

# Biodiversidad de los invertebrados marinos de Sinaloa

Michel E. Hendrickx  
Richard C. Brusca

## Introducción

La porción marina del estado de Sinaloa forma parte de una unidad biogeográfica: el golfo de California, o mar de Cortés. Esta unidad es una de las tres provincias biogeográficas del Pacífico este tropical y cubre un área que se extiende desde la desembocadura del río Colorado, Sonora, hasta Cabo Corrientes, Jalisco y bahía Magdalena, en la costa oeste de la península de Baja California (Hendrickx, 1992). La fauna marina de Sinaloa es claramente tropical y en consecuencia se caracteriza por ser muy diversificada.

Los registros que se refieren a la presencia de especies marinas en la costa de Sinaloa, así como en la plataforma y en el talud continentales frente a esta costa, son relativamente escasos. En efecto, a pesar de ser, a nivel nacional, uno de los estados con mayor esfuerzo pesquero en aguas costeras (ostiones, camarones, langostas) y hasta los 60-80 m de profundidad (camarones, escama), la información recabada no permite todavía establecer un censo muy exacto de la biodiversidad de invertebrados, en particular para aquellos grupos poco llamativos (*e.g.*, los gusanos marinos, las medusas, los pequeños bivalvos o caracoles, los equinodermos). Si bien existe un número relativamente elevado de proyectos que han sido orientados hacia el estudio de las comunidades naturales en la línea de playas (arenosas o rocosas) y en los cuerpos lagunares y esteros, sólo un pequeño porcentaje de estos estudios ha desembocado en la producción de publicaciones científicas accesibles al público (véase Edwards, 1977; Menz y Bowers, 1980; Paul, 1981; Paul y Bowers,

1982; Sánchez y Hendrickx, 1987). En el caso de los estudios realizados en aguas más profundas con el uso de barcos pesqueros o durante cruceros de investigación la información publicada es más amplia (véase Solís Weiss, 1982; Hendrickx *et al.* 1984; Caso, 1984, 1986; Hendrickx, 1986, 1996, 1999a; Padilla Galicia y Solís-Weiss, 1992; Garduño y Calderón, 1995); sin embargo, no refleja el enorme esfuerzo pesquero realizado en la zona desde hace más de 40 años (véase Hendrickx, 1999b). A pesar de esta falta de información directa, es posible establecer un análisis de la biodiversidad considerando los patrones de distribución de la fauna de invertebrados en el golfo de California.

El propósito del presente capítulo es el presentar de manera concisa una imagen de la biodiversidad marina que posee el estado tomando en cuenta: 1) las especies para las cuales se tiene por lo menos un registro positivo en el estado y 2) las especies cuyo intervalo de distribución geográfica abarca el estado, es decir, que poseen puntos de captura en la costa este del golfo de California tanto al sur como al norte del estado. Los listados de especies disponibles para la totalidad del golfo, elaborados entre 1994 y 2000 (Findley *et al.*, 2002), fueron utilizados en este sentido, tomando en cuenta la presencia de las especies en la costa y frente a Sinaloa, hasta una profundidad de 2,000 m. Un análisis selectivo, basado en la profundidad de residencia y la afinidad para cierto tipo de sustrato de cada especie, permitió delimitar zonas de mayor o menor biodiversidad.

## Repartición de los pisos batimétricos

Al igual que en la mayoría de los mares y océanos del mundo, la costa de Sinaloa, que mide 615 km (Galaviz-Solís, 2001; volumen II), se hunde en el mar de manera suave y progresiva. Es el inicio de la

plataforma continental, cuya profundidad aumenta paulatinamente hasta los 150-200 metros (según la localidad). A partir de esta profundidad, se inicia el talud continental, con un aumento más rápido de la profundidad hasta llegar a la franja de los 1,000-2,000 m donde el fondo se vuelve más estable. Claro esta, la topografía submarina es a veces muy compleja y atormentada, con cañones profundos o elevaciones repentinas que son el reflejo de algunos eventos geológicos. Considerando la porción del golfo de California que se extiende frente al estado hasta llegar al nivel de la isobata de los 2,000 m, las aguas frente a Sinaloa abarcan una superficie de aproximadamente 56,200 km<sup>2</sup>. El análisis de la repartición de los distintos pisos batimétricos permite destacar la amplitud de los pisos comprendidos entre 0 y 200 m y entre 1,000 y 2,000 metros de profundidad (Figura 1), ambos con aproximadamente 20,000 km<sup>2</sup> (Cuadro 1). En la primera zona, en particular entre los 5 y los 80 m, se realizan la casi totalidad de las actividades pesqueras. Es allí donde la contaminación ambiental reviste el mayor impacto por las descargas directas o a través de los ríos y esteros. También, por ser los más accesibles, los ecosistemas costeros (playas, arrecifes, esteros y lagunas) son los más afectados por el desarrollo en la línea de costa.

### Zona de mínimo de oxígeno

A nivel mundial, son pocas las regiones marinas donde la concentración de oxígeno en el agua llega a

presentar niveles críticos para la fauna; son las conocidas zonas de mínimo de oxígeno (ZMO, o bien OMZ en inglés). Se considera que valores cercanos o inferiores a 0.2 mililitros de oxígeno disuelto por litro de agua (o sea 0.2 ml O<sub>2</sub>/l) transforman el ambiente natural en ambiente hipóxico (poco oxígeno), aunque podemos considerar que el carácter hipóxico de una masa de agua puede resultar evidente para ciertas especies a partir de niveles más altos, simplemente porque la tolerancia a bajos niveles de oxígeno varía según las especies.

La región del Pacífico este es por mucho la más extensa de las ZMO, con una franja hipóxica que abarca desde Canadá (ca. 50°N) hasta Chile (ca. 30°S) (Díaz y Rosenberg, 1995). La ausencia de oxígeno en cantidad suficiente provoca una rarefacción de la fauna; en caso extremo el ambiente se vuelve anóxico (cero oxígeno) y no se encuentra ningún organismo vivo. Es de recordar que en condiciones normales, la fauna marina en las franjas más someras de los océanos encuentra condiciones de oxigenación mucho mejores, con valores comprendidos entre 8.0 (saturación) y 2.0 ml/l (Díaz y Rosenberg, 1995). El golfo de California y las costas de Sinaloa no son la excepción. Según datos compilados por Parker (1964), la ZMO en el golfo de California se extiende a lo largo de ambas costas hasta los 28°N. La presencia de una amplia ZMO en las aguas profundas de Sinaloa, tanto a nivel del fondo como en la columna de agua; es una de las características más dramáticas de estos ambientes. Según Hendrickx (2001) y sobre la base de investigaciones recientes, los valores de oxígeno medidos

**Cuadro 1.** Estimación de la repartición de los espacios marítimos (km<sup>2</sup>) por intervalo batimétrico frente a Sinaloa (hasta 2,000 m). Datos comparativos para la zona económica exclusiva (ZEE) de México según Hendrickx (1993).

Superficie frente a Sinaloa	Piso batimétrico	Pacífico mexicano (ZEE)
0 - 200 m	19,800 km <sup>2</sup>	154,300 km <sup>2</sup>
201 - 500 m	4,500 km <sup>2</sup>	85,200 km <sup>2</sup>
501 - 1000 m	11,800 km <sup>2</sup>	64,200 km <sup>2</sup>
1001 - 2000 m	20,100 km <sup>2</sup>	139,500 km <sup>2</sup>
Total	56,200 km <sup>2</sup>	443,200 km <sup>2</sup>

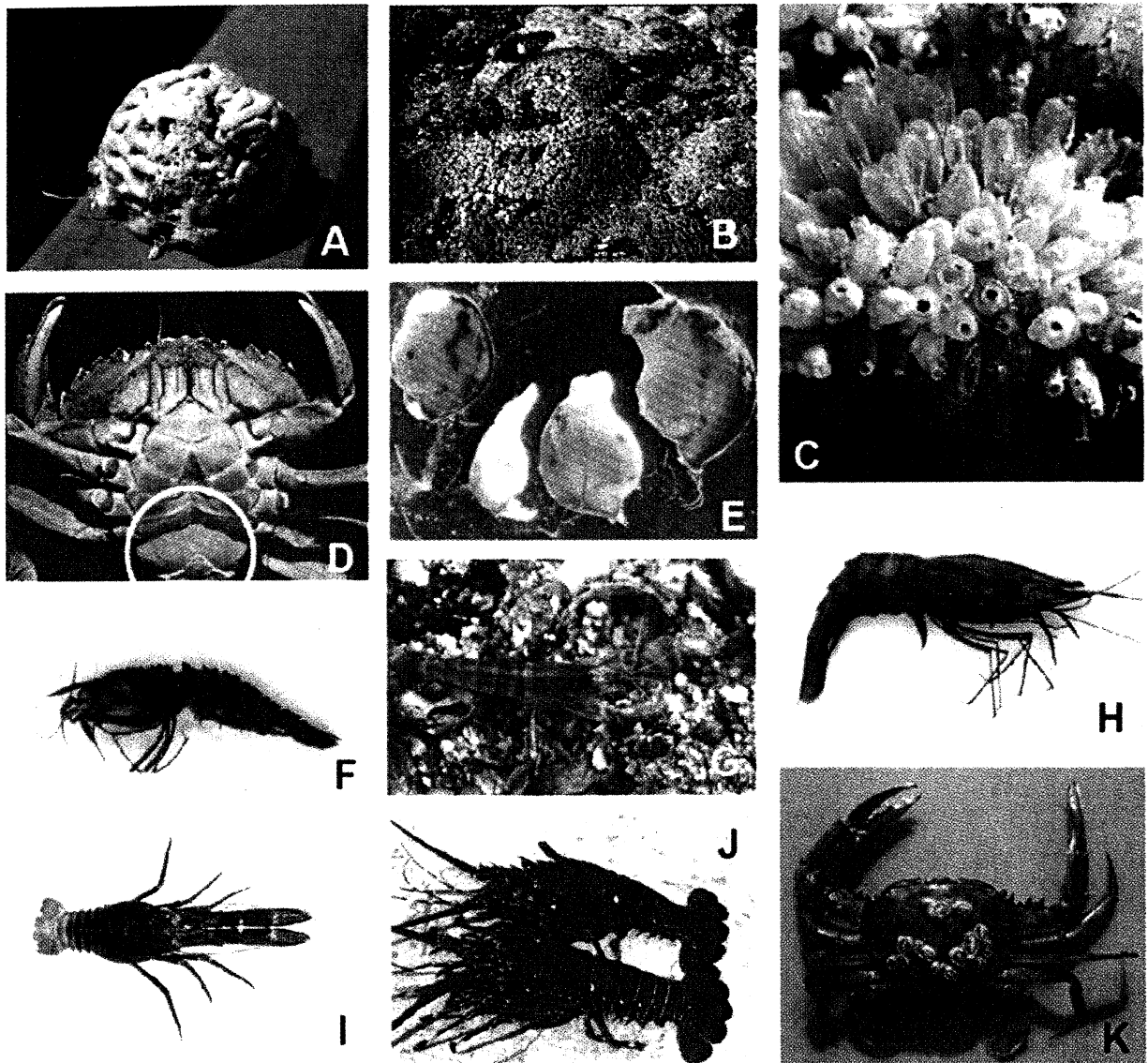
en la columna de agua desde la superficie hasta el fondo, se mantienen arriba de los 4.0 ml/l hasta aproximadamente 80 m. Por debajo de este nivel, la concentración de oxígeno baja rápidamente hasta alcanzar valores de 0.0-0.3 ml/l. Es solamente a partir de profundidades muy elevadas que el oxígeno aumenta nuevamente y alcanza valores del orden de 0.5 a 0.8 entre 1,000-1,200 m (Figura 2) y del orden de 1.0 a 2.0 entre 1,300-2,000 m (Hendrickx, 2001).

