

**Informe final\* del Proyecto M160**  
**Evaluación del potencial de uso sustentable del coral negro en la región centro-norte de Quintana Roo**

**Responsable:** Dra. Aurora Claudia Padilla Souza  
**Institución:** Amigos de Sian Ka'an AC  
**Dirección:** Fuego #2 por Sayil, Mz 10 Sm 4, Cancún, Qroo, 77511 , México  
**Correo electrónico:** [claudiapadilla@prodigy.net.mx](mailto:claudiapadilla@prodigy.net.mx)  
**Teléfono/Fax:** N/D  
**Fecha de inicio:** Julio 31, 1997  
**Fecha de término:** Agosto 18, 1999  
**Principales resultados:** Informe final, Hoja de cálculo  
**Forma de citar\*\* el informe final y otros resultados:** Padilla Souza, A. C., 2000. Evaluación del potencial de uso sustentable del coral negro en la región centro-norte de Quintana Roo. Amigos de Sian Ka'an AC. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. M160.** México D. F.  
**Forma de citar hoja de cálculo** Padilla Souza, A. C., 2000. Evaluación del potencial de uso sustentable del coral negro en la región centro-norte de Quintana Roo. Amigos de Sian Ka'an AC. **Hoja de cálculo SNIB-CONABIO proyecto No. M160.** México D. F.

**Resumen:**

Proyecto financiado parcialmente con recursos de la Fundación MacArthur El presente proyecto pretende hacer una descripción de las poblaciones de coral negro que existen en la región centro-norte del Quintana Roo, así como describir la evolución de la pesquería de coral negro en el estado. Este proyecto constituye el primer paso tendiente a lograr un conocimiento biológico y poblacional del recurso que permite su conservación y su manejo sustentable, para poder resolver la problemática en torno a esta pesquería. Desde sus inicios, la reglamentación para la extracción del coral negro ha sido muy irregular y arbitraria, obedeciendo más a aspectos socio-económicos por la demanda del producto en el mercado, que a criterios de conservación y manejo. Actualmente, las autoridades han decidido suspender los permisos de extracción, por lo que los pescadores dedicados a esta actividad, están interesados en que se lleve a cabo los estudios pertinentes y han expresado la factibilidad de brindar apoyo logístico durante el trabajo de campo. El sector de incidencia de este proyecto es el pesquero. De acuerdo a la información que se genere de este estudio se harán recomendaciones para la conservación del coral negro como recurso. La obtención de la información se llevará a cabo mediante entrevistas (a los pescadores, artesanos y comerciantes ), transectos de filmación con cámara submarina a control remoto, prospecciones con buceo autónomo, y establecimiento de una estación de monitoreo.

- 
- \* El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
  - \*\* El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

---

**INDICE**

---

Resumen	
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	2
2.1. Biología del género <i>Antipathes</i>	2
2.2. La pesquería de coral negro	3
2.3. Area de estudio	4
III. OBJETIVOS	5
IV. METODOS	6
4.1. Exploración con cámaras subacuáticas a control remoto	6
4.2. Determinación taxonómica de las especies de coral negro	10
4.3. Prospecciones mediante buceo autónomo	11
4.4. Curso de trimix	16
4.5. Establecimiento de un área de monitoreo	18
4.6. Entrevistas	20
4.7. Personal participante	21
a) Ejecución del proyecto	21
b) Apoyo al proyecto	22
V. RESULTADOS	23
5.1. La pesquería de coral negro en el estado de Quintana Roo	23
5.2. Determinación taxonómica de las especies de coral negro	25
5.3. Distribución geográfica y abundancia de los bancos de coral negro	27
5.4. Composición específica y estructura de tallas de las poblaciones de coral negro	31
5.5. Estación de monitoreo y parámetros demográficos preliminares	36
I. ESTRATEGIA DE MANEJO	39
VII. CONTINUIDAD DEL PROYECTO	41
VIII. BIBLIOGRAFIA	42

## DESCRIPCION DE LOS BANCOS DE CORAL NEGRO EN LA REGION CENTRO-NORTE DE QUINTANA ROO.

### Resumen:

El coral negro es utilizado como material semiprecioso para la fabricación de piezas de artesanía y joyería, por lo que es un recurso de alto valor comercial. En México, la extracción de estos organismos se ha llevado a cabo desde los años 60's, bajo una reglamentación inadecuada, lo cual ha provocado un mal manejo de esta pesquería y un consecuente deterioro de los bancos de coral negro que existen en los arrecifes de Quintana Roo. El principal problema ha sido el escaso conocimiento que se tiene sobre aspectos biológicos de las poblaciones explotadas.

El presente estudio pretende describir las poblaciones de coral negro que existen en el área Centro-Norte de Quintana Roo, con base en sus características de distribución (tanto geográfica como batimétrica), así como de abundancia. Otro objetivo importante es identificar las especies de coral negro que se encuentran sujetas a explotación, así como otras especies presentes en el área de estudio.

Para ello, se utilizaron diversas técnicas y herramientas. Para ubicar de manera general la distribución geográfica y batimétrica del coral negro se realizaron videotransectos con una cámara subacuática que se maneja a control remoto (Phantom HD'2). Se efectuaron prospecciones mediante buceo autónomo para estimar abundancia y medir organismos, así como para coleccionar ejemplares para su identificación taxonómica y para conocer la composición específica de las poblaciones. También se estableció una estación de monitoreo en el área de Akumal para obtener algunos datos preliminares sobre aspectos poblacionales como son el crecimiento y la estructura de tallas. Además se realizaron entrevistas a diversos sectores involucrados en la extracción y comercialización del coral negro para recabar información para hacer el análisis de la pesquería.

De esta manera, las especies de coral negro que se explotan comercialmente en Quintana Roo se identificaron como *Antipathes pennacea* y *A. caribbeana*. Además se reportan otras 4 especies que no tiene valor comercial, aunque es posible que exista un mayor número de especies en el área de estudio. Se elaboró una pequeña guía para la identificación de estas especies, con fotos que muestran diferentes aspectos de las mismas. Ninguna de las especies encontradas en el área de estudio está incluida en la NOM-059-ECOL-1994 y las que se reportan en esa norma no existen en el Caribe Mexicano, y muy probablemente tampoco en el país.

Las poblaciones de coral negro estudiadas se encuentran aisladas y no forman agrupaciones en bancos; sin embargo se reconocieron 4 zonas con diferente densidad de colonias, las cuales varían entre 0.005 col/m<sup>2</sup> en la más escasa y 0.5 col/m<sup>2</sup> en la más abundante. Posiblemente el único lugar en donde haya existido un banco de coral importante sea el área de Paamul. La distribución batimétrica presenta un rango de profundidad muy estrecho por lo que no se pudieron detectar diferencias significativas entre diferentes lugares, ni entre las especies. La estructura de tallas indica que estas poblaciones están compuestas principalmente por colonias jóvenes. Los bancos de coral están compuestos principalmente por la especie *A. pennacea* la cual presenta una fuerte dominancia, y no se encontraron diferencias en cuanto a la composición específica de las zonas. La estación de monitoreo permitió observar que existe un crecimiento de las colonias y que la estructura de tallas se modifica en el tiempo. Las colonias de *A. pennacea* frecuentemente son afectadas por el sobrecrecimiento de organismos epibiontes, sobre todo de hidrozoarios.

Finalmente, se recomienda una estrategia de manejo de conservación y monitoreo para el área de estudio, ya que estas poblaciones no presentan las características necesarias para soportar una explotación comercial. También se sugiere la continuación del proyecto para poder dar respuesta a las necesidades de manejo de esta pesquería.

---

## I. INTRODUCCION

---

El coral negro es un recurso de alto valor comercial que se utiliza para la fabricación de artesanía y joyería. En nuestro país, la pesquería de este recurso se lleva a cabo principalmente en el Caribe Mexicano, en los arrecifes del estado de Quintana Roo, desde los años 60's. De este recurso depende la economía de algunos de los pobladores del estado, principalmente de Isla Cozumel, incluyendo a los pescadores que extraen el recurso, los artesanos que se dedican a la manufacturación de las piezas y un gran número de comerciantes que venden estos productos al turismo.

La principal problemática en torno a esta pesquería ha sido un manejo inadecuado, debido a que no existe un soporte técnico ni científico para el establecimiento de los criterios para asignación de cuotas, sitios de captura y regulación de las tallas mínimas de colecta. Por ello, el establecimiento de estos mecanismos ha sido arbitrario y además se han modificado dependiendo de la demanda del producto y/o en respuesta a la problemática social. Este mal manejo, ha ocasionado que los bancos de coral negro que estaban siendo explotados se hayan agotado. A pesar de ello, la gran demanda del producto en el mercado ha motivado a los pescadores a capturarlo a una mayor profundidad, provocando un mayor deterioro a los bancos de coral e incrementando el riesgo asociado a esta actividad.

De esta manera, la estrategia de explotación de coral negro ha sido de exploración, descubrimiento, explotación y agotamiento; repitiéndose el mismo patrón en nuevos sitios. Sin embargo el coral negro es un recurso renovable que debe ser manejado como cualquier otra pesquería, imponiendo mecanismos de cuotas, vedas, sitios de captura y restricciones en los organismos a capturar, con base en un conocimiento de su biología y ecología.

En consecuencia, una primera acción para definir sí las poblaciones actuales de coral negro pueden ser explotadas de manera sustentable es tener un conocimiento real de las condiciones en las que se encuentran, de su accesibilidad, así como de su distribución y abundancia. Esta información debe servir para definir criterios tendientes a establecer la reglamentación de un manejo adecuado, o para implementar alguna estrategia de conservación que evite la extinción del recurso. Por otro lado, es importante realizar un inventario de las especies de coral negro que existen en el Caribe Mexicano, ya que no existen documentos que reporten con certeza cuales son estas especies. De esta manera, el conocimiento de las especies de coral negro que se explotan comercialmente, así como aquellas que se distribuyen en el área, permite efectuar adecuadamente las acciones de manejo o de conservación que se requieran, y se contribuye al conocimiento de la biodiversidad de nuestros arrecifes coralinos.

Por último, cabe mencionar que la escasez en el estudio de estos organismos se debe en gran medida a un aspecto metodológico, ya que su presencia en zonas arrecifales profundas dificulta su muestreo. En este sentido, el uso de cámaras submarinas de control remoto resultan ser una herramienta valiosa, aunque la prospección *"in situ"* también es importante. Por ello, también se requiere la capacitación del personal de investigación en aspectos técnicos de buceo, como complemento para llevar a cabo exitosamente este trabajo.

---

## II. ANTECEDENTES

---

### 2.1. Biología del género *Antipathes*

La gran mayoría de las especies de coral negro pertenecen al género *Antipathes*. La distribución de estas especies en el arrecife se presenta entre los 20 m y 100 de profundidad. Dentro de este género, existen alrededor de 30 especies en el área del Caribe, pero sólo unas cuantas se explotan comercialmente como material semiprecioso para la fabricación de artesanía y joyería (Humman, 1993). El valor de las piezas que se elaboran con coral negro tienen un valor místico por la rareza de los organismos y el peligro asociado con el buceo profundo que se realiza para colectarlos, más que por cualquier propiedad inherente al material.

El género *Antipathes* pertenece al orden Antipatharia, subclase Hexacorallia, clase anthozoa, Phylum Cnidaria. El coral negro se diferencia del resto de los corales porque sus pólipos no forman cálices que separea cada uno de los pólipos, por lo que simplemente se encuentran sobre la superficie del esqueleto. Cada pólipo tiene seis pequeños tentáculos no retráctiles, que pueden expandirse o contraerse en cierto grado. En algunas especies, los pólipos se pueden identificar fácilmente porque están muy separados unos de otros y los grupos de sus tentáculos asemejan a un alambre de púas, mientras que en otras especies es difícil distinguirlos porque se presentan como una masa de tejido.

Los pólipos del coral negro secretan una material protéico, generalmente de color negro, el cual llega a ser extermadametne duro y fuerte. Este material se deposita en capas concéntricas formando anillos de crecimiento, de manera que un corte transeversal se asemeja al de un árbol. El patrón de ramificación en muchas especies es único y frecuentemente sirve como clave visual para su identificación. Muchas de las especies presentan ramificaciones muy finas llamadas pínulas.

Las poblaciones de coral negro, al tener tasas de crecimiento y reclutamiento lentas, se vuelven vulnerables a la sobreexplotación (Grigg, 1976; 1989), por lo que tres de estas especies (*Antipathes bichitoena*, *A. grandis* y *A. ules*) están declaradas como sujetas a protección especial en la Norma Oficial Mexicana publicada por la SEDESOL en el Diario Oficial de la Federación NOM-059-ECOL1994 y el género *Antipathes* está incluido en el apéndice II del CITES (Conventional on International Trade in Endangered Species).

Sin embargo, no se tiene certeza de la identidad taxonómica de las especies de coral negro que se utilizan comercialmente en nuestro país. Esto se debe al gran desconocimiento biológico que existe sobre las poblaciones de coral negro sujetas a explotación. Son pocos los estudios que se han realizado sobre este tema para el Caribe Mexicano y solamente incluyen aspectos muy generales sobre la pesquería del recurso. En esos trabajos no se han reportado las especies que se comercializan y solamente mencionan que posiblemente sean tres, porque son los diferentes tipos que reconocen los pescadores (Camarena, 1996), e incluso sugieren que posiblemente sean *A. dichotoma* y *A. gracilis* (Sosa, *et al.*, 1993), pero el resto de ellos no menciona nada al respecto. Por lo tanto, no existen documentos que reporten las especies de coral negro que existen en el Caribe Mexicano, y probablemente algunas de ellas aún no han sido descritas.

En cuanto a los estudios sobre la biología de coral negro, estos son prácticamente inexistentes en nuestro país, debido principalmente a la dificultad que implica el muestreo de sus poblaciones. Los pocos estudios para el Caribe Mexicano describen de manera muy general la pesquería (De la Torre, 1978 y Sosa, *et al.*, 1993), o están enfocados a aspectos socio-económicos (Kenyon, 1984).

## **2.2. La pesquería de coral negro**

El coral negro, al igual que otros corales preciosos, se ha empleado para la fabricación de joyería desde tiempos muy antiguos (Grigg, 1989). Probablemente, la pesquería de coral negro más importante que existe a nivel mundial sea la de Hawaii. La historia moderna de esta pesquería data de los años 50's, y desde entonces se ha llevado a cabo de una manera sustentable (ver Grigg, 1976; 1986; 1989, 1993; 1994).

La pesquería de coral negro en Hawaii se inició en 1958, cuando se descubrieron dos bancos de colonias de gran tamaño de las especies *A. dichotoma* y *A. grandis* (Grigg, 1993). Posteriormente, diversas investigaciones demostraron la existencia de otras 12 especies de coral negro en esta área, aunque la mayoría se encuentra a más de 100 m de profundidad y no son lo suficientemente grandes o no tienen la calidad necesaria para tener valor comercial en la joyería de coral (Grigg y Opresko, 1977).

En Hawaii, esta actividad se ha llevado a cabo de una manera relativamente estable, mientras que la demanda del producto ha fluctuado considerablemente desde sus inicios, pero el suministro de coral negro nunca ha fallado para cumplir con esa demanda. Durante los años 60's y 70's se capturaban 10,000 kg de producto bruto anual, pero a finales de los 70's y principios de 80's la demanda se redujo por un reemplazo de un alto interés en consumir coral rosa y dorado, los cuales se colectan a profundidades de cientos de metros. Sin embargo, desde 1986 la demanda se ha ido incrementando paulatinamente.

Los principales factores que han permitido la sustentabilidad de esta pesquería han sido el amplio conocimiento que han logrado acerca de sus poblaciones, el estricto control sobre la producción de joyería de coral negro, ya que más del 50% de la producción local se consume por una asociación de buzos de Hawaii, además de la propia conciencia de los pescadores, quienes voluntariamente no colectan colonias menores de 1.2 m de altura. Es posible que de cierta manera también ha influido que actualmente se necesita mucho menos coral negro que en los años 60's y 70's, porque las piezas de joyería que se producen son más pequeñas y tanto la manufacturación como el trabajo artesanal son de mayor calidad, debido a que los procedimientos de cortado y pulido son mucho más eficientes que antes.

En el caso de México, la captura de coral negro se ha llevado a cabo en la parte del Mar Caribe, en los arrecifes del estado de Quintana Roo, iniciando esta actividad a finales de los años 60's en la Isla de Cozumel. A partir de entonces este recurso ha sido fuente de ingresos para algunos pobladores de la costa de Quintana Roo, incluyendo a los pescadores que extraen el coral, los artesanos que elaboran piezas de ornato y joyería, así como los comerciantes que venden los productos al turismo (Kenyon, 1984; Sosa et al, 1993).

