

⑥ C.2



**INCIVA**  
*Patrimonio Vital*



**INVEMAR**

**EXPOSICIÓN TEMPORAL SOBRE LA BIODIVERSIDAD  
MARINA DE COLOMBIA EN ZONAS PROFUNDAS**

**GUIÓN CIENTÍFICO**

**MUSEO DEPARTAMENTAL DE CIENCIAS NATURALES  
"Federico C. Lehmann"**

**INSTITUTO PARA LA INVESTIGACIÓN Y PRESERVACIÓN DEL  
PATRIMONIO NATURAL Y CULTURAL DEL VALLE DEL CAUCA  
INCIVA**

**y**

**MUSEO DE HISTORIA NATURAL MARINA DE COLOMBIA –MHNMC**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS  
"José Benito Vives de Andreis"  
INVEMAR**

0176



**EXPOSICIÓN TEMPORAL SOBRE LA BIODIVERSIDAD  
MARINA DE COLOMBIA EN ZONAS PROFUNDAS**

**EQUIPO RESPONSABLE:**

**Gustavo Castellanos  
José Marín Riascos**

**MUSEO DEPARTAMENTAL DE CIENCIAS NATURALES  
"Federico C. Lehmann"  
INSTITUTO PARA LA INVESTIGACIÓN Y PRESERVACIÓN DEL  
PATRIMONIO NATURAL Y CULTURAL DEL VALLE DEL CAUCA  
INCIVA**

y

**Luz Marina Mejía Ladino**

**MUSEO DE HISTORIA NATURAL MARINA DE COLOMBIA –MHNMC  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS  
"José Benito Vives de Andreis"  
INVEMAR**

2005

## INDICE

<b>Introducción</b>	5
<b>1. Generalidades</b>	7
<b>2. Antecedentes Históricos</b>	10
2.1. En el mundo	10
2.2. En Colombia	13
<b>3. Topografía Submarina</b>	15
3.1. Provincias Oceánicas	16
3.2. Mar Caribe	17
3.3. Océano Pacífico	19
<b>4. Diversidad</b>	21
4.1. Distribución de la Vida en el Océano	21
4.1.1. Ambiente Pelágico	21
4.1.1.1. Provincia Nerítica	21
4.1.1.2. Provincia Oceánica	22
4.1.2. Ambiente Bentónico	22
4.1.2.1. Provincia subnerítica	23
4.1.2.1. Provincia suboceánica	23
4.2. Animales espectaculares	24
4.2.1. Megafauna	24
4.2.2. Macrofauna	26
4.2.2.1. Peces	26
4.2.2.2. Moluscos	47
4.2.2.3. Crustáceos	56
4.2.2.4. Equinodermos	62
4.2.2.5. Plancton	70
4.2.2.6. Otros Invertebrados (Cnidarios, Esponjas)	72
4.3. Estrategias de Vida	86
<b>5. Fenómenos que afectan la vida de los seres vivos</b>	88
5.1. Presión	88
5.2. Luz	88
5.2.1. Bioluminiscencia	89
5.2.2. Migraciones diarias	93
5.3. Temperatura	93
5.3.1. Fumarolas hidrotermales	94
5.3.2. Puntos calientes	96
<b>6. Técnicas de Muestreo y Adelantos Científicos</b>	98
6.1. En el mundo	98
6.2. En Colombia	103
<b>7. Referencias Bibliográficas</b>	106

## INTRODUCCIÓN

El mar profundo -porción del océano por debajo de 200 m, cubre casi dos terceras partes de la superficie terrestre, es por tanto el ecosistema más extenso sobre nuestro planeta y también uno de los más rigurosos. Así mismo, el pobre conocimiento global de estos ambientes, debido básicamente a la imposibilidad a nivel mundial de acceder fácilmente a estos ambientes, ha impedido tener un conocimiento adecuado de la composición y estructura de la fauna de estas profundidades.

Uno de los más importantes e inesperados resultados que emergen de la reciente exploración del mar profundo, es la alta biodiversidad encontrada allí. De igual forma, las grandes industrias han puesto sus ojos en los recursos de estos ambientes, facilitando por un lado el conocimiento de la biodiversidad, pero sentando una voz de preocupación sobre las consecuencias que podría tener a largo plazo la explotación de dichos recursos. Por tal motivo, el Museo de Departamental de Ciencias Naturales "Federico Carlos Lehmann" y el Museo de Historia Natural Marina de Colombia unen esfuerzos en este documento con el animo de dar a conocer este desconocido ambiente y generar un interés científico y educativo que permita avanzar en el conocimiento de estas zonas en los mares colombianos.

La nueva sede del Museo de Ciencias Naturales en Cali, con sus salas de exposición permanente, sin duda alguna, ha fomentado el interés de los vallecaucanos por sus recursos naturales. En un año de exhibición que lleva esta nueva sede, el museo ha recibido a más de 25.000 visitantes y se espera que la afluencia de público en el tiempo venidero se incremente dada la calidad de cada una de sus salas de exposición. Además de sus salas permanentes, el Museo alberga una sala de exposiciones temporales en la cual han desfilado varias exposiciones dentro de las cuales se destacan la exposición "Diez mil años del Valle del Cauca: una historia en construcción" y recientemente la exposición "Fauna amenazada de Extinción en el Valle del Cauca". Estas exposiciones temporales e itinerantes han sido una herramienta fundamental en el desarrollo del museo como una entidad en un continuo proceso de renovación y búsqueda de nuevas propuestas de exhibición.

Uno de los aportes de las exposiciones del Museo, es el continuo cambio de los temas a tratar, lo cual genera nuevos intereses en los visitantes y la presentación de temas de actualidad, creando un Museo dinámico e interesado por tratar cada día un tema nuevo. Dentro de las más recientes exposiciones se encuentran las salas de exhibición permanentes de los ecosistemas marinos, que han cambiando la visión de los vallecaucanos hacia el mundo marino. El público que nos visita continuamente, no tiene una idea general de la riqueza marina que alberga nuestro territorio, debido en parte, al desarrollo que ha

experimentado nuestro país hacia el interior haciendo que el conocimiento de la diversidad marina sea aun precario, en especial en el océano Pacífico colombiano.

Por otro lado, el Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC) posee una experiencia científica e investigativa acumulada en los últimos diez años a través de las expediciones marinas y costeras desarrolladas a lo largo de nuestras dos costas. Algunas de estas expediciones, realizadas recientemente en zonas de la plataforma continental y el talud superior, han permitido que el conocimiento de la biodiversidad en estas áreas se halla ampliado considerablemente. Sin duda alguna, la sinergia entre los dos museos combina experiencias tanto en el campo investigativo como de propuestas museográficas de exhibición, que permitirán culminar este proyecto de manera satisfactoria. El presente guión científico, es entonces, el resultado de una búsqueda por impulsar el conocimiento de las zonas profundas del océano, tanto a nivel científico como a nivel educativo, ya que es un ambiente marino poco estudiado.

En un intento por abordar en parte todos los aspectos que influyen en la biodiversidad marina profunda, se tratarán cinco temas básicos de los fondos marinos, que introducirá al público, de la manera más dinámica, a una realidad aún desconocida e inimaginable para él. Los temas a tratar serán: (i) Reseña histórica del estudio y exploración de las profundidades marinas por el hombre, (ii) Descripción de la topografía submarina y sus diferentes accidentes geográficos, (iii) los organismos vivos presentes en estos ambientes y que sobreviven por sus adaptaciones al medio, (iv) algunas estrategias de vida (bioluminiscencia) y fenómenos físico-químicos (fumarolas) que ocurren en las zonas profundas del mar, hasta llegar finalmente a (v) las tecnologías y técnicas de exploración que existen hoy en día para acceder a uno de los ambientes mas inhóspitos de nuestro planeta.

## 1. GENERALIDADES

Las profundidades marinas constituyen el más grande espacio viviente de nuestro planeta, y aun así, el menos explorado. Este inmenso hábitat es el hogar de diversas comunidades animales del planeta con altos valores de biomasa y número de individuos. A pesar de su obvio significado para la biosfera, el interior del océano profundo sigue siendo una frontera inexplorada de nuestro planeta. Más de un millón de kilómetros cúbicos de espacio viviente que apenas hemos mirado y que aún no entendemos. Dentro de este volumen deben existir millones de especies sin describir, con adaptaciones biológicas y mecanismos ecológicos que no podemos ni siquiera imaginar. A pesar del inmenso espacio que constituyen las aguas profundas de nuestro planeta, nuestro conocimiento es aun precario y en este momento resulta muy difícil predecir o calcular el impacto que ejercen diferentes actividades humanas en otras zonas del océano sobre este hábitat y las consecuencias a largo plazo que estas actividades traerían para una zona que apenas estamos por descubrir.

Las **condiciones físicas y químicas del agua** en el océano muestran una variabilidad considerable en los primeros 1000 metros de profundidad, pero a mayores profundidades permanecen relativamente constantes. Los cambios que se observan en algunas características del agua superficial del océano dependiendo de la latitud, generalmente desaparecen con el aumento en la profundidad. Sin embargo, las profundidades no son el ambiente apacible y monótono que se creía hace unos años. Allí ocurren fenómenos físicos que transforman periódicamente el suelo marino y a las comunidades que habitan allí; se producen fenómenos como la formación de agua del fondo que ocurre principalmente en los mares de Wedell y Groenlandia. Este fenómeno permite que halla suficiente oxígeno disuelto en el océano profundo para realizar respiración aeróbica y además se constituye en un mecanismo importante mediante el cual el dióxido de carbono es removido de la atmósfera y transportado al fondo del océano. Se conoce que los ambientes de aguas profundas difieren de los de aguas someras por las bajas temperaturas, los extremadamente estrechos cambios en los rangos de temperatura cuando cambia la profundidad, el incremento de la presión hidrostática, el predominio de fondos blandos y la ausencia de luz. La circulación global del agua funciona de tal manera que las aguas oceánicas que son frías en los polos descienden lentamente hacia el fondo de las cuencas oceánicas, ya que el agua fría es más densa.

La **temperatura** en el mar profundo, fluctúa entre los 4 y -1° C; aunque existen algunas excepciones, como por ejemplo las aguas profundas del mar Mediterráneo, con temperaturas alrededor de los 13° C, y el Mar Rojo con temperaturas alrededor de los 21°C a 2.000 m de profundidad. De esta manera, el agua oceánica es siempre más fría en el fondo, sin embargo, las aguas profundas que se sitúan en cercanías de las fumarolas hidrotermales también representan una excepción. Así mismo, la **presión hidrostática** se incrementa gradualmente mientras se profundiza en la columna de agua: la presión se

incrementa 1 atmósfera por cada 10 m de profundidad; estas altas presiones en aguas profundas inevitablemente afectan la tasa metabólica de los animales que viven en esta zona.

**El predominio de los fondos blandos** en el mar profundo es causado por la acumulación a largo plazo de sedimentos, tanto de los continentes (arcillas) como de fuentes oceánicas biológicas (esqueletos microscópicos de organismos planctónicos como diatomeas y foraminíferos). Estas diferentes clases de fangos o lodos hacen del mar profundo un ambiente extremadamente favorable para la colonización de algunos organismos, por ejemplo, bivalvos y escafópodos.

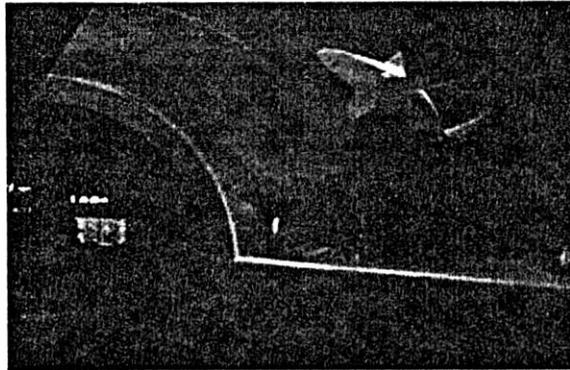
**La ausencia de luz** (esta desaparece completamente alrededor de los 1000 m de profundidad) indirectamente afecta la clase de organismos que se encuentran en el mar profundo. Los procesos fotosintéticos, en condiciones normales, solo se realizan hasta los 150 m de profundidad; y por debajo de este límite serían imposibles. Por ello, casi toda la vida en el fondo del océano depende del transporte de sedimentos orgánicos desde la superficie. Igualmente, la ausencia de luz ha condicionado el desarrollo de muchas de las estrategias de vida de los organismos de las profundidades; estrategias que apenas empezamos a entender y que resultan sorprendentes y nunca antes vistas en otros ambientes del planeta.

Para culminar este capítulo, hay un término que se ha manejado continuamente, incluso a lo largo de este guión científico y es la palabra profundo. Para nosotros, ¿qué es profundo?. Aún no se ha establecido con claridad el límite que separa lo somero de lo profundo. Estos términos han sido usados en situaciones comparativas, por ejemplo, para alguien que normalmente colecta organismos en la playa o en lugares de baja marea, especies de profundidad podrían ser aquellas que no son fácilmente colectadas sobre la línea de costa o sobre planicies expuestas de arena. Para ellos, especies de aguas profundas pueden ser aquellas especies raras que requieren métodos más sofisticados de colecta, incluyendo buceo a pulmón libre, buceo autónomo (SCUBA), o dragados.

En el ámbito científico, el término “aguas someras” es empleado para aquellas especies que viven sobre los fondos de la plataforma continental. La plataforma es el área del fondo oceánico que es una continuación submarina del continente, desde la línea de costa hasta profundidades entre 150 a 300m. Para los Biólogos marinos, las verdaderas especies de aguas profundas, solamente aparecen por debajo del límite más inferior de la plataforma continental conocido como *continental break*.

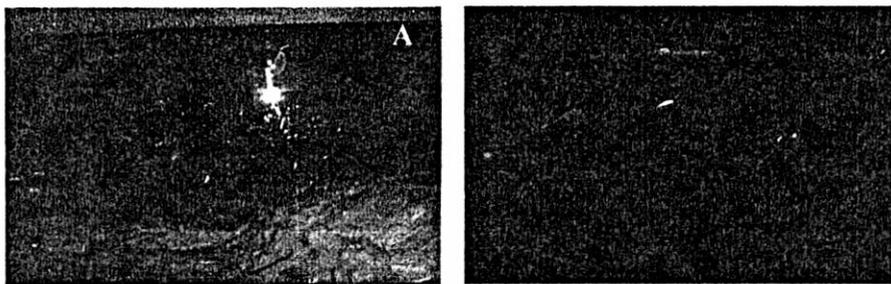
Una nueva era de exploración de las profundidades marinas apenas comienza, fortalecida por los adelantos tecnológicos y el desarrollo de la capacidad científica para realizar

experimentos inimaginables en el pasado. Una nueva era que seguramente revolucionará muchos de los paradigmas sobre el origen y diversidad de la vida en nuestro planeta y que al mismo tiempo brindara al hombre nuevos recursos para aprovechar con el serio compromiso de conservar la vida y no cometer los errores del pasado en otros ecosistemas.



**Figura 1.** Montaje del Acuario de Veracruz el cual es un insumo para la construcción del pasillo de entrada de la exhibición temporal de fauna de profundidad.

**Se espera:** Un apoyo introductorio que ubique al visitante sobre el tema en general de la exposición. Este apoyo puede estar recreado con algunas criaturas habitantes de las profundidades con sus adaptaciones típicas (bioluminiscencia, grandes dentaduras), a lo largo del pasillo.



**Figura 2.** Montaje del Museo de Los Angeles el cual es un insumo para el diseño de la propuesta museográfica en cuanto al fenómeno de bioluminiscencia se refiere: **A.** Estante sin luz de neón y **B.** Estante con luz de neón. (Cortesía de Néstor Ardila - INVEMAR).

## 2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

### 2.1. En el mundo

A mediados de 1800, el científico noruego Michael Sars se hizo célebre por sus estudios sobre animales marinos. Sars, publicó una lista de 427 especies colectadas en las costas noruegas a profundidades de 800 m. En ese momento, las profundidades marinas fueron vistas por muchos como un enlace entre criaturas del pasado con las del presente. Con el propósito de conocer estos ambientes, muchas expediciones fueron desarrolladas durante los últimos 150 años en todo el mundo.

Hace 200 años, muchos creían que no podía existir vida en los océanos a profundidades superiores a los 500 m. Esto decían teorías como la del naturalista escocés Edward Forbes (Teoría del "Abyss", abismo o sima). Estos ambientes eran comparados con desiertos en donde la vida era escasa o nula. Sin embargo esta creencia fue definitivamente revaluada en 1860 cuando fue levantado un cable que había sido sumergido tres años atrás en las profundidades entre Sardinia y Africa del Norte. Allí se encontró que muchas especies de animales se habían asentado a profundidades de hasta 2000 metros, lo que permitía concluir que si existía vida a estas profundidades.

La más célebre expedición de la época, la expedición del *HMS Challenger* (dirigida por el profesor Charles Wyville Thomson durante 1872-1876), recorrió todos los océanos del mundo (excepto el Ártico) recogiendo información biológica y oceanográfica que fue publicada en una serie de reportes durante 19 años. La expedición cubrió 127,653 kilómetros y es considerada como la primera que proporcionó una vista real de las características generales del suelo marino, como las cuencas oceánicas profundas. Los investigadores determinaron las profundidades de estas zonas y colectaron cientos de muestras biológicas, de agua y sedimentos. Describieron 4,717 nuevas especies marinas, incluyendo organismos del océano profundo.

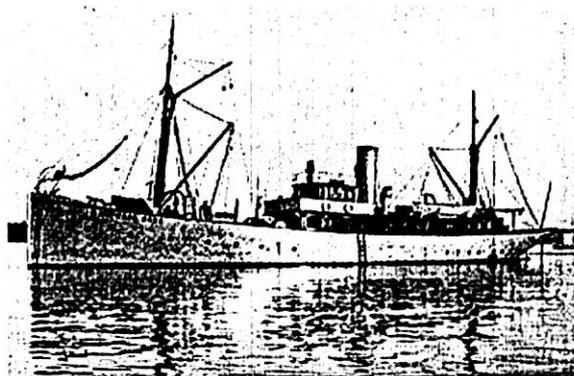
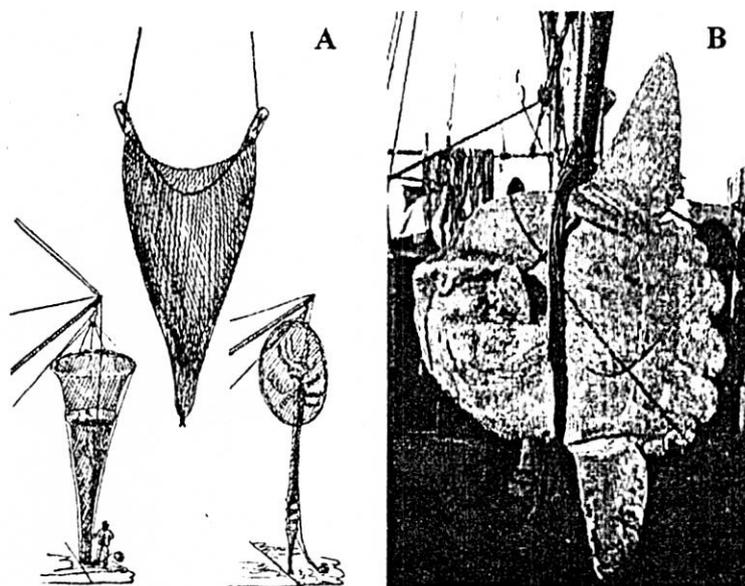


Figura 3. Expedición Challenger (1872-1876). Barco de investigación donde se llevó a cabo la investigación, la cual es considerada como una de las primeras en realizar exploraciones oceanográficas por todos los océanos del mundo (Tomada de <http://www.mar-eco.no>)

Otras grandes expediciones como la del barco Alemán *Valdivia* en 1898-99 dirigida por Carl Chun y la del barco holandés *Siboga* en 1899-1900 dirigida por Max Weber, sirvieron para incrementar la investigación sobre la fauna de las profundidades y los fenómenos que ocurrían en estos ambientes. Todos los resultados de estas investigaciones fueron consignados en extensos volúmenes.

La expedición *Michael Sars* (1910) recorrió el océano Atlántico durante cuatro meses recopilando información con la más alta tecnología para la investigación submarina de la época y registrando 100 nuevas especies. A partir de ahí, muchas naciones como Estados Unidos, Francia, Italia, Bélgica, Noruega, Dinamarca, Austria e India, empezaron a explorar las profundidades de sus mares. Dentro de las exploraciones más destacadas a nivel mundial se encuentran la expedición danesa *Dana* dirigida por Johannes Schmidt, las francesas lideradas por el Príncipe Alberto I de Mónaco a bordo de los yates *Hirondelle* y *Princess Alice*, y las expediciones alemanas *National*, *Gauss*, *Planet*, *Möve*, *Deutschland* y *Meteor*.



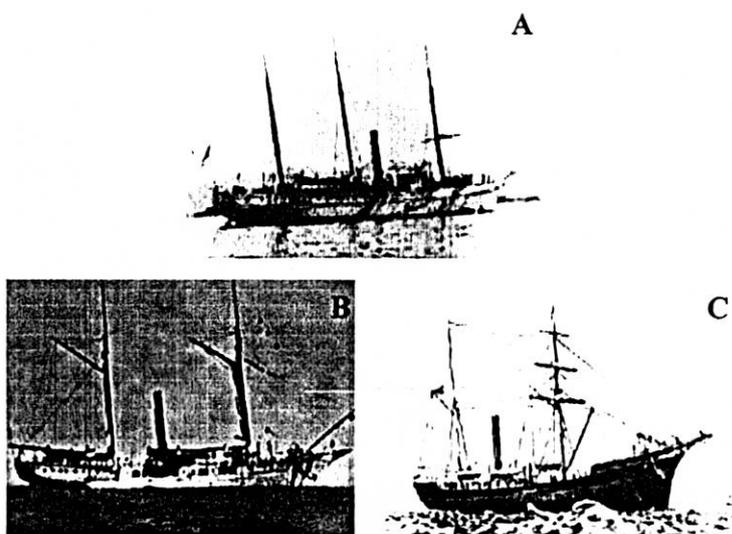
**Figura 4.** Expedición *Michael Sars* (1910): A. Artes de pesca usadas para el estudio de la fauna de las profundidades marinas. B. Pez luna capturado en la expedición (Tomadas de: <http://www.mar-eco.no>).

El Gobierno de los Estados Unidos también ha apoyado la exploración del océano desde inicios del siglo XIX. Inicialmente con la creación de La Inspección costera de los Estados Unidos, que a la postre se convertiría en lo que hoy se conoce como NOAA. Inicialmente los esfuerzos estuvieron encaminados hacia los estudios de los fenómenos físicos y químicos de las aguas costeras. En 1843 la Intendencia costera, fue dirigida por Alexander Dallas Blake, bis nieto de Benjamín Franklin, quien se constituyó en un gran impulsor del estudio de la oceanografía física, química y biológica del Golfo *Stream* en los Estados Unidos. Los sondeos realizados en sus exploraciones del mar profundo trajeron fragmentos

de conchas y coral, revaluando la idea de la no existencia de vida en las profundidades abisales.

En 1867, después de Guerra Civil de los Estados Unidos, el científico de la Inspección costera, Louis F. De Pourtales inició una expedición a bordo del buque *Corwin* en las inmediaciones de la Florida donde realizó dragados a profundidades cercanas a las 300 brazas (una braza equivale a 1.8 metros); en ellos encontró una gran variedad de criaturas vivientes, poniendo seriamente en entredicho las hipótesis planteadas por el naturalista escocés Edward Forbes. Finalmente, Pourtales realizaría dragados en la zona a más de 700 brazas de profundidad en donde encontraría cientos de nuevas especies y dando por terminada la polémica sobre la existencia de vida por debajo de las 300 brazas de profundidad.

Durante 1872-1888, se realizarían otras expediciones a bordo de buques como *Hassler* y *Bache* sobre la plataforma y talud continental de las costas de los Estados Unidos. Estas expediciones estuvieron acompañadas por un gran desarrollo en las técnicas oceanográficas utilizadas para la exploración del mar profundo, muchas de las cuales fueron probadas por primera vez en buques como el *Albatross* y *Blake*, construidos específicamente para estas labores investigativas. Como resultado de estos avances se realizó en 1875 el primer mapa batimétrico moderno de la historia a bordo del Buque *Blake* en el Golfo de México. Este mapa fue el primero en suministrar datos precisos sobre una porción de las profundidades marinas. Después de esta época de grandes descubrimientos vendría la primera y segunda guerra mundial, en donde la industria militar desarrolló numerosas herramientas como las ecosondas, usadas por primera vez por los franceses en 1919. Esta tecnología permitió descubrir muchos de los accidentes geográficos del suelo marino alrededor del mundo (fosas, zonas de fallas, cañones submarinos, etc.).



**Figura 5.** Primeros buques de investigación utilizados por los Estados Unidos en la exploración del océano: A. *Steamer Hassler*; B. *Steamer Blake* y C. *Steamer Albatross* (Tomados de <http://oceanexplorer.noaa.gov/history/timeline/timeline.html>).

Posterior a estas guerras, algunas instituciones como el Instituto Oceanográfico Scripps, lideraron desde principios de 1950 expediciones al mar profundo cerca de las Islas Hawaianas y el Océano Pacífico Sur en busca del comportamiento de las condiciones oceanográficas en estas áreas. Fruto de estos esfuerzos fue creado por la Marina de los Estados Unidos en 1960, el Instituto Woods Hole, quien estaría encargado del diseño y elaboración de un pequeño sumergible para investigación oceanográfica, el reconocido sumergible *Alvin*.

En el año 1963, algunas instituciones norteamericanas dedicadas al estudio de las profundidades marinas, encabezadas por el Instituto Oceanográfico Scripps, establecieron un programa llamado *Deep Sea Drilling Project* (DSDP). Este programa pretendía conocer aún más sobre el fondo oceánico con la utilización de un barco capaz de taladrar el suelo marino a más de 6000 m. Este barco fue llamado el *Glomar Challenger* y fue utilizado por primera vez en 1968. Durante 15 años este barco permitió lograr un gran avance en el campo de las ciencias de la tierra – la confirmación de la expansión del suelo marino, un proceso en el cual nuevo suelo marino es creado a lo largo de las montañas submarinas.

Posterior a estos desarrollos vendría el inicio de la cooperación internacional en la exploración de los océanos. Uno de los primeros intentos fue el crucero realizado a bordo del Buque *Oceanographer* que recorrió todo el mundo en 1967. Dicha cooperación también llevó a establecer un nuevo énfasis en las investigaciones acerca de las interacciones entre el océano y la atmósfera. Finalmente en respuesta a estos nuevos intereses y la creciente preocupación por un uso adecuado de los recursos marinos, el gobierno de Estados Unidos creó en 1970 la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (*National Oceanic and Atmospheric Administration* - NOAA). A partir de la fecha esta entidad se ha consolidado como una de las más importantes en la exploración oceanográfica en todo el mundo.

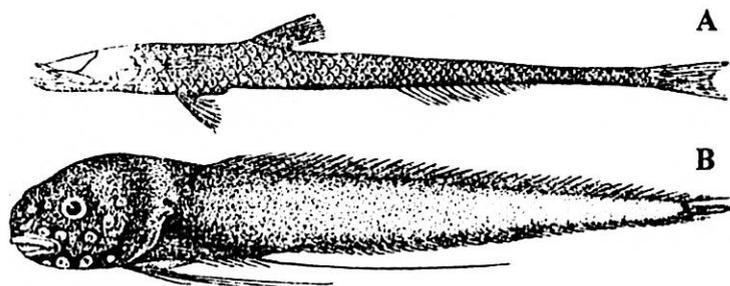
Actualmente muchas instituciones de países desarrollados realizan exploración de las profundidades marinas en todos los océanos del mundo, encontrando asombrosas formas de vida y recursos que potencialmente podrían ser extraídos y utilizados por el hombre. Además de esto, la exploración de las profundidades marinas ha dejado ser un asunto exclusivo de la comunidad científica; hoy en día, existen organizaciones que ofrecen explorar diferentes zonas del océano profundo a turistas que estén interesados en esta fascinante aventura y estén además dispuestos a embarcarse en un sumergible por varias horas a profundidades que jamás han imaginado.

## **2.2. En Colombia**

El buque a vapor de la comisión de Pesca de EEUU *Albatross* realizó numerosas expediciones en las que se hicieron descubrimientos valiosos para el estudio de las

profundidades. Una de estas expediciones, que fue realizada sin fondos estatales, estuvo liderada por dos científicos muy reconocidos hoy en día: Alexander Agassiz y Samuel Garman. El primero de ellos, hijo del celebre naturalista Louis Agassiz, siempre estuvo interesado en explorar las aguas profundas del océano Pacífico oriental. En 1890 planeó y diseñó una expedición a bordo de *Albatross*, financiada en gran parte con su propio dinero. La expedición se realizó en 1891 durante dos meses y recorrió las costas de Panamá, Colombia y Ecuador. Se utilizaron redes de arrastre de aguas profundas en donde se colectaron organismos depositados en su mayoría en el Museo de Zoología Comparativa de la Universidad del Harvard. Esta expedición sin duda alguna es el primer referente que se tiene de la exploración en aguas profundas en el océano Pacífico colombiano. Durante la expedición Samuel Garman permaneció en el museo en espera de las colectas de peces que se hicieran. Finalmente le tomó siete años documentar los peces recogidos en la expedición que fueron publicados en 1899.

Esta expedición fue muy particular pues exploró profundidades nunca antes estudiadas en el Pacífico tropical. Se realizaron 75 arrastres de los cuales más de la mitad fueron realizados a profundidades superiores a los 1000 m y la cuarta parte a más de 2000 m. El libro generado por Garman sobre los peces de profundidad se dividió en cinco partes. En el reportaría 196 especies de peces de profundidad de las cuales 174 fueron nuevas especies y de las cuales el 80 % son válidas hoy en día. Muchas de estas especies son bentónicas, batipelágicas y mesopelágicas y muchas de ellas sólo se han recogido en esa expedición. Producto de la expedición *Albatross*, aparte de este volumen sobre peces de profundidad, fueron escritas 17 monografías, y más de 20 boletines cortos en donde se documentan otros vertebrados e invertebrados.



**Figura 6.** Expedición de Alexander Agassiz en el Pacífico Oriental Tropical (1981). Ilustraciones de los peces capturados durante el estudio elaborados por Samuel Garman: A. *Ipnots agassizi* (pez ciego) encontrado a 2000 m de profundidad. B. *Careproctus longifilis*, colectado a 3000 m.

**Se espera:** Recrear algunos de los barcos en los que se hicieron las primeras exploraciones de lo profundo (fotografías, maquetas), así como, algunas de las criaturas encontradas en estas épocas. Fotografías de los principales personajes. Algunas maquetas podrían ser útiles.

### **3. TOPOGRAFÍA SUBMARINA.**

De toda la corteza terrestre, el 28.8% se encuentra expuesta por encima del nivel del mar en los continentes. Un 18.2% está representado por los márgenes continentales que se encuentran sumergidos. Finalmente, el 52.6% de toda la corteza está representada por la cuenca oceánica profunda. Por ello, aunque se dice que casi el 71% de la tierra esta cubierto por agua, desde el punto de vista de la litosfera, la corteza terrestre es mitad continental y mitad oceánica. La batimetría en oceanografía es un término análogo a la topografía en geografía. El estudio de la batimetría oceánica es muy importante pues permite comprender muchos fenómenos relacionados con la tectónica de placas y otros fenómenos físicos y biológicos que ocurren al interior del océano

El estudio de la topografía submarina ha estado restringido durante mucho tiempo a fines militares, intensificándose durante la segunda guerra mundial gracias a los adelantos tecnológicos que se desarrollaron durante la guerra. En los últimos años, el creciente interés por los recursos del fondo marino, entre ellos el petróleo, ha permitido conocer muchos aspectos sobre la topografía submarina en las zonas continentales.

