

AMIGOS DE SIAN KA'AN

SERIE DOCUMENTOS / No. 7, JULIO 2017



30 AÑOS
CONSERVANDO



AMIGOS DE SIAN KA'AN

SERIE DOCUMENTOS

No. 7 Julio 2017

La revista Amigos de Sian Ka'an Serie Documentos es una publicación de Amigos de Sian Ka'an A. C realizada con el propósito de recopilar y difundir los trabajos de investigación referentes al manejo y conservación de los recursos naturales en la Península de Yucatán y áreas aledañas.

Este ejemplar fue editado e impreso con el apoyo de World Wildlife Fund Canada

Directorio

Dirección Ejecutiva

Gonzalo Merediz Alonso

Dirección de Programas

Liliana García Ramírez

Coordinación Editorial

Rosa María Loreto Viruel
Judith Adriana Morales López

Diseño y Formación

Víctor Alfonso González
Rosa María Loreto Viruel

Fotografía portada

©Shutterstock

**Fotografías Cozumel, Banco Chinchorro
y Banco Arrowsmith**

Rosa María Loreto Viruel

Transcripción de textos

Israel Sánchez Ortega
Mario Alberto Benítez Aladro
Ricardo Barney Toro
Eugenio Gastelum Iturbide
Luis Felipe Mendoza Martínez

Oficina Cancún

Calle Fuego N° 2 SM. 4 Mza. 10
Cancún, Quintana Roo, México C.P. 77500
Teléfono (998)8922958 y 59
amigos@amigosdesiankaan.org

Oficina Felipe Carillo Puerto

Calle 72 entre 73 y 75. Col Jesús Martínez Ross
Felipe Carillo Puerto, Quintana Roo, México C.P 7220
Teléfono (983)834 0813

Oficina Chetumal

Boulevard Bahía N° 301. Villas Manatí, Edif.1 L-1
Chetumal, Quintana Roo, México C.P 77000
Teléfono (983)1292331

Certificado de Licitud de Contenido
y Título e ISSN en trámite
Tiraje: 850 ejemplares
Impresor por: Grupo Regio

ARRECIFES DE INSULARES DE QUINTANA ROO

CARACTERIZACIÓN

Simbología

- Áreas Naturales Protegidas
 - Federales
 - Estatales
- Usos de Suelo
 - Cuerpo de Agua
 - Humedales
 - Zonas Urbanas
 - Arrecifes
 - Zonas de Estudio

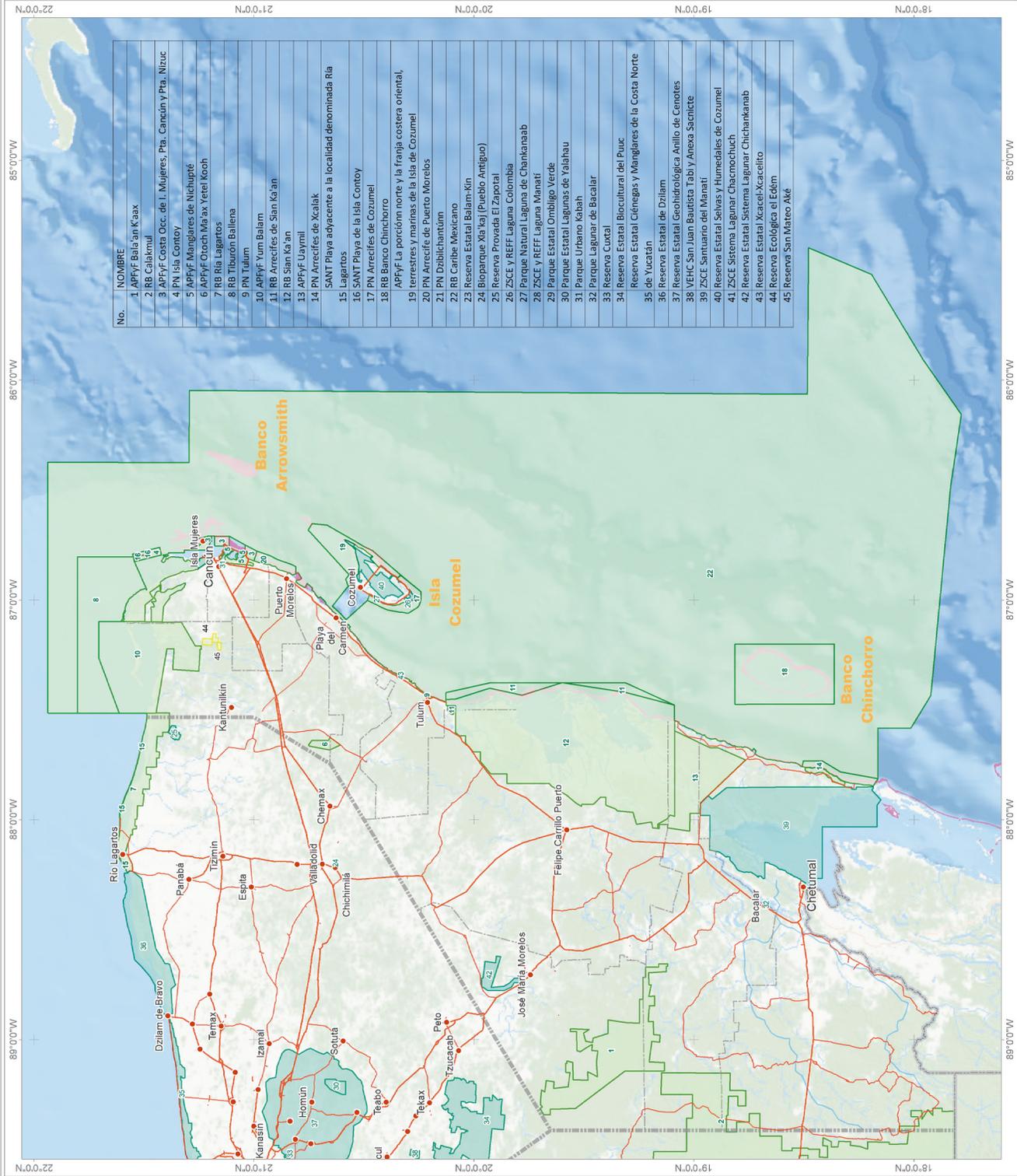


Macrolocalización



Metadatos

Sistema de Coordenadas:
 Proyección Geográfica
 Datum: WGS 1984
 Unidades: Grados
 Escala: 1 a 1,750,000.00
 Fuentes: ASK, INEGI
 Elaboró: Aarón E. Hdez.



No.	NOMBRE
1	APPYF Balo 'am Ka'ax
2	RB Calakmul
3	APPYF Costa Occ. de I. Mujeres, Pta. Cancún y Pta. Nituc
4	PN Isla Contoy
5	APPYF Manglares de Nichupté
6	APPYF Ootoc Ma'ax Yetel Kooh
7	RB Ria Lagartos
8	RB Tiburón Ballena
9	PN Tulum
10	APPYF 'um Balam
11	RB Arrecifes de Sian Ka'an
12	RB Sian Ka'an
13	APPYF Uaymil
14	PN Arrecifes de Xcalak
15	SANT Playa adyacente a la localidad denominada Ria Lagartos
16	SANT Playa de la Isla Contoy
17	PN Arrecifes de Cozumel
18	RB Banco Chinchorro
19	terrestres y marinas de la Isla de Cozumel
20	PN Arrecife de Puerto Morelos
21	PN Dzibilchaltun
22	RB Caribe Mexicano
23	Reserva Estatal Balam-Kin
24	Bioparque Xia 'to'j (Pueblo Antiguo)
25	Reserva Proveda El Zapotal
26	ZSCE y REFF Laguna Colombia
27	Parque Natural Laguna de Chankanaab
28	ZSCE y REFF Laguna Manatí
29	Parque Estatal Ombiligo Verde
30	Parque Estatal Lagunas de Valahau
31	Parque Urbano Kabah
32	Parque Lagunar de Bacalar
33	Reserva Cuxtal
34	Reserva Estatal Biocultural del Puuc
35	Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán
36	Reserva Estatal de Dzilam
37	Reserva Estatal Geohidrológica Anillo de Cenotes
38	VEHC San Juan Bautista Tabi y Anexa Sacnité
39	ZSCE Santuario del Manatí
40	Reserva Estatal Selvas y Humedales de Cozumel
41	ZSCE Sistema Lagunar Chacmochuch
42	Reserva Estatal Sistema Lagunar Chichankanaab
43	Reserva Estatal Xacel-Xucelillo
44	Reserva Ecológica el Edem
45	Reserva San Mateo Aké

Figura 1. Localización de los arrecifes insulares en Banco Arrowsmith, Isla Cozumel y Banco Chinchorro, descritos por Amigos de Sian Ka'an como parte del proyecto "Caracterización de Arrecifes de Quintana Roo"

Contenido

Presentación	5
Artículos	6
Caracterización de Arrecifes Insulares de Quintana Roo, México	6
Caracterización de los Arrecifes Coralinos de Isla Cozumel, Quintana Roo, México	11
Caracterización de los Arrecifes Coralinos de Banco Chinchorro, Quintana Roo, México	41
Caracterización de Banco Arrowsmith, Quintana Roo, México	80
Notas Científicas	96
Cozumel: Un mosaico de áreas protegidas y oportunidades para el desarrollo sustentable	96
Modelo Geomático para determinar las zonas viables para establecer refugios pesqueros	98
Comunicaciones	100
Indicadores de Salud del Arrecife de Coral en el Caribe	100
Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano	101
Resúmenes de tesis	102
Estrategias de vida y relaciones interespecíficas del pez león en el Caribe mexicano	102
Clasificación de fondos béticos en arrecifes de coral mediante imágenes satelitales, Banco Chinchorro, México	102
Crecimiento y mortalidad de la langosta espinosa (<i>Panulirus argus</i>) en la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro, Quintana Roo, México: Temporada 2012-2013	103
Reclutamiento y conectividad genética de peces arrecifales en el Caribe Mexicano	104
Estructura de las Asociaciones y Diversidad Morfológica de Erizos de Mar (Echinoidea) en los Parques Nacionales Sistema Arrecifal Veracruzano y Arrecifes de Cozumel, México	105
Distribución espacial y condición de las especies de <i>Acropora</i> (Cnidaria: Scleractinia) en Banco Chinchorro, caribe mexicano: implicaciones para el manejo	105

Presentación

Durante los años 90, Amigos de Sian Ka'an generó una serie de publicaciones científicas bajo el sello "Sian Ka'an. Serie Documentos". Se trata de un ejercicio único entre las organizaciones de la sociedad civil: generar información científica de gran calidad y ponerla a disposición del público para difundir el conocimiento sobre los recursos naturales de la Península de Yucatán. Hoy me complace presentar una nueva era de este ejercicio mediante la publicación del séptimo número de la serie, ahora con el nombre "Amigos de Sian Ka'an. Serie Documentos". En esta ocasión presentamos los resultados históricos de la caracterización que hizo Amigos de Sian Ka'an, a lo largo de varios años, de los arrecifes de Cozumel, Banco Chinchorro y Banco Arrowsmith. Esta información fue la base para apoyar el decreto de la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro y del Área de Protección de Flora y Fauna Isla de Cozumel. Asimismo, dio los elementos que justificaron la inclusión de Arrowsmith en la recientemente decretada Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. Los datos han servido también para fundamentar los programas de manejo de estas áreas protegidas. Los trabajos aquí presentados, junto con varias notas científicas, comunicaciones y resúmenes de tesis conforman una línea base que nos ayudará a entender el estado actual y futuro de los arrecifes de Quintana Roo, la porción más extensa del Sistema Arrecifal Mesoamericano, iniciativa también impulsada en los años 90 por Amigos de Sian Ka'an en colaboración con The Nature Conservancy. Quiero agradecer a todos los que hicieron posible la publicación de este número y particularmente a WWF Canadá y WWF México por su patrocinio y apoyo. Así pues, ponemos en sus manos la continuidad de una tradición científica de Amigos de Sian Ka'an, con mi reconocimiento a todos los que participaron en el trabajo presentado.

Gonzalo Merediz Alonso

Director Ejecutivo

Artículos

Caracterización de Arrecifes Insulares de Quintana Roo, México

Rosa María Loreto Viruel
Amigos de Sian Ka'an A. C., Cancún, Q. Roo C.P. 77500. México.

RESUMEN

Como parte del proyecto “Caracterización de Arrecifes de Coral de Quintana Roo” iniciado por Amigos de Sian Ka’an en 1990, se efectuaron las fases correspondientes a tres áreas insulares del estado, Banco Arrowsmith en el norte a 40 Km al este de Cancún; Isla Cozumel en el centro a 18 Km al este de Playa del Carmen; Banco Chinchorro en el sur a 40 Km de Mahahual. La información de campo se recopiló durante cinco campañas de investigación (julio 1996; julio 1997, 1998, 1999 y agosto 2004), mediante buceo libre y autónomo, con un muestreo estratificado en cuatro zonas arrecifales: pendiente occidental, laguna arrecifal, cresta arrecifal y pendiente oriental o arrecife frontal. Los grupos biológicos en este estudio fueron las algas, los corales escleractinios y gorgonáceos, y los peces, para los cuales se registró la riqueza de especies, abundancia y diversidad por zona arrecifal. De acuerdo al grado de desarrollo de las zonas arrecifales, cada área se dividió en regiones que completan el sistema de regionalización propuesto por Amigos de Sian Ka’an en fases anteriores del proyecto para el arrecife bordeante de la costa de Quintana Roo. Con la información generada de estos estudios resultó la primer descripción de Banco Arrowsmith y de los anillos algales de Isla Cozumel únicos en México denominados “Micro atolones”, así como una descripción completa del anillo arrecifal que forma Banco Chinchorro. Los resultados obtenidos contribuyeron al decreto y programa de manejo del Area de Protección de Flora y Fauna Isla de Cozumel, al programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro y se describió en el estudio previo justificativo y decreto de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano y esta siendo considerada para que se trabaje el programa de manejo de esta extensa ANP.

Palabras Clave: arrecifes coralinos, islas, Arrowsmith, Cozumel, Chinchorro, riqueza de especies, abundancia.

ABSTRACT

As part of the project “Characterization of Reefs of Quintana Roo” initiated by Amigos de Sian Ka’an since 1990, the corresponding phase was performed at three islands of the state, Banco Arrowsmith in the north, Isla Cozumel in the center and Banco Chinchorro in the south. The information of field was obtain during five campaigns of investigation (July 1996, July 1997, 1998, 1999 and August 2004), by means of dive free and autonomous, with a sampling stratification in four reef zones: the west reef, reef crest, reef lagoon and frontal reef. The biological groups in this study were the algae, the escleractinias and gorgonians, and the reef fish, for which the wealth of species was registered, abundance and diversity by reef zone. In agreement to structural development of the reef zones, each insular area was divided into regions that complete the system of regionalization proposed in previous phases of the project for the bordering reef of the Quintana Roo’s coast. It was found that the insular reefs present notable reef development in their south zone. With the information generated of this study resulted the first description of Banco Arrowsmith, of the algae rings from Isla Cozumel called “Micro atolones”, and a completed description of the reef ring Banco Chinchorro. The results obtained supported the elaboration of Management Program to three Natural Protected Areas, Area de Protección de Flora y Fauna Isla Cozumel and Reservas de la Biosfera Banco Chinchorro y Caribe Mexicano.

Key words: coral reef, islands, Arrowsmith, Cozumel, Chinchorro, species richness, abundance.

Introducción

Los arrecifes de coral son las comunidades más diversas del medio marino, solamente comparadas en belleza, colorido y diversidad de formas con las selvas altas perennifolias. En ellos pueden encontrarse alrededor de 3,000 especies de plantas y animales, y tan solo de peces se pueden encontrar más de 400.

Los arrecifes de coral se desarrollan exclusivamente en aguas someras, tibias y bien iluminadas. Estas aguas claras que tanto atraen a los turistas, indican una pobreza enorme en vida, que de no ser por los arrecifes serían verdaderos desiertos. Lo extraordinario de todo, es que estas maravillas naturales son producto del trabajo de unos pequeñísimos animales, los pólipos de coral. El crecimiento del arrecife es un proceso muy lento que a lo largo de miles de años permiten formar estructuras de enormes dimensiones. Muchas de las colonias de coral que vemos hoy en día ya se encontraban presentes a la llegada de Colón a América.

El Mar Caribe es una región extremadamente rica en formaciones coralinas, a lo largo de la costa de México, Belice, Guatemala y Honduras se forma el denominado Sistema Arrecifal Mesoamericano de aproximadamente 1,000 km de largo.

Los arrecifes de coral son muy importantes como fuente de riqueza pesquera, de ellos se extraen cangrejos, langostas, caracoles y una gran cantidad de especies de peces. Además, funcionan de rompeolas natural, que amortiguan el embate de las olas durante tormentas y huracanes. Desde el punto de vista turístico los arrecifes son de gran atractivo para los aficionados al buceo, por dicha razón y por su fragilidad requieren de especial atención para evitar su degradación.

En atención a su conservación el gobierno federal a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas ha establecido 9 Áreas Naturales Protegidas con arrecifes en el Caribe en México, con sus respectivos programas de manejo. Y recientemente, el decreto de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano (7/diciembre/2016) ubica en el margen oriental de la Península de Yucatán con una superficie de 5,754,055 hectáreas.

La conservación de estos extraordinarios lugares requiere de la combinación armónica entre el desarrollo de actividades productivas como la pesca y el turismo con actividades de protección. Para ello es necesario contar con inventarios de sitios con formaciones arrecifales aunado a un conocimiento biológico básico de su composición específica y funcionamiento. También se deben establecer los lineamientos para lograr un uso sostenido con el apoyo de los habitantes locales. Y se deben reservar áreas en su estado original para garantizar la protección de la costa, la producción pesquera por el repoblamiento y el mantenimiento de la diversidad genética.

En el Caribe en México, en el estado de Quintana Roo, la importancia que las estructuras arrecifales tienen para la economía regional es invaluable ya que las actividades turísticas son la principal fuente de ingresos para el estado. Gran parte de los turistas que visitan Quintana Roo acuden al arrecife a realizar actividades de recreación como el buceo. Uno de los principales centros para realizar esta actividad es la Isla Cozumel. La pesca comercial y deportiva son actividades productivas también importantes en Quintana Roo y al respecto, el Banco Chinchorro y Banco Arrowsmith han sustentado dos pesquerías comerciales importantes en la región, la de caracol rosado (*Strombus gigas*) y langosta espinosa (*Panulirus argus*).