Durante mucho tiempo, el recurso se obtenía únicamente de la isla de Cozumel, donde la extracción se realizaba a pulmón a una profundidad alrededor de los 25 m (De la Torre, 1978), pero la introducción del buceo autónomo permitió un mayor acceso a los bancos de coral y debido a la gran demanda en el mercado, se produjo una sobreexplotación del recurso, de modo que para extraer colonias grandes en la Isla de Cozumel en el año de 1996 se tenían que hacer inmersiones a profundidades mayores de 70 m (Camarena, 1996).

De esta manera, en el año de 1996 se abrieron nuevas áreas de captura en la parte centro-norte de Quintana Roo, otorgando permisos por un año. Al término de ese permiso, los pescadores solicitaron áreas de captura en la parte sur del estado, y a partir de 1997 se autorizó como nueva área para la extracción de coral negro los arrecifes de Pulticub a Majahual.

En cuanto a la reglamentación para el manejo de esta pesquería se han presentado varios problemas desde sus inicios. Las restricciones de captura que se han impuesto han sido muy irregulares, y se han enfocado a resolver la problemática social de los pescadores y la misma demanda del producto en el mercado, más que servir como instrumentos para asegurar un uso sustentable del recurso, basado en un conocimiento biológico del potencial del recurso.

De esta manera, el principal problema en la regulación de esta pesquería ha sido el desconocimiento de las condiciones en las que se encuentran las poblaciones de coral negro que se están explotando, para poder evaluar su potencial de uso sustentable. De este modo, su explotación incontrolada ha puesto en riesgo a las poblaciones de coral negro, pudiendo ocasionar su extinción como recurso en las costas de Quintana Roo.

### **2.3. Area de estudio**

El área de estudio de este trabajo comprende la zona arrecifal de la parte centro-norte del estado de Quintana Roo, la cual abarca de Punta Maroma (20° 43' N; 86° 57' W) hasta Tulum (20° 13' N; 87° 34' W). Esta zona corresponde al área de explotación de coral negro que estaba autorizada en 1996, fecha en la que se elaboró la propuesta del presente proyecto.

Esta zona se eligió como área de estudio debido a que era el sitio que se había autorizado después de que se pretendía cerrar Cozumel como área de captura, y era necesario brindar elementos de juicio para poder regular las actividades de explotación del coral negro que se estaban llevando a cabo. Además, se quería establecer una relación de trabajo estrecha con los pescadores dedicados a la captura de coral negro, quienes habían ofrecido apoyar el proyecto con lancha y equipo, así como con el conocimiento que ellos habían adquirido sobre los bancos de coral negro del área.

Desafortunadamente, cuando este proyecto fue aceptado, el área de captura había sido modificada y el apoyo de los pescadores no se pudo lograr de la manera esperada. Sin embargo, mediante las entrevistas que se les hicieron, fue posible recabar información valiosa para la ejecución del proyecto, así como reiterar su apoyo para continuar el proyecto en las nuevas áreas de captura autorizadas.

---

### **III. OBJETIVOS**

---

**General:**

- Describir las poblaciones de coral negro en la región centro-norte de Quintana Roo.

**Particulares:**

- Describir la evolución de la pesquería de coral negro en el estado de Quintana Roo.
- Determinar taxonómicamente las especies de coral negro que se explotan comercialmente.
- Conocer la composición específica de los bancos de coral negro de la región centro-norte de Quintana Roo.
- Estimar la distribución geográfica y batimétrica de los bancos de coral negro de la zona de estudio.
- Estimar la abundancia de los bancos de coral negro de la zona de estudio.
- Establecer una estación de monitoreo para obtener parámetros demográficos preliminares.
- Hacer recomendaciones para la conservación del coral negro como recurso.



---

## **IV. METODOS**

---

La descripción de los bancos de coral negro en la región centro-norte de Quintana Roo se llevó a cabo mediante diversos métodos. Se utilizó una cámara subacuática a control remoto para ubicar de manera general la distribución geográfica y batimétrica de los bancos de coral negro en la zona de estudio. También se realizaron muestreos “in situ” mediante buceo autónomo para conocer la composición específica de los bancos de coral, estimar su abundancia y obtener mediciones de las colonias. Se realizó una colecta de fragmentos de colonias para la determinación taxonómica de las especies. Se estableció una estación de monitoreo para obtener algunos parámetros poblacionales preliminares. Además se realizaron entrevistas a diversos sectores involucrados con la extracción y comercialización del coral negro para recabar información para hacer el análisis de la pesquería. Los detalles de cada uno de los métodos empleados se detalla a continuación.

### **4.1. Exploración con cámara subacuática a control remoto**

Se llevó a cabo una exploración de los arrecifes profundos del centro-norte de Quintana Roo para ubicar la existencia de bancos de coral negro en la zona . Para ello se realizaron videotransectos, utilizando el vehículo de video submarino autopropulsable “Phantom” HD2 (Foto 1).

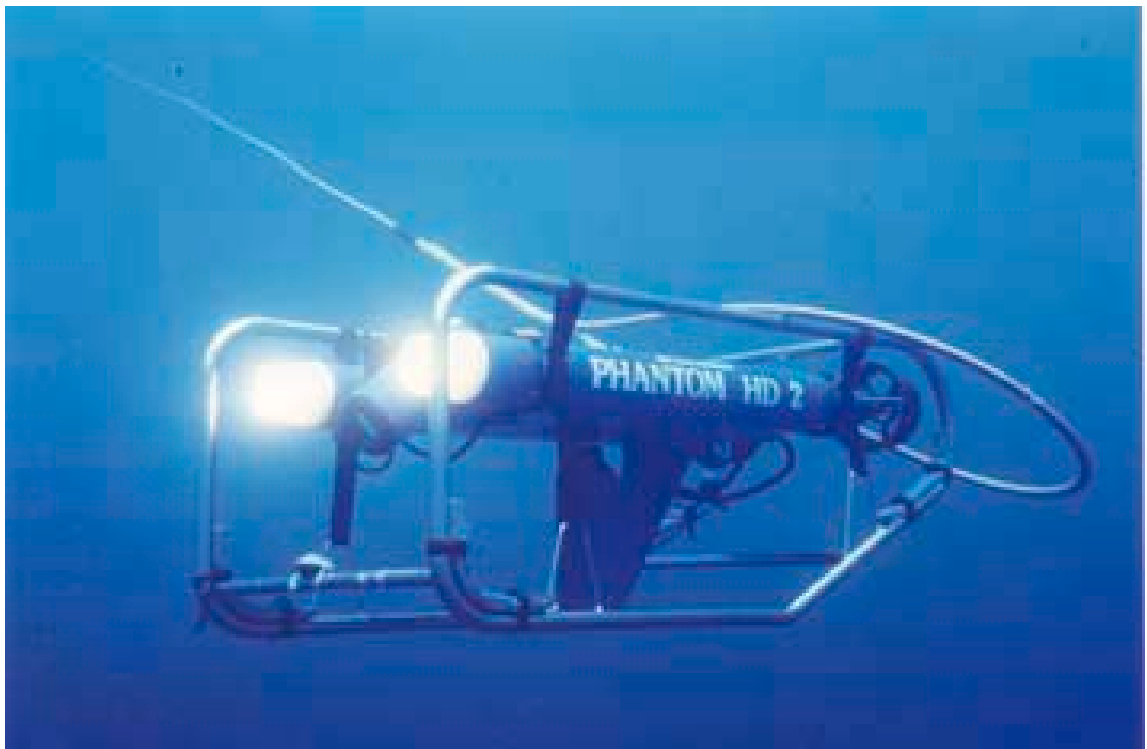


FOTO 1. Vehículo de filmación autopropulsable “PHANTOM HD2”

El barco que inicialmente se había programado para instalar el Phantom y hacer los videotransectos para este proyecto (BIP # 8, del INP) nunca estuvo en óptimas condiciones para la navegación. Durante el primer cuatrimestre se reparó de varias fallas que tenía, pero no fue posible terminar algunos detalles para asegurar su buen funcionamiento.

Por este motivo fue necesario conseguir otra embarcación en la cual pudiera operar el Phantom. Debido al alto costo de renta de un barco que cubriera las necesidades requeridas, se solicitó el apoyo a diversas organizaciones y personas que cuentan con este tipo de embarcaciones. En la mayoría de los casos el apoyo no se pudo brindar debido a la ocupación de las embarcaciones. En otros casos se requería del pago de una renta, que aún a un precio especial, no pudo pagarse con el presupuesto del proyecto. Por lo tanto se solicitó el préstamo de una embarcación a la Dirección de Actividades Subacuáticas del parque Xcaret, a través de Alejandro Edelman. También se solicitó a la Estación de Investigaciones Oceanográficas de la Secretaría de Marina en Progreso, Yucatán, la participación en un crucero a bordo del buque ONJUKO, a través del Teniente de Fragata Gildardo Alarcón. Sin embargo, el crucero en colaboración con la Secretaría de Marina aún no se ha llevado a cabo, por lo que fue necesario realizar todo el trabajo del Phantom con el apoyo brindado por Xcaret. Se anexan las cartas de solicitud (Anexo 9.1a y b).

De esta manera se realizaron 2 salidas para hacer videotransectos. La primera se llevó a cabo en el mes de abril, y únicamente se pudieron realizar 2 videotransectos en el área de Tulum, debido a problemas eléctricos que presentó el Phantom. El vehículo de filmación se reparó y la segunda salida se efectuó a principios de octubre, en la cual se filmaron 5 videotransectos. Las 7 estaciones en total en las que se hicieron los videotransectos se muestran en la Tabla 1 y se representan en la Fig. 1.

TABLA 1. Estaciones en las que se efectuaron videotransectos.

Estación	Sitio	Latitud (N)	Longitud (W)
1	Playa del Carmen	20° 36.6'	87° 04.1'
		20° 36.2'	87° 04.6'
2	Xcaret	20° 34.4'	87° 06.9'
		20° 34.0'	87° 07.4'
3	Punta Venado	20° 32.8'	87° 08.9'
		20° 32.4'	87° 09.4'
4	Punta Fátima	20° 29.5'	87° 12.5'
		20° 29.2'	87° 12.9'
5	Xaac	20° 25.3'	87° 16.6'
		20° 24.9'	87° 17.0'
6	Akumal	20° 23.5'	87° 18.0'
		20° 23.1'	87° 18.3'
7	Tulum	20° 12.9'	87° 24.3'
		20° 12.4'	87° 24.6'

Los videotransectos que se llevaron a cabo fueron longitudinales, es decir paralelos a la línea de costa, manteniendo una profundidad más o menos constante. La distancia del transecto varió entre 500 y 800 m. Los transectos batimétricos no se llevaron a cabo debido a que las colonias de coral en esta región se encuentran en un rango de profundidad muy restringido, alrededor de los 60 m.

Para la operación del Phantom se contó con la ayuda de 2 técnicos, quienes maniobraron el aparato. El recorrido submarino del vehículo de filmación se transmite a la unidad controladora, la cual tiene un monitor que reproduce la imagen, un medidor de la profundidad a la que opera el aparato, así como del rumbo que sigue (Foto 2). De esta manera, se hicieron las anotaciones pertinentes para ubicar cada uno de los videotransectos, con el registro de la posición geográfica del barco y las características ambientales de la imagen observada del monitor. De esta manera, únicamente se hizo filmación de las secciones en las que se encontraron colonias de coral negro, o paisajes que sirvieran de referencia para la ubicación de los transectos.

Las filmaciones obtenidos de los videotransectos se presentan como un anexo (Anexo 9.2).



FOTO 2. Grupo de trabajo observando el monitor del PHANTOM durante un videotransecto.  
Uno de los técnicos maneja el control remoto del aparato.



Fig. 1. AREA DE ESTUDIO Y UBICACION DE LOS VIDEOTRANSECTOS. Se presenta la ubicación de los transectos de filmación realizados con el Phantom HD2.

#### **4.2. Determinación taxonómica de las especies de coral negro**

Para determinar taxonómicamente las especies de coral negro que existen en el área de estudio se llevaron a cabo dos colectas. La primera consistió en coleccionar pequeños fragmentos (10 cm de largo) de las especies de coral negro que están sujetas a explotación comercial, y de las cuales los pescadores reconocían 3 tipos: el pino, el natural y el blanco. Las muestras fueron fijadas en alcohol-agua de mar al 70% (Foto 3).



FOTO 3. Procesamiento de las muestras de coral negro en campo.

Posteriormente en el laboratorio se pasaron a formol-agua de mar al 70 %. Las muestras se analizaron al microscopio para observar detalles de los pólipos y se analizó la forma de ramificación para hacer una determinación taxonómica preliminar. Para ello se utilizaron guías de campo (Humann 1993, Colin, 1988), claves de identificación taxonómica para el género *Antipathes* (Opresko, 1997) y artículos de descripción de especies del género *Antipathes* (Grigg y Opresko, 1977; Opresko, 1976; 1996; Opresko y Genin, 1990; Opresko y Cairns, 1992; Cairns *et al.*, 1993).

Las muestras analizadas fueron enviadas al Museo Nacional de Historia Natural, Smithsonian Institution, Washington y recibidas por el Dr. Stephen Cairns. Posteriormente, el Dr. Dennis Opresko, del Oak Ridge National Laboratory, TN, revisó las muestras y corroboró la identidad taxonómica de las especies colectadas. El Dr. Opresko tiene amplia experiencia en la taxonomía del género *Anthipathes*, por lo que se consideró necesaria su colaboración para tener certeza de las especies que se encuentran en el área de estudio. Una vez que las muestras fueron identificadas, se donaron al Museo Nacional de Historia Natural, Smithsonian Institution. Se anexa carta de agradecimiento recibida por la donación que se hizo (Anexo 9.1c).

Posteriormente, en una segunda colecta se obtuvieron muestras de otras especies de coral negro que existen en el área de estudio, pero que no son sujetas a explotación comercial, ya que son de menor tamaño y no forman un tronco grueso. En este caso se revisaron muestras de otras 4 especies: 2 en forma de abanico, una en forma de látigo y otra en forma de cepillo. El tratamiento para fijación y análisis en microscopio fue igual que para las muestras que se obtuvieron de la primer colecta; y también fueron corroboradas por el Dr. Dennis Opresko.

Finalmente, con la información obtenida en este rubro, se elaboró una pequeña guía para la identificación de las especies de coral negro más comunes en la región centro-norte de Quintana Roo, la cual se presenta como un anexo (Anexo 9.3).

#### **4.3. Prospecciones mediante buceo autónomo**

Se efectuarón 3 salidas para hacer prospecciones subacuáticas, utilizando para ello el buceo autónomo. En estos muestreos se obtuvieron estimaciones de densidad, datos de composición específica y datos merísticos de las colonias de coral negro que se encontraron durante el muestreo.

En cada salida participaron de 5 a 6 buzos, con formación profesional en la carrera de Biología y buceadores con experiencia en buceo profundo. Los participantes en el muestreo subacuático, además, tuvieron que capacitarse en la técnica de buceo TRIMIX (ver siguiente sección). En cada salida se hicieron de 6 a 10 inmersiones.

Los grupos de trabajo estuvieron formados de 2 tomadores de datos y un instructor de buceo, quien vigilaba los datos técnicos del buceo como tiempo y profundidad, y quien además podía hacer una estimación más precisa del área recorrida en cada muestreo.

Para elegir los sitios de buceo no se pudo contar con la información obtenida en los videotranssectos, debido al atraso que existió en las salidas para usar el Phantom. Por lo tanto, los buceos se efectuaron en los lugares de interés que se detectaron durante las entrevistas con los pescadores de coral negro y prestadores de servicios turísticos locales.

En total se revisaron 14 sitios de muestreo, para lo cual se hicieron inmersiones entre 60 y 75 m de profundidad. Las estaciones revisadas y su posición geográfica se presentan en la Tabla 2, y se muestran en la Fig. 2.