Algunas técnicas que utilizan el sonido han permitido un gran avance en la identificación de las características del piso oceánico. Estos aparatos emiten una señal sonora que viaja a través del agua, rebota en un objeto (en este caso el suelo) y retorna a la superficie para ser captado por un receptor. Determinando la velocidad a la cual el sonido viaja a través del agua es posible obtener la profundidad a la cual está ubicado el suelo marino y otras características importantes que son luego empleadas en los estudios de los fondos marinos, este tipo de instrumentos se conocen comúnmente como ecosondas y/o sonares.

La forma como operan estos sonares inicia, básicamente, con la emisión de un poderoso impulso eléctrico que es convertido en energía sonora o acústica y es enviado generalmente desde un barco al fondo del lecho marino. El sonido viaja a través del agua a una velocidad aproximada de 1500 m / segundo, lo que equivale a tres veces la velocidad del sonido en el aire. Cuando el impulso sonoro golpea el fondo del mar, parte de la energía es absorbida mientras que el resto es reflejada en varias direcciones dependiendo de la topografía del fondo. Como resultado, el impulso se debilita cada lentamente hasta llegar de nuevo a su fuente emisora.

Cuando es recibido el impulso de vuelta, la distancia recorrida puede ser calculada si conocemos la velocidad del sonido en el agua y el tiempo que el impulso viajó. Esta distancia recorrida deberá ser dividida por dos y obtendremos un estimativo de la profundidad. Sin embargo, la velocidad del sonido en el agua puede variar dependiendo de

las condiciones específicas del cuerpo de agua en que nos encontremos. Algunas propiedades del agua como la salinidad, la temperatura y la densidad afectan la velocidad a la cual viaja el sonido dentro del agua; por ello, la mayoría de ecosondas en la actualidad poseen artefactos que registran los cambios en estas propiedades del agua y permiten hacer correcciones a los estimativos calculados.

Debido a los efectos de la gravedad sobre la superficie del océano, es posible que muchas características batimétricas del fondo del océano se reflejen en cambios en el nivel superficial del mar. Se dice que un aumento de 1000 metros en la topografía del fondo oceánico se refleja en un aumento de un metro en la superficie del mar. Por esto, los altímetros ubicados en muchos satélites de agencias norteamericanas y europeas han detectado estos leves cambios superficiales en la superficie del mar y con base en estos se han generado mapas batimétricos relativamente detallados del fondo marino.

### **3.1. Provincias Oceánicas**

Dentro del océano se pueden identificar dos grandes provincias:

**3.1.1. El Margen Continental:** es la parte de la plataforma continental que está cubierta por el océano y se subdivide en:

- **Plataforma Continental:** está definida como la zona que se extiende desde la costa hasta el punto en el que ocurre un aumento considerable en la inclinación del suelo marino, el cual se denomina quiebre continental.
- **Talud Continental:** Están situados inmediatamente después de las plataformas continentales y presentan un alto grado de inclinación antes de llegar a la cuenca del océano profundo. Puede extenderse hasta cerca de los 1.000 a 2.000 m, dependiendo de la parte del mundo donde sea encontrado.
- **Borde Continental:** Es la parte que continua después del talud continental. Se caracteriza por poseer un grado de inclinación menor que el talud y por acumular grandes cantidades de sedimentos. Se extiende desde los 2000 a 4000 m antes de llegar a las llanuras abisales.

**3.1.2. La Cuenca Oceánica Profunda:** se localiza después del margen continental sobre la corteza oceánica. En ella se pueden distinguir varias características fisiográficas:

- **Llanuras Abisales:** son las zonas más planas de la tierra y están ubicadas a profundidades entre 3000 y 5000 m.
- **Colinas Abisales:** colinas de hasta 1000 m compuestas por pequeños volcanes. Generalmente están ausentes en los océanos Indico y Atlántico debido a que los sedimentos han cubierto estas colinas; pero están ampliamente representadas en el Océano Pacífico ya que los sedimentos no alcanzan a cubrirlas y muchas veces se depositan en las fosas de este océano.

- Cordillera central oceánica: representan las cadenas montañosas más grandes del mundo. Se extiende a través de 65.000 Km. y ocupan un tercio de toda la cuenca oceánica. Están situadas a profundidades entre 1000 y 3000 m. En ella se pueden distinguir 3 regiones.
  - \* Valle de Separación: es la zona central de la cordillera y el punto donde emerge material del manto.
  - \* Zona de Fallas: Es la región activa del eje central de separación que se encuentra segmentado.
  - \* Zona de Fractura: son los brazos inactivos de las zonas de fallas que se extienden hacia la cuenca oceánica profunda. Muchas veces pueden extenderse por miles de kilómetros. No son altamente sísmicas, pero existen evidencias en el Atlántico e Indico de que son zonas activas tectónicamente.
- Mesetas marinas: formaciones geológicas de volcanes que fueron activos en un período y tienen más de 1000 m de altura con el ápice plano.
- Fosas Profundas: generalmente están situadas cerca de los continentes y pueden llegar a tener profundidades entre 5000 y 10000 m. Los sistemas de fosas representan discontinuidades significativas en la estructura de la corteza de la tierra y se caracterizan por tener una actividad sísmica y volcánica significativa. Mientras que los centros de expansión crean nuevo piso oceánico a una velocidad promedio de 3.5 km<sup>2</sup> al año, las fosas destruyen una cantidad igual a una tasa de subducción de 8.7 cm por año. Los terremotos en las zonas de fosas ocurren a profundidades más allá de 670 Km. y los de mayor magnitud están asociados con los límites de placas convergentes.

### **3.2. Mar Caribe**

La región Caribe colombiana hace parte de la placa Caribe la cual esta limitada por las placas de Norte América, Suramérica, Nazca y Cocos, que conforman un sistema tectónico complejo donde se generan movimientos y esfuerzos de compresión y extensión que han actuado a través del tiempo. El talud continental, tanto en Panamá como en Colombia, es la parte más afectada debido a que presenta subducción y desplazamiento hacia el NE de la placa Caribe con respecto al continente. En este sitio resulta entonces un "frente de deformación" generado como consecuencia del enfrentamiento entre las placas Caribe y Suramérica. Este frente desaparece bajo el delta del Magdalena y puede dividirse en dos partes donde las direcciones estructurales son diferentes; una al este del Magdalena con orientación este-oeste y la otra al oeste del Magdalena. Fenómenos más recientes relacionados con los regímenes hidroclimáticos e hidrográficos y las transformaciones ocasionadas por el hombre sobre los procesos naturales, le confirieron al litoral sus características morfológicas y ecológicas actuales.

La plataforma continental del caribe colombiano es variable y los puntos de amplitud máxima y mínima aparecen distribuidos en toda el área. Al norte de Punta Gallinas, en la península de la Guajira, la amplitud registrada es de 10 Km., y hacia el este y oeste aumenta

progresivamente hasta un máximo de 40 Km. En el sector de la Sierra Nevada de Santa Marta la plataforma esta prácticamente ausente y el talud desciende bruscamente desde la costa. En este punto la plataforma comienza a ampliarse hacia el oeste, presentando una amplitud de 1.2 Km. frente al río Magdalena, y alcanzando una amplitud máxima de 75 Km. frente al Golfo de Morrosquillo. En la plataforma continental colombiana se han determinado seis *facies* sedimentarias agrupadas en cuatro dominios: Dominio carbonatado de la Guajira (lodos arenosos carbonatados), Zona deltaica del Magdalena (arenas terrígenas y lodos arenosos terrígenos), Ambiente arrecifal de los archipiélagos (arrecifes coralinos y arenas bioclásticas) y la Provincia terrígena del Sinú-Darién (lodos terrígenos y arenas bioclásticas). La sedimentación actual de la costa sobre la plataforma continental se debe a los aportes fluviales en la mayor parte del Caribe colombiano a excepción de la alta Guajira donde el principal factor son los aportes eólicos; en la zona arrecifal de los archipiélagos el desmantelamiento de arrecifes también es un factor importante.

El talud continental comienza aproximadamente a los 200 m y termina a 2700 m de profundidad en la Cuenca Colombiana. Hacia el norte de la península de la Guajira el talud desciende en forma regular. Desde el sur de la Guajira hasta Barranquilla el talud presenta un relieve irregular el cual es cortado por cuatro cañones principales (Ranchería, Aguja, Magdalena y Turipaná) y dos valles (Guajira y Taganga). Desde el cañón Turipaná, ubicado al oeste del río Magdalena, hasta Cartagena, el talud presenta una pendiente constante y una morfología poco accidentada. Entre Cartagena y el Golfo de Morrosquillo se vuelve a presentar un relieve irregular caracterizado por numerosas colinas y en el extremo sur el talud continental es regular y desciende con una suave pendiente.

Esta cuenca se caracteriza por tener rasgos morfológicos de dimensión considerable, cuyo relieve es variable y suave con zonas planas y elevaciones de hasta 800 m. La profundidad máxima es de 4500 m.

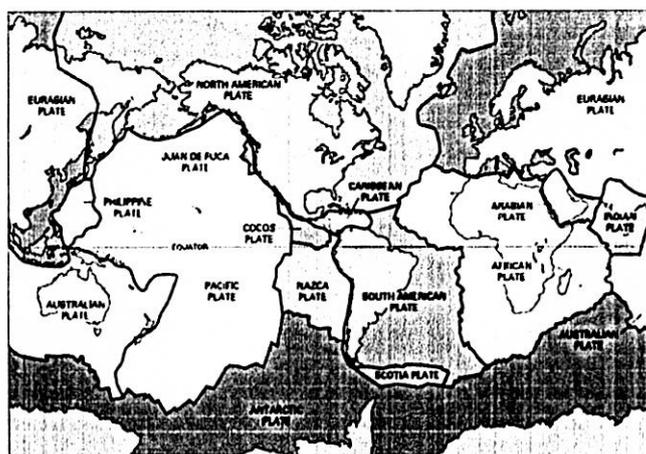


Figura 7. Placas tectónicas que se encuentran en nuestro planeta tierra (Tomado de [cipres.cec.uchile.cl/~fherve/placas.html](http://cipres.cec.uchile.cl/~fherve/placas.html)).

### 3.3. Océano Pacífico

El noreste de Suramérica fue el área de colisión de diferentes placas litosféricas, entre ellas la placa de América del sur que se desplaza en dirección este-noroeste, en dirección opuesta a la placa de Nazca que se mueve hacia el este y la placa del Caribe que se mueve hacia el oriente. Estos movimientos moldearon gran parte del relieve terrestre y submarino de nuestro territorio.

La zona costera y oceánica de Océano Pacífico colombiano hace parte de la Provincia Volcánica de las Galápagos (PVG) o de la cuenca de Panamá. La zona está compuesta por múltiples dorsales resultantes de la interacción entre el *hotspot* de las Galápagos (GHS) y el centro de expansión de Cocos-Nazca (CNSC) durante los últimos 20 millones de años. Hacia el sur se ubica la dorsal de Carnegie y hacia el oeste la dorsal de Cocos, mientras que al norte y el oriente limita con los continentes. La zona es tectónicamente activa presentando varias regiones limitadas por las fracturas de Panamá y la zona de fractura de los 85° 20'; además existe un activo centro litosférico de expansión. En la zona penetran parcialmente la fosa Perú-Chile, parte de la fosa de Centroamérica y un profundo graben llamado, Graben de Yaquina (dorsal de expansión reciente). Las dorsales de Cocos y Carnegie, son interpretadas como huellas del movimiento del punto caliente de Galápagos sobre las placas de Nazca y Cocos respectivamente. Otra dorsal –la dorsal de Malpelo-, es una continuación de la dorsal de Cocos.

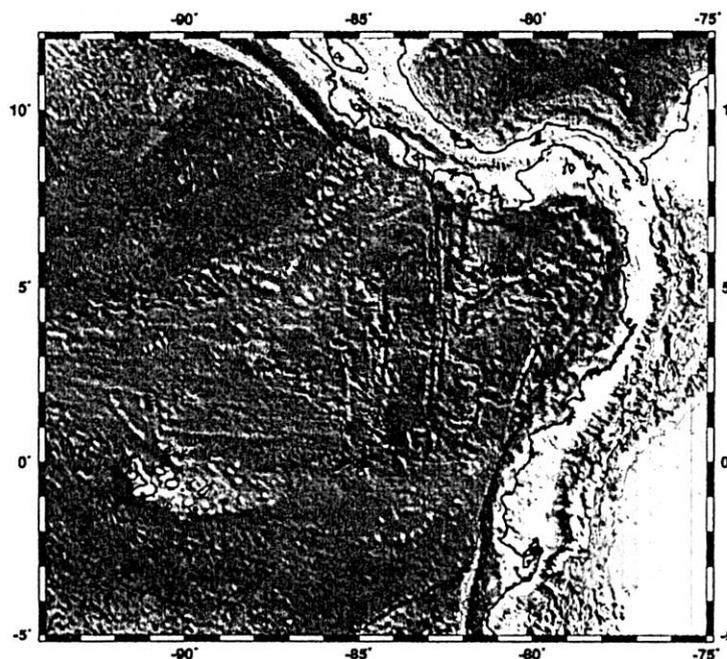


Figura 8. Mapa batimétrico del Océano Pacífico Neotropical. En azul se señalan los lugares más profundos. En verde se representan las dorsales de Cocos, Carnegie y Malpelo (Cortesía de William Ospina)

La cuenca colombiana está limitada por las fracturas de Panamá, la dorsal de Carnegie y parte de la placa de Nazca, con dos dorsales asísmicas que corresponden a la dorsal de Malpelo y Coiba, con un relieve poco acentuado. En esta cuenca la estructura más importante es el Graben de Yaquina, que se extiende entre los 2°N y los 4°N y parece corresponder al sistema de una dorsal en expansión reciente, causada probablemente por un levantamiento de la placa oceánica antes de su subducción bajo el continente. La alta tensión en la parte superior de la litosfera origino este graben con un tectonismo muy activo.

El perfil costero del Pacífico colombiano forma parte de la cuenca oriental panameña que se caracteriza por presentar una topografía quebrada. Ésta incluye parte de la serranía sumergida de Malpelo, que desciende al graben de Yaquina. Posteriormente aparece la gran zona de subducción con un escarpado relieve batimétrico, la cual a su vez se conecta con una plataforma continental relativamente plana que se continúa con la llanura aluvial costera, las lomas terciarias y las estribaciones de la cordillera occidental.

## 4. DIVERSIDAD.

### 4.1. Distribución de la vida en el océano

La distribución de las 235.000 especies marinas conocidas hasta el momento indica que tan solo el 2% de ella (4700), habita por encima del suelo marino en el ambiente pelágico. El 98% restante lo constituyen organismos habitantes del suelo, es decir bentónicos. Inclusive, los recientes hallazgos sobre fauna de las profundidades hacen pensar que el número de especies bentónicas es aun mayor.

El ambiente marino se puede dividir en dos grandes unidades:

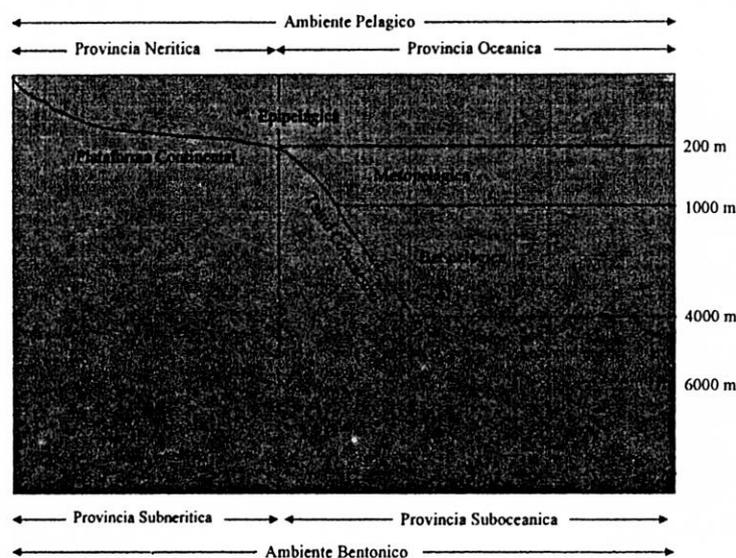


Figura 9. Subdivisión de los ambientes pelágicos y bentónicos dentro del océano.

4.1.1. El ambiente pelágico que constituye todo lo que está en el agua del océano. En el los organismos que flotan y nadan se desarrollan dentro de una intrincada red trófica. Está dividido en dos provincias:

4.1.1.1. La provincia nerítica que abarca toda la franja de mar costero hasta 200 metros de profundidad. La palabra nerítico se refiere a somero o superficial.

**4.1.1.2. La provincia oceánica** incluye aguas con amplios rangos de profundidades desde los 200 m de profundidad hasta las fosas más inexploradas del océano. Esta provincia se subdivide en cuatro zonas:

\* **Epipelágica** (desde la superficie hasta los 200 m de profundidad): esta zona es la única parte del océano en donde existe suficiente luz para permitir la fotosíntesis. Su límite (200 m) es también la profundidad a la cual los niveles de oxígeno disuelto empiezan a decrecer significativamente debido a la ausencia de algas y la descomposición de materia orgánica.

\* **Mesopelágica** (desde los 200 m a los 1000 m de profundidad). Dentro de ésta zona se encuentra un punto mínimo de oxígeno disuelto entre los 700 y 1000 m. Aquí la luz del sol se va tornando muy tenue aunque muchos organismos son capaces de detectarla y poseen órganos que les permiten aprovechar la poca luz que penetra hasta estas profundidades. Algunos peces habitantes de esta zona poseen ojos grandes y sensitivos, capaces de detectar niveles de luz 100 veces menores que los de la vista humana. A ésta profundidad es posible encontrar los primeros grupos de organismos bioluminiscentes como camarones, calamares y peces. Estos organismos contienen células glandulares llamadas fotóforos que contienen bacterias luminiscentes rodeadas de pigmentos oscuros. Esta luz es producida por un proceso químico que involucra el compuesto luciferina, las moléculas de esta sustancia, al ser excitadas por algún tipo de estímulo externo emiten fotones en presencia de oxígeno.

\* **Batipelágica** (desde los 1000 a los 4000 m)

\* **Abisopelágica** (incluye las zonas más profundas del océano desde los 4000 m de profundidad).

Las zonas batipelágicas y abisopelágicas representan más del 75% del espacio en la provincia oceánica. En estas regiones de oscuridad total existen muchos peces "ciegos" y pequeñas especies predatoras con hábitos de vida muy particulares. Muchas especies de camarones poseen hábitos predadores a estas profundidades donde la oferta de alimento es muy reducida. Dentro de las adaptaciones generales de los organismos en estas profundidades se encuentran los cuerpos expandibles, bocas muy grandes en relación con el tamaño corporal y dientes extremadamente afilados. Los niveles de oxígeno disuelto experimentan un incremento a medida que aumenta la profundidad. Mientras que comúnmente las masas de agua de la zona abisopelágica se mueven en dirección contraria a las de la zona batipelágica.

**4.1.2. El ambiente bentónico** que constituye el fondo del océano y en donde los organismos viven en estrecha asociación con el fondo marino. El ambiente bentónico o del piso marino esta subdividido en dos grandes unidades:

4.1.2.1. La provincia subnerítica que se extiende desde la zona intermareal hasta donde hasta la profundidad de 200 m, aproximadamente hasta el final de la plataforma continental. Está conformada por dos zonas:

- \* Zona litoral que es la zona entre las mareas altas y bajas (llamada también zona intermareal).
- \* Zona sublitoral comprende el área cubierta por el agua desde la línea de la marea baja hasta 200 m de profundidad y comprende esencialmente toda la plataforma continental.

4.1.2.2. La provincia suboceánica incluye todos los ambientes bentónicos de más de 200 m de profundidad. Está subdividida en tres zona de acuerdo a su profundidad:

- \* Zona batial entre 200 y 4000 m.
- \* Zona abisal entre 4000 a 6000 m.
- \* Zona hadal ambientes bentónicos a más de 6000 m.

**Se espera que:** el visitante diferencie un ambiente bentónico (asociado al suelo) y un ambiente pelágico (en medio del agua). A partir de allí podrá reconocer provincias en las que se divide el océano, haciendo especial énfasis en los ambientes por debajo de los 200 m (donde comienza el talud continental). Esto podría mostrarse como un diorama o maqueta en donde se distingan cada una de las zonas.



los vehículos submarinos. Muchas evidencias indican que las poblaciones de estos organismos pueden ser muy grandes. Los mamíferos que realizan excursiones de buceo profundo son constituyentes importantes de las comunidades pelágicas profundas, sin importar donde ellos respiren. Dentro de los pinnípedos, la foca elefante del norte permanece el 10% del tiempo en la superficie del mar, mientras que el resto del tiempo lo ocupa en clavados a profundidades de 1500 m o más, donde se alimentan de calamares, tiburones, y peces pelágicos como merlangos (semejante a la merluza). Algunas excursiones pueden durar hasta una hora. Los cachalotes se alimentan a profundidades de 200 a por lo menos 1000 m donde su comida son principalmente calamares. Aún en sus bajas poblaciones actuales, los cachalotes consumen en biomasa más de la pesca humana total. La evidencia acumulada de los tamaños históricos de las poblaciones de cetáceos sugiere que la abundancia de las poblaciones de sus presas debe ser enorme.



**Figura 11.** *Mesoplodon* sp.: Ballena encontrada en el Pacífico Oriental. Especie poco conocida porque es poco frecuente de encontrar, y se cree que, al igual que otros cetáceos, realiza largas excursiones de buceo a las profundidades marinas en busca de alimento (Tomada de <http://www.montereybay.com/creagrus/MtyBaybeaked.html>)

Por otro lado, las observaciones de grandes animales gelatinosos se han incrementado a medida que se pasa más tiempo en las profundidades con HOVs (*human occupied vehicles*) y ROVs (*remotly operated vehicles*), como por ejemplo los sifonóforos gigantes *Praya* y *Apolemia* generalmente logran longitudes de 30 y 10 m, respectivamente.



**Figura 12.** “Calamar Colosal” (en estado juvenil): Calamar encontrado recientemente sobre la superficie del océano, no corresponde al calamar gigante reportado por otros investigadores, sino a otra especie de mayores dimensiones.

#### **4.2.2. Macrofauna**

La macrofauna está constituida por organismos con tallas superiores a 0.5 mm. Dentro de este grupo se encuentran peces, moluscos, crustáceos, equinodermos y algunos otros grupos de organismos marinos.

##### **4.2.2.1. Peces**

Los peces - el mayor grupo de vertebrados sobre la tierra – están representados por una cantidad significativa de especies en las zonas profundas del océano. Muchas de ellas con adaptaciones únicas respecto a las especies de otros ambientes. Es posible encontrar diversidad de formas corporales y estructuras, así como comportamientos que incluyen las migraciones verticales o los hábitos altamente sedentarios. Quizás una de las características más importantes es la capacidad de producir luz. Todas estas adaptaciones permiten a los peces sobrevivir en un ambiente tan inhóspito.

***Myxine mccoskeri* Wisner y McMillan 1995**

(Orden Myxiniiformes, Familia Myxinidae).

Nombre común: pez bruja

Los ejemplares capturados en la expedición INVEMAR-MACROFAUNA I mostraron morado oscuro, que frecuentemente era claro ventral y/o dorsalmente.

Encontrada en Colombia frente a Bahía Portete y Cabo de la Vela (GUA), Dibulla y Palomino (PAL), Río Piedras, Chengue, Neguangué y Bahía Concha (TAY), Ciénaga Grande de Santa Marta, Bocas de Ceniza y Cartagena (MAG) e Islas del Rosario (CEN).

En el Pacífico colombiano también se han encontrado mixinidos a grandes profundidades.

Profundidad: 100 a 1174 m

Talla: 264 mm talla máxima de LT

Número de ejemplares: 2

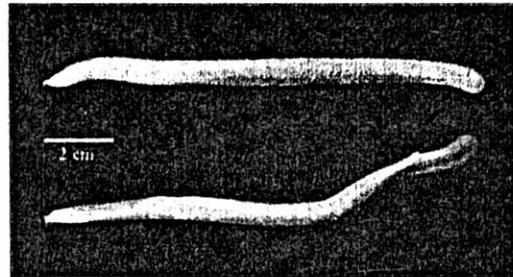


Figura 13. *Myxine mccoskeri* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I)

***Hydrolagus alberti* Bigelow y Schroeder 1951**

(Orden Chimaeriformes, Familia Chimaeridae).

Nombre común: quimera

Especie de color marrón oscuro uniforme, aclarándose ligeramente hacia el vientre; aletas negras. Se encuentra en el Atlántico Occidental, desde el Golfo de México y SO de la Florida. Surinam y Colombia. Encontrada en Colombia frente a Dibulla (PAL).

La profundidad promedio es de 348 a 823 m.

El ejemplar capturado en la Expedición INVEMAR Macrofauna I es una hembra.

Talla: 275 mm

Número de ejemplares: 2

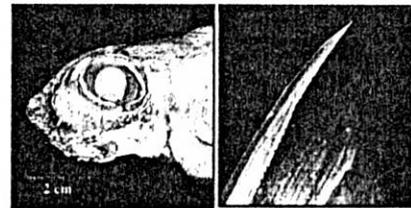


Figura 14. *Hydrolagus alberti* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I)

***Hexanchus griseus* (Bonarrete, 1788)**  
(Orden Hexanchiformes, Familia Hexanchidae).  
Nombre común: tiburón cabañota

Vive en plataformas continentales e insulares y en las regiones superiores del talud desde la superficie hasta por lo menos 1875 m de profundidad. Es una especie de aguas profundas. Es un nadador lento pero potente, que se alimenta de tiburones (inclusive de su misma especie), rayas, quimeras y una gran variedad de peces óseos. Es ovovivíparo con camadas muy grandes (22 a 108 embriones). Especie altamente migratoria distribuida en casi todos los mares tropicales y templados del mundo. Es catalogado como una especie vulnerable por la UICN. Se encuentra en el fondo durante el día mientras que durante la noche se desplaza a la superficie para alimentarse.

Talla: 80-150 cm (juvenil)  
Número de ejemplares: 1

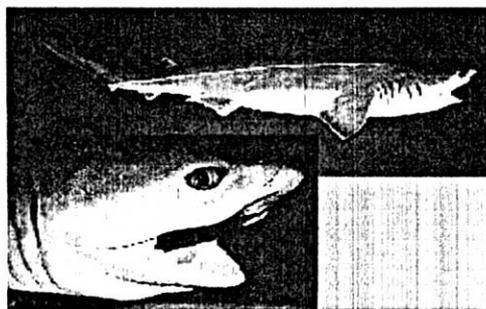


Figura 15. *Hexanchus griseus* (Tomada de <http://www.fishbase.org>).

***Odontaspis ferox* (Risso, 1810)**  
(Orden Lamniformes, Familia Odontaspidae)  
Nombre común: “monstruo”, tiburón toro, solrayo

Presente desde aguas costeras hasta el borde del talud continental (hasta 420 m). Es poco común, pero ha sido encontrada en la isla de Malpelo a profundidades superiores a los 100 m. Es la única localidad en que la especie ha sido observada viva. Probablemente es ovovivípara y se alimenta de pequeños peces óseos, calamares y crustáceos. Al nacer puede medir 1 m mientras que los adultos pueden alcanzar 3.6 m de longitud. Se encuentran en la isla Malpelo durante los meses de diciembre a abril a profundidades entre 40 y 90 m, y se cree que durante el resto del año se desplazan a aguas más profundas y frías.

Talla: 1 – 1.5 m (juvenil)  
Número de ejemplares: 1



Figura 16. *Odontaspis* sp. (Tomada de <http://www.zoomadrid.com/animales/articleprint/75/>)

***Derichthys* sp.**

**En Colombia: *Derichthys serpentinus* Gill 1884**

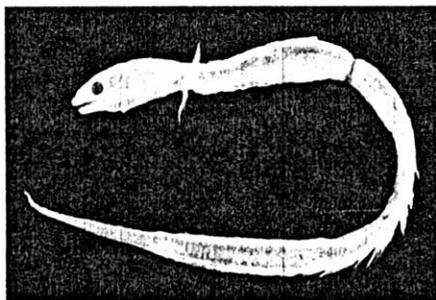
(Orden Anguilliformes, Familia Derichthyidae)

Nombre común: anguilas de cuello largo

Las larvas de esta especie son leptocéfalas. Las especies de esta familia se distribuyen en aguas cálidas y templadas de todos los océanos. Los adultos se pueden encontrar a profundidades entre 500 y 2000 m en zonas hasta batipelágicas.

**Talla: hasta 60 cm**

**Número de ejemplares: 5**



**Figura 17.** *Derichthys* sp. (Tomada de <http://www.mcz.harvard.edu/>)

***Argentina striata* Goode y Bean, 1896**

(Orden Osmeriformes; Familia Argentinidae)

Nombre común: Argentina estriada

Esta especie se encuentra distribuida en el Atlántico Occidental desde Nueva Escocia hasta el Brasil, incluyendo el Golfo de México, Cuba, Colombia y Venezuela. Ha sido registrada a profundidades de 95-365 m, sin embargo en la expedición INVEMAR-MACROFAUNA I, fue colectada entre 200-500 m, siendo una de las especies dominantes a 300 m tanto en el norte como en el sur del Caribe colombiano.

**Talla: 10-15 cm**

**Número de ejemplares: 2**



**Figura 18.** *Argentina striata* (Expedición INVEMAR-Macrofauna II)

***Bathylagus* sp.**

En Colombia: *Bathylagus nigrigenys* Parr 1931

(Orden Osmeriformes, Familia Bathylagidae)

Nombre común: esperlan

Las especies de esta familia se encuentran en los océanos Atlántico, Indico y Pacífico desde zonas epipelágicas hasta batipelágicas (hasta 2000m de profundidad). En el Pacífico esta especie se distribuye desde el Golfo de California hasta el Ecuador. En el Pacífico colombiano fueron encontradas larvas a profundidades de hasta 300 m. Realiza migraciones verticales diarias alcanzando la zona epipelágica en la noche. Se alimenta de zooplancton.

Talla: <20 cm

Número de ejemplares: 10-15



Figura 19. *Bathylagus* sp. (Cortesía de Jeff Drazen - University of Hawai y MBARI).

***Cyclothone* sp.**

En Colombia: *Cyclothone signatha* Garman 1899 y *Cyclothone acclinidens* Garman 1899

(Orden Stomiiformes, Familia Gonostomatidae)

Nombre común: peces de luz

Los adultos se encuentran a profundidades meso y batipelágicas. Presentan fotóforos en la parte ventral y lateral. Presentan bocas muy grandes y dientes muy pequeños. Este género se alimenta principalmente de pequeños crustáceos copépodos. Se encuentra en aguas tropicales y templadas de todo el mundo. La familia puede ser encontrada en zonas meso y batipelágicas. Los gonostomatidos al parecer poseen fuertes habilidades olfatorias que les permite conseguir parejas sexuales de manera muy exitosa. *C. signatha* se diferencia de *C. acclinidens* por presentar pigmentación en la cabeza y el pedúnculo caudal. Ambas especies son primeros registros para el Pacífico de Colombia.

Talla: 5 cm

Número de ejemplares: 10-15



Figura 20. *Cyclothone* sp. (Cortesía de E. Widder - HBOI)

*Argyropelecus sp.*

*A. lychnus lychnus* Garman, 1899 y *A. aculeatus* Valenciennes 1850

(Orden Stomiiformes, familia Sternoptychidae)

Nombre común: Pez hacha

Pueden llegar a medir hasta 10 cm. Son típicos de ambientes meso y batipelágicos hasta 3500 m de profundidad. Se alimentan de copépodos y son ovíparos con huevos y larvas planctónicas. Poseen gran cantidad de fotóforos a lo largo de la cabeza, el cuerpo y la cola.