Es por eso que se requiere de información que conlleve a elaborar los programas que determinen el manejo de las zonas arrecifales y marinas de dichas áreas insulares, para evitar su deterioro y que permitan mantener una economía basada en el uso del arrecife.

Este trabajo es el quinto de una serie de documentos que caracterizan a detalle el Sistema Arrecifal Coralino de Quintana Roo. En los cuatro primeros, Amigos de Sian Ka'an describe el arrecife bordeante frente a la costa del estado, en las áreas de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (Gutiérrez *et al.*, 1993), del Corredor Turístico Cancún-Tulum o Riviera Maya (Gutiérrez *et al.*, 1995), del Corredor Costa Maya -Punta Herrero a Xcalak- (Gutiérrez *et al.*, 2005) que se complementa con una descripción detallada de "La poza de Xcalak" (García *et al.*, 1996). El presente publica las descripciones realizadas hace más de diez años, pero únicas por su detalle, en los arrecifes insulares en las áreas de Isla Cozumel (1997), Banco Chinchorro (1997-1999) y Banco Arrowsmith (2004).

Estos trabajos forman parte del Programa de Conservación Marina de Amigos de Sian Ka'an que ha logrado con ellos describir acumulativamente el 90% de los arrecifes de Quintana Roo, contribuyendo al conocimiento del Sistema Arrecifal Mesoamericano en México, el decreto de ANP marinas y la elaboración de Programas de Manejo. Dentro de este programa falta por caracterizar la zona marina en la parte norte del estado, de Cancún a Cabo Catoche; además de los arrecifes insulares de las Islas Contoy y Mujeres.

La finalidad y la forma de valorar el área son las mismas que se siguieron en los trabajos anteriores. Asimismo, con base en el desarrollo de las zonas del arrecife se definen regiones estructuralmente distintas, representadas por el número romanos o letras (ver Figura 1). Esta numeración es continuación de la que tienen las regiones arrecifales definidas para Sian Ka'an (I a XII), Cancún- Tulum (A- J) y Costa Maya (XIII a XXV).

Objetivos

Realizar la descripción de los arrecifes insulares de Quintana Roo para ampliar el conocimiento de los recursos marinos de la región y contribuir con la información base para la conservación y uso sustentable de este ecosistema marino.

Objetivos particulares:

- Caracterizar los patrones de zonación del arrecife de acuerdo a las características estructurales y biológicas, eje morfológico.
- Definir regiones de acuerdo al grado de desarrollo arrecifal, eje topográfico.
- Describir los principales grupos biológicos que conforman el arrecife, algas, corales escleractinios y gorgonáceos, y peces, en términos de riqueza de especies, abundancia y diversidad.
- Hacer las sugerencias de manejo a escala regional de acuerdo al grado de desarrollo y conservación del arrecife.

Áreas de estudio

El área de estudio se localiza al este de la Península de Yucatán, en el Atlántico Occidental, dentro de la provincia biogeográfica del Caribe, en tres áreas insulares ubicadas hacia la parte Norte, Centro y Sur del estado de Quintana Roo. En el Banco Arrowsmith que se encuentra frente a la costa norte de Quintana Roo, a 40 Km de Cancún (21°17'28.32"N, 86°28'03.36"W); en la Isla Cozumel localizada frente a la costa centro del estado, a 18 Km de Playa del Carmen (20°35'22"N, 86°43'46"W y 20°16'11"N, 86°59'26"W) y en el Banco Chinchorro localizado frente a la costa sur del estado, a 30 Km del poblado Mahahual (18°28'28.27"N, 87°26'02"W y 18°48'44.24"N, 87°14'03"W) (Figura 1).

Métodos

Los tres estudios que se presentan a continuación emplearon los mismos criterios para la toma de información, proceso y análisis de los resultados que se establecieron en los trabajos anteriores del proyecto "Caracterización de Arrecifes de Coral de Quintana Roo" de Amigos de Sian Ka'an (Gutiérrez *et al.*, 1993, 1995, 2005; García *et al.*, 1996).

Trabajo de campo

Las actividades de campo en las tres áreas de estudio consistieron en prospecciones aéreas, registros batimétricos, recorridos en superficie del agua y la toma de datos subacuáticos con buceo libre y autónomo, que a continuación se describen:

- Vuelos de reconocimiento

Consistió en la realización de recorridos aéreos con avioneta tipo CESNA con el fin de conocer de manera general el área arrecifal de cada sitio de interés, ubicar los ambientes marinos principales, las rompientes y bajos arrecifales, y tomar video y fotografía que junto con la cartografía existente y la batimetría se analiza para elaborar los mapas base y planear el trabajo de campo subacuático. El rango de altitud de los vuelos fue entre 150 y 750 m. Las cartas topográficas consultadas son del INEGI con escala 1:50,000 y las fotografías aéreas de FIDECARIBE escala 1:10,000.

- Batimetría y perfiles arrecifales

Para cada isla se tomaron registros batimétricos de manera sistemática, utilizando una ecosonda portátil modelo Humminbird y Sistema de Posicionamiento Global por Satélite (GPS) modelo Transpack II con un rango de error entre +/- 100 m a +/- 300 m. Se navegó perpendicularmente a la costa formando transectos separados entre sí por una distancia variable entre 500 a 1000 m manteniendo un rumbo fijo con un compás de navegación, con algunas variaciones de acuerdo al oleaje y las corrientes. Los límites de los transectos estaban determinados por el límite de registro de la ecosonda (120 m). La información obtenida fue vertida al Sistema de Información Geográfica CAMRIS.

Además, con el fin de elaborar perfiles gráficos de la zonación arrecifal de cada área se realizó una Valoración General del Ambiente (VGA), registrando cada 5 m sobre el transecto la profundidad, porcentaje de cobertura rocosa, tipo y profundidad del sustrato, pendiente y comunidad biológica dominante.

- Transectos en superficie del agua

Los muestreos iniciaron con un reconocimiento general del arrecife en cada área de acuerdo a la metodología propuesta por Done (1981) con la cual se realizaron recorridos en embarcación perpendiculares al borde de cada ínsula remolcando a un buzo por la superficie del agua con ayuda de un deslizador y una cuerda de 10 a 15 m de largo atada a la embarcación. Cada recorrido se realizó de la parte somera hacia las partes profundas, alcanzando a hacer observaciones de hasta 20 metros de profundidad cuando hay buena visibilidad, que permiten registrar las características más conspicuas del relieve y las comunidades biológicas, como los diferentes grados de desarrollo de los arrecifes, áreas cubiertas por cada uno, presencia y amplitud de canales de arena paralelos al borde insular, porcentaje de áreas con sedimento arenoso, presencia de macizos arrecifales y profundidades aproximadas a la que se encuentran los mismos. Una vez concluido el transecto de superficie se determinaron los lugares para el muestreo subacuático considerando la zonación arrecifal.

- Transectos subacuáticos

En cada área insular se realizaron transectos subacuáticos en buceo libre y en buceo autónomo, de acuerdo con el método descrito por Loya (1972) y modificado por Porter (1972), el cual consiste en muestrear los organismos bentónicos a lo largo de un transecto o cadena de plástico de 20 m de longitud, con eslabones de 3.3 cm, colocada perpendicular al borde insular en cada subzona arrecifal identificada. El contorno de cada ínsula fue recorrido en su totalidad a través de líneas de transectos por subzona arrecifal separadas por una distancia promedio de 1 Km. La posición geográfica de cada lugar de muestreo se obtuvo con un Posicionador Global por Satélite (GPS) Trimble Navigator modelo Transpack II, con un error entre +/- 100 m a +/- 300 m, Datum WGS40.

- Grupos biológicos

Los grupos considerados durante el muestreo fueron las macroalgas bentónicas, los corales escleractinios y gorgonáceos, y los peces arrecifales. Se designó un tomador de datos para cada taxa y los cuatro trabajaron simultáneamente. La identificación de las especies fue realizada in situ. Para lo cual todos los tomadores de datos fueron previamente entrenados en el reconocimiento de las especies.

Macroalgas. Para este grupo se consideraron únicamente las especies identificables a simple vista, excluyendo aquellas que por su reducido tamaño requerían de un examen minucioso. Para estimar la cobertura de macroalgas, a lo largo de todo el transecto se contó el número de eslabones que pasaban exactamente por arriba de cada especie de alga. Para los géneros de crecimiento erecto y solitario como *Avrainvillea*, *Rhipocephalus* y *Penicillus* se consideró que cada uno representaba un eslabón en el transecto. Para la identificación de las especies de algas se utilizaron las guías de Taylor (1960), Dawes (1986), Littler *et al.* (1989), Littler & Littler (2000) y Humman (1993), y el trabajo de Wynne (1986) para checar el listado taxonómico de las especies.

Corales escleractinios. Para este grupo se consideró una colonia al conjunto de pólipos interconectados entre sí por tejido vivo, creciendo independientemente de colonias vecinas. En los casos en que un cabezo coralino presentó dos o más porciones separadas por tejido muerto, a cada parte viva se le consideró como una colonia independiente de acuerdo a lo descrito por Loya (1972). Donde los corales ocurrieron en parches o en grupos, si era posible encontrar una unión se les consideró como una sola colonia. Las especies que por su forma de crecimiento presentan gran cantidad de segmentos vivos como las del género *Undaria* y *Orbicella* se consideraron como una sola colonia, sin tomar en cuenta los espacios sin tejido vivo que se encuentran entre cada segmento. Para estimar la cobertura de coral vivo, a lo largo de todo el transecto se contó el número de eslabones que pasaban por encima de la parte viva de cada colonia de coral, anotando la especie a la que pertenece cada una. Para la identificación de las especies se utilizaron las guías de campo de Smith (1972), Greenberg y Greenberg (1977) y Humman (1993), y se consultó el trabajo de Castañares y Soto (1982).

Corales gorgonáceos. A lo largo de todo el transecto se contaron e identificaron hasta el nivel preciso posible todas las colonias de corales gorgonáceos que se encontraban a una distancia máxima de 1 metro a cada lado del transecto, constituyendo así un cuadrante de 40 m². Para la identificación de las especies se utilizaron las claves de Cairns (1977), Bayer (1961) y Humman (1993).

Peces arrecifales. Para estimar la densidad de peces por sitio se realizaron censos visuales donde se contaron e identificaron los peces observados a un metro a cada lado del transecto y en la columna de agua, de acuerdo a la metodología propuesta por Brock (1954), teniendo así un área de 40 m² en cada muestreo. Este método utilizado en los trabajos anteriores del proyecto (Gutiérrez *et al.* 1993, 1994 y 2005) fue complementado para dar una mejor estimación de la composición de la comunidad íctica, con censos visuales por límite de tiempo, los cuales consisten en registrar el número de peces y la especie de cada individuo observado en un lapso de 15 minutos. Para la toma de datos el nado fue lento siempre sobre la misma profundidad y zona, anotando todos los peces que entren en el campo visual del observador, así como la distancia recorrida y el alcance visual del investigador, para obtener una estimación del área cubierta en el muestreo. Para la identificación de las especies de peces arrecifales se utilizó la guía de Humman (1994).

- Características generales

En cada transecto se tomaron datos sobre algunas características fisiográficas del fondo como topografía, relieve, profundidad, grosor de la capa de sedimento, porcentaje de cobertura rocosa y organismos bentónicos más abundantes. Todo lo cual se transcribió en bitácoras de campo.

Trabajo de gabinete

Para todos los grupos biológicos se estimó la riqueza de especies, abundancia relativa y diversidad por zona y región arrecifal.

Riqueza de especies. Se obtuvo por el simple conteo de especies, con la elaboración de listas de especies registradas por grupo biológico.

Abundancia relativa. Expresa la abundancia de una especie determinada en relación a la abundancia total de su grupo o taxa.

– Para macroalgas y corales escleractinios se determinó con base a su cobertura de tejido vivo:

$$CR = (TEPE/TET) * 100$$

Donde:

CR = Cobertura Relativa

TEPE = Total de eslabones contados para una especie dada en toda la zona arrecifal o la región

TEG = Total de eslabones del taxa considerado

– Para los corales gorgonáceos y peces se determinó conforme a la densidad de colonias o individuos respectivamente:

$$DR = (TIPE/TCC) * 100$$

Donde:

DR = Densidad Relativa.

TIPE = Total de individuos o colonias contados para una especie dada en toda la zona arrecifal o región

TCC = Total de metros muestreados

Categoría		Rango de abundancia
Rara	R	< 1 %
Escasa	E	1 < 5%
Común	C	5 < 10 %
Abundante	A	10 < 20 %
Dominante	D	>/- 20 %

Tabla 1. Categorías de abundancia relativa

La abundancia relativa por especie se indicó por medio de letras que representan cinco rangos de abundancia. De manera que, las especies con menos de 1% de abundancia se consideraron raras y se representan con “R”, las especies con un porcentaje de 1 a 5% son escasas y se presentaron con “E”, para las especies con 5 a 10% se designó la categoría de común y se representaron por “C”, las especies con 10 a 20% se consideraron abundantes y se representan con “A”, y las especies con una abundancia mayor a 20% se definieron como dominantes y se señalan con “D” (Tabla 1)

Diversidad. Con el número de especies y la abundancia se estimó la diversidad y la equitabilidad mediante el índice de Shannon-Wiener:

s

$$H' = -\sum (Pi \ln Pi)$$

i=1

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

Pi = proporción de individuos de la especie i

S = número de especies

La diversidad se analizó por dos métodos, primeramente se calculó el índice de Shannon-Wiener mediante el programa computacional ANACOM (CINVESTAV, 1991). El segundo método consiste en la realización de las curvas de abundancia acumulada (Lambhead *et al.*, 1993) por considerarse el método preciso para comparar la diversidad entre comunidades (Macías, 1994).

Cuando las curvas obtenidas en dos comunidades distintas no se cruzan los grupos analizados son comparables, se considera entonces que la curva inferior presenta menor dominancia (mayor equitabilidad) y, por lo tanto, mayor diversidad que la curva superior (Macías, 1994). Si las curvas se cruzan, los grupos analizados no son comparables en términos de diversidad, debido a la desigual importancia que dan los diferentes índices existentes al número de especies o bien a la equitabilidad. Sin embargo, en un intento de comparar la diversidad de dos zonas cuando las curvas de abundancia acumulada se cruzaron, se realizó como método alternativo de comparación una prueba de “t” con el índice Shannon-Wiener (Magurran, 1988) para probar si existían diferencias significativas entre los valores obtenidos por este índice. Es importante recalcar que las comparaciones entre los índices de diversidad pueden conducir a errores de interpretación, y que el método aquí empleado es tan solo para dar una idea de lo que se observó durante los muestreos de campo.

Caracterización de los Arrecifes Coralinos de Isla Cozumel, Quintana Roo, México

Rosa María Loreto Viruel, Gerardo García Beltrán, Juan Bezaury Creel
Amigos de Sian Ka'an A. C., Cancún, Q. Roo CP 77500. México.



ISLA COZUMEL

La Isla Cozumel se ubica entre las coordenadas 20°35'22"N, 86°43'46"W y 20°16'11"N, 86°59'26"W en el Municipio de Cozumel, a 18 km frente a Playa del Carmen en el estado de Quintana Roo. Mide aproximadamente 48 Km de largo en orientación norte-sur y 16 Km de ancho en el eje este-oeste (Figura 1). Se originó probablemente de un desprendimiento de tierra de la zona continental durante la formación de la cuenca de Yucatán (Jordán, 1988). Tiene vegetación dominante del tipo de selva mediana subperennifolia, aunque en los márgenes de las playas y lagunas es posible encontrar manglares de borde, así como vegetación de duna costera. Al igual que en casi toda la Península de Yucatán, los suelos de la isla son del tipo karst, por lo que no existe drenaje superficial. La mayor parte del agua proviene de ríos subterráneos que eventualmente desembocan en el mar o en las lagunas. Estas corrientes subterráneas son evidentes solo en forma de cenotes en la zona terrestre y de "ojos de agua" en la laguna o zonas someras dentro del mar (Lewbwl y Martín, 1991).

El sistema arrecifal de Cozumel se extiende prácticamente a lo largo de los litorales de la isla, pero los de la región SW son los más conocidos y utilizados (SEMARNAT, 1998).

El pueblo de San Miguel de Cozumel es el centro de población, y se encuentra en la costa occidental de la isla. En Cozumel se desarrollan intensas actividades de turismo, dirigidas casi todas ellas hacia el buceo deportivo, que atrae a miles de turistas al año a la isla.

En vista del uso e importancia que presentan los recursos naturales marinos en Cozumel, el 19 de julio de 1996 se decreta el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel ubicado en las coordenadas geográficas extremas 20°29'02.93"N y 20°14'27.02"N y 86°53'11.54"W y 87°03'32.07"W, que inicia en la punta norte del arrecife "Paraíso" rodeando a la isla por su parte sur hasta llegar a la Punta Chiqueros en el lado oriental, con una superficie marítimo terrestre de 11,987-87-50 hectáreas.

Mientras que, con información del presente estudio, el 25 de septiembre de 2012 se decreta el Area de Protección de Flora y Fauna Isla Cozumel, con una superficie marítimo terrestre de 37,829-17-00.54 hectáreas; una parte del polígono de esta ANP fue designada como un humedal de importancia internacional, en la Convención de RAMSAR, con el nombre de “Manglares y humedales del Norte de Isla de Cozumel” (Sitio número 1921) (Figura 1).

En el ámbito estatal, el 26 de septiembre de 1983 se decreta el Parque Natural Laguna de Chankanaab ubicado en el Suroeste del fundo legal de la Ciudad de Isla Cozumel con 13.647 has. El 15 de julio de 1996 se decreta el Parque

Ecológico Estatal Laguna Colombia ubicado en la Laguna Colombia, punta sur de la Isla Cozumel, con 1,130.644 has y el 1 de abril de 2011 se decreta la Reserva Estatal Selvas y Humedales de Cozumel ubicada en la Porción Central y Norte de la Isla Cozumel con 19,846.450 has.