TABLA 2. Sitios en los que se realizó muestreo subacuático

<b>Estación</b>	<b>Nombre</b>	<b>Posición geográfica</b>
1	Punta Bete	20° 40' 30" N 87° 00' 23" W
2	Playa del Carmen	20° 37' 16" N 87° 03' 36" W
3	Punta Piedra	20° 35' 08" N 87° 05' 51" W
40	Xcaret 2	20° 34' 55" N 87° 06' 08" W
5	Xcaret 1	20° 34' 37" N 87° 06' 39" W
6	Calica	20° 34' 09" N 87° 07' 15" W
7	Punta Ina- Punta Venado (El Islote)	20° 33' 06" N 87° 08' 42" W
8	Paamul	20° 30' 43" N 87° 11' 33" W
9	Sur de Pamul	20° 30' 33" N 87° 11' 49" W
10	Xaac-Kantenah	20° 26' 27" N 87° 16' 34" W
11	Akumal	20° 23' 28" N 87° 18' 14" W
12	Sur de Akumal	20° 23' 14" N 87° 18' 20" W
13	Xcachel - Chemuyil	20° 20' 35" N 87° 19' 59" W
14	Tulum	20° 12' 36" N 87° 25' 02" W

La densidad de cada estación se calculó con base en el área revisada en cada muestreo y el número de colonias que se midieron. En cuanto a la estimación del área de muestreo, fué imposible colocar un transecto o línea de referencia, debido a la dificultad del buceo, la corriente y la poca abundancia de colonias que en algunos sitios existe. Por ello, los buzos hicieron una estimación de la distancia recorrida en el buceo (de acuerdo al tiempo de fondo, a la corriente del sitio y la cantidad de colonias encontradas en cada sitio) para obtener la longitud del transecto; mientras que la amplitud del mismo se obtuvo a partir del intervalo de profundidad en el que se midieron las colonias sobre la pared del cantil arrecifal. El producto de estas dos distancias se consideró como área de muestreo.

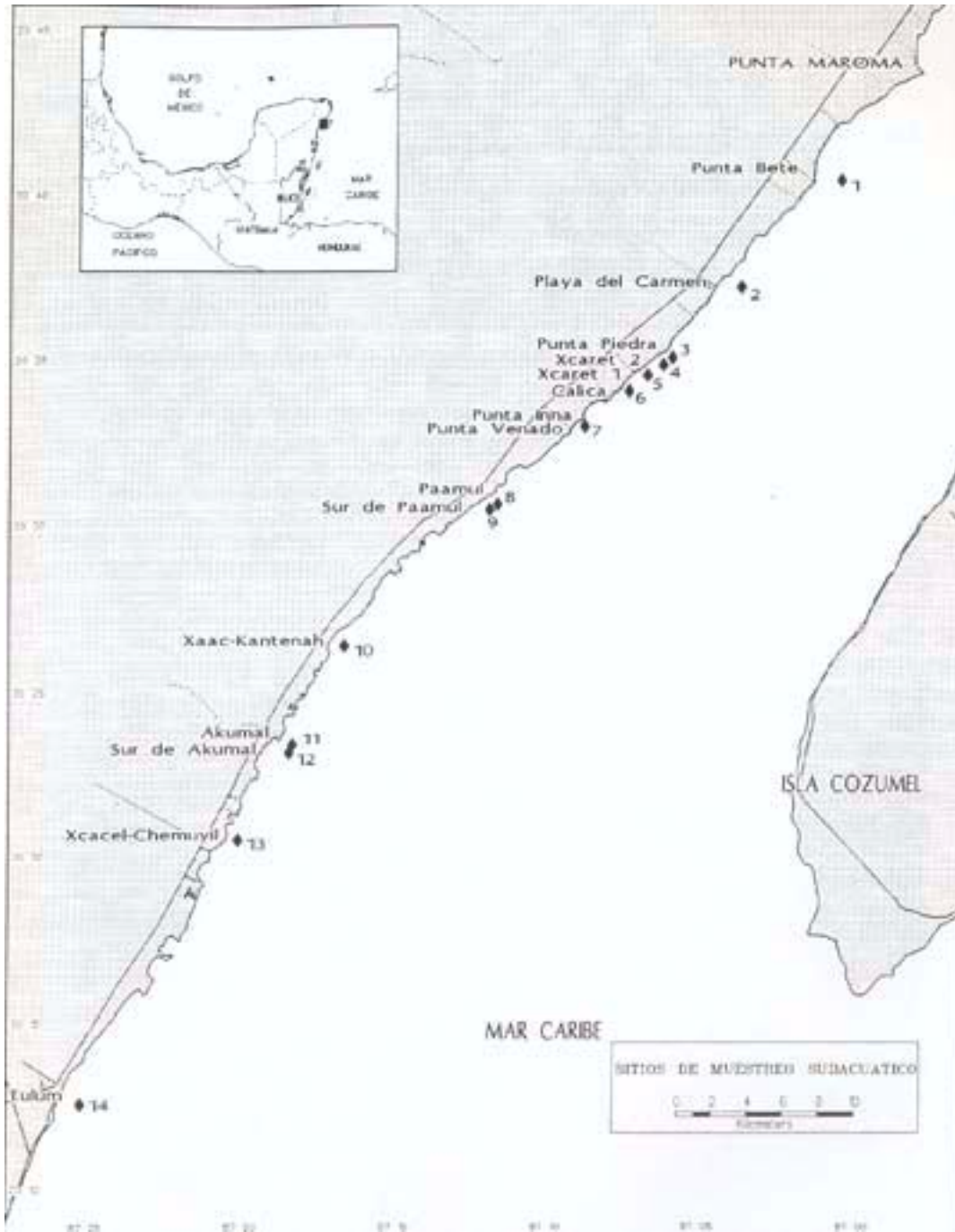


Fig. 2. AREA DE ESTUDIO Y SITIOS DE MUESTREO SUBACUATICO. Se presenta la ubicación de las 14 estaciones muestreadas mediante buceo autónomo.



De cada colonias se obtuvieron los siguientes datos merísticos:

- Altura máxima: Distancia de la base de la colonia hasta la punta de la rama más alta. Se utilizó una cinta métrica flexible (Foto 4).
- Ancho máximo: Distancia entre las ramas más distantes, perpendicular a la altura. También se uso cinta métrica (Foto 5).
- Diámetro de la base: ancho del tallo a 1 cm del punto de fijación de la colonia. Se midó con un vernier de plástico (Foto 6).
- Número de ramas principales: considerando sólo aquellas que nacen de la base de fijación.

Además se anotaron los siguientes datos:

- Especie a la que pertenecía cada colonia.
- Condiciones de la colonia: Se refiere al estado en el que se encontró de cada colonia, detectando mortalidad parcial o sobrecrecimiento de fauna epibionte.
- Observaciones generales: Se anotaron cosas particulares como coloración, si era una colonia regenerada a partir de un tronco cortado, etc.
- Profundidad: Profundidad a la que se encontró cada una de las colonias. Medida con un profundímetro de buceo.



FOTO 4. Medición de la altura de una colonia de coral negro de la especie *A. pennacea*.

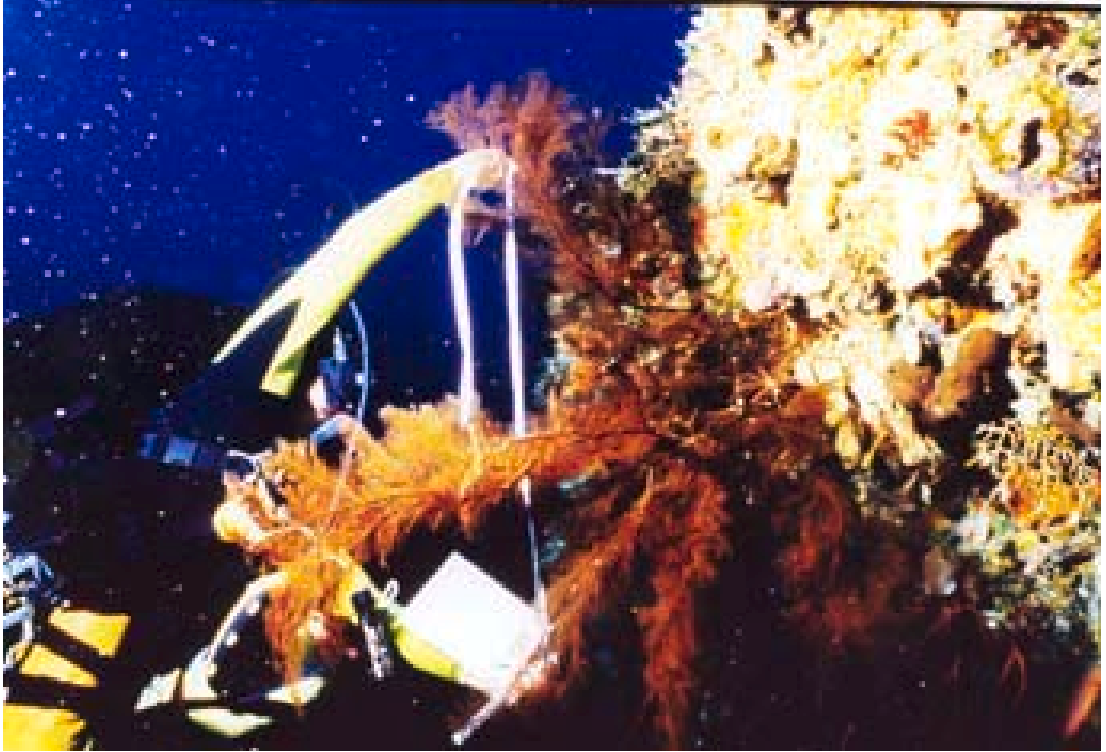


FOTO 5. Para medir el ancho de la colonia se consideró la distancia entre las ramas más alejadas.



FOTO 6. Medición del diámetro del tallo principal de una colonia, usando un vernier de plástico.

#### **4.4. Curso de TRIMIX**

Para llevar a cabo el muestreo subacuático fue necesario que las personas que realizaron las inmersiones se capacitaran en una técnica de buceo especializado llamado TRIMIX. Esta técnica consiste en utilizar una combinación de gases de Helio, Nitrógeno y Oxígeno, la cual se utiliza como mezcla de fondo, y cuya proporción es definida de acuerdo a la profundidad de la inmersión y a la profundidad narcótica equivalente que se desee obtener (Foto 7).

El objetivo de utilizar esta mezcla es reducir el nitrógeno que se respira a presión y el riesgo de sufrir una intoxicación, lo cual se conoce con el nombre de Narcosis Nitrogénica o Borrachera de las Profundidades. Una intoxicación de este tipo puede causar afectaciones leves como mareo y hormigueo (las cuales se eliminan ascendiendo a una menor profundidad), hasta situaciones más peligrosas como vómito, convulsiones, pérdida de conciencia y muerte. Por lo tanto, si un buzo sufre narcosis durante una inmersión, aunque sea capaz de controlarla, no se encuentra lo suficientemente lúcido para tomar correctamente los datos durante el muestreo; además de que incrementa el riesgo de sufrir accidentes debido a esta afectación.

Debido al volumen de gas que se consume durante una inmersión profunda se requiere utilizar tanque doble para la mezcla de fondo. Por otro lado, el uso de gas Helio, que es un gas inerte y ligero, implica una tasa de saturación de tejidos mucho más rápida que con nitrógeno, por lo que la descompresión es muy larga. Para reducir ese tiempo se utiliza una mezcla de ascenso rica en Oxígeno. En el caso de los buceos que se hicieron para este proyecto, las paradas de descompresión inician a partir de los 24 m de profundidad, con una duración de 1 hora aproximadamente. De este modo, para la descompresión se utiliza un tanque de NITROX que se coloca lateralmente, enganchado al chaleco y arnes (Foto 8).

Esta técnica también requiere de hacer cálculos específicos para cada inmersión que permitan definir el plan de buceo y el de descompresión que se debe realizar en cada caso. Para ello se utilizó el programa de computadora "PRO PLANNER" que ejecuta los cálculos de saturación de gases para definir el número y el tiempo de las paradas de descompresión.

Por lo tanto, durante la ejecución del proyecto se vio la necesidad de realizar los buceos con TRIMIX, debido a que el empleo de esta técnica presenta varias ventajas. En primer instancia permite aumentar considerablemente el tiempo de fondo, y por lo tanto de muestreo. Por otro lado; la conciencia del buceador no se ve afectada por la narcosis que provoca el exceso de nitrógeno, por lo que los datos obtenidos son más confiables. Esta técnica es mucho más segura que un buceo con aire comprimido, por lo que se reduce significativamente el riesgo de accidentes de buceo. Además, los prestadores de servicios turísticos que se contrataron para llevar a cabo las inmersiones requirieron que las personas que fueran a hacer buceo profundo emplearan la técnica de TRIMIX.

Este curso fue impartido, de manera gratuita y como apoyo al proyecto de investigación, por el Instructor Germán Yañez, quien además fungió como líder de inmersión y apoyo de seguridad durante los buceos que se realizaron.



FOTO 7. Llenado de tanques dobles con Helio (tanque azul atrás) para la mezcla de fondo, y de Oxígeno (tanques naranja) para la de ascenso en tanques sencillos.



FOTO 8. Configuración del equipo de buceo utilizado en la técnica de TRIMIX para buceo profundo. Tanques dobles en la espalda y tanque de Nitrox a un costadol.

#### 4.5. Establecimiento de un área de monitoreo

Se estableció un área de monitoreo de una población de coral negro enfrente de la Bahía de Akumal. Este sitio se eligió porque en las entrevistas con los prestadores de servicios turísticos locales se identificó que en el cantil de este arrecife existía una población de coral negro y que por su cercanía de la costa era de fácil acceso y ubicación. Por otro lado, también fue importante el apoyo de la tienda de buceo Akumal Dive Shop en cuestiones logísticas de transporte marítimo y equipo de buceo técnico, así como la existencia del Centro Ecológico de Akumal que se interesó en el proyecto y brindaron apoyo.

El área de monitoreo tiene una extensión de 180 m<sup>2</sup>, en un cuadrante de 15 m de largo por 12 de ancho. Los vértices del cuadrante se marcaron con boyas sumergidas a media agua, a unos 10 m de distancia del fondo y el perímetro se midió con cinta métrica de carrete. En esa área se marcaron un total de 30 colonias de coral negro de la especie *Antipathes pennacea*, la cual es la especie dominante. La posición geográfica del lugar se tomó en repetidas ocasiones con un GPS durante las visitas que se hicieron, de modo que se tiene una lectura más precisa. También se tomaron puntos de referencia en tierra y se hizo triangulación para tener la ubicación exacta del sitio.

La estación de monitoreo constió de dos etapas. La primera de elección y delimitación del área de monitoreo, así como de marcaje y medición inicial de las colonias, lo cual se llevó a cabo durante el mes de noviembre de 1997. La segunda etapa correspondió al primer registro del destino de las colonias marcadas en la primera fase, lo cual se efectuó durante el mes de julio de 1998.

En la primera etapa del monitoreo el marcaje de inicio se eligió y delimitó el área de monitoreo. Posteriormente se tomaron los datos iniciales que consistieron en:

- Marcar cada una de las colonias con un número grabado en una placa de acero inoxidable, atada a la base con un hilo alquitranado (Foto 9).
- Medir el alto de la colonia y el diámetro del tallo.
- Contar el número de ramas principales.
- Describir la condición de la colonia (mortalidad parcial y organismos epibiontes).
- Elaborar un mapa con la posición de cada colonia.

En la segunda etapa se llevó a cabo el primer registro, que consistió en hacer un censo de las colonias existentes y medirlas nuevamente de la misma forma que se hizo en la primera ocasión, con lo cual se pretendió estimar el crecimiento y la mortalidad, tanto de tejido vivo como de colonias completas.



FOTO 9. Colonia marcada con una placa de acero inoxidable para su ubicación dentro de la estación de monitoreo.

#### **4.6. Entrevistas**

Se aplicaron cuestionarios a distintos sectores involucrados en el uso del coral negro. Se tuvieron varias entrevistas con los pescadores que actualmente cuentan con permiso para la extracción de coral negro, se hicieron visitas a los talleres de manufacturación y se entrevistaron a los dueños de las tiendas en donde se vende el producto ya elaborado. También se obtuvo información por medio de las autoridades que regulan esta actividad como son la Delegación de la SEMARNAP en Quintana Roo, la Oficina de Pesca de la SEMARNAP en Cozumel, así como la PROFEPA en Cozumel. También se obtuvo información muy valiosa referente a los sitios en donde existen poblaciones de coral negro con los prestadores de servicios turísticos de los diferentes lugares que se encuentran dentro del área de estudio.