A nivel del fondo, las mediciones realizadas en diversas épocas del año frente a las costas de Sinaloa indican la existencia de condiciones hipóxicas (*i.e.*, nivel de oxígeno extremadamente bajo) o anóxicas (*i.e.*, ambiente sin oxígeno). Consecuentemente, las enormes masas de agua desprovistas de cantidades de oxígeno suficientes para sostener una vida animal se encuentran desérticas. En la plataforma continental, conforme aumenta la profundidad, el ambiente se vuelve más hostil a la vida. Según la esta-

ción del año, las condiciones hipóxicas (ca. 0.2 ml/l) pueden aparecer a partir de los 110-120 m (Figura 3 A, agosto) o a partir de los 60 m (Figura 3 B; abril y mayo), aunque es de subrayar que nos falta mucho más información respecto a la variación estacional de este fenómeno (véase Hendrickx, 1986; Garduño y Calderón, 1995). En condiciones hipóxicas, la fauna típica de la plataforma desaparece progresivamente y solamente algunas especies adaptadas a estos bajos niveles de oxigenación (*e.g.*, el camarón piojillo, *Solenocera mutator*; la langostilla o langostino pelágico, *Pleuroncodes planipes*; la galera *Squilla biformis*) proliferan. Según Hendrickx (1992) la fauna de crustáceos decápodos (*i.e.*, cangrejos, camarones, langostas, ermitaños) en el golfo de California decrece de manera drástica conforme aumenta la profundidad, desde 162 especies en la plataforma interna (entre 5 y 40 m) y 131 en la plataforma intermedia (40-90 m), hasta 25 especies en

**Cuadro 2.** Clasificación de los grupos de invertebrados tratados. Sólo se incluyen las categorías principales hasta llegar al taxon considerado en este capítulo.

Phylum Porifera (esponjas)	Infraorden Thalassinidea (camarón de lodo, camarón fantasma)
Phylum Cnidaria	Infraorden Astacidea (langosta con pinzas, langosta de río)
Clase Hydrozoa (hidroides, medusas)	Infraorden Palinura (langosta espinosa, langosta zapatera)
Clase Anthozoa (anémonas, corales, plumas de mar)	Infraorden Anomura (ermitaños, langostinos, porcelanas, muy-muy)
Clase Scyphozoa ("aguas malas")	Infraorden Brachyura (cangrejos verdaderos)
Phylum Ctenophora (ctenóforos)	Superorden Peracarida
Phylum Platyhelminthes (platelmintos o gusanos planos)	Orden Mysidacea (camarones misis)
Phylum Nemertea (nemertinos)	Orden Amphipoda (anfípodos)
Phylum Annelida	Orden Isopoda (cochito de mar, isópodos)
Clase Polychaeta (gusanos marinos, gusanos segmentados)	Orden Tanaidacea
Phylum Sipuncula (sipuncúlidos)	Phylum Mollusca
Phylum Echiura (equiuridos)	Clase Pelecypoda (almejas, pecten, ostiones, mejillones, callo de hacha)
Phylum Arthropoda	Clase Polyplacophora (quitones, cucaracha de mar)
Subphylum Cheliceriformes	Clase Gastropoda (caracoles, conejo de mar, babosas de mar)
Clase Pygogonida (pantópodos)	Clase Scaphopoda (colmillos de elefante, caminos)
Subphylum Crustacea	Clase Cephalopoda (pulpos, calamares)
Clase Maxillopoda	Phylum Bryozoa (briozoarios)
Subclase Cirripedia (balanos, percebes, lepas, saculinas)	Phylum Brachiopoda (braquiópodos)
Clase Malacostraca	Phylum Echinodermata
Superorden Hoplocarida	Clase Asteroidea (estrellas de mar)
Orden Stomatopoda (esquilas o galeras)	Clase Ophiuroidea (ofiuras, estrellas quebradizas)
Superorden Eucarida	Clase Echinoidea (erizos de mar)
Orden Euphausiacea (eufásidos, krill)	Clase Holothuroidea (pepinos de mar)
Orden Decapoda	Phylum Chaetognatha (quetognatos, gusanos flecha)
Suborden Dendrobranchiata (camarones comunes)	Phylum Chordata
Suborden Pleocyemata	Subphylum Urochordata
Infraorden Caridea (cauques, camarones carideos y pistola)	Clase Ascidiacea (ascideas)



Lám. I. A) PORIFERA, esponja de la plataforma continental; B) ANTHOZOA, *Palythoa*, anemona colonial en el internareal rocoso; C) ASCIDIACEA, ascidia colonial; D) CIRRIPIEDIA, *Sacculina*, parásito de cangrejos; E) CIRRIPIEDIA, *Heteralepas*, epizoito en apéndices de crustáceos; F) CARIDEA, el camarón de profundidad *Sclerocrangon spinulosa*; G) CARIDEA, el camarón pistola *Alpheus armillatus*; H) CARIDEA, el camarón de profundidad *Heterocarpus affinis*; I) ANOMURA, la langostilla roja *Pleuroncodes planipes*; J) PALINURA, langostas espinosas *Panulirus gracilis* (frente) y *P. inflatus*; K) CIRRIPIEDIA, balanos epizoidos en el cangrejo *Euphylax robustus*. (D, cortesía de J.L Carballo; E, cortesía de M.K. Wicksten).

la plataforma externa (> 90 m) donde el ambiente se vuelve hipóxico. Mas allá de estas profundidades, el ambiente se vuelve progresivamente anóxico y la fauna marina desaparece. Al nivel del fondo, se forma una barrera ecológica infranqueable que se extiende hasta los 700-900 m, donde los valores de oxígeno aumentan nuevamente (Figura 4). A pesar de mantenerse por debajo de los niveles normales (*i.e.*, <2.0 ml/l), la presencia de concentraciones limitadas de oxígeno permite la aparición de un conjunto faunístico distinto, mucho menos diversificado que aquel encontrado en la plataforma continental y en el cual destacan especies de camarones de profundidad (*Heterocarpus affinis*, *Benthesicymus tanneri* y *Sclerocrangon spinulosa*).

### Fauna marina

Considerando la distribución en el Pacífico mexicano y en el golfo de California de todas las especies de macro-invertebrados encontradas hasta la fecha, la fauna de Sinaloa contiene 2,936 especies que per-

tenecen a 15 Phyla (Cuadro 2). Esto representa un poco más del 60% del total de especies conocidas actualmente para el golfo de California. La representación de los diversos grupos faunísticos es extremadamente desigual, reflejando una situación común a todas las mares y océanos tropicales del mundo. Los grupos dominantes son (en orden de importancia): los moluscos (1,477 especies) los crustáceos (657 especies), los anélidos poliquetos (395 especies) y los equinodermos (184 especies). En conjunto, suman 2,713 especies, o sea el 92% del total (Cuadro 3).

Debido a la confusión que existe en su taxonomía a nivel del Pacífico mexicano, las esponjas de Sinaloa son mal conocidas (Lám. I, A; Fig. 5 A). Detectamos la presencia de 32 especies en el área, pero el lector podrá referirse al trabajo de Carballo y Gómez (2001; este volumen) para mayor información.

Cuatro de los grupos de organismos presentan unas características comunes: son de consistencia gelatinosa y muy a menudo en gran parte transparentes, y poseen una estructura adhesiva o urticante llamada "cnidocitos" que disparan "cnidos" para

**Cuadro 3.** Número teórico de especies encontradas en la franja costera de Sinaloa y en aguas profundas frente al estado. Valores calculados en base a la distribución geográfica de cada especie en el Golfo de California, su distribución batimétrica y su afinidad para ciertos tipos de sedimentos.

Grupo	total especies Sinaloa	Grupo	total especies Sinaloa
PORIFERA	32	AMPHIPODA	120
ANTHOZOA	34	ISOPODA	44
SCYPHOZOA	4	TANAIDACEA	2
HYDROZOA	55	MYSIDACEA	3
CTENOPHORA	1	CIRRIPIEDIA	30
PLATYHELMINTHES	5	PYCNOGONIDA	2
NEMERTEA	5	ANNELIDA/POLYCHAETA	395
SIPUNCULA	8	MOLLUSCA CEPHALOPODA	7
ECHIURA	1	MOLLUSCA GASTROPODA	1014
BRACHIOPODA	2	MOLLUSCA PELECYPODA	418
ECHINODERMATA	184	MOLUSCA POLYPLACOPHORA	25
STOMATOPODA	19	MOLLUSCA SCAPHOPODA	13
CAMARONES	93	BRYOZOA	59
LANGOSTAS	20	ASCIDIACEA	3
ANOMURA	91	APPENDICULARIA	0
BRACHYURA	223	CHAETOGNATHA	12
EUPHASIACEA	12		
	789		1983
		Total especies Sinaloa	2936

capturar presas o defenderse. En algunos casos, los cnidocitos tienen una función locomotora. En conjunto forman el Phylum de los Cnidaria. Aún considerando que la información disponible acerca de la presencia y distribución de estos organismos en el área es muy incompleta, suman 126 especies. Son las medusas y las hidroides (Hydrozoa) (Figura 5 B); las anémonas comunes, los corales (Figura 5 C, D); las gorgonas, los zoantidos (Lám. I, B; Fig. 5 E) y las plumas de mar (Figura 5 F) (Anthozoa), los sifonóforos o "aguas malas" (Scyphozoa) (Figura 5 G) y los ctenóforos (Ctenophora) (Figura 5 H). En el caso de los corales, la porción más evidente del animal resulta ser la base sólida que secretan, a lo largo del tiempo, los organismos. Situado al límite norte de la zona de distribución de los corales, las costas de Sinaloa no son propicias a su establecimiento por tener fuertes aportes de sedimentos. Sin embargo, algunas áreas como la bahía de Mazatlán o el área frente a Punta Piaxtla son ricas en gorgonas. Una sola especie de ctenóforos está registrada en la zona, aunque seguramente existen más. Animales pelágicos y gelatinosos, son carnívoros y se desplazan en el agua por el movimiento de filas de peines ciliados (Figura 5 H).

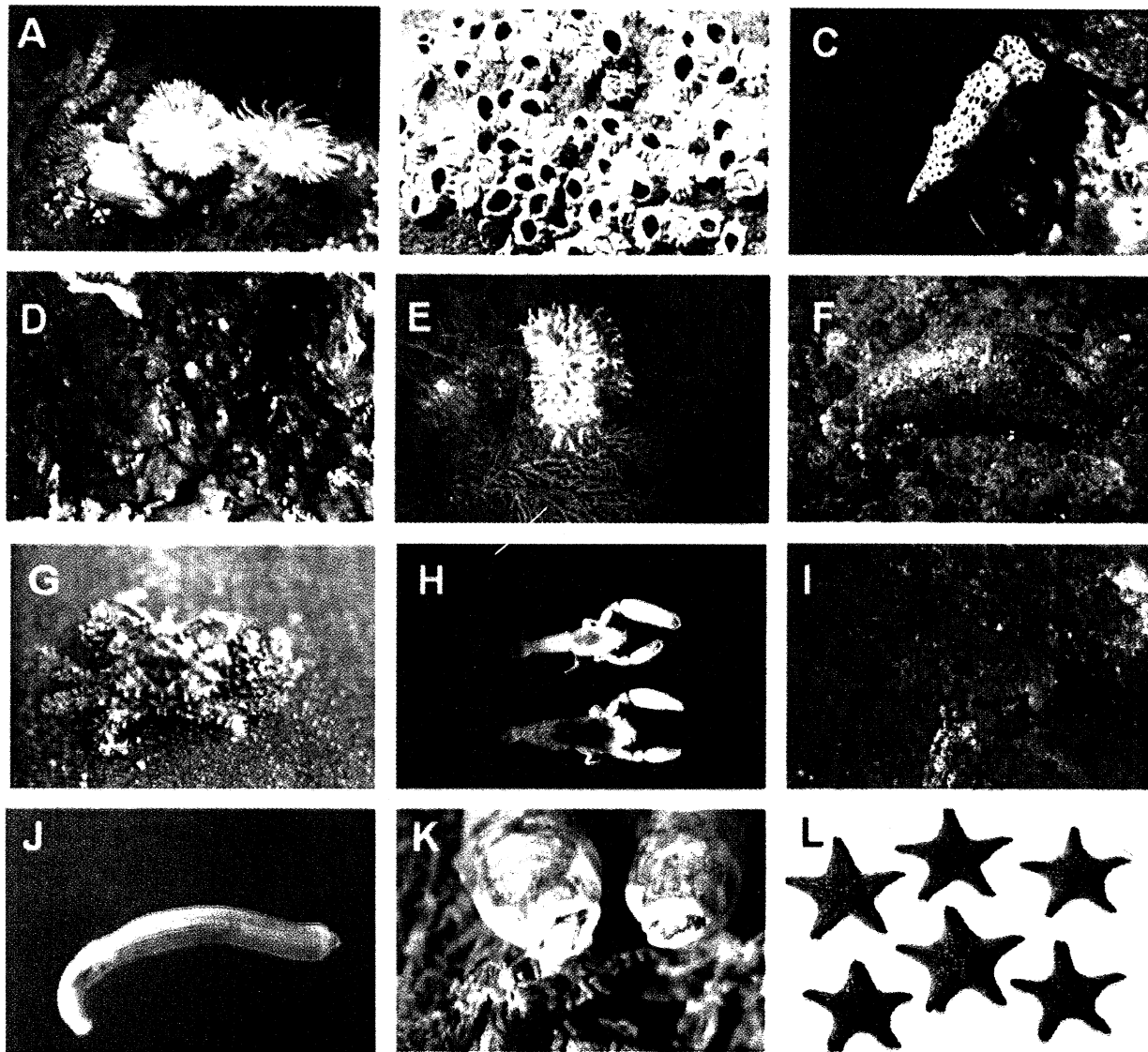
Los anélidos poliquetos, o gusanos marinos, juegan un papel ecológico sumamente importante por remover la materia orgánica en partículas, ya sea mediante filtración del agua (*e.g.*, las especies de sabélidos) (Figura 6 D) o del sedimento (*e.g.*, las especies de capitélidos, spionidos). Otras especies son sumamente móviles y depredadoras (Figura 6 C). Las densidades de poliquetos en sedimentos blandos y ricos en materia orgánica pueden alcanzar valores superiores a los 1,000 organismos por m<sup>2</sup>. También juegan un papel importante en los esteros y lagunas; una especie de *Ficopomatus*, por ejemplo, coloniza los sustratos duros en los esteros. Con 395 especies presentes en las costas de Sinaloa, los poliquetos conforman uno de los grupos de invertebrados marinos de mayor presencia.

