the Panama Isthmus), the cold shores of California (during past glacial periods), and even a few from across the vast stretch of the Pacific Ocean from the tropical West Pacific (Brusca 1980). Species composition at any given locality in the Gulf comprises a reasonably predictable mix of organisms, combined with a much larger suite of "unpredictable" species, the unpredictability being driven by

complex networks of interacting physical and biological factors. However, relative species richness is predictable and largely a function of habitat and substrate type. Biodiversity is highest on relatively stable shores and on intertidal or shallow bottoms composed of soft sedimentary rocks (e.g. beachrock, sandstone, limestone) and eroded volcanic tuffs and rhyolites. Diversity is lowest on beaches composed of smooth hard rocks such as basalts, and on unstable beaches of sand or cobble. Areas that have a variety of substrate types harbor more species than do more homogeneous areas (Brusca 1989). The esteros of the Northern Gulf (moderately hypersaline coastal lagoons) are notably diverse, and these habitats provide important nursery grounds and refuges for the young of many coastal fishes and shellfish. The islands of the Gulf also harbor an extraordinarily high species diversity, commonly with a fauna typical of coastal communities hundreds of kilometers to the south. Notably high biodiversity occurs in two restricted habitats in the Northern Gulf. One of these is the beachrock ("coquina") formations that occur at just four sites in the upper-most Northern Gulf: Puerto Peñasco, San Felipe, Coloradito, and Punta Borrascoso. These small, rare, coquina habitats harbor a disproportionately high species diversity, justifying high priority for protection. The other notably rich habitat is the coastal esteros, where detritus from salt-tolerant flowering plants (coastal halophytes) enriches the food chain and elevates animal species richness. Biodiversity also is strongly influenced by seasonal oceanographic conditions in the Northern Gulf, where marked

Biodiversidad...de la p. 21

temperaturas del agua marina costera en esta región son muy bajas en invierno, descendiendo a los 8 a 12 grados Centígrados (°C), (equivalente a las costas del Sur de California), pero elevándose a 30-34 °C (o más) durante el verano. Los patrones de circulación todavía no son bien entendidos, aunque hay buena evidencia (Ej., el transporte de sedimento en el Delta del Río Colorado) de que existe una rotación neta contraria a las manecillas del reloj. Los niveles de nutrientes son altos durante todo el año y muestran poca temporalidad, aunque



Young brown pelicans on San Pedro Martir Island. Like many sea birds, pelicans rely on the remoteness of uninhabited islands to establish nesting colonies. Disturbance by humans and the pests they introduce to islands (e.g., rats, cats) threaten breeding sea birds on all of the Gulf's islands. / Jóvenes pelicanos cafés en la Isla de San Pedro Martir. Al igual que muchas aves marinas, los pelícanos permanecen en las remotas e inhabitadas islas para establecer colonias de anidación. Los disturbios humanos y las especies introducidas a las islas (ratas, gatos) ponen en peligro a las aves marinas en reproducción en todas las islas del Golfo. (R. Brusca)

en años recientes las principales fuentes de nutrientes probablemente han sido drenajes agrícolas y la liberación de nutrientes atrapados en los sedimentos del Delta del Colorado que se está erosionando. Las ricas aguas pelágicas del Golfo son famo-

(continued on page 23)

(continúa en la página 23)

Biodiversidad...de la p. 22

sas por mantener un gran número de peces y mamíferos marinos. El 40% de la producción pesquera de México proviene del Mar de Cortés y el 15% del Golfo Norte (Cudney Bueno y Turk Boyer 1998).

Aunque es más bajo en biodiversidad que el Golfo Central y Sur, los altos niveles de nutrientes, las aguas someras y la fuerte mezcla mareal se combinan para hacer del Golfo Norte una de las regiones marinas más productivas del mundo. La constante producción de fitoplankton y zooplankton es alta todo el año. Grandes peces, tortugas marinas y cuando

menos 24 especies de mamíferos marinos, incluyendo la marsopa vaquita (*Phocoena sinus*) en gran peligro de extinción, explotan estas ricas aguas. Almejas filtradoras, crustáceos y gusanos poliquetos también se encuentran en gran abundancia por todo el Golfo Norte.

Existe poca información sobre las condiciones del fondo del mar en el Golfo Norte y, sorprendentemente, no se han publicado estudios de vida del bentos del mar abierto. Se sabe que fuertes corrientes de mareas y la poca profundidad conservan toda la columna de agua bien mezclada. Por 50 años

(continúa en la page 24)

Biodiversity...from page 22

seasonal changes occur. This shallow region is strongly influenced by the climate of the surrounding Sonoran Desert and, as noted above, it experiences extreme annual variations in seawater temperature. As a result, it is essentially a warm-temperate marine environment during the winter, but a tropical marine environment during the summer. Here, distinct seasonal changes occur with respect to many invertebrates, algae, and some vertebrates as certain tropical species disappear

(continued on página 24)

Table 2 / Tabla 2. Gulf of California Invertebrate Species Diversity (Numbers of Described/Named Species) by Phylum. / Golfo de California Diversidad de Especies de Invertebrados (Número de Especies Descrito y Nombrado) por Filo.

Major Taxa / Taxa Principal	Totals for Gulf / Totales en El Golfo	Southern Gulf / Golfo Sur	Central Gulf / Golfo Central	Northern Gulf / Golfo Norte	Upper Gulf & Delta Biosphere Reserve / Reserva Alto Golfo y Delta
Porifera (Sponges / Esponjas)	86	36	42	46	19
Cnidaria (Anemones and their kin / Anemonas del mar y parientes)	253	112	146	114	33
Ctenophora (Comb jellies / Ctenóforos)	4	2	3	1	1
Platyhelminthes (Flatworms / Gusanos planos)	22	5	16	12	10
Nemertea (Ribbon worms / Nemertinos)	17	5	8	6	2
Annelida (Segmented worms / Gusanos segmentados)	717	442	436	287	117
Sipuncula (Peanut worms / Sipuncúlidos)	11	8	10	5	5
Echiura (Spoon worms / Equiúrios)	4	2	2	2	0
Pogonophora (Bearded worms / Pogonóforos)	1	0	1	0	0
Arthropoda (Crustaceans and sea spiders / Crustáceos y arañas marinas)		1051	785	713	508 248
Mollusca (Snails, clams, ctoupuses, etc./Caracoles, almejas, pulpos, etc.)	2193	1386	1560	1000	542
Bryozoa – Ecotoprocta (Moss animals / Ecotoproctos o Briozoarios)	169	96	147	119	10
Brachiopoda (Lamp shells / Brachiópodos)	5	3	0	2	2
Echinodermata (Sea stars and their kin / Estrellas de mar y parientes)	262	207	180	138	56
Chaetognatha (Arrow worms / Quetognatos)	20	17	14	7	1
Hemichordata (Acorn worms / Hemicordados)	1	0	1	1	1
Non-vertebrate Chordata (Ascidians, Appendicularians, <i>Amphioxus</i> / Ascidiarias, larváceos y cefalocordados)	37	5	12	10	3
TOTALS / TOTALES	4853	3112	3292	2258	1050