Los cuestionarios se elaboraron específicamente para cada sector y estuvieron enfocados a conocer diferentes aspectos en cada caso, según se explica a continuación:

- Pescadores: Se les preguntó sobre los sitios de colecta que tuvieron cuando extraían el coral de la parte centro-norte, la abundancia del recurso, la técnica de colecta, el material que emplearon, el esfuerzo de captura, el costo y la demanda de la venta de las ramas de coral, la presentación del producto a los compradores.
- Artesanos: Se les pidió información sobre el tipo de maquinaria y características de los talleres de manufacturación, cantidad de producto que se procesa y porcentaje de desperdicio, número de personas empleadas, procedencia del material, costo de venta de las piezas a los distribuidores.
- Comerciantes: Se les consultó el costo de venta y demanda de los productos al turismo, procedencia de las piezas, número de establecimientos permanentes y temporales.
- Autoridades que regulan la pesquería: Se les pidió la información recabada sobre el número de permisionarios dedicados a esta actividad, restricciones impuestas para la colecta, volúmenes de captura autorizados y registro de volúmenes reportados, áreas de captura autorizadas.
- Prestadores de servicios turísticos: A ellos se les consultó principalmente sobre sitios en los cuales existen poblaciones de coral negro dentro del área que ellos trabajan.

En la siguiente sección se presenta una lista de las personas que apoyaron el proyecto (Tabla 4), y en ella se señala quienes aportaron información a través de las entrevistas que se efectuaron.



## 4.7. Personal participante

### a) Ejecución del proyecto

TABLA No. 3. PERSONAL PARTICIPANTE DURANTE LA EJECUCION DEL PROYECTO. Se señala el nombre de cada participante, la institución a la que pertenecen, el nivel académico y de buceo adquirido, así como la función que cada uno desempeñó dentro del proyecto en sus diferentes fases.

NOMBRE	INSTITUCION	NIVEL ACADEMICO/BUCEO	FUNCION
Aurora Claudia Padilla Souza	INP, CRIP-Pto. Morelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Doctor en Ciencias (Biología)</li> <li>• Instructor FMAS-I1-MEX-109</li> <li>• Buceador TRIMIX # 300</li> </ul>	-Responsable del proyecto. -Trabajo de campo. -Análisis de datos. -Obtención de resultados y, -Elaborar reportes
Mario Lara Pérez Soto	INE, Parque Nacional Isla Contoy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Candidato a Doctor en Ciencias (Biología)</li> <li>• Instructor FMAS-I1-MEX-104</li> <li>• Buceador TRIMIX #</li> </ul>	-Asistente en Prospecciones con buceo y Estación de Monitoreo. -Análisis preliminar de la información obtenida.
Rosa María Loreto Viruel	Asociación Amigos de Sian Ka'an, A.C.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasante de Maestría en Ciencias (Biól Sist Rec Acuát)</li> <li>• Buzo 3 estrellas FMAS 2520</li> <li>• Buceador TRIMIX #</li> </ul>	-Asistente en Prospecciones con buceo y Estación de Monitoreo. -Análisis preliminar de la información obtenida.
Ricardo García González	Tienda de Buceo Caballito del Caribe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Licenciatura en Biología</li> <li>• Instructor PADI/NAUI</li> <li>• Buceador TRIMIX #</li> </ul>	-Asistente en Prospecciones con buceo y Estación de Monitoreo. -Análisis preliminar de la información obtenida.
Juan Carlos Huitrón Baca	INE, Parque Nacional Arrecifes de Isla Mujeres y Cancún	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasante de Biología</li> <li>• Instructor PADI/NAUI</li> <li>• Buceador TRIMIX #</li> </ul>	-Asistente en Prospecciones con buceo y Estación de Monitoreo.
José Hernández Conde	INE, Parque Nacional Arrecifes de Isla Mujeres y Cancún	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasante de Biología</li> <li>• Buceador 3 estrellas FMAS</li> <li>• Buceador TRIMIX #</li> </ul>	-Asistente en Prospecciones con buceo y Estación de Monitoreo.
German Yañez Mendoza	Tienda de Buceo Yucatec Expeditions	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instructor PADI/NAUI/FMAS Cuevas, Cavernas y TRIMIX</li> </ul>	-Instructor del curso de TRIMIX -Seguridad durante el muestreo subacuático
Rolando Figueroa Paz	INP, CRIP-Pto. Morelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnico Pesquero</li> </ul>	Operación del Phantom en cruceros
Kenet Cervera Cervera	INP, CRIP-Yucaltepén (Yucatán)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasante de Ingeniero Pesquero</li> </ul>	Operación del Phantom en cruceros
Donaldo Martínez Vasquez	INP, CRIP-Pto. Morelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Licenciatura en Biología</li> </ul>	-Asistente durante las entrevistas.

### b) Apoyo al proyecto

**TABLA No. 4. PERSONAL QUE APOYO EL PROYECTO.** Se señala el nombre de cada uno, la institución a la que pertenece y el apoyo que proporcionó al proyecto.

<b>NOMBRE</b>	<b>INSTITUCION</b>	<b>APOYO PROPORCIONADO</b>
Dr. Tomás Camarena	Parque Marino Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, INE, SEMARNAP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información bibliográfica</li> <li>• Información anecdótica</li> </ul>
Dr. Eloy Sosa	Colegio de la Frontera Sur, Chetumal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información bibliográfica</li> </ul>
Dr. Hector Ruiz	Universidad de Baja California	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información anecdótica</li> </ul>
Dr. Richard Grigg	University of Hawaii	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información bibliográfica</li> <li>• Información anecdótica</li> </ul>
Dr. Dennis Opresko	Oak Ridge National Laboratory, USA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información bibliográfica</li> <li>• Información anecdótica</li> <li>• Identificación de especies</li> </ul>
Dr. Stephen Cairns	Smithsonian Institution, Washington, D.C. USA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información bibliográfica</li> <li>• Identificación de especies</li> </ul>
Dr. Ken Grange	New Zealand Oceanographic Institute	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información bibliográfica</li> <li>• Información anecdótica</li> </ul>
Dra. María Elena Ibarra	Universidad de la Habana, Cuba	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información anecdótica</li> </ul>
Donald Brewer y Alan Pertner	Akumal Dive Shop	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevista</li> <li>• Apoyo logístico para buceos</li> </ul>
Omar Gonzalez	Akumal Dive Shop	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevista</li> <li>• Apoyo técnico para buceos</li> </ul>
Arturo Orozco	Akumal Dive Center	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevista</li> <li>• Cargas de aire</li> </ul>
Claudio Contreras, Nicolai G. y Juan Carlos Huitrón		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotografía</li> </ul>
Fernando Dávila	Tienda de buceo Santa Fé, Tulum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevista</li> </ul>
E. Vera y V. Danzos	Tienda de buceo Dzul-ha, Cozumel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevista</li> </ul>
Eugenio Acevez	Tienda de buceo Seafari, P. del Carmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevista</li> </ul>
Rolando Urquiza	Tienda de buceo The Royal Yatch Club, Cancún	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevista</li> </ul>
Jorge Pacheco	Tienda de buceo Xpu-ha, Xpu-ha	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevista</li> </ul>
Alejandro Edelman	Actividades acuáticas, Promotora Xcaret	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyo logístico para buceos</li> <li>• Apoyo logístico para Phantom</li> </ul>
Juan José Tec y Juan Carlos May	Acuario, Promotora Xcaret	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevista</li> <li>• Información anecdótica</li> </ul>
Gildardo Alarcón	E. Inv. Oceanograficas, Progerso, SECMAR.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyo logístico para Phantom</li> </ul>
Hening Bach	Hotel Hacienda La Tortuga, Akumal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hospedaje</li> </ul>
Micke Mulgrew	Centro Ecológico Akumal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hospedaje</li> </ul>
Roberto Franco	Black Coral Studio, Cozumel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevista</li> <li>• Visita a su tienda y su taller</li> </ul>
Luis "Calacas"	Tienda de artesanías "El Calacas", Cozumel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevista</li> <li>• Visita a su tienda y su taller</li> </ul>
Carolina Pot	Black Factory, Cozumel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevista</li> <li>• Visita a la tienda y al taller</li> </ul>
Gamaliel Chan,, Armando López y Juan Cocom.	Pescadores de coral negro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas</li> <li>• Información anecdótica</li> </ul>
Alejandro Medina	Delegación de SEMARNAP en Q. Roo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevista</li> <li>• Información de permisos y volúmenes de captura</li> </ul>
Lizandro Dominguez	Oficina de Pesca en Cozumel, SEMARNAP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevista</li> <li>• Permisos de captura</li> </ul>
Dionisio Pech	PROFEPA, Cozumel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevista</li> <li>• Volúmenes de captura</li> </ul>

## V. RESULTADOS

### 5.1. La pesquería de coral negro en el estado de Quintana Roo

La captura de coral negro en México inició a finales de los años 60's en la Isla de Cozumel, cuando los pescadores descubren su presencia y obsequiaban fragmentos a los visitantes como muestras de cortesía (De la Torre, 1978). Esta extracción se realizaba a pulmón a una profundidad entre 20 y 25 m. Posteriormente, la introducción del buceo autónomo permitió un mayor acceso a los bancos de coral y su explotación se empezó a realizar con fines comerciales, ocasionando una gran demanda en el mercado.

Las primeras estadísticas de extracción se tienen para el año de 1974, reportándose 121 kg de producto, y el primer permiso oficial se otorgó en 1976 a la S.C.P.P. "Buzos y artesanos del coral negro de la costa e islas de Quintana Roo", S.C.L. En este permiso se asignó una cuota de 50 kg brutos mensuales y se restringió la colecta a un tamaño mínimo de 2.5 cm de diámetro del tallo, pero los reportes de captura fueron muy irregulares. Esta situación prevaleció hasta 1987, año a partir del cual se cuenta con estadísticas anuales, recopiladas por la Delegación de Pesca del estado de Quintana Roo y posteriormente por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en Cozumel (Tabla 5).

TABLA 5. PRODUCCION ANUAL DE CORAL NEGRO 1974-1998.

N/D=No disponible; v/p=viejos pesos; N\$=nuevos pesos; ?=todavía no se reporta.

Información recabada en la Delegación de Pesca del estado de Quintana Roo y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente de Isla Cozumel, complementada con información obtenida en entrevistas de este proyecto.

AÑO	VOLUMEN (kg)	Permisio-narios	Sitio de captura	Precio por kg
1974	121.0	N/D	Isla Cozumel	N/D
1975	83.0	N/D	"	N/D
1976	N/D	N/D	"	N/D
1977	70.0	N/D	"	N/D
1978	29.0	N/D	"	N/D
1987	1,183.5	6	"	\$ 65,000 (v/p)
1988	1,431.0	6	"	\$ 102,000 (v/p)
1989	765.0	6	"	\$ 107,000 (v/p)
1990	486.0	1	"	\$ 122,000 (v/p)
1991	540.0	1	"	\$ 112,000 (v/p)
1992	350.0	1	I. Cozumel y Tulum	\$ 125,000 (v/p)
1993	1,060.0	1	"	N\$ 125.00
1994	1,020.0	1	"	\$ 125.00
1995	100.0	1	"	\$ 125.00
1996	497.0	4	C-N de Q.R y Cozumel	\$ 200.00
1997	?	3	Sur de Q. Roo	\$ 350.00
1998	?	3	Sur de Q. Roo	\$350.00

En la década de los 80's existían en la Isla de Cozumel alrededor de 500 artesanos que se dedicaban a la manufacturación de piezas para venderlas a los turistas extranjeros (Kenyon, 1984), de manera que la extracción del coral negro representó una fuente de ingresos para un considerable número de personas, incluyendo a los pescadores, los artesanos y los comerciantes. También se tienen reportes aislados de que en esa década se explotaron los bancos de coral negro de Tulum y de Xcalac, pero no se tienen registros sobre los volúmenes de captura y se sabe muy poco sobre las condiciones en las que se realizaba esta extracción. Desde entonces, el coral negro se convirtió en un recurso importante para la Isla de Cozumel, al grado de que la venta de piezas elaboradas con este material pasó a formar parte de los atractivos turísticos que ofrece la Isla, ya que los visitantes consumen estos productos como recuerdos originarios del lugar o como "souvenirs".

Sin embargo, la reglamentación en la explotación de este recurso ha sido muy irregular desde sus inicios. La asignación de cuotas de captura ha variado entre 50 y 100 Kg mensuales de producto bruto y las restricciones de tamaño mínimo de colecta entre 2 y 2.5 cm de diámetro del tallo, obedeciendo más a la demanda de los pescadores que a un conocimiento del potencial del recurso. Los datos de captura son escasos hasta 1987, año en el que se registraron más de 1,000 Kg de producto.

A inicios de los 90's existía un sólo permisionario para extraer 100 kg mensuales de la rada de Cozumel y parte continental de la isla. Este permisionario, sin ser buzo, tenía la exclusividad de la extracción y comercialización de la captura, lo cual originó problemas entre los interesados en explotar el recurso. Por ello, en 1995, las autoridades decidieron suspender definitivamente los permisos para esta actividad.

Posteriormente, se lleva a cabo un estudio para analizar la factibilidad de explotación de los bancos de coral negro en la parte oriental de isla de Cozumel y en la franja costera entre Punta Maroma y Tulum (Camarena, 1996), y en febrero de 1996 se otorgó un permiso por un año a 4 buzos para extraer 100 kg mensuales de coral bruto (25Kg cada uno) en esa área. Al término de éste, las autoridades habían decidido suspender definitivamente los permisos, debido a las irregularidades de la actividad y la necesidad de realizar estudios más completos en la zona. A pesar de esto, los pescadores solicitaron autorización para extraer coral negro en la costa de Pulticub a Majahual (sur del estado).

Finalmente, en el mes de mayo de 1997 se autorizó extraer 150 kg de coral negro mensuales en el área requerida, otorgando el permiso a 3 pescadores (25 kg por pescador). Adicionalmente a esta cuota, y como apoyo social, se destinaron 125 kg para los buzos de Cozumel y 25 kg para ser trabajados por artesanos del Centro de Readaptación Social en Chetumal. En este momento también se decidió cerrar definitivamente la Isla de Cozumel como área de captura, debido al agotamiento de los bancos causado por la explotación que sustentó durante 30 años.

En cuanto a los aspectos socioeconómicos de la pesquería de coral negro, la Oficina de Pesca de la SEMARNAP en Cozumel tiene reportados 31 talleres de coral negro en la Isla de Cozumel, en donde laboran cerca de 60 artesanos, de los cuales 17 se encuentran en la agrupación de Artesanos de Coral Negro "Andrés Quintana Roo, A. C.", 23 están afiliados a la Unión de Artesanos de Coral Negro y derivados del Mar, A. C. y 20 más son libres. El abastecimiento de la materia prima para estos talleres se

efectúa directamente por los pescadores que extraen el coral negro. El trabajo artesanal se lleva a cabo en talleres rústicos en grupos de 2 o 3 personas, en locales pequeños no mayores a 16 m<sup>2</sup>, generalmente dentro de las viviendas de los propios artesanos. La mayoría de estos artesanos abastece el mercado local y hacia fuera de la isla, aunque algunos tienen sus viviendas adecuadas como taller de manufactura y venta, lo cual resulta ser un mayor atractivo para los turistas, ya que pueden apreciar el procesamiento de las piezas. El equipo y material que emplean los artesanos para la elaboración de piezas de ornato, artesanía y joyería también es muy sencillo, el cual consta de un esmeril, una fresadora, prensas, arcos seguetas y fresas de diferente tamaño, además de pegamentos y lijas (Boletín Caribe, 1997).

Las actividades de extracción de coral negro que realizan los pescadores consta principalmente de buceos para localizar los bancos y posteriormente para efectuar la colecta. En cada inmersión trabajan 2 ó 3 buzos a profundidades entre 60 y 100 m, y cuando se ha seleccionado el organismo a capturar se corta con segueta a unos 2 cm de su base. Al terminar el corte la colonia se amarra a una cuerda con un globo para su ascenso. El material que utilizan para este trabajo consta de lancha tipo ballenera con motor fuera de borda, equipo de buceo (tanques, regulador, chaleco, aletas, visor), así como el material de colecta como seguetas, cuerdas, bolsas, cuchillos y globos de ascenso (Boletín Caribe, 1997).

En este sentido, la actividad de captura lleva asociado un riesgo de sufrir accidentes durante el buceo, debido a las profundidades a las que se trabaja. Por otro lado, los buzos de coral negro, aunque cuentan con una amplia experiencia en su trabajo, tienen un desconocimiento sobre las técnicas de buceo, ya que realizan varias paradas de descompresión pero de manera arbitraria y no basados en un manejo adecuado de las tablas de descompresión y procedimientos de buceo. De esta manera, tres de los cuatro buzos que actualmente se dedican a esta actividad han sufrido accidentes de descompresión y han necesitado tratamiento en cámara hiperbárica.

## 5.2. Determinación taxonómica de las especies de coral negro

La determinación taxonómica que se llevó a cabo dentro de este proyecto se enfocó principalmente a identificar aquellas especies de coral negro que se explotan comercialmente, aunque también se trabajó con otras cuatro especies que se encuentran dentro del área de estudio. Sin embargo, es probable que existan otras especies de coral negro dentro del área que no se pudieron identificar durante esta investigación.