Además de los gusanos típicos (*i.e.*, los poliquetos), existe en el área una serie de organis-

mos poco conocidos con aspecto vermiforme. Entre estos se encuentran los "gusanos" planos (Figura 6 B), o platelmintos, los nemertinos (Figura 6 A), los sipuncúlidos (Figura 6 E) y los equiúridos (Figura 6 F). En conjunto, suman solamente 19 especies.

El grupo más diversificado en el área corresponde a los moluscos, un Phylum extremadamente importante ya que comprende numerosas especies que sostienen pesquerías y cultivos a escala comercial en el mundo. Se divide en varios grupos, desde los conocidos caracoles (gasterópodos) (Figura 7 D, E) y almejas (pelecípodos o bivalvos) (Figura 7 A, B; Figura 10 H) hasta los cefalópodos (pulpos y calamares) (Figura 7 F, G), en los cuales la concha original ha sido transformada o eliminada y que se caracterizan por el extraordinario desarrollo de los ojos. Incluye también a los polioplacóforos (Figura 7 C), unos animales extraños que suelen vivir principalmente en la zona que descubre las mareas y poseen 7-8 placas en el dorso, y a los escafópodos (Figura 10 G), generalmente de talla reducida, en forma de diente alargado y que viven enterrados en parte en el sedimento. Las demás clases de moluscos son esencialmente de aguas profundas (Caudofoveata; Monoplacophora; Aplacophora) y no han sido encontrados en aguas sinaloenses. Los diversos grupos de moluscos están bien representados en Sinaloa donde suman 1,477 especies, un 50% de las especies de invertebrados; por sí solo, el grupo de los gasterópodos (caracoles marinos) representa el 35% de la fauna de invertebrados marinos en el área (Cuadro 3).

Los crustáceos, en menor número que los moluscos, forman un grupo de igual o mayor importancia económica, particularmente por contener las especies de camarones, jaibas y langostas que se explotan a lo largo de las costas de Sinaloa. Parte del Phylum de los artrópodos, que contiene también los insectos, las arañas y los escorpiones, entre otros, los crustáceos son en su mayoría marinos, aunque numerosas especies poblan también los ríos, lagos y cuevas en las aguas subterráneas en el continente. Los crustáceos marinos contienen un elevado número de subgrupos. A pesar de ser reducido en número de especies (19 especies en Sinaloa vs. un total de ca. 450 especies en el mundo), los estomatópodos forman un grupo ex-



Lám. II. A) ANTHOZOA, la anémona *Calliactis polypus*; B) CIRRIPEDIA, el balano *Chthamalus anisopoma*; C) NUDIBRANCHIA, doridáceo del género *Chromodoris*; D) ASCIDIACEA, ascidia del género *Didemnum* en rocas; E) POLYCHAETA, el gusano serpúlido *Filograna implexa*; F) ECHINODERMATA, el pepino de mar *Holothuria inhabilis*; G) BRACHYURA, el cangrejo araña *Mithrax denticulatus*; H) CARIDEA, camarón carideo del género *Pontonia*; I) SCYLLARIDAE, cigarra de las Galápagos, *Scyllarides astori*; J) SIPUNCULA, *Sipunculus nudus*; K) ISOPODA, *Cymothoidea*, parásito en la boca de peces; L) ECHINODERMATA, Asteroidea, la estrella de mar *Oreaster occidentalis*.



tremadamente interesante por su comportamiento. Comúnmente llamados “galeras”, “catalinas de mar” o “camarones mantis”, son depredadores feroces, poseen un par de garras en forma de arpón o de rastrillo que les permiten capturar presas tales como pequeños peces, camarones, otros crustáceos, caracoles o almejas (Figura 8 B). También poseen un sentido de la visión extremadamente desarrollado y versátil. Los llamados “decápodos” (por presentar 5 pares de patas, algunas de éstas transformadas en pinzas), son ciertamente los mejor conocidos. Las langostas espinosas del género *Panulirus* son sujetas a una pesca intensiva en todo el estado; son las langostas verde y azul (*P. gracilis* y *P. inflatus*) (Lámina I). Sin embargo, el grupo contiene otras dos especies a nivel del estado. También se encuentran 16 especies de los llamados “camarones fantasma” o “langostas de lodo” (e.g., Axiidae, Callinassidae) que viven en las llanuras lodosas de los esteros y lagunas o en el sedimento blando de la plataforma continental (Figura 9 F, G). Los “camarones”, en el sentido amplio de la palabra, no solamente contiene las especies de Penaeidae tan familiares a los sinaloenses y que año tras año sostiene la pesquería más importante a nivel estatal. Contiene un elevado número de especies, pequeñas y grandes, repartidas en dos principales grupos: los camarones comunes (Figura 8 D, E), o Dendrobranchiata (e.g., el camarón café, *Farfantepenaeus californiensis*; el camarón japonés, *Sicyonia penicillata*; el camarón cebra, *Rimapenaeus pacificus*), y los camarones carideos (Lámina I, F-H; Figura 8 G, H) (e.g., los cauques del género *Macrobrachium*; los camarones pistola, género *Alpheus*; los camarones de profundidad del género *Heterocarpus*) que se caracterizan por el hecho que las hembras cargan los huevos antes de su eclosión (Figura 8 F). Ambos grupos poseen representantes que viven en la columna de agua que realizan migraciones verticales durante la noche, acercándose a las capas superiores del océano en búsqueda de alimento. Los llamados cangrejos verdaderos corresponden al grupo de los braquiuros; incluyen especies de forma bastante parecidas aunque de tamaño muy variable. En efecto, el cangrejo araña gigante del Pacífico mexicano,

*Maiopsis panamensis* (Figura 9 I), presente en las costas de Sinaloa, es 100 veces más grande que algunas especies diminutas que viven entre algas o en esponjas en la bahía de Mazatlán. En Sinaloa podemos encontrar más de 200 especies de cangrejos braquiuros (Cuadro 3), la mayoría de ellos en la zona intermareal y en la plataforma continental. Los más conocidos son, sin lugar a duda, las jaibas (género *Callinectes*, con tres especies en el estado) (Figura 9 H) que son sujetas a una pesca esporádica. Los anomuros contienen especies de formas y hábitos distintos, desde los conocidos cangrejos ermitaños (Figura 9 E) que utilizan a manera de habitáculo conchas vacías de caracoles hasta los miembros de la Familia Galatheidae que se asemejan a pequeñas langostas cuando tienen la cola extendida (Figura 9 C). Forman parte también de este vasto grupo de decápodos los llamados cangrejos porcelana (Familia Porcellanidae), típicos habitantes de las zonas rocosas en la zona de mareas y de los arrecifes, coralinos o no (Figura 9 A) y los “muy-muy”, pequeños organismos encontrados a la orilla de las playas arenosas (Figura 9 B, D). Los cangrejos ermitaños llevan a menudo colores llamativos, característicos de cada especie. En las costas de Sinaloa, *Petrochirus californiensis*, una especie que alcanza hasta más de 30 cm de longitud total, es comúnmente encontrado en los arrastres. En las lagunas costeras, otras dos especies (*Clibanarius panamensis* y *C. albigigitus*) ocupan las llanuras a la orilla de los bosques de mangle. Con 91 especies, los Anomura son el tercer grupo de decápodos en cuanto a diversidad específica.

El grupo de los Peracarida incluye a los anfípodos, los isópodos, los cumáceos, tanaidáceos y misidáceos (Cuadro 3). Sin lugar a duda, los anfípodos son los más importantes no solamente en número de especies (120 vs. 49 para los demás grupos) sino también en abundancia en los ecosistemas naturales. De tamaño pequeño, son un elemento importante en la dieta de numerosas especies carnívoras u omnívoras. El segundo grupo más numeroso, el de los isópodos, corresponde a especies de vida libre (Figura 10 B), comensales (Lámina II, K) o parásitos de crustáceos (i.e., los Bopyridae) (Figura 10 A). Las espe-



cies de vida libre juegan un papel importante en el reciclaje de la materia orgánica. Los demás grupos están, obviamente subevaluados en la región; de hecho, no existe un trabajo reciente relacionado con el estudio de ellos en el Pacífico mexicano. Solamente en el caso de los misidáceos gigantes de aguas profundas (género *Gnathophausia*) (Figura 10 D), que pueden alcanzar más de 35 cm de longitud, existe información un poco más completa. Las especies comunes de misidáceos (Figura 10 C) son aún mal conocidas en el área.

Los eufasiáceos son organismos poco conocidos por el común de la gente. En latitudes elevadas, forman el "krill" que sirve de alimentos a las ballenas. En las franjas tropicales, las especies son netamente más pequeñas (Figura 8 C) pero son igual de importantes por su abundancia. Doce de las 14 especies del golfo de California se encuentran frente a Sinaloa, principalmente a profundidades de entre 0 y 200 m. Realizan migraciones verticales durante la noche.

Los crustáceos del grupo de los cirrípodos poseen formas extremadamente variables. Los más conocidos son seguramente los balanos, pequeños organismos en forma de cono que se incrustan en los pilares de los puertos, en los cascos de los barcos, en las rocas a la orilla del mar; son generalmente gregarios. Menos conocidas son aquellas especies de balanos que viven fijadas en las ballenas, las tortugas marinas o, incluso en algunas especies de crustáceos (*e.g.*, estomatópodos, jaibas) (Lámina I, K). El grupo de los cirrípodos comprende también los percebes y las lepas (Lámina I, E), que viven adheridos a las rocas, a madera flotante o en alguna parte de otros organismos (*e.g.*, corales, langostas, cangrejos, caracoles). Otras especies del grupo son parásitas de cangrejos; en efecto, las llamadas "saculinas" penetran el cuerpo de algunas especies de cangrejos y aparecen, al final de su crecimiento invasivo, como una masa uniforme por debajo del abdomen (Lámina I, D).

Los otros grupos de crustáceos marinos tienen, evidentemente, representantes en las aguas de Sinaloa. Los copépodos, por ejemplo, que forman generalmente la parte principal de una captura de organismos zooplanctónicos, son omnipresentes en las la-

gunas, esteros, estuarios y en el mar. Existen por lo menos 350 especies en el golfo de California, pero curiosamente y salvo algunas excepciones, no hay registros faunísticos para el Estado. Tampoco se cuenta con información acerca de la presencia de los ostrácodos, cladóceros (principalmente de agua dulce) y otros pequeños grupos de crustáceos con representantes marinos.

Parecidos a las arañas de patas delgadas, los pignogónidos (Figura 8 A) son afines a los arácnidos; no son crustáceos. Pasan a menudo desapercibidos en las muestras por tener las patas extremadamente delgadas y generalmente son casi transparentes. Solamente hay dos especies registradas frente a las costas de Sinaloa.

Con 184 especies que incluyen a Sinaloa en su ámbito de distribución, los equinodermos se ubican dentro de los grupos de invertebrados con mayor biodiversidad. Estrictamente marinos, con excepción de algunas especies que penetran en aguas costeras salobres, los equinodermos de Sinaloa se dividen en cuatro grupos. Los equinodermos se caracterizan por una simetría pentagonal y un esqueleto calcáreo, reducido en algunos grupos a espículas distribuidas en el tegumento. Las holoturias, o pepinos de mar (Figura 11 C), son organismos vermiformes comúnmente encontrados por debajo de las piedras en la zona intermareal y en los arrastres en la plataforma continental. Las especies más conocidas son aquellas que pertenecen a las estrellas de mar (asteroidea) (Lámina II, L) y a los erizos de mar (equinoideo) simétricos (Figura 11 A) o asimétricos; estos últimos incluyen las conocidas galletas de mar que se encuentran en la zona de rompientes de las playas arenosas (Figura 11, D). El erizo regular más común en la zonas rocosas del estado es *Echinometra vanbrunti*, reconocible por su color púrpura. Menos conocidas, las ofiuras se parecen a unas estrellas con los brazos mucho más delgados y articulados con el disco central; son muy frágiles y menos llamativas, aunque la especie más grande de la zona (*Ophiocomis aethiops*) se encuentra comúnmente por debajo de las piedras en la zona intermareal y puede alcanzar 40 cm de envergadura (Figura 11 B).