Biodiversidad...de la p. 23

el fondo marino prácticamente en todo el Golfo Norte, ha sido crónicamente perturbado por los arrastres camaroneros (y acumulación de fauna de acompañamiento desechada), y es casi seguro que algunas áreas del fondo experimenten hipoxia y aún anoxia, aunque casi no haya datos disponibles sobre la región. Casi no tenemos conocimiento de la estructura y composición de la red alimenticia de las comunidades bentónicas y pelágicas del Golfo, así como tampoco hay registros de sus cambios durante las últimas décadas (Brusca et al., a, en prensa)

Las criaturas que habitan el Mar de Cortés llegaron ahí de diversas fuentes: La Costa Pacífica de Centro y Sur-América, del Mar Caribe (antes que emergiera el Istmo de Panamá), de las frías costas de California (durante los períodos glaciales pasados), y algunos inclusive llegaron del otro extremo del vasto Océano Pacífico Tropical Oeste. La composición de especies en cualquier localidad del Golfo comprende una mezcla generalmente predecible y razonable de organismos, combinada con un mucho mayor grupo de especies "impredicibles", esta falta de predictibilidad siendo impulsada por complejas redes de factores físicos y biológicos interactuantes. No obstante, la riqueza relativa de especies es predecible en gran parte en función del hábitat y el tipo de sustrato. La biodiversidad es más alta en costas relativamente estables y en fondos intermareales y someros compuestos de rocas sedimentarias blandas (tales como: "roca de playa", arenisca, caliza) toba volcánica erosionada y riolita. La diversidad es menor en playas compuestas de roca liza y dura, como el basalto y en las playas inestables de arena o grava. Áreas con variedad de sustratos albergan más especies que las más homogéneas (Brusca 1989). Los esteros(lagunas costeras moderadamente hipersalinas) del Golfo Norte son notablemente diversos y estos

hábitats proveen importantes criaderos y refugios para los individuos juveniles de muchos peces y crustáceos costeros. Las islas del Golfo también albergan una extraordinariamente alta diversidad de especies, comúnmente con una fauna típica de comunidades costeras de cientos de kilómetros al Sur. Una biodiver-



Elegant terns and Heerman's gulls on Isla Raza. This small island in the Gulf is home to the largest known breeding colonies of these two marine bird species. / Terna elegante y gaviota de Heerman's en Isla Raza. Esta pequeña Isla en el Golfo, es el hogar de una de las más grandes colonias de anidación que se conocen de estas dos especies de aves marinas. (R. Brusca)

sidad notablemente alta se encuentra en dos hábitats restringidos. Uno de éstos es la formación de "roca de playa" (coquina), que ocurre en solo cuatro lugares en la parte más alta del Golfo Norte: Puerto Peñasco, San Felipe, Coloradito y Punta Borrascoso. Estos pequeños y raros hábitats de coquina albergan una diversidad de especies desproporcionadamente alta, justificando por lo tanto su alta prioridad para protección. El otro hábitat notablemente rico lo constituyen los esteros costeros, donde el detritus de plantas tolerantes a la sal (halófitas costeras), enriquecen la cadena alimenticia y eleva la riqueza de especies de animales. La biodiversidad es también fuertemente influenciada por condiciones oceanográficas estacionales en el Golfo Norte, donde ocurren cambios marcados durante el año. Áreas someras del Golfo

Biodiversity...from page 23

during the cold winters and other, more temperate species, vanish during the warm summers. As one moves north from the Midriff Islands, benthic biodiversity gradually declines, reaching a minimum in the homoge-

nous mud bottoms of the delta region (Brusca et al., in press, b; Findley et al., in press)

Biodiversity in the Northern Gulf of California

For the past 7 years, a group of scientists (the Macrofauna Golfo Project) has been compiling a database of Sea of Cortez animal life (Findley et al., in press; Brusca et al., in press, b). The following information comes from that project (soon to be published by Conservation International). The Sea of Cortez is one of the most biologically diverse regions in the world and home to over 6000 named and described macrofaunal species (i.e., animals visible-to-the-naked-eye, larger than a few mm in size). 4,853

(continúa en la página 25)

(continued on page 25)

Biodiversidad...de la p. 24

Norte están fuertemente influenciadas por el clima del Desierto Sonorense circundante, y como se notó arriba, experimentan variaciones anuales extremas de temperatura del agua marina. Como resultado, es esencialmente un ambiente marino templado-tibio en invierno, pero tropical durante el verano. Aquí ocurren distintos cambios estacionales con respecto a muchos invertebrados, algas, y algunos vertebrados, como ciertas especies tropicales, desaparecen durante los fríos inviernos y otras especies, más templadas, lo hacen durante los tibios veranos. A medida que nos alejamos hacia el Norte de las Islas de la Cinturón, la biodiversidad bentónica declina gradualmente, alcanzando un mínimo en los homogéneos fondos lodosos de la región del Delta (Brusca et al., b, en prensa; Findley et al., en prensa).