Talla: 5 cm

Número de ejemplares: 10

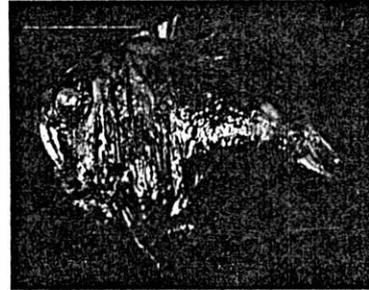


Figura 21. *Argyropelecus lychnus lychnus* (Expedición INVEMAR-Macrofauna III). Detalle de las espinas pélvicas en *A. aculeatus* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

*Sternoptyx sp.*

En Colombia: *Sternoptyx obscura* Garman, 1899

(Orden Stomiiformes, familia Sternoptychidae)

Nombre común: Pez hacha

Es una especie batipelágica no vinculada al sustrato. Se encuentra normalmente a profundidades entre 500 y 1500 m. Se cree que realiza migraciones nocturnas a aguas superficiales. En Colombia se han encontrado en tallas promedio de 10 cm. De las especies de peces hacha es la más abundante que se captura en aguas de Colombia.

Talla: 10 cm

Número de ejemplares: 10

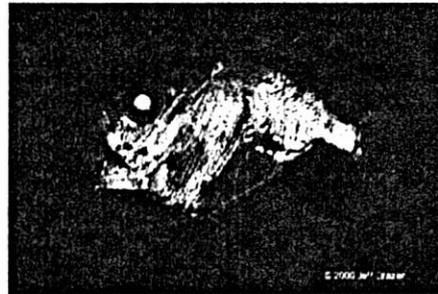


Figura 22. *Sternoptyx sp* (Cortesía de Jeff Drazen - University of Hawaii)

***Polyipnus asteroides* Schultz, 1938**  
(Orden Stomiiformes, familia Sternoptychidae)  
Nombre común: Pez hacha aquillado

Esta especie se encuentra distribuida en el Mar Caribe en Sur América y Puerto Rico. En la expedición INVEMAR-MACROFAUNA I se colectó el primer registro para el sur del Caribe entre 274 a 482 m. Aunque esta especie ha sido considerada habitante de aguas más profundas entre 500 y 600 m.

Talla: 10 cm  
Número de ejemplares: 2

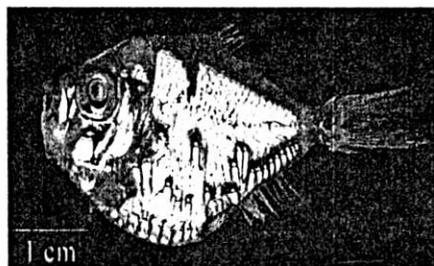


Figura 23. *Polyipnus asteroides* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I)

***Vinciguerria* sp.**  
En Colombia: ***Vinciguerria lucetia* (Garman 1899)**  
(Orden Stomiiformes, familia Photichthyidae)  
Nombre común: linternas

Las especies de esta familia presentan una amplia distribución en los océanos Atlántico, Indico y Pacífico. Generalmente ocupan aguas meso y batipelágicas. Presentan fotóforos ubicados en la parte ventral de un cuerpo alargado.

Talla: < 10 cm  
Número de ejemplares: 10-15



Figura 24. *Vinciguerria* sp. (Cortesía de E. Widder - HBOI)

***Bathophilus* sp.**

En Colombia: *Bathophilus filifer* (Garman 1899)

(Orden Stomiiformes, familia Stomiidae)

Nombre común: peces dragón, demonios, hocicudos

Las especies de esta familia son meso y batipelágicas. Muchas de ellas realizan migraciones nocturnas a aguas superficiales. Poseen líneas de fotóforos ubicadas latero-ventralmente. Esta especie está registrada para el Pacífico oriental y central tropical.

Talla: < 30 cm

Número de ejemplares: 2



Figura 25. *Bathophilus* sp. (Cortesía de E. Widder (HBOI))

***Chauliodus* sp.**

En Colombia: *Chauliodus barbatus* Garman 1899 y *Chauliodus sloani* Bloch & Schneider 1801

(Orden Stomiiformes, familia Stomiidae)

Nombre común: peces, dragón, demonios, hocicudos

Esta especie habita en aguas oceánicas a más de 1000 m de profundidad, puede migrar a la aguas superficiales en la noche

Se alimenta de peces y crustáceos pelágicos.

El contenido lipídico del cuerpo varía entre 2.4% y 7.2%.

Talla: 35 cm

Número de ejemplares: 2



Figura 26. *Chauliodus sloani*. (Expedición INVEMAR-Macrofauna I)

***Stomias colubrinus* Garman 1899**

(Orden Stomiiformes, familia Stomiidae)

Nombre común: peces dragón, demonios, hocicudos

Se distribuye desde el Golfo de Panamá hasta Ecuador. Fue capturada a profundidades de hasta 150 m.

Talla: 5-10 cm

Número de ejemplares: 3



Figura 27. *Stomias* sp. (Cortesía de E. Widder - HBOI y Jeff Drazen-University of Hawaii)

***Chlorophthalmus* sp.**

En Colombia: *Chlorophthalmus mento* Garman 1899 y *Chlorophthalmus agassizi* Bonaparte, 1840

(Orden, Aulopiformes, Familia Chlorophthalmidae)

Nombre común: Ojiverde ñato, ojones

*C. agassizi* fue registrada por primera vez para Colombia en la expedición INVEMAR-MACROFAUNA I. Alcanza los 249 mm talla máxima de LT. Se distribuye en el Atlántico Occidental, desde Cabo Cod hasta Surinam, incluyendo el Golfo de México y el Mar Caribe. Capturada desde los 50 a 1000 m. Los adultos de esta familia viven en aguas profundas de hasta 730 m y sobre el borde de la plataforma continental. El rango de distribución de *C. mento* en el Pacífico abarca desde Costa Rica hasta Perú.

Talla: 10 - 15cm

Número de ejemplares: 5



Figura 28. *Chlorophthalmus agassizi* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I)

***Bathypterois bigelowi* Mead, 1958**

(Orden Aulopiformes, Familia Ipnopidae).

Nombre común: Pez trípode

Esta especie se encuentra distribuida en el Atlántico Occidental, en Florida, Golfo de México y Mar Caribe hasta Venezuela. Registrada por primera vez para Colombia en la expedición INVEMAR-MACROFAUNA I. Es colectada de 377 a 986 m. Alcanza una talla máxima de 175 mm de longitud estándar.

Talla: 10 cm

Número de ejemplares: 1



Figura 29. *Bathypterois bigelowi* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

***Stemonosudis* sp.**

En Colombia: *Stemonosudis macrura* (Ege 1933)

(Orden Aulopiformes, familia Paralepididae)

Nombre común: barracudinas

Se distribuye desde México hasta Colombia. Se encuentran a profundidades de hasta 800 m. Algunas especies de esta familia han sido observadas nadando en posición vertical. Poseen hábitos carnívoros y a su vez son alimento de atunes, salmones y ballenas. Otras especies de esta familia son: *Lestidiops neles* (Harry 1953), *L. pacificum* (Parr 1931)

Talla: 50 cm

Número de ejemplares: 5

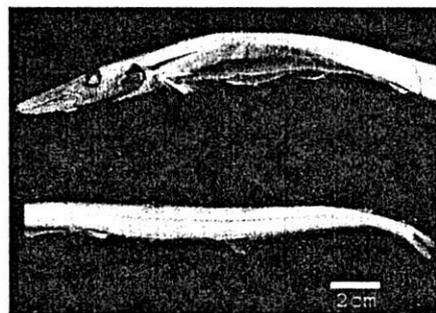


Figura 30. *Stemonosudis* sp. (Tomada de <http://www.mcz.harvard.edu/>)

***Diaphus* sp.**

**En Colombia: *Diaphus pacificus* Eigenmann y Eigenmann 1889**

(Orden Myctophiformes, familia Myctophidae)

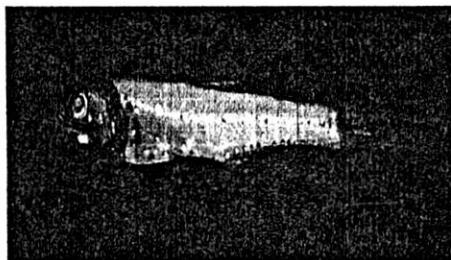
Nombre común: peces linterna, fosforescentes

Las especies de esta familia se ubican generalmente entre los 200 y 1000m de profundidad. Muchas de ellas realizan migraciones verticales en la columna de agua y constituyen parte de la dieta de un número significativo de peces y cetáceos en el océano.

*D. pacificus* se distribuye en el Pacífico oriental tropical entre los 25 N y los 15 S.

**Talla: 5cm**

**Número de ejemplares: 10**



**Figura 31.** *Diaphus* sp. (Expedición INVEMAR-Macrofauna II).

***Diogenichthys laternatus* (Garman 1899)**

(Orden Myctophiformes, familia Myctophidae)

Nombre común: peces linterna, fosforescentes

Es una de las especies más abundantes en el Pacífico colombiano en los muestreos de zooplancton.

**Talla: 5cm**

**Número de ejemplares: 10**



**Figura 32** *Diogenichthys laternatus* (Tomada de <http://www.mcz.harvard.edu/>)

***Diaphus* sp.**

**En Colombia: *Diaphus pacificus* Eigenmann y Eigenmann 1889**

(Orden Myctophiformes, familia Myctophidae)

Nombre común: peces linterna, fosforescentes

Las especies de esta familia se ubican generalmente entre los 200 y 1000m de profundidad. Muchas de ellas realizan migraciones verticales en la columna de agua y constituyen parte de la dieta de un número significativo de peces y cetáceos en el océano.

*D. pacificus* se distribuye en el Pacífico oriental tropical entre los 25 N y los 15 S.

**Talla: 5cm**

**Número de ejemplares: 10**



**Figura 31.** *Diaphus* sp. (Expedición INVEMAR-Macrofauna II).

***Diogenichthys laternatus* (Garman 1899)**

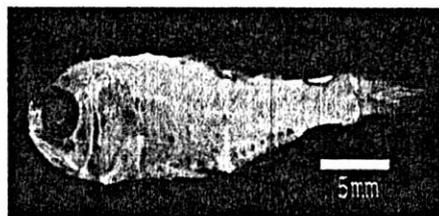
(Orden Myctophiformes, familia Myctophidae)

Nombre común: peces linterna, fosforescentes

Es una de las especies más abundantes en el Pacífico colombiano en los muestreos de zooplancton.

**Talla: 5cm**

**Número de ejemplares: 10**



**Figura 32** *Diogenichthys laternatus* (Tomada de <http://www.mcz.harvard.edu/>)

*Myctophum* sp.

En Colombia: *Myctophum aurolaternatum* Garman 1899

(Orden Myctophiformes, familia Myctophidae)

Nombre común: peces linterna, fosforecentes

Puede encontrarse en mares tropicales y sub-tropicales de los océanos Índico y Pacífico.

Talla: 5 cm

Número de ejemplares: 10



Figura 33. *Myctophum* sp. (Cortesía de E. Widder (HBOI))

*Brotula clarkae* Hubbs 1944

(Orden Ophidiiformes, familia Ophidiidae)

Nombre común: corvinas, merluzas, perlas

Los adultos de las especies de esta familia pueden habitar hasta los 8000m de profundidad. Son de hábitos bentónicos y están asociadas a fondos rocosos, arenosos, fangosos y coralinos. Se alimentan de moluscos, crustáceos y otros peces. Otro género de esta familia presente en Colombia es *Lepophidium*.

Talla: alcanza 82 cm (50cm)

Número de ejemplares: 5



Figura 34. *Brotula clarkae* (Expedición INVEMAR-Macrofauna III).

***Caelorinchus* sp.**

En Colombia: *Caelorinchus canus* (Garman, 1899) y *Caelorinchus caribbaeus* (Goode y Bean, 1885)

(Orden Gadiformes, familia Macrouridae)

Nombre común: cola de ratón

*C. canus* es una especie de talud continental que habita entre 120 y 460 m de profundidad. Los juveniles al parecer son batipelágicos. Se alimenta de copépodos y otros crustáceos pequeños.

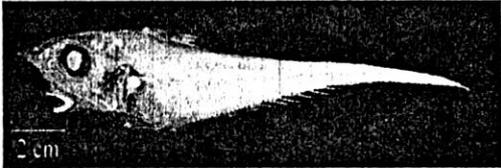
*C. caribbaeus* alcanza 300 mm de longitud total. Se distribuye en el Atlántico Occidental, en aguas tropicales y subtropicales, incluyendo el Golfo de México, capturada en la región norte del Caribe colombiano. Va desde 200 a 700 m.

Talla: 23 cm

Número de ejemplares: 10



**Figura 35.** *Caelorinchus caribbaeus* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

<p><b><i>Caelorinchus</i> sp.</b> En Colombia: <i>Caelorinchus canus</i> (Garman, 1899) y <i>Caelorinchus caribbaeus</i> (Goode y Bean, 1885) (Orden Gadiformes, familia Macrouridae) Nombre común: cola de ratón</p>	
<p><i>C. canus</i> es una especie de talud continental que habita entre 120 y 460 m de profundidad. Los juveniles al parecer son batipelágicos. Se alimenta de copépodos y otros crustáceos pequeños.</p> <p><i>C. caribbaeus</i> alcanza 300 mm de longitud total. Se distribuye en el Atlántico Occidental, en aguas tropicales y subtropicales, incluyendo el Golfo de México, capturada en la región norte del Caribe colombiano. Va desde 200 a 700 m.</p> <p><b>Talla: 23 cm</b> <b>Número de ejemplares: 10</b></p>	
	<p><b>Figura 35.</b> <i>Caelorinchus caribbaeus</i> (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).</p>

*Physiculus* sp.

*Physiculus nematopus* Gilbert, 1890 y *P. fulvus* Bean, 1884

(Orden Gadiformes, familia Moridae)

Nombre común: carbonero de fango

Habita hasta 1271 m de profundidad. Las larvas de esta especie son de hábitos planctónicos. Los juveniles son capturados frecuentemente dentro o cerca de la capa "scattering layer". Su estilo de alimentación varía desde alimento asociado al fondo hasta organismos planctónicos. Es ovíparo.

Talla: 10-15 cm

Número de ejemplares: 10

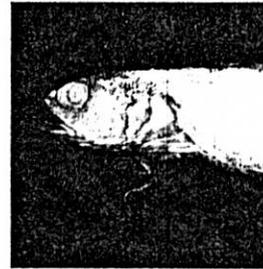


Figura 36. *Physiculus fulvus* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

*Laemonema goodebeanorum* Meléndez y Markle, 1997

(Orden Gadiformes; Familia Moridae)

Nombre común: Bacaladilla americana

Registrada por primera vez para Colombia en la expedición INVEMAR-MACROFAUNA I. Distribuida en Atlántico Occidental desde Canadá hasta el suroeste de Brasil, incluyendo el Golfo de México. Va desde 180 a 792 m de profundidad.

Talla: 10 -15 cm

Número de ejemplares: 2



Figura 37. *Laemonema goodebeanorum* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

***Lophiodes* sp.**

En Colombia : *Lophiodes caulinaris* (Garman, 1899) y *Lophiodes beroe* y *Lophiodes reticulatus*.  
(Orden Lophiiformes ; Familia Lophiidae)

Nombre común: bocón

Los juveniles y adultos tienen hábitos bentónicos y se distribuyen en la parte externa de la plataforma continental y regiones superiores del talud (hasta 311 m de profundidad). Las larvas son pelágicas. Son ovíparos. Los huevos pueden ser encontrados junto a objetos flotantes en el océano.

Talla: 50 cm

Número de ejemplares: 1

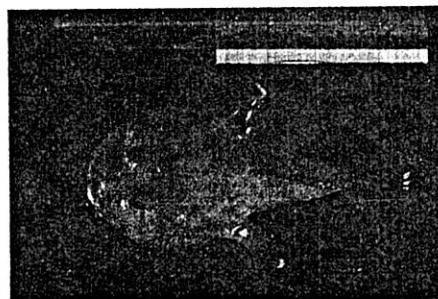


Figura 38. *Lophiodes caulinaris* (Expedición INVEMAR-Macrofauna III).

***Antennarius* sp.**

En Colombia: *Antennarius avalonis* Jordan y Starks, 1907 y *A. striatus* (Shaw, 1974)  
(Orden Lophiiformes; Familia Antennariidae)

Nombre común: pescador

Pueden alcanzar hasta 33 cm de longitud. Es de hábitos demersales sobre fondos de arena y fango. Vive a profundidades de hasta 300 m.

Talla: 10-15 cm

Número de ejemplares: 2

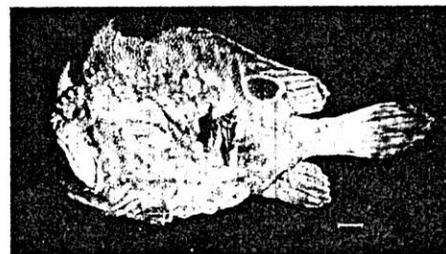


Figura 39. *Antennarius avalonis* (Expedición INVEMAR-Macrofauna III).

***Chaunax suttkusi* Caruso, 1989**

(Orden: Lophiiformes, Familia Chaunacidae)

Nombre común: Pez ataúd

Esta especie se distribuye en el Atlántico Occidental, desde Carolina del Sur hasta Brasil, incluyendo el Golfo de México y el Mar Caribe. En Colombia se capturó el individuo más grande con 232 mm de longitud estándar, sobrepasando el último dato registrado para talla máxima de 167 mm. Se encuentra de 27 a 1060 m de profundidad.

Talla: 30 cm

Número de ejemplares: 1

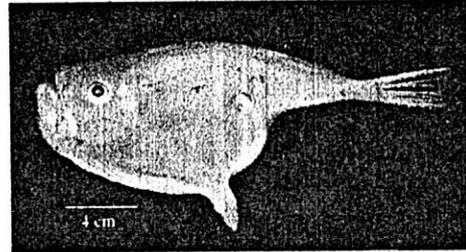


Figura 40 *Chaunax suttkusi* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

***Dibranchus atlanticus* Peters, 1876**

(Orden Lophiiformes ; Familia Ogocephalidae)

Nombre común: Murciélago profundo del Atlántico

Esta especie se encuentra en el Atlántico Occidental, desde Rhode Island al noreste del Brasil, incluyendo el Golfo de México y las Antillas Menores. Alcanza una talla máxima de 150 mm de longitud total. Es capturada de 360 a 500 m.

Talla: 10-20 cm

Número de ejemplares: 10-15

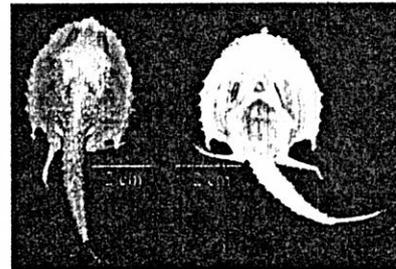
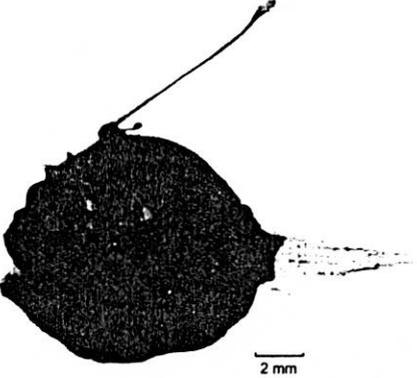
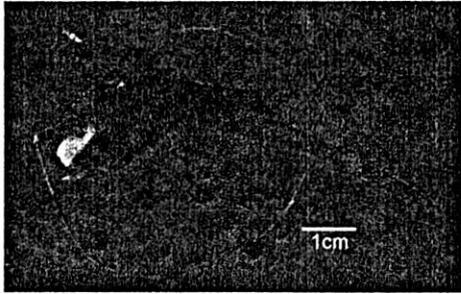


Figura 41. *Dibranchus atlanticus* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

<b><i>Bufoceratias wedli</i></b> (Orden Lophiiformes, familia Diceratiidae ) Nombre común: pescador del diablo	
<p>Otro ejemplar hembra de <i>P. wedli</i> fue capturado en el Caribe colombiano durante la expedición INVEMAR-MACROFAUNA II, a bordo del B/I ANCÓN, en el Cabo de la Vela (Guajira) a unos 493 m de profundidad. La primera aleta dorsal está representada por un solo ilicium, muy largo, que en su extremo distal posee inserta un bulbo con varios tipos de apéndices (el posterior filamentosos; apéndices lateral y anterior también filamentosos pero pareados, un poro en el borde posterior de su base y una pequeña lámina lateral que puede actuar de cierre del órgano luminoso). Órgano de luz presente (Figura 2). Posterior a este primer radio, le sigue otro de menor longitud.</p>	
<p><b>Talla: 5 cm</b> <b>Número de ejemplares: 1</b></p>	<p><b>Figura 42.</b> <i>Bufoceratias wedli</i> (Expedición INVEMAR-Macrofauna II).</p>

<b><i>Gigantactis</i> sp.</b> (Orden Lophiiformes, familia Gigantactinidae)	
<p>Se hallan distribuidos por los Océanos Pacífico, Atlántico e Índico. Tienen hábitos depredadores y habitan aguas entre los 1000 y 2500 m de profundidad. En el Pacífico colombiano solo ha sido encontrada una vez en estado larval</p>	
<p><b>Talla: 15 cm</b> <b>Número de ejemplares: 1</b></p>	<p><b>Figura 43.</b> <i>Gigantactis</i> sp. (Tomada de <a href="http://www.mcz.harvard.edu/">http://www.mcz.harvard.edu/</a>)</p>

***Antigonia combatia* Berry y Rathjen, 1958**

(Orden Zeiformes, Familia Caproidae)

Nombre común: Ochavo redondo

Se encuentra distribuida en los Océanos Indico, Pacífico Occidental, en el Atlántico Oriental desde Madeira hasta el Congo incluyendo Ascensión y Santa Helena y en el Atlántico Occidental desde New Jersey hasta Brasil, incluyendo el Golfo de México y el Mar Caribe. Primer registro para Colombia, capturado en la expedición INVEMAR-MACROFAUNA entre 200 y 510 m. Anteriormente solo se conocía de 64 a 510 m. Alcanza una talla máxima de 300 mm.

**Talla: 10 cm**

**Número de ejemplares: 3**



**Figura 44.** *Antigonia combatia* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

***Scorpaena* sp.**

***Scorpaena russula* Jordan y Bollman, 1889 y *S. agassizii* Goode & Bean, 1896**

(Orden Scorpaeniformes; Familia Scorpaenidae)

Nombre común: peje diablo

Se extiende desde México hasta el Perú. Se dice que habita aguas costeras, pero para Colombia se encontró a profundidades de más de 40 brazas.

**Talla: 10 cm**

**Número de ejemplares: 5**



**Figura 45.** *Scorpaena russula* (Expedición INVEMAR-Macrofauna III).

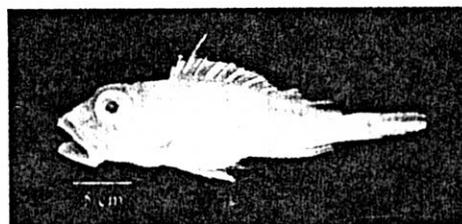
***Pontinus sp.***

Para Colombia: *Pontinus longispinis* Goode y Bean, 1896 y *Pontinus sierra* Gilbert, 1890

(Orden Scorpaeniformes; Familia Scorpaenidae)

Nombre común: Rascacio espinoso, pez diablo, escorpión

*P. longispinis* distribuye en el Atlántico Occidental, desde Carolina del Sur hasta Brasil, incluyendo el norte del Golfo de México. En Colombia fueron capturados ejemplares más grandes a la talla máxima de 272 mm, se hallaron ejemplares de 300 mm de longitud total. Así mismo se amplió el rango batimétrico que iba de los 76 a los 400 m con ejemplares capturados a 492 m en la expedición INVEMAR-MACROFAUNA I.



Talla: 10-20 cm

Número de ejemplares: 10-15

Figura 46. *Pontinus longispinis* (Expedición INVEMAR-Macrofauna II).

***Peristedion sp.***

En Colombia: *Peristedion ecuadorensis* Teague, 1961 y *Peristedion greyae* Miller 1967

(Orden Scorpaeniformes; Familia Peristiidae)

*P. greyae* fue encontrada en Colombia frente a Bahía Portete y Cabo de la Vela (GUA), Dibulla y Palomino (PAL), Nenguange (TAY), Ciénaga Grande de Santa Marta y Bocas de Ceniza (MAG), Ensenada de la Rada (CAS) y Noroeste de las Islas de San Bernardo (CEN), en una profundidad entre 183 a 830 m. La especie es primer registro para Colombia.



Talla: 10 cm

Número de ejemplares: 5

Figura 47. *Peristedion greyae* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

***Hemanthias sp***

En Colombia: *Hemanthias signifer* (Garman, 1899), *Hemanthias peruanus* (Steindachner, 1875) y *Hemanthias aureorubens* (Longley 1935)

(Orden Perciformes; Familia Serranidae)

Nombre común: pargo terlenca, pargo nylon

Habita aguas profundas y forma pequeños bancos. Son de importancia comercial en algunas zonas. Especie que se alimenta de plancton y forma cardúmenes. En el Pacífico colombiano fue capturada a más de 40 brazas de profundidad. Se alimenta de plancton.

Talla: <40 cm

Número de ejemplares: 5

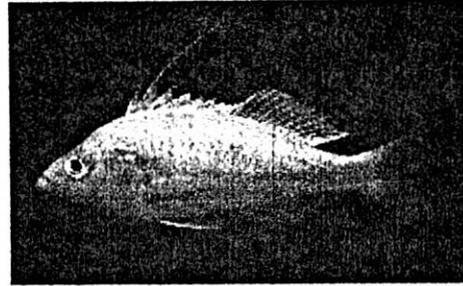


Figura 48. *Hemanthias signifer* (Tomada de <http://www.fishbase.org>)

***Kathetostoma averruncus* Jordan y Bollman, 1890**

(Orden Perciformes; Familia Uranoscopidae)

Nombre común: "buldog"

Se distribuye desde California hasta el Perú. Puede llegar a medir hasta 32 cm. De hábitos bentónicos a profundidades de hasta 550 m. Se alimenta principalmente de otros peces. Poseen una espina arriba de la aleta pectoral que posee veneno.

Talla: 30 cm

Número de ejemplares: 1

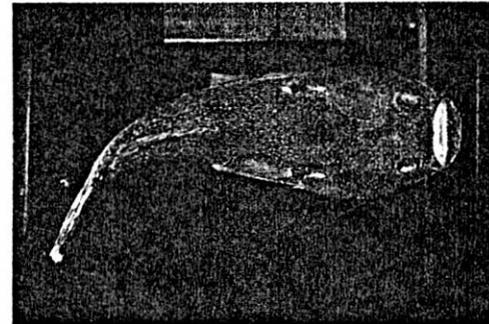


Figura 49. *Kathetostoma averruncus* (Expedición INVEMAR-Macrofauna III).

***Chiasmodon niger* Johnson 1864**

(Orden Perciformes; Familia Chiasmodontidae)

Nombre común: "swallowers"

Se puede encontrar en aguas tropicales y subtropicales de los océanos Atlántico, Indico y Pacífico. Habitan aguas meso y batipelágicas. Son de hábitos depredadores (peces). Tienen la increíble capacidad de distender su boca y estomago.

Talla: < 25 cm

Número de ejemplares: 2

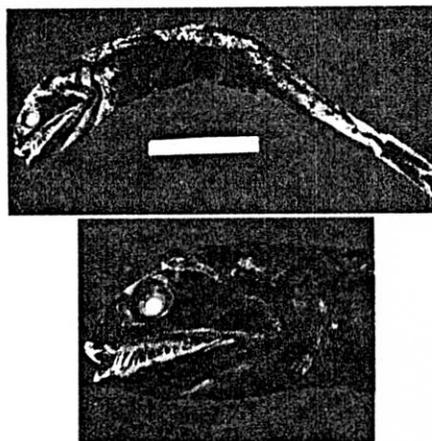


Figura 50. *Chiasmodon niger* (Tomada de <http://www.mcz.harvard.edu/>)

***Symphurus piger* (Goode y Bean 1886)**

(Orden Pleuronectiformes; Familia Cynoglossidae)

Nombre común: lenguados

Se encuentra distribuido en el Atlántico Occidental desde el Sur de la Florida, Bahamas, México, Yucatán, América Central, Antillas y norte de Sur América hasta las Guayana Francesa. Encontrada en Colombia frente a Bahía Portete (GUA), Dibulla (PAL) y Nenguange (TAY).

Se encuentra a profundidades de 92 a 549 m.

Talla: 150 mm

Número de ejemplares: 2

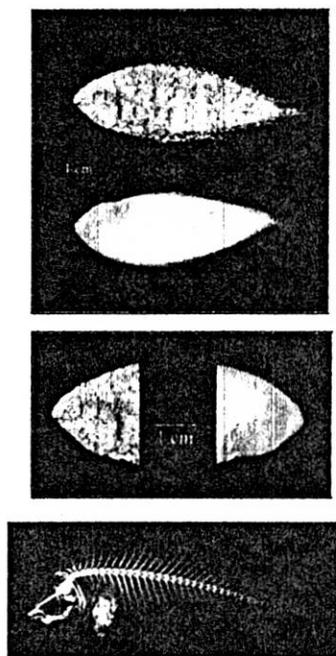


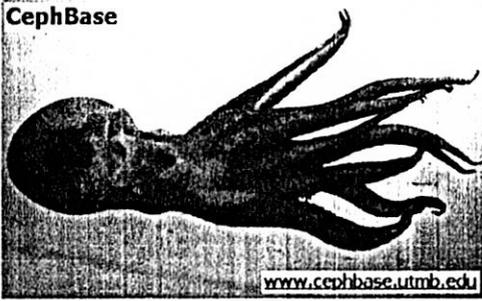
Figura 51. *Symphurus piger* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

#### 4.2.2.2. Moluscos

Diferentes grupos de moluscos son encontrados viviendo en las profundidades del mar. Estos pueden ser encontrados en todos los niveles y hasta la fecha no se conocen límites de donde pueden vivir; actualmente se cuentan algunos registros hasta de 11.022 m de profundidad en las fosas Marianas.

- Cefalópodos:

<i>Lolliguncula</i> sp. <i>Lolliguncula panamensis</i> Berry, 1911 (Orden Teuthida; Familia Loliginidae ) Nombre común: calamar	
Esta especie se alimenta particularmente de peces engraúlidos (anchoas), clupeidos (sardinas) y de algunos camarones.  Talla: 10 cm Número de ejemplares: 2	
Figura 52. <i>Lolliguncula</i> sp. (Tomado de <a href="http://www.cephbase.utmb.edu/imgdb/imgdb.cfm">http://www.cephbase.utmb.edu/imgdb/imgdb.cfm</a> )	

<i>Octopus</i> spp. (Orden Octopoda; Familia Octopodidae)	
En esta zona del Pacífico es posible encontrar ocho especies pertenecientes a este género. Se alimentan de una variedad de presas como peces, microcrustáceos y crustáceos portúnidos y xantidos.  Talla: 15-20 cm Número de ejemplares: 2	
Figura 53. <i>Octopus</i> sp (Tomada de <a href="http://www.cephbase.utmb.edu">http://www.cephbase.utmb.edu</a> )	

***Heteroteuthis dispar* (Rüppell, 1844)**  
(Orden Sepiolida; Familia Sepiolidae)

Esta especie es encontrada en el Atlántico tropical y subtropical, mar Mediterráneo. Los animales vivos tienen un intenso brillo metálico característico. Este sepiólido de aguas profundas y oceánicas se caracteriza por expulsar nubes bioluminiscentes en lugar de tinta. Es una especie esencialmente nectónica, que vive frecuentemente formando grupos y raramente es tomada por redes en arrastres de fondo, aunque comúnmente se ha encontrado en contenidos estomacales de depredadores como tiburones y cetáceos. Lleva a cabo migraciones verticales de considerable extensión en la zona batipelágica. Los adultos se encuentran entre 200 y 300 m de profundidad y los juveniles planctónicos alejados de la costa sobre fondos de 300-1500 m de profundidad.