Considerados como parte de los animales que presentan una estructura llamada "lofoforo" (un conjunto de tentáculos que sirven para alimentarse), los Brachiopoda (Figura 11 E) y Bryozoa escapan muy probablemente al observador común. Sin embargo, con 59 especies en el área (Cuadro 3), en su mayoría coloniales, los briozoarios (Figura 11 F) son un elemento importante en la ecología de las comunidades marinas. Incrustantes o arbolescentes, pueden ser confundidos con algas coralinas.

Solamente tres especies de ascidias presentan una distribución geográfica que abarca a Sinaloa, aunque es muy probable que otras especies se encuentran en la zona sin haber sido detectadas aún. De aspecto gelatinoso, pero con el cuerpo firme en forma de columna o formando colonias, son representantes primitivos de los cordados (que incluyen a todos los vertebrados); carecen de "vértebras". Son filtradores que pueden medir desde 1 mm hasta 60 cm (Lámina I, C). Viven adheridos a todo tipo de sustrato, desde rocas hasta sedimentos blandos en aguas profundas; también se encuentran adheridos a las raíces aéreas del mangle. Otro grupo de organismos que pertenecen a los cordados son los quetognatos, pequeños organismos planctónicos o bentopelágicos, fusiformes y con una serie de espinas raptoriales en la cabeza (Figura 11 G). Doce especies se presentan en aguas sinaloenses; son depredadores de otros organismos planctónicos.

### Mapas de biodiversidad

La biodiversidad teórica computada para los invertebrados marinos de Sinaloa (Figura 12) indica, como era de esperarse, valores mucho más elevados en la franja más cercana a la costa, donde se encuentran valores comprendidos entre 501 y 1,500 especies. En aguas más profundas, la biodiversidad baja en función de la afinidad batimétrica de las especies y observamos valores inferiores a las 50 especies en la franja más alejada de la costa. Es de subrayar que los valores teóricos observados mediante el análisis de la distribución de las especies son sobrevaluados debido, precisamente, al hecho que

la franja batimétrica correspondiente a los 100-700 o a los 100-900 m es hipóxica o anóxica. Desafortunadamente, debido a la poca precisión y los errores encontrados en las cartas batimétricas disponibles, no es posible superponer en estos mapas de distribución de la biodiversidad la ZMO. Los mapas de distribución de la biodiversidad para los cuatros grupos faunísticos más importantes (Figura 13) presentan un patrón algo similar.

Un análisis de la distribución batimétrica teórica de los invertebrados marinos de Sinaloa (i.e., en función del intervalo de profundidad conocido para cada una de las especies) refleja la fuerte desproporción entre los conjuntos faunísticos encontrados en los distintos pisos batimétricos (Figura 14). Considerando todos los invertebrados, la franja entre 0 y 100 m acoge más de 2,000 especies. Más allá de los 100 m, la biodiversidad teórica baja bruscamente para alcanzar valores inferiores a 500 especies en los ambientes de 501 m o más. Es de recordar que la franja hipóxica o anóxica (100- 700/ 900 m), representada de manera aproximada en la gráfica por una zona sombreada, es prácticamente abiótica en el área (véase supra). A partir de los 1,000 m, la biodiversidad teórica se mantiene más estable.

### Agradecimientos

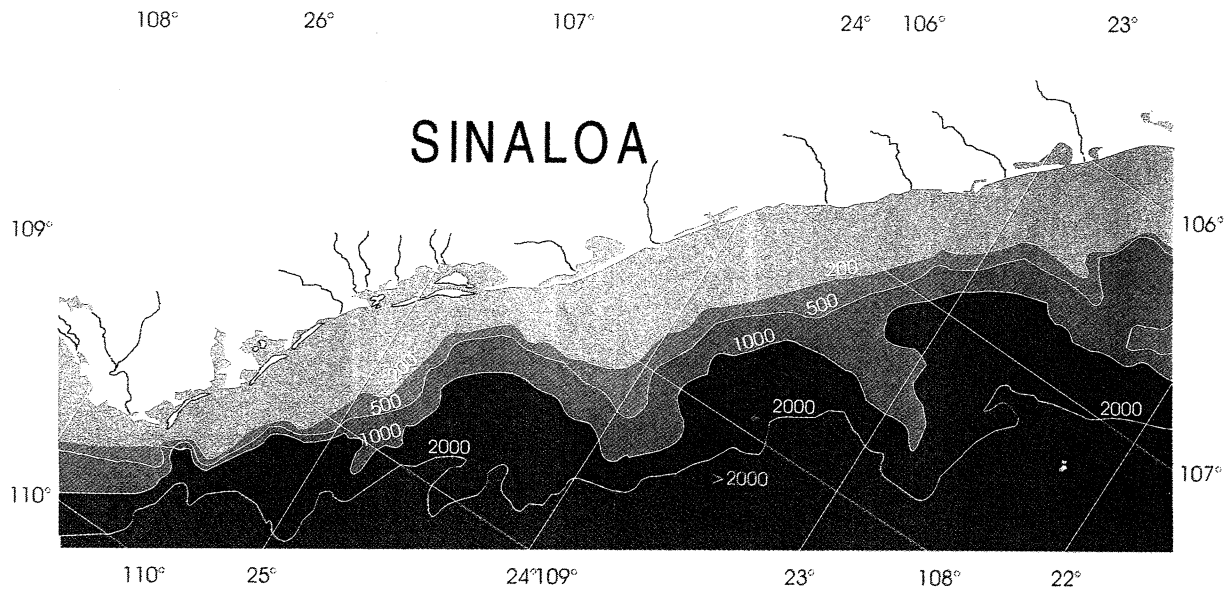
El autor agradece a Mercedes Cordero quien realizó la edición final del manuscrito, colaboró con la búsqueda de información y con el manejo de las bases de datos. Germán Ramírez R. proporcionó su valiosa colaboración con la elaboración de los mapas, composición de las fotografías y asesoría en elaboración de gráficas. Carlos Suárez colaboró en el arreglo de algunas figuras en Corel.

Algunas figuras fueron retomadas de la Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca, Pacífico Centro-Oriental (Poutiers, 1995a, 1995b; Roper *et al.*, 1995; Hendrickx, 1995a, 1995b, 1995c, 1995d, 1995e, 1995f) y del libro sobre invertebrados del golfo de California de Brusca (1980).

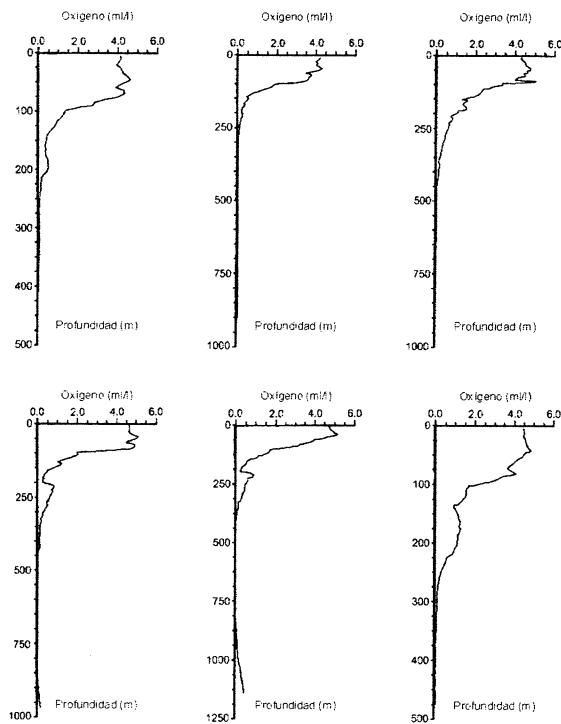
## Bibliografía

- Brusca, R. C., 1980, *Common intertidal invertebrates of the Gulf of California*, 2da. ed., The University of Arizona Press, Tucson, Arizona, 513 p.
- Carballo-Cenizo, J. L., 2002, *Las esponjas marinas de Sinaloa; un recurso desconocido en nuestro litoral*, en *Atlas de la biodiversidad de Sinaloa*, El Colegio de Sinaloa.
- Caso, M. E., 1984, *Descripción de un género nuevo y una especie nueva de holoturoideo –Parathyonacta gen. nov. y Parathyonacta bonifaznuñoi sp. nov.- colectada en la campaña oceanográfica SIPCO III a bordo del Buque Oceanográfico “El Puma”*, An. Inst Cienc. Mar y Limnol., UNAM. 11 (1): 181-210.
- Caso, M.E., 1986, *Los equinodermos del golfo de California colectados en las campañas oceanográficas SIPCO I-II-III a bordo del B/O “El Puma”*, An. Inst Cienc. Mar y Limnol., UNAM. 13 (1): 91-184.
- Díaz, R.J. y R. Rosenberg, 1995, *Marine benthic hypoxia: a review of its ecological effects and the behavioural responses of benthic macrofauna*, Oceanogr. & Mar. Biol.: An Annual Rev. 33: 245-303.
- Edwards, R. R. C., 1977, *Field experiments on growth and mortality of Penaeus vannamei in a Mexican coastal lagoon complex*, Estuar. & Coastal Mar. Sci. 5: 107-121.
- Findley, L. T., M. E. Hendrickx, R. C. Brusca, P. Hastings, A. van der Heiden, P. A. Hastings y J. Torre, 2002, *Marine macrofaunal diversity of the Gulf of California, Mexico*, CD-ROM version 1.0. *Macrofauna Golfo Project*, August 2002, Copy rights and all rights reserved by the authors and Conservation International.
- Galavíz-Solís, A., 2002, *Caracterización física y geológica del estado de Sinaloa*, en *Atlas de los Ecosistemas de Sinaloa* (en prensa), El Colegio de Sinaloa.
- Garduño-Argueta, H. y A. Calderón-Pérez, 1995, *Seasonal depth distribution of the crystal shrimp, Penaeus brevisrostris (Crustacea, Decapoda, Penaeidae), and its possible relation to temperature and oxygen concentration off southern Sinaloa, Mexico*, Fish, Bull, 397-402.
- Hendrickx, M. E., 1986, *Distribución y abundancia de los camarones Penaeoidea (Crustacea: Decapoda) colectados en las Campañas SIPCO (sur de Sinaloa, México) a bordo del B/O “El Puma”*, An. Inst Cienc. Mar y Limnol, UNAM. 13 (1): 345-368.
- Hendrickx, M. E., 1992, *Distribution and zoogeographic affinities of decapod crustaceans of the Gulf of California, Mexico*, Proc. San Diego Soc. Nat. Hist. 20: 1-11.
- Hendrickx, M. E., 1993, *Crustáceos Decápodos del Pacífico Mexicano*, 271-318 pp., *Biodiversidad Marina y Costera de México*, 865 p., S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González (Eds.), CONABIO Y CIQRO, México.
- Hendrickx, M. E., 1995a., *ESTOMATÓPODOS*, 355-382 pp. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental*, vol. I; *Plantas e Invertebrados*, 646 p., W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem. (Eds.), FAO, Roma, Italia.
- Hendrickx, M. E., 1995b, *LANGOSTAS. (Langostas espinosas, bogavantes, cigarras y zapateras, langostas de lodo, etc.)*, 383-416 pp, *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental*, vol. I; *Plantas e Invertebrados*, 646 p., W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V.H. Niem. (Eds.), FAO, Roma, Italia.
- Hendrickx, M. E., 1995c, *CAMARONES*, 417-537 pp., *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental*, vol. I; *Plantas e Invertebrados*, 646 p., W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem. (Eds.), FAO, Roma, Italia.
- Hendrickx, M. E., 1995d, *ANOMUROS*, 539-564 pp., *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental*, vol. I; *Plantas e Invertebrados*, 646 p., W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem. (Eds.), FAO, Roma, Italia.
- Hendrickx, M. E., 1995e, *CANGREJOS*, 565-636 pp., *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental*, vol. I; *Plantas e Invertebrados*, 646 p. W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem. (Eds.), FAO, Roma, Italia.
- Hendrickx, M. E., 1995f, *EQUINODERMOS*, 637-646 pp., *Guía FAO para la identificación de especies para los*