En un principio se pensó que podrían ser tres las especies de coral negro sujetas a explotación, ya que los propios pescadores reconocen tres tipos: el pino, el natural y el blanco (Camarena, 1996). Sin embargo, como resultado de este estudio se obtuvo que sólo son dos las especies de coral negro que se capturan para su comercialización.

Una de estas especies, la más abundante, es *Antipathes pennacea*, la cual puede presentar diversas coloraciones, por lo que los pescadores llaman a las colonias

que van del color café al anaranjado como “coral pino”, mientras que las colonias de la misma especie que tienen coloraciones pálidas, las denominan “coral blanco”. Esta especie tiene un rango de distribución muy amplio, encontrándose casi en cualquier sitio del cantil arrecifal. Su abundancia varía de escasa a abundante, dependiendo del lugar, en los cuales puede llegar a formar bancos de coral. Su tamaño también es variable dependiendo de la edad de las colonias, pero cuando son adultas pueden medir más de 1.5 m de alto. Por su abundancia y tamaño, esta especie es la que se utiliza principalmente en la industria del coral negro en el Caribe Mexicano.

La otra especie que se utiliza para la manufacturación de piezas es la especie *Antipathes caribeanus*, la cual es menos abundante que *A. pennacea*, pero que tiene mayor valor comercial debido a que presenta menos vetas y una vez trabajado las piezas tienen un color negro más uniforme. Probablemente, en asociación a su color negro intenso los pescadores denominan “natural” a este tipo de coral. Es posible que esta especie se distribuya en un rango de profundidad mayor que *A. pennacea*, por lo que es menos frecuente encontrarla. Las colonias de esta especie también son de tamaño grande y también son formadoras de bancos de coral, aunque dentro del área de estudio solamente se encontraron colonias aisladas y de tamaño mediano. Esta especie fue recientemente descrita por Opresko (1996), y en las guías de campo existentes se reporta como especie sin identificar.

En las prospecciones que se efectuaron para este estudio se observó que, además de las especies de coral negro que se explotan comercialmente, existen otras especies que los pescadores no extraen porque no son adecuadas para la elaboración de piezas, debido a su pequeño tamaño y delgado grosor de sus ramas.

Dos de estas especies, *A. atlantica* y *A. gracilis*, presentan una forma de abanico, debido a la fusión que presentan sus ramas y sus pínulas formando una especie de red. Son especies de tamaño pequeño, con una base o tallo principal muy angosto. Ambas especies se diferencian entre sí porque las colonias de *A. atlantica* son planas y la red es estrecha (parecidas a los abanicos de mar del género *Gorgonia*); mientras que *A. gracilis* tiene un crecimiento más bien arbustivo en tres planos, con un grado de fusión menor entre las ramas. En cuanto a la coloración también existen diferencias claras entre ambas especies, ya que *A. atlantica* presenta pólipos claros de color blanco, gris o verde, mientras que los pólipos de *A. gracilis* son de color intenso entre anaranjados y rojizos.

También se observaron colonias de la especie *A. hirta*, las cuales son escasas, de tamaño pequeño, y forman colonias arbustivas que tienen numerosas pínulas que se extienden radialmente sobre los tallos, dando apariencia de cepillos. Su color es negruzco.

Otra especie de coral negro que se encuentra muy abundante es *Stichopathes lutkeni*, la cual crece sin ramificaciones en forma de látigo y puede alcanzar grandes tamaños. Su coloración es muy variable.

Como resultado de este trabajo, un primer logro fue detectar que las especies que se encuentran protegidas por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL1994

(*Antipathes bichitoena*, *A. grandis* y *A. ules*) no existen en el Caribe Mexicano, y que posiblemente tampoco existan en México. Estas especies, protegidas por la citada Norma, tienen su rango de distribución en Hawaii y están reportadas en el trabajo de Grigg (1976). Incluso, se detectó que se cometieron errores de transcripción en una de estas especies, ya que el nombre correcto que se publica en el trabajo de Grigg es *A. dichotoma*, mientras que en la primera versión de la Norma (1993) aparece como *A. bichitoma*, y en la versión final de la misma se reporta como *A. bichitoena*; siendo éste el nombre de una especie que no existe.

Finalmente, con la información obtenida de la determinación taxonómica que se efectuó en este trabajo se elaboró una pequeña guía para identificar las especies de coral negro más comunes que se encontraron en el área de estudio. Esta guía incluye una descripción de cada una de las especies, su rango de distribución y abundancia, así como fotografías mostrando diferentes aspectos de las colonias. Este documento se presenta como anexo a este reporte (Anexo 9.3).

### 5.3. Distribución geográfica y abundancia de los bancos de coral negro

Las poblaciones de coral negro que existen en el área de estudio no presentan una distribución agregada en bancos de coral, como inicialmente se pensó; sino que las colonias se presentan de manera aislada, en una distribución más bien al azar, siendo posible encontrar colonias casi en cualquier lugar del cantil arrecifal. Posiblemente, el único lugar en donde haya existido un banco de coral negro importante sea el área de Paamul, en el cual se encontró la mayor abundancia de colonias. Además, en este sitio se observaron varias colonias que se han regenerado a partir del tronco que queda fijo en el sustrato cuando los pescadores cortan una colonia para extraerla, lo cual es una evidencia de que este lugar ha sido explotado. Por lo tanto, la distribución geográfica que se presenta en este trabajo se basa en diferencias en abundancia, ya que no se identificaron agregaciones importantes de colonias en forma de bancos de coral.

En cuanto a la distribución batimétrica se observó que la presencia de coral negro ocurre en un rango de profundidad muy estrecho. Únicamente existen colonias en el arrecife profundo, en el borde del cantil arrecifal. De esta manera, el rango de distribución parece estar asociado a la profundidad en la que se encuentra el cantil en cada área arrecifal. Por esta razón, la distribución batimétrica no se pudo analizar, ya que el estrecho rango de profundidad en el que se encuentran las colonias no permite observar diferencias significativas entre los distintos lugares, ni entre las diferentes especies. Más bien, parece ser que el rango de distribución batimétrica está asociado a la profundidad a la que se encuentra en cantil en cada arrecife.

De esta manera, dentro del área de estudio se detectaron variaciones en cuanto a la profundidad a la que se encuentra el cantil arrecifal y en su estructura, así como en la abundancia de colonias de coral negro. Esta información sirvió de base para

elaborar una zonificación que permitiera ubicar la distribución y abundancia de las poblaciones de coral negro. Así, el área de estudio se dividió en 4 zonas de distribución y abundancia, considerando las características del cantil arrecifal y la densidad de colonias de coral negro estimada (Fig. 3 y Tabla 6).

TABLA 6. DENSIDAD DE CORAL NEGRO. Se presenta la densidad estimada para cada estación de muestreo y la densidad promedio por zona; así como los datos para calcular el área del transecto muestreado.

#	Estación	TRANSECTO			Colonias por trans. (Núm)	Densidad (col/m <sup>2</sup> )	Densidad promedio por zona (col/m <sup>2</sup> )
		Long. (m)	Ampl. (m)	Area (m <sup>2</sup> )			
1	Punta Bete	80	13.0	1,040	5	0.0048	ZONA I (0.005)
2	Playa del Carmen	70	6.3	440	22	0.0500	ZONA II (0.050)
3	Punta Piedra	70	9.7	680	26	0.0382	
4	Xcaret 2	50	4.8	240	13	0.0542	
5	Xcaret 1	50	8.4	420	20	0.0476	
6	Calica	60	7.0	420	29	0.0690	
7	P. Inna-P. Venado	60	7.5	450	21	0.0467	
8	Paamul	8	6.2	50	28	0.5600	ZONA III (0.500)
9	Sur de Paamul	10	5.2	52	22	0.4230	
10	Xaac-Kantenah	50	3.9	195	25	0.1282	ZONA IV (0.100)
11	Akumal	30	12.0	360	39	0.1083	
12	Sur de Akumal	15	4.0	60	5	0.0833	
13	Xcacel-Chemuyil	40	5.5	220	18	0.0818	
14	Tulum	40	3.0	120	13	0.1083	

La primer zona, al norte del área de estudio, comprende desde Punta Maroma hasta Punta Bete, e incluye a la estación 1 de muestreo. Las poblaciones de coral negro en este lugar son muy pobres y prácticamente inexistentes. En esta zona, la plataforma continental es amplia por lo que el cantil arrecifal se encuentra a 2 km de la costa e inicia muy somero (30 m), formando una pared vertical que llega hasta los 60-65 m de profundidad. Esta pared tiene una pendiente muy marcada de 90° y presenta hoquedades que forman pequeñas cuevas. Al final de esta pared se encuentra una terraza más o menos amplia (de aprox. 15 ó 20 m de ancho) que forma un “escalón”, para después dar inicio a otra pendiente que inicia a los 65-70 m de profundidad. La corriente generammente es fuerte, y existe abundancia de algas y esponjas, pero muy pocas colonias de coral negro, estimándose una densidad de 0.005 col/m<sup>2</sup>.

La segunda zona comprende de Playa del Carmen a Punta Venado y abarca las estaciones 2 a la 7. En esta zona la plataforma continental se empieza a estrechar, por lo que representa un área de transición en la extensión de la misma; de modo que la distancia del cantil a la costa es cada vez menor hacia el sur. El cantil arrecifal



empieza entre los 40 y 45 m de profundidad y la pendiente en la mayoría de los lugares también es de 90°, pero en estos lugares no se observó la presencia de una terraza con una segunda pared más profunda. Las hoquedades que presenta la pared del cantil arrecifal son más grandes que en la zona anterior, de manera que se forman cuevas de mayor tamaño en donde habitan algunas colonias de coral negro del género *Antipathes*, y un gran número de colonias de coral negro en forma de látigo de la especie *Stichopathes lutkeni*. El lugar también presenta corriente fuerte y existe abundancia de algas, esponjas y gorgonaceos de profundidad del género *Elisella*. La densidad promedio de coral negro en este sitio también se consideró baja, estimándose en 0.05 col/m<sup>2</sup>.

La tercera es una zona muy pequeña que comprende el área de Paamul y sus alrededores, e incluye a las estaciones 8 y 9. La plataforma continental es estrecha y el cantil arrecifal se encuentra a 600 m de distancia de la costa. En este lugar, existe una pendiente suave que va de los 45 a los 57 m y luego cae una pared vertical a 90° que tiene numerosas cuevas de gran tamaño. Además, a diferencia de las otras zonas, el borde del cantil arrecifal es muy sinuoso, por lo que el sustrato es muy heterogeneo, lo cual favorece la existencia y el desarrollo de varias colonias de coral negro. Estas se encuentran desde los 55 m de profundidad, antes de llegar al borde del cantil, pero son más abundantes y más grandes en las cuevas que se forman sobre la pared, sobre todo en la parte más profunda de la misma. La mayoría de estas colonias son de tamaño mediano a grande y se encontraron en muy buen estado, es decir, no presentaron mortalidad parcial de tejido en alguna de sus ramas u organismos epibiontes. Esta pared se continúa hasta los 70 m, en donde se observó una terraza estrecha que forma un pequeño escalón (5 m), y posteriormente se forma a otra pared. Se tienen reportes de que este lugar fue muy explotado en la década pasada, y actualmente existen varias colonias que se regeneraron a partir del tronco remanente de colonias colectadas, los cuales tienen un diámetro de hasta 4 cm, y en este momento ya tienen nuevas ramas de tamaño mediano. La densidad de colonias de coral negro en esta zona fue la más alta que se encontró en toda el área de estudio, y se estimó en 0.5 col/m<sup>2</sup>.

La última zona es muy amplia, en el sur del área de estudio, y abarca desde la bahía de Xaac hasta Tulum, incluyendo las estaciones 10 a 14. En estos lugares el cantil arrecifal se encuentra muy cercano a la costa, entre 600 y 800m de distancia, y el borde del mismo empieza entre los 50 y 60 m de profundidad. En la mayoría de los sitios, el cantil no forma una pared vertical como en las zonas anteriores, sino que más bien se observa como un cambio entre la pendiente suave del arrecife profundo (que inicia donde terminan los macizos de coral a 40 m de prof.) a otra más abrupta que da inicio al cantil arrecifal, pero que no alcanza los 90° de inclinación. Sin embargo, en algunos lugares, como en Xcacel y Chemuyil, la pared del cantil es pronunciada, observándose un escalón más profundo como a los 90 m. Esta zona presenta una densidad de coral negro media, estimándose en 0.1 col/m<sup>2</sup> en promedio.

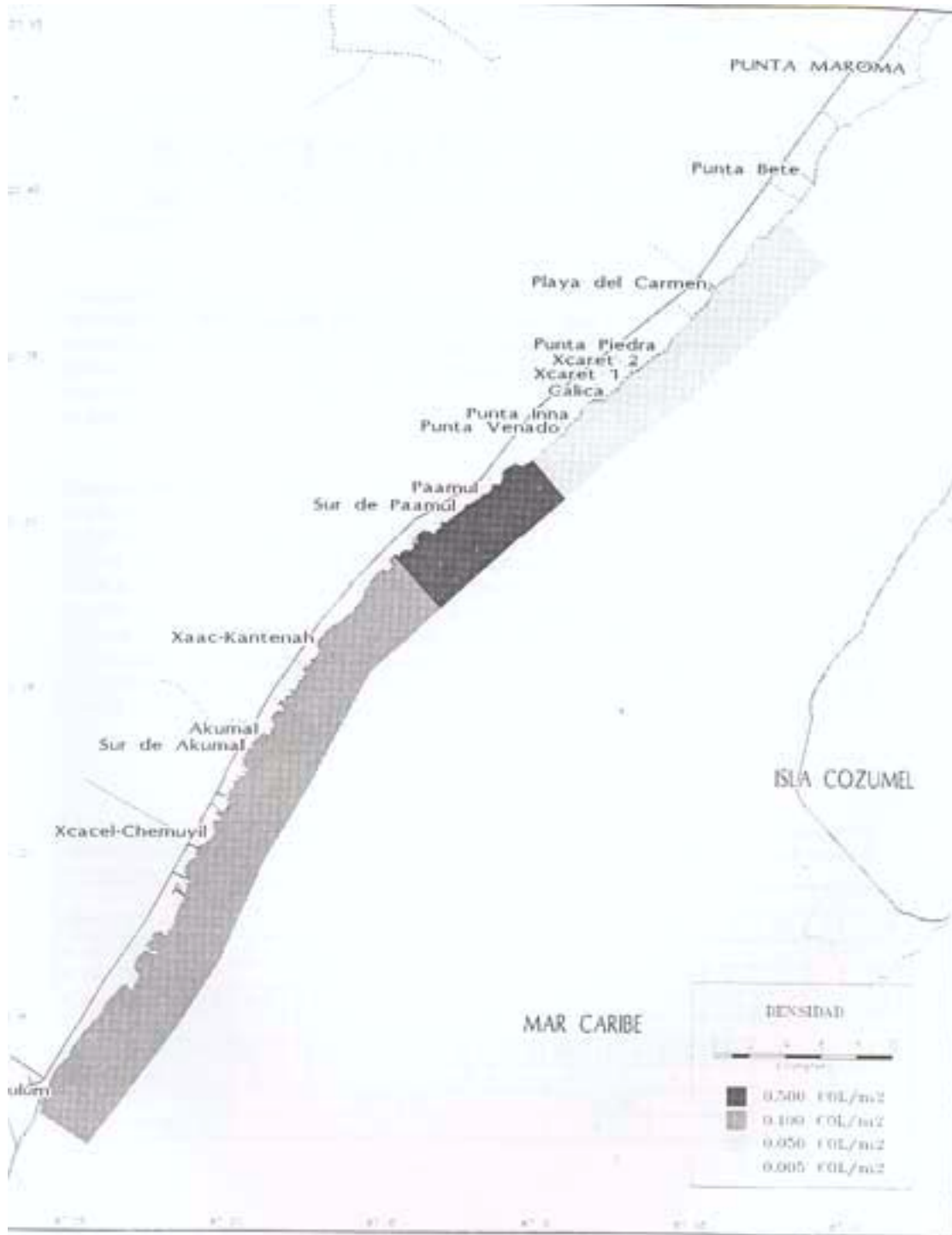


Fig. 3. UBICACION GRAFICA Y ABUNDIANCIA DE LAS POBLACIONES DE CORAL NEGRO. El área de estudio se dividió en cuatro zonas que presentan diferente densidad de colonias de coral negro.

#### 5.4. Composición específica y estructura de tallas de las poblaciones de coral negro.

Las poblaciones de coral negro también presentan diferencias en su composición específica y en la estructura de tallas de las especies encontradas.