Biodiversidad en el Golfo de California Norte

Durante los últimos 7 años, un grupo de científicos, (Proyecto

(continúa en la página 26)

Biodiversity...from page 24

of these species are invertebrates; the remainder are vertebrates (fishes, marine reptiles, marine mammals, and sea/shore birds). Due to the presence of many undescribed invertebrate species, including many members of the planktonic community, I estimate this total to be less than half of the actual animal diversity of the Gulf. The Northern Gulf is home to about 50 percent of this cataloged marine life — 2,258 macroinvertebrates and 543 vertebrates (Table 2, p. 23). 128 (6%) of these invertebrate species are endemic only to the Northern Gulf (i.e. they live nowhere else), whereas 14 vertebrates (3%) are endemic to this region. The Upper Gulf of California and Colorado River Delta Biosphere Reserve is inhabited by 1,050 species of macroinvertebrates and 230 species of fishes; at least 43 (4.1%) invertebrate species are endemic to the Reserve. The Biosphere Reserve also permanently or seasonally contains 13 species of marine mammals (38% of the entire Gulf marine mammal fauna), and its fish fauna includes the endangered totoaba (*Totoaba macdonaldi*) and the

currently over-fished Gulf corvina (*Cynoscion othonopterus*). Throughout the Gulf, molluscs and Crustacea are consistently the most diverse taxa (Table 2, p. 23). Among the 128 species of invertebrates endemic to the Northern Gulf are the unique brown carpet anemone (*Palythoa ignota*) and the giant aphroditid polychaetes, or "sea mice" (*Aphrodita mexicana*, *A. sonorae*), both of which appear to be greatly reduced in numbers and threatened due to excessive bottom trawling and tourism pressure. Again, these figures are almost certainly an underestimate of the Gulf's true biodiversity. Many species that inhabit the Sea of Cortez are poorly documented, and most shores of the Northern Gulf remain virtually unexplored.

Threats to Biodiversity in the Northern Gulf

One of the greatest threats to the Northern Gulf's rich biodiversity comes from political decisions made in the U.S. regarding Colorado River water. Today, 20 dams and thousands of kilometers of canals and levies have converted the Colorado River into a highly controlled plumbing system in which every drop of water is counted and managed. Before the completion of Hoover (Boulder) Dam in 1935 (creating Lake Mead), the Colorado Delta experienced ample perennial discharge from the Colorado River. A hundred years ago, river boats steamed from the Sea of Cortez up the Lower Colorado/Gila River system into Arizona. By the time Glen Canyon Dam was completed in 1962, regular input of Colorado River water to the Delta and Northern Gulf had completely ceased. For 20 years after completion of Glen Canyon Dam, as Lake Powell filled, virtually no water from the river reached the sea. Due to the greatly reduced freshwater flow into the Delta, the powerful tides of the Northern Gulf now overwhelm the river channel. During spring tides, sea water creates an estuarine basin for

(continued on page 26)



The intertidal coquina beachrock habitat at Punta Borrascosa, the northernmost rocky shoreline in the Sea of Cortez and one of only four coquina-based littoral biomes in the Gulf, all of which are species rich and in need of protection. / Hábitat de playa rocosa de coquina en la zona intermareal de Punta Borrascosa, es la línea de costa rocosa más al norte en el Mar de Cortés y uno de los cuatro biomas de coquina en el litoral del Golfo, que cuenta con una riqueza de especies y tiene necesidad de protección. (R. Brusca)

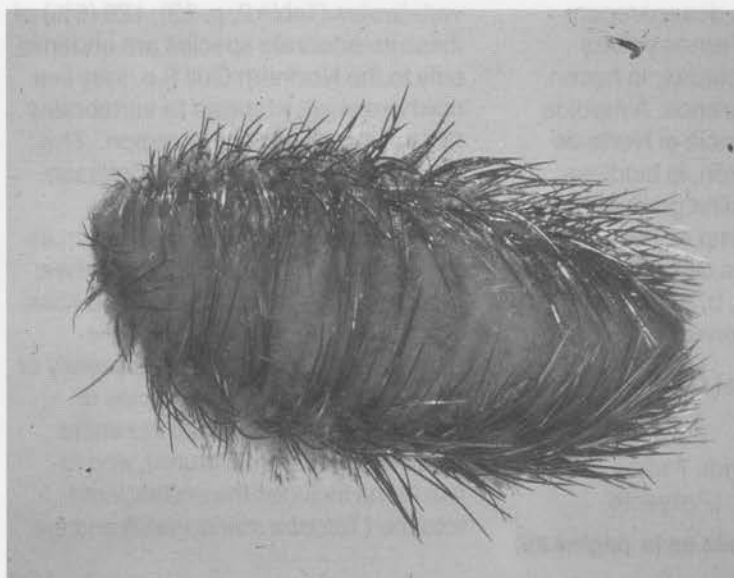
Biodiversity...from page 25

50-60 km up-river, averaging 2-8 km in width and 16 km wide at the mouth. This marine intrusion has killed most of the freshwater flora and fauna that used to live along the lowermost riverine corridor. In addition to water, the nutrient-rich soil that nourished the Delta and the Northern Gulf was also cut off with the coming of the dams. Prior to construction of Hoover Dam, the annual sediment discharge from the Colorado River into the Gulf was enormous, estimated to have ranged from 45 to 455 million metric tons/year. Indeed, the entire Northern Gulf is considered the "Colorado River Sedimentary Province." The name of the river itself, Colorado, is Spanish for a red or ruddy color, and an early name for the Sea of Cortez was the "Vermilion Sea" (some writers have suggested that the red waters that inspired this name derived from massive phytoplankton blooms). The reduction of Colorado River water and sediment discharge since 1935 has modified the hydrography of the Delta/upper Gulf system, initiating a regime of deltaic erosion. New deltaic deposition no longer takes place and the entire deltaic structure is now exposed to destructive hydrodynamic forces of tides and storms, promoting resuspension, erosion of ancient river sediments, and the gradual export of sediments to the west and eventually out of the Northern Gulf.

These changes are altering the littoral wetlands and biological equilibrium of the region. It is likely that the reduction of freshwater input into the upper Gulf, in combination with other anthropogenic factors, has driven some marine species to, or nearly to extinction. However, we have so few baseline data for this region that any extinctions or extirpations would probably have gone unnoticed for many commercially unimportant or otherwise little-known species. There has never been a comprehensive survey of the marine flora or fauna of the upper Gulf and Delta ecosystem. Much of the water that crosses into Mexico is secondary agricultural drainage from the United States. And,

almost all of the Colorado River water crossing the border is used for agriculture in the Mexicali Valley, where a half million acres are under irrigation. The Delta has no explicit, ecological water entitlement. Water that has reached the riparian corridor of the Delta in recent years has done so solely because infrequent U.S. flood releases have exceeded the use and diversion capacity of upstream users.