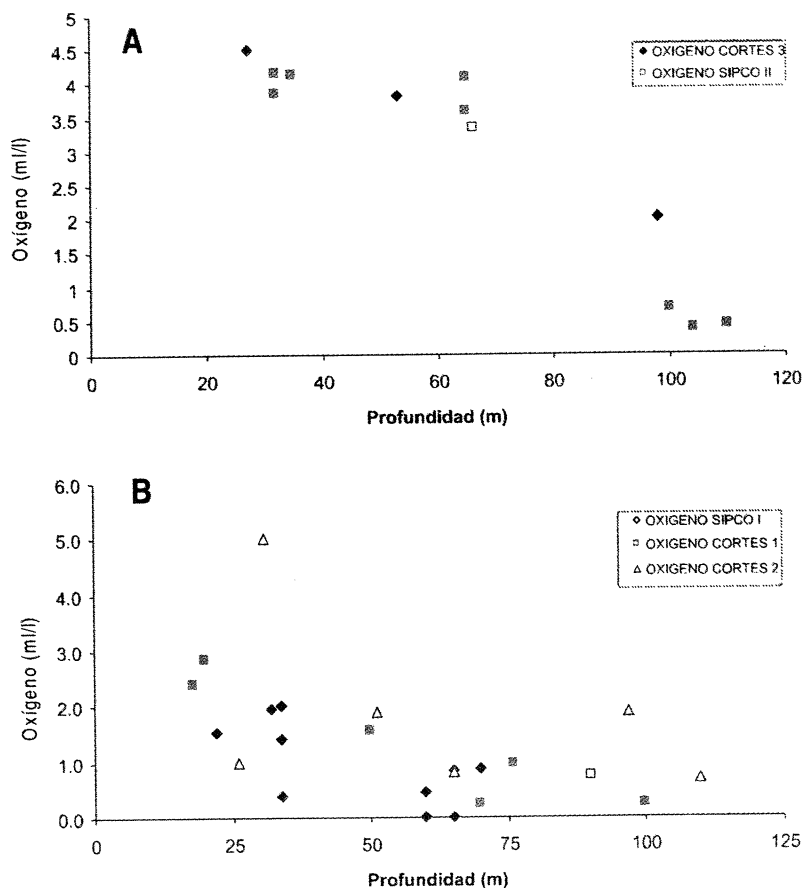
- finas de la pesca. Pacífico centro-oriental*, vol. I; *Plantas e Invertebrados*, 646 p., W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem. (Eds.), FAO, Roma, Italia.
- Hendrickx, M. E., 1996, *New records of deep-water decapod crustaceans in the southeastern Gulf of California, Mexico*, *Rev. Biol. Trop.* 44 (2B): 945-947.
- Hendrickx, M. E., 1999a, *Los cangrejos braquiuros (Crustacea: Brachyura: Majoidea y Parthenopoidea) del Pacífico mexicano*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Inst. Cienc. Mar y Limnol., UNAM, México, 274 pp.
- Hendrickx, M. E., 1999b, cap. 1: *Comunidades de la zona costera. Usos tradicionales, actuales y potenciales de la biodiversidad marina*, pp. 121-148, en *Océanos: ¿Fuente inagotable de recursos?*, UNAM-SEMARNAP, México, 589 p.
- Hendrickx, M. E., 2001, *Occurrence of a continental slope deep-water decapod crustacean community along the edge of the minimum oxygen zone in the southeastern Gulf of California, Mexico*, *Belgian Journal of Zoology*, 131 (Sup. 2): 71-86.
- Hendrickx, M. E., A. M. van der Heiden and A. Toledano Granados, 1984, *Results of the SIPCO Cruises (southern Sinaloa, México) aboard the B/O "El Puma". Abundance and distribution of commercially exploitable mollusks*, *Rev. Biol. Trop.* 32 (1): 69-75.
- Menz, A. y A. B. Bowers, 1980, *Bionomics of Penaeus vannamei Boone y Penaeus stylirostris Stimpson in a Lagoon on the Mexican Pacific Coast*, *Estuar. and Coastal Mar. Sci.*, 10: 685-697.
- Padilla Galicia, E. y V. Solís-Weiss, 1992, *Distribución y nuevos registros de anélidos poliquetos en la plataforma continental del estado de Sinaloa, costa Pacífica de México*, *Tulane Studies in Zoology y Botany*, Supplementary Publication, 1: 249-263.
- Parker, R. H., 1964, *Zoogeography and ecology macro-invertebrates Gulf of California and continental slope off Mexico*, *Vidensk. Medd. Dan. Naturhist. Foren.*, 126: 1-178.
- Paul, R. K. G., 1981, *The development of a fishery for portunid crabs of the genus Callinectes (Decapoda, Brachyura) in Sinaloa, México*, Overseas Development Administration, London, 78 p.
- Paul, R. K. G. y A. B. Bowers, 1982, *The ecology and Penaeus fishery of a coastal lagoon system in west Mexico*, *Oceanol. Acta*, 383-388.
- Poutiers, J. M., 1995a, *BIVALVOS*, 99-222 pp., *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental*, vol. I; *Plantas e Invertebrados*, 646 p., W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem. (Eds.), FAO, Roma, Italia.
- Poutiers, J. M., 1995b, *GASTEROPODOS*, 223-297 pp., *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental*, vol. I; *Plantas e Invertebrados*, 646 p., W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem. (Eds.), FAO, Roma, Italia.
- Poutiers, J. M., 1995c, *QUITONES*, 299-304 pp., *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental*, vol. I; *Plantas e Invertebrados*, 646 p., W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem. (Eds.), FAO, Roma, Italia.
- Roper, C. F. E., M. J., Sweeney y F.G. Hochberg, 1995, *CEFALOPODOS*, 305-353 pp., *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental*, vol. I; *Plantas e Invertebrados*, 646 p., W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V.H. Niem. (Eds.), FAO, Roma, Italia.
- Sánchez-Vargas, D. P. y M. E. Hendrickx, 1987, *Utilization of algae and sponges by tropical decorating crabs (Majidae) in the southeastern Gulf of California*, *Rev. Biol. Trop.* 35 (1): 161-164.
- Solís-Weiss, V., 1983, *Parandalia bennei (Pilargidae) and Spiophanes lowai (Spionidae), new species of polychaetous annelids from Mazatlán Bay, Pacific coast of México*, *Proc. Biol. Soc. Wash.* 96 (3): 370-378.



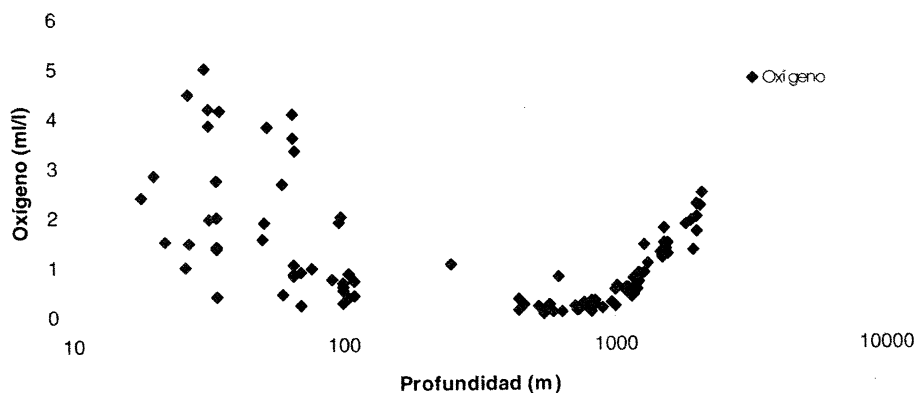
**Figura 1.** Pisos batimétricos frente a la costa de Sinaloa considerando las isobatas de los 200, 500, 1000 y 2,000 m. La franja >2,000 no muestra las variaciones existentes (e.g. cuencas). Fuente: Cartas batimétricas SPP, CB-006 y CB-002.



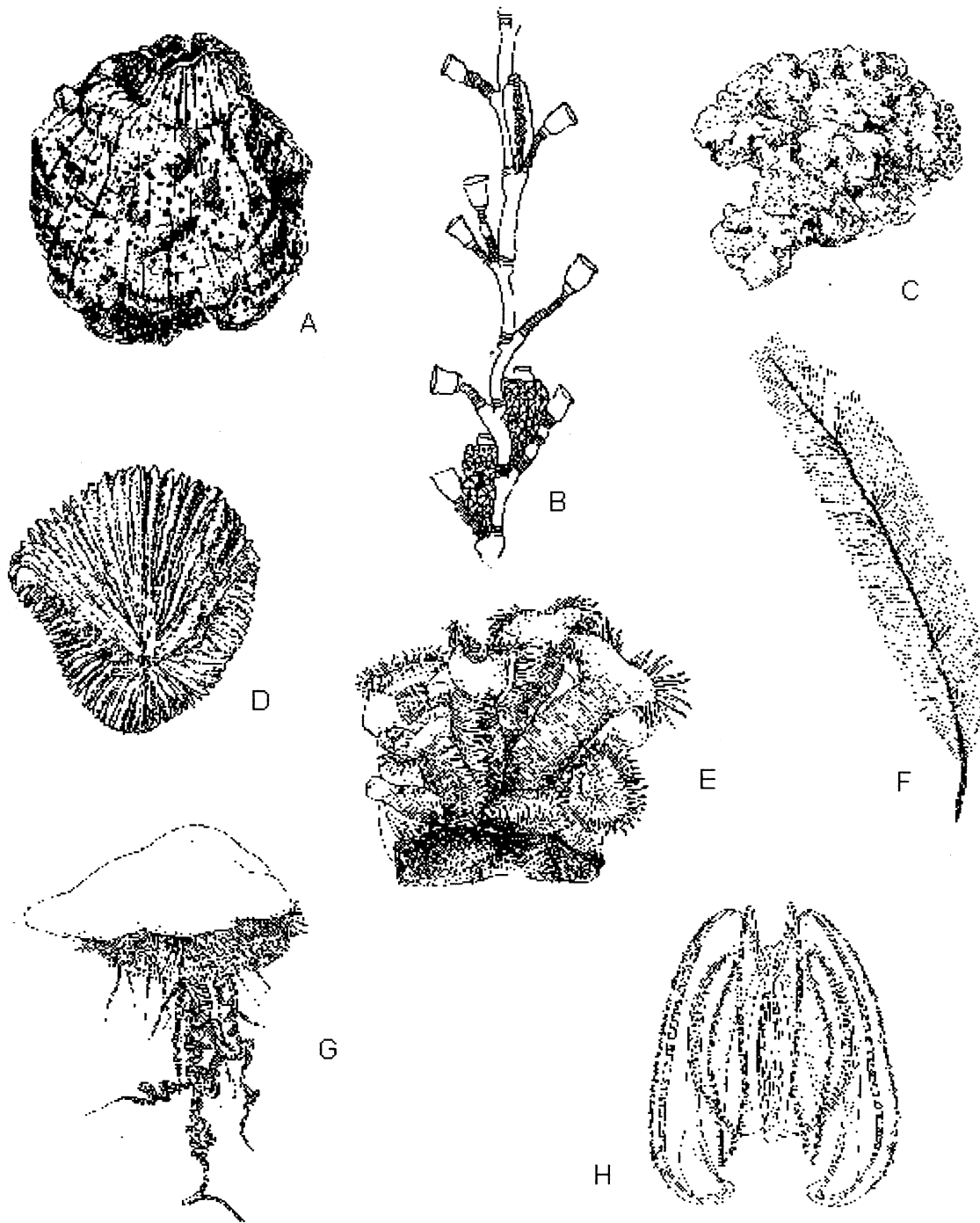
**Figura 2.** Variación de la concentración de oxígeno medido en la columna de agua frente a la costa de Sinaloa (datos del crucero TALUD III; según Hendrickx, 2001).



**Figura 3.** Variación de la concentración de oxígeno disuelto medido a nivel del fondo en relación con la profundidad en la región del sur de Sinaloa. A) agosto 1981 y 1985; B) abril 1981 y mayo 1982 (cruceos SIPCO y CORTES).