RESULTADOS

Este reporte presenta los resultados de una campaña de investigación realizada en 1996 para describir detalladamente los arrecifes de Isla Cozumel, mediante el desarrollo de las actividades siguientes (Tabla 1):

Tabla 1. Actividades desarrolladas en la campaña de caracterización de los arrecifes de Isla Cozumel

Actividades	Fecha	Descripción	Personal requerido	Material equipo
Vuelo de reconocimiento	20/febrero/1996	Prospección aérea para el registro y fotografía de características conspicuas del arrecife	1 piloto 1 biólogo 1 fotógrafo	Avioneta Cesna Cámara GPS
Campaña de campo	18/julio a 8/septiembre/1996	-Registros batimétricos -Recorridos en superficie del agua -168 transectos para la toma de datos subacuáticos en la totalidad del perímetro de la Isla Cozumel	10 biólogos 2 capitanes de embarcación 2 marinero	2 embarcaciones (25 pies) 1 barco (90 pies) -insumos de buceo - GPS -líneas de transectos -tablillas de escritura

Los métodos para realizar las actividades mencionadas fueron descritos anteriormente. Pero hay detalles específicos debido a las características particulares de desarrollo estructural de los arrecifes de Cozumel, que se explican a continuación.

En las áreas en las que el arrecife se desarrolla sobre el borde de la plataforma, así como en los arrecifes de parche, los transectos se colocaron a lo largo de la pared paralelos a la costa, con la finalidad de mantener siempre el mismo gradiente de profundidad a lo largo del transecto. En el Arrecife Profundo se colocaron transectos en la parte alta de las estructuras o “tope” de la pared y en la caída hacia las zonas profundas sobre el substrato arenoso de acuerdo a lo propuesto por Fenner (1998).

En las regiones en las que se observaron sistemas de macizos y canales los transectos se colocaron perpendiculares a la línea de costa en cada una de las subzonas arrecifales propuestas por Gutiérrez *et al.* (1993).

Para lograr la caracterización del arrecife de Isla Cozumel se realizaron un total de 168 muestreos a lo largo de aproximadamente 146 Km de perímetro de la isla, 9 en buceo libre y 159 en buceo con aparatos, en las subzonas arrecifales identificadas.

Descripción del modelo de Zonación Arrecifal

Las principales características fisiográficas de las zonas arrecifales se basan principalmente en los patrones de crecimiento de los corales escleractinios, los cuales construyen estructuras calcáreas de armazón rígido, cuya forma varía dependiendo de la topografía del fondo (Jordán, 1989), de la profundidad y de la manera en que se van acumulando los diferentes tipos de esqueletos coralinos, que en general pueden ser masivos, planos, laminares o ramificados (Goreau *et al.*, 1979). La zonación arrecifal determinada de esta forma incluye la configuración del substrato y la abundancia relativa de los organismos predominantes (Rützler y MacIntyre, 1982).

En la Isla Cozumel se identificaron tres zonas arrecifales principales: la pendiente occidental o sotavento, la pendiente oriental o barlovento, y el Bajo Cozumel al norte de la isla (Tabla 2).

Pendiente Occidental

En el lado oeste de la Isla, correspondiente al sotavento, se definieron tres zonas: a) Laguna Arrecifal, b) Transición hacia el Sotavento (TS) que fue dividida en la primera y segunda terraza y c) Arrecife Profundo (AP) que fue dividido en dos subzonas, el tope de los macizos y la base (Figura 2, región XXVI).

a) Laguna Arrecifal. Se presenta en el sotavento de la Isla. Es la zona cercana a la playa, con aguas tranquilas y someras en las que domina sobre el substrato el pasto marino *Thalassia testudinum*.

b) Transición hacia el Sotavento. Esta zona se dividió en dos secciones: la primera terraza, que parte desde la playa hasta una profundidad de 6 m en promedio, donde se encuentra una antigua línea de costa representada por un escalón. Después de este escalón se presenta una segunda terraza, donde se localizan arrecifes en parche que se asientan sobre un arenal de escasa inclinación, en una profundidad entre 9 y 15 m. El tamaño de los parches es variable, desde franjas de unos cuantos metros hasta aquellos con casi 300 m de largo y de 5 m a 30 m de ancho, como es el caso de arrecife Paraíso.

c) Arrecife Profundo. Esta zona arrecifal se localiza sobre el borde del cantil de la plataforma continental, el cual se inicia muy próximo a la costa, a una distancia promedio de 1000 m (Fenner, 1988). Las formaciones arrecifales constan de estructuras voluminosas sin forma definida que surgen desde la base del cantil a una profundidad promedio de 27 m, y se elevan hasta llegar a los 18 m de profundidad en algunos sitios. La mayor parte de estas formaciones consta de coral muerto e intemperizado (Jordán, 1988). La parte superior de estas estructuras presenta una comunidad biológica diversa mientras que en su base dominan las algas y las esponjas, siendo evidente una disminución en la cobertura de corales escleractinios.

Pendiente Oriental

En el lado este de la Isla Cozumel se consideró la zonación arrecifal propuesta por Gutiérrez *et al.* (1993) que incluye tres zonas principales: a) la Laguna Arrecifal; b) la Cresta Arrecifal que abarca las subzonas del Arrecife Posterior (AP), la Rompiente Arrecifal (RA) y la Transición hacia el Barlovento (TB); y c) el Arrecife Frontal que se encuentra dividido en Frontal Interior (FI) y Frontal Exterior (FE) (Figura 2, región XXVII).

a) Rompiente Arrecifal.- Esta subzona se presenta con dos variaciones: la primera es la que normalmente se encuentra en la zona continental costera, formada por una línea más o menos continua poco profunda de corales acroporidos vivos o muertos y dominancia del género *Millepora*. La segunda variación la encontramos en la localidad Hanam, en la cual la rompiente está constituida por una serie de pequeños atolones en miniatura formados por algas coraliformes (Boyd, 1963; Steneck *et al.*, 2003). Esto microatolones no están unidos físicamente, sino que los separa una corta distancia. La fuerza de las olas y la corriente se aminora hacia el sotavento de la rompiente.

b) Transición hacia el Barlovento.- Esta zona está poco desarrollada en toda la parte este de la Isla. Se conforma por laja calcárea intemperizada que en algunas ocasiones presenta grietas y oradaciones a manera de pequeños cráteres en los que se refugian gran cantidad de peces. La cobertura de corales escleractinios es escasa y dominan los corales gorgonáceos.

c) Arrecife Frontal Interior.- Se presenta a manera de macizos y canales bien desarrollados, a una profundidad entre 12 y 27 m. Los macizos presentan una repisa en la parte superior creando un efecto de sombra por debajo de ella. Dominan los corales escleractinios y macroalgas.

d) Arrecife Frontal Exterior.- Esta zona está formada por macizos y canales que se encuentran a una profundidad de entre 27 a 40 m, con un ancho entre 7 a 12 metros y longitud de aproximadamente 50 metros. La comunidad biológica dominante la constituyen los escleractinios y las macroalgas, con abundancia de peces asociados a las estructuras coralinas.

Bajo Cozumel

Finalmente, en el norte de la Isla, en el Bajo Cozumel se presenta una amplia y somera planicie de substrato arenoso, con abundancia de poblaciones de estrella de mar de *Oreaster reticulatus*, pastizales de *Thalassia-Syringodium* y masas de algas flotantes.

Próximos a la orilla se desarrollan grandes cabezos de coral de *Orbicella annularis* que casi llegan a la superficie del agua, los pescadores locales los conocen como "bolones" (Figura 2, región XXVII).

Tabla 2. Patrón de Zonación para los Arrecifes de Isla Cozumel observado por Amigos de Sian Ka'an como resultado del estudio de caracterización realizado en 1996

ZONA	SUBZONA		CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
Pendiente Occidental			
Transición Sotavento	Primera Terraza	1T	Escalón con placas de laja calcárea. Hasta 6 metros de profundidad.
	Segunda Terraza	2T	Arrecifes en parche sobre un arenal de escasa inclinación. Tamaño variable, de unos cuantos metros o hasta 300 m de largo. Profundidad entre 9 m y 15 m
Arrecife Profundo	Tope de los Macizos	TM	Estructuras arrecifales voluminosas sin forma definida que surgen de la base del cantil, de unos 8 m de altura. Profundidad promedio 27 m. Comunidad biológica diversa
	Base del Cantil	BC	Dominan las algas y esponjas, poca cobertura de escleractinios
Pendiente Oriental			
Laguna Arrecifal	Playa		Arena fina o roca, algas y pastos marinos.
	Parches		Pastos marinos, cabezos de coral y gorgonáceos.
Cresta Arrecifal	Arrecife Posterior	Po	Solo se desarrolla frente a Hanam. Corales escleractinios muertos o intemperizados y corales gorgonáceos
	Rompiente Arrecifal	Ro	<i>Hidrocorales pétreos</i> , algas, cabezos de coral y pedacería gruesa. O bien, anillos de algas coraliformes (microatolones)
	Transición Barlovento	TB	Poco desarrollada. Laja calcárea interperizada con grietas y oquedades. Baja cobertura de escleractinios, dominan los gorgonáceos
Arrecife Frontal	Frontal Interior	FI	Macizos y canales más o menos desarrollados, entre 12 m y 27 m de profundidad. Dominan escleractinios y macroalgas
	Frontal Exterior	FE	Macizos y canales desarrollados, entre 27 m y 40 m de profundidad
Bajo Cozumel			
	Bolones	Bo	Grandes cabezos del escleractinio <i>Orbicella annularis</i> sobre una planicie arenosa, con pastos y algas flotantes

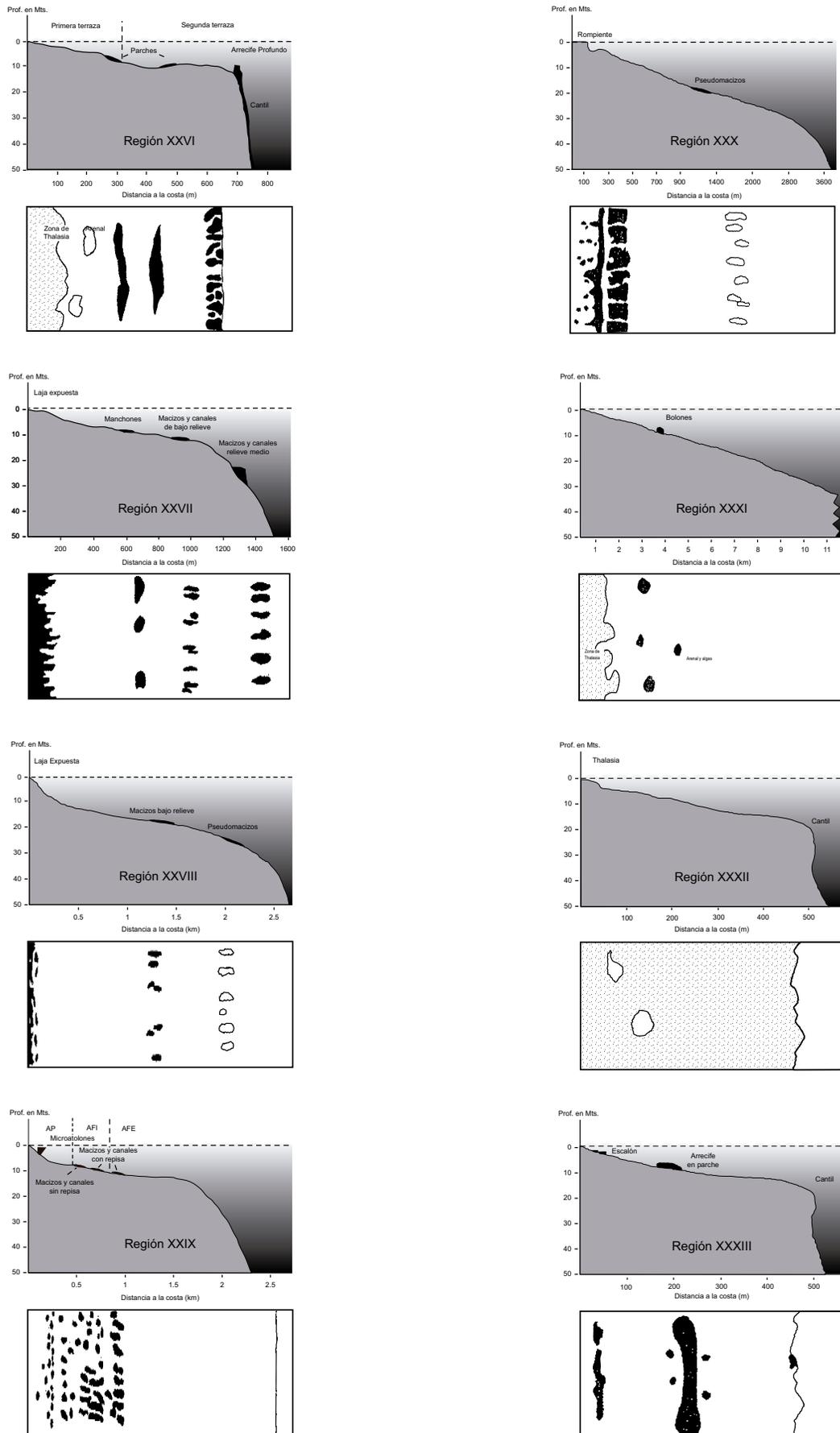


Figura 2. Representación del perfil arrecifal y vista superior de las ocho Regiones Arrecifales (XXVI a XXXIII) determinadas para los Arrecifes de Isla Cozumel por Amigos de Sian Ka'an como resultado del estudio de caracterización realizado en 1996

Descripción de las Regiones Arrecifales

De acuerdo a la morfoestructura y comunidad biológica del área arrecifal se definieron ocho regiones arrecifales identificadas con número romanos del XXVI al XXXIII (Tabla 3, Figura 3). Estas constituyen la continuación del sistema de regionalización que se inició en los arrecifes de la costa del estado de Quintana Roo en los trabajos anteriores del proyecto “Caracterización de Arrecifes de Coral de Quintana Roo” de Amigos de Sian Ka’an (Gutiérrez *et al.*, 1993, 1995, 2005; García *et al.*, 1996).

Los criterios que se siguieron para la definición de las regiones fueron: en primer término, en la pendiente oriental el desarrollo del Arrecife Frontal seguido por el desarrollo de la Cresta Arrecifal. Para el sotavento se definió como la característica principal el desarrollo del arrecife profundo sobre el borde del cantil; seguida en importancia por el desarrollo de parches arrecifales.

En la región del Bajo Cozumel no se aplica ninguna de estas zonas arrecifales, en cambio, se propone la utilización del término vernáculo “Bolones” utilizado por la población de la Isla; siendo estas mismas estructuras las que determinen la zonación.

Tabla 3. Límites de las ocho Regiones Arrecifales determinadas por Amigos de Sian Ka’an para los arrecifes de Isla Cozumel de acuerdo al grado de desarrollo del arrecife.

Región	Limite Norte	Puntos de Referencia
XXVI	20°21'38"N, 87°01'28"W	Santa Rosa, Paso del Cedral, Dalila, La Francesa, Palancar, La Herradura, Cuevas, Ladrillos, Colombia, Punta Sur, Chunchacaab, Maracaibo
XXVII	20°15'29"N, 87°00'07"W	Punta Celarain, El Islote, Playa Bosh, El Mirador, Punta Chiqueros, Playa Chen Rio, Punta Morena
XXVIII	20°23'36"N, 86°49'08"W	Mezcalitos, Ixtapalbarco
XXIX	20°29'05"N, 86°44'56"W	Los Cocos, Hanam
XXX	20°31'44"N, 86°42'55"W	El Castillo, Punta Molas
XXXI	20°36'20"N, 86°44'10"W	Puna Molas, Punta Norte, Isla de la Pasión, Laguna Ciega
XXXII	20°29'12"N, 86°58'10"W	Barracuda, San Juan, San Miguel de Cozumel, Villa Blanca
XXXIII	20°21'38"N, 86°01'28"W	Paraíso, Las Palmas, Chankanaab, Tormentos, Yucab, Punta Piedras, Cardona, San Francisco

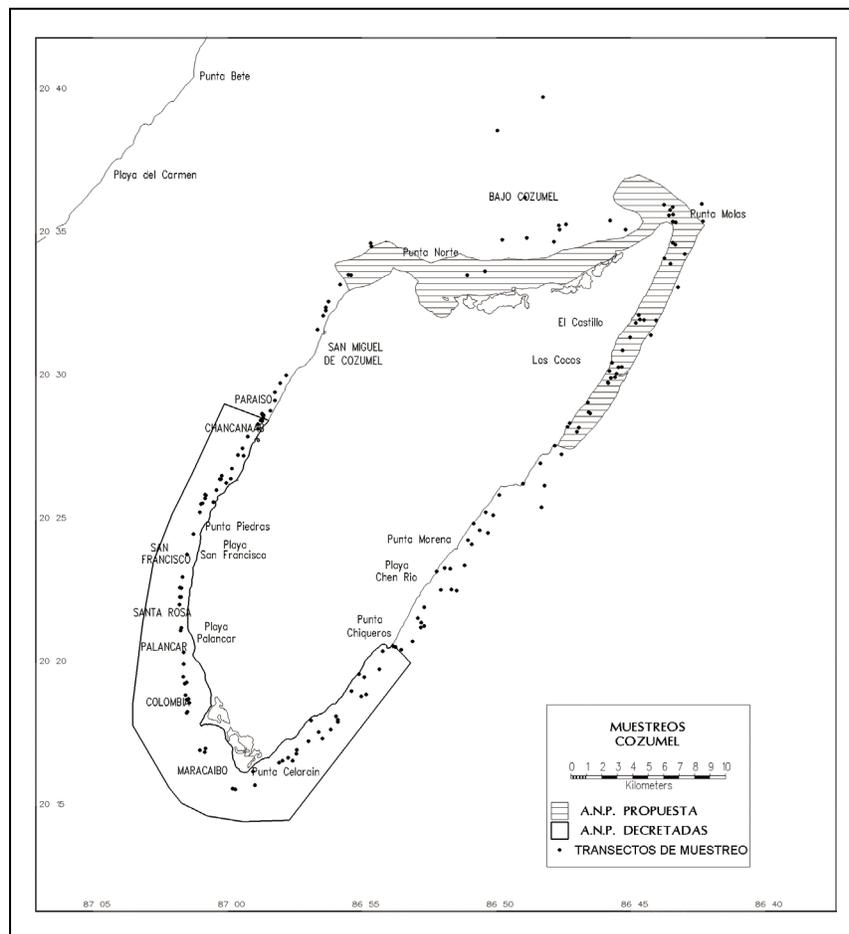


Figura 3. Ubicación de los 168 sitios de muestreo revisados por Amigos de Sian Ka’an en la Isla Cozumel

- Región XXVI

Esta región inicia a partir de la localidad Santa Rosa (20°21'38"N, 87°01'28"W), al oeste de la Isla, y se extiende hacia el sur hasta el arrecife Maracaibo, en la Punta Celarain (20°15'29"N, 87°00'07"W) (Figura 3). Las playas son arenosas y están separadas del cantil arrecifal por un arenal de entre 500 a 1000 m de ancho (Foto 5). A lo largo de la región se presenta una Laguna Arrecifal somera que se extiende desde el límite de la playa hasta 50 o 100 m hacia el mar. En la ensenada que se forma entre la Punta Sur y la Punta Celarain, la Laguna Arrecifal tiene aproximadamente 500 m de amplitud.