The Delta clam *Mulinia coloradoensis* used to be one of the dominant



The giant sea-mouse, *Aphrodite refulgida*. Once a fairly common component of offshore benthic ecosystems in the Gulf, this beautiful worm has become extremely rare due to decades of bottom trawling. / El ratón de mar gigante, *Aphrodite refulgida*. Alguna vez fué un bello componente de los ecosistemas béntonicos costeros en el Golfo, este bello gusano se ha vuelto extremadamente raro debido a décadas de arrastre en el fondo marino. (A. Kerstitch)

animals of the uppermost Gulf. Windrows of its shells line the beaches of the Delta and western shores of the upper Gulf. This species was thought to be extinct until its recent rediscovery in small numbers near the mouth of the River. The near demise of this species has been suggested to be a result of decreased benthic productivity resulting from upstream diversion of the Colorado River's flow. However, there is no indication that nutrient levels (and hence, productivity) have decreased significantly in the Northern Gulf, and nutrients that have been lost by depletion of riverine sediment input may have been

Biodiversidad...de la p. 25

Macrofauna Golfo) ha estado compilando una base de datos de la vida animal del Mar de Cortés. La siguiente información proviene de ese proyecto, (Conservation International lo publicará próximamente). El Mar de Cortés es una de las regiones del mundo biológicamente más diversas y el hogar de más de 6,000 especies de macrofauna (visibles a simple vista, animales más grandes que pocos

milímetros), nombradas y descritas, 4,853 de estas especies son invertebrados; las demás son vertebrados (peces, reptiles, mamíferos marinos, y aves marinas y costeras). Debido a la presencia de muchas especies de invertebrados no descritas, incluyendo muchos miembros de la comunidad planctónica, yo estimo que este

total es menos de la mitad de la diversidad animal real del Golfo. El Golfo Norte alberga alrededor del 50% de esta fauna marina catalogada — 2,258 especies de macro-invertebrados y 543 especies de vertebrados (Tabla 2, p. 23). De estas especies de invertebrados al menos 128 (6%) de ellas son endémicas del Golfo Norte (i.e. no existen en otra parte), mientras 14 de los vertebrados (3%) son endémicas a la región. La Reserva de la Biosfera del Alto Golfo y Delta del Río Colorado está habitada por más de 1,050 especies de macro-invertebrados, alrededor de 230 especies de peces; al menos 43 (4.1%) de las

(continued on page 27)

(continúa en la página 27)

Biodiversidad...de la p. 26

especies de invertebrados son endémicas a la Reserva. La Reserva de la Biosfera, permanente o temporalmente contiene 13 especies de mamíferos marinos, (38% de la fauna mamífero-marina de todo el Golfo) y su fauna de peces incluye a la totoaba (*Totoaba macdonaldi*), especie en peligro de extinción y a la actualmente sobre-explotada curvina golfina (*Cynoscion othonopterus*). Por todo el Golfo, los moluscos y crustáceos son consistentemente los taxón más diversos (Tabla 2, p. 23). Entre los 128 invertebrados endémicos al Golfo Norte son la anémona café de alfombrilla única (*Palythoa ignota*) y el gigante poliqueto aphroditid o "ratón marino" (*Aphrodita mexicana*, *A. sonorae*), las dos que parecen ser muy reducidos en sus números y amenazadas por el arrastre del fondo marino excesivo y presión turística. Otra vez, estos números son casi por seguro una subestimación de la verdadera biodiversidad del Golfo. Muchas especies que habitan el Mar de Cortés están pobremente documentadas y las costas del Golfo Norte permanecen virtualmente inexploradas.

Amenazas a la Biodiversidad en el Golfo Norte

Una de las mayores amenazas a, la rica biodiversidad del Golfo Norte viene de las decisiones políticas hechas en Estados Unidos con respecto al agua del Río Colorado. Actualmente 20 presas y miles de kilómetros de canales y represas han convertido al Río Colorado en un sistema de plomería altamente controlado en el que se cuenta y administra cada gota. Antes que se completara la Presa Hoover (Boulder) en 1935 (creando el Lago Mead), el Delta del Colorado experimentaba una perenne y amplia descarga del Río Colorado. Hace cien años, barcos fluviales navegaban del Mar de Cortés al sistema bajo Colorado/Río Gila hacia Arizona. Para cuando la Presa del Glen Canyon se terminó en 1962, la descarga del Río Colorado a través

del Delta al Golfo Norte cesó completamente. Durante 20 años, después de completar la Presa Glen Canyon, mientras se llenaba el Lago Powell, virtualmente nada del agua del Río llegó al mar. Debido a la fuerte reducción del flujo de agua dulce al Delta, las poderosas mareas en el Golfo Norte ahora invaden el lecho del Río. Durante las mareas vivas (altas), el agua de mar crea una cuenca estuarina de 50 a 60 km. Río arriba, promedi-



The Ciénaga Santa Clara. The last remaining large area of the once vast Colorado River Delta ecosystem. The future of this Ciénaga is threatened by water decisions made in the United States. / La Ciénaga Santa Clara. El último remanente de una gran región que alguna vez fué parte del vasto ecosistema del Delta del Río. El futuro de esta Ciénaga está en peligro por las decisiones sobre el agua tomadas en Estados Unidos. (R. Brusca)

ando en anchura de 2 a 8 km y de 16 km de ancho en la boca. Esta invasión marina ha acabado con la mayoría de la flora y fauna que vivía en la parte baja del corredor del Río.

Además del agua, el suelo rico en nutrientes que alimentaba el Delta y el Golfo Norte, también fue eliminado con el advenimiento de las presas. Antes de la construcción de la Presa Hoover, la descarga anual de sedimentos del Río Colorado al Golfo era enorme, se estimaba entre 45 y 455 millones de toneladas métricas por año. De hecho, todo el Golfo Norte es considerado "Provincia Sedimentaria del Río Colorado". El nombre del Río en sí

(continúa en la página 28)

Biodiversity...from page 26

regained in the form of agricultural runoff and erosion of ancient deltaic sediments. Hence, the near extinction of this Delta clam may be linked to another, as yet unknown factor related to reduction of fresh water input to the Delta.