En cuanto a la composición específica se encontró que las poblaciones de coral negro presentan una fuerte dominancia de la especie *A. pennacea* en toda el área de estudio, mientras que la presencia de otras especies es ocasional y varía entre las estaciones muestreadas. Sin embargo, las diferencias en composición específica no presentan un patrón definido, y no fue posible detectar alguna asociación de especies característica en ningún hábitat o región. La composición específica que se encontró en el área de estudio se representa gráficamente en un mapa (Fig. 4).

Posiblemente, la diferencia más notoria que se puede apreciar en la composición específica se refiere a la proporción en la que se presentan las distintas especies. En el caso de la zona 1, las poblaciones de coral negro, aunque muy escasas, son diversas debido a que la especie *A. pennacea* tiene una dominancia menos marcada. Dentro de la zona 2, la cual presenta baja abundancia, se observaron sitios en los que únicamente es posible encontrar colonias de la especie *A. pennacea*, muy cercanos a otros que tienen presencia de las 5 especies reportadas. En cambio, en la zona 3, que fué la de mayor densidad, es en donde se observó una mayor cantidad de colonias de las especies *A. caribbeana* y *A. atlantica*, a pesar de la abundancia de *A. pennacea*; mientras que en la zona 4, la dominancia de esta última especie es más notoria (Tabla 7).

TABLA 7. COMPOSICION ESPECIFICA Y ABUNDANCIA RELATIVA POR ESPECIE. Se presenta el porcentaje de abundancia relativa por especie para cada estación muestreada y el número de especies, tanto por estación como por zona.

ESPECIE	ESTACIONES													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>A. atlantica</i>	20.0	9.5	11.5	-	-	17.2	33.3	28.6	9.1	16.0	-	-	11.1	7.7
<i>A. caribbeana</i>	20.0	-	3.8	-	-	-	9.5	3.6	4.5	12.0	-	-	-	-
<i>A. gracilis</i>	20.0	4.8	3.8	-	-	6.9	-	7.1	-	12.0	2.5	-	-	30.8
<i>A. hirta</i>	-	-	7.7	-	-	-	-	-	-	-	-	16.7	-	-
<i>A. pennacea</i>	40.0	85.7	73.1	100	100	75.9	57.1	60.7	86.4	60.0	97.5	83.3	88.9	61.5
Esp.. por est.	4	3	5	1	1	3	3	4	3	4	2	2	2	3
	Z I	ZONA II					ZONA III			ZONA IV				
Esp. por zona	4	5					4			5				

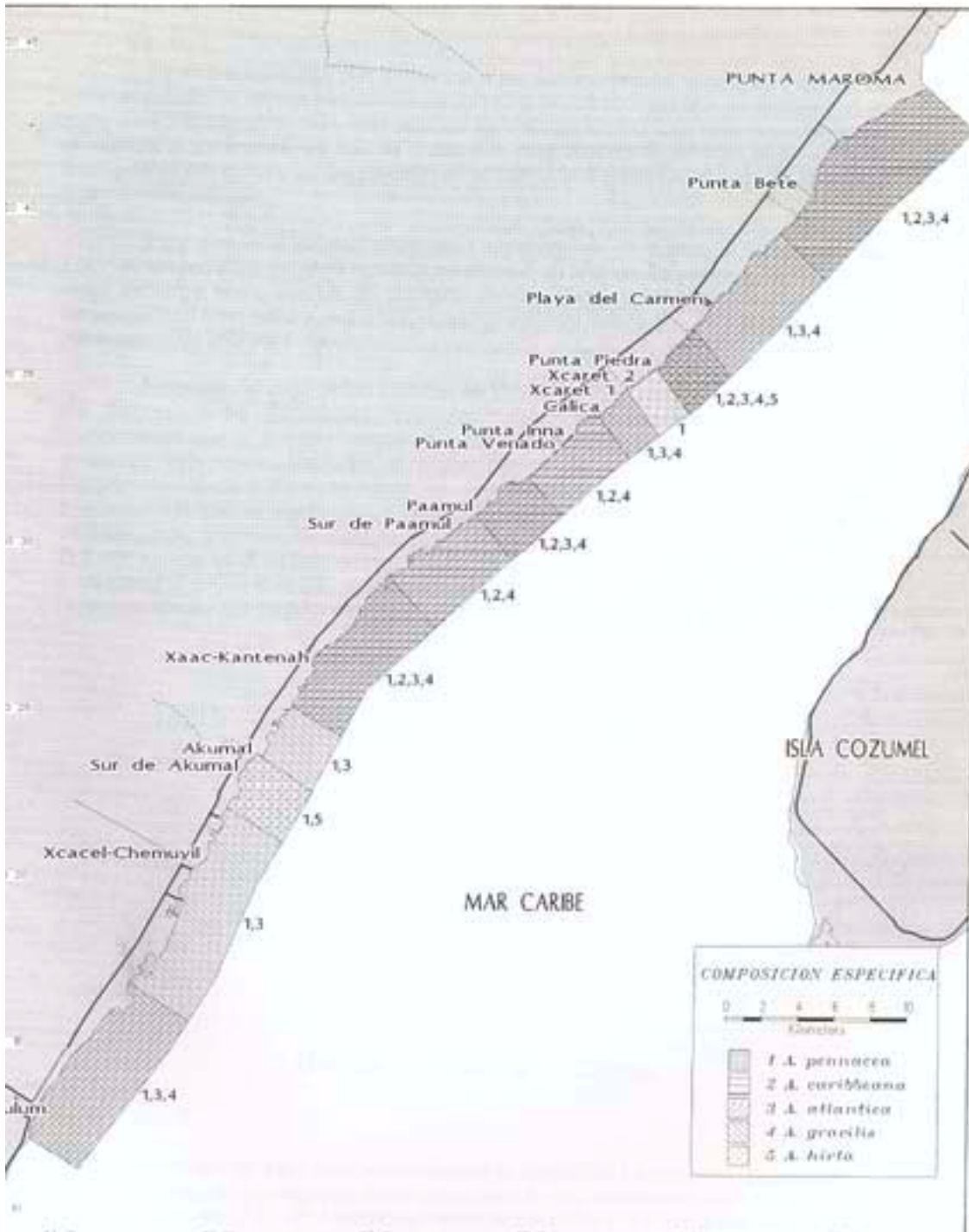


Fig. 4. COMPOSICIÓN ESPECÍFICA DE LAS POBLACIONES DE CORAL NEGRO. Se presenta la distribución geográfica de las 5 especies de coral negro del género *Antipathes* para el área de estudio.

Otra característica que diferencia a las poblaciones de coral negro dentro del área de estudio se refiere a la estructura de tallas de las colonias que se encuentran en cada sitio. Para llevar a cabo este análisis se consideraron únicamente las colonias de la especie *A. pennacea*, ya que es la especie más importante en toda el área. Como estimadores del tamaño de las colonias se utilizaron dos medidas, el largo de la colonia y el diámetro del tallo.

Para probar si existen diferencias significativas en cuanto al tamaño de las colonias encontradas en cada estación se efectuó un análisis de varianza, tanto con los datos del largo, como con los del diámetro. Ambos grupos de datos pasaron la prueba de normalidad ( $p=0.3852$  y  $p=0.2197$ , respectivamente), por lo que se aplicó un ANOVA paramétrico de una vía.

En cuanto al largo de las colonias se obtuvo que las variaciones en la media de los valores entre estaciones presenta diferencias significativas ( $p=0.00019$ ), demostrando que el tamaño (largo) de las colonias varía significativamente entre las diferentes estaciones. Mediante el procedimiento de comparación múltiple por el método de Student-Newman-Keuls se identificaron 3 agrupaciones, las cuales presentan diferencias significativas entre sí ( $p<0.00001$ ). Un grupo corresponde a las colonias más grandes, el cual incluye a las estaciones 1, 8 y 12 ( $X=81.9$  cm,  $D.E.=28.8$ ); otro es el de las colonias medianas que abarca las estaciones 4-7, 9, 11, 13 y 14 ( $X=64.2$  cm,  $D.E.=22.6$ ); mientras que el grupo de las colonias pequeñas queda representado por las estaciones 2, 3 y 10 ( $X=50.4$  cm,  $D.E.=19.2$ ) (Fig. 5).

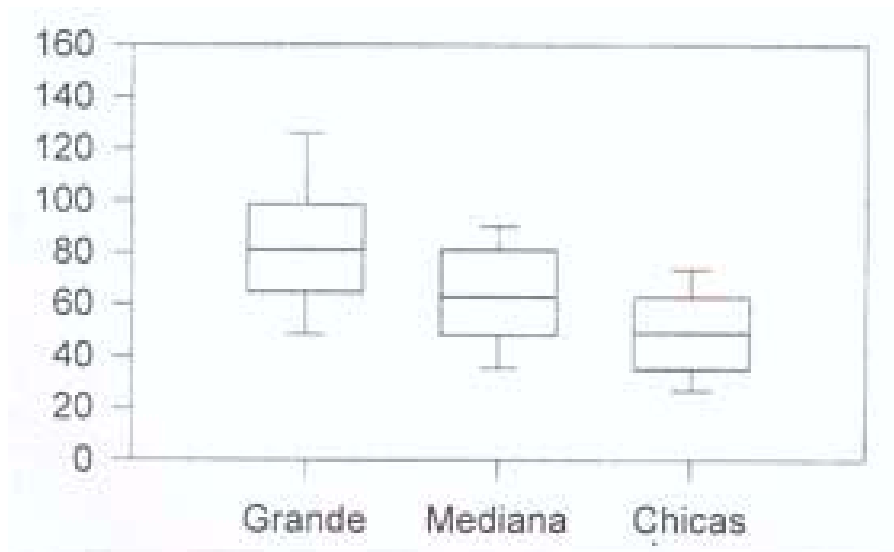


Fig. 5. ESTRUCTURA DE TALLAS CONSIDERANDO EL LARGO DE LA COLONIA. La población de coral negro se agrupó en tres categorías: Grande (estaciones 1, 8 y 12); Mediana (estaciones 4-7, 9, 11, 13 y 14) y Chicas (estaciones 2, 3 y 10). Las cajas representan los percentiles 25 y 75 con la línea de su media, y las líneas de error representan los percentiles 10 y 90. En el eje X se presentan las categorías y en el Y el largo de la colonia en cm.

En cuanto al diámetro de las colonias también se obtuvo que existen diferencias significativas entre las estaciones muestreadas ( $p < 0.00001$ ). El procedimiento de comparación múltiple (método de Student-Newman-Keuls) permitió identificar 3 grupos, los cuales presentan diferencias significativas entre sí ( $p < 0.00001$ ). Un grupo representa a las colonias con tallo grueso que incluye a las estaciones 5, 9 y 12 ( $X = 1.12$  cm,  $D.E. = 0.452$ ); otro corresponde a las colonias medianas de las estaciones 1, 4, 8, 10, 11 y 13 ( $X = 0.841$  cm,  $D.E. = 0.339$ ), y el último grupo es de las colonias con tallo delgado de las estaciones 2, 3, 6, 7 y 14 ( $X = 0.660$ ,  $D.E. = 0.250$ ) (Fig. 6).

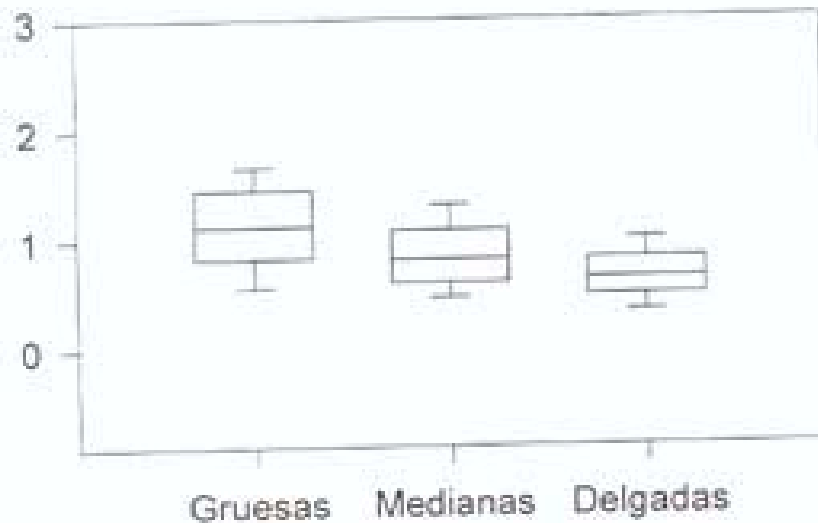


Fig. 6. ESTRUCTURA DE TALLAS CONSIDERANDO EL DIAMETRO DEL TALLO. La población de coral negro se agrupó en tres categorías: Gruesas (estaciones 5, 9 y 12), Medianas (1, 4, 8, 10, 11 y 13) y Delgadas (2, 3 y 10). Las cajas representan los percentiles 25 y 75 con la línea de su media, y las líneas de error representan los percentiles 10 y 90. En el eje X se presentan las categorías y en el Y el diámetro de la colonia en cm.

Considerando que la composición de tamaños de una población refleja la estructura de edad de la misma, las diferencias que se observaron en la talla de las poblaciones estudiadas pueden deberse a una variación en edad. Según el trabajo de Grigg (1976), en las especies de coral negro se puede inferir la edad de las colonias a partir del número de anillos de crecimiento en el tallo principal, el cual a su vez está correlacionado con su diámetro y con su altura. De esta manera, Grigg reporta que para la especie *A. dichotoma* existe una relación lineal entre el número de anillos (1 por año) y la altura de las colonias; de manera que una colonia de 1.2 m de altura, lo cual corresponde a un diámetro de 2.5 cm, tiene 20 años de edad.

Con la intención de encontrar datos preliminares dentro de este proyecto para definir una relación entre el tamaño y la edad para la especie *A. pennacea* se hicieron cortes del tallo de algunas colonias para observar los anillos de crecimiento.

Desafortunadamente, la técnica para observar tales anillos aún no ha podido ser perfeccionada y la falta de nitidez en las muestras trabajadas no permitió observar los anillos para obtener información a este respecto. Sin embargo, se aplicó una prueba de correlación entre la altura de todas las colonias de la especie *A. pennacea* muestreadas en este trabajo con el diámetro de sus tallos, encontrándose que existe una correlación significativa ( $p < 0.00001$ ), aunque el índice de correlación es bajo ( $r = 0.49$ ).

Debido a que en este trabajo no se obtuvieron las relaciones alométricas para la especie *A. pennacea* que permitiera asociar el tamaño de las colonias con su edad, se utilizaron los resultados reportados por Grigg (1976) como una primera aproximación. De esta manera, bajo el supuesto de que la especie *A. pennacea* tiene una tasa de crecimiento similar a la especie *A. dichotoma*, se puede pensar que las poblaciones de coral negro que existen en la región centro-norte de Quintana Roo están formadas por colonias que tienen menos de 25 años de edad, ya que no se encontraron colonias de más de 1.5 m de altura, ni con un diámetro mayor a 2.0 cm. Esto significa que estas poblaciones están compuestas principalmente por organismos jóvenes, los cuales posiblemente no hayan llegado a la etapa adulta.

Esta observación se complementa con el hecho de que las colonias de coral negro que se capturan comercialmente en otras áreas arrecifales del estado tienen un tamaño mucho mayor que las del centro-norte de Quintana Roo. De hecho, el tamaño mínimo de captura que actualmente está establecido es de 2.5 cm de diámetro, por lo que las poblaciones de coral negro del área de estudio no son aptas para explotarse comercialmente.

Dentro del área de estudio, los lugares que presentaron colonias de coral negro de mayor talla se localizaron principalmente en la zona 3 (estaciones 8 y 9) y la estación 12 en Akumal, lugares en los que probablemente se encuentren colonias que tengan entre 15 y 20 años de edad. Sin embargo, el diámetro del tronco del cual se han regenerado algunas colonias en la zona 2 indica que en este lugar existieron colonias de mayor edad que fueron extraídas, ya que un tronco de hasta 4 cm de diámetro probablemente haya pertenecido a organismos que tenían alrededor de 40 años. Así, es posible que las colonias grandes que se encontraron en este banco sean aquellas que no tenían la talla comercial cuando ese banco fue explotado. Por otro lado, la abundancia de coral negro y el tamaño de las colonias que se encontraron en la estación de Akumal (12) sugiere que este lugar puede ser un banco potencial.

En cambio, las poblaciones de la zona 2 están formadas por las colonias que presentaron la talla más baja, siendo organismos que probablemente no tengan más de 10 años de edad. En cambio, en la zona 4 las colonias son de talla media y tal vez tengan entre 10 y 15 años.