**Talla: 20 cm**  
**Número de ejemplares: 3**

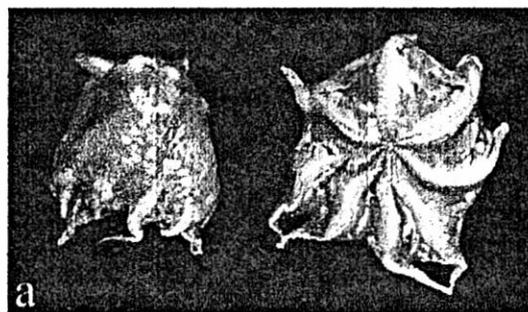


**Figura 54.** *Heteroteuthis dispar* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

***Opisthoteuthis agassizii* Verrill, 1883**  
(Orden Octopodida; Familia Opisthoteuthidae)

Presenta una amplia distribución, Mar Mediterráneo y Océano Atlántico, en costas americanas, europeas y africanas, desde los 120 a 2200 m de profundidad. Se trata de un grupo de cefalópodos particularmente adaptados a aguas profundas, que probablemente constituyen el linaje evolutivo más antiguo de los octópodos. Se caracterizan por presentar el cuerpo achatado y gelatinoso, ojos grandes, manto corto y robusto, fuertemente comprimido. Es una especie de hábitos bentónicos, cuya mayor densidad se ha encontrado entre 400 y 800 m aumentando con la profundidad. Además de los movimientos típicos que presentan los pulpos, esta especie puede utilizar la membrana que presenta entre sus brazos, contrayéndola y expandiéndola, a la vez que realiza movimientos coordinados de las aletas (tipo de natación medusoide) para su desplazamiento.

**Talla: 15-20 cm**  
**Número de ejemplares: 2**



**Figura 55** *Opisthoteuthis agassizii* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

***Bathyteuthis bacidifera* Roper, 1968**  
(Orden Teuthida; Familia Bathyteuthidae)

Se han capturado en el mundo pocos ejemplares de esta especie. Vive en el Pacífico Oriental Ecuatorial. Es una especie simpátrica con *B. abyssicola* pero se diferencia por la reducción de las membranas de protección.

Se encuentra a profundidades entre 600-1550 m.

Su distribución está relacionada con las capas mínimas de oxígeno en el Pacífico oriental tropical y el océano indico ecuatorial.

Talla: 5 cm

Número de ejemplares: 1

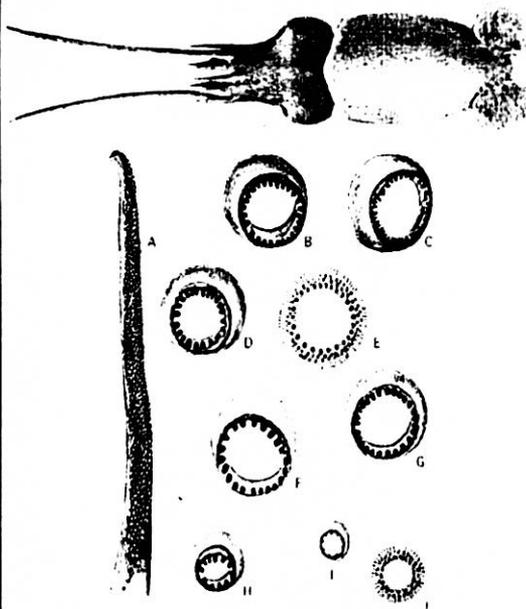


Figura 56. *Bathyteuthis bacidifera* (Tomado de <http://tolweb.org/treegroup/Bathyteuthis/bacidifera>)

***Vampyroteuthis infernalis* Chun, 1903**  
(Orden Vampyromorphida; Familia Vampyroteuthidae)  
Nombre común: cefalópodo vampiro

Se cree que este organismo hace parte de una posición evolutiva intermedia entre dos grupos de cefalópodos y que pertenece a una línea ancestral de estos. Habita aguas templadas y tropicales del océano Pacífico, Atlántico e Indico entre 600 y 1200 metros de profundidad. En su medio natural parece ser un animal muy robusto sin embargo su cuerpo es poco musculoso y con tejidos muy acuosos. Vive en aguas con concentraciones de oxígeno muy bajas y tiene una alta capacidad natatoria. Se alimenta de copépodos, cnidarios y camarones. Es presa de peces, pinnípedos y ballenas. Tiene la capacidad de producir luz en la base de sus aletas, epidermis, los ojos y los brazos.

Talla: 50 cm

Número de ejemplares: 2

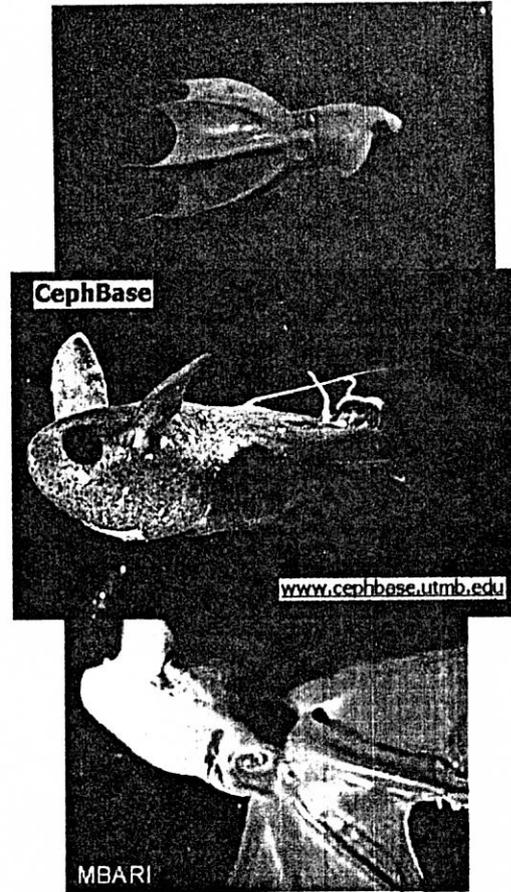


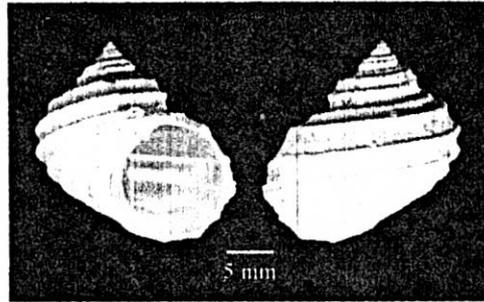
Figura 57. *Vampyroteuthis infernalis* (Tomado de <http://www.mbari.org/midwater/vamp/>)

• Gasterópodos:

***Cataegis toreuta* Malean y Quinn 1987**  
(Orden Archaeogastropoda; Familia Trochidae)

En el Atlántico se encuentra desde Mississippi hasta Venezuela desde los 337 hasta 1283 m de profundidad. Concha pequeña, turbinada, sin ombligo, ligeramente más ancha que alta. Este caracol herbívoro de aguas profundas se caracteriza por alimentarse de material constituido de restos de plantas sumergidas, específicamente hojas de pastos marinos.

**Talla: 10 cm**  
**Número de ejemplares: 5**

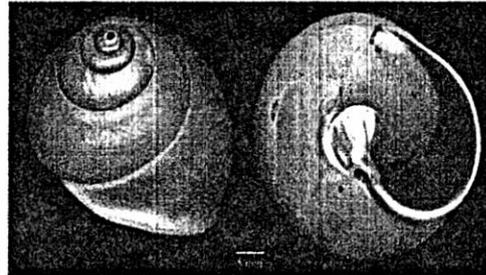


**Figura 58.** *Cataegis toreuta* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

***Gaza olivacea* Quinn, 1991**  
(Orden Archaeogastropoda; Familia Trochidae)

Se conoce desde Panamá hasta la Guyana Francesa, entre los 204 y 808 m de profundidad. Este caracol caracterizado por su rareza y llamativo color presenta una concha grande, con cerca de seis giros, lisa pero con estrías espirales microscópicas. Turbinada, generalmente cónica, iridiscente y con la periferia redondeada. Color oliva parduzco a café claro, nacarado debajo de la capa aporcelanada más externa. Se alimenta del detritus (alimentador de deposito) proveniente de los organismos que mueren a media agua (como peces) o de los organismos planctónicos que caen de aguas superiores y se acumulan en el fondo.

**Talla: 10 cm**  
**Número de ejemplares: 5**

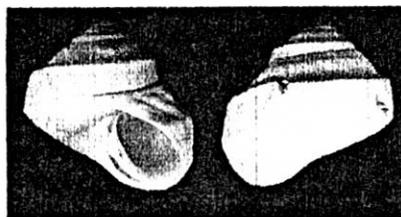


**Figura 59.** *Gaza olivacea* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

***Cantrainea macleani* Warén y Bouchet, 1993**  
(Orden Archaeogastropoda; Familia Turbinidae)

Esta especie es encontrada en Louisiana y Colombia, desde los 421 hasta 1033 m de profundidad. Se caracteriza por presentar una concha grande, robusta de color crema-verdoso, recubierta por un periostraco amarillo claro.

**Talla: 10 cm**  
**Número de ejemplares: 5**



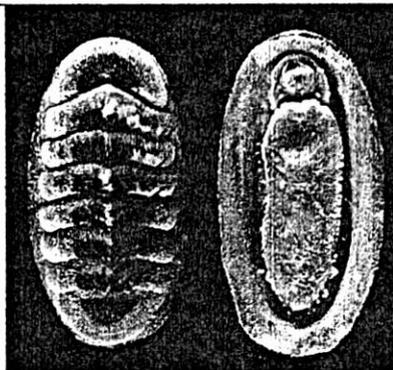
**Figura 60.** *Cantrainea macleani* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

• **Quitones:**

***Leptochiton binghami* (Boone, 1928)**  
(Orden Neoloricata; Familia Leptochitonidae)

Este quitón se encuentra a lo largo de las costas continentales de Centro y Sudamérica, entre Belice y Colombia, hasta 912 m de profundidad. Es un animal más bien pequeño, elongado, con una concha moderadamente elevada. Se caracteriza por habitar los fondos blandos de la plataforma y el talud; se encuentra asociada a restos de madera y otro material vegetal, donde generalmente se encuentra adherido.

**Talla: 10 cm**  
**Número de ejemplares: 5**



**Figura 61.** *Leptochiton binghami* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

• **Nudibranquios:**

Los nudibranquios o babosas de mar son exclusivamente marinos y es el grupo más representativo de los moluscos de la subclase Opisthobranchia. Estos presentan una completa detorsión de la masa visceral y han perdido totalmente la concha, característica de los otros moluscos gasterópodos. Esto los ha llevado a adoptar una inmensa diversidad de formas corporales y hábitats para desarrollarse. Todos los nudibranquios son carnívoros y sus dietas incluyen en la mayoría de los casos animales marinos (ej. esponjas, cnidarios, briozoos).

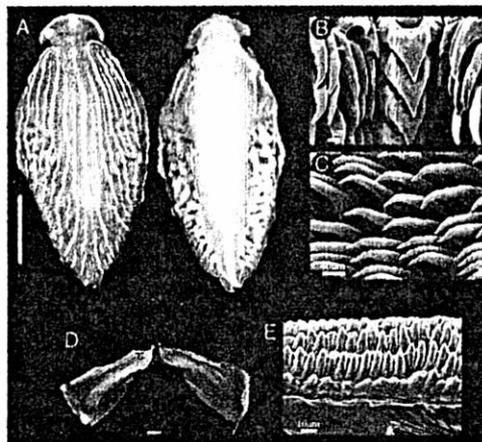
***Armina juliana* Ardila & Díaz, 2002.**  
(Orden Gastropoda; Familia Arminidae)

Una especie nueva del género *Armina* (*A. juliana* Ardila & Díaz, 2002), fue descrita de material colectado por la expedición INVEMAR MACROFAUNA I en el talud superior frente a la costa septentrional del Caribe colombiano, en fondos blandos, a profundidades de 310 y 460 m. El número de crestas notales, la posición de la papila genital, el tamaño y la forma de los dientes radulares, el tamaño y la forma de los procesos masticatorios son las principales diferencias con otras especies congéneres presentes en el Atlántico.

Los rasgos característicos para los miembros de este género son el continuo margen anterior del manto, la presencia de branquias y lamelas hiponotales y la distancia cercana entre los rinóforos. La rádula típica tiene un diente central o raquídeo, ancho y denticulado, y los dientes laterales son falciformes.

**Talla: 5 cm**

**Número de ejemplares: 3**



**Figura 62.** *Armina juliana* A. Vista dorsal y ventral del animal vivo. B. Diente raquídeo o central. C. Dientes laterales. D. Mandíbula. E. Detalle de los procesos masticatorios sobre el borde de la mandíbula (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

• **Lapas:**

Las lapas de profundidad (Cocculiniformia) comprenden dos grupos de gasterópodos "herbívoros" que viven a grandes profundidades, llamadas batiales (200-4000 m) y hadales o fosas submarinas (6000-10000 m). Presentan una distribución global y viven principalmente sobre sustratos biogénicos (ej. trozos de madera, restos de algas, huesos de ballena, caparazones de cangrejos, o cáscaras de huevos de tiburón) que descienden desde aguas superficiales hasta la zona afótica. Entre las diez familias conocidas en el mundo de estos extraños caracoles, las mejores conocidas y diversas son Cocculinidae (Cocculinoidea) y Pseudococculinidae (Lepetelloidea). En el Caribe colombiano se registra la presencia de seis especies de la familia Cocculinidae y tres especies de Pseudococculinidae del talud del Caribe colombiano.

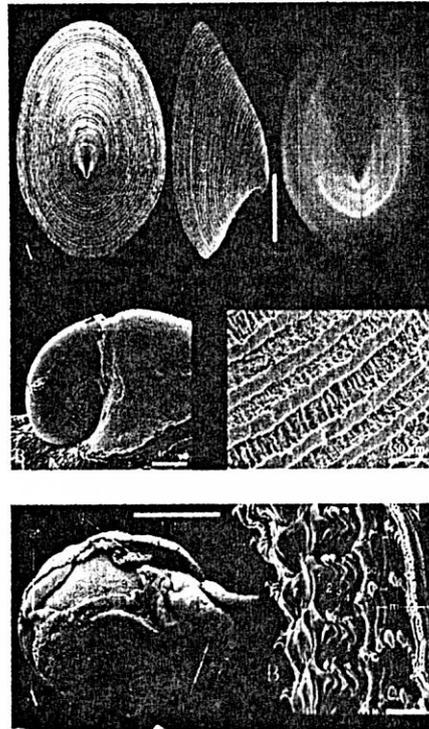
*Copulabyssia colombia* Ardila & Harasewych, 2005  
(Orden Gastropoda; Familia Pseudococculinidae)

Concha grande para el género (4 mm), delgada, blanca. Apice bien posterior al centro. Protoconcha (Fig. 1B) 190  $\mu$ m de longitud, y la escultura formada por finos cristales restringidos a las partes laterales de la protoconcha. Ojos ausentes. Tentáculo cefálico derecho más largo que el izquierdo, y modificado como órgano copulatorio.

La rádula presenta un diente raquídeo o central cuatro dientes laterales y el primero es triangular, un diente pluricúspide y varios dientes marginales diferentes en tamaño. Esta especie es conocida de la localidad tipo, en el talud frente a Buritaca, Palomino, Colombia a 300 m de profundidad.

**Talla: 5 cm**

**Número de ejemplares: 10**



**Figura 63.** *Copulabyssia colombia*. Colectado en el talud frente a Buritaca, Palomino, a 300 m. Microfotografías de microscopio electrónico de barrido de la concha. A. Vista dorsal, lateral y ventral de la concha. B. Vista lateral de la protoconcha. C. Detalle de la escultura de la concha (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

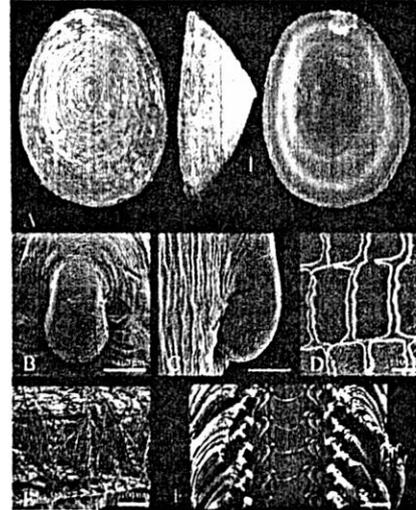
***Cococrater portoricensis* (Dall & Simpson, 1901)**  
(Orden Gastropoda; Familia Cocculinidae)

Concha grande para la familia (alcanzando 12 mm), moderadamente gruesa, blanca, inflada. Protoconcha (Fig. 1B, C) formando el ápice, 250  $\mu$ m de longitud, escultura de la protoconcha formando un patrón reticulado alineado en filas longitudinales. Periostraco fino y fuertemente peludo (Fig. 1E) pero los pelos confinados al borde de la concha. Animales carecen de ojos pigmentados. Pene emerge del tentáculo cefálico derecho (Fig. 2A, E, rct).

La rádula presenta un diente raquídeo o central (Fig. 2F, H, r), tres dientes laterales, un diente pluricúspide (Fig. 2F, H, pc) y varios dientes marginales (Fig. 2F-H, m) similares en tamaño.

**Talla: 5 cm**

**Número de ejemplares: 10**



**Figura 64.** *Cococrater portoricensis*. Colectada en el talud frente a la Ensenada de la Rada a 272-310 m. Microfotografías de microscopio electrónico de barrido de la concha. A. Vista dorsal, lateral y ventral de la concha B. Dorsal y C. vista lateral de la protoconcha. D. Detalle de la ornamentación de la protoconcha. E. Detalle del periostraco en el borde de la concha. F. Vista dorsal de la rádula (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

#### 4.2.2.3. Crustáceos

Los crustáceos constituyen uno de los recursos de mayor importancia dentro de las pesquerías mundiales. Se trata de un grupo heterogéneo de animales por lo que resulta difícil hacer una descripción que sirva de tipo para la gran diversidad de formas que presenta. Son invertebrados que pertenecen al grupo de artrópodos por tener sus apéndices formados por pequeñas pinzas articuladas con su cuerpo segmentado y cubierto de un tegumento quitinoso muy calcificado, por lo que presentan aspecto de una costra y reciben el nombre de crustáceos.

Los océanos son la residencia más común de estos animales y, por su abundancia, tanto en especies como en individuos, algunos naturalistas los han llamado "insectos del mar", ya que se los encuentra en todos los parajes; algunos son de tamaños microscópicos, como los copépodos y otros alcanzan tallas de tres metros, como los cangrejos gigantes llamados "araña de mar de Japón".

***Bathynomus giganteus* Milne Edwards, 1879**  
(Orden: Isopoda; Familia: Cirolanidae)

Los isópodos tiene diferentes estrategias de vida y se pueden encontrar especies de vida libre y parásitos de peces y crustáceos. *Bathynomus giganteus* es una de las especies de vida libre más grandes del grupo, con adultos que pueden llegar a medir hasta 45 cm. Habita en aguas de más de 300m profundidad.

**Talla: 45 cm**

**Número de ejemplares: 2**



**Figura 65.** *Bathynomus giganteus* (Tomada de <http://www.photovault.com/Link/Animals/Aquatic/rCrustacia/Species/GiantDeepSeaIsopod.html>).

***Eurysquilla holthuisi* Manning, 1969**

(Orden: Stomatopoda; Familia: Eurysquillidae)

Nombre común: Cangrejo mantis

Los estomatópodos son crustáceos, ligeramente emparentados con los camarones, cangrejos y langostas y son uno de los principales predadores de los arrecifes coralinos, praderas de fanerógamas y planos arenosos. Emplea sus primeros pares de patas como pinzas para atrapar sus presas, al igual que lo hacen los insectos conocidos como Mantis Religiosas. En la costa Caribe colombiana, se han colectado ejemplares de esta especie entre 269 y 315 m de profundidad en fondos lodosos ricos en desechos vegetales.

Talla: 10-15 cm

Número de ejemplares: 2

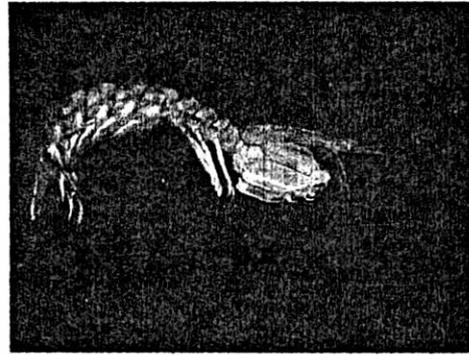


Figura 66. *Eurysquilla holthuisi* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

***Psalidopus barbouri* Chace, 1939**

(Orden: Decapoda; Familia Psalidopodidae)

Esta especie se distribuye desde la Florida, Bahamas, el Golfo de México y desde el occidente hasta el sureste del Mar Caribe hasta Colombia, habita entre 412 y 750 m de profundidad. Esta especie presenta diferentes variaciones rostrales entre ellas el número de espinas y su longitud

Talla: 20 cm

Número de ejemplares: 1

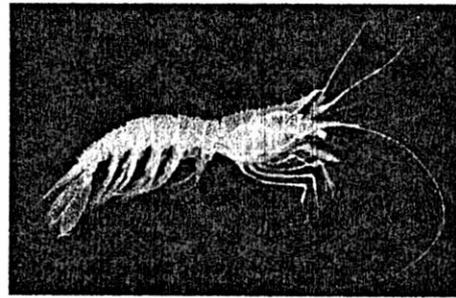
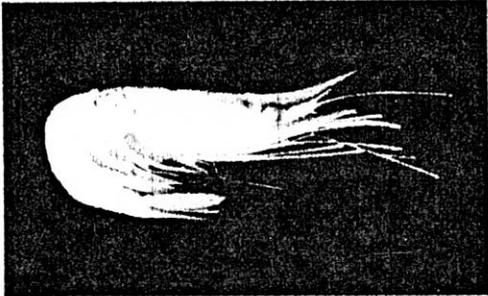
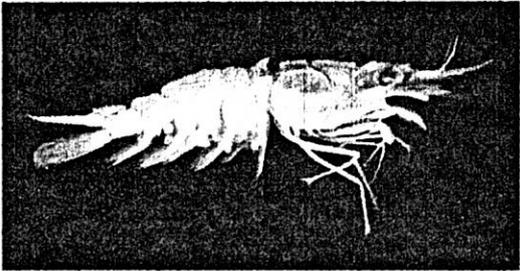


Figura 67. *Psalidopus barbouri* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

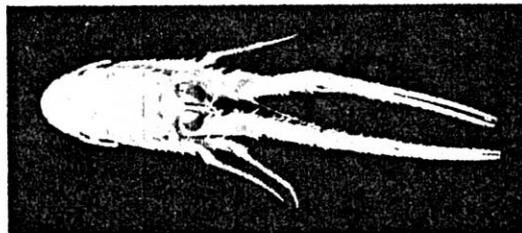
<p><b><i>Plesionika acanthonotus</i> (Smith, 1882)</b> (Orden: Decapoda; Familia Pandalidae)</p>	
<p>Se distribuyen en el Atlántico occidental desde el sur de Carolina hasta el Golfo de México y del Mar Caribe hasta Brasil. Atlántico oriental desde el Mediterráneo y España hasta Angola. En el mar Caribe colombiano ha sido capturada desde Urabá hasta la Guajira y se distribuye entre 190 y 1350 m de profundidad.</p>	
<p>Talla: 5 cm Número de ejemplares: 10</p>	<p>Figura 68. <i>Plesionika acanthonotus</i> (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).</p>
<p><b><i>Glyphocrangon neglecta</i> Faxon, 1896</b> (Orden: Decapoda; Familia Crangonidae)</p>	
<p>Ha sido registrada únicamente en las costas del Mar Caribe sur y a lo largo de la costa norte de Sur América en la costa Caribe de Panamá, Colombia y Venezuela, sur de Jamaica y Surinam, entre 365 y 1050 m de profundidad. Se han colectado ejemplares a lo largo del mar Caribe colombiano.</p>	
<p>Talla: 15 cm Número de ejemplares: 2</p>	<p>Figura 69. <i>Glyphocrangon neglecta</i> (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).</p>
<p><b><i>Polycheles sculptus</i> Smith, 1880</b> (Orden: Decapoda; Familia: Polychelidae)</p>	
<p>Esta especie al igual que otras de la familia predominan en aguas profundas y junto con <i>Polycheles typhlops</i> es una de las especies más importantes de la familia Polychelidae, por su abundancia sobre el talud continental.</p>	
<p>Talla: 5 cm Número de ejemplares: 5</p>	<p>Figura 70. <i>Polycheles sculptus</i> (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).</p>

***Munida forceps* A. Milne-Edwards, 1880**  
(Orden: Decapoda; Familia: Galatheidae)

Esta especie se distribuye a través del Atlántico occidental desde Virginia, Florida hasta el Golfo de México, Antillas, Colombia, Guyana, Brasil y Uruguay, entre 80 y 950 m de profundidad. En las capturas realizadas sobre el talud continental colombiano, la superfamilia Galatheoidea fue la segunda familia con mayor número de especies y de ejemplares, después de los camarones peneideos.

**Talla: 5-10 cm**

**Número de ejemplares: 15**



**Figura 71.** *Munida forceps* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

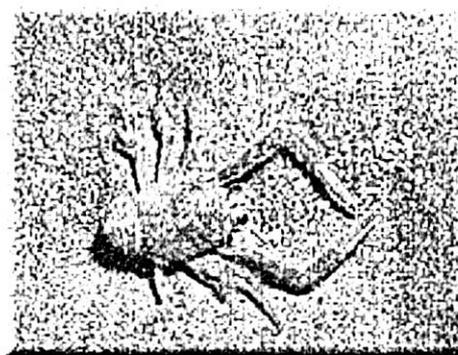
***Pleuroncodes monodon***  
(Orden Decapoda; Familia Galatheidae)

Nombre común: langostilla o camaroncito rojo

Esta especie es un importante componente del ecosistema pelágico y béntico a lo largo de la costa del Perú y Chile. Este crustáceo perteneciente a la familia Galatheidae es conocido comúnmente en Perú como "munida" o "camaroncito rojo", en cambio en Chile es conocido como "langostino colorado" o "langostino zanahoria", organismo muy abundante parte del afloramiento costero del Sistema de Corriente del Humboldt y presa común por algunos vertebrados e invertebrados marinos. En su fase béntica, son detritófagos en ambientes con bajas concentraciones de oxígeno. Los juveniles y adultos jóvenes, pueden encontrarse en la columna de agua como también a profundidades.

**Talla: 10 cm**

**Número de ejemplares: 2**



**Figura 72.** *Pleuroncodes monodon* (Tomado de <http://www.guiamarina.com/peru/Animals/Crustacea/imagepages/image9.htm>)

***Cyonomoides fitoi* Lemaitre y Bermudez, 2000**  
(Orden: Decapoda; Familia: Cyclodorippoidea)

Esta es la cuarta especie que se describe del género *Cyonomoides* y fue colectada en el talud continental colombiano a profundidades cercanas a los 500m de profundidad. Es una especie pequeña con adultos que no superan un centímetro de largo.

Talla: 1 cm

Número de ejemplares: plancha del animal



Figura 73. *Cyonomoides fitoi* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

***Latreillia elegans* (Smith, 1882)**  
(Orden: Decapoda; Familia: Latreillidae)

Se distribuye en los dos lados del Océano Atlántico norte y en el Mar Mediterráneo, entre 126 y 360 m de profundidad. En Colombia se capturaron ejemplares de esta especie solamente frente a Isla Aguja en el Tayrona. Este es el primer registro de la especie para el Mar Caribe colombiano.

Talla: 10 cm

Número de ejemplares: plancha del animal

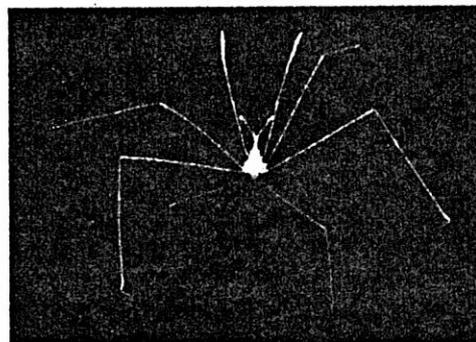


Figura 74. *Latreillia elegans* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

***Pyromaia acanthina* Lemaitre, Campos y Bermúdez 2001**

(Orden: Decapoda; familia: Majidae)

Este cangrejo de patas largas pertenece al grupo de los cangrejos majidos o cangrejos araña, llamados así por el tamaño de sus patas y por que acostumbran colocarse cosas sobre su caparazón para confundirse con el fondo marino. Esto evita que sus depredadores los vean con facilidad. Se cree que las espinas sobre su caparazón tienen también una función de protección ante los otros animales. Esta especie fue descrita a partir de material colectado en aguas colombianas a profundidades entre 200 y 300m.

Talla: 20 cm

Número de ejemplares: 2

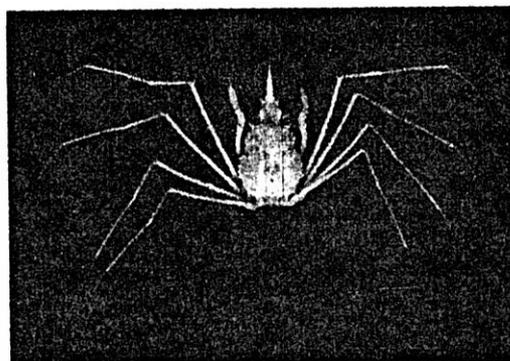


Figura 75. *Pyromaia acanthina* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

***Rochinia crassa* A. Milne-Edwards, 1875**

(Orden: Decapoda; Familia Mithracidae)

Se distribuye en la costa este de Norteamérica, Golfo de México, sur de Texas, norte de Cuba, Cabo de la Vela (Colombia) y Guyana francesa, entre 86 y 1216 m de profundidad. Presenta dimorfismo sexual en la forma del caparazón; en los machos es más angosto y prominente que el de las hembras; las espinas rostrales en machos son más largas y divergentes.

Talla: 5 cm

Número de ejemplares: 5

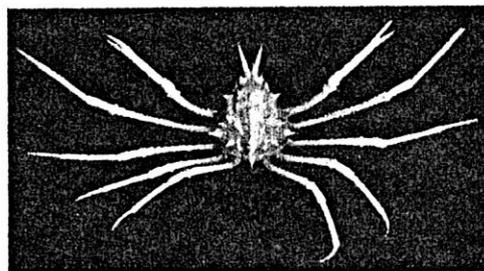


Figura 76. *Rochinia crassa* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

### 4.2.2.3. Equinodermos

Los equinodermos son un grupo de animales muy antiguo y cuya evolución no es muy bien conocida. Poseen simetría pentarradial y no disponen de cabeza diferenciada ni cerebro. Son de vida exclusivamente marina. Están formados por un exosqueleto externo de placas dérmicas calcáreas con espinas o acúleos (aguijones); precisamente, el término equinodermo significa piel con espinas.

Casi todos los equinodermos son animales bentónicos (que viven en el fondo marino). Presentan poca movilidad aunque pueden permanecer fijados a las rocas u otras superficies, ejemplo de los lirios de mar. Sus formas pueden ser globosas, como el erizo de mar; estrelladas, como la estrella de mar y ofiura; plumosas, como la comátula (crinoideos de los géneros *Antenodon* y *Leptometra*); o como un saco alargado o sacciformes, como los holoturios.