Después de la laguna se presenta una plataforma arenosa muy breve, con una caída de pendiente pronunciada a 600 m de distancia de la costa en promedio. Sobre esta plataforma se observan dos terrazas separadas entre sí por un escalón localizado entre 6 y 10 m de profundidad. Este escalón no es evidente en toda la extensión de la plataforma, estando oculto en algunos sitios bajo el arenal. Sobre ambas terrazas, así como en las secciones donde el escalón aflora, se encuentran arrecifes en parche, aislados y a poca profundidad (9 a 15 m).

La primera terraza presenta puntos pequeños de desarrollo coralino con escasa cobertura; sin embargo, las zonas más desarrolladas se encuentran en la segunda terraza, como

en las localidades Colombia bajo, La Francesa, Paso del Cedral, Ladrillos, La Herradura y Dalila, que se constituyen sobre la Transición hacia el Sotavento (TS) a manera de franjas alargadas y estrechas que corren paralelas a la línea de costa (Figura 2, Región XXVI).

En la segunda terraza, en Colombia bajo se registró una cobertura coralina de 59.33% y en La Francesa de 41.52%. Siendo el promedio de la región en la segunda terraza de 31.55%. En estas localidades relativamente someras se observaron algunas colonias de coral afectadas por las actividades de buceo, como marcas de golpes de aletas, sedimento sobre las colonias y fragmentación de algunas especies ramificadas. Esto debido a que los buzos menos experimentados son llevados a esos sitios. Las algas representaron una cobertura promedio de 28.8 +/- 14.28%. Con valores mínimos de hasta 7.66% en la localidad Ladrillos. Estos valores de cobertura de algas y la escasa mortalidad de corales escleractinios sugieren un arrecife en buen estado. Los corales gorgonáceos son en general escasos, la densidad promedio fue de 1.027 +/- 1.4 ind./m² y la moda fue mayor a 0.5 ind./m²; en la localidad Chunchacaab se presentó una densidad promedio mayor con 3.81 ind./m². Para los peces en general se registraron densidades altas en toda la región, aunque la mayor densidad se presentó al tope de la pared coralina en Santa Rosa con 5.022 ind./m² (Tabla 4).

Tabla 4. Cobertura y densidad relativa de cuatro grupos biológicos en la Región XXVI que incluye las principales zonas de buceo en Isla Cozumel.

Zona	Localidad	Escleractinios (%)	Algas(%)	Gorgonáceos (col/m2)	Peces (Ind./m2)
2a Terraza	Colombia bajo	37.95	25.49	0.17	3.92
	La Francesa	41.52	35.41	-----	3.03
	Paso del Cedral	39.50	29.33	0.35	4.63
	Sta. Rosa	9.83	9.33	1.37	2.91
	Palancar Cuevas	40.0	31.5	0.17	2.14
	Ladrillos	32.0	7.66	0.60	5.39
	La Herradura	19.0	11.5	0.27	3.12
	Chunchacaab	23.08	46.74	3.81	0.23
	Dalila	6.5	50.16	0.25	3.96
Tope de macizos coralinos	Colombia	10.33	17.66	0.75	5.09
	Pta. Sur	23.58	18.5	0.02	3.42
	Sta. Rosa	19.33	16.83	0.25	5.02
Base de macizos coralinos	Sur Sta. Rosa	4.16	26.66	0.30	0.32
	Sta. Rosa	4.33	13.66	0.50	8.01
	Paso del Cedral	1.33	29.0	-----	0.21
	Palancar	4.16	19.0	0.92	3.05
	Pta. Sur	2.66	12.5	0.42	0.91

El tope de los macizos coralinos se localiza entre los 12 y 18 m de profundidad. Esta zona es la que presenta mayor cobertura coralina con un promedio de $19 \pm 8.15\%$, en el que dominan las especies *Undaria agaricites* y *Orbicella annularis*. Las algas también tienen una cobertura relativa baja en la zona con $19.05 \pm 7.19\%$ dominando *Lobophora variegata*. Los gorgonáceos son poco abundantes, con una densidad de 0.537 ± 0.234 ind./m², en donde domina el género *Pseudoplexaura*.

En la base de los macizos coralinos, sobre el borde de la plataforma, se asienta un antiguo desarrollo coralino que asciende desde la base del cantil, entre 18 y 27 m de profundidad en promedio, hasta los 12 m en algunos lugares (Figura 2, Región XXVI). Este desarrollo consiste de una serie de estructuras verticales y voluminosas que no presentan una forma definida y que se distribuyen a lo largo del escalón, con algunas separaciones entre sí que funcionan como canales de contracorriente. Fenner (1988) define esta conformación como un sistema de macizos y canales, aunque estos son muy diferentes a los que se encuentran a lo largo de la costa del estado de Quintana Roo. Estas estructuras pueden presentar cuevas y cavernas que atraviesan de un lado a otro de la pared. Las cuevas resultan del crecimiento lateral de dos macizos por arriba de un canal de contracorrientes, que se unen y acrecientan con el tiempo. Hacia el sur de la región, en la localidad Maracaibo, el desarrollo coralino disminuye notablemente, limitándose a una delgada capa de coral sobre el borde del cantil. En la base de estas estructuras se encuentra la pendiente arenosa que forma el cantil que cae hasta profundidades mayores a los 400 metros. Debido a la suavidad del substrato y la elevada profundidad la zona es sumamente pobre en corales escleractinios, los cuales alcanzan apenas un $3.33 \pm 1.16\%$ de cobertura, dominando ampliamente las esponjas y las algas con $18.5 \pm 7.75\%$ y $20.16 \pm 6.67\%$ respectivamente, existiendo además una importante densidad de hidrozoarios urticantes de las especies *Thyrosocyphus ramosus* y *Macrorhynchia robusta*. Este cambio en la comunidad se da como resultado del substrato arenoso y de los afluentes de sedimento que corren por la pendiente del cantil. En general, la cobertura bentónica se encuentra dominada ampliamente por las esponjas y las algas. Los corales escleractinios se muestran con menor importancia en el substrato y en colonias poco masivas.

- Región XXVII

Esta región empieza en la sección oriental de la Punta Celarain ($20^{\circ}15'29''N$, $87^{\circ}00'07''W$) y termina en la Punta Morena ($20^{\circ}23'36''N$, $86^{\circ}49'08''W$) (Figura 3). La línea de costa presenta playas de arena fina y alcantarillados que alcanzan una altura de hasta 7 m. La energía del oleaje en general es alta, por lo que no existe cobertura biológica importante en la zona más somera.

La plataforma es más amplia que en la zona occidental, con un declive mucho menor, el fondo está formado por la laja calcárea, con una ligera capa de arena. Entre 1 y 2 m de profundidad se observa el substrato cubierto por macroalgas del género *Styopodium*; a 6 m de profundidad

inicia la zona de gorgonáceos con dominancia de especies del género *Gorgonia* spp. que se fijan sobre la laja calcárea que aflora en la zona. La cobertura de corales escleractinios es de $8.38 \pm 6.7\%$, de los cuales *Diploria clivosa* y *Porites asteroides* presentan la mayor abundancia. Conforme aumenta la profundidad la comunidad cambia, dando lugar a cabezos coralinos aislados, separados unos de otros por arenales. A 10 m de profundidad se presenta un escalón que llega hasta los 13 m; los sedimentos que fluyen por este escalón son los que originan el canal de arena que separa esta zona de la Transición hacia el Barlovento (Figura 2, Región XXVII).

La Transición hacia el Barlovento inicia a 18 m de profundidad, con manchones coralinos con una altura promedio de 3 m, estando la cima a una profundidad de 15 m. La cobertura bentónica en la zona está dominada por los escleractinios y las macroalgas con un $25.77 \pm 13.77\%$ y $25.22 \pm 7.09\%$ respectivamente, sin existir dominancia en ninguno de los dos grupos por parte de alguna especie. En el caso de los escleractinios, se determinaron como abundantes a tres especies *Undaria agaricites*, *Pseudodiploria strigosa*, *Orbicella annularis*; también se suelen observar escasas colonias de *Acropora palmata* aunque en el muestreo no quedó representada la especie. Después de esta zona se presentó un nuevo canal de arena paralelo a la costa que separa a la Transición Barlovento de un Arrecife Frontal, dividido en una zona exterior y una interior (Figura 2, Región XXVII).

El Arrecife Frontal Interior inicia a 24 o 25 m de profundidad con macizos y canales bien desarrollados que se elevan entre los 3 y 5 m, estando el tope de los macizos entre 18 y 22 m de profundidad. Los macizos presentan una repisa que se inicia en la base y se amplía paulatinamente hasta la cima formando una zona relativamente oscura, en la que dominan algas café y algunas verdes como *Halimeda goreau*, y eventualmente se observan antipatarios como *Ellisella* spp. Además, se presentan algunas cuevas y cavernas en los macizos creados por la unión de dos repisas en la parte superior del macizo. Estas cuevas varían en diámetro entre 40 cm hasta un metro. En la cima y en los costados de los macizos dominan los escleractinios con un $27.16 \pm 38.31\%$ de cobertura y las macroalgas con $29.60 \pm 9.49\%$, con poca dominancia de alguna especie.

El Arrecife Frontal Exterior se desarrolla hacia los 40 m de profundidad (Figura 2, Región XXVII), se encuentra separado del Frontal Interior por un canal de arena observándose macizos y canales bien desarrollados. La cima de los macizos se encuentra en promedio a 35 m de profundidad, con un ancho de unos 8 m. Los canales son muy amplios, por lo que desde la superficie los macizos aparentan ser manchones coralinos profundos. Domina el alga café *Lobophora variegata* y el escleractinio *Orbicella annularis*, la cobertura relativa de ambos grupos es de $40.75 \pm 11.07\%$ para las algas y $37.27 \pm 19.81\%$ para los escleractinios. Después de estos macizos, el arenal se continúa hasta llegar a la caída del cantil, el cual no se exploró por razones logísticas. A diferencia del Frontal Interior no se presentan repisas ni cuevas en los macizos de coral.

- Región XXVIII

La región comprende desde Punta Morena (20°23'36"N, 86°49'08"W) hasta el sur de Hanam (20°29'05"N, 86°44'56"W), incluyendo la localidad de Ixpalbarco. La playa presenta zonas arenosas y acantilados, algunos de ellos alcanzan los 5 m de altura. En algunas playas arenosas la laja calcárea sobresale, en otras, como en Mezcalitos, la playa tiene roca y pedacera de coral grande dispersa sobre la arena (Figura 3).

No existe desarrollo arrecifal en la Transición Barlovento (Figura 2, Región XXVIII), únicamente se presenta una planicie arenosa con algunas algas dispersas. En la zona cercana a la playa, la laja calcárea se presenta como una larga faja que recorre de punta a punta el lado oriental de la isla. Esta laja presenta amplios huecos causados por la erosión. En los bordes de dichos huecos se fijan algunas colonias pequeñas de escleractinios de diversas especies sin llegar a conformar una cobertura importante. En la parte superior de la laja se presentan algunos manchones en los cuales la cobertura coralina promedio es de 20.38 +/- 14.9%, con dominancia de *Pseudodiploria strigosa* y *Undaria agaricites*. El grupo biológico dominante lo constituyen las macroalgas con 27.94 +/- 11.63% de cobertura promedio, sin que ninguna especie domine sobre las demás.

A lo largo de toda esta región se puede observar el canal paralelo de arena y laja que corre desde Punta Chiqueros en la región anterior y llega hasta Punta Molas al norte de la isla. Este canal es somero 6 a 8 m, y evidencia la existencia de un escalón producto de una antigua línea de costa (Figura 2, Región XXVIII).

Hacia el norte de Punta Morena, el desarrollo coralino presenta inconsistencias. En la mayor parte de la zona profunda se observan desde la superficie estructuras que asemejan ser macizos coralinos, sin embargo, durante los muestreos subacuáticos se constató que son pseudomacizos de no más de medio metro de altura, cubiertos únicamente por una densa capa de macroalgas y esponjas tubulares con escasas y pequeñas colonias de escleractinios (Foto 16). Sin embargo, existe desarrollo de pequeños sistemas de macizos y canales en algunos lugares como frente a Punta Morena y la punta de Rancho Ixpalbarco, constituyendo un Arrecife Frontal.

En el Arrecife Frontal Interior de estos lugares los macizos se desarrollan sobre un escalón a los 18m de profundidad, sin embargo, no se encuentra desarrollo coralino a mayor profundidad. Los macizos en ambas localidades son iguales a los de la región anterior, se inician a 18 m de profundidad, con una altura de entre 4 a 5 m, formando una repisa y algunas cuevas que en algunos casos perforan el macizo de un lado a otro. La cobertura promedio de escleractinios es de 22.5 +/- 16.29% de tejido vivo, siendo abundantes las especies *Undaria agaricites*, *Siderastrea siderea*, *Orbicella Annularis* y *Montastraea cavernosa*. Las macroalgas dominan la zona con un 33.05 +/- 12.79% de cobertura, siendo *Dictyota divaricata* y *Wrangelia argus* las especies más abundantes. En otros lugares, en lugar de macizos y canales, se

presentan agregados de lozas de laja de dimensiones variables, pero fácilmente mesurables, estas lozas sobresalen del substrato aproximadamente un metro formando una franja que corre paralela a la costa a la misma profundidad a la que encontramos los macizos y canales. En algunas de estas lajas se encontraron impresiones de escleractinios, por lo que se cree que alguna vez estuvieron cubiertos por coral.

El Arrecife Frontal Exterior se encuentra poco después del Frontal Interior. No se puede hablar de un canal de arena paralelo a la costa que separe a ambos sistemas de macizos puesto que estos no son abundantes y están muy separados entre sí. Los macizos no presentan una repisa, la altura es de aproximadamente dos a tres metros y su longitud no va más allá de los 30 m. El substrato está dominado por las algas, con un 34.21 +/- 11.62% en promedio, aunque se localizan sitios con coberturas de hasta 51%. Los corales escleractinios registraron tan solo un 12.75 +/- 7.97% de cobertura dominando *Undaria agaricites* y siendo abundantes *Siderastrea siderea* y *Porites asteroides*.

Los gorgonáceos presentaron una disminución evidente en cuanto a su densidad conforme aumentaba la profundidad; la misma tendencia se observa en cuanto al número de especies, aunque en menor magnitud. La densidad de peces, por el contrario, aumenta conforme se avanza a las zonas más profundas, mientras que la riqueza específica se mantiene más o menos constante.

- Región XXIX

Esta región tiene poca extensión, abarca exclusivamente la zona de Hanam, entre la localidad "Los Cocos" (20°29'05"N, 86°44'56"W) y "El Castillo" (20°31'44"N, 86°42'55"W) (Figura 3). La playa arenosa está protegida por una rompiente arrecifal constituida no por una línea de coral, sino por una serie de atolones en miniatura construidos por algas coralinas (Boyd, 1963; Steneck *et al.*, 2003) que se distribuyen muy unidos entre sí a una distancia aproximada de 150 m de la orilla y que son conocidos por algunos como "microatolones". Debido a esto se forma un pequeño arrecife posterior con abundancia de gorgonáceos del género *Gorgonia*.

La Laguna Arrecifal no está desarrollada, ya que el substrato en la zona de sotavento de los microatolones es arenoso, con algunas afloraciones de roca calcárea, sobre todo en los límites de la playa. En el Arrecife Posterior, los escleractinios cubren el 17.88 +/- 14.79% del substrato, en el cual *Porites asteroides* es la especie dominante (Figura 2, Región XXIX).

En la Rompiente Arrecifal hay alrededor de cincuenta microatolones de altura y diámetro variable, con 2 a 3 m de altura y 2 a 6 m de diámetro. Son grupos de algas coralinas que al no poder crecer por afuera del agua presentaron un proceso de acreción hacia los lados, originando así su forma circular y la cima casi plana. En los costados dominan las algas carnosas, aunque se observan algunas colonias de *Pseudodiploria strigosa* y escasas esponjas incrustantes. En la superficie, se crea una pequeña laguna de no más de 10 cm de profundidad, la cual, está completamente

cubierta por algas verdes y cafés de las especies *Asparagopsis* sp., *Turbinaria turbinata* y *Laurencia poiteaui*. La profundidad a la que nacen los microatolones provoca que no se desarrolle una rompiente típica conformada por una “barrera” coralina continúa sobre la cual rompen las olas, sino que éstas rompen a 2 o 3 m del fondo, es decir, sobre los microatolones.

La zona Transición al Barlovento se desarrolla casi inmediatamente después de los microatolones, con una profundidad de 3 a 5 m. La laja calcárea aflora de la arena a manera de una plancha de tan solo unos cuantos centímetros de altura. Sobre la laja calcárea se desarrollan cabezos de *Pseudodiploria clivosa*, *P. strigosa* y *Siderastrea siderea* que junto con las restantes especies cubren el 12.75 +/- 1.41% del sustrato. Eventualmente se interrumpe el desarrollo coralino dando lugar a claros en los que se presenta pedacería de mediano tamaño. En la parte norte de Hanam, la Transición Barlovento se desarrolla a manera de parches de coral pequeños y dispersos sobre el fondo. En toda la región abundan los gorgonáceos, con densidades de 3.14 +/- 2.97 col./m², haciendo de esta zona y del arrecife frontal algo único para el lado oriental de la isla. Sin embargo, los peces no son muy abundantes, tal vez debido a las actividades pesqueras, aunque a pesar de ello, en esta zona es frecuente encontrar tiburones gata (*Gynglimostoma cirratum*) y cazón de aleta prieta.