Por último, es importante considerar que la aproximación en cuanto a la estructura de edades que se presenta en este trabajo es una estimación burda que no puede aplicarse al manejo de la pesquería de coral negro; pero en este momento son los únicos elementos con los que se cuenta. Por lo tanto, es necesario continuar los estudios para encontrar las relaciones alométricas entre el diámetro de los tallos y el número de anillos, para inferir la edad de las colonias de *A. pennacea*.

## **5.5. Estación de monitoreo y parámetros demográficos preliminares**

En el cuadrante de 180 m<sup>2</sup> se marcaron un total de 30 colonias, lo cual representa una densidad de 0.16 col/m<sup>2</sup>. El cuadrante quedó ubicado en un intervalo de profundidad que va de los 50 a los 62 m.

En el área de monitoreo se marcaron colonias de todos los tamaños en un rango de 18 a 130 cm. El crecimiento presentó una variación muy elevada en los valores obtenidos para cada individuo, ya que algunos tuvieron un incremento de hasta decenas de centímetros, mientras otros presentaron un decremento en tamaño. Esta situación puede deberse a diferencias muy marcadas en el crecimiento individual asociado a alguna característica que por el momento no se ha identificado, aunque también es posible que se hayan cometido errores de muestreo. Desafortunadamente, en este momento no se puede esclarecer esta duda porque solamente se cuenta con dos muestreos. Sin embargo, la continuación de este monitoreo permitirá detectar si el patrón de crecimiento se repite, lo cual se debería a factores intrínsecos de los organismos, o es azaroso y por lo tanto debido a errores de muestreo.

Por este motivo, el crecimiento de las colonias se analizó como una comparación basada en los tamaños promedios de la población en ambas etapas del monitoreo, así como en de las estructuras de tallas representadas en intervalos de clases.

De esta manera, el promedio de altura que se obtuvo en el marcaje inicial fue de 68.09 cm (D.E.=27.31), mientras que en la segunda medición el promedio fue de 76.75 cm (D.E.=25.23), mostrando un incremento en la altura promedio de aproximadamente 10 cm en 8 meses. En cuanto al ancho de las colonias se encontró un rango entre 27 y 150 cm, estimándose un promedio en el marcaje inicial de 65.07 cm (D.E.=33.97) y de 67.90 cm (D.E.=29.67) en la segunda etapa, con un incremento de 3 cm aproximadamente. El diámetro de los tallos estuvo en un rango de 0.140 a 1.830 cm, con un promedio la primera medición de 0.938 cm (D.E.=0.466) y 0.941 cm (D.E.=0.311) en la segunda, mostrando un incremento muy pequeño de 0.003 cm.

En cuanto a la estructura de tamaño se observó que existió un cambio entre ambas etapas del monitoreo, de manera que considerando los tres estimadores del tamaño (largo de la colonia, ancho de la misma y diámetro del tallo) se pueden apreciar un incremento en la frecuencia de los organismos de las clases de mayor talla en los tres casos (Fig. 7).

En la segunda etapa del monitoreo se detectó la mortalidad de 4 colonias, 3 de las cuales eran pequeñas (menos de 30 cm de altura) y otra de tamaño grande (90 cm) que en la primer medición presentó 40% de mortalidad por hidrozoarios.

La mayoría de las colonias que se midieron en el área de monitoreo se encuentran en buenas condiciones; sin embargo, un 25 % de las colonias presentaron algún tipo de afectación, siendo el más común el sobrecrecimiento de organismos epibiontes, sobre todo de hidrozoarios (Fig. 8).



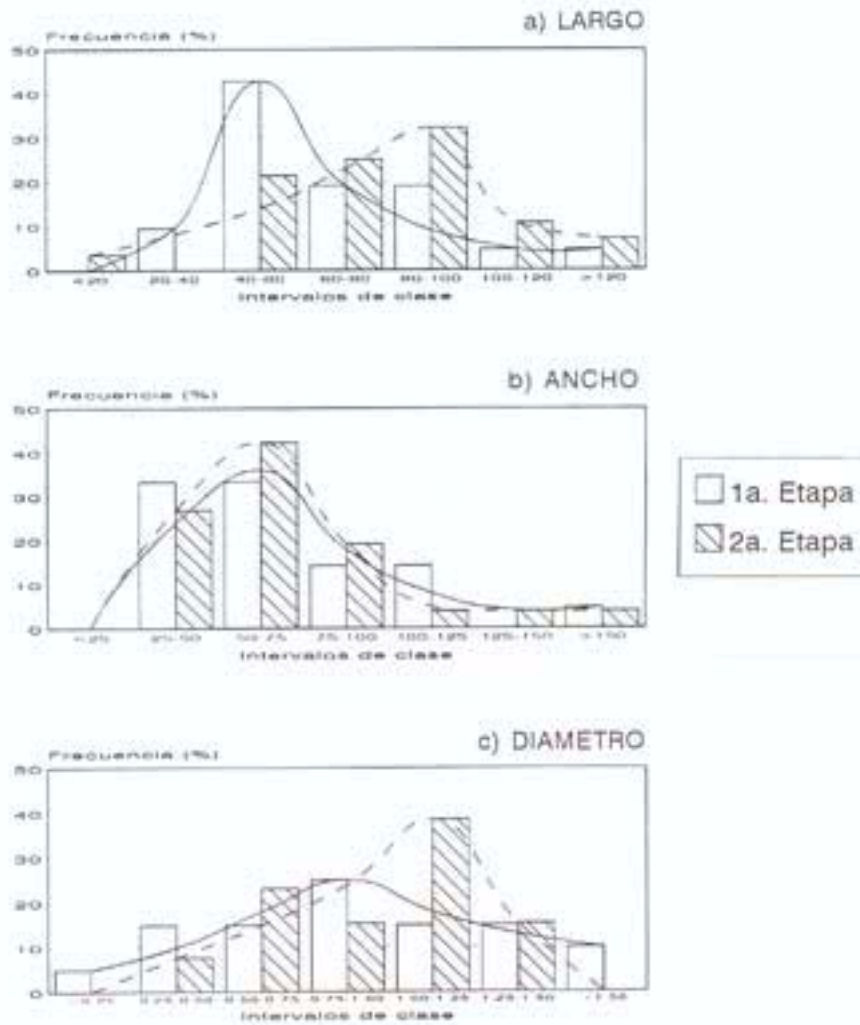


Fig. 7. ESTRUCTURA DE TALLAS EN LA ESTACION DE MONITOREO. Se presenta la estructura de tallas considerando: a) El largo de las colonias, b) El ancho de las mismas y c) El diámetro de los tallos, en la 1a. etapa del muestreo (en blanco) y después de 8 meses en la 2a. etapa (a rayas). Las curvas representan la tendencia de las estructuras, en la 1a. etapa (continua) y en la 2a. (punteada), para efectos comparativos.

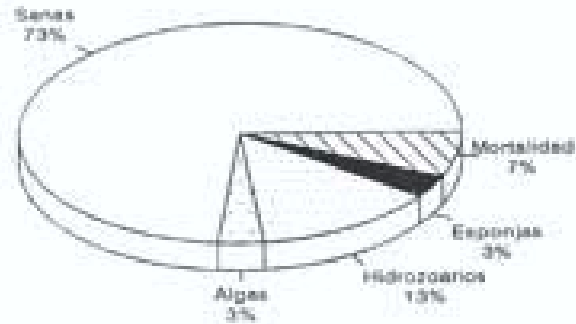


FIG. 8. CONDICIONES DE LAS COLONIAS. Se representa el porcentaje de colonias que sufrieron afectación por mortalidad parcial o por crecimiento de organismos epibiontes dentro del área de monitoreo.

---

## VI. ESTRATEGIA DE MANEJO

---

Los resultados del presente estudio indican que las poblaciones de coral negro en la región centro-norte de Quintana Roo no son aptas para explotarse comercialmente.

Un primer problema es el tamaño de las colonias de coral negro que se encuentran en esta zona, las cuales no alcanzan la talla mínima de captura que actualmente está establecida, y que por el diámetro de su tallo no sirven como material para la elaboración de piezas. Además, la densidad de colonias de coral negro que se estimó en esta investigación señala que estas poblaciones no podrían soportar la extracción de un gran número de colonias, lo cual hace que esta actividad no sea redituable debido a que se requiere emplear mucho tiempo de buceo para localizar ejemplares que se puedan colectar.

Por lo tanto, lo que se recomienda es que en esta área se implemente una estrategia de conservación y monitoreo para las poblaciones de coral negro. De esta manera, las actividades de pesca deberán quedar estrictamente prohibidas.

Un resultado importante de esta investigación fue determinar las especies de coral negro que están sujetas a explotación, las cuales son dos (*A. pennacea* y *A. caribbeana*) y no tres como se pensaba inicialmente. En este rubro, también un hallazgo de gran relevancia fue detectar que las especies de coral negro que se reportan como especies sujetas a protección especial en la NOM-059-ECOL-1994 no existen en el Caribe Mexicano. En este sentido, una de las primeras acciones encaminadas a la protección de estas poblaciones es proponer un cambio a la citada norma para que queden incluidas, al menos, estas dos especies.

Por otro lado, se recomienda continuar con el monitoreo de estas áreas para obtener resultados más sólidos sobre los parámetros demográficos, así como de su dinámica poblacional. El área de monitoreo que se estableció en Akumal podría continuarse a largo plazo y brindar información valiosa a este respecto. Por otro lado, dada la importancia que presentó el área de Paamul, sería conveniente incluirla como una segunda área de monitoreo. De esta manera se podría seguir el destino de las colonias que se han regenerado a partir de los troncos remanentes de colonias extraídas y evaluar el potencial de regeneración de la especie *A. pennacea*, e incluso plantear proyectos de trasplante y cultivo.

En cuanto a la regulación actual que existe para esta pesquería, el escaso conocimiento que hasta ahora se tiene sobre la biología de las poblaciones de coral negro en el Caribe Mexicano ha provocado que se base en criterios de manejo subjetivos. Los mecanismos que se han establecido para regular esta actividad han sido cuotas y áreas de captura, así como restricciones en los organismos a colectar a través de un tamaño mínimo de captura (medido como el diámetro del tallo principal de las colonias). Sin embargo, al no contar con la información biológica y ecológica sobre las poblaciones de coral negro en el Caribe Mexicano, la definición de estos mecanismos se ha basado principalmente en la experiencia que han tenido en otros lugares del mundo. Específicamente, se han tomado como criterio las recomendaciones de manejo que Grigg reporta en su trabajo de 1976 para la pesquería de coral negro en

Hawaii, sobre todo con respecto al tamaño mínimo de captura (2.5 cm de diámetro). En consecuencia, no se conoce cual está siendo el efecto de aplicar estas medidas regulatorias en la pesquería de coral negro en México, por lo que es necesario generar información que permita evaluar la factibilidad de uso sustentable de este recurso.

Cuando se cuenten con esos elementos se podrá evaluar la capacidad del recurso de ser explotado sustentablemente, ya que por el momento no ha habido un control estricto sobre las cantidades asignadas como cuotas, el tamaño mínimo de los organismos a colecta, así como los propios lugares de captura, los cuales se van modificando en respuesta a la demanda del producto y a la conveniencia social.

De hecho, el problema más fuerte en esta pesquería empezó cuando se agotó el banco de Cozumel, el cual había soportado la explotación de este recurso durante 30 años, y se declaró el cierre definitivo como área de captura. Esto propició que durante los últimos años los permisionarios de este recurso se hayan dedicado a la búsqueda de nuevas áreas de captura, iniciando en la parte Centro-Norte (Punta Maroma a Tulum) y posteriormente en el sur del estado, ya que el primero no fue redituable para las actividades de explotación.

Las autoridades consideran esta estrategia de manejo como un sistema rotativo de explotación, que permite el descanso y recuperación de áreas de extracción. Pero como el tiempo necesario para que una población sobreexplotada se recupere es muy largo, más bien parece que el coral negro se trata como un recurso no renovable. En cuyo caso la estrategia de explotación consiste en explorar áreas susceptibles de aprovechamiento, explotar el recurso disponible y abandonar el sitio. Contrariamente a esta idea, el coral negro es un recurso renovable, que aunque de lento crecimiento, debe ser tratado como el resto de las pesquerías, estableciendo mecanismos de regulación tendientes a obtener la máxima producción sostenible que permitan su aprovechamiento racional.

De esta manera es necesario continuar los estudios para contar con los elementos que permitan cambiar la reglamentación que actualmente existe. En este sentido es importante definir cuotas y tamaños mínimos de captura basados en un conocimiento del porcentaje de la población que se extrae y el efecto de la remoción de colonias de gran tamaño sobre su dinámica poblacional, así como hacer predicciones sobre la recuperación de las poblaciones a partir de las colonias que no se explotan. Por otro lado, también es importante considerar la existencia de áreas de protección al recurso en donde no se permita la explotación, para garantizar la conservación del genóma y aporte de larvas.

---

## **VII. CONTINUIDAD DEL PROYECTO**

---

El gran desconocimiento que existe sobre el coral negro en México es evidente, y dado que este proyecto representa el primer esfuerzo formal por estudiar las poblaciones de coral negro a través de una descripción de los bancos de coral negro de la región centro-norte de Quintana Roo, es necesario darle continuidad.

Los estudios que procedan al presente deberán estar enfocados a dos aspectos principales en el corto plazo. Uno de ellos es realizar nuevos estudios para incrementar el conocimiento obtenido que permitan lograr la conservación y el monitoreo que se plantea para esta área. También es importante enfocar proyectos hacia el conocimiento de las poblaciones en otros arrecifes de Quintana Roo, los cuales presentan problemáticas de uso diferentes, para dar respuesta a las estrategias de manejo del recurso en nuestro país. Por otro lado, en el mediano y largo plazo, también será necesario establecer proyectos de investigación tendientes a determinar diversos aspectos como: reproducción, crecimiento y dispersión larval; dinámica poblacional y ecología; así como aspectos fisiológicos y genéticos, para entender de una manera integral la estrategia de historia de vida de estos organismos.

Con respecto al monitoreo, el Centro Regional de Investigación Pesquera de Puerto Morelos se hará cargo de continuar las revisiones en la estación de Akumal, para lo cual seguirá solicitando el apoyo brindado por la tienda de buceo Akumal Dive Shop y por el Centro Ecológico de Akumal. Además, este Centro pretende instalar una nueva estación de monitoreo en el área de Paamul, solicitando nuevamente el apoyo de la Dirección de Actividades Acuáticas de Xcaret.

En cuanto a la continuidad del proyecto en otras áreas, actualmente se lleva a cabo un estudio para evaluar las poblaciones de coral negro que existen en el sur del estado, las cuales actualmente están sujetas a explotación; así como en Isla Cozumel, las que sufrieron un agotamiento por sobreexplotación. Este proyecto está siendo financiado por el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A. C. (FMCN). Como parte de los resultados de este estudio se pretende obtener las relaciones alométricas entre el diámetro de los tallos y el número de anillos, para inferir la edad de las colonias de *A. pennacea*. Esto permitirá conocer la edad de las colonias sujetas a explotación y, mediante un análisis del efecto de colecta, podrá establecerse un tamaño mínimo de captura adecuado que permita la explotación sustentable del recurso.

Posteriormente, con los resultados obtenidos de los estudios de coral negro llevados a cabo en el CRIP-Pto. Morelos se pretende elaborar un proyecto que abarque aspectos de ecología, biología y dinámica poblacional de estos organismos, para lo cual se solicitará financiamiento al CONACyT. De esta manera, el Instituto Nacional de la Pesca, SEMARNAP, establecerá una línea de investigación nueva en nuestro país.