- Crinoideos:

<p><b><i>Pentacrinus muelleri</i> (= <i>Endoxocrinus parrae</i>) (Carpenter, 1884)</b>                  (Orden Isocrinida, Familia Isocrinidae).                  Nombre común: Lirios de mar</p>	
<p>Habita entre 194 y 971 m de profundidad y se ha encontrado en el Caribe colombiano. Esta es una de las aproximadamente 80 especies vivientes de crinoideos pedunculados, las cuales están restringidas a profundidades mayores de 200 m, con algunas excepciones a 100 m. Estos organismos, viven adheridos al fondo utilizando cirros (estructuras localizadas al final del pedúnculo). Se alimentan extendiendo los brazos y filtrando el material orgánico en suspensión el cual es capturado y transportado hacia la boca por medio de surcos ciliados que hay en cada brazo.</p> <p><b>Talla: 30 cm</b>  <b>Número de ejemplares: 5</b></p>	
<p><b>Figura 77. a. <i>Pentacrinus muelleri</i> b. <i>Metacrinus wyvillei</i> de la familia Pentacrinidae en el Clark Seamount (Nueva Zelanda) a 900 m de profundidad (Tomado de Ian Wright, Sonne cruise SO-153 en 1998)</b></p>	

***Atelecrinus balanoides* (Carpenter)**  
(Orden Comatulida, Familia Atelecrinidae).  
Nombre común: Plumas de mar

Es una especie típica de aguas profundas, lo mismo que todas las especies de la familia, siendo una de las pocas representantes de crinoideos comatulidos no pedunculados en estos ambientes. Esta especie habita entre 461 y 1530 m de profundidad, en el Atlántico occidental tropical desde el estrecho de la Florida; Bahamas, Arco de las Antillas desde Cuba hasta Granada, costa Caribe de América Central y del Sur y Sur de Recife, Brasil. En el Atlántico Norte desde el Oeste de Irlanda y Suroeste de las Islas Faeroe (Meyer et. al., 1978). *A. balanoides* prefiere sustratos fangosos no consolidados. Fotografías tomadas desde sumergibles (identificación tentativa) indican fondos aparentemente no perturbados por corrientes horizontales importantes. Usualmente se recolectan solos o en pequeño número y debido a que son excesivamente frágiles solo se consigue la parte basal de los brazos sin los cirros.

Talla: 20 cm  
Número de ejemplares: 5



Figura 78. *A. balanoides* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

***Neocomatella pulchella* Pourtales, 1878**  
(Orden Comatulida, Familia Comasteridae).  
Nombre común: Plumas de mar

Habita entre 10 y 597 m de profundidad, se conoce en Isla Aguja, en el PNNT cerca a Santa Marta, Colombia; también se conoce en el Atlántico Occidental desde Bahamas, isla Caicos, golfo de México, canal de Yucatán, Antillas mayores y menores, Panamá, Venezuela y Brasil.

Talla: 30 cm  
Número de ejemplares: 5

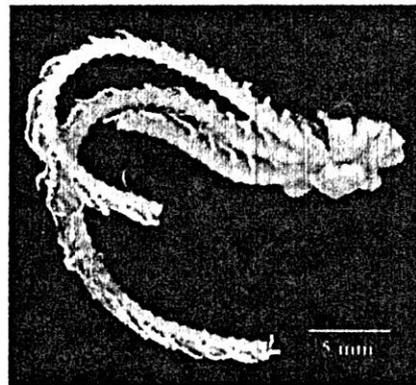


Figura 79. *Neocomatella pulchella* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

***Caryometra atlantidis* A. H. Clark**  
(Orden Comatulida, Familia Antedonidae).  
Nombre común: Plumas de mar

Es una especie típica de aguas profundas, lo mismo que todas las especies de la familia, siendo unas de las pocas representantes de crinoideos comatulidos no pedunculados en estos ambientes. Habita entre 366 a 530 m de profundidad. Se ha encontrado ampliamente distribuido en el Caribe colombiano, desde la Guajira hasta el golfo de Urabá; solamente se conoce en dos lugares del Atlántico occidental, Cuba y el golfo de México.

Talla: 15 cm  
Número de ejemplares: 5

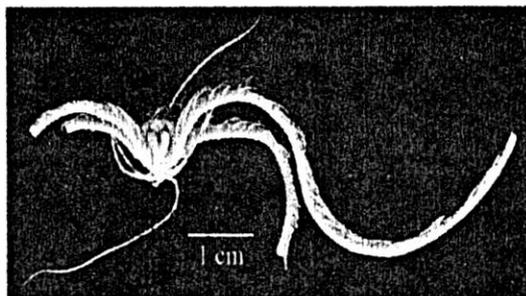


Figura 80. *Caryometra atlantidis* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

***Trichometra cubensis* (Pourtàles)**  
(Orden Comatulida, Familia Antedonidae).  
Nombre común: Plumas de mar

Es una especie típica de aguas profundas, lo mismo que todas las especies de la familia, siendo unas de las pocas representantes de crinoideos comatulidos no pedunculados en estos ambientes. Se encuentra entre 210 a 2432 m de profundidad, distribuida tanto en el Atlántico oriental como occidental. En este último se encuentra desde Islas Bahamas, pasando por el golfo de México, canal de Yucatán, Blake Plateau, Antillas Mayores y Menores.

Talla: 15 cm  
Número de ejemplares: 5

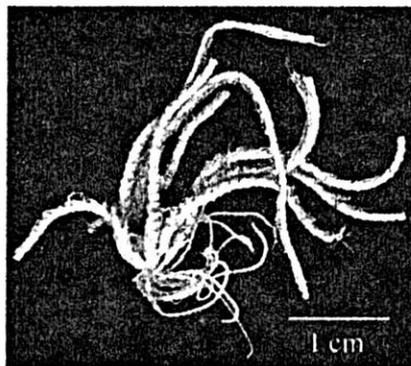


Figura 81. *Trichometra cubensis* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

***Zoroaster fulgens* Thomson, 1883**

(Clase Asteroidea Orden Forcipulatida, Familia Zoroasteridae)

Nombre común: estrellas de mar

Habita en todo el Océano Atlántico entre 220 y 3600 m de profundidad. La familia a la que pertenece es considerada típica de la fauna arquibentónica (400-1000 m) y abisal (>1000 m). Normalmente se recolecta en grupos grandes. Su coloración es naranja, muy típica en organismos de aguas profundas.

Talla: 30 cm

Número de ejemplares: 3

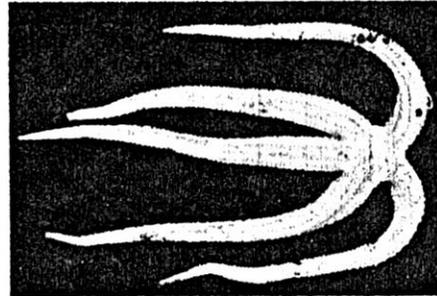


Figura 82. *Z. fulgens* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

• **Ofiuros:**

Varias especies de ofiuos o estrellas quebradizas, cubren algunas áreas del mar profundo, y constituyen uno de los principales grupos epifaunales. Son filtradores, atrapando con sus brazos la materia orgánica del agua para su alimento. Junto a ellas se encuentran especies de asteroideos o estrellas de mar que se alimentan de materia orgánica depositada en el fondo marino. Estas densas poblaciones, conocidas como “camas de ofiuos”, les sirven a estos organismos como sostén para evitar ser arrastrados por las corrientes y fueron comunes en las comunidades someras durante el Paleozoico y el Mesozoico temprano, cubriendo el fondo marino. Al comienzo del periodo Jurásico, declinaron precipitadamente, lo cual estuvo relacionado con la diversificación de peces y crustáceos capaces de alimentarse de invertebrados con caparazón duro. Actualmente estas camas de ofiuos son muy raras en aguas someras. Estas especies se recolectaron en el Caribe colombiano en densidades mayores a la de otras especies.

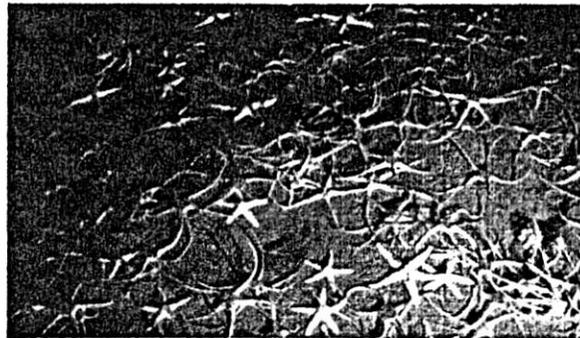


Figura 83. Fondo marino profundo recubierto de ofiuos (Tomado <http://www.biosbcc.net/ocean/marinesci/04benthon/dsbenthos.htm>)

**Se espera:** Representar un “tapete” de estrellas quebradizas en el fondo del mar con Tallas: 15 cm y número de ejemplares: 30

***Ophiocamax fasciculata* Lyman, 1883**

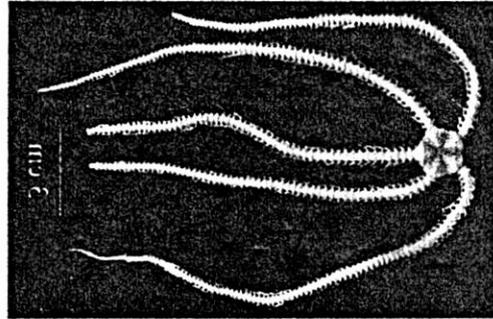
(Clase Ophiuroidea, Orden Ophiurida, Familia Ophiacanthidae)

Nombre común: Estrellas quebradizas y estrellas de mar

Habita entre 204 y 963 m de profundidad, se había registrado únicamente en las Antillas, sin embargo se recolectó en altas abundancias en el Caribe colombiano. Su coloración es rosada o naranja.

**Talla: 30 cm**

**Número de ejemplares: 3**



**Figura 84.** *O. fasciculata* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

***Amphiophiura metabula* Clark H. L., 1915**

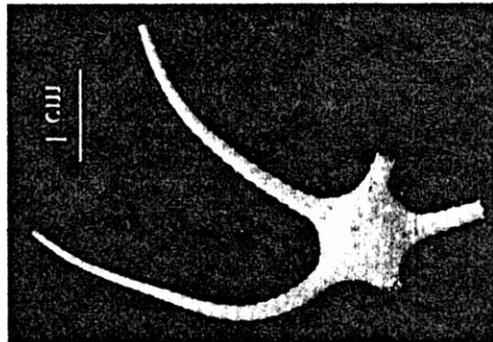
(Clase Ophiuroidea, Orden Ophiurida, Familia Ophiuridae)

Nombre común: Estrellas quebradizas y estrellas de mar

Habita entre 274 y 1800 m de profundidad, desde Carolina del Sur al sureste de los Estados Unidos, pero principalmente en las Antillas mayores, Cuba, Honduras, el Golfo de México y en las costas noreste de América del sur, incluyendo Colombia. Su coloración es rosada.

**Talla: 20 cm**

**Número de ejemplares: 3**



**Figura 85.** *A. metabula* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

• Equinoideos:

La mayoría de los erizos presentan un esqueleto duro llamado testa que esta cubierta de espinas. Algunos erizos de profundidad utilizan la presión de sus fluidos internos en lugar de un esqueleto rígido para mantener su forma, por lo tanto cuando son recolectados y sacados de su hábitat profundo, el líquido interno se sale y su cuerpo colapsa. Algunas de estas especies presentan sacos venenosos en la punta de sus espinas. La familia Echinothuridae se encuentra distribuida únicamente en aguas profundas, destacándose los géneros *Phormosoma* y *Araeosoma* como unos de los más ricos en especies, los cuales fueron abundantes en los proyectos Macrofauna. No se conoce con exactitud de que se alimentan estos organismos, sin embargo, algunos investigadores registran en el contenido estomacal de *Araeosoma fenestratum*, hojas, tallos y fibras de plantas, con pequeñas cantidades de arena y algunos esqueletos de pequeños invertebrados.

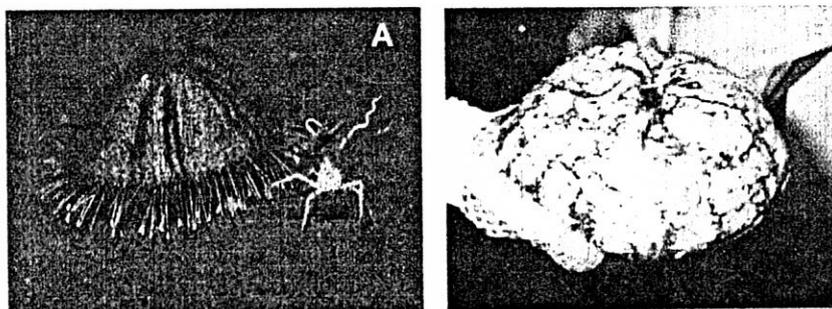


Figura 86. Erizo en ambiente natural y después de ser recolectado: A. *Tromikosoma panamense*, en vivo. B. *Tromikosoma panamense*

***Phormosoma placenta* Wyville-Thomson, 1872**  
(Orden Echinothuroidea, Familia Echinothuridae).  
Nombre común: Erizos blandos

Habita entre 50 y 3700 m de profundidad en todo el Atlántico Norte y tropical desde Iceland bajando hasta los Azores y el Golfo de Guinea; y desde el Estrecho Davis hasta el Golfo de México, Antillas, Venezuela y Colombia.

Talla: 10 cm  
Número de ejemplares: 5

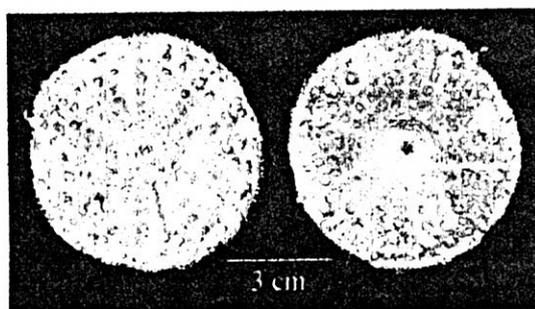


Figura 87. *P. placenta* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

***Araeosoma fenestratum* Wyville-Thomson, 1872**

(Orden Echinothuroidea, Familia Echinothuridae).

Nombre común: Erizos blandos

Habita entre 145 y 900 m de profundidad, desde las costas de Florida hasta el Sur de Cuba y Colombia.

Talla: 10 cm

Número de ejemplares: 5

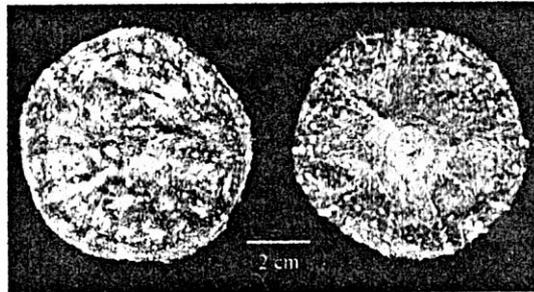


Figura 88. *A. fenestratum* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

• **Holoturidos:**

Los pepinos de mar son epifaunales muy comunes sobre fondos blandos, la mayoría se alimentan del material orgánico depositado en el suelo marino, para lo cual ingieren grandes cantidades de sedimento del cual extraen el material orgánico y la infauna. Estos organismos aportan más del 90% de la biomasa en las áreas del mar profundo y tienen una gran importancia ecológica. Algunos ejemplos de especies que habitan estas áreas se recolectaron durante los proyectos Macrofauna en el Caribe colombiano.



Figura 89. Pepino de mar en el fondo del océano (Tomado de <http://www.biosbcc.net/ocean/marinesci/04benthon/dsbenthos.htm>)

***Amphigymnas bahamensis* Deichmann, 1930**

(Clase Holothuroidea, Orden Aspidochirotida, Familia Synallactidae)

Nombre común: Pepinos de mar

Habita entre 180 y 586 m de profundidad, desde el este de Estados Unidos (entre Bahamas y Cabo Fear), Florida, Golfo de México, Cuba y el Caribe.

Talla: 25 cm

Número de ejemplares: 2

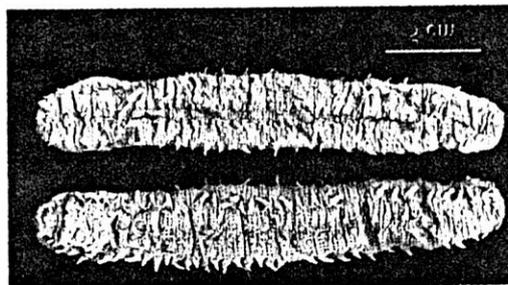


Figura 90. *A. Bahamensis* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

***Mesothuria lactea* (Théel, 1886)**

(Clase Holothuroidea, Orden Aspidochirotida, Familia Synallactidae)

Nombre común: Pepinos de mar

Es una especie típica de profundidad, cosmopolita, ampliamente distribuida en el Océano Pacífico y el Océano Atlántico. Habita entre 484 y 5100 m de profundidad.

Talla: 30 cm

Número de ejemplares: 2



Figura 91. *M. lactea* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

#### 4.2.2.3. Plancton

Gran parte de los organismos en el océano poseen estados larvales antes de convertirse en adultos. Generalmente estos estados larvales son de tipo pelágico, es decir, que flotan en el mar durante algún tiempo. Durante este proceso los organismos son muy vulnerables a la depredación y a eventos de tipo catastrófico que ocurren en el océano. Puede observarse que las características morfológicas de las larvas de muchos organismos cambian dramáticamente hasta convertirse en juveniles y adultos. Algunas de estas transformaciones resultan extraordinarias pues implican el desarrollo y posterior desaparición de órganos pedunculados o espinas exageradamente grandes.

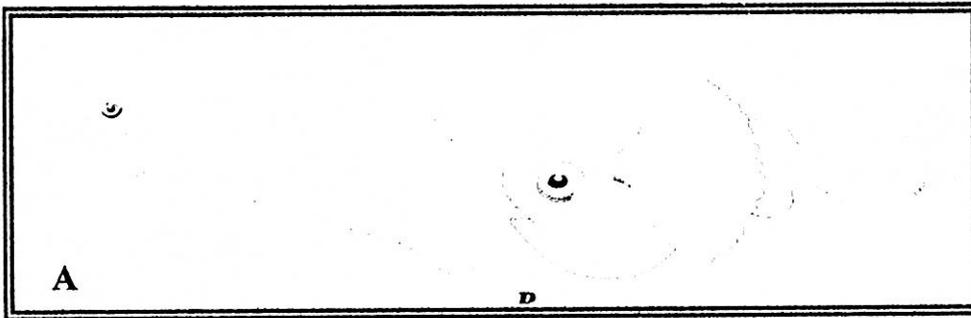


Figura 92. A. Estados larvales de algunas especies: A. *Echiodon exsilium* (Familia Carapidae), y B. *Gigantactis* sp. (Familia Giganturidae) (Tomado de Beltrán y Ríos, 2000).

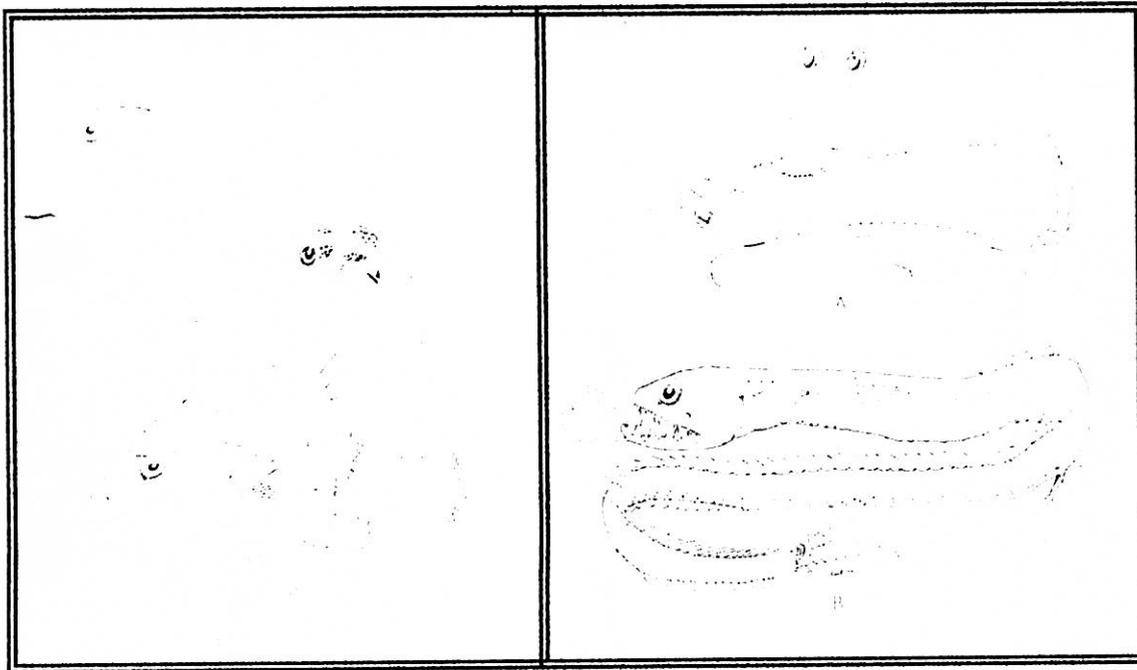


Figura 93. Proceso de metamorfosis que experimentan las larvas de: 1) *Lophiodes caulinaris* (Familia Lophiidae) y 2) *Idiacanthus antrostomus* (Familia Stomiidae). Nótese que los ojos son reabsorbidos totalmente en B (Tomado de Beltrán y Ríos, 2000).

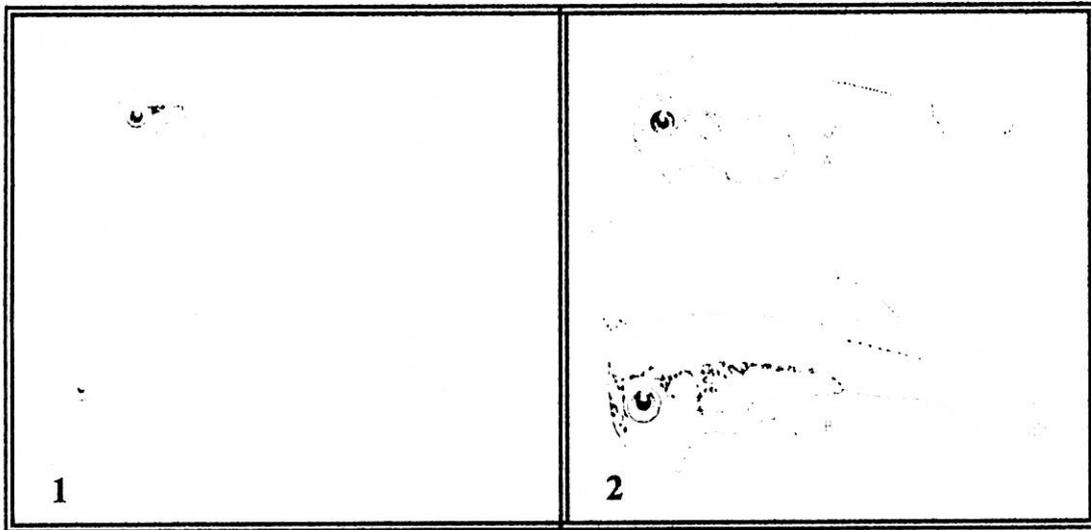


Figura 94. Proceso de metamorfosis que experimentan las larvas de: 1) *Brotula clarkae* (Familia Moriidae) y 2) *Trachipterus fukuzakii* (Familia Trachipteridae) (Tomado de Beltrán y Ríos, 2000).

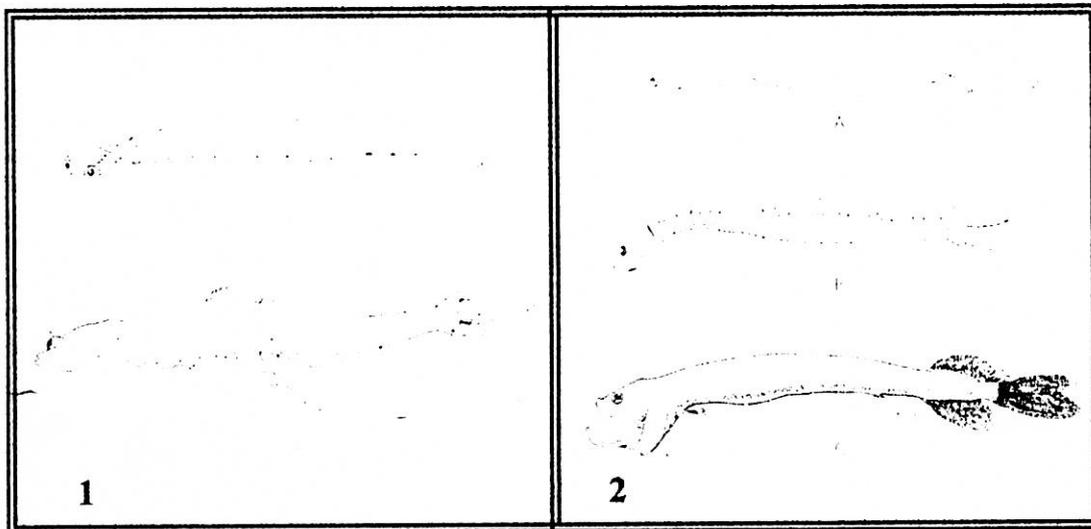


Figura 95. Proceso de metamorfosis que experimentan las larvas de: 1) *Myctophum aurolaternatum* (Familia Myctophidae) y 2) *Stomias colubrinus* (Familia Stomiidae) (Tomado de Beltrán y Ríos, 2000).

**Se espera:** Por lo menos hacer una réplica de una o dos especies para que se vea la metamorfosis que sufren. El resto de las especies se pueden representar en planchas.

#### **4.2.2.3. Otros invertebrados (Cnidarios, Esponjas):**

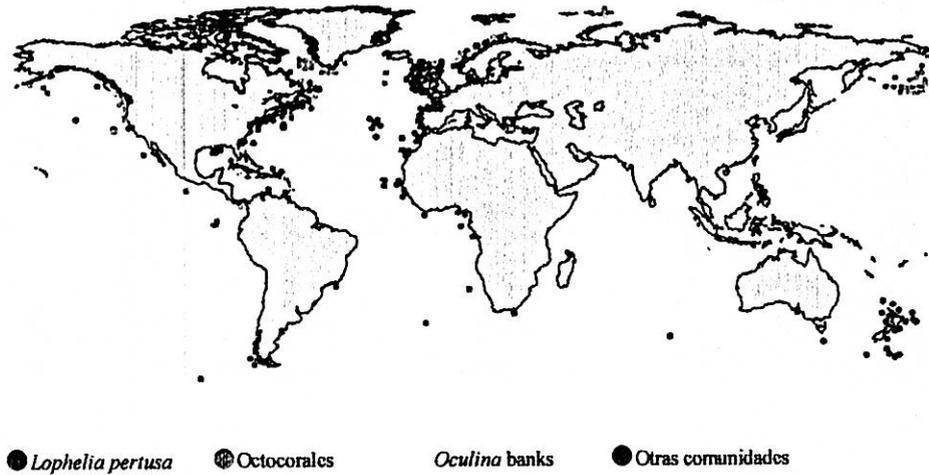
Dentro del grupo de los invertebrados presentes en aguas profundas, separamos los organismos en dos grupos, los corales formadores de arrecifes y la fauna gelatinosa. La gran mayoría de estos organismos pertenecen al phylum Cnidaria. Estos organismos pueden presentar dos formas básicas: una sesil llamada de Polipoide, y una de natación libre, llamada Medusoide. Algunos de los miembros de este grupo pueden presentar los dos estados en alguna etapa de su vida, mientras que otros solo desarrollan una sola forma.

- **Arrecifes de profundidad**

Los corales, esponjas y otros animales que secretan esqueletos y viven en agregados, modifican el fondo marino construyendo ecosistemas particulares que son esenciales para la diversa y compleja ecología de las profundidades. Los corales y esponjas son los animales multicelulares con el plan corporal más simple que habita la tierra. Se encuentran distribuidos ampliamente en todas las latitudes y a lo largo de todo el rango de profundidad, desde la superficie del mar incluso hasta los 6000 m de profundidad.

Las esponjas se pueden describir como agregados de células especializadas que funcionan como individuos. Mientras que los corales presentan un mayor grado de especialización y llegan a desarrollar órganos diferenciados; pero a diferencia de las esponjas, estos pueden crecer como individuos independientes o en colonias compuestas incluso por miles de individuos. Cada uno de ellos se denomina pólipo y son la unidad mínima en la que un coral es funcional.

Todos los corales secretan un esqueleto de carbonato de calcio que sirve como sustrato para el desarrollo de sus funciones vitales; el cual se acumula con el transcurso de nuevas generaciones de pólipos. Dicha permanencia en el tiempo de los corales, es lo que les permite no solo generar un sustrato para sí mismos, sino también, la construcción de complejas estructuras en el lecho del mar, los arrecifes de coral; los cuales proveen refugio, protección contra las fuertes corrientes y depredadores, guarderías para los juveniles, áreas de alimentación, reproducción, descanso y crianza para la vida marina, constituyéndose en verdaderas cunas de la vida en los océanos. Tradicionalmente se tiene la percepción que los arrecifes de coral solo están presentes en las regiones tropicales del globo donde las aguas claras y cálidas permiten su desarrollo y son hábitat para cientos de especies; no obstante, en años recientes se ha demostrado que los corales pueden conformar verdaderos arrecifes por debajo de la zona fótica en aguas turbias y frías de todas las latitudes, llegando a ser tan comunes como los arrecifes tropicales y del mismo modo que estos, sirven como hábitat para una gran variedad de especies.



**Figura 96.** Distribución mundial de bancos coralinos de profundidad. En azul, los arrecifes de *Lophelia*; en rojo, las comunidades de coral de chicle; en naranja, los bancos coralinos de *Oculina*; y en verde, comunidades de otros corales y gorgonáceos (Tomado y modificado de Roberts and Hirshfield (2003)).

Es de resaltar que en general las tasas de crecimiento de los corales son muy bajas, ocasionando que la construcción de este tipo de estructuras tarde cientos o miles de años; por tal razón son particularmente sensibles a la actividad humana. Toda vez que se encuentran asociados a zonas costeras densamente pobladas en el caso de los arrecifes someros o bien en inmediaciones de áreas tradicionalmente sometidas a explotaciones pesqueras, con lo cual no solo se pone en riesgo los recursos biológicos asociados si no la existencia misma del ecosistema, pues la pesca de arrastre destruye el hábitat de manera indiscriminada.

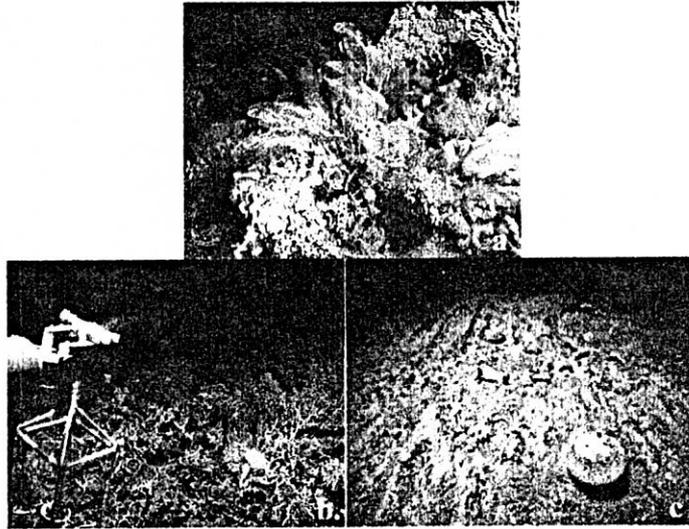


Figura 97. Tipos de arrecifes de profundidad: (a) Fondos sin arrastrar; en comparación con otros que han sido afectados por el impacto de las redes de arrastre, (b) en Alaska y (c) en Sula Ref.