No hay una separación evidente entre la Transición Barlovento y el Arrecife Frontal, hay un canal de arena tenue que va paralelo a la costa. El Arrecife Frontal se identifica fácilmente por la altura de los macizos coralinos, que alcanzan los 3 m de alto y tienen gran cobertura coralina. En el Arrecife Frontal Interior los macizos tienen aproximadamente 30 m de longitud y están muy juntos entre sí, con repisas laterales y en los extremos, y cavernas como en las regiones anteriores. La cobertura coralina es mayor en relación a la Transición Barlovento con un valor promedio de 22.26 +/- 14.6%, presentándose colonias muy desarrolladas de *Acropora palmata*, *Pseudodiploria clivosa* y *P. strigosa*, además del hidrocoral *Millepora complanata*. Existen además enormes y espectaculares colonias de *Orbicella annularis*, de hasta 4 m de altura por 5 m o 6 m de diámetro, que dejan una repisa bajo ellos por la que fácilmente pasa un buzo en posición horizontal. La cobertura de algas en la zona fue de 19.77 +/- 4.34 %, siendo esto comparativamente mucho menor que lo observado en otras regiones arrecifales; no hay dominancia de ninguna especie, pero sí abundancia de *Halimeda opuntia* y *Dyctyota cervicornis*. Los gorgonáceos fueron muy abundantes, con una densidad de 4.495 +/- 3.54 ind./m² en la cual dominan *Eunicea mammosa* y *Gorgia flavellum*.

El Arrecife Frontal Exterior inicia a los 12 m y se extiende hasta los 15 m de profundidad, con macizos cortos y poco altos, pero con gran cobertura coralina, con enormes cabezos vivos de constructores arrecifales que dan a la zona espectacular belleza. Aquí se registró la mayor cobertura coralina de todo el lado oriental de Isla Cozumel,

con 34.66 +/- 14.73%. Entre los escleractinios, las especies abundantes fueron *Undaria agaricites* y *Montastraea cavernosa*. Las algas tuvieron un 24.09 +/- 7.17% de cobertura, en donde todas las especies presentaron valores más o menos similares, sin existir alguna que sea dominante sobre las demás en cuanto a su abundancia. Los gorgonáceos tienen un mayor número de especies y densidad en esta zona que en el Frontal Interior. En cuanto a los peces, la densidad y riqueza específica aumentan del Arrecife Posterior hacia el Arrecife Frontal, tal vez como resultado de la mayor heterogeneidad ambiental en las zonas más profundas.

- Región XXX

Esta región comprende desde la localidad “El Castillo” (20°31'44"N, 86°42'55"W) hasta la rompiente de Punta Molas (20°36'20"N, 86°44'10"W) (Figura 3). Aquí casi la totalidad de la línea de costa es rocosa, con un acantilado de no más de un metro de altura.

La Rompiente Arrecifal de Punta Molas es una barrera de aproximadamente 500 m de longitud, que sigue la dirección de la punta hacia el noroeste, asentándose sobre lo que alguna vez debió estar emergido como parte de la isla. La mayor parte del tejido está muerto, encontrándose solo exoesqueletos de escleractinios ya intemperizados y cubiertos por macroalgas cafés como *Styopodium zonale*, *Dictyota* y *Turbinaria*. La cobertura de escleractinios es de 2.33% debido a las condiciones extremas de oleaje, donde solo se registró la especie *Millepora alcicornis* aunque también hay presencia de *M. complanata* (Figura 2, Región XXX).

El Arrecife Posterior no está delimitado por la playa, más bien por el arenal del Bajo Cozumel, aquí la energía de las olas es mucho más reducida, se forman parches de coral en los cuales la composición del sustrato es muy similar a la rompiente, con un basamento de exoesqueletos de *Orbicella annularis* y *Undaria* sp., sobre el cual dominan las algas y los gorgonáceos, presentándose algunas colonias de escleractinios como *Porites asteroides* y *Orbicella annularis* con una cobertura estimada en 15.6 +/- 9.47%. La profundidad máxima es de 3 m, de donde surgen las estructuras coralinas que en algunos casos llegan casi hasta la superficie. En la zona es posible encontrar agregados de langostas que buscan refugio entre la gran cantidad de recovecos que hay.

El único desarrollo en las zonas más profundas consiste de pseudomacizos cubiertos de algas y que no se elevan más de unos cuantos centímetros sobre el sustrato.

Se realizaron algunos transectos en la zona únicamente como reconocimiento, en donde la cobertura de escleractinios en lo que se definió como Arrecife Frontal Interior y Exterior es de 7.11 +/- 3.81% y 3.7 +/- 3.87% respectivamente. La cobertura de macroalgas en ambas zonas es de 17.62 +/- 4.51% y 27.68 +/- 9.89%. El resto del sustrato presenta esponjas, arena y laja calcárea. El grupo de los peces está más o menos bien representado con diversas especies de peces herbívoros y territoriales, todos ellos de talla pequeña y mediana.

Al parecer existe desarrollo coralino más allá de los 60 m de profundidad ya que la ecosonda de pantalla registró estructuras continuas en las que aumentaba y disminuía la profundidad bruscamente; sin embargo, esta zona no fue explorada debido a las dificultades logísticas que representa sumergirse a esa profundidad, las suposiciones se ven reforzadas con las pláticas con pescadores de la región.

- Región XXXI

Esta región comprende desde el faro de Punta Molas (20°36'20"N, 86°44'10"W) hasta la Punta Norte al oeste de la Isla (20°36'00"N, 89°52'00"W) (Figura 3).

Sobre la línea de costa se ubica una amplia zona de humedales, por lo que las playas son escasas y estrechas, domina la vegetación de duna costera y el manglar de borde. Además existe una amplia zona de humedales conocida como Isla de la Pasión y Laguna Ciega que también se encuentran rodeados de vegetación de manglar.

La zona es reportada por la Secretaría de Marina Nacional como Bajo Cozumel (S.M.N., 1984), el cual constituye una amplia planicie arenosa que se extiende por varios kilómetros hacia el noroeste. El bajo presenta un desnivel muy ligero, siendo la profundidad promedio de 12 m, de acuerdo con los portulanos de la Secretaría de Marina, este bajo se extiende al menos hasta los 20°44' de latitud norte (Figura 2, Región XXXI).

En las zonas someras cercanas a la costa encontramos pastos marinos de *Thalassia testudinum* con *Siryngodium filiforme* en una franja de entre 500 m y 1000 m aproximadamente, con abundancia de estrellas de mar de *Oreaster reticulatus*. Después de esta zona, se presenta un canal de arena que corre paralelo a la costa y que funciona como canal de navegación, siendo una separación física entre la última zona y un arenal con dominancia de algas.

Los únicos puntos de desarrollo coralino se presentan sobre el substrato algal localizado después del canal de arena; se encuentran dispersos a lo largo del bajo a manera de grandes cabezos de coral conocidos en la zona como "bolones", es decir, cabezos de apariencia más o menos redondeada que se levantan desde los 9 m de profundidad y llegan a 2 o 3 m de la superficie del agua. Son escasos pero fácilmente observables desde una embarcación; en su mayoría presentan una importante cobertura de corales masivos constructores (15.18 +/- 10.74%) (Fig. 22) de especies como *Orbicella annularis*; las esponjas y algas constituyen una parte importante del substrato con coberturas de 11.28 +/- 7.99% y 19.8 +/- 7.03% respectivamente, siendo este último grupo el dominante en la región. Los gorgonáceos presentan una densidad promedio de 0.772 +/- 0.82 ind./m², dominando *Pseudoplexaura porosa*.

Bajo los bolones se forman resquicios estrechos donde es común encontrar grupos de langostas refugiándose. La escasez de refugios en el arenal da como resultado que las langostas, así como los peces y otros organismos

se congreguen en sitios, de tal manera que funcionan igual que pesqueros o casitas cubanas para captura de langosta. Los peces presentan una densidad de 0.796 +/- 0.408 ind./m², con una riqueza específica de 60 especies, en donde abundan *Thalassoma bifasciatum* y *Haemulon flavolineatum*.

- Región XXXII

La región inicia en la localidad Villa Blanca (20°29'12"N, 86°58'10"W), y se extiende hacia el norte siguiendo el borde del cantil hasta una coordenada no bien definida, ya que el cantil se continúa con dirección norte sin seguir ya el contorno de la isla, si no que delimita el bajo Cozumel. (Figura 3).

En el centro de la región, frente al pueblo de San Miguel de Cozumel, no hay desarrollo arrecifal. Un amplio arenal separa la línea de costa del cantil, en el cual el desarrollo es similar a lo descrito para el cantil de la Región XXVI. En las cercanías de la playa se presentan algunos pastizales de *Thalassia testudinum*.

La playa es rocosa con pequeños acantilados, normalmente no mayores de un metro de altura, sin embargo, en algunos sitios alcanzan poco más de los 2 m como sucede en el Puerto de Abrigo. Estos acantilados se continúan entre uno a dos metros bajo el agua, aquí se pueden encontrar colonias de escleractinios como *Acropora palmata*, *Porites porites*, *P. divaricata*, *P. asteroides*, *Siderastrea radians*, *Undaria agaricites*, *U. humillis*, *U. tenuifolia*, *Pseudodiploria strigosa*, *Favia fragum* y *Millepora complanata* que crecen incrustantes o sobre la roca (Figura 2, Región XXXII).

Hacia el norte de la región, la corriente es especialmente fuerte en dirección sur-norte, teniendo normalmente una velocidad de 3 nudos, esta corriente está determinada por el drenaje del agua al salir del canal de Cozumel. Debido a la fuerza de la corriente, en general no se encuentra desarrollo coralino antes del cantil, casi todo está cubierto por arena o bien pastos marinos en las cercanías de la playa. Los escalones que separan las terrazas no son evidentes, por lo que la plataforma presenta una ligera pendiente hasta llegar al cantil.

En general la cobertura de algas, así como la densidad de gorgonáceos y peces disminuye de la zona más somera hacia el cantil; lo mismo sucede con la riqueza específica. En sitios como *Barracuda* la cobertura de escleractinios aumenta hacia el cantil; en el resto de la región no se trabajó intensivamente debido a la fuerte velocidad.

En esta región se encuentra la localidad de "San Juan", el cual no constituye una estructura arrecifal propiamente dicha, aunque los habitantes de la zona así lo llaman por ser un atractivo para el buceo. Esta zona no es muy extensa, se limita a tan solo una sección para el buceo de aproximadamente un kilómetro. Consiste de una gruesa planicie algal de entre 20 y 30 cm de espesor en la que dominan *Halimeda opuntia*, *Amphiroa tribulus* y *Dictyota* spp. Sobre esta cama de algas se encuentran eventuales parches de *Porites porites*

muy buen desarrollados, que alcanzan diámetros de varios metros. Además, existen esponjas masivas como *Xetospongia muta* dispersas sobre la capa de algas y que presentan una evidente adaptación a la fuerza de la corriente en la forma de crecimiento, ya que todas ellas están inclinadas de manera que el ósculo está orientado hacia el norte. Bajo la gruesa capa de algas se encuentra una variada y rica flora y fauna, con gran cantidad de pequeñas algas e invertebrados del tipo de gusanos anélidos, equinodermos y moluscos.

Sobre el cantil a 24 m de profundidad existe escaso desarrollo coralino, sin embargo, las esponjas dominan el paisaje, las hay de todos los tipos: tubulares, masivas e incrustantes alcanzando coberturas importantes y estructuras intrincadas donde la composición ictiológica también es importante, incluyendo especies pelágicas que acuden a la zona en busca de alimento, como lo son la *barracuda*, el tiburón y la tortuga. Hacia zonas más profundas la comunidad va disminuyendo en cobertura debido a la escasez de luz. En el arrecife *Barracuda*, hay una importante cobertura de escleractinios (31.66%), todos en forma de pequeñas colonias aisladas, principalmente de *Undaria agaricites*.

- Región XXXIII

Esta región comprende desde Santa Rosa en la zona occidental de la isla (20°21'38"N, 86°01'28"W) siguiendo el borde de la plataforma hacia el norte hasta la localidad Villa Blanca (20°29'12"N, 86°58'10"W). La región comprende una sección del Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, incluyendo los arrecifes de Paraíso, Chancanaab, Las Palmas, Tormentos y Yucab (Figura 3), los cuales reciben un uso más o menos intensivo para el buceo deportivo (Tabla 5).

En general, la costa presenta pequeños acantilados sobre los que se han asentado hoteles y muelles internacionales; las playas son rocosas, aunque muchas de ellas se han rellenado artificialmente con arena para dar un atractivo más al turismo. Los acantilados rocosos generalmente no rebasan 1 m de altura sobre el nivel del mar, aunque en algunos sitios alcanza los 2 m. Los acantilados se continúan bajo el agua hasta una profundidad de un metro en promedio. Sobre este pequeño acantilado se establecen pequeñas colonias de escleractinios, como *Orbicella annularis*, *Porites asteroides*, *Acropora palmata* y *Millepora complanata*.

Entre el Hotel la Ceiba y Punta Piedras al sur de la región, se localizan manchones o parches coralinos que se desarrollan en dos terrazas; la primera entre los 3 m y 5 m de profundidad justo sobre el escalón que la separa de la segunda terraza, la cual tiene una profundidad inicial de 9 m y cae en pendiente ligera hasta los 20 m (Figura 2, Región XXXIII).

En general, el relieve en las estructuras coralinas de la primera terraza no es muy alto, difícilmente alcanza los dos metros de altura. En la localidad conocida como "El Avión", frente al hotel "La Ceiba" abundan las colonias de coral aisladas de *Orbicella annularis*, *Montastraea cavernosa*, *Porites asteroides* y *Undaria tenuifolia*; aunque la mayoría del tejido está muerto, roto o cubierto de algas cianofíceas; la cobertura de coral en este sitio fue de 12.83%, aunque en la totalidad de la región es de 24.58 +/- 14.24%. La comunidad dominante la constituye las macroalgas, las cuales cubren la mayor parte del sustrato, encontrando una cobertura de 28.55 +/- 18.87% con abundancia del alga roja *Laurencia poiteaui*. La cobertura de la macroalga *Halimeda tuna* es excepcionalmente alta, siendo la especie dominante para este sitio. Los peces son abundantes y se acercan a los buzos en cuanto estos entran al agua; posiblemente porque los guías de buceo dan de comer a los peces durante sus visitas al lugar.

En "El Avión" la segunda terraza se presenta a los 6 m de profundidad y desciende a 7 m. Al borde de la terraza el sedimento está formado en su totalidad por restos calcificados de *H. tuna*; la capa alcanza los 5 cm de espesor como resultado de la abundancia de esta especie en la primera terraza. Al igual que en la zona somera abundan las esponjas con una cobertura de 20.1 +/- 11.35%; la cobertura de escleractinios es de 23.38 +/- 15.93%, con abundancia de *Montastraea cavernosa* y *Undaria tenuifolia*. Los gorgonáceos tienen una densidad de 0.803 +/- 0.46 ind/m² entre los que domina *Pseudoplexaura porosa*. El arrecife Paraíso al sur de "El Avión", se desarrolla sobre la segunda terraza, se constituye de una serie de manchones alargados a manera de cordilleras de bajo relieve (2 a 3 m de altura); el mayor de ellos tiene unos 300 m de longitud aproximadamente. La cobertura del sustrato está dominada por las esponjas, con valores que varían entre 9.5 y 41.16%. En los cuatro muestreos que se hicieron en este arrecife, la cobertura de escleractinios varía entre 24% a 49%, siendo el promedio de 32.78%. En general, en los arrecifes de parche de esta región se observó una alta cobertura de coral, alcanzando 50.83% en Chancanaab y 47% en Las Palmas.

El cantil se localiza entre los 15 y 20 m de profundidad; tiene una pendiente suave con un desarrollo arrecifal incipiente; abundan las esponjas principalmente del género *Agelas* y las de crecimiento masivo. Entre las macroalgas abundan las verdes y cafés como *Halimeda goreau* y *Lobophora variegata* respectivamente. Un rasgo común en el cantil de la zona oeste de la Isla Cozumel es la abundancia de hidrozoarios urticantes de las especies *Thyrosocyphus ramosus* y *Macrorhynchia robusta*.

Tabla 5. Cobertura y densidad relativa de cuatro grupos biológicos en la Región XXVI que incluye las principales zonas de buceo en Isla Cozumel

Zona	Localidad	Escleractinios (%)	Algas (%)	Gorgonáceos (Ind./m-2)	Peces (Ind./m-2)
1er. Terraza	Villa Blanca	44.58	17.41	1.70	0.56
	Paraiso	17.99	39.62	1.19	1.08
	El Avión	12.83	7.77	0.67	0.13
	Chancanaab	29.50	-----	-----	0.50
2a. Terraza	San Francisco	5.16	6.50	0.95	9.97
	Cardona	2.50	2.66	1.27	4.41
	El Avión	13.50	11.44	0.57	0.35
	Paraiso	26.23	21.16	0.88	2.08
	Tormentos	21.66	30.16	1.30	2.01
	Chancanaab	50.83	21.66	0.30	5.72
	Bolones	21.66	7.00	0.20	2.12
	Las Palmas	47.00	31.00	0.37	1.07
Cantil	Fiesta Americana	2.16	11.44	1.00	0.17
	Paraiso	23.50	15.83	0.90	1.61
	Villa Blanca	8.33	36.00	0.20	0.51

Descripción de los Grupos Biológicos

Con los registros obtenidos de la campaña de caracterización arrecifal de Isla Cozumel se estimó la riqueza de especies, abundancia y diversidad de macroalgas, corales escleractinios y gorgonáceos, y peces.

El inventario total para Isla Cozumel resultó en 327 especies arrecifales. De estas, 97 son macroalgas, 47 corales escleractinios, 2 hidrocorales, 32 corales gorgonáceos, 147 peces arrecifales y 2 antipatarios observados fuera de los transectos de muestreo.

MACROALGAS

Las algas forman parte importante de las comunidades arrecifales, funcionando como productores primarios, productores de sedimentos, bioerosionadores, compactadores de sustrato, y algunas incluso son causantes de enfermedades como la banda negra que afecta a los corales duros (Gutiérrez, *et al.* 1993). La competencia en el ecosistema arrecifal es intensa, y son precisamente las algas los competidores más eficaces, ocupando rápidamente los espacios dejados por otros organismos al morir. Una alta cobertura algal conlleva a una baja cobertura coralina, y señala un desequilibrio en el ecosistema causado por algún factor externo, como lo pueden ser la alta cantidad de nutrientes disueltos o en el fondo.

Las algas son muy susceptibles a los impactos naturales como tormentas y huracanes, además de que la cobertura y composición específica son variables a través de las diferentes épocas del año. Los presentes resultados corresponden a los muestreos realizados en la época de junio a agosto, y pueden variar para otras épocas del año o después del paso de algún fenómeno meteorológico importante. Para este trabajo sólo se consideraron las macroalgas, ya que son las que ocupan una mayor parte del sustrato, además que su identificación en campos es más sencilla.