Freshwater input from the Colorado River is also important to the life history of commercial shrimps of the

Northern Gulf. It has been estimated that an increase of just 250,000 acre-feet/year of Colorado River water would double shrimp production in the Northern Gulf. The young of these shrimps utilize the shallow wetlands and estero regions of the Northern Gulf, including the tidelands of the Delta, as a nursery, migrating into these regions subsequent to their offshore planktonic larval phase. When the shrimp reach a juvenile or subadult stage, they migrate offshore once again. Reduction of the brackish estuarine habitat likely has also, in combination with overfishing, driven the totoaba to near extinction. Continued

(continued on page 28)

Biodiversidad...de la p. 27

"Colorado", es indicio del color Colorado del sedimento, y otro nombre temprano del Mar de Cortés fue "Bermejo" (algunos autores han sugerido que las aguas rojas que inspiraban este nombre se derive de los afloramientos masivos de plankton). La reducción de la descarga de agua y sedimento del Río Colorado, desde 1935, ha modificado la hidrografía del sistema deltaico en el alto Golfo iniciando un régimen de erosión deltaica. Con la ausencia de nuevos depósitos toda la estructura deltaica está ahora expuesta a las destructivas fuerzas de las mareas y tormentas que promueven la resuspensión y erosión de antiguos sedimentos fluviales, así como la gradual exportación de sedimentos al oeste y eventualmente hacia afuera del Golfo Norte. Estos cambios están alterando los humedales del litoral y el equilibrio biológico de la región.

Es factible que la reducción de entrada de agua dulce al alto Golfo, en combinación con otros factores antropogénos, han llevado a algunas especies a la extinción o muy cerca de ella. De todos modos, tenemos tan pocos datos básicos para esta región que cualquier extinción o erradicación de muchas especies sin importancia comercial o poco conocidas probablemente no sería detectada. Nunca se ha realizado un estudio comprensivo de la flora y fauna del ecosistema del alto Golfo y el Delta. Gran parte del agua que llega a México proviene del drenaje secundario de tierras agrícolas de los Estados Unidos y casi toda el agua del Río Colorado que cruza la frontera es usada para agricultura en el valle de Mexicali, donde se riegan medio millón de acres. El Delta no tiene derechos explícitos de agua por motivos ecológicos. El agua que ha llegado al corredor ripario del Delta en años recientes, ha sido gracias a las descargas infrecuentes desde EEUU, después que los usuarios río arriba exceden la capacidad de uso y almacenamiento.

La almeja del Delta, *Mulinia*

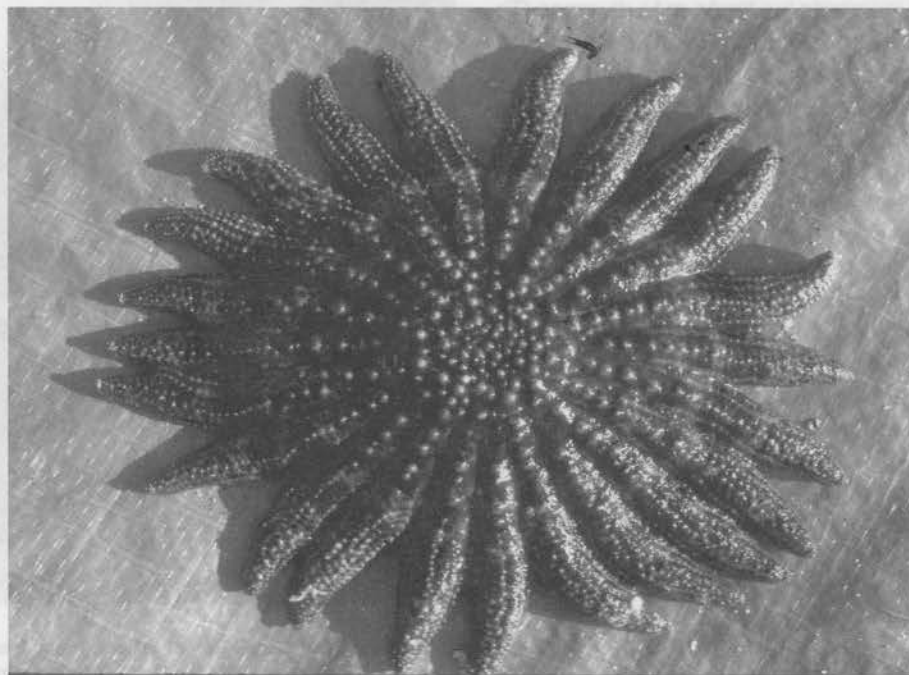
(continúa en la página 29)

Biodiversity...from page 27

absence of freshwater input could drive the endemic Palmer's saltgrass (*Distichlis palmeri*), which apparently needs periodic freshwater flooding to germinate, to extinction. And the same may be true of the endemic silverside fish, *Colpichthys hubbsi*.

Today, every fishery in the Gulf is probably overfished. The American Fisheries Society (AFS) official list of North American marine fishes at risk of

diminishing Colorado Delta for spawning and nursery grounds. The AFS lists the Northern Gulf as one of five geographic "hot spots" in North America, where numerous fish species are at risk; certainly the same could be said for many invertebrates of this region. Vaquita (*Phocoena sinus*), a small endemic Gulf of California porpoise, lives only in the uppermost reaches of the Northern Gulf. With the most recent estimate of vaquita abundance at only 567 individuals, and



The sunstar, *Heliaster kubiniji*. The combination of pressure from tourist and curio collecting, and the 1989-90 epidemic "echinoderm wasting disease" (associated with a large El Niño event) has decimated this once common intertidal species. The ecological effects of the near demise of this top predator in the Sea of Cortez are not completely known. / La estrella sol, *Heliaster kubiniji*. La mezcla de presión de los turistas y los coleccionistas de curiosidades, y la epidemia de 1989-1990 "enfermedad de equinodermos" (asociado con el gran evento de El Niño) ha diezmando a esta especie que alguna vez fué muy común en la zona intermareal. Los efectos ecológicos de la disminución de este depredador tope en el Mar de Cortés no son completamente conocidos. (R. Brusca)

extinction notes (an underestimated) 11 "at risk" species occurring in the Sea of Cortez. Five of these are large serranids (groupers, meros, cabrillas) and sciaenids (corvinas) that are endemic or nearly endemic to the Gulf. These species are sensitive to over-harvesting because of late maturity and formation of localized spawning aggregations. In addition, most (if not all) of the Northern Gulf serranids require estuarine habitats in the rapidly

bycatch mortality at an estimated 39 to 84 deaths per year, the vaquita is one of the most endangered marine cetaceans in the world. The primary cause of vaquita mortality is incidental capture in gill nets. Many once abundant but less visible species, such as the threatened giant brown sea cucumber (*Parastichopus fuscus*), are now practically gone from the Gulf. Sea cucumbers have vanished to