Uno de los principales impactos que han sufrido las comunidades del fondo marino durante las últimas décadas es la alteración del hábitat ocasionado por las pesquerías de arrastre. Actualmente, las compañías pesqueras que utilizan redes de arrastre extraen cerca del 80 % de la producción total de peces y crustáceos del mundo; si se tiene en cuenta que la relación entre la pesca aprovechada y la pesca incidental (*by catch*), se encuentra en el orden de 1:3 (para ecosistemas de las regiones frías) hasta 1:9 (para ecosistemas tropicales), es posible dimensionar el daño irreparable que trae como consecuencia el desarrollo de esta actividad pesquera. La pesca de arrastre involucra maquinaria pesada análoga a lo que es una retroexcavadora para los suelos continentales, de modo que prácticamente ‘aran’ los fondos oceánicos devastando a su paso el hábitat conformado principalmente por esponjas y corales; en algunas lugares ha sido posible observar las enormes cicatrices (de hasta 4 Km.) que las pesadas compuertas y rodillos dejan sobre el fondo marino. De acuerdo con un informe de la UNESCO (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), entre 1990 y el 2002, alrededor de las islas Aleutianas se capturaron más de 2 millones de kilogramos de corales y esponjas, producto de la pesca incidental. Igualmente ha sido documentado el enorme impacto ocasionado sobre las comunidades coralinas de Australia, Nueva Zelanda, costa Este y Oeste de Norteamérica, así como el de todo Europa y en especial el de las costas de Noruega, donde cerca de un tercio de los arrecifes de profundidad han sido destruidos a causa de la pesca de arrastre.

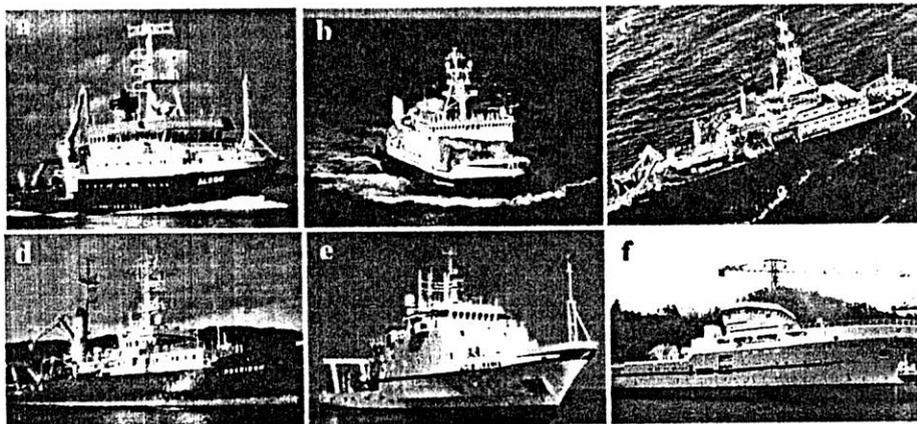
Especial relevancia han tomado los estudios en corales de profundidad, pues se ha demostrado su importancia no solo en el mantenimiento de la diversidad biológica de la plataforma profunda y talud continental, si no también por su fragilidad, por ser fuentes únicas de recursos genéticos, ser de relevancia global en el ciclo del carbono y por su

susceptibilidad al cambio global. Alrededor del mundo se están llevando a cabo iniciativas encaminadas a su estudio y conservación, siendo la Unión Europea la abanderada de este proceso con el desarrollo de múltiples proyectos entre los que se destacan:

**ACES (Atlantic Coral Ecosystem Study)** Estudio de Ecosistemas Coralinos del Atlántico. Entre las principales localidades que se estudiaron a través de este programa están el Banco de Galicia (España, 700-900 m), Talud de Porcupine (Reino Unido, 600-1200m), Rockall Trough (1000 m), Fiordos Costeros (Suecia, 85-150 m), Cordillera Sula (Noruega, 248-315 m).

**OASIS (Oceanic Seamounts: An Integrated Study)** Montes submarinos oceánicos: Un Estudio Integrado. Con este proyecto se buscó proveer una visión holística e integrada de la ecología de los montes submarinos del Atlántico Norte en tópicos tales como la biología, física, y biogeoquímica, con el fin de plantear alternativas de desarrollo sostenible.

**HERMES (Hotspot Ecosystem Research on the Margin European Seas)** Investigación en ecosistemas *'hotspot'* del margen continental europeo. Es un programa internacional de investigación multidisciplinaria en los fondos marinos del margen continental europeo y su ambiente en temas como biodiversidad, geología, sedimentología, oceanografía física, microbiología y biogeoquímica. Las áreas de estudio involucradas van desde el Ártico al Mar Negro e incluyen *'hot spots'* (puntos calientes) de biodiversidad tales como *cold seeps*, montes submarinos construidos por corales de profundidad, cañones submarinos, ambientes anóxicos y comunidades que viven asociadas a los taludes continentales.



**Figura 98.** Algunos de los buques oceanográficos y de investigación que han explorado montes submarinos y arrecifes de profundidad en el Atlántico Norte y el Mediterráneo. a. R/V Alkor. b. R/V Meteor. c. R/V Polarsten. d. R/V Poseidón. e. N/O Urania (Italia) Y f. R/V Sars.

Hasta la fecha todas estas iniciativas de investigación han dado como resultado la descripción de varios tipos de ecosistemas de profundidad, entre los que se destacan los

Arrecifes de *Lophelia pertusa*, Bancos de *Oculina varicosa*, Comunidades de octocorales y lechos de esponjas; los cuales presentan ciertas características que los hacen particulares respecto a los demás ambientes de la plataforma.

#### Arrecifes de *Lophelia pertusa*

Es un coral formador de arrecife que conforma un hábitat complejo para una gran cantidad de organismos, similar a lo que sucede en comunidades coralinas de aguas someras. Esta especie se distribuye en todos los océanos, excepto en las zonas polares. La mayoría de los arrecifes de *Lophelia* se encuentran a profundidades de 200 a 1000 m. Uno de los más grandes arrecifes de *Lophelia* descubiertos hasta la fecha es el Sula Reef Complex, en aguas de Noruega, donde se cree que son tan antiguos como 8000 años A.C. Nuevos descubrimientos de extensas áreas de este coral han sido descubiertos recientemente en el Golfo de México, Nueva Escocia y frente a Carolina del Norte.

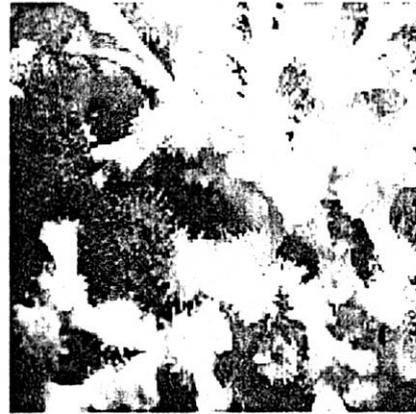


Figura 99. Arrecifes de *Lophelia pertusa*

#### Bancos de *Oculina varicosa*

Este coral es similar en forma y estructura a *Lophelia*, pero a diferencia de éste, solo se encuentra formando extensas estructuras frente a la costa de Carolina del Sur en Estados Unidos. Esta especie podría ser incluida en el grupo de los corales azooxantelados, los cuales se asocian facultativamente con las algas simbióticas según la disponibilidad de energía solar. Es así, como la forma azooxantelada puede extender su rango de distribución desde los 50 a 150 m de profundidad en el borde de la plataforma de Carolina del Norte, pero es frente a la costa de Carolina del sur donde alcanza su máximo desarrollo constituyendo los únicos bancos coralinos conocidos de esta especie entre 70 y 100 m de profundidad.

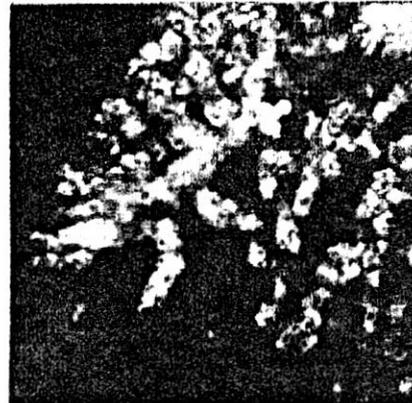


Figura 100. Bancos de *Oculina varicosa*

### Comunidades de Octocorales

Los gorgonáceos *Primnoa* y *Paragorgia arborea*, más conocidos comúnmente como “árboles rojos” y “coral de chicle” respectivamente, pueden alcanzar alturas de hasta 2,5 m de alto y 2,7 m de ancho. Estos corales han sido colectados por pescadores y se han observado mediante sumergibles. Estas especies se encuentran en el Pacífico y Atlántico Norte desde los 30 hasta más de 750 m de profundidad, incluso la *Paragorgia* puede ser encontrada a profundidades de hasta 1300 m.

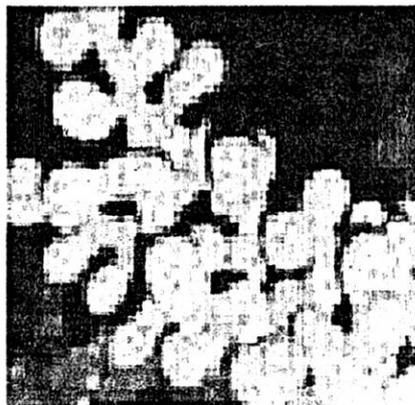


Figura 101. Comunidades de Octocorales

### Lechos de esponjas

Adicionalmente a los corales, otros organismos tales como esponjas, tunicados, anémonas y briozoos, conforman estructuras importantes que proveen de refugio y hábitat a peces y moluscos comercialmente importantes; estas comunidades han sido observadas principalmente en Alaska. Arrecifes de esponjas masivas o esponjas de cristal, también han sido observados en Canadá.

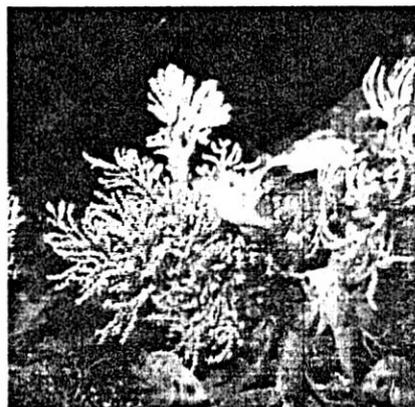
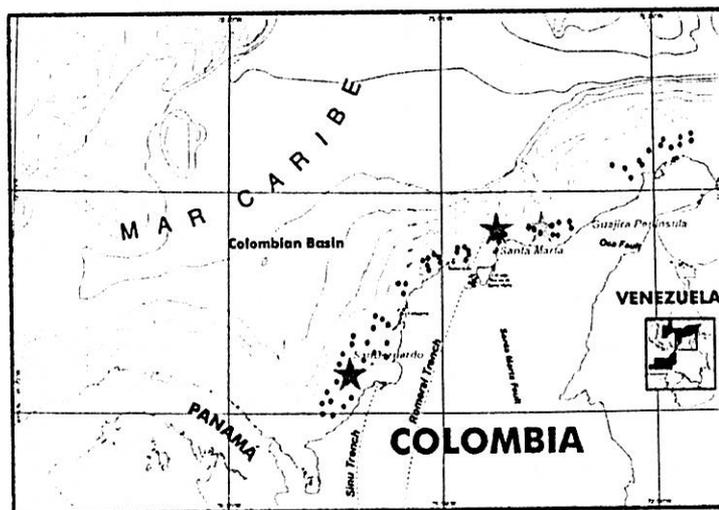


Figura 102. Lechos de esponjas

En Colombia durante el período 1998-2005, se adelantó un amplio estudio de la diversidad asociada al lecho marino entre los 20 y 500 m de profundidad en la Caribe colombiano, como parte de sus resultados se detectó la presencia de ambientes funcionalmente similares a los anteriormente descritos; cuyas características particulares los hacen únicos, no solo en un ámbito nacional sino también dentro del contexto mundial, pues las especies de corales

o esponjas que resultan dominantes en ellos no son las mismas que las descritas para otras regiones del planeta.

En nuestro país estos bancos coralinos se ubican en: 1. La Guajira, frente a Dibulla a 70 m, 2. Santa Marta, frente a Isla Aguja a 200 m de profundidad y 3. Frente a Islas de San Bernardo, a 150 m de profundidad. Al igual que en otras latitudes, el descubrimiento de estos sectores ha sido meramente accidental y aunque no se cuenta con una descripción detallada también se ha hecho evidente que sobre estas áreas la pesca de arrastre puede representar un amenaza para la presencia y conservación del ecosistema. Con el fin de iniciar la exploración detallada de estos ecosistemas el INVEMAR en colaboración con COLCIENCIAS, se encuentran desarrollando un proyecto de caracterización geofísica y biológica de los bancos coralinos de profundidad que se encuentran en el área de Cartagena.



**Figura 103.** Localización de las estaciones de muestreo durante los proyectos Macrofauna I y II.

Las estrellas indican tres áreas con posible presencia de corales de profundidad:  
La Guajira (~70 m, rojo); Santa Marta (~200 m, azul); San Bernardo (~150 m, verde)

Además de los estudios adelantados por el INVEMAR, la exploración de recursos no renovables en la plataforma continental marina ha involucrado a la empresa petrolera. En el año 2003, la Vicepresidencia de Exploración -VEX- de ECOPETROL introdujo por primera vez en el denominado "offshore Caribe" la adquisición de información sísmica 3D y otros datos geofísicos de alta resolución con el fin de explorar nuevas áreas para la explotación de hidrocarburos. En el futuro inmediato estas actividades de exploración no solo pueden convertirse en fuente de divisas para el país, sino que aportarán valiosa información geofísica que servirá como base para el estudio y manejo de los ecosistemas profundos en el caribe colombiano.

• Corales:

A continuación se describen algunas de las especies de coral más representativas de estos ecosistemas.

***Madrepora oculata* (Pourtalès, 1871)**  
(Orden Scleractinia; Familia Caryophylliidae)

*M. oculata* es extremadamente variable, forma grandes arbustos o colonias flabeladas por crecimiento extratentacular. Esta especie comúnmente se presenta en otra forma invariablemente asociada con un gusano comensal (*Eunice* sp.), alrededor del cual crece el coral o se incrusta. En esta forma el patrón de ramificación es mucho más cercano, formando colonias arbustivas con frecuente anastomosis entre las ramas.

Esta especie es muy común en el Atlántico tropical desde Georgia a Río de Janeiro y Golfo de México. También se encuentra en el Atlántico Oriental, India y Océano Pacífico.

Distribución batimétrica: 144 a 1391 m, 4° a 12°C. En Colombia ha sido registrada su presencia frente a San Bernardo-Rosario y en La Península de la Guajira. Entre los 800 y 1000 m de profundidad.

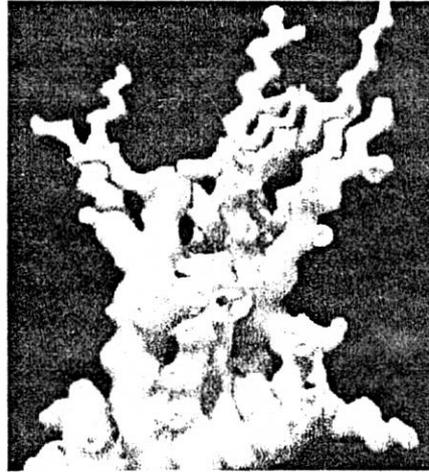


Figura 104. *Madrepora oculata* (Tomado de <http://www.coris.noaa.gov/about/deep/deep.html>)

***Madracis myriaster* (Milne Edwards y Haime 1849)**  
(Orden Scleractinia; Familia Pocilloporidae)

Común en el Caribe, Bahamas y Golfo de México, desde Bahía Onslow hasta Surinam, incluyendo Bermuda. También se encuentra en Islas Huevo, Trinidad. En Colombia se encuentra desde la Península de la Guajira hasta las Islas de San Bernardo. Es una de las especies dominantes en los bancos coralinos de profundidad en Colombia.

Distribución batimétrica: 20-1220 m. En Colombia entre los 56 a los 200 m de profundidad.

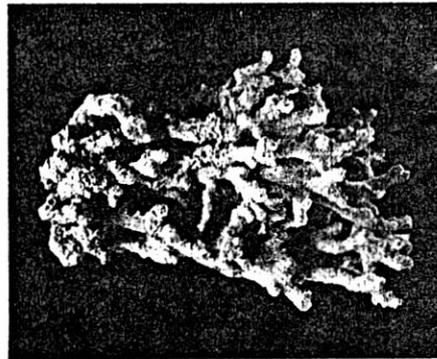


Figura 105. *Madracis myriaster* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

***Cladocora debilis* Cairns 1977**  
(Orden Scleractinia; Familia Caryophylliidae)

Este coral generalmente forma setos bajos con ramas hasta de un tercer orden; usualmente las colonias crecen un plano y se encuentran colonizando sustratos arenosos, rara vez están adheridas a un sustrato duro. Casi siempre las colonias se encuentran sobrecrecidas por numerosas especies incrustantes. Es común en el Atlántico occidental tropical desde Carolina del sur hasta Venezuela, incluyendo el Golfo de México y el Caribe. Atlántico oriental: Mediterráneo, Africa occidental y golfo de Nueva Guinea, Archipiélago de Madera, Islas Canarias.

Distribución batimétrica: 32 a 480 m. En Colombia desde la Guajira hasta el Parque Tayrona. Formando lechos densamente poblados sobretodo en la vertiente norte de la sierra nevada de Santa Marta a 70 m de profundidad.



Figura 106. *Cladocora debilis* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

***Anomocora fecunda* (Portalés 1871)**  
(Orden Scleractinia; Familia Caryophylliidae)

Coral alargado (hasta 10 cm), cilíndrico o helicoidal, que se caracteriza por presentar un gran número de yemas o cicatrices en su superficie exterior, producto del tipo de reproducción típica de esta especie. Por lo general habita sobre lechos rocosos o sobre los esqueletos de otras especies. En Colombia es uno de los corales más abundantes en los bancos coralinos de profundidad. Se encuentra desde las Bahamas hasta Brasil, incluyendo el Golfo de México y el Caribe. En el Atlántico oriental se conoce de Azores, Madeira e Islas Canarias.

Distribución batimétrica: 37-640 m. En Colombia se conoce frente a la Península de la Guajira hasta las Islas de San bernardo.

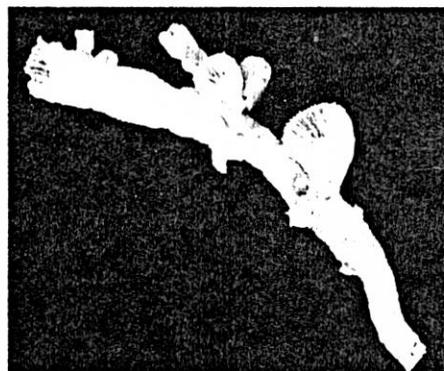


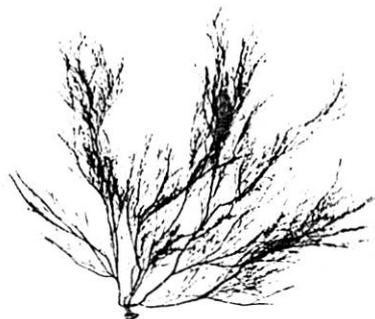
Figura 107. *Anomocora fecunda* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

***Antipathes salix* Cairns 1977**

(Orden Antipatharia; Familia Antipathidae)

*A. salix* se caracteriza por formar colonias grandes en forma de arbustos que pueden alcanzar 1 m de envergadura. Esta especie es común en el Caribe. Es posible que del mismo modo que en las zonas someras de la región de Santa Marta, donde es común que ciertas áreas del arrecife alberguen poblaciones relativamente grandes de corales negros, algunos sectores de la plataforma continental presenten poblaciones importantes de esta especie, constituyendo un hábitat específico que puede dar refugio a numerosas especies de peces e invertebrados marinos.

En Colombia sólo se conoce de la Región de Santa Marta a 200 m de profundidad.



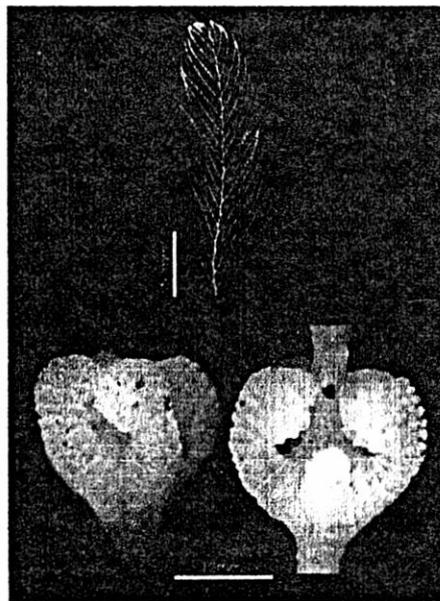
**Figura 108.** *Antipathes salix* (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

***Callogorgia* sp.**

(Orden Octocorallia; Familia Callogorgiidae)

Este octocoral puede alcanzar tallas considerables superando el metro de altura, en sus ramas largas y delgadas se ubican series de pólipos que se caracterizan por presentar un exoesqueleto con escleritios en forma de escama, lo que le proporciona un aspecto acorazado. La gran talla que alcanza esta especie puede favorecer su uso como refugio por especies de peces.

Las especies de este género se encuentran ampliamente distribuidas en el Atlántico occidental tropical, entre los 37 y los 640 m de profundidad, en Colombia se encontraron entre los 200 y 500 m de profundidad frente a Isla Aguja, en Santa Marta.

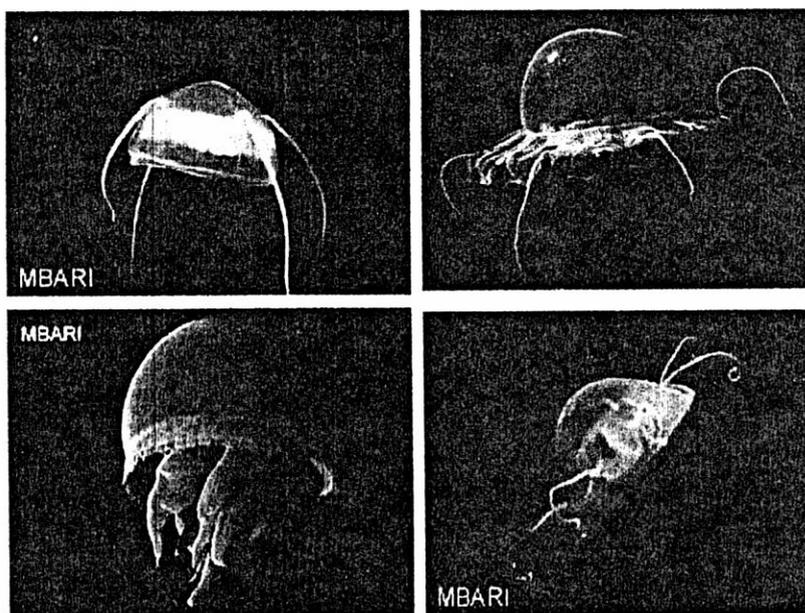


**Figura 109.** *Callogorgia* sp. (Expedición INVEMAR-Macrofauna I).

**Se espera:** elaborar un arrecife de coral con representación de las especies anteriores, y si se consiguen los permisos, se presentará un video de exploración submarina realizado en Colombia en uno de estos arrecifes de profundidad.

- **Fauna Gelatinosa**

Los vehículos submarinos han permitido descubrir una gran y compleja gama de animales gelatinosos de increíbles formas en las profundidades del mar. Se calcula que al menos un cuarto de la biomasa presente en zonas pelágicas profundas está representada por los cuerpos de estos animales de contexturas blandas y pueden estacionalmente dominar el segundo y tercer eslabón de las redes tróficas presentes en estos ecosistemas. De esta forma, los vehículos submarinos han permitido describir muchos nuevos taxa de esta fauna gelatinosa.



**Figura 110.** Algunas especies de cnidarios fotografiados a grandes profundidades con ayuda de vehículos submarinos controlados desde la superficie. (Tomado de [http://www.mbari.org/data/images\\_video/animals.htm](http://www.mbari.org/data/images_video/animals.htm)).

Una explicación a la proliferación de animales gelatinosos en zonas profundas, especialmente las grandes formas, es la reducción de ciertas fuerzas hidrodinámicas a profundidades por debajo de la capa de mezcla. Este factor físico permite la producción de cuerpos expansivos muy frágiles, y a su vez, aumenta el éxito en la captura de alimento al aumentar las tasas de ingestión de presas y otras partículas.

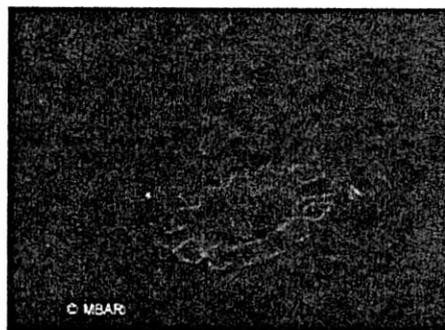
***Solmissus* spp.**

(Subclase: Narcomedusae , Familia:Cuninidae)

Es el cnidario mesopelágico más abundante en regiones cálidas y templadas de todo el mundo. Es un predador activo, siempre moviéndose con algunos o todos sus tentáculos hacia adelante. Se alimenta en su mayoría de otros animales gelatinosos: ctenóforos, otras medusas, sifonóforos y quetognatos. Su rango de distribución predominante esta entre los 200 y 400 m de profundidad.

**Talla: 8 cm**

**Número de ejemplares: 6**



**Figura 111.** *Solmissus* sp. (Tomado de <http://www.mbari.org/staff/kraskoff/MBARI/>)

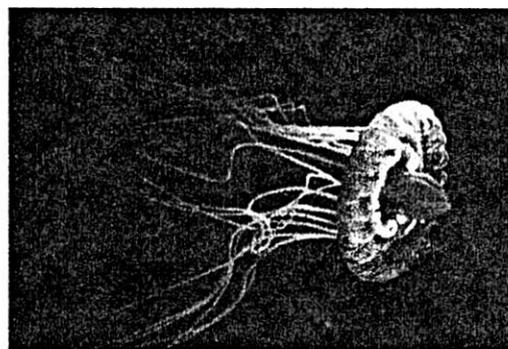
***Atolla wivillei* Haeckel, 1880**

(Superclase: Scyphozoa , Subclase: Scyphomedusae, Familia: Atollidae)

Este género esta distribuido por todo el mundo y se caracteriza por desplegar comportamientos bioluminiscentes increíbles. Se cree que se alimenta de zooplancton. Habita a profundidades de hasta 5000m.

**Talla: 15 cm diámetro**

**Número de ejemplares: 3**



**Figura 112.** *Atolla* sp. (Cortesía de E. Widder (HBOI))

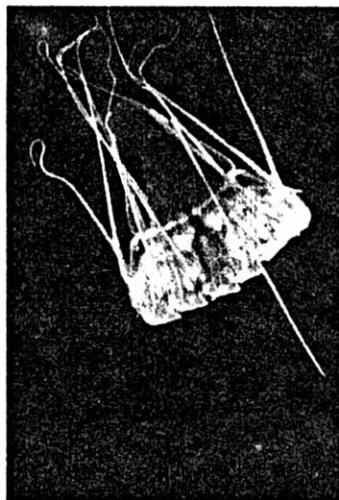
***Periphylla periphilla* Peron and Lesueur 1810**

(Superclase: Scyphozoa , Subclase: Scyphomedusae, Familia: Peryphillidae )

Es una de las pocas medusas holoplactónicas conocidas en el Pacífico Oriental que no pasa por ningún estado sésil de pólipo. Es una especie que realiza migraciones verticales que se alimenta de copépodos y otros crustáceos. Se encuentra a profundidades entre 900 y 7000 m.

**Talla: 20 cm**

**Número de ejemplares: 5**



**Figura 113.** *Peryphilla* sp. (Cortesía de E. Widder - HBOI)

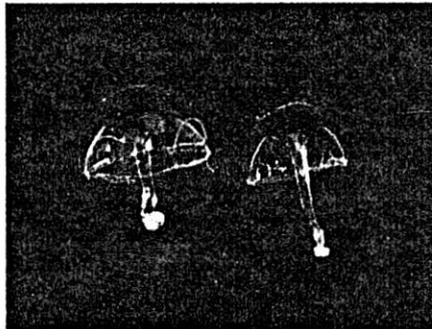
***Liriope tetraphylla* (Chamizo and Eysenhardt, 1821)**

(Superclase: Hydrozoa , Subclase: Trachymedusae, Familia: Geryonidae )

Es una especie distribuida en el Pacífico oriental desde los 40° N a los 40° S. Son difíciles de identificar debido a su reducido tamaño y a su apariencia transparente. Puede ser encontrada en zonas superficiales del océano.

**Talla: 3 cm**

**Número de ejemplares: 10**



**Figura 114.** *Liriope tetraphylla* (Tomado de <http://jellieszone.com/liriope.htm>)

***Pelagia noctiluca* Peron and Lesueur, 1810**

(Superclase: Scyphozoa , Subclase: Scyphomedusae, Familia: Pelagiidae)

Puede alcanzar grandes tamaños. Se encuentra distribuida en los océanos Pacífico y Atlántico y en el mar Mediterráneo. Presenta comportamientos bioluminiscentes espectaculares.

**Talla: 40 cm**

**Número de ejemplares: 1**



**Figura 115.** *Pelagia noctiluca* (Cortesía de E. Widder (HBOI))

### 4.3. Estrategias de vida

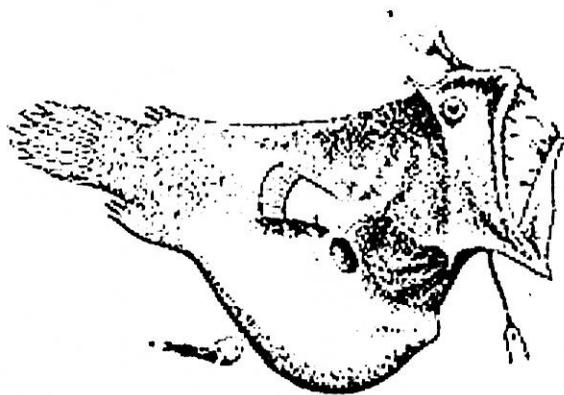
Las condiciones especiales y a la vez extremas que rodean la vida en las zonas profundas del océano han permitido el desarrollo de diversas estrategias de vida por parte de sus habitantes. Muchas de estas estrategias solo son posibles en este ambiente y resultan tan espectaculares y aterradoras que han sido el sustento de historias y mitos asombrosos en torno a muchas de estas criaturas. Algunas estrategias han sido difíciles de comprender desde el punto de vista adaptativo, debido a la complejidad que las rodea, mientras que otras resultan más que comprensibles si tenemos en cuenta las difíciles condiciones del ambiente en el que se desarrollan.

Uno de los aspectos que más ha contribuido al desarrollo de estrategias de vida en las profundidades marinas parece ser el alimento. Su escasez en este ambiente y la necesidad de aprovechar eficientemente la energía destinada a su búsqueda, ha hecho que muchos de los organismos desarrollen estructuras que aseguren su obtención. Entre estas estructuras se cuentan el desarrollo de grandes mandíbulas y dentaduras (Peces Stomiiformes), así como la increíble capacidad de expandir el estomago para permitir ingerir presas más grandes que su propio cuerpo. De la misma forma, el desarrollo de estructuras que hacen las veces de señuelos es un rasgo característico en algunos peces del orden Lophiiformes, llamados comúnmente pescadores. Estos señuelos permiten atraer más fácilmente a las presas y aumentar la probabilidad de éxito en la captura del alimento.