---

## VIII. BIBLIOGRAFIA

---

- Barragán, S. 1994. Manifestación de Impacto Ambiental.
- Boletín Caribe. 1997. Coral Negro. Delegación Quintana Roo, SEMARNAP.
- Brook, G. 1899. Report on the Antipatharia. Repts. Sci. Res. Voyage Challenger, Zool. 32:5-222.
- Cairns, S., Opresko, D., Hopkins, Th., y W. Schroeder. 1993. **New records of Deep-water Cnidaria (Scleractinia & Antipatharia) from the Gulf of Mexico.** Northeast Gulf Science. 13(1):1-11.
- Camarena, T. 1996. **Análisis de las posibilidades de otorgar permisos de pesca de coral negro en Cozumel.** Opinión técnica. Cozumel, Q. Roo.
- Colin, P. L. 1988. **Marine Invertebrates and plants of the living reef.** T. F. H. Publications, Inc. Ltd. 512 pp.
- De la Torre, R. 1978. **Coral negro: Un recurso o una especie en peligro.** En: Proceedings of the thirty-first annual meeting. Gulf and Caribbean Fisheries Institute. Florida. 158-163.
- Grigg, R. W. 1976. **Fishery management of precious and stony corals in Hawaii.** The University of Hawaii Sea Grant Program. UNIHI-SEGRANT-TR-77-03. 15-31.
- \_\_\_\_\_. 1984. **Resource management of precious corals. A review and application to shallow water reef building corals.** Marine Ecology. 5:57-74.
- \_\_\_\_\_. 1986. **Precious corals: An important Seamount fisheries resource.** En: Uchida, R.N., et al. (Eds), Environment and Resources of Seamounts in the North Pacific. NOAA. Tech. Rep. NMFS43. U.S. Dep. Commer., 105 p.
- \_\_\_\_\_. 1989. **Precious coral fisheries of the Pacific and Mediterranean.** En: Caddy, J. F. (1989). Marine Invertebrate Fisheries: Their assessment and management. John Wiley & Sons, Inc. 752 pp.
- \_\_\_\_\_. 1993. **Precious coral fisheries of Hawaii and the U.S. Pacific Islands.** Marine Fisheries Review. 55(2):50-60.
- \_\_\_\_\_. 1994. **History of the Precious Coral Fishery in Hawaii.** Precious Corals and Octocoral Research. 3:1-18.
- \_\_\_\_\_. 1989. **Precious coral fisheries of the Pacific and Mediterranean.** En: Caddy, J. F. (Ed). Marine Invertebrate fisheries: their assessment and management. John Wiley & Soons, Inc.
- \_\_\_\_\_, y Opresko, D. 1977. **Order Antipatharia: Black corals.** En: Devaney, D, y Eldredge, L. (Eds.). Reef and Shore fauna of Hawaii. B. P. Bishop Museum Special Publication. 64(1):242-261.
- Humann, P. 1993. **Reef coral identification.** New World Publications, Inc. 239 pp.
- Kenyon, J. 1984. **Black coral off Cozumel.** *Sea Frontiers* 30-5267-272.
- Opresko, D. 1976. **Redescription of *Antipathes panamensis* Verrill (Coelenterata, Antipatharia).** Pacific Science. 30 (3):235-240.
- \_\_\_\_\_. 1996. **New species of black copral (Cnidaria: Anthozoa: Antipatharia) from the Caribbean.** Bulletin of Marine Sciences, 58(1):289-300.
- \_\_\_\_\_. 1997. Key to the Antipatharians of the Deep-reefs of the Caribbean. (Draft en revisión).

- \_\_\_\_\_ y Carins, S. 1992. **New species of Black coral (Cnidaria: Antipatharia) from the Northern Gulf of Mexico.** Northeast Gulf Science. 12(2):93-97.
- \_\_\_\_\_ y Genin, A. 1990. **A new species of Antipatharian (Cnidaria:Anthozoa) from Seamounts in the Easterns North Pacific.** Bulletin of Marine Science. 46(2):301-310.
- Pallas, D. S. 1766. Elenchus Zoophytorum. The Hague.
- Sosa, E., Medina, A., Ramírez, A. Dominguez, M y Aguilar W. 1993. **Invertebrados marinos explotados en Quintana Roo.** En: Salazar S, y Gonzalez, N. (Eds.) Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO-CIQRO. 709-734.

## **GUIA PARA LA IDENTIFICACION DE LAS ESPECIES DE CORAL NEGRO MAS COMUNES EN EL CENTRO-NORTE DE QUINTANA ROO, MEXICO.**

---

**CLAUDIA PADILLA**

**Fotografías: Claudio Contreras Koob, Nicola Gherinich y Juan Carlos Huitrón**

### **INTRODUCCION**

El coral negro es un material semiprecioso que se utiliza para la fabricación de piezas de artesanía y ornato. En México, la extracción de estos organismos se realiza en la parte del Mar Caribe, llevándose a cabo esta actividad desde los años 60's, principalmente en la Isla de Cozumel. Y es precisamente en este lugar en donde existieron los bancos de coral negro más importantes de nuestro país, pero que desafortunadamente se encuentran sobreexplotados en la actualidad. Por este motivo, las actividades de captura se han empezado a llevar a cabo en otros lugares del estado.

Esta pesquería ha sido una fuente importante de ingresos para algunos pobladores del estado de Quintana Roo, incluyendo a los pescadores que se dedican a la extracción del recurso, los artesanos que trabajan el material y los comerciantes que distribuyen el producto. Sin embargo, a pesar de que esta actividad se realiza desde hace mucho tiempo y de su importancia como actividad pesquera, existe un conocimiento muy escaso sobre los aspectos más básicos de su biología y ecología, al grado tal que no se cuentan con reportes formales acerca de las especies de coral negro que están sujetas a explotación.

En consecuencia, esta pequeña guía representa un primer esfuerzo por identificar las especies de coral negro que existen en el Caribe Mexicano, lo cual contribuye al conocimiento de la biodiversidad de nuestros arrecifes profundos. Sin embargo, seguramente existen especies de coral negro dentro del área de estudio que no se incluyen en este documento, y además faltaría complementar su contenido con las especies que habitan en el resto de los arrecifes de Quintana Roo.

La elaboración de este documento se realizó como una parte del proyecto de investigación titulado: "DESCRIPCION DEL LOS BANCOS DE CORAL NEGRO DE LA REGION CENTRO-NORTE DE QUINTANA ROO", llevado a cabo por el Centro Regional de Investigación Pesquera Puerto Morelos, INP, SEMARNAP; con financiamiento de la Comisión Nacional para el estudio de la Biodiversidad (CONABIO). El área de estudio que abarcó este trabajo corresponde a los arrecifes que se encuentran entre Punta Maroma y Tulum.

En esta guía contiene la descripción de las 6 especies de coral negro más comunes que se pueden encontrar en los arrecifes de la parte centro-norte del estado de Quintana Roo. De cada especie se presentan fotografías de las colonias "*in vivo*" para apreciar su forma y colorido, así como de ejemplares "secos" para observar la apariencia de las colonias muertas. En algunos casos se presentan acercamientos de colonias en vivo que permiten observar la estructura de los pólipos en detalle.

Las dos primeras especies son las que se explotan comercialmente para la elaboración de joyería y para la manufacturación de piezas de artesanía y de ornato. Las otras 4 especies son menos comunes, y no se utilizan en la industria del coral negro debido a que forman colonias muy pequeñas y que por el grosor de sus ramas no tienen valor comercial.

### **IDENTIFICACION**



Las especies de coral negro tienen la siguiente clasificación taxonómica: Phylum:Cnidaria; Clase: Anthozoa; Subclase: Hexacorallia; Orden: Antipatharia y Género: *Antipathes*.

A continuación se presenta, para cada una de las 6 especies, la descripción de su morfología de acuerdo a sus características de identificación visual, la distribución que presentaron dentro del área de estudio, un breve análisis de su abundancia en la zona, la coloración que presentan, y en el caso de algunas especies se encuentran notas sobre aspectos generales de la especie.

### ***Antipathes pennacea*** (Pallas, 1766)

#### *Descripción:*

Son colonias ramificadas, que cuando tienen pocas ramas crecen casi en un solo plano (Foto 1), mientras que aquellas que presentan muchas ramificaciones adquieren una forma más bien arbustiva (Foto 2). Sus pínulas son cortas, delgadas y profusas, alternadas a ambos lados del eje de las ramas, con una ligera inclinación hacia afuera y arreglo en un solo plano; lo que les da una apariencia de pluma de ave (Foto 5). Su tamaño es variable pero pueden alcanzar hasta 1.5 m, tanto de altura como de ancho, y el diámetro de sus tallos puede llegar a los 2 cm.

#### *Distribución:*

Esta especie se encuentra distribuida prácticamente en toda el área de estudio. Su rango de distribución batimétrico también es amplio, encontrándose desde los 45 m en lugares como Pamul hasta los 75 m de profundidad; aunque su mayor abundancia se da en el borde del cantil arrecifal a los 55 m en promedio.

#### *Abundancia:*

*A. pennacea* es la especie de coral negro más abundante dentro del área de estudio, y en la mayoría de los sitios es la especie dominante. Esta especie es una de las principales formadoras de bancos de coral negro, aunque en el área de estudio no se detectó ningún banco importante. Probablemente esta especie presenta su mayor abundancia en el cantil de Pamul y en los alrededores de Punta Venado.

#### *Coloración:*

Esta especie presenta una gran variedad de colores. La coloración más frecuente es la que va del café al anaranjado (Foto 2), aunque existen ejemplares que tienen los pólipos de color claro desde el blanco hasta un rosa o verde pálido (Foto 3).

#### *Notas:*

Es la especie que principalmente se extrae para uso comercial (Foto 4). Los pescadores la llaman “pino”, cuando presenta coloraciones entre café y anaranjado, y “blanco” cuando es de color claro. Algunos artesanos la denominan “coral macho”.

**Foto 1. Colonia de la especie *Antipahtes. pennacea* con ramificación casi en un plano.**

**Foto 2. Especie *A. pennacea* en forma arbustiva; ejemplar de color café.**

**Foto 3. Colonia de *A. pennacea* de color blanco.**

**Foto 4. Apariencia de una colonia muerta de la especie *A. pennacea*, la cual es la principal especie que se utiliza en la industria del coral negro.**

**Foto 5. Acercamiento de una rama de *A. pennacea*, se aprecian las pínulas y los pólipos de color rosa pálido.**

***Antipathes caribbeana* (Opresko, 1996)**

*Descripción:*

Colonias arbustivas y ramificadas, con pínulas largas, delgadas y espaciadas (Foto 6 y 7). Las colonias que se encontraron en el área de estudio son de tamaño mediano, entre 15 y 70 cm de altura, aunque en otros sitios pueden llegar a los 2 m de alto. El tronco de estas especies también es grueso, pero las colonias observadas tienen menos de 1 cm de diámetro.

*Distribución:*

Esta especie se encontró sólo en algunos sitios, presentando una distribución más continua en la parte central del área de estudio, entre Punta Inna y Xaac.

*Abundancia:*

Esta especie es mucho menos abundante que *A. pennacea* y en los sitios en los que se encontró se observaron muy pocas colonias. También forma bancos de coral negro, pero en el área de estudio sólo se observaron colonias aisladas. Es posible que esta especie incremente su abundancia en lugares más profundos (más de 80 m), los cuales no se revisaron en este trabajo. La mayor abundancia de esta especie se encontró en el área de Xaac y Kantenah.

*Coloración:*

Esta especie también presenta variación en su color. La mayoría de las colonias son oscuras entre café y negro, las cuales pueden tener una ligera coloración como reflejos rojizos verduzcos. Algunas colonias tienen sus pólipos blancos o rosa pálido.

*Notas:*

Esta especie es muy apreciada en la industria del coral negro. Se considera material de alta calidad para la elaboración de piezas, por el color negro intenso de su esqueleto (Foto 8). Los pescadores la denominan “natural” y algunos artesanos le llaman “coral hembra”. Esta especie fué recientemente descrita por Opresko (1996).

**Foto 6. Colonia de la especie *Antipathes caribbeana* en vivo y forma de ramificación.**

**Fig. 7. Acercamiento de una rama de *A. caribbeana*, se aprecian los pólipos de color claro.**



**Fig. 8. Apariencia de una colonia de *A. caribbeana* muerta.**

***Antipathes atlantica* (Gray)**

*Descripción:*

Colonias ramificadas en forma de abanico. De las ramas se extienden numerosas pínulas delgadas que se conectan entre sí, formando una red estrecha en un solo plano (Foto 9 y 10). Las colonias que se observaron son de tamaño mediano y no rebazan los 50 cm de altura. Generalmente las colonias tienen medidas similares de alto y de ancho. En la base

presentan una sola rama principal, muy delgada, que se ramifica profusamente para formar el abanico.

*Distribución:*

Esta especie tiene un rango de distribución amplio, encontrándose casi en cualquier lugar del área de estudio, excepto en aquellos sitios en los que solamente habitan colonias de la especie *A. pennacea*.

*Abundancia:*

Esta especie presenta abundancias de común a escasa. El sitio donde se encontró un mayor número de estas colonias fue en Punta Venado y en Paamul.

*Coloración:*

Una característica distintiva de esta especie es el color claro de sus pólipos, que va del blanco al gris pálido o verduzco.

**Fig. 9. En el centro se observa una colonia de la especie *A. atlantica* de color blanco. Se aprecia en su ramificación la fina red que forman la fusión de sus ramas.**

**Fig. 10. Ramificación en una colonia muerta de *A. atlantica*.**

### ***Antipathes gracilis* (Gray)**

#### *Descripción:*

Esta especie también es ramificada en forma de abanico (Fig. 11), pero la red que se forma por la conexión de sus pínulas es más laxa que en *A. atlantica*. Además, la colonia generalmente no tiene un crecimiento en un solo plano, sino que más bien, la fusión de las pínulas ocurre en tres dimensiones dando una apariencia arbustiva (Fig. 12). Las colonias son de tamaño mediano sin rebazar los 50 cm de altura. La rama principal que nace de la base también es muy delgada.

#### *Distribución:*

Esta especie tiene un rango de distribución más restringido que *A. atlantica*, encontrándose solamente en algunos de los sitios trabajados. Es posible que esta especie se encuentre únicamente en los habitats en los cuales también se distribuye *A. atlantica*.

#### *Abundancia:*

La abundancia de esta especie es baja, encontrándose de manera ocasional. Posiblemente la mayor abundancia de esta especie se presenta en el área de Tulum. A pesar de que esta especie se encuentra asociada a *A. atlantica*, parece ser que su abundancia aumenta en aquellos sitios con menor cantidad de *A. atlantica*.

#### *Coloración:*

Los pólipos de esta especie son de un color anaranjado rojizo muy brillante (Fig. 13), mientras que el esqueleto es negro.

**Fig. 11. Colonia viva en forma de abanico de la especie *A. gracilis*.**

**Foto 12. Aspecto de una colonia muerta de *A. gracilis*, que permite observar la red que forma la fusión de sus pínulas y la forma un poco arbustiva del abanico.**

**Foto 13. Acercamiento de una colonia de *A. gracilis*. Se observa la fusión entre sus pínulas, así como la forma de sus pólipos y su intenso color naranja.**

***Antipathes hirta* (Gray)**

*Descripción:*

Colonias ramificadas y arbustivas. Las ramas tienen numerosas pínulas que se extienden radialmente sobre los tallos. Presenta pínulas primarias que pueden variar en tamaño y además pueden tener pínulas secundarias cortas, que dan un aspecto de cepillo. Estas colonias son de tamaño pequeño, alrededor de 15 cm de altura (Fig. 14).

*Distribución y Abundancia:*

La abundancia de esta especie es muy escasa. Se observó en muy pocas ocasiones, únicamente en el área de Akumal y Punta Piedra.

*Coloración:*

El color de las colonias de esta especie es negruzco, entre gris y gris verdoso.

*Notas:*

La identificación de esta especie es difícil, y se puede haberse confundido con *A. tanacetum*, o ser ambas especies las que se encuentran en el área de estudio.

**Foto 14. Pequeña colonia de la especie *A. hirta*, la cual tiene forma de cepillo por la presencia de numerosas pínulas que se extienden radialmente.**

***Stichopathes lutkeni* (Brook 1899)**

*Descripción:*

Las colonias de esta especie presentan una sola rama larga que crece sin ramificaciones y tiene forma de látigo (Fig. 15 y 16). Frecuentemente, la punta de la colonia se curva ligeramente en forma de bastón y ocasionalmente tiene varias vueltas en forma de espiral. Generalmente es de tamaño grande, alcanzando hasta 2 m de largo.

*Distribución:*

Esta especie tiene una amplia distribución. Se encuentra prácticamente en cualquier sitio de los arrecifes profundos, a partir de los 30 m de profundidad.

*Abundancia:*

*S. lutkeni* es una especie muy abundante, y se encuentra incluso en sitios en los que no existe ningún otro tipo de colonias de coral negro.

*Coloración:*

El esqueleto de las colonias es de color negro, pero la coloración de sus pólipos es muy variable. Lo más frecuente es encontrar colonias con tentáculos blancos, aunque pueden ser amarillos, verdes, rojos ó cafés.

*Notas:*

Esta especie también se ha reconocido dentro del subgénero *Cirrhopathes*, aunque es más comúnmente aceptado el género *Stichopathes*.

**Foto 15. En primer plano se observa una colonia en forma de látigo de color amarillo que pertenece a la especie *Stichopathes lutkeni*.**



**Foto 16. Colonia muerta de la especie *S. lutkeni*.**