En las regiones arrecifales descritas para la Isla Cozumel se identificaron un total de 97 especies de macroalgas pertenecientes a 4 divisiones taxonómicas, incluyendo un agregado compacto de varias especies de algas verde-azules o cianofitas de pequeño tamaño que ocupan un espacio considerable en el sustrato (Anexo 1a).

La riqueza de especies de macroalgas por zona arrecifal en cada región tuvo valores entre 10 y 56 especies. El menor número de especies se registró en la rompiente arrecifal de la región XXX, con 10 especies, y el Arenal de la región XXVI y zona somera de la región XXXI donde se registraron 13 especies en ambos sitios. El mayor número de especies fue registrado en el Arrecife Frontal Interior de la región XXVII con 56 especies, seguido de la Segunda Terraza en la región XXXII con 52 especies y en la región XXVI con 50 especies (Tabla 6).

La cobertura de macroalgas por zona arrecifal en cada región tuvo valores entre 12.86% y 40.75%. Los valores más bajos de cobertura se registraron en el borde del Cantil de la región XXXII (12.86%), en la Rompiente Arrecifal de la región XXX (16.88%) y en el Arrecife Frontal Interior de las regiones XXX (17.62%) y XXVI (19.05%). Porcentajes de cobertura de algas más altos fueron para el Arrecife Frontal Exterior de las regiones XXVII (40.75%) y XXVIII (34.21%) (Tabla 6).

Respecto a la abundancia de macroalgas por región, en la Segunda Terraza de la región XXVI *Lobophora variegata* ocupa una parte importante del sustrato en esta zona. En el Arenal dominó *Dictyota divaricata* sobre las demás especies, aunque debemos considerar que únicamente se realizó un muestreo en esta zona. En el tope de los macizos dominó *L. variegata* en su forma plegada. Hacia el cantil fueron más abundantes las algas verdes con estolón como *Caulerpa racemosa*, y aquellas que son comunes a altas profundidades como *Halimeda goreau* y *Halimeda tuna*.

En la zona somera de la región XXVII se encontró como dominante a *Derbesia Turbinaria* con abundancia de *Padina gimnospora* y *Turbinaria turbinata*, todas ellas especies adaptadas a los fondos duros. En la Transición Barlovento el género *Dictyota* es el más abundante, mientras que en la zona frontal *L. variegata* es la especie dominante. En el Frontal Interior comparte abundancia con el género *Dictyota*. Para la región XXVIII, en la Transición Barlovento la abundancia es repartida más o menos equitativamente entre las 39 especies identificadas. En el Frontal Interior son abundantes *Halimeda tuna*, *Dictyota divaricata* y *Wrangelia argus*,

mientras que en el Frontal Exterior *Rhipocephalus phoenix* se registró como abundante, aun siendo una especie de crecimiento erecto y que normalmente crece aislada de otros individuos de la misma especie. En el Arrecife Posterior de la región XXIX las especies *H. goreau*, *D. cervicornis* y *Dictyota* sp son abundantes, mientras que en la Transición al Barlovento abundan especies de algas café adaptadas a substratos duros como la laja calcárea que allí subyace como *Padina jamaicensis*, *Turbinaria turbinaria* y el alga verde *Cladophora* sp. En el Arrecife Frontal, no hay dominancia de alguna especie, particularmente en el Frontal Exterior debido a que las especies de macroalgas presentaron una abundancia más o menos equitativa y la cobertura total en general fue baja. En la región XXX dominaron *Dictyota divaricata* en el Arrecife Posterior, *Derbesia* sp y *Turbinaria turbinata* en la Rompiente; en la Transición Barlovento ninguna especie dominó, sin embargo, fue abundante *T. turbinata*, en la zona más profunda, fueron abundantes *Caulerpa verticillata*, *Codium repens* y *Halimeda tuna* en el Frontal Interior; mientras que en el Frontal Exterior dominó *Caulerpa verticillata*.

Sobre los bolones de la región XXXI no hubo especies dominantes ni abundantes, la cobertura algal en la zona fue la más baja registrada en toda la isla. En las zonas más someras de la región se pudo estimar dominancia de *Turbinaria turbinata* y *Dictyopteris deliculata*. En la región XXXII se observó *Halimeda opuntia* como la especie dominante en la Segunda Terraza, con abundancia de *Dictyota* sp; mientras que en el cantil se registran como abundantes a cinco especies: *Derbesia* sp, *Halimeda goreau*, *Dictyota divaricata*, *Dictyota* sp y *Lobophora variegata*. En la Primera y Segunda terrazas de la región XXXIII, las especies están homogéneamente distribuidas, sin que ninguna sea abundante o dominante sobre las demás; en el cantil, no hubo especies dominantes; pero fueron abundantes *Halimeda opuntia* y *Halimeda goreau*.

Tabla 6. Parámetros de la comunidad de macroalgas en Isla Cozumel. Se presentan los valores estimados de riqueza de especies, porcentaje de cobertura y diversidad (Shanon-Wiener) por zona y región arrecifal

REGION	ZONA ARRECIFAL	No. ESPECIES	COBERTURA %	DIVERSIDAD
XXVI	Segunda Terraza	50	28.81	3.279
	Arenal	13		
	Tope de los macizos	18	19.05	2.876
	Base del Cantil	30	20.16	2.752
XXVII	somero	22		
	Transición Barlovento	47	25.22	3.165
	Frontal Interior	56	29.6	3.236
	Frontal Exterior	40	40.75	2.882
XXVIII	Transición Barlovento	39	27.94	3.033
	Frontal Interior	29	33.05	2.688
	Frontal Exterior	34	34.21	3.152
XXIX	Arrecife Posterior	27	20.11	2.857
	Transición Barlovento	19	24.76	2.464
	Frontal Interior	29	19.77	2.688
	Frontal Exterior	36	24.04	2.667
XXX	Arrecife Posterior	31	24.02	2.79
	Rompiente Arrecifal	10	16.88	
	Transición Barlovento	28	25.13	2.757
	Frontal Interior	23	17.62	2.539
XXXI	Frontal Exterior	36	27.68	3.09
	somero	12		
XXXII	Transición Barlovento	45	19.8	3.205
	Segunda Terraza	32	32.17	2.73
XXXIII	Base del Cantil	20	12.86	2.375
	Primera Terraza	45	28.55	3.23
	Segunda Terraza	52	18.88	3.267
	Base del Cantil	30	18.68	3.006

CORALES ESCLERACTINIOS E HIDROCORALES

Con la caracterización arrecifal de Isla Cozumel se registraron un total de 47 especies de corales escleractinios de la Clase Anthozoa, pertenecientes a 25 géneros y 10 familias; más 2 especies de *hidrocorales pétreos* de la Clase Hydrozoa (Anexo 1b).

Tabla 7. Parámetros de la comunidad de corales escleractineos e hidrocorales en Isla Cozumel. Se presentan los valores estimados de riqueza de especies, porcentaje de cobertura y diversidad (Shanon-Wiener) por zona y región arrecifal

REGION	ZONA ARRECIFAL	No. ESPECIES	COBERTURA %	DIVERSIDAD
XXVI	Segunda Terraza	32	31.55	2.727
	Arenal	5		
	Tope de los macizos	13	19	2.248
	Base del Cantil	21	3.33	2.352
XXVII	somero	10		
	Transición Barlovento	30	25.77	2.584
	Frontal Interior	31	27.16	2.615
	Frontal Exterior	30	37.27	2.078
XXVIII	Transición Barlovento	18	20.38	2.317
	Frontal Interior	21	22.5	2.408
	Frontal Exterior	16	12.75	2.384
XXIX	Arrecife Posterior	15	17.88	2.007
	Transición Barlovento	15	12.75	1.96
	Frontal Interior	18	22.26	2.327
	Frontal Exterior	25	34.66	2.712
XXX	Arrecife Posterior	15	15.6	2.111
	Rompiente Arrecifal	1	2.33	
	Transición Barlovento	18	24.23	2.302
	Frontal Interior	10	7.11	1.761
XXXI	Frontal Exterior	12	3.7	2.06
	somero	2		
XXXII	Transición Barlovento	19	15.18	1.757
	Segunda Terraza	14	8.14	1.891
XXXIII	Base del Cantil	15	16.16	2.197
	Primera Terraza	26	24.58	2.603
XXXIII	Segunda Terraza	30	23.38	2.92
	Base del Cantil	19	13.66	2.41

La riqueza de especies de corales escleractineos e hidrocorales por zona arrecifal en cada región tuvo valores entre 1 y 33 especies. El menor número de especies se registró en la Rompiente Arrecifal de la región XXX con 1 especie de hidrocoral, la zona somera de la región XXXI con 2 especies y junto al arenal de la región XXVI con 5 especies. El mayor número de especies fue registrado en la Segunda Terraza de la región XXVI con 32 especies, las zonas de la pendiente oriental de la región XXVII con 31 (Arrecife Frontal Interior) y 30 especies (Transición Barlovento y Arrecife Frontal Exterior) y la Segunda Terraza de la región XXXIII con 30 especies (Tabla 7).

La cobertura de corales escleractineos e hidrocorales por zona arrecifal en cada región tuvo valores entre 2.33% y 37.27%. Los valores mas bajos de cobertura se registraron en la Transición Barlovento con 2.33% y Arrecife Frontal Exterior con 3.7% de la región XXX y en la base del Cantil de la región XXVI con 3.33%. Valores de cobertura de coral mas altos se registraron en las zonas de la pendiente oriental de la región XXVII en el Arrecife Frontal Exterior con 37.27%, el Arrecife Frontal interior con 27.16% y la Transición Barlovento con 25.77%; el Arrecife Frontal Exterior de la región XXIX con 34.66% y la Segunda Terraza de la región XXVI (Tabla 7).

Respecto a la abundancia de corales escleractineos por región, en la región XXVI encontrada en la pendiente occidental de la isla, son importantes los constructores arrecifales primarios como *Orbicella annularis*, *Montastraea cavernosa* y *Undaria agaricites*; y *Helioceris cuculata* abunda en el cantil. La región XXVII encontrada en la pendiente oriental, tiene dominancia de *U. agaricites* y *O. annularis* en las subzonas profundas de esta pendiente y de *M. cavernosa* en el Arrecife Frontal Interior; en las zonas someras abunda *Porites asteroides* y *Pseudodiploria clivosa* es dominante. La región XXVIII tiene casi la misma composición de especies constructoras como la región anterior, pero con menor abundancia; *P. asteroides* y *Siderastrea siderea* son especies comunes en la Transición Barlovento y subzonas del Arrecife Frontal. En la región XXIX destaca la dominancia de *Acropora palmata* en el Arrecife Frontal Interior y de *P. clivosa* en la Transición Barlovento; resultando comunes las colonias de *O. annularis* y *M. cavernosa* en el Arrecife Frontal. En la región XXX, *U. agaricites*, *O. Annularis* y *M. cavernosa* son comunes pero llegan a ser dominantes en el Arrecife Frontal; las dos especies de coral de fuego del género *Millepora* son abundantes a dominantes. En la región XXXI son comunes las colonias de *M. cavernosa* y *S. Siderea*, abundan de *U. agaricites* y *P. strigosa*, pero dominan las de *O. annularis* que componen los llamados "bolones". En la región XXXII localizada en la pendiente occidental no hay corales constructores arrecifales importantes, es común *Mycetophillia danae* y domina *U. agaricites* en la zona profunda del cantil, pero en la Segunda Terraza dominan *U. tenuifolia* y *P. divaricata*. En la región XXXIII, las Terrazas tienen abundancia de *O. annularis*, *M. cavernosa*, *U. agaricites* y *U. tenuifolia*; y resultan comunes las colonias de *H. cuculata* y *Colpophillia natans*.

CORALES GORGONÁCEOS

Se identificaron un total de 32 especies de corales gorgonáceos pertenecientes a 4 familias y 12 géneros, más 2 especies de antipatarios registradas en la región XXVI (Anexo 1c).

Tabla 8. Parámetros de la comunidad de corales gorgonáceos y antipatarios en Isla Cozumel. Se presentan los valores estimados de riqueza de especies, densidad y diversidad (Shanon-Wiener) por zona y región arrecifal

REGION	ZONA ARRECIFAL	No. ESPECIES	DENSIDAD colonias/m ²	DIVERSIDAD
XXVI	Segunda Terraza	17	1.027	2.242
	Arenal	9		
	Tope de los macizos	10	0.305	1.43
XXVII	Base del Cantil somero	10	0.537	2.095
	Transición Barlovento	12		
	Frontal Interior	25	2.377	2.391
	Frontal Exterior	23	3.251	1.925
XXVIII	Frontal Exterior	20	2.359	1.193
	Transición Barlovento	21	5.38	2.173
	Frontal Interior	19	2.3	1.985
XXIX	Frontal Exterior	16	1.3	1.317
	Arrecife Posterior	13	5.191	1.553
	Transición Barlovento	3	0.837	0.662
	Frontal Interior	16	4.495	1.978
XXX	Frontal Exterior	18	2.05	2.391
	Arrecife Posterior	15	1.7	2.359
	Rompiente Arrecifal	6	0.7	1.537
XXXI	Transición Barlovento	17	1.618	2.423
	Frontal Interior	14	0.737	2.406
	Frontal Exterior	10	0.306	2.049
	somero	20		
XXXII	Transición Barlovento	12	0.772	2.428
	Segunda Terraza	3	1.187	0.969
XXXIII	Base del Cantil	3	0.068	0.908
	Primera Terraza	19	1.256	2.403
	Segunda Terraza	19	0.803	2.352
	Base del Cantil	11	0.762	1.743

La riqueza de especies de corales gorgonáceos por zona arrecifal en cada región tuvo valores entre 3 y 25 especies. El menor número de especies fue 3 y se registró en la Transición Barlovento de la región XXIX, en la Segunda Terraza y Cantil de la región XXXII. El mayor número de especies fue registrado en las zonas de la pendiente oriental de la región XXVII con 20 a 25 especies, la transición Barlovento de la región XXVIII con 21 especies y la zona somera de la región XXXI con 20 especies (Tabla 8).

La densidad de corales gorgonáceos por zona arrecifal en cada región tuvo valores entre 0.068 col./m² y 5.38 col./m². Los valores más bajos de densidad se estimaron en el cantil de la región XXXII con 0.068 ind./m² y una densidad de 0.305 ind./m² para el Tope de los Macizos de la región XXVI y el Arrecife Frontal Exterior de la región XXX. Con mayor densidad de corales gorgonáceos resultaron la Transición Barlovento de la región XXVIII con 5.38 ind./m² y en la región XXIX el Arrecife Posterior con 5.191 ind./m² y Arrecife Frontal Exterior con 4.495 ind./m² (Tabla 8).

Hay especies de corales gorgonáceos que destacan con su abundancia en algunas zonas arrecifales. En la Segunda terraza de la región XXVI *Pterogorgia citrina* es la especie dominante con *Pseudoplexaura porosa*, lo mismo se presenta en el arenal anterior al desarrollo arrecifal profundo donde ambas especies fueron dominantes. En la parte más alta de los macizos coralinos profundos, nuevamente el género *Pseudoplexaura* fue el dominante, mientras que en el cantil fue *Eunicea calyculata*, *P. porosa*, *Pseudoplexaura* sp y *P. citrina*; en esta zona se observaron escasos ejemplares del género *Antiphates*. En la zona Somera de la región XXVII domina ampliamente *Gorgonia flabellum*, con grandes jardines que le dan a la zona una belleza singular, y en la Transición Barlovento, y ambas subzonas del Arrecife Frontal domina *Pseudopterogorgia bippinata* entre las más de 20 especies identificadas para cada subzona. En la región XXVIII domina *P. bipinnata* en el Arrecife Frontal y *Eunicea mammosa* en la Transición al Barlovento. En la región XXIX domina la especie *Eunicea mammosa*, excepto en el Arrecife Frontal Exterior donde la especie dominante es *P. bipinnata* y en el Arrecife Frontal Interior donde domina *Gorgonia flabellum*, que junto con *E. mammosa* forma enormes y bellos jardines de gorgonáceos. En el Arrecife Posterior de la región XXX cinco especies presentan abundancia *Briareum asbestinum*, *Eunicea mammosa*, *E. succinea*, *Plexaura homomalla* y *Pseudoplexaura porosa*; en la rompiente sin embargo dominan *Gorgonia ventalina* y *G. flabellum*. En la Transición al Barlovento domina *E. mammosa*, mientras que en Frontal Interior es abundante y domina *Muricea laxa*. En el Frontal Exterior se registraron pocas especies, con dominancia de *Pseudopterogorgia citrina* y abundancia de cuatro especies más *Eunicea calyculata*, *E. succinea*, *Pseudopterogorgia americana* y *P. bipinnata*. Sobre los bolones de coral de la región XXXI la especie dominante fue *Pseudoplexaura porosa*; en la zona somera, en donde sólo se encuentran eventuales jardines de gorgonáceos se encontró a *Gorgonia ventalina* como la especie dominante. Las pocas especies que se registraron en la región XXXII se localizan en la mayor parte del sustrato; en la segunda terraza dominan *I. schrammi* y *Pterogorgia citrina*, mientras que *Pseudoplexaura porosa* y *Pseudopterogorgia bipinnata* se registra como abundantes. En los manchones arrecifales de la Primera terraza de la región XXXIII *Gorgonia flabellum* fue la especie dominante; en la Segunda terraza domina *Pseudoplexaura porosa* con abundancia de *Briareum asbestinum*, *Eunicea calyculata* y *Muricea laxa* y en el cantil *Pseudoplexaura porosa*, *Muricea laxa* e *Iciligorgia schrammi* dominan sobre el resto de las especies. Estas mismas especies se registraron en el cantil de la región XXVI, con un grado de abundancia

más o menos alto, lo que sugiere su capacidad para establecerse y permanecer en zonas donde la corriente es fuerte y la iluminación limitada debido a la profundidad.

PECES ARRECIFALES

Para el grupo de peces arrecifales de Isla Cozumel se registraron un total de 147 especies pertenecientes a 69 géneros, 38 familias y 2 órdenes (Anexo 1d).

Tabla 9. Parámetros de la comunidad de peces arrecifales en Isla Cozumel. Se presentan los valores estimados de riqueza de especies, densidad y diversidad (Shanon-Wiener) por zona y región arrecifal.