Por otra parte, las estrategias reproductivas de muchos organismos son aun desconocidas, sin embargo, en algunos casos se han podido identificar permitiendo comprender mecanismos extremadamente particulares. En el caso de algunas especies de peces pescadores de profundidad (p.e. *Ceratias holboelli*) se ha observado una extraña estrategia de vida que parece dar resultado. Al parecer, en respuesta a la baja densidad de individuos de su misma especie dentro del ambiente, estos peces han adoptado una estrategia de dimorfismo sexual en donde las hembras superan ampliamente en tamaño a los machos. Estos últimos presentan un tamaño muy reducido pero con unos dientes muy desarrollados que les permite morder el cuerpo de la hembra cuando la encuentran y permanecer aferrado a ella. De ahí en adelante el cuerpo del macho prácticamente adquiere la apariencia de un apéndice no funcional de la hembra, teniendo como única función la producción de esperma. Esta novedosa estrategia garantiza el éxito reproductivo en el vasto ambiente de las profundidades en donde encontrar pareja puede ser una tarea casi imposible.

Finalmente, una estrategia que se tratara con más detenimiento, constituye uno de los rasgos más característicos de la fauna de las profundidades. La capacidad de producir luz a través de reacciones químicas es un rasgo característico de muchos animales del mar

profundo. Esta capacidad en continua evolución ha permitido la sobrevivencia de muchas de las criaturas ubicadas a cientos de metros de profundidad en el océano.



**Figura 116.** Esquema de una hembra del pez pescador de profundidad *Ceratias holboelli*, con un macho adherido a ella. (Tomado de: P.J.P. Whitehead et al, 1986).

## **5. FENÓMENOS QUE AFECTAN LA VIDA DE LOS SERES VIVOS.**

### **5.1. Presión**

El peso del aire al nivel del mar es igual a 1 kg.cm<sup>-3</sup>, equivalente a una atmósfera en términos físicos. Además del peso del aire, el agua también ejerce presión sobre los organismos que se encuentran sumergidos dentro de cualquier cuerpo de agua. Esta presión es mucho mayor que la presión del aire y aumenta rápidamente a medida que aumenta la profundidad en el océano (una atmósfera cada 10 metros de profundidad). De esta forma, la presión a 1000 m de profundidad será 100 veces mayor que la presión en la superficie.

El cuerpo de la mayoría de organismos marinos está compuesto por agua, lo que minimiza los efectos de la presión sobre los organismos. Sin embargo, algunos peces poseen vejigas natatorias llenas de gases que están influenciadas por la presión externa. Estas vejigas les permiten mantener una flotabilidad neutra dentro de la columna de agua y son capaces de regular esta flotabilidad para poder cambiar de profundidad. El mecanismo por el cual pueden moverse dentro de la columna de agua está dado por la capacidad de aumentar o disminuir el volumen de gas presente en la vejiga. El gas desalojado es traspasado a los torrentes sanguíneos hasta cuando se vuelvan a necesitar. Este sistema es muy efectivo para cambiar de profundidad y buscar alimento en diferentes capas de agua, sin embargo, en los animales de grandes profundidades o los que realizan migraciones muy largas en corto tiempo representa una desventaja, ya que la vejiga puede colapsar o estallar dependiendo de la velocidad a la cual se realice el cambio. Algunas evidencias recientes sugieren que algunos organismos marinos utilizan proteínas especiales para adaptarse a ambientes con presiones grandes o que deban realizar cambios rápidos de profundidad.

### **5.2. Luz**

La luz proveniente de la atmósfera no penetra fácilmente el agua; por ello a medida que aumenta la profundidad, la intensidad de la luz disminuye rápidamente. Igualmente la turbidez del agua influye en la cantidad de luz que penetra en su interior. En general, se cree que a una profundidad de 100 m, la intensidad de la luz es 100 veces menor que en la superficie. Durante el día, la luz solar decrece exponencialmente con la profundidad y se cree que al momento en que se alcanzan 150 m de profundidad, más del 99% de la luz que entra a la superficie ha sido disipada y absorbida.

Las longitudes de onda rojas son absorbidas dentro de los primeros 10 metros, las amarillas desaparecen antes de 100 m, las verdes pueden ser percibidas hasta 250 m y finalmente sólo las longitudes de onda azules penetran al mar profundo (>250 m). A medida que la profundidad se incrementa el eje de iluminación se hace más vertical y la luz remanente se hace altamente direccional. La penetración de la luz en el agua hace que ésta sea débil y

difusa a éstas profundidades, suavizando los bordes de las imágenes y reduciendo el contraste. A pesar de la oscuridad del hábitat, la luz es un factor importante que determina la distribución vertical y comunicación de los organismos allí presentes. Los engaños visuales son comunes en las profundidades entre las presas y predadores por igual (p.e. el fenómeno de la bioluminiscencia).

Los organismos que poseen ojos en las profundidades marinas son escasos y cuando estos órganos están presentes pueden llegar a ser muy reducidos o vestigiales. Sin embargo, se cree que a pesar de esto muchos animales son influenciados de alguna forma por la poca cantidad que alcanza a penetrar o la que producen otros organismos mediante la bioluminiscencia.

### **5.2.1. Bioluminiscencia**

La capacidad de generar luz mediante una reacción química es un fenómeno común en los animales de las profundidades marinas, al contrario de lo que ocurre en los ambientes terrestres. En lo profundo del mar, el régimen de luz está limitado completamente por la bioluminiscencia y parecería difícil encontrar un lugar en donde no ocurriera este fenómeno. Esta parece ser la forma más común de comunicación en el hábitat pelágico profundo, donde por lo menos el 90% de sus habitantes son capaces de producir luz. Siendo esta adaptación primordialmente de naturaleza marina, su evolución dentro del océano se evidencia por los distintos mecanismos químicos que utilizan organismos de varios grupos taxonómicos para emitir luz.

Su producción se puede dar de dos formas: como resultado de una propiedad intrínseca de los tejidos del animal dentro de órganos llamados *fotóforos*, o puede ser producida por bacterias simbiotas almacenadas en órganos luminosos del animal. La diferenciación de estos dos mecanismos es difícil debido a que muchas veces no es posible aislar las bacterias que se encuentran en los órganos luminosos de los animales.

Sobre la ventaja adaptativa que proporciona este comportamiento, no existe hasta el momento una conclusión definitiva. Al parecer, la bioluminiscencia cumple distintos propósitos dependiendo del organismo y la ubicación de los órganos bio-luminiscentes dentro de sus cuerpos. Se cree que la mayor parte de estos comportamientos obedecen a estrategias defensivas de los organismos; sin embargo, también es un mecanismo utilizado para detectar posibles presas. En este caso, los animales presentan órganos bio-luminiscentes que actúan como señuelos para atraer a sus presas. La bioluminiscencia también puede ser un mecanismo de comunicación entre organismos de la misma especie, siendo utilizada en la búsqueda de parejas en un medio totalmente dominado por la oscuridad.

El mecanismo había sido observado desde mucho tiempo atrás, sin embargo solo hasta 1887 el científico Raphaël Dubois aisló este tipo de luz de una almeja común que hace huecos dentro de las rocas. Descubrió que si sumergía ésta almeja en agua fría, se observaba una luz en el agua que permanecía por varios minutos, indicando que había extraído luz haciendo que la almeja produjera químicos de sus tejidos. Dependiendo de los tipos de luciferina y luciferasa que produzcan los animales, se generan distintos tipos de luz que pueden variar en intensidad e incluso en color.

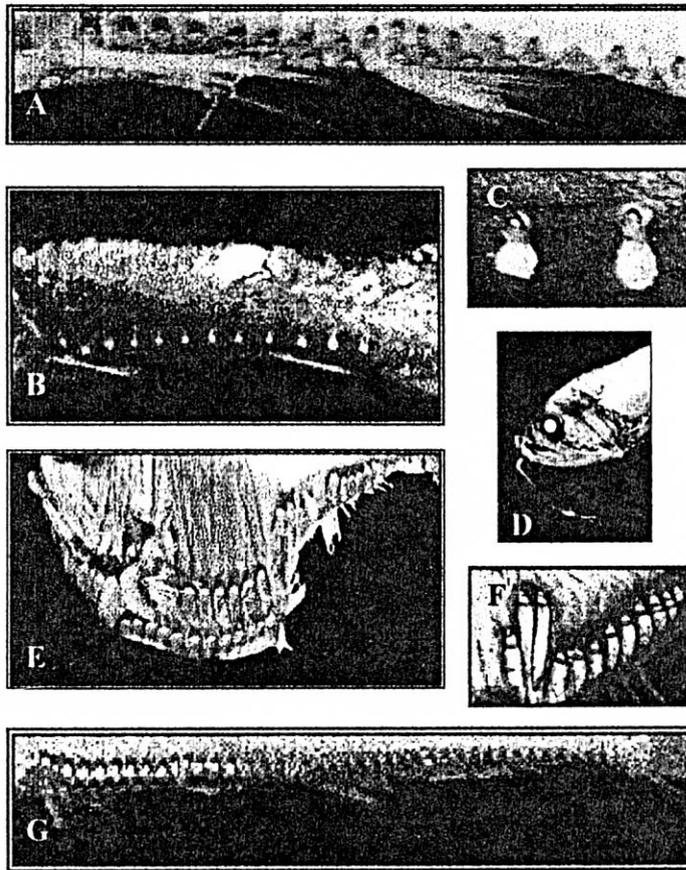


Figura 117. Detalles de los fotóforos de algunas especies abisales: A. *Pollichthys maui*. B y C. *Sigmops elongatum*. D. *Stomias affinis*, en esta especie, además de los fotóforos distribuidos a lo largo del cuerpo, se crea una estructura a modo de "caña de pescar" con una carnada luminiscente para atraer la presa. E. *Argyropelecus aculeatus*. F. *Polyipnus asteroides*. G. *Polymetme corythaeola*.

Una de muchas estrategias de producción de luz en las profundidades es la "Contra-iluminación", un fenómeno mediante el cual algunos animales de las profundidades

eliminan las siluetas de sus cuerpos que se producen por el reflejo de la luz. Estos organismos generan luz para desaparecer el reflejo de sus siluetas causado por otras fuentes de luz y así evitan ser detectadas por otros organismos. Para que el mecanismo sea efectivo, el animal debe regular la intensidad de su emisión de luz en concordancia con la cantidad y color de la luz del sol que penetra a la profundidad donde se encuentra.

### *Química de la bioluminiscencia*

En general, un proceso de emisión de luz se inicia cuando un electrón absorbe energía y se mueve a una órbita superior. Cuando el mismo electrón desciende a un estado de energía más bajo, se libera un paquete de energía conocido como *fotón*. Estos electrones pueden ser excitados de numerosas maneras; en el sol o en un bombillo de luz son excitados térmicamente, por ello, tendemos a asociar calor con luz. Cuando la excitación de los electrones proviene de una reacción química se le denomina Quimioluminiscencia, siendo la bioluminiscencia aquella que se produce al interior de un organismo. Aquí los electrones son excitados por una reacción química muy eficiente que no genera ningún tipo de calor, por eso esta forma de emisión de luz es llamada *luz fría*. El proceso no debe ser confundido con el de fluorescencia pues la forma en que se excitan los electrones en los dos procesos es distinta.

Para que sea posible la reacción química que produce la bioluminiscencia se necesitan cuatro elementos básicos: el *oxígeno*, un compuesto orgánico llamado *luciferina*, una enzima catalizadora de la reacción llamada *luciferasa* y *ATP* que genera la energía necesaria para que se produzca la reacción.

#### *Descripción básica de la reacción:*



El proceso se inicia con la oxidación de la luciferina por el oxígeno, posteriormente la reacción se acelera por el efecto de la luciferasa y el ATP proporciona energía que permitirá el cambio de la luciferina en luciferina oxidada que tiene la capacidad de descomponerse y volver a su estado inicial liberando el exceso de energía captado en forma de luz. Esta reacción se produce en muy poco tiempo y se mantiene mientras el organismo que la genere esté excitado y tenga la capacidad de suministrar más energía en forma de ATP.

En la naturaleza pueden ser encontradas diversas variantes químicas de la luciferina, dependiendo básicamente del organismo que produce la reacción. Dentro de los grupos principales de luciferinas encontradas en el océano se distinguen:

*-Luciferina producida por bacterias:* Presente en bacterias, algunos peces y calamares.

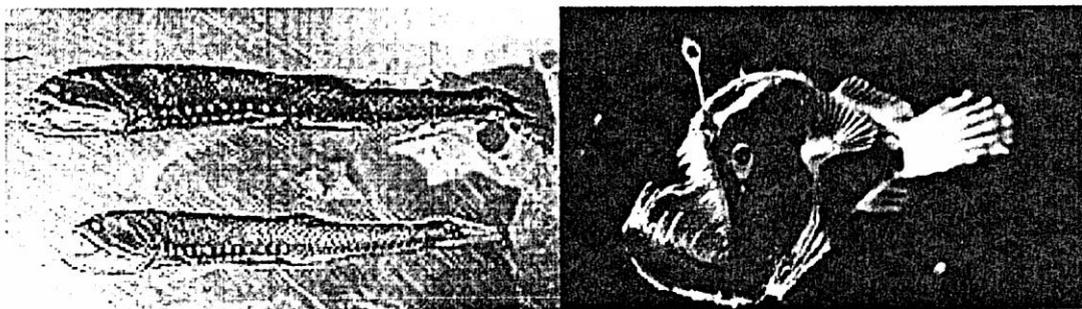
-*Luciferina producida por Dinoflagelados*, que al parecer es un derivado de la clorofila ya que tiene una estructura muy parecida. Presente en dinoflagelados y camarones eufasidos.

-*Vargulina*, es una luciferina producida por ostracodos y peces. Su producción guarda estrecha relación con el tipo de alimento que ingieren estos organismos.

-*Coelenteracina* (coelenterazine) que corresponde al tipo más común de luciferina encontrado en el mar en una gran variedad de organismos. Presente en radiolarios, ctenóforos, cnidarios, calamares, copépodos, camarones, algunos peces y quetognatos. Este

Por otro lado, es posible que la luciferina y la luciferasa sean agrupadas en una sola unidad llamada "Fotoproteína". Generalmente el tipo de luciferina asociada es la Coelenteracina. Esta molécula puede ser forzada a producir luz cuando se agrega al sistema un ion determinado que muchas veces es de calcio.

Producto de la evolución de este mecanismo en el océano, pueden encontrarse estrategias como la del pez dragón del género *Aristostomias*, que produce luz roja desde unos fotóforos ubicados en sus mejillas. La luz roja es percibida por muy pocos organismos en las profundidades del océano, ya que la mayoría de ellos están acostumbrados a percibir y emitir luz únicamente luz azul. Esta ventaja permite a esta especie emitir luz roja sin ser reconocida y además percibir organismos a su alrededor que podrían convertirse en su alimento. Otros organismos como algunos cnidarios pueden generar luz de color verde, lo que les permite gozar de una ventaja similar a la del pez dragón.



**Figura 118.** Peces con órganos luminiscentes en distintas partes de su cuerpo. A la izquierda el pez de luz *Gonostoma elongatum* con órganos luminiscentes (fotóforos) en la parte inferior de su cuerpo que frecuentemente utiliza como técnica de contra-iluminación. A la derecha el Pescador negro *Oneroides* sp. Se observa que posee un ilicium bioluminiscente en medio de sus ojos que le permite atraer a sus presas. (Tomada de: [http://www.cienciadigital.net/febrero2002/frame\\_bioluminiscencia.html](http://www.cienciadigital.net/febrero2002/frame_bioluminiscencia.html)).

La bioluminiscencia es un fenómeno espectacular que ha podido ser observado por marineros y personas que frecuentan los mares en la superficie de sus aguas. Otros

organismos bioluminiscentes habitantes de las profundidades son igualmente espectaculares y pueden llegar a ser tan abundantes, que cualquier disturbio en una zona aparentemente oscura y deshabitada, como el de un vehículo submarino o un pez generara destellos de luz que representan un verdadero espectáculo para la vista humana.

### **5.2.2. Migraciones Diarias**

Es un hecho ya documentado en varias partes del mundo que muchos organismos que habitan las profundidades marinas realizan migraciones verticales durante el día. Algunos científicos han sugerido que la luz es el factor que determina la profundidad a la cual se distribuyen estos organismos. A través de sonares, han detectado una capa dentro del océano que cambia de profundidad; generalmente esta capa se ubica a grandes profundidades durante el día mientras que en la noche la capa asciende a partes más "someras". Esta capa recibe el nombre de *DSL (deep scattering layer)* y está compuesta por una masa de organismos marinos en migración en su mayoría peces mictófidos, camarones eufásidos sifonóforos y copépodos.

Para explicar este fenómeno se han sugerido algunas teorías, entre las cuales la más importante explica estas migraciones debido a comportamientos de escape de los organismos que ocupan la *DSL* ante predadores que se orientan por la luz. De esta forma, durante el día, los organismos se ubican a grandes profundidades donde la luz no penetra y evitan ser predados, mientras que en la noche migran a zonas más someras debido a la ausencia de luz producida por el sol. Incluso, se ha propuesto que la hora del día en la que se producen estas migraciones esta igualmente relacionada con la presencia de dinoflagelados bioluminiscentes que permitirían que algunos predadores se alimentaran de los organismos que componen esta capa. También, se ha probado recientemente, que la hora de inicio de estas migraciones esta fuertemente influenciado por el tamaño corporal de los individuos, de tal forma que los más pequeños inician las migraciones más temprano debido al menor riesgo de ser identificados por los predadores en aguas más superficiales.

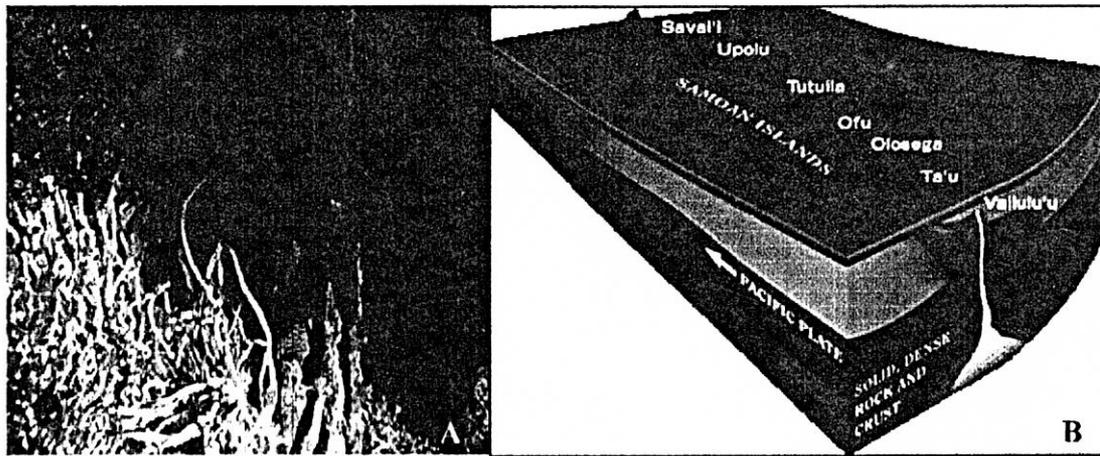
**Se espera:** Escoger las especies que realizan migración vertical y en un modelo interactivo con un juego de luz y sombra, el publico experimentará que significa una migración vertical (p.e. *Sternoptix obscura* y *Bathophilus filifer*).

### **5.3. Temperatura**

La temperatura superficial del océano puede variar ampliamente (desde 40 hasta -2°C), dependiendo de la latitud. Sin embargo, la temperatura promedio de todo el océano es de 3 o 4°C. Además existe un patrón general que indica que la temperatura del océano desciende

constantemente hasta llegar a los 5°C en 1000 m de profundidad. Posteriormente entre 2000 y 3000 m la temperatura alcanza 4°C.

La excepción de este patrón lo constituyen: las **fumarolas hidrotermales** en donde las temperaturas inmediatas pueden alcanzar los 400° C, sin embargo esta temperatura se disipa rápidamente a medida que se aleja de la fumarola; y los **puntos calientes** (*hot spots*) o centros de prolongada actividad volcánica, que se encuentran principalmente en la zona del valle de separación, pero también se pueden presentar en medio de las placas de la litósfera.



**Figura 119.** Ejemplos de algunos fenómenos físico-químicos submarinos:

A. Fumarola Hidrotermal (Tomada de: <http://www.public.asu.edu/~booksh/apps.htm>) B. Formación de islas por el paso de la placa del Pacífico a través de un punto caliente (Tomada de <http://www.fathom.com/feature>).

### 5.3.1. Fumarolas Hidrotermales (*hydrothermal vents*)

Las fumarolas hidrotermales son afloramientos submarinos donde fluidos enriquecidos emanan del suelo oceánico. El agua oceánica que se percola a través de las fracturas en el piso oceánico recientemente formado es calentado por el magma fundamental (*underlying*) y regresa otra vez a través de estos “respiraderos”. Las fumarolas hidrotermales están localizadas en una variedad de encuadres geológicos por todo el océano y soportan redes tróficas basadas en la producción primaria quimioautotrófica. Generalmente están situadas cerca de los ejes de expansión en las dorsales (*ridges*) y elevaciones (*rises*) oceánicas. Asociados a éstas fumarolas se encuentran comunidades de organismos especiales, ya que el respiradero de agua caliente está asociado usualmente con el eje de un centro de expansión y éstas comunidades son dependientes de bacterias sulfuro oxidantes que viven en el agua, el fondo o asociadas a los tejidos de los animales de la comunidad. Estas bacterias oxidan sulfuros “poli metálicos” de las fumarolas y obtienen la energía suficiente

para transformar el carbono mineral (CO<sub>2</sub>) en carbono orgánico. El requerimiento común de éstas comunidades es la presencia de un compuesto reducido, normalmente sulfuro de hidrogeno o metano, que pueda ser oxidado por microbios para liberar energía para la fijación de carbono orgánico a partir de CO<sub>2</sub> o metano.

En las fumarolas conviven dos tipos de bacterias que constituyen la base de la cadena alimenticia en estos ambientes; unas producen energía por quimiosíntesis (autótrofas) mientras que otros simplemente obtienen la energía por la degradación de la materia orgánica (heterótrofas)

La primera fumarola hidrotermal descubierta por el hombre (1977) estaba localizada en la falla de Galápagos (*rift*) a profundidades por debajo de 2500 m muy cerca al Ecuador en el océano Pacífico oriental. La temperatura era de 8°- 12° C mientras que en otras zonas a la misma profundidad la temperatura promedio era de 2° C. Estas fumarolas sostienen una increíble comunidad de organismos inusualmente grandes para estas profundidades. Entre estos organismos se encuentran gusanos tubícolas de más de un metro de longitud, almejas gigantes de hasta 25 cm, mejillones grandes y dos variedades de cangrejos blancos. Hasta el momento no se ha podido explicar si estos organismos siempre han permanecido en las profundidades o si han ido invadiendo estos ambientes. Recientes evidencias sugieren la segunda posibilidad, al descubrir dentro de trozos de madera y huesos de ballena en descomposición hundidos en el océano algunos organismos (mejillones) muy relacionados con aquellos habitantes de las fumarolas hidrotermales. A partir del descubrimiento de las fumarolas hidrotermales, numerosos lugares en el océano han sido explorados en busca de ésta clase de hábitats, habiendo sido identificados en otros sitios del océano Pacífico y Atlántico. Desde 1977, los científicos han descrito más de 400 especies morfológicas asociadas a las fumarolas hidrotermales.

Los miembros más importantes de éstas comunidades son las bacterias sulfuro oxidantes, que a través de un proceso llamado quimiosíntesis, elaboran moléculas orgánicas que "alimentan" a la comunidad y son la base de la red trófica alrededor de las fumarolas. Las bacterias usan la energía química liberada por la oxidación sulfúrica de la misma forma que las algas marinas usan la energía solar para realizar la fotosíntesis. Aunque algunos animales se alimentan de estas bacterias y de otras presas más grandes, muchos de ellos dependen de una relación simbiótica con las bacterias (p.e. los gusanos tubícolas y las almejas gigantes dependen por completo de estas bacterias que viven simbióticamente dentro de sus tejidos).

Una antigua área de fumarolas fue identificada en el centro de expansión de las Galápagos indicando que probablemente las comunidades que se forman en torno a ellas tienen una corta duración, ésta fumarola inactiva fue identificada por una acumulación de almejas muertas, y al parecer cuando la fumarola queda inactiva, después de unos pocos años, el

sulfuro de hidrógeno que sirve de fuente de energía a la comunidad desaparece y la comunidad muere. La evidencia actual indica que las nuevas fumarolas son pobladas por formas larvales que han viajado por cientos de kilómetros sobre la dorsal desde fumarolas adyacentes.

En 1980, el buque oceanográfico Francés *Jean Charcot*, encontró que la actividad hidrotermal en la dorsal del Pacífico oriental se presentaba desde los 21° de latitud norte hasta 20° de latitud sur, con una extensión aproximada de 2400 millas náuticas. La importancia de este hallazgo radica en que estas zonas son fuentes potenciales de minerales poli-metálicos (manganeso, hierro, cobre, vanadio, cobalto, níquel, etc.) comúnmente llamados nódulos y que podrían ser explotados por el hombre. Algunos de estos compuestos son muy apreciados en las industrias electrónica, balística y la investigación espacial.

**Se espera que:** exista una réplica de una comunidad de organismos asociados a estas fumarolas hidrotermales en donde el visitante pueda observar de cerca que tipo de animales viven allí. De alguna forma podría simularse la salida continua de agua caliente del lecho oceánico. De igual forma se quiere buscar una manera por la cual el público comprenda las reacciones químicas que hacen posible la elaboración de alimento en un proceso distinto a la fotosíntesis.

### **5.3.1. Puntos calientes (*hot spots*)**

El descubrimiento de Puntos Calientes dentro del océano revolucionó en un comienzo la teoría de la tectónica de placas. Los geofísicos agruparon bajo este nombre a una serie de accidentes en el piso oceánico que se expresaban como largas cadenas de volcanes (la mayoría por debajo del agua). Estos puntos son la expresión estacionaria superficial de un chorro (surgimiento) de material del manto fundido que emerge a la superficie. Cerca de 120 puntos calientes han estado presentes activamente sobre la superficies de la tierra durante los últimos 10 millones de años. Se cree que la posición de estos puntos ha estado estática por mucho tiempo. La gran cantidad de lava y energía que ellos proveen ha creado islas como Islandia. Otros de estos puntos están situados en la mitad de las placas y han producido cadenas de islas como las Islas de Hawaii. El paso de una placa tectónica por un punto caliente, provoca la formación de una cadena de volcanes; mientras más cerca estén al punto caliente más activos son. Las Islas de Hawaii en el Pacífico parecen haber sido formadas por el movimiento de la Placa del Pacífico sobre un punto caliente estacionario en esta zona.

Algunas teorías proponen que estos puntos calientes son producidos por plumas o corrientes angostas de material caliente que asciende rápidamente desde las profundidades del manto. Dicho material ascendería del manto inferior para evitar ser arrastrada por el movimiento de la litosfera. Sin embargo, hasta el momento ha sido imposible predecir a que profundidad dentro del manto surge este material. Una evidencia más para creer que este material asciende de las profundidades del manto son las diferencias en la composición del material que emana de los valles de separación con la composición del material de algunos *hot spots* (Islas Hawaianas, Islandia).

Estos sitios son de gran interés para los geofísicos pues en caso que no se muevan de su posición, podrían ser un marco de referencia para conocer los movimientos de las placas. Sin embargo, la estacionalidad de los puntos ha sido tema de muchas discusiones entre la comunidad científica. Pues algunos creen que efectivamente se mueven a velocidades que oscilan entre 0.8 y 2 centímetros por año.

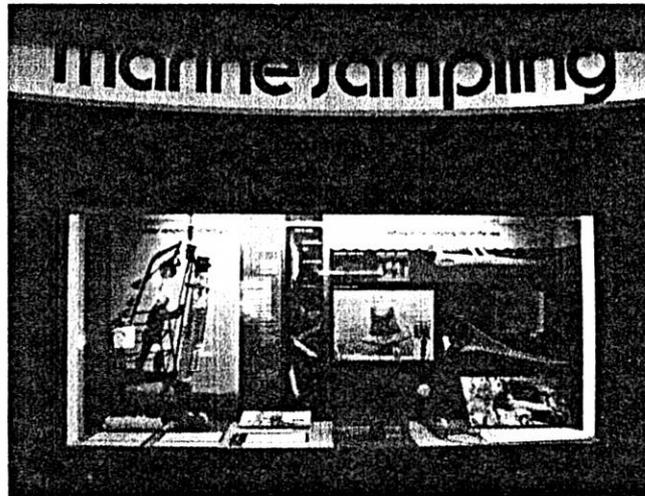
**Se espera que:** exista una réplica de este punto caliente, ya que tiende a confundirse con las fumarolas.

## 6. TÉCNICAS DE MUESTREO Y ADELANTOS CIENTÍFICOS.

### 6.1. En el mundo.

La evolución del conocimiento sobre la biología de las profundidades marinas está fuertemente ligada a las tecnológicas que se han empleado para investigar éste hábitat tan inaccesible.

Inicialmente, las técnicas para explorar el mar profundo consistían básicamente al uso de redes de pesca habilitadas para descender a grandes profundidades y de dragas que permitían capturar fauna asociada al fondo marino. Sin embargo, existían algunos problemas para determinar la profundidad a la cual habían sido recolectados los organismos cuando se usaban algunas redes, mientras que otros debido a su tamaño no alcanzaban a ser capturados. Además de esto, las redes no permitían conseguir organismos en buen estado por el efecto de la presión sobre estos y por la naturaleza frágil de la mayoría de ellos. Por ello, se hizo necesario tratar de explorar las profundidades de formas más directas.



**Figura 120.** Stand de exhibición donde se presentan las diferentes artes y métodos de muestreo empleados a la fecha en zonas profundas.

El aumento de la presión sobre las cavidades corporales y los gases disueltos de los tejidos del ser humano, limitan la profundidad y la duración de las inmersiones que éste puede realizar en el océano sin la ayuda de vehículos submarinos. De esta forma, la mayor profundidad alcanzada por un buzo sin utilizar ningún tipo de equipo, es de 127 metros. Mientras que un buzo autónomo ha alcanzado hasta 145 metros de profundidad. Sin

embargo, algunos trajes de buceo revolucionarios como el "jimsuit" permiten alcanzar profundidades de cerca de 600 m.



Figura 121. Traje de buceo especializado para zonas profundas (Tomado de <http://www.ocean.udel.edu/extreme2002/tools/discovery.html>).

Para realizar exploraciones a mayores profundidades, los científicos deben contar con cámaras de acero especialmente construidas para protegerse de los efectos de la presión. En 1934, el oceanógrafo norteamericano William Beebe y el ingeniero Otis Barton fueron descendidos a cerca de 1000 m de profundidad (Las Bermudas) en una cámara de acero circular llamada Bati esfera (*Bathysphere*), que estaba atada a un barco en la superficie con un largo cable. Durante la inmersión, Beebe miró a través de una portilla y reportó sus observaciones por teléfono a un colega suyo, en la superficie.

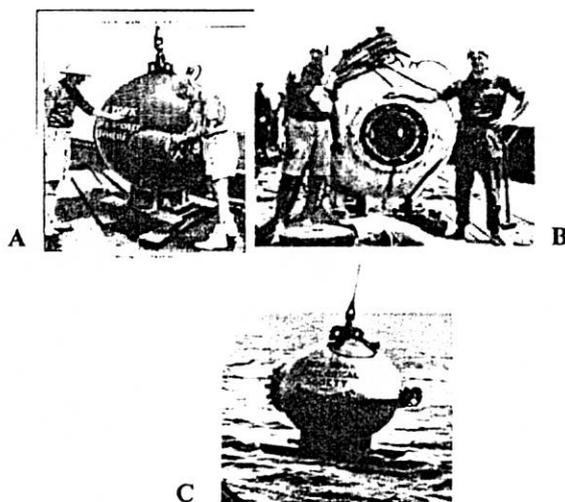


Figura 122. A y B) Bati esfera y personal de trabajo (Tomado de <http://hometown.aol.com/chines6930/mw1/spherc.htm>). C) Bati esfera (Tomado de [http://scawifs.gsfc.nasa.gov/OCEAN\\_PLANET/HTML/bccbe.html](http://scawifs.gsfc.nasa.gov/OCEAN_PLANET/HTML/bccbe.html)).