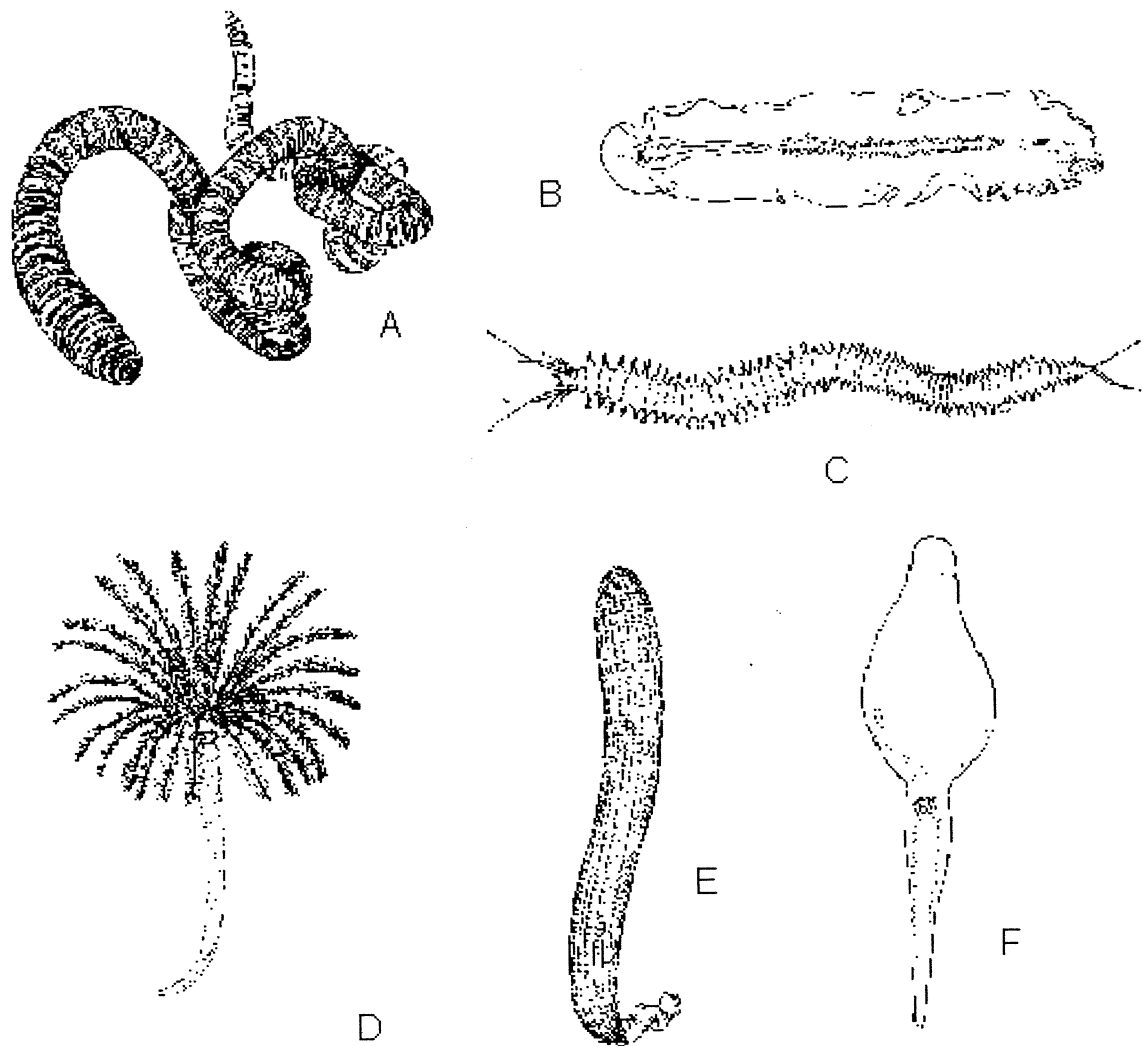


**Figura 4.** Variación de la concentración de oxígeno medido a nivel del fondo en relación con la profundidad de muestreo frente a la costa de Sinaloa. La dispersión de los valores medidos entre 10 y 100 m se debe a variaciones observadas entre los distintos periodos del año (datos de los cruceos SIPCO, CORTES y TALUD).

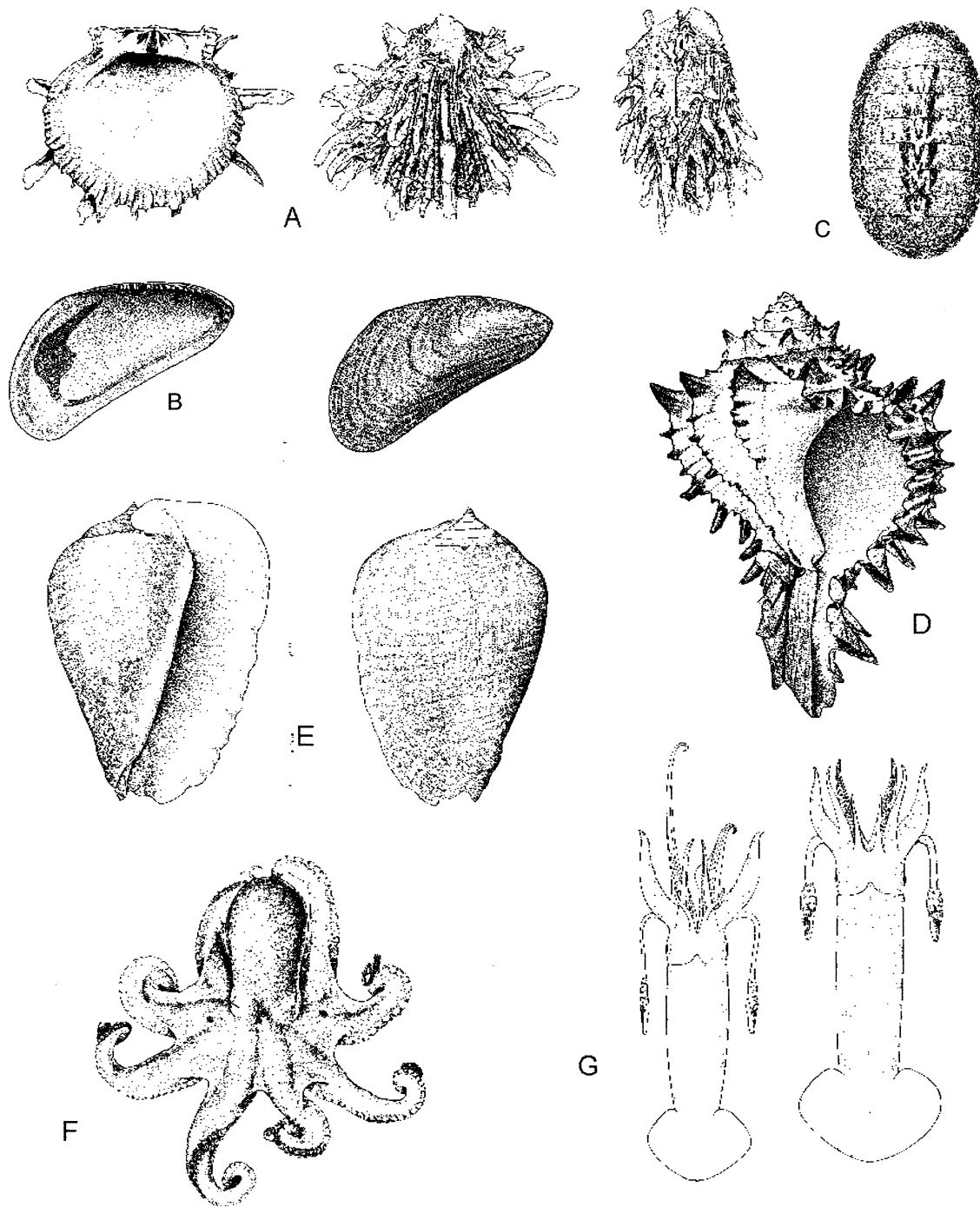


**Figura 5.** A) PORIFERA, *Cliona celata*, esponja; B) HYDROZOA, *Obelia dichotomac*; C) ANTHOZOA, *Psammocora stellata*, coral; D) ANTHOZOA, *Cycloseris elegans*, coral; E) ANTHOZOA, *Palythoa ignota*, anémoma colonial; F) HYDROZOA, *Aglaophenia*, pluma de mar; G) HYDROZOA, *Physalia*, "agua mala" o sifonóforo; H) CTENOPHORA, ctenóforo.