REGION	ZONA ARRECIFAL	No. ESPECIES	DENSIDAD peces/m ²	DIVERSIDAD	
XXVI	Segunda Terraza	71	2.62	2.092	
	Arenal	38			
	Tope de los macizos	49	4.22	1.887	
	Base del Cantil	19	2.86	1.837	
XXVII	somero	25			
	Transición Barlovento	63	1.23	2.614	
	Frontal Interior	76	1.59	2.415	
XXVIII	Frontal Exterior	67	1.33	2.281	
	Transición Barlovento	39	0.27	2.091	
	Frontal Interior	44	0.49	2.393	
	Frontal Exterior	38	1.02	1.968	
XXIX	Arrecife Posterior	15	0.34	1.472	
	Transición Barlovento	14	0.27	2.1	
	Frontal Interior	35	0.6	1.974	
	Frontal Exterior	55	0.67	2.306	
	Arrecife Posterior	29	1.92	1.511	
XXX	Rompiente Arrecifal	8	0.127		
	Transición Barlovento	38	0.62	2.606	
	Frontal Interior	32	0.52	2.213	
	Frontal Exterior	36	0.58	2.417	
	XXXI	somero	60		
		Transición Barlovento	23	0.79	3.053
XXXII	Segunda Terraza	49	1.35	2.321	
	Base del Cantil	40	0.62	2.303	
XXXIII	Primera Terraza	47	0.75	2.495	
	Segunda Terraza	76	3.45	1.999	
	Base del Cantil	38	1.07	2.091	

La riqueza de especies de peces arrecifales por zona arrecifal en cada región tuvo valores entre 8 y 76 especies. La menor riqueza de especies se registro en la Rompiente Arrecifal de la región XXX con 3 especies, y en el Arrecife Posterior y Transición Barlovento de la región XXIX, con 15 y 14 especies respectivamente. El mayor número de especies

fue 76 y fue registrado en el Arrecife Frontal Interior de la región XXVII y en la Segunda Terraza de la región XXXIII; en la Segunda Terraza de la región XXVI fueron 71 especies de peces (Tabla 9).

La densidad de peces arrecifales por zona y región se estimó entre 0.13 peces/m² y 4.22 peces/m². Los valores de densidad más bajos se estimaron en la Rompiente Arrecifal de la región XXX con 0.13 peces/m², la Transición Barlovento de la región XXVIII y el Arrecife Posterior y la Transición Barlovento de la región XXIX con 0.34 peces/m² y 0.27 peces/m² respectivamente, esto tal vez sea el resultado de la escasez en el desarrollo arrecifal y a las presiones de pesca, sin embargo, es difícil afirmarlo sin estudios específicos.

La densidad de peces arrecifales más alta resultó en el Tope de los macizos de la región XXVI con 4.22 peces/m² y en la Segunda Terraza de la región XXXIII con 3.45 peces/m², donde se encuentra un buen desarrollo arrecifal (Tabla 9).

Las especies de peces arrecifales que resultaron dominantes en abundancia fueron los damisela *Chromis cyanea* y *Stegastes partitus*, y los lábridos *Clepticus parrai*, *Thalassoma bifasciatum*, *Halichoeres garnoti*; y en las zonas someras de algunas regiones los peces cirujano *Acanthurus coeruleus* y *A. bahianus*.

Especies de importancia comercial fueron escasas o raras en todas las regiones, tal es el caso de la familia Lutjanidae, Serranidae y Sphiraenidae. Que, aunque fueron vistos algunos ejemplares estos huían de inmediato, de ahí que muchos no fueron registrados con el método de censo visual utilizado; además que las presiones de la pesquería han hecho de estas especies difíciles de encontrar. Dentro de las regiones que están en el plígono del Parque Nacional fue común encontrar cardúmenes de meros que acuden a nadar junto con los buceadores de la zona debido a que los guías les ofrecen alimento como un atractivo al turismo; sin embargo, esto sólo se observa en esta región.

Diagnóstico Integrado de la Condición Arrecifal de Isla Cozumel

Los resultados obtenidos en este trabajo fueron resumidos de manera gráfica en un mapa que representa el desarrollo arrecifal por zonas y regiones (Figura 5). Cada una de las subzonas arrecifales definidas se encuentra representada como una franja que corre paralela a la isla, estas franjas no están a escala, sino que se han agrandado para una mejor visualización.

Los elementos básicos para el desarrollo de este esquema son la cobertura de tejido coralino vivo representada en tres categorías (Baja, Media, Alta) y la altura de las estructuras arrecifales, siendo esta última característica, un parámetro de determinación de la acreción arrecifal y desarrollo estructural representado en tres tipos (poco desarrollado, bien desarrollados y muy desarrollados).

A su vez, se marcan algunos sitios con características excepcionales en cada región arrecifal.

De esta forma se logró una estimación de la prioridad de conservación que cada región arrecifal definida requiere, representada como un número a la derecha del número de la región. Así, tenemos prioridades de conservación altas, medias y bajas, indicadas con los números 1, 2 y 3 respectivamente.

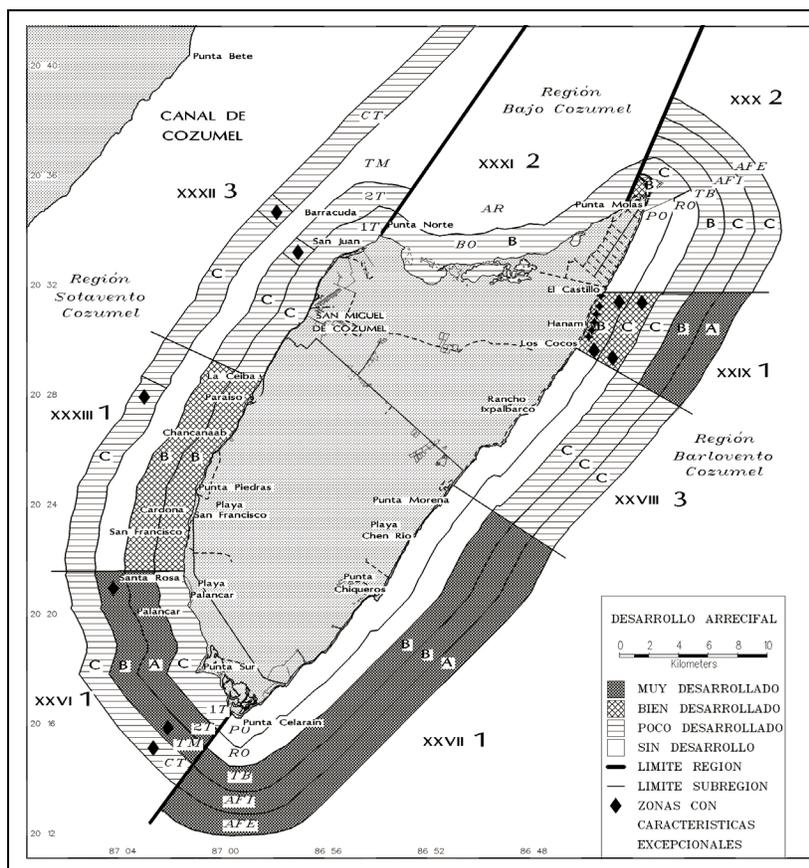


Figura 5. Diagnóstico integrado de la caracterización arrecifal de Isla Cozumel realizada por Amigos de Sian Ka'an en 1996. Subzonas de la Pendiente Occidental: 1T= Primera Terraza, 2T= Segunda Terraza, TM=Tope de los Macizos, BC= Base del Cantil. Bajo Cozumel: AR=Arenal, BO=Bolones. Cresta Arrecifal y Pendiente Oriental: PO-Arrecife posterior, RO=Rompiente arrecifal, TB-Transición barlovento, AFI-Frontal interior, AFE-Frontal exterior, FP-Frontal profundo. Cobertura coralina: A-Alta >35%, B-Media 15-<35%, C-Baja 0-<15%, Desarrollo arrecifal: muy desarrollado (TB->1.5 m, AFI->3 m, AFE->7 m), bien desarrollado (TB-0.5-1.5 m, FI-1-3 m, FE-3-7 m), poco desarrollado (TB-psedomacizos, FI-<1m, FE-<3 m). Prioridad de conservación: 1- Alta, 2-Media, 3- Baja.

En la región XXXII, prácticamente no existe desarrollo arrecifal, la mayor parte de las zonas someras están totalmente cubiertas por arenas con algunas especies de algas y parches de pastos marinos de *Thalassia testudium*. Los dos lugares de buceo que se ubican en la zona "Barracuda" y "San Juan" no son estructurales arrecifales per se, aunque las características biológicas en cuanto a riqueza de esponjas o algas les ofrece un paisaje diferente y atractivo para el buceo. Por otro lado, ambos lugares deben tener importancia ecológica notable, ya que es común observar peces pelágicos mayores como tiburones, atunes, rayas, velas, marlines y especies de otros grupos como lo son las tortugas marinas.

En la Pendiente Oriental de la isla la situación en cuanto al desarrollo arrecifal es muy diferente. En la porción sureste, aún dentro de los límites del Parque Nacional se encontraron profundos sistemas de macizos y canales, muy bien desarrollados, no son muy altos, pero presentan una cobertura coralina mucho mayor a la encontrada en el Parque Nacional (27.16% en el Frontal Interior y 37.27% en el Frontal Exterior) siendo probable que se encuentren en pleno proceso de acreción. Este hecho concuerda con lo propuesto por Stodart (1996) quien afirma que estos

sistemas son comunes en los lugares que están expuestos a una intensa energía del oleaje. Aquí la cobertura de esponjas es radicalmente menor que en la región XXVI, de hecho, toda la costa este de la isla presenta mucho menos esponjas que en el lado oeste. Los peces también son menos abundantes que en la región anterior; sin embargo, en algunos lugares existe una comunidad íctica importante, esto debido a que la heterogeneidad ambiental provocada por el desarrollo coralino promueve la existencia de un mayor número de peces (Macías, 1994).

Las regiones XXVIII, XXX y XXXI son pobres en desarrollo coralino en todas las subzonas; tan solo se localizan algunos cabezos aislados o planicies en las que dominan las algas y las esponjas; además éstas regiones están expuestas a la pesquería y por tanto tienen una baja densidad de especies ícticas. La región XXIX es la excepción, allí se encuentra una zona muy importante en cuanto a desarrollo arrecifal conocida como Hanam o "Los Atolones", este es un ejemplo de un arrecife somero muy bien desarrollado, con sistemas de macizos y canales con una alta cobertura coralina (22.26% en el Arrecife Frontal Interior y 34.66% en el Arrecife Frontal Exterior), y una riqueza importante de peces y corales gorgonáceos.

El desarrollo de este sistema somero de macizos y canales difiere de la afirmación de que solo se desarrollan en lugares donde la energía del oleaje es moderada (Burke, 1982), ya que es común una alta marejada. La escasa profundidad y cercanía a la playa que tiene esta zona la hacen susceptible a todo tipo de impactos, especialmente los antropogénicos. Gracias a este trabajo, las prioridades definidas con el diagnóstico integrado de la condición arrecifal de Isla Cozumel permitieron presentar una propuesta que amplía el área de protección dentro del Parque nacional Arrecifes de Cozumel en su parte este, desde Punta Chiqueros hasta Punta Morena, y en la parte norte de la isla, iniciando en las proximidades de los arrecifes de San Juan y Barracuda, cubriendo toda la zona de bolones en el Bajo Cozumel hasta Punta Molás, y de allí hacia el sur, hasta la localidad de Hanam, donde se encuentran los microatolones (Figura 6).

Esta propuesta de ampliación del área protegida es marina, y se complementa con la zona de humedales adyacente considerada dentro del Plan Director de Desarrollo Urbano de Cozumel (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, 22 de marzo de 1996).

Amigos de Sian Ka'an plasmó la propuesta en el correspondiente Estudio Previo Justificativo que impulsó el decreto del Área de Protección de Flora y Fauna Isla Cozumel (DOF 25/septiembre/2012). De esta manera se contribuye de manera significativa a la conservación de Isla Cozumel.

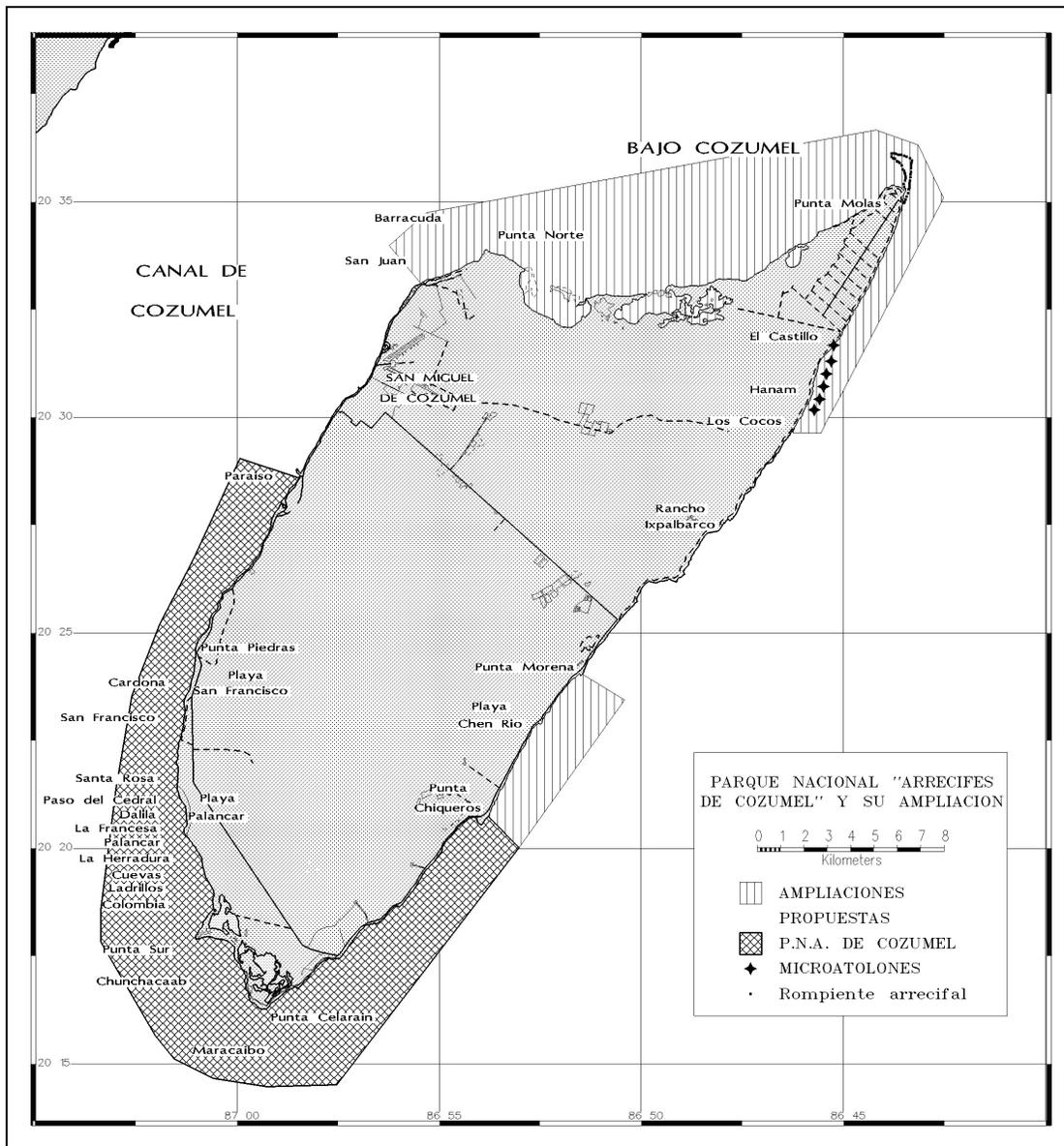


Figura 6. Propuesta de Amigos de Sian Ka'an para el manejo de la zona arrecifal resultado del estudio de caracterización de arrecifes de Isla Cozumel realizado en 1996

Agradecimientos

Este proyecto se ejecutó gracias a la aportación de Wallace Research Foundation a través de The Nature Conservancy y la gestión del Arq. Juan Bezaury Creel, entonces director ejecutivo de Amigos de Sian Ka'an.

Participantes en la toma de datos: Biol. Gerardo García Beltrán, Biol. Rosa María Loreto Viruel, Biol. Roberto Ibarra Navarro, Biol. Jaime Estrada Olivo, Edgar Estrada Gómez, Biol. Miguel Amín Ordoñez, Biol. Daniel Velázquez Guerrero, Biol. Claudia Rodríguez Almazán, Biol. Mónica Torres Ramos, Biol. Erick Cadena Barrientos, Ecol. Juan Carlos Castro Heredia.

Capitanes de embarcación: Sr. Mauricio Canul, Sr. Feliciano May Moguel.

Patrocinadores: Compañía Cozumeleña T.T.C. S.A. de C.V. quienes donaron la operación del buque "Oceanus" para el desarrollo de campo del proyecto; Fernando Barbachano Gómez, Juan Barbachano, Fidel Ladrón de Guevara, Ramiro, "Manolo", Gerardo Chan Balam; Foto Centro S.A. de C.V.; Operadores Acuáticos del Caribe S.A. de C.V.; Mantarraya Divers, Caribbean Divers S.A. de C.V.; Rodolfo Sotelo Macías; Promotora Subacuática de Cozumel S.A. de C.V.; Adolfo Sanguino Cisneros; Sergio Sandoval Vizcaino; Felipe Romo Cordero; Luis Manuel Pérez Medina; Marine Sports S.A. de C.V.; Operadora Aqua Deportes S.A. de C.V.; Mariano Mex Puc; Impulsora Industrial Subacuática de Cozumel S.A.; Miguel López Soler; Daniel Lino Guardia; Juan José Leca Gómez; Aqua Safari S.A. de C.V.; Edwin García Valdéz; Rangel Evancio España Santos; Mundo Azul Cozumel S.A. de C.V.; José de la Fuente Sagaón; Scuba Du S.A. de C.V.; Seafari Divers S.A. de C.V.; Humberto Cruz Alegría.

Anexo 1c. Riqueza de especies y abundancia de corales gorgonáceos y antipatarios en Isla Cozumel. Se presenta la lista de las especies, con una estimación de su abundancia con base en la densidad de colonias. Las letras indican los siguientes rangos de densidad: R= Rara <1%, E=Escasa 1-5%, C=Común >5-10%, A=Abundante >10-20% y D=Dominante >20%.