En 1948, el físico suizo Auguste Piccard probó un vehículo con capacidad para realizar inmersiones más profundas al cual llamó Batiscafo (*Bathyscaphe*). En una inmersión sin tripulación en las Islas Cabo Verde, su invento soportó exitosamente la presión sobre él a 1402 m de profundidad.

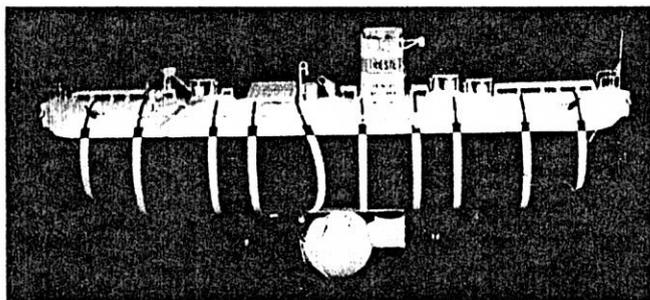


Figura 123. *Trieste* (Tomado de <http://triestemia.com/piccard/trieste1.htm>).

En los años 50s, Jacques Piccard se unió a su padre en la construcción de batiscafos nuevos y mejorados, incluyendo uno llamado *Trieste*, el cual fue sumergido a profundidades de 3139 m en algunos ensayos. La marina norteamericana adquirió a *Trieste* en 1958 y lo equipó con una nueva cabina que le permitiera alcanzar fosas oceánicas profundas. En 1960, Jacques Piccard y el teniente de la marina Donald Walsh descendieron en el batiscafo *Trieste* al punto más profundo conocido sobre la tierra – la Profundidad Challenger en la Fosa de las Marianas. Los dos hombres realizaron la inmersión más profunda en la historia de la humanidad: 10.915 m.

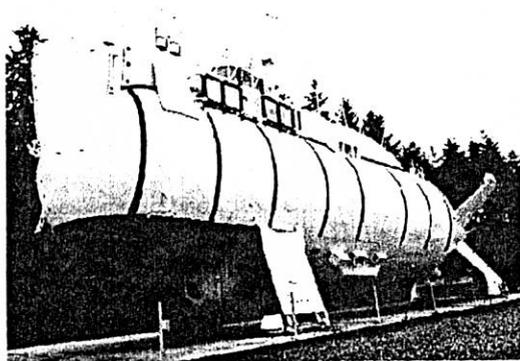


Figura 124. *Trieste* (Tomado de <http://triestemia.com/piccard/triesteii.htm>).

Los sumergibles han sido una forma exitosa de observar directamente las profundidades marinas. Dentro de ellos el hombre puede viajar a grandes profundidades encerrado en cámaras donde la presión se mantiene igual a la de la superficie del mar (una atmósfera).

Hoy en día, los científicos están haciendo increíbles descubrimientos sobre el suelo marino, gracias a sumergibles como *Alvin* que no necesitan estar amarrados a un barco, el cuál está equipado con luces, cámaras, computadores y brazos para coleccionar muestras en la oscuridad de las profundidades marinas. Este sumergible operado por el Instituto Oceanográfico Woods Hole (USA) hizo su primera inmersión en 1964 y desde allí ha realizado más de 4000 inmersiones a profundidades promedio de 1829 m. Este sumergible permanece trabajando entre 200 y 250 días al año y ha llevado a un total de 12000 personas al fondo del mar. *Alvin* ha conducido una gran variedad de misiones exploratorias, desde el descubrimiento de gusanos tubícolas gigantes en el suelo del océano Pacífico cerca de las Islas Galápagos, hasta la localización de los restos del HMS *Titanic* en el océano Atlántico.

*Alvin* ha conocido algunas formas de vida increíbles en sus viajes pero hasta el momento no ha descubierto una de las criaturas más misteriosas de las profundidades, el calamar gigante. Actualmente, existe una iniciativa financiada por la Fundación Nacional de Ciencia de USA para construir un nuevo *Alvin*, el cual estaría operando en el año 2008 con una inversión cercana a los 22 millones de dólares. Este sumergible podrá descender hasta 6500 m (2000 m más que su antecesor), además de contar con otros adelantos que permitirán realizar observaciones más precisas sobre las profundidades del mar.

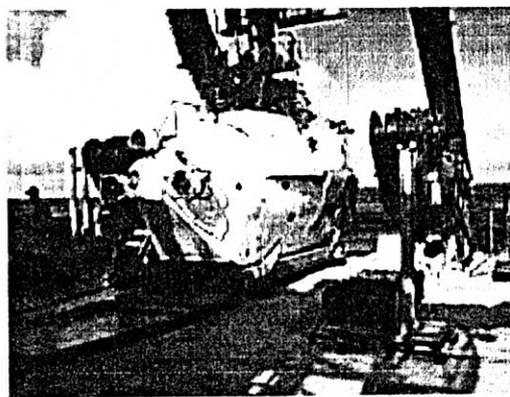
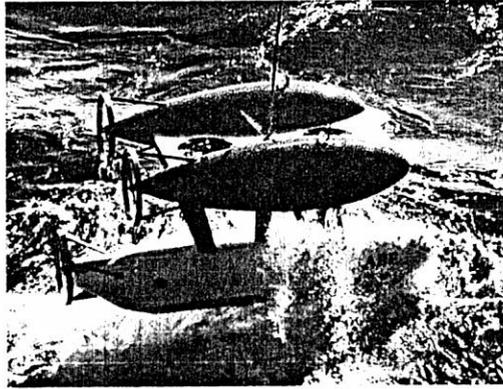


Figura 125. *Alvin* a bordo de un barco oceanográfico (Tomado de <http://www.whoi.edu/>).

Sin embargo, el viaje al suelo marino a bordo de estos sumergibles toma tiempo, es un viaje de ida y regreso de cuatro horas, 2.4 kilómetros por debajo de la superficie del mar hasta los lugares en donde se encuentran ecosistemas como los de las fumarolas hidrotermales. Por ello, los científicos buscan formas para observar éste ambiente extremo sin necesidad de estar en él directamente. Con el uso de satélites, fibra óptica y robots operados remotamente, los científicos podrían explorar el océano profundo desde la pantalla de un computador.

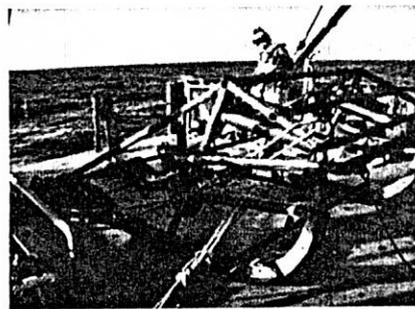
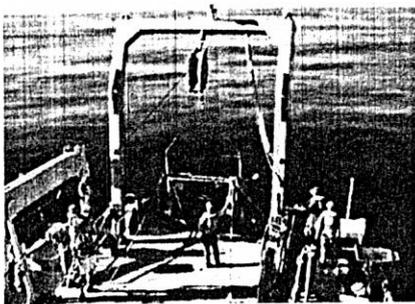
Otros vehículos no tripulados por el hombre y con la misma capacidad para explorar las profundidades han sido desarrollados recientemente. Los vehículos operados remotamente (*ROVs*) han permitido reducir al mínimo estos riesgos y aumentar la eficiencia de las exploraciones, los cuales están equipados con cámaras y sonares que permiten realizar mapas detallados de la topografía submarina, así como, observar en tiempo real distintos fenómenos que ocurren a grandes profundidades.

Otro tipo de vehículos desarrollado por científicos en la actualidad son los vehículos autónomos submarinos (*AUVs*), los cuales son operados remotamente como los *ROVs*, pero no están amarrados a una embarcación en la superficie. Algunos vehículos de este tipo son *ABE* y *ODYSSEY*.



**Figura 126.** *ABE*, vehículo autónomo submarino a punto de realizar una inmersión (Tomado de <http://www.whoi.edu/>).

El dominio bentónico a profundidades mayores de 60 m ha sido mucho más difícil de explorar, en gran parte debido al alto costo de las exploraciones en donde se necesitan buques oceanográficos dotados de equipos capaces de alcanzar estas profundidades.



**Figura 127.** Actividades oceanográficas realizadas por científicos del Instituto *Scripps*, uno de los grandes centros mundiales de exploración de las profundidades marinas (Tomadas de <http://smithlab.ucsd.edu/dcepsabiol.htm>).

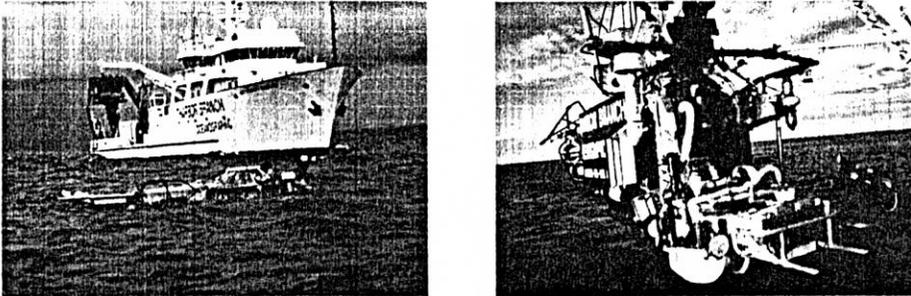


Figura 128. Instrumentos para la exploración de las profundidades marinas utilizados por el Instituto Oceanográfico Harbour Branch en Florida, USA (Cortesía de E. Widder (HBOI)).

**Se espera:** Hacer un stand con una réplica de cada uno de estos equipos de muestreo ya que se lustra la evolución de estos a lo largo de la historia.

## 6.2. En Colombia.

La investigación que se realiza en aguas profundas de nuestro país no utiliza muchas de las técnicas modernas que utilizan los principales institutos oceanográficos del mundo. Sin embargo se aprovechan las técnicas de muestreo utilizadas por los barcos pesqueros que operan en nuestras aguas continentales y oceánicas.

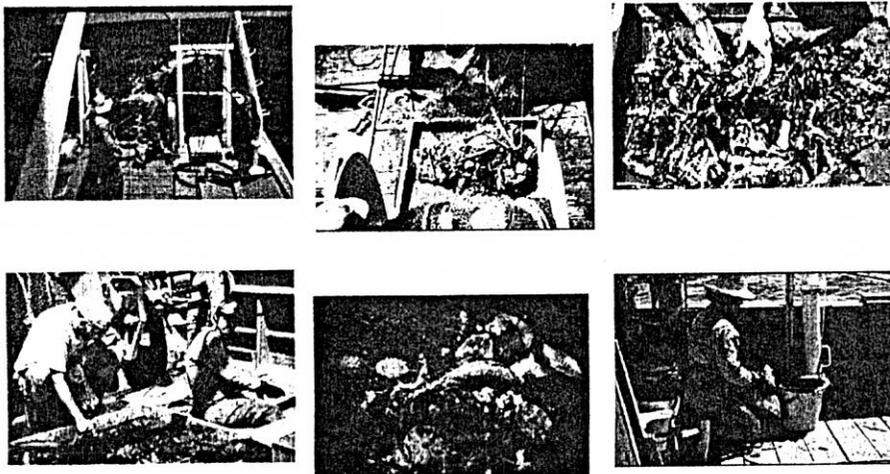
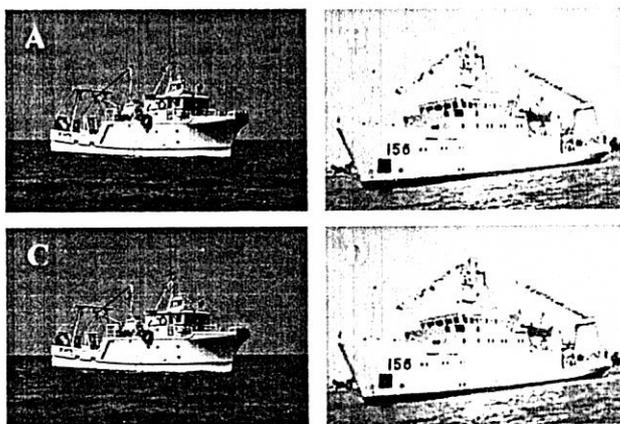


Figura 129. Proceso de captura en los muestreos realizados durante las Expediciones Macrofauna – INVEMAR.

Institutos como el INVEMAR (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andreis”) han desarrollado recientemente expediciones tanto en el Mar Caribe como en el Océano Pacífico tendientes a descubrir la biodiversidad presente en el zonas del talud continental colombiano. Algunos de los barcos empleados a la fecha son el barco de investigación B/I *Ancon* de propiedad del Invemar y los buques oceanográficos ARC *Malpelo*, ARC *Providencia* y ARC *Quindío* de la Armada Nacional en los cuales se han realizado los primeros intentos por explorar las profundidades marinas de nuestro territorio.



**Figura 130.** Algunos de los buques oceanográficos y de investigación que han explorado las aguas colombianas. A. B/I *Ancón*. B. ARC *Malpelo*. C. ARC *Providencia*. D. ARC *Quindío*

Algunas características de los buques de la Armada Nacional Colombiana se describen a continuación:

**B/O ARC *Providencia*:** Fue construido en 1981 en **Alemania** e incorporado a la Armada Nacional el 23 de junio del mismo año. Esta unidad cuenta con equipos para investigación oceanográfica en las disciplinas de física, química, meteorología, biología y geología marina. En el año 2003 fue dotado de una sonda multihaz (Multibeam System) con el cual ya se han realizado levantamientos en el área de la Depresión Providencia, frente a las Islas del Rosario y Parque Nacional Natural Tayrona (Com. Per. Nadezdha Santodomingo, 2005). Se espera con este equipo actualizar las cartas batimétricas de los mares colombianos.

**B/O ARC *Malpelo*:** Fue construido en 1981 en Alemania e incorporado a la Armada Nacional el 08 de abril del mismo año. Esta unidad cuenta con equipos para investigación oceanográfica en las áreas de física, química, meteorología, biología y geología, además cuenta con los más modernos equipos para la investigación en prospección pesquera. Las especificaciones son: longitud de relinga superior 20.6/33.0 m, longitud de aparejamiento

50.2/60.0 m, longitud cuerpo de la red 28.5/50.0 m y tamaño de malla en el copo 45.0/50.8 mm, tipo portones en V, respectivamente.

**B/H ARC *Quindío*:** Fue construido en 1945 en Nueva York e incorporado a la Armada Nacional el 02 de agosto de 1963. Es una unidad destinada a realizar levantamientos hidrográficos y trabajos de señalización marítima.

**Se espera:** que exista una exposición de fotografías y/o maquetas de los instrumentos y equipos utilizados a través de la historia, resaltando las técnicas colombianas.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la Universidad del Valle, El Museo de Zoología Comparada de la Universidad de Harvard, Al Instituto Oceanográfico Harbour Branch y la Dr. Edith Widder, el Instituto Oceanográfico Scripps, el Museo Nacional de Historia Natural del Instituto Smithsonian y la Dr. Carole Baldwin, Al Dr. Jeff Drazen y el Departamento de Oceanografía de la Universidad de Hawai, William Agudelo del Observatoire Oceanologique de Villefranche en Francia y al Instituto MBARI y el Dr. Kim Fulton-Bennet quienes brindaron información relevante para le edición del guión. Así mismo, a cada uno de los asesores de este guión por los aportes valiosos dados para la edición del mismo. Por último, a todas las personas que se vincularon para el desarrollo de las Expediciones Invemar – Macrofauna (I, II y III), en calidad de asesores, pasantes y estudiantes, ya que algunos de estos organismos presentados en éste guión son producto de su trabajo.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, G., E. Rubio y L. Zapata. 1998. Primer hallazgo del tiburón cañabota *Hexanchus griseus* (Bonaterre, 1788) (Pisces: chondrichthyes, Hexanchidae) en aguas del Pacífico Tropical americano. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras 27: 39-44.
- Agassiz, A. 1904. The Panamic Deep Sea Echini. Reports of an exploration off the west coast of Mexico, Central America, South America, and off the Galapagos Islands, in charge of Alexander Agassiz, by the U.S. Fish Commission steamer "Albatross" during 1891, Lieut. Commander Z. L. Tanner, U.S.N. commanding. Pt. 32. Memoirs of the Museum of Comparative Zoology 31: 1-242.
- Agassiz, A. 1905. Albatross expedition to the eastern Pacific. Science 21(527): 178-183.
- Angel, M. y T. Rice. 1996. The ecology of the Deep Ocean and its relevance to global waste management. Journal of Applied Ecology 33(5): 915-926.
- Ardila N. 2000. Moluscos del Talud Superior (200-500 m) del Caribe Colombiano: Inventario, Caracterización de Asociaciones y Consideraciones Preliminares sobre su Zoogeografía. Tesis M. Sc., Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Ardila, N., A. Gracia y J. Díaz. 2001. Inventario, caracterización de asociaciones y zoogeografía de la malacofauna del talud superior (200-500 m) del Caribe colombiano. Memorias IX COLACMAR, San Andrés, Colombia, ISBN 958-701-079-5(65):1-4.
- Ardila, N. E. & J. M. Díaz. 2002. *Armina juliana* (Nudibranchia: Arminoidea: Arminidae) a new species from the southern Caribbean. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras 31: 25-31.
- Ardila N.E., & A. Valdés. 2004. The genus *Armina* (Gastropoda: Nudibranchia: Arminidae) in the Southern Caribbean, with the description of a new species. The Nautilus, 118 (4): 131-138.
- Ardila, N. E. & M. G. Harasewych. 2005. Cocculinid and Pseudococculinid Limpets (Gastropoda: Cocculiniformia) from off the Caribbean Coast of Colombia. Proceedings of the Biological Society of Washington.
- Barham, E. 1963. Siphonophores and the Deep scattering layer. Science 140(3568):826-828.
- Barragán, J. 1972. Contribución al conocimiento biológico del calamar del Pacífico colombiano *Lolliguncula panamensis* Berry. Tesis profesional. Facultad de Biología Marina. Universidad Jorge Tadeo Lozano. 55 p.
- Beltrán-León, B. y R. Ríos-Herrera. 2000. Estadios tempranos de peces del Pacífico colombiano. Tomo I y II. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. 359 p.
- Benavides-Serrato, M., G. Borrero-Pérez, O. Solano y G. Navas. 2001. Equinodermos del Talud superior del Caribe colombiano. Memorias IX COLACMAR, San Andrés, Colombia, ISBN 958-701-079-5 (60):1-7.
- Bessudo-Lion, S y S. Caballero-Gaitan. 2003. Primeras observaciones en su medio natural del tiburón *Odontaspis ferox* (Familia Odontaspidae) y confirmación taxonómica por métodos de identificación molecular en el Santuario de Fauna y Flora Isla Malpelo, Pacífico colombiano. Memorias del X Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar COLACMAR. San Jose, Costa Rica.
- Bonatti, E. 1990. Not so hot "Hot Spots" in the Oceanic Mantle. Science 250 (4977):107-111.
- Borrero-Perez, G., M. Benavides y O. Solano. 2002. Equinoideos (echinodermata: echinoidea) colectados en la franja superior del talud continental del Caribe colombiano. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras 31, 133-166.
- Cruz, N., A. Bermudez, N. Campos y G. Navas. 2002. Los camarones de la familia Crangonidae de la franja superior del talud continental del mar Caribe colombiano. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras 31, 183-203.
- Dayton, P. K. & R. R. Hessler. 1972. Role of biological disturbance in maintaining diversity in the deep sea. Deep-Sea Research, 19: 199-208.
- Grassle, J. F. 1989. Species diversity in Deep-sea communities. Trends in Ecology and Evolution 4(1): 12-15.
- De Robertis, A., J. Jaffe y M. Omán. 2000. Size-dependent visual predation risk and the timing of vertical migration in zooplankton. Limnology and Oceanography 45(8):1838-1844.

- Distel, D., A. Baco, E. Chuang, W. Morril, C. Cavanaugh y C. Smith. 2000. Do mussels take wooden steps to deep-sea vents?. *Nature* 403, 725-726.
- DSCC Deep Sea Conservation Coalition. Arrastre de Profundidad. Documento divulgativo. 3p.
- Enright, J. 1979. The why and when of up and down. *Limnology and Oceanography* 24(4):788-791.
- Enright, J. y H. Honegger. 1977. Diurnal Vertical Migration: Adaptive significance and Timing. Part 2. Test of the model: details of timing. *Limnology and Oceanography* 22(5): 873-886.
- Faxon, W. 1895. The Stalk-Eyed Crustacea. Reports of an exploration off the west coast of Mexico, Central America, South America, and off the Galapagos Islands, in charge of Alexander Agassiz, by the U.S. Fish Commission steamer "Albatross" during 1891, Lieut. Commander Z. L. Tanner, U.S.N. commanding. Pt 15. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology* 18: 1-292.
- Garman, S. 1899. The Fishes. Reports of an exploration off the west coast of Mexico, Central America, South America, and off the Galapagos Islands, in charge of Alexander Agassiz, by the U.S. Fish Commission steamer "Albatross" during 1891, Lieut. Commander Z. L. Tanner, U.S.N. commanding. Pt.26. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology*, 24, 1-421.
- Greene, C., E. Widder, M. Youngbluth, A. Tamse, y G. Johnson. 1992. The migration behavior, fine structure and bioluminescent activity of krill sound-scattering layer. *Limnology and Oceanography*. 37(3): 650-658.
- Günther K. y K. Deckert. 1956. *Creatures of the Deep Sea*. The University Press. Aberdeen, Great Britain, 222 p.
- Haddock, S., T. Rivers y B. Robison. 2001. Can coelenterates make coelenterazine? Dietary requirements for luciferin in cnidarian bioluminescence. *PNAS* 98 (20): 11148-11151.
- Hastings, J. 1983. Biological diversity, chemical mechanisms, and the evolutionary origins of bioluminescent systems. *Journal of Molecular Evolution* 19:309-321.
- Hendrickx, M. y F. Estrada-Navarrete. 1989. A checklist of the species of pelagic shrimps (penaeoidea and caridea) from the eastern Pacific, with notes of their geographic and depth distribution. *CalCOFI Rep* 30: 104-121.
- Hey, R. 1977. Tectonic evolution of the Cocos-Nazca spreading center. *Geological Society of America Bulletin* 88, 1404-1420.
- Kerr, A. y J. Kim. 2001. Phylogeny of Holothuroidea (Echinodermata) inferred from morphology. *Zoological Journal of the Linnean Society* 133:63-81
- Koslow, J. 1979. Vertical migrators see the light?. *Limnology and Oceanography* 24(4):783-784.
- Lattig, P. y J. Reyes. 2001. Nueve primeros registros de corales azooxanthelados (Anthozoa: Scleractinia) del Caribe colombiano (200-500m). *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 30, 19-38.
- Leisman, G., D. Cohn y K. Nealson. 1980. Bacterial origin of Luminescence in marine animals. *Science* 208 (4449): 1271-1273.
- Ludwig, H. 1984. The Holothuroidea. Reports of an exploration off the west coast of Mexico, Central America, South America, and off the Galapagos Islands, in charge of Alexander Agassiz, by the U.S. Fish Commission steamer "Albatross" during 1891, Lieut. Commander Z. L. Tanner, U.S.N. commanding. Pt.12. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology* 17 (3): 1-183.
- Ludwig, H. 1905. Asteroidea. Reports of an exploration off the west coast of Mexico, Central America, South America, and off the Galapagos Islands, in charge of Alexander Agassiz, by the U.S. Fish Commission steamer "Albatross" during 1891, Lieut. Commander Z. L. Tanner, U.S.N. commanding. Pt.35. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology* 32: 1-290.
- Martínez, J. y G. Bedoya, G. 2001. Recent planktonic foraminifera from deep sea sediments from the Eastern equatorial Pacific: proxies of the equatorial front in the late quaternary. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 30, 151-176.
- Mass, O. 1897. Die Medusen. Reports of an exploration off the west coast of Mexico, Central America, South America, and off the Galapagos Islands, in charge of Alexander Agassiz, by the U.S. Fish Commission steamer "Albatross" during 1891, Lieut. Commander Z. L. Tanner, U.S.N. commanding. Pt. 21. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology* 23(1): 1-92.
- Mejía L., A. Acero, A. Roa, L. Saavedra, y G. Navas. 2001. Ictiofauna colectada por el crucero INVEMAR-MACROFAUNA I en el Caribe colombiano. *Memorias IX COLACMAR*, San Andrés, Colombia, ISBN 958-701-079-5 (66):1-5.

- Metz, W. 1974. Do the hot spots really stand still?. *Science* 185 (4148): 340-342.
- Murray, J. 1911. The Deep Sea. *Bulletin of the American Geographical Society* 43 (2):119-126
- Pedraza, M., E. Rubio y L. Zapata. 2002. Nuevo hallazgo del pez escorpión *Pontinus sierra* (Gilbert 1890) (Pisces: Osteichthyes: Scorpaenidae) en aguas del océano Pacífico colombiano. *Gayana* 66(1): 69-72.
- Prahl, H. Von y J. Cantera. 1987. Estudio de impacto ambiental de los desarrollos causados por la base naval de Bahía Málaga y de la carretera de acceso. *Cenipacífico*, Tomo 1:237 p.
- Puentes, V., N. Madrid, L. Zapata y W. Niño. 1994. Estudio sobre la biología, dinámica poblacional y pesquera del camarón de aguas profundas *Solenocera agassizi* Faxon 1893 en el Pacífico colombiano. *Boletín científico INPA*, Santa fe de Bogotá 2, 124-133.
- Puentes, V., E. Rubio y L. Zapata. 2001. Primer registro del genero *Taractes* (Pisces: Bramidae) en el océano Pacífico colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 30, 207-212.
- Reyes, J., P. Lattig, y N. Ardila. 2001. Caracterización de la taxocenosis PORIFERA-CNIDARIA-ANNELIDA (POLYCHAETA) del talud superior del Caribe colombiano (200-500m). *Memorias IX COLACMAR*, San Andrés, Colombia, ISBN 958-701-079-5 (56):1-5.
- Rex, M. A. 1981. Community structure in the deep-sea benthos. *Annual Review of Ecology and Systematics* 12: 331-353.
- Robison, B. 1995. Light in the ocean's midwaters. *Scientific American* 273 (1): 60-64.
- Robison, B., K. Reisenbichler, J. Hunt y S. Haddock. 2003. Light production by the arm tips of the deep-sea cephalopod *Vampyroteuthis infernalis*. *Biological Bulletin* 205: 102-109.
- Robison, B. 2004. Deep Pelagic Biology. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 300: 253-272.
- Sallares, V. y P. Charvis. 2003. Crustal thickness constraints on the geodynamic evolution of the Galapagos Volcanic Province. *Earth and Planetary Science Letters* 214, 545-559.
- Sanders, H. L. 1968. Marine benthic diversity: A comparative study. *The American Naturalist*, 102 (925): 243-282.
- Sanders, H. L. & R. R. Hessler. 1969. Ecology of the deep-sea benthos. *Science*, 163: 1419-1424.
- Segura-Puertas, L., E. Suarez-Morales y L. Celis. 2003. A checklist of the Medusae (Hydrozoa, Scyphozoa and Cubozoa) of Mexico. *Zootaxa* 194: 1-15.
- Squires, H. y J. Barragan. 1975. *Lolliguncula panamensis* (Cephalopoda:Loliginidae) from Pacific coast of Colombia. *The Veliger*, 22(1): 67-74.
- Thurman, H. 1997. *Introductory Oceanography*. Prentice Hall eds. New Jersey. 544 p.
- Van Dover, C 1995. Did photosynthesis begin from thermotaxis?. *Nature* 373: 479-480
- Van Dover, C., C. German, K. Speer, L. Parson y R. Vrijenhoek. 2002. Evolution and Biogeography of deep sea vent and seep invertebrates. *Science* 295: 1253-1257.
- Van Dover, C., S. Humphris, D. Fornari, C. Cavanaugh, R. Collier, S. Goffredi, J. Hashimoto, M. Lilley, A. Reysenbach, T. Shank, K. Von Damm, A. Banta, R. Gallant, D. Götz, D. Green, J. Hall, T. Harmer, L. Hurtado, P. Johnson, Z. McKiness, C. Meredith, E. Olson, I. Pan, M. Turnipseed, Y. Won, C. Young III y R. Vrijenhoek. 2001. Biogeography and ecological setting of Indian ocean hidrothermal vents. *Science* 294: 818-823.
- Wilson, G. D. & R. R. Hessler. 1987. Speciation in the deep sea. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18: 185-207.
- Wilson, H. 1904. The Sponges. Reports of an exploration off the west coast of Mexico, Central America, South America, and off the Galapagos Islands, in charge of Alexander Agassiz, by the U.S. Fish Commission steamer "Albatross" during 1891, Lieut. Commander Z. L. Tanner, U.S.N. commanding. Pt. 30. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology* 30(1): 1-164.
- Young, R. y F. Mencher. 1980. Bioluminescence in mesopelagic squid: diel color change during counterillumination. *Science* 208 (4449): 1286-1288.
- Zapata, L., G. Rodríguez, B. Beltran, G. Gomez, A. Cediél, R. Avila y C. Hernandez. 1999. Evaluación de Recursos demersales por el método de área barrida en el Pacífico colombiano. *Boletín científico INPA*. Santa fe de Bogotá 6, 177-226.

<http://www.mar-eco.no> .  
<http://www.ocean.udel.edu/deepsea/level-2/tools/history.html>.  
<http://smithlab.ucsd.edu/deepseabiol.htm>).  
[http://www.cienciadigital.net/febrero2002/frame\\_bioluminiscencia.html](http://www.cienciadigital.net/febrero2002/frame_bioluminiscencia.html).  
<http://www.ocean.udel.edu/extreme2002/tools/discovery.html>  
<http://hometown.aol.com/chines6930/mw1/sphere.htm>  
[http://seawifs.gsfc.nasa.gov/OCEAN\\_PLANET/HTML/beebe.html](http://seawifs.gsfc.nasa.gov/OCEAN_PLANET/HTML/beebe.html)  
<http://triestemia.com/piccard/trieste1.htm>  
<http://triestemia.com/piccard/triesteii.htm>  
<http://oceanexplorer.noaa.gov/history/timeline/timeline.html>  
<http://jellieszone.com/pacificjellies.htm>  
<http://www.mbari.org/staff/kraskoff/MBARI/>  
<http://www.mbari.org/midwater/vamp/>  
<http://www.cephbase.utmb.edu/>  
<http://www.mcz.harvard.edu/>  
<http://www.montereybay.com/creagrus/MtyBaybeaked.html>  
<http://www.public.asu.edu/~booksh/apps.htm>  
<http://www.fathom.com/feature>  
<http://cipres.cec.uchile.cl/~fherve/placas.html>  
<http://www.fishbase.org>  
<http://www.zoomadrid.com/animales/articleprint/75/>  
<http://tolweb.org/treegroup/Bathyteuthis/bacidifera>  
<http://www.photovault.com/Link/Animals/Aquatic/rCrustacia/Species/GiantDeepSealsopod.html>  
<http://www.guiamarina.com/peru/Animals/Crustacea/imagepages/image9.htm>  
<http://www.biosbcc.net/ocean/marinesci/04benthon/dsbenthos.htm>  
[http://www.mbari.org/data/images\\_video/animals.htm](http://www.mbari.org/data/images_video/animals.htm)  
<http://www.whoi.edu/>