(continued on page 29)

Biodiversity...from page 28

supply Asian food markets. In areas of heavy and increasing tourism, such as Puerto Peñasco, San Felipe, and Guaymas/San Carlos, the littoral biodiversity today is but a shadow of what it was 30 years ago. The coquina "reefs" of the Northern Gulf

Biodiversidad...de la p. 28

coloradoensis fue en un tiempo uno de los animales dominantes en el extremo norte del Golfo. Miles de sus conchas festonean las playas del Delta y el oeste del alto Golfo. Esta especie se pensó extinta hasta su reciente redescubrimiento en pe-



A typical shrimp trawl catch, most of which consists of bottom fishes and various benthic invertebrates. Commercial shrimp trawlers such as this capture (and kill) 10-30 kilograms of by-catch for each kilogram of shrimp they obtain. It is estimated that an area of bottom equivalent to twice the size of the Gulf is trawled annually by shrimp trawlers in the Sea of Cortez. / Una red típica para la pesca de camarón, la cual captura en su mayoría a peces de fondo y varios invertebrados bentónicos. Las redes comerciales para camarón como esta, capturan (y matan) de 10 a 30 kg de fauna de acompañamiento por cada kilo de camarón que ellos obtienen. Se estima que un área del fondo equivalente a dos veces el tamaño del Golfo, es arrastrada anualmente por los barcos camaroneros de arrastre en el Mar de Cortés. (R. Brusca)

used to be dominated by large echinoderms, but today any animal larger than a small snail disappears in the hands of beach visitors and echinoderms are rare - a complete change in community structure has taken place in these habitats over the past 25 years in the Northern Gulf.

Industrial and artisanal shrimp fishing also exacts a harsh toll on the Gulf's marine environment, as more than a thousand large shrimp trawlers annually rake an area of sea floor equivalent to twice the total size of the Gulf. This almost constant bottom trawling damages fragile benthic

queños números en la boca del Río. Se ha sugerido que la casi desaparición de esta especie sea el resultado del decremento de la productividad bentónica resultante de la desviación del flujo de agua río arriba. Sin embargo, no hay indicios de que los niveles de nutrientes (y con ello la productividad), hayan descendido significativamente en el Golfo Norte y los nutrientes que se hayan perdido por la falta de entrada de sedimentos ribereños, pueden haber sido recuperados en forma de escurrimientos superficiales agrícolas y erosión de los antiguos sedimentos deltaicos. De ahí que la casi extinción de esta almeja del Delta

pueda deberse a otra causa aún desconocida relacionada con la reducción del flujo de agua dulce al Delta.

La entrada de agua dulce del Río Colorado es también importante para la vida del camarón comercial del Golfo Norte. Se ha estimado que solo un incremento de 250,000 acres/pié al año, de agua del Río Colorado duplicaría la producción de camarón en el Golfo Norte. Los juveniles de estos camarones utilizan los humedales someros y regiones estuarinas del Golfo Norte, incluyendo las zonas costeras del Delta, como criadero, emigrando a estas regiones después de su fase larval planctónica. Cuando el camarón alcanza su fase sub-adulta, migra de nuevo a altamar. Posiblemente la reducción del hábitat salobre-estuarino también, en combinación con la sobre-pesca, haya llevado a la totoaba cerca de la extinción. La continua ausencia de agua dulce podría llevar al endémico sácate salado de Palmer (*Distichlis palmeri*) a la extinción, ya que aparentemente necesita inundaciones periódicas de agua dulce para germinar. Lo mismo puede suceder con el endémico pez plateado (*Colpichthys hubbsi*).

Hoy en día, toda pesquería del Golfo está probablemente sobre-explotada. La Sociedad Americana de Pesquerías (*American Fisheries Society, AFS*), en su lista oficial de peces marinos en peligro de extinción, señala a 11 especies "en riesgo" (estimación baja) que ocurren en el Mar de Cortés. Cinco de estas son grandes serránidos (bayas, meros y cabrillas), y sciánidos (curvinas) que son, o casi, endémicas al Golfo. Estas especies son sensibles a la sobre-pesca por su tardía madurez y la formación de grupos locales para el desove. A parte, todos, (si no todos) los serránidos del Golfo Norte requieren de los hábitats estuarinos del Delta del Colorado que están desapareciendo rápidamente para desove y crianza. La AFS menciona al Golfo Norte como uno de los cinco "hot spots" (lugares

(continued on page 30)

(continúa en la página 30)

Biodiversity...from page 29

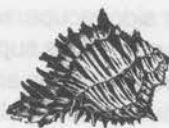
habitats and captures at least 10 kg, usually more, of bycatch for every kilogram of shrimp caught. The number of commercial shrimp trawlers in the Gulf grew from 700 in 1970 to a high of 1700 in 1989, then decreased to 1200 in 1999, despite warnings as early as the 1970s of a possible crisis resulting from overexploitation. Catch-per-unit-effort has been declining for decades, while government subsidies artificially sustain the overcapacity of the industrial fishing fleet. Limited scientific and anecdotal information suggests that sweeping changes in benthic/demersal community structure have taken place over the past 40 years of this disturbance, including an apparent accelerating decrease in the diversity and biomass of the bycatch, possibly heralding an early stage in regional benthic/demersal ecosystem collapse.

Increasing loss of coastal habitats due to development, including poorly designed marinas and aquaculture installations lacking environmental controls, has reduced the rich esteros and mangrove communities of the Gulf that serve as critical spawning and nursery grounds for shrimp and other invertebrate and fish species. Loss of these wetlands also reduces important stop-over sites for migratory birds. Commercial fishing boats using gill nets and long-lines over-exploit the offshore waters, and small boat (panga) fishers take shrimp and finfish from coastal lagoons and esteros before they have even reached reproductive maturity.