ORDEN/ FAMILIA/Nombre científico	PENDIENTE OCCIDENTAL				CRESTA ARRECIFAL Y PENDIENTE ORIENTAL																BAJO COZUMEL		PENDIENTE OCCIDENTAL						
	XXVI				XXVII				XXVIII				XXIX				XXX				XXXI		XXXII		XXXIII				
	2T	AR	BC	TM	SO	TB	FI	FE	TB	FI	FE	PO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE	SO	BO	2T	BC	1T	2T	BC		
GORGONACEA																													
ANTHOTHOLIDAE	<i>Erythropodium</i>	<i>caribaeorum</i>						R	R												E								
	<i>Iciligorgia</i>	<i>schrampi</i>		A																				D			D		
BRIAREIDAE	<i>Briareum</i>	<i>asbestinum</i>	E	E	C		E	E	R	R	E	R	C		E	E	A		E			E				C	A		
PLEXAURIDAE	<i>Eunicea</i>	<i>calyculata</i>	C	E	C	D	R	E	C	E		R	E	E		C	A	E		E	E	A		R		C	A	C	
		<i>palmeri</i>					E	E	E																				
		<i>fusca</i>	E	E			R	E	E	E	E	E	C	R		R	R	R		E	C	E	R	R		E	C	R	
		<i>mammosa</i>	E		E		R	R	E	R	D	C	C	D	D	D	C	A	A	D	A		R	C		C	C		
		<i>succinea</i>	E	E			E	C	C	E	E	E		E		E	E	A	C	C	C	A		A		E	E		
		sp	C	E	A	C		R	E	E	R		E		R	E	C		E	E	E	R	R			R	E		
	<i>Muricea</i>	<i>elongata</i>						R			A	C					E											E	
		<i>laxa</i>	E		A			R	E	R	E	E								D	E		R			C	A	D	
		<i>muricata</i>	E	E		E		E	R	R	C	R	E			R	E				E	E				R	R		
		<i>pinnata</i>									E	E																	
	<i>Muriceopsis</i>	<i>flavida</i>						R	R	E	R	R	R	R		R	E			E	E		R						
	<i>Plexaura</i>	<i>flexuosa</i>	E		E		R	R	R			R		E		C	E	E		C	A		E	C		R	E	R	
		<i>homomalla</i>						E	R	R	R	R	R	E		E	C	A	C	R			R	R		R	R	R	
		sp 1		E			E	R	R		R		R		E	E			C	C		R							
		sp 2												R	R														
	<i>Plexaurella</i>	<i>nutans</i>																										R	
	<i>Pseudoplexaura</i>	<i>flagellosa</i>										R																	
		<i>porosa</i>	A	D	C	A	R	E	E	E	E		E	C		E	C	A		C	E		E	D	A	A	C	D	D
		sp	C		D	A		R			E	A	R							R							E	E	
		<i>wagenaari</i>						R	R																				
GORGONIDAE	<i>Gorgonia</i>	<i>flavellum</i>	R				D	C	E	E	A	C	R	E	C	D	C	C	D	E	E		C	E			D	E	
		<i>mariae</i>						E		R	E	E					R	C	R			C	E						
		<i>ventalina</i>					E	A	E	E	A		R	R		E	E	C	D	E		D	E			C	E	E	
	<i>Pseudopterogorgia</i>	<i>acerosa</i>						E																					
		<i>americana</i>	E			E	R	C	E	R	R	A	R	E	A	E	C	R		A	C	A	E	C			A	E	E
		<i>bipinnata</i>	C	A	E	E	R	D	D	D	R	D	D		E	D				A	A	A	E	C			A	R	E
		sp	E					R	E	R	R																R	R	E
	<i>Pterogorgia</i>	<i>citrina</i>	D	D	E	A		E	A	E	E	E	R			E				A	D		C	D	D	D	E	E	
		<i>guadalupensis</i>	C					R	R	E											C	E					R		
Número de especies		32	17	9	10	10	12	25	23	20	21	19	16	13	3	16	18	15	6	17	14	10	12	20	3	3	19	19	11

Anexo 1d. Riqueza de especies y abundancia de peces arrecifales en Isla Cozumel. Se presenta la lista de las especies, con una estimación de su abundancia con base en la densidad de peces. Las letras indican los siguientes rangos de densidad: R= Rara <1%, E=Escasa 1-5%, C=Común >5-10%, A=Abundante >10-20% y D=Dominante >20%.

ORDEN/ FAMILIA/Nombre científico	PENDIENTE OCCIDENTAL				CRESTA ARRECIFAL Y PENDIENTE ORIENTAL														BAJO COZUMEL		PENDIENTE OCCIDENTAL									
	XXVI				XXVII				XXVIII			XXIX				XXX			XXXI		XXXII		XXXIII							
	2T	AR	BC	TM	SO	TB	FI	FE	TB	FI	FE	PO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE	SO	BO	2T	BC	1T	2T	BC			
OSTEYCTIES																														
ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus</i>	<i>bahianus</i>	R		R	E		R	R	E	C	R	E	C	D		R	R		E	E	E		R	R	E	E	R	R	
		<i>coeruleus</i>	E	E	E	E	E	C	C	C	A	E	E	A	A	D	E	E	A	C	E	C		C	C	C	R	R	E	
		<i>chirurgus</i>	R	R	R	E		R	E	R	E	R	E	R	A		R	R	E	E	E	E		E	E	R	E	R	R	
APOGONIDAE	<i>Apogon</i>	<i>maculatus</i>						R	R					R	R					R								R		
		<i>townsendii</i>	R						R																					
BALISTIDAE	<i>Aluterus</i>	<i>scriptus</i>	R																										R	
		<i>Balistes</i>	<i>vetula</i>	R		R		R	R	R	R	R				R				R	E		R	R			R	R	R	
	<i>Cantherhines</i>	<i>macroceros</i>	R	R				R																		R	R	R		
		<i>pullus</i>						R	R	R						R													R	
	<i>Canthidermis</i>	<i>sufflamen</i>	E		E		R			R	R				R										R	C				
	<i>Melichtys</i>	<i>niger</i>	R	R	R		E	E	R		R	R			R			E	R	R				R	R	R	R	R		
	<i>Monacanthus</i>	<i>tuckeri</i>	R																										R	
	<i>Xanthichthys</i>	<i>ringens</i>	R			R						R									R				R	R		R	R	
BOTHIDAE	<i>Bothus</i>	<i>lunatus</i>						R													R									
CARANGIDAE	<i>Caranx</i>	<i>bartolomei</i>													R															
		<i>latus</i>							R										E											
		<i>ruber</i>	E		R		R	R	R	R	A	R		R	R							R		R	R	R	R	R	R	R
CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>aculeatus</i>								R		R																		
		<i>capistratus</i>	R		R		R	R	R						R				R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
		<i>ocellatus</i>	R		R	R		R							R				R	R	R		R					R		
		<i>sedentarius</i>						R	R															R						
		<i>striatus</i>	E			R		R	R	R	R				R	R				R	R		R		R		R		R	
CIRRHITIDAE	<i>Amblicirrhitus</i>	<i>pinos</i>	R		R			R	R																			R		
CLINIDAE	<i>Malacoctenus</i>	<i>aurolineatus</i>							R																					
		<i>macropus</i>																												R
		<i>plumieri</i>			R		R	R	R		R	R				R				R	R		R		R		R			
		<i>triangulatus</i>					R	R		R				R																
CLUPEIDAE	<i>Clupea</i>	<i>sp</i>			D				E							D														
GERRIDAE	<i>Gerres</i>	<i>cinereus</i>												R														R		
GOBIIDAE	<i>Coryphopterus</i>	<i>glaucofraenum</i>	R				R	R			R	R								R		E				E	E			
		<i>hyalinus</i>								E																				
		<i>lipernes</i>																												R
		<i>Gnatholepis</i>	<i>thompsonii</i>									R																		
		<i>Gobionellus</i>	<i>saepepallens</i>																			R								
		<i>Gobiosoma</i>	<i>illecebrosus</i>	E		R					R																		R	
GRAMMATIDAE	<i>Gramma</i>	<i>atlanticus</i>														R														
		<i>loreto</i>						R	R																				R	
HOLOCENTRIDAE	<i>Holocentrus</i>	<i>malacara</i>								R																			R	
		<i>adscensionis</i>	R					R	R	R						R						R		R				R		
		<i>marianus</i>																												
INERMIIIDAE	<i>Inermia</i>	<i>jacobs</i>	R		R	E	R	R	R	R	R			R				R	R	R	R	E	R	R	R	R	R			
		<i>vittata</i>				R																	R							
KIPHOSIDAE	<i>Kyphosus</i>	<i>sextatrix</i>	R	R	R		R	R	R	E	R	R			R	E	R						R	E	R	E	R			
LABRIDAE	<i>Bodianus</i>	<i>rufus</i>						R	R	R					R	R	R				R							R		
		<i>parrai</i>	A	A	D			R	E	A		C	D															D	D	
		<i>bivittatus</i>				R	E	R			E			E	C	R			R	E		R	E	R					R	
		<i>garnoti</i>	A	A	E	A		C	A	E	C	A	C	D		D	A	E	D	A	D	D	A	C	D	C	D	A	A	
		<i>maculipinna</i>	R	R								R				R													R	
		<i>poeyi</i>																				R								
		<i>radiatus</i>						R								R	R								R				R	
		<i>Hemipteronotus</i>	<i>splendens</i>													R		R												
<i>Thalassoma</i>	<i>bifasciatum</i>	E	A	C	D		A	A	E	D	C	E	C	A	C	D	E	C	A	R	A	E	A	A	A	A	A	C	E	

ORDEN/			PENDIENTE OCCIDENTAL				CRESTA ARRECIFAL Y PENDIENTE ORIENTAL														BAJO COZUMEL		PENDIENTE OCCIDENTAL									
FAMILIA/Nombre científico			XXVI				XXVII				XXVIII			XXIX				XXX				XXXI		XXXII			XXXIII					
			2T	AR	BC	TM	SO	TB	FI	FE	TB	FI	FE	PO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE	SO	BO	2T	BC	1T	2T	BC			
LUTJANIDAE	<i>Lutjanus</i>	<i>analís</i>	R	R			E	R	R						R							R							R			
		<i>apodus</i>	R				R	R	R		E		R	R	R	R			E				C	E						R		
		<i>cyanopterus</i>				R																										
		<i>griseus</i>	R	R	R					R																				R		
		<i>jocu</i>	R																													
		<i>mahogoni</i>	R		R		R		R							R																
		<i>synagris</i>						R																								
MULLIDAE	<i>Oscyurus</i>	<i>chrysurus</i>	R	R	R		E	R	R		R		R	R			R	R			R						R	R	E			
		<i>Mulloidichthys martinicus</i>	R						R	R					R		R		R													
MURAENIDAE	<i>Gymnotorax</i>	<i>milliaris</i>																				R										
		<i>moringa</i>				R																	R							R		
OPISTOGNTHIDAE	<i>Opistognathus</i>	<i>aurifrons</i>						R	R					R							R						R					
OSTRACIIDAE	<i>Lactophrys</i>	<i>bicornis</i>			R	R		R																R					R			
		<i>polygonia</i>			R			R								R								R					R			
		<i>quadricornis</i>	R																								R	E		R		
		<i>triqueter</i>	R					R	R			R		R									R									
PEMPHERIDAE	<i>Pempheris</i>	<i>schomburgki</i>	E			E	C										D															
POMACANTHIDAE	<i>Centropige</i>	<i>argy</i>	R	R		R		R																R	R			R				
		<i>Pomacanthus arcuatus</i>		R	R	R	R	R	R	R	R	R				R							R	R	R	R	R	R	R	R		
POMACANTHIDAE	<i>Holacanthus</i>	<i>paru</i>	R	R	R		R	R	R	R	R				R	R			R	R	R		R	R	R	R	R	R	R	R		
		<i>ciliaris</i>	R	R	R	R		R	R	R	R	R			R				R				R	R	R	R	R	R	R	R		
		<i>tricolor</i>	R	R	R	E	R	R	R	R	R	R				R				R	E	E	R	R	R	R	R	R	R	R	R	
		<i>saxatilis</i>	E		R		R	R	R		E		R	C	R	R	R	E	E				C	E	R	R	C	R				
POMACENTRIDAE	<i>Chromis</i>	<i>cyanea</i>	D	D	D		D	A	D	R	D	D			A	A	R		A	D	C	R	C	A	D	A	D	D				
		<i>insolata</i>	R	R						E																					R	
		<i>multilineata</i>	C	C	A			R	E	E		E											R	R	R	A	E	R	R			
		<i>chrysurus</i>	R	R	R		R	R	R	R	R	R		R		E	E	E	E	R	R		E	E	R			R	R	R		
		<i>Stegastes diencaeus</i>								R		R	R	R																		
		<i>dorsopunicans</i>										E	R																			
		<i>fuscus</i>	R	E	E		R	R	R						E	E	E			E				E	R			R	R	R		
		<i>leucostictus</i>		R			R	R	R	R	R	R				E		R	E	A	R	R		A	E	E	E	E	E	R		
		<i>partitus</i>	C	C	C	D	R	A	D	A	E	C	C					C	R		A	D	D		C	D	C	C	A	C		
		<i>planifrons</i>	E		R			R	E	E	R	R		C		E	E								R	E	E	R	R	R		
<i>variabilis</i>	R					R		R	R	R																						
POMADASYDAE	<i>Anisotremus</i>	<i>surinamensis</i>	R						R	R					R																	
		<i>virginicus</i>	R	R	R		R		R	R															R					R		
		<i>Haemulon album</i>	R	E	R		R	R		R																					R	
		<i>aurofrenatum</i>								R			R																			
		<i>carbonarium</i>	R	R	R									E																		
		<i>chrysurus</i>																														
		<i>flavolineatum</i>	R		R		R	E	E	R	E	E	R		R	R	R	R						A	A	R	R	E	R			
		<i>melanorum</i>						R	R															R	R							
		<i>parrai</i>							R	R																						
		<i>plumieri</i>	R				R	E	R	R							R				R	R	R		R	E			R	R	E	
<i>sciurus</i>	E	R	R			R	R	R	E				R		E	R	E		E	R		C	E					R				
<i>vexillarius</i>																																
PRIACANTHIDAE	<i>Priacanthus</i>	<i>cruentatus</i>																					R	R								
SCARIDAE	<i>Sparisoma</i>	<i>atomarium</i>					R	R	R	E	R	E		R	E				E	E	E		E			R		E				
		<i>aurofrenatum</i>	R		R	E	R	R	E	R	R	R			R	E				E	E	E	E	E	R	E	R		E			
		<i>chrysopterygium</i>																							R							
		<i>radians</i>																							R							
		<i>rubripine</i>			R		R	R	R	R	E	E		E		E	R									R		R		R		
		<i>viridae</i>	R		R		R	E	E	E	R	R	R			E	E	R	C	E			C	E	E	E	R	E	R	R		
		<i>Scarus coelestinus</i>	R																													
		<i>croicensis</i>								R					C	R	R													R		
		<i>guacamaia</i>	R	R	R					R	R		R																	R	R	R

Referencias

- Bayer, F.M. 1961. The Shallow Water Octocorallia of the West Indian Region. Martinus Nijhoff. The Hague, 373 pp.
- Bayer, F. M., M. Grasshoff and J. Verseveldt (Eds). 1983. Illustrated trilingual glossary of morphological and anatomical terms applied to octocorallia. E. J. Brill/Dr. W. Backhuys. Laiden. 75 pp.
- Bolhke, J. E. y C. C. G. Chaolin. 1993. Fishes of the Bahamas and adjacent tropical waters. Segunda edición. University of Texas Press. 771 pp.
- Boyd, D. W., L. S. Kornicker y R. Rezak. 1963. Coralline algae micratolls near Cozumel Island, México. Contr. Geol. Dep. Geol. Wyoming Univ. 1: 105-108.
- Carranza J, Molina C, Bezaury J, López C y J McCann. 1996. Caracterización de la zona de Xcalak, Quintana Roo México. Propuesta para el establecimiento del Parque Nacional arrecifes de Xcalak. Sian Ka'an Serie Documentos. No.5. p 1-68.
- Cirns, S. 1977. Guide to the commoner shallow-water gorgonians (Sea wuips, sea feathers and sea fans) of Florida, The Gulf of Mexico and The Caribbean Region. Sea Grant Field Guide Series number 6. University of Miami. Sea Grant Program. 75 pp.
- Cairns, S. D. 1982. Stony Corals (Cnidaria: Hydrozoa, Sceractinia) of Carrie Bow Cay, Belize. Smith. Contrib. Mar. Sci. 12:271-302.
- Colin, P. L. 1988. Marine invertebrates and plants of the living reef. T.F.H.Publications, Inc. Ltd. 512 pp.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2007. Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área de Protección de Flora y Fauna Isla de Cozumel, Quintana Roo, México. México, 2007.
- Diario Oficial de la Federación 25 de septiembre de 2012. Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de área de protección de flora y fauna, la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel, Municipio de Cozumel, Estado de Quintana Roo.
- Díaz-Ruíz, S. y A. Aguirre-León. 1993. Diversidad e Ictiofauna de los Arrecifes del Sur de Cozumel, Quintana Roo. Pp. 817-832. In: Biodiversidad marina y costera de México. S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González (eds.) Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO, México, 865 pp.
- Done, T.J. 1981. Rapid, large area, reef resource surveys using a manta board. Proc. of the Fourth International Coral Reef Symposium. Manila, I: 299-307.
- Fenner, D. P. 1988. Some leeward reefs and corals of Cozumel, México. Bull. Mar. Sci. Vol. 42, No. 1.
- García, E. 1964. Modificación al sistema de clasificación climática de Koeppen. Adaptada para la República Mexicana. Instituto de Geología U.N.A.M. México.
- Gómez, P y G. Green. 1984. Sistemática de las Esponjas Marinas de Puerto Morelos, Quintana Roo, México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 11 (1): 65-90.
- Goreau, T.F. 1979. Corals and Coral Reefs. Sci. Am., 241 (2):110-120.
- Green, G. 1977. Antibiosis in Marine Sponges. FAO. Fish. Rep.-200: 199-205.
- Greenberg, J. and I. Greenberg. 1977. Guide to corals and fishes of Florida. The Bahamas and The Caribbean. Seahawk Press. Miami Florida. 64 pp.
- Guilcher, A. 1988. Coral Reef Geomorphology. John Wiley & Sons. 228 pp.
- Gutiérrez, D., García Sáens, C., Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J., Macías, R., Bezaury, J.E. y A.C. Cintra. 1993. Arrecifes