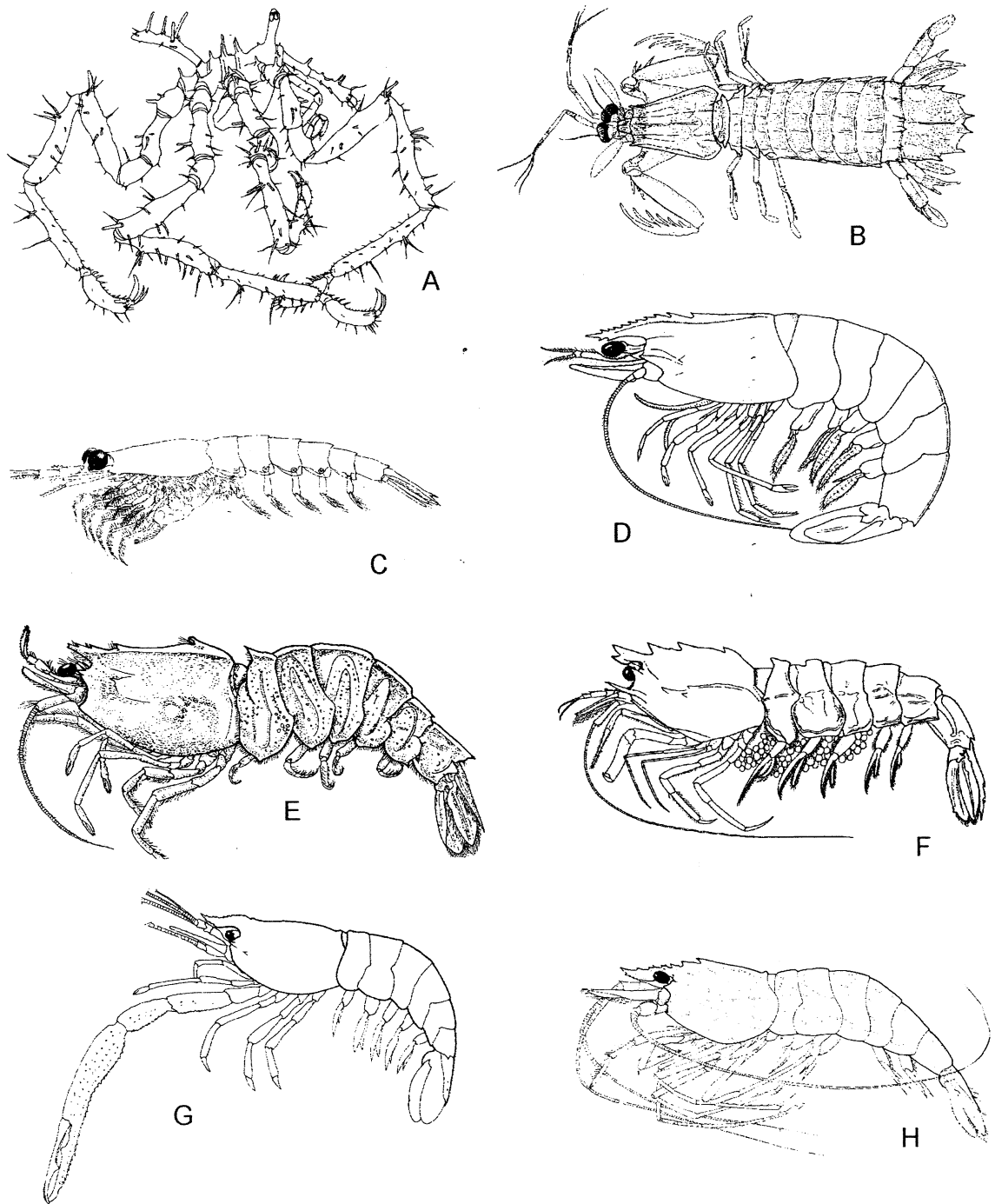




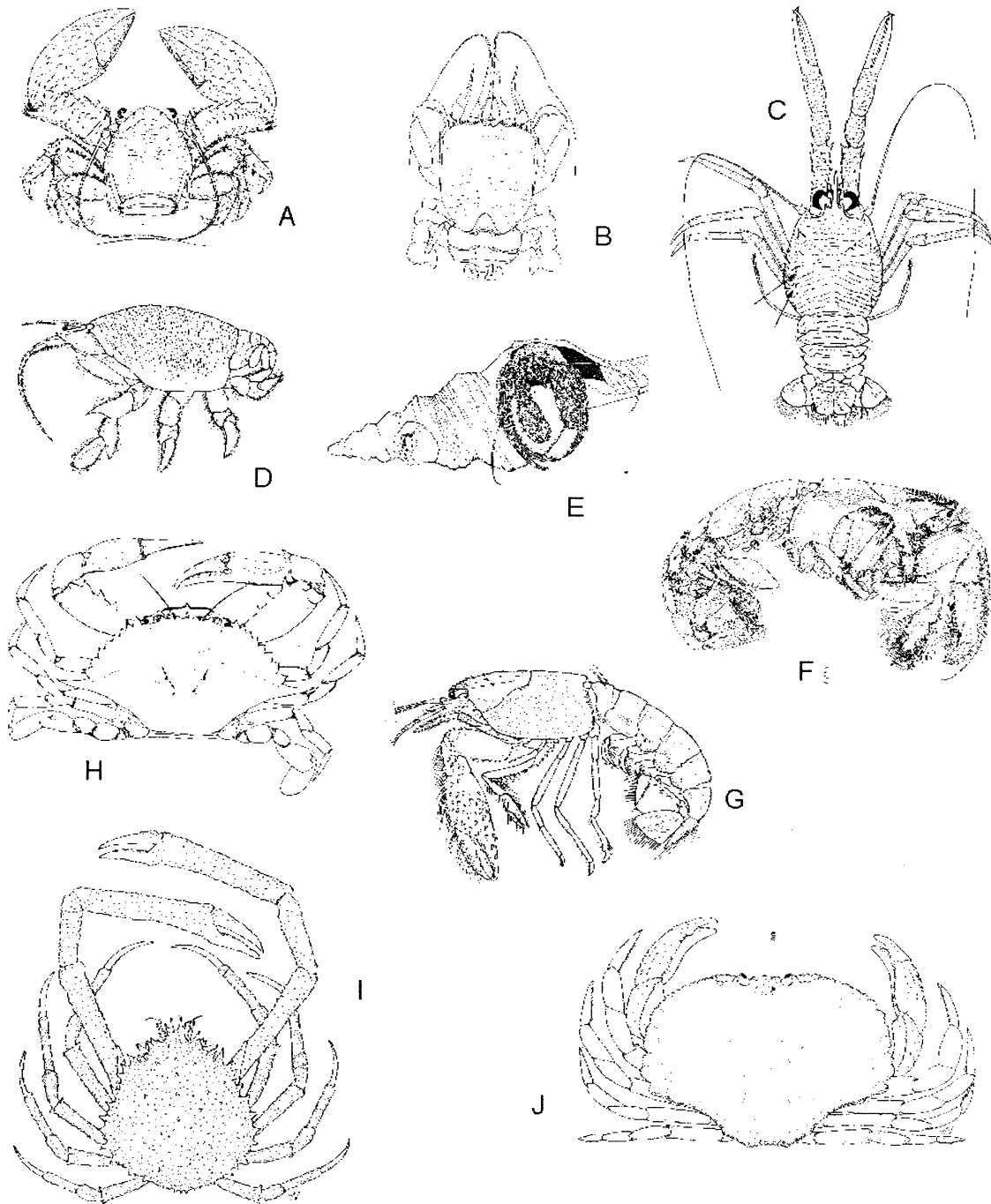
**Figura 6.** A) NEMERTEA, *Baseodiscus mexicanus*; B) PLATYHELMINTHES, *Alleena mexicana*; C-D ANNELIDA, C) *Nereididae*, D) *Sabellidae*; E) SIPUNCULA, *Sipunculus nudus*; F) ECHIURA, *Thalassema steinbecki*.



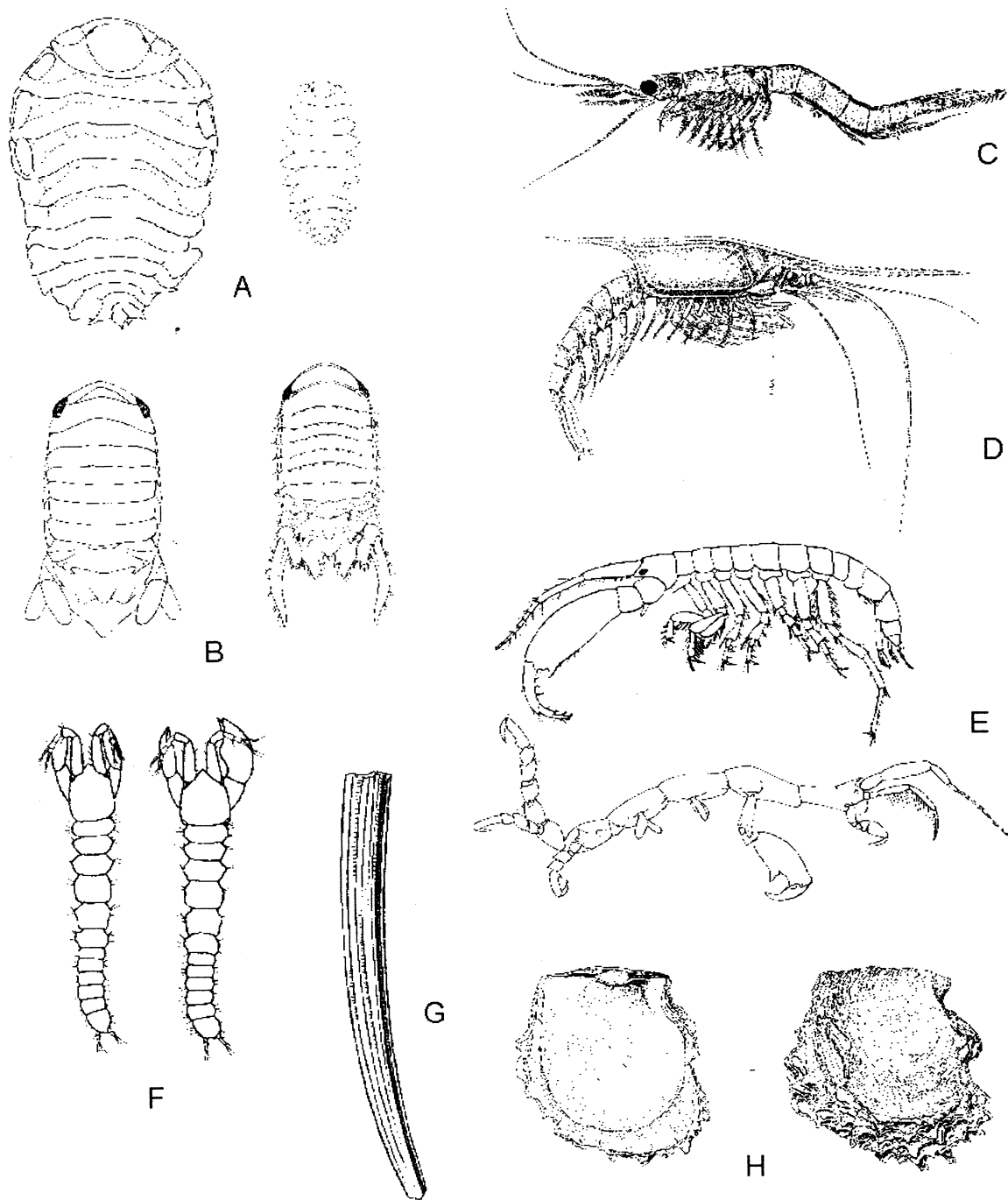
**Figura 7.** A-B PELECYPODA, *Spondylus princeps*, ostión espinoso, B) *Mytella strigata*, mejillón de estero; C) POLYPLACOPHORA, *Chiton articulatus*, quitón articulado o cucaracha de mar; D-E GASTROPODA, D) *Hexaplex nigritus*, busano negro, E) *Strombus galeatus*, cobo cambute; F-G CEPHALOPODA, F) *Octopus bimaculatus*, pulpo dos manchas, G) *Lololopsis diomedea*, calamar.



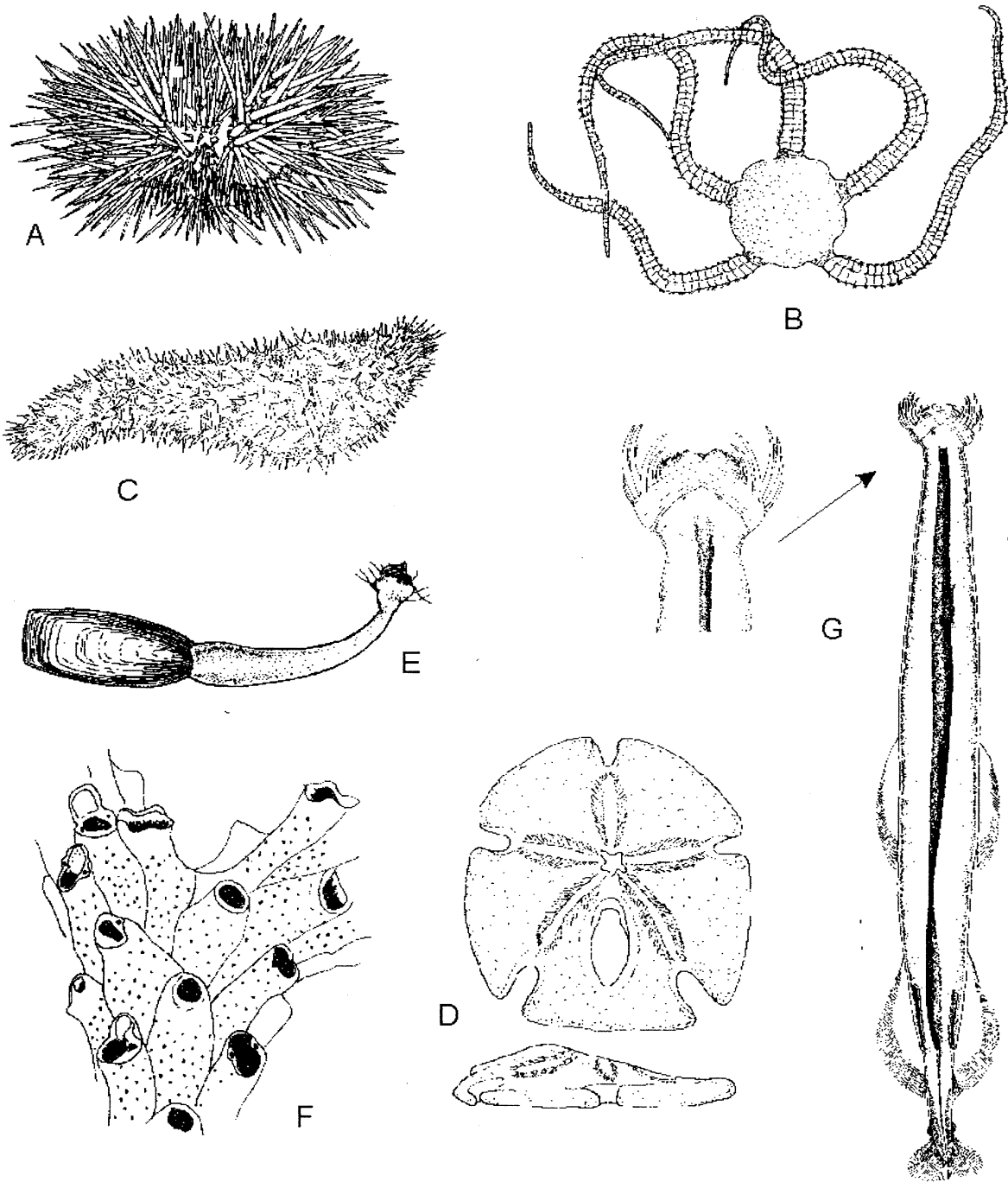
**Figura 8.** A) PYCNOGONIDA, *Ammothella spinnifera*, pantópodo; B) STOMATOPODA, *Squilla mantoidea*, esquilla o galera; C) EUPHAUSIACEA, *Nyctyphanes*, camarón del "krill"; D-E DENDROBRANCHIATA, D) *Farfantepenaeus californienesis*, camarón café, E) *Sicyonia aliaffinis*, camarón cáscara dura; F-H CARIDEA, F) Crangonidae, *Sclerocrangon atrox*, quisquilla de 4 espinas, G) Palaemonidae, *Macrobrachium americanum*, camarón cauque, H) Hippolytidae, *Lysmata californica*, camarón gallo.



**Figura 9.** A-E ANOMURA, A) *Petrolisthes edwardsii*, cangrejo porcelana, B) *Albunea lucasia*, muy-muy espinoso, C) *Pleuroncodes planipes*, langostillas, D) *Emerita rathbunae*, muy-muy achiquil o cochito, E) *Clibanarius panamensis*, ermitaño; F-G THALASSINIDEA, F) *Upogebia*, camarón de lodo; G) Axiidae, *Acanthaxius caespitosa*; H-J BRACHYURA, H) *Callinectes*, jaiba; I) *Maiopsis panamensis*, cangrejo araña; J) *Hepatus kossmanni*, cajeta habana.