In summary, biodiversity in the Northern Gulf, indeed the entire Gulf, is threatened by reduction of freshwater inflow, chemical pollution from agriculture and urban areas, coastal habitat destruction, inadequate fisheries regulation and historical over-fishing, lack of reliable scientific data, and uncontrolled eco-unfriendly tourism. In combination, these have resulted in the near extinction of such highly-visible or "charismatic" species as the totoaba and vaquita, near

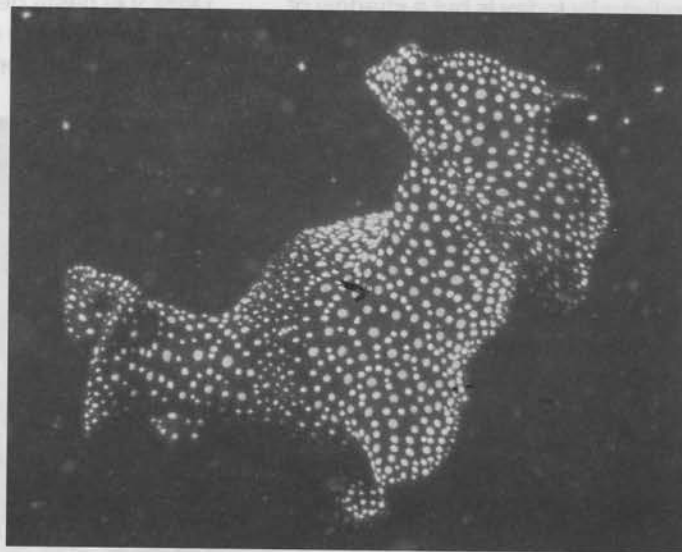
extirpation of five species of sea turtles in the Gulf, conversion of offshore benthic communities from species-rich complex ecosystems to species-poor detritus-based communities, conversion of large-bodied echinoderm dominated littoral communities to small-bodied non-echinoderm dominated systems, and substantial reductions in the Gulf's important commercial shrimp populations and their associated fauna. However, despite these threats, in the Sea of Cortez one still can find many coastal refugia, areas not easily accessible by road or large fishing boats, which serve as important shelters for species extirpated elsewhere in the Gulf. Current discussions on a biodiversity action and management plan for the Sea of Cortez are focusing on protection of these refugia, such as the islands and esteros of the region. Hopefully, these efforts will reinvigorate the Northern Gulf, so that it will again be as described by Steinbeck and Ricketts, "a place where the abundance of life gives one an exuberance, a feeling of fullness and richness ... where the sea swarms with life ... complete from plankton to porpoise."

* Dr. Richard C. Brusca is director of science and conservation at the Arizona Sonora Desert Museum, author of numerous publications on the Sea of Cortez and an expert on invertebrates of the Gulf.



Biodiversidad...de la p. 29

calientes) en Norte América en donde numerosas especies de peces están en riesgo, por cierto lo



An undescribed swimming flatworm from the Guaymas area; one of dozens of undescribed species of Platyhelminthes. / Un gusano plano nadador del área de Guaymas; esta es una de las docenas de especies de Platyhelminthes no identificadas aún. (A. Kerstitch)

mismo podría decirse de muchos invertebrados de la región.

La vaquita (*Phocoena sinus*), una pequeña marsopa endémica al Golfo de California, vive solo en su extremo norte. Con los cálculos más recientes de la abundancia de este animal en solo 567 individuos, y su mortalidad por captura accidental estimada en 39 a 84 por año, la vaquita es el cetáceo marino en mayor peligro de extinción en el mundo. La causa principal de mortandad de vaquita es la captura incidental en redes agalleras. Muchas especies, en un tiempo abundantes, pero menos visibles, tal como la especie amenazada pepino marino café (*Parastichopus fuscus*), han prácticamente desaparecido del Golfo. Han sido capturados para surtir a los mercados asiáticos. En áreas de mucho turismo como Puerto Peñasco, San Felipe y Guaymas/San Carlos, la biodiversidad en el litoral de hoy en día es

(continúa en la página 31)



A pile of the giant sand dollar, *Encope grandis*, drying on the beach at Cholla Bay - destined for the curio shops in Puerto Peñasco. / Un montón de la galleta de mar gigante, *Encope grandis*, secándose en la playa de Bahía la Cholla - destinada para las tiendas de curiosidades en Puerto Peñasco. (R. Brusca)

Biodiversity References Referencias sobre Biodiversidad

- Brusca, R. C. 1980. Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California. University of Arizona Press, Tucson.
- Brusca R. C. 1989. Foreword. Pp. i-iii in, A. Kerstitch, Sea of Cortez Marine Invertebrates. A Guide for the Pacific Coast, Mexico to Ecuador. Sea Challengers Press, Monterey, CA.
- Brusca, R. C. 1993. The Arizona/Sea of Cortez years of J. Laurens Barnard. Journal of Natural History 27: 727-730.
- Brusca, R. C., J. Campoy Fabela, C. Castillo Sánchez, R. Cudney-Bueno, L. T. Findley, J. Garcia-Hernández, E. Glenn, I. Granillo, M. E. Hendrickx, J. Murrieta, C. Nagel, M. Román, P. Turk Boyer. In Press, A. A Case Study of Two Mexican Biosphere Reserves. The Upper Gulf of California/Colorado River Delta and Pinacate/Gran Desierto de Altar Biosphere Reserves. 2000 UNESCO Conference on Biodiversity and Society.
- Brusca, R. C., L. T. Findley, P. A. Hastings, M. E. Hendrickx, J. Torre Cosio, A. M. Van der Heiden. In press, B. Biodiversity in the Gulf of California (Sea of Cortez). In, J.-L. E. Cartron, G. Ceballos, and T. R. Van Devender (eds.), Biodiversity, Ecosystems, and Conservation in Northern Mexico. Oxford University Press.
- Cudney Bueno, R. and P. J. Turk Boyer. 1998. Pescando entre mareas de alto Golfo de California. Una guía sobre la pesca artesanal, su gente y sus propuestas de manejo. CEDO Technical Series, No. 1. 166 pp.
- Findley, L. T., M. E. Hendrickx, R. C. Brusca, A. M. Van der Heiden, and J. Torre. 2001. Marine Macrofauna of the Gulf of California, Mexico. CD-ROM version 1.0. Proyecto Macrofauna Golfo. (In Press)
- Hedgpeth, J. W. 1978a, b. The Outer Shores. Part 1. Ed Ricketts and John Steinbeck Explore the Pacific Coast; Part 2. Breaking Through. Mad River Press, Eureka, CA.
- Maluf, L. Y. 1983. Physical oceanography. Pp. 26-45 in T. J. Case and M. L. Cody (eds.) Island Biogeography in the Sea of Cortez. University of California Press, Berkeley.
- Steinbeck, J. and E. F. Ricketts. 1941. Sea of Cortez. A Leisurely Journal of Travel and Research. Viking Press, New York.