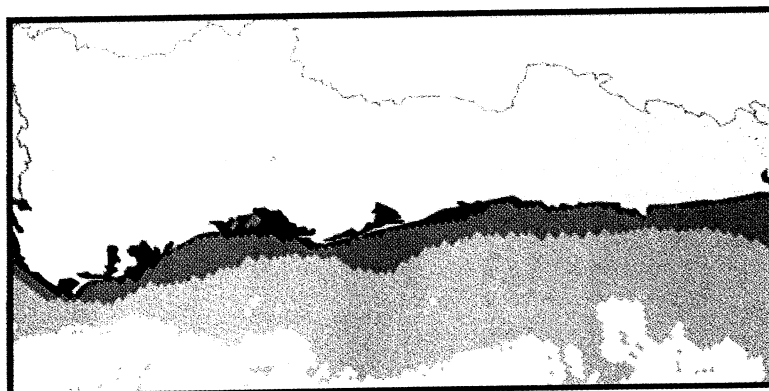
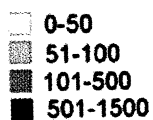


**Figura 10.** A-B ISOPODA, A) *Progebiophilus bruscai*, parásito en crustáceos, B) *Paracerceis sculpta*; C-D MYSIDACEA, C) Misidáceo común, D) *Gnathophausia zoea*; E, AMPHIPODA, *Corophium* y *Caprella*; F) TANAIDACEA, tanaidáceo; G) SCAPHOPODA, *Tesseracme hancocki*, H) PELECYPODA, *Pinctada mazatlanica*, ostra perlera.

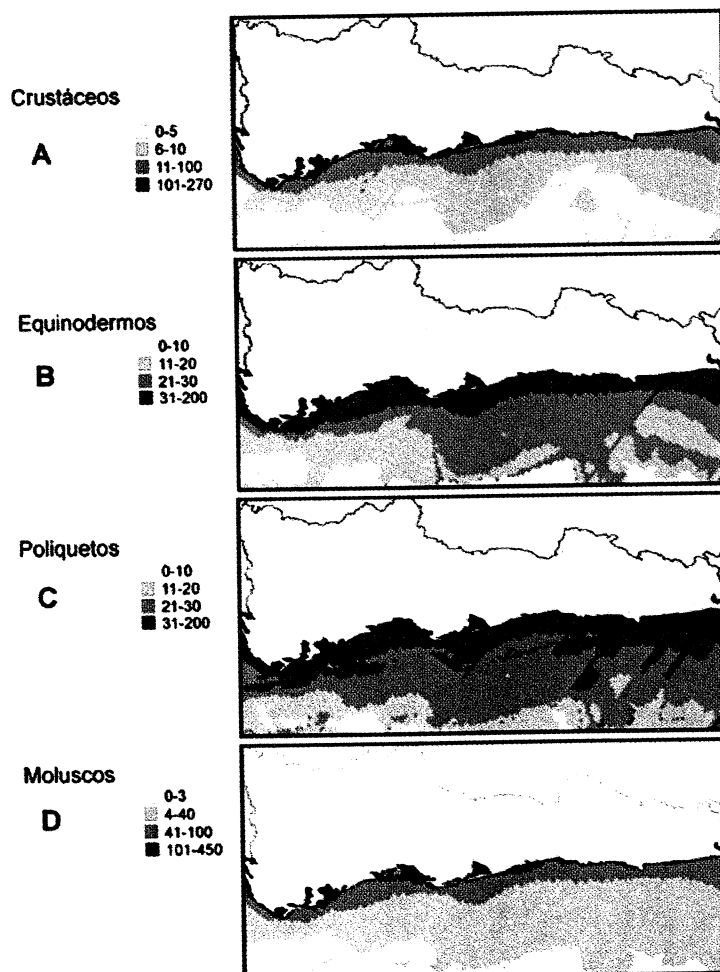


**Figura 11.** A-D ECHINODERMATA, A) ECHINOIDEA, *Echinometra vanbrunti*, erizo púrpura, B) OPHIUROIDEA, *Ophioderma panamense*, C) HOLOTHUROIDEA, *Holothuria impatiens*, holoturia cuello de botella, D) ECHINOIDEA, *Clypeaster rotundus*; E) BRACHIOPODA, *Glottidia*; F) BRYOZOA, *Lagenipora puctulata*, briozoario; G) CHAETOGNATA, quetognato.

### Invertebrados



**Figura 12.** Distribución teórica de la biodiversidad marina (invertebrados) frente a las costas de Sinaloa. Proyección de la información en 4 intervalos de biodiversidad. La repartición toma en cuenta la distribución de las especies en el Golfo de California, su profundidad de residencia (intervalo batimétrico) y el tipo de sustrato asociado a las especies (Fuente: Findley *et al.*, 2002).



**Figura 13.** Distribución teórica de la biodiversidad marina para los grupos dominantes de invertebrados frente a las costas de Sinaloa. A) Crustáceos; B) Equinodermos; C) Poliquetos; D) Moluscos (véase fig. 12).



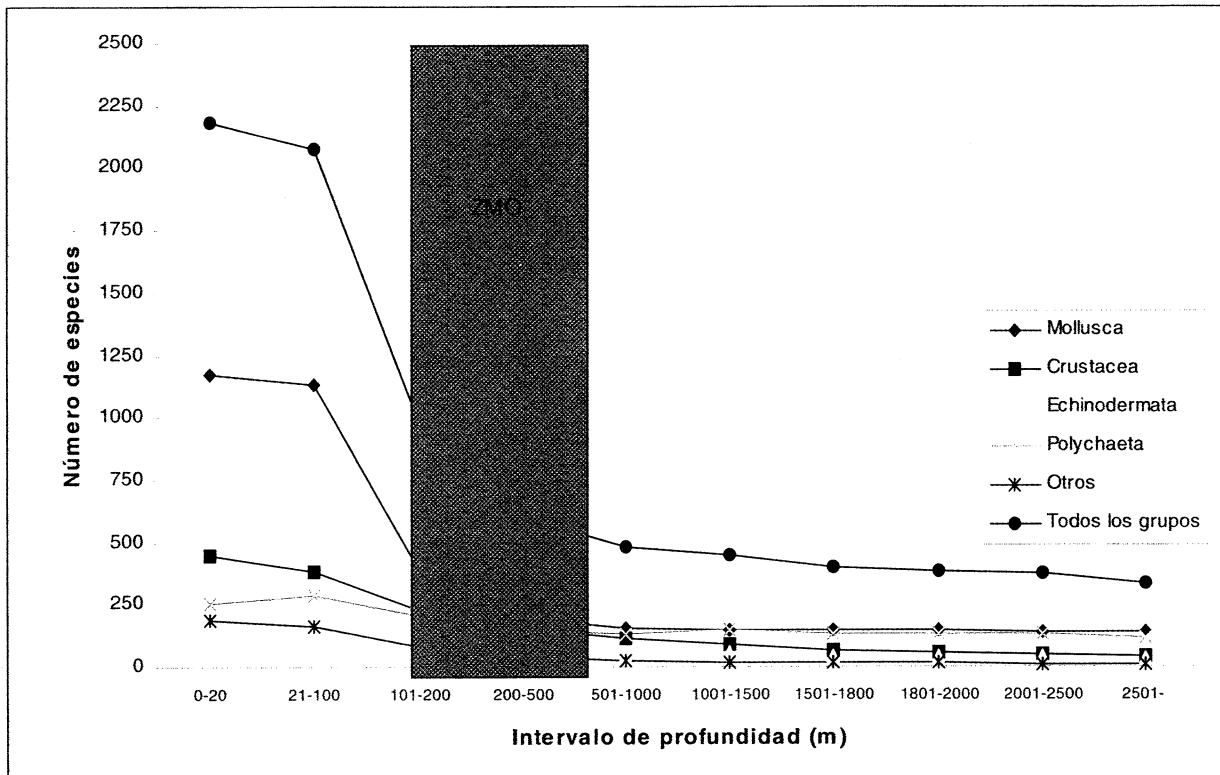
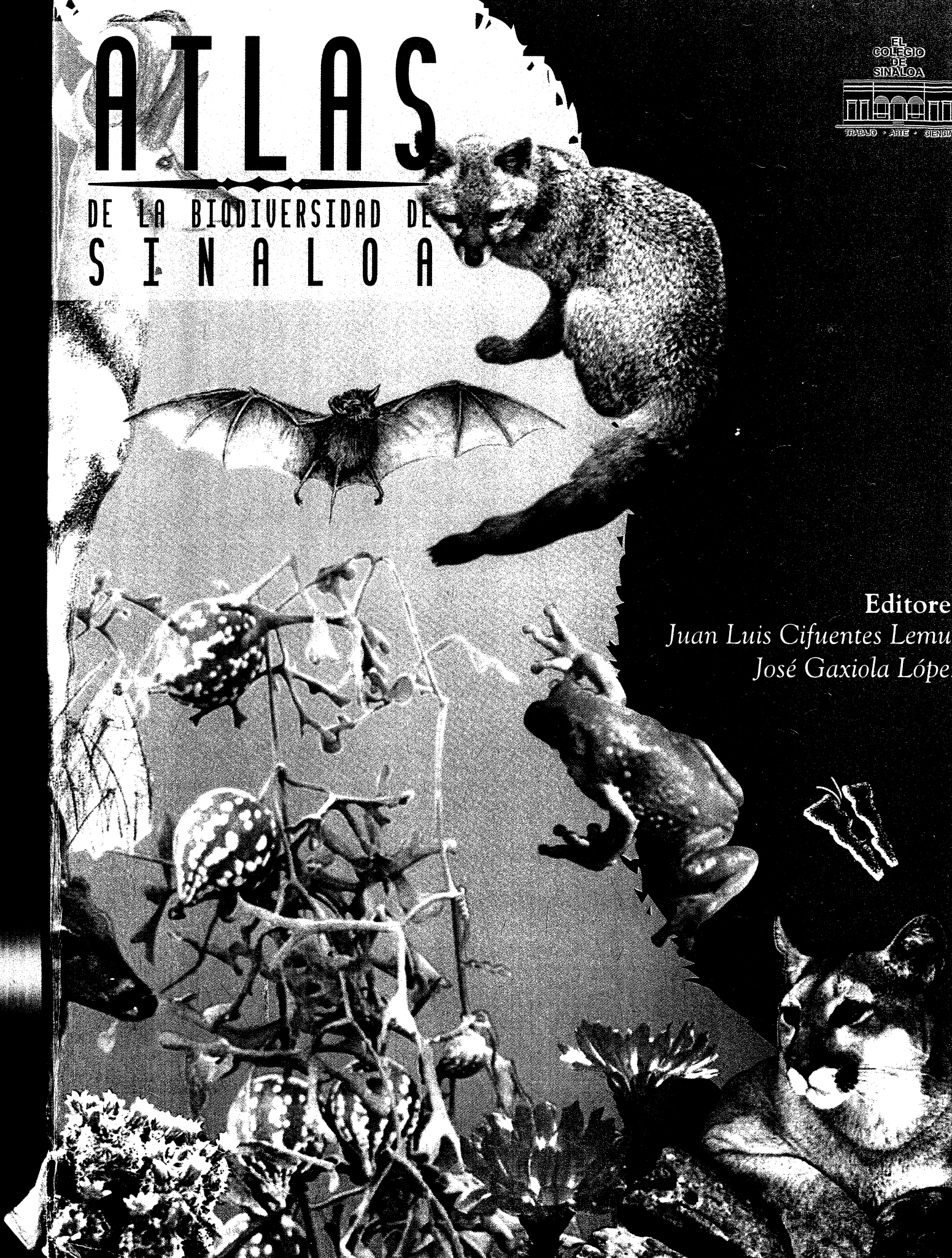


Fig. 14. Variación teórica de la biodiversidad para la totalidad y los grupos dominantes de invertebrados en función de la profundidad. La gráfica toma en consideración el intervalo batimétrico conocido para cada especie. La zona oscura corresponde a la zona de concentración mínima de oxígeno (ZMO), donde la biodiversidad real es más baja.

# ATLAS

DE LA BIODIVERSIDAD DE  
SINALOA

Editores  
*Juan Luis Cifuentes Lemus*  
*José Gaxiola López*



# ATLAS

DE LA BIODIVERSIDAD DE  
SINALOA

Editores

*Juan Luis Cifuentes Lemus*  
*José Gaxiola López*



Culiacán, Sin., Octubre del 2002.