Biodiversidad...de la p. 30

solo una sombra de lo que era hace 30 años. Los "arrecifes" de coquina del Golfo Norte eran dominados por grandes equinodermos, pero hoy cualquier animal más grande que un caracol pequeño desaparece en las manos de visitantes playeros y los equinodermos son raros. Un cambio completo en la estructura de la comunidad de organismos en estos hábitats ha tomado lugar en los últimos 25 años en el Golfo Norte.

La pesca industrial y artesanal de camarón también ejerce mucho daño en el ambiente marino del Golfo, mientras más de mil camaroneros anualmente "rastrillan" un área de fondo marino equivalente al doble de la superficie del Golfo. Este arrastre casi constante del fondo daña los frágiles hábitats bentónicos y captura cuando menos 10 kg de fauna de "acompañamiento" por cada kilo de camarón capturado. El número de camaroneros comerciales en el Golfo creció de 700 en 1970 a un tope de 1700 en 1989, luego decreció a 1200 en 1999, a pesar de las tempranas advertencias, desde 1970, de una posible crisis por sobre explotación. La captura por unidad de esfuerzo ha ido declinando por décadas, mientras los subsidios gubernamentales artificialmente mantienen la sobre capacidad de la flota industrial pesquera. La limitada información científica y anecdótica sugiere que enormes cambios han ocurridos en la estructura de la comunidad bentónico/demersal en los últimos 40 años de estas perturbaciones, incluyendo un acelerado decrecimiento aparente en la diversidad y biomasa de la fauna de acompañamiento, posiblemente anunciando una temprana etapa de colapso regional del ecosistema bentónico/demersal.

La creciente pérdida de hábitats costeros debido a desarrollos, incluyendo marinas mal diseñadas e instalaciones de acuicultura carentes de control ambiental, ha reducido los ricos esteros y comunidades de manglares

(continúa en la página 45)

Gavilán...de la página 43

años o más, y los de esta región no migran, podemos esperar que por varios años observaremos el crecimiento de la familia de gavilanes de CEDO.

Hasta donde sabemos, este es el primer par reproductor de gavilanes pescadores exitoso en la vecindad de Las Conchas. Los docentes y voluntarios de CEDO que diseñaron, construyeron y erigieron la plataforma de anidación en que la familia de gavilanes pescadores está creciendo hicieron un gran trabajo. Tal vez sea tiempo para considerar la erección de otras plataformas en el área. Si esta usted interesado en respaldar este proyecto, tenga la bondad pasar por nuestras oficinas o de contactarnos en info@cedointercultural.org. También, favor de compartir sus propias observaciones de la familia de gavilanes pescadores de CEDO/Las Conchas. Publicaremos sus reportes en nuestro sitio de web electrónico, www.cedo-intercultural.org.

* Richard Boyer es co-director de CEDO.

Biodiversidad...de la p. 31

del Golfo que sirven como terrenos críticos de desove y crianza para camarones y otros invertebrados, así, como algunas especies de peces. La pérdida de estos humedales también reduce los lugares de descanso para aves migratorias. Los barcos de pesca comercial que usan redes agalleras y cimbras, sobreexplotan el mar abierto, y los botes chicos (pangas) de pesca, capturan camarón y peces en aguas costeras y esteros antes que hayan alcanzado su madurez reproductiva.

En resumen, la biodiversidad del Golfo Norte, y de hecho de todo el Golfo, están amenazados por la reducción del flujo de agua dulce, la contaminación química de áreas agrícolas y urbanas, la destrucción del hábitat costero, las reglas de pesca inadecuadas, la histórica sobre-pesca, la falta de datos científicos confiables, y un turismo eco-inamistoso incontrolado.

La combinación de todo esto ha resultado en la casi extinción de especies "carismáticas" altamente visibles como la totoaba y la vaquita, la casi erradicación de 5 especies de tortugas marinas del Golfo, la conversión de comunidades bentónicas en mar abierto, desde ecosistemas complejos ricos en especies a comunidades basadas en detritus y pobres en especies; la conversión de comunidades litorales dominadas por equinodermos y animales de cuerpos grandes a sistemas dominados por otras especies no equinodermos y de cuerpos pequeños, y reducciones substanciales en las poblaciones de camarón de importancia comercial en el Golfo y la fauna asociada con ellas. Sin embargo, a pesar de estas amenazas, en el Mar de Cortés uno sigue encontrando muchos refugios costeros, áreas de difícil acceso por carretera o a grandes barcos, que sirven como



Lift off! The first tentative step in the first flight of one of the osprey chicks in early June, 2002. / Arriba! La etapa tentativa del primer vuelo de uno de los pollos gavilanes en los principios de junio de 2002. (J. Woodman)

Osprey photos were taken from a video documentary made by June Woodman, a CEDO docent, chronicling the rearing and first flight of CEDO's new magnificent neighbors. This documentary will soon be available as a special gift for Contributor Members of CEDO. Contact us for more information.

Fotos de las gavilanes fueron tomadas de un documental de video creado por June Woodman, una docente de CEDO, siguiendo el crecimiento y primer vuelo de esas vecinos magníficos del CEDO. El documental pronto estaría disponible como un regalo especial para Miembros Contribuidoras al CEDO. Comunicar con CEDO para las detalles.

refugio importante para especies erradicadas de otras partes del Golfo. Las actuales discusiones sobre un plan de acción y manejo de la biodiversidad para el Mar de Cortés, se está enfocando en la protección de estos refugios, tales como islas y esteros de la región. Esperamos que estos esfuerzos fortalezcan al Golfo Norte, para que de nuevo pueda ser descrito como lo hicieron Steinbeck y Ricketts, "Un lugar donde la abundancia de vida le da a uno una exuberancia, un sentimiento de saciedad y riqueza...donde el mar hierve con vida...completo desde el plankton hasta la marsopa".

* Dr. Richard C. Brusca es director de ciencia y conservación del *Arizona Sonora Desert Museum*, experto en los invertebrados del Golfo de California y autor de libros y muchas publicaciones sobre el Golfo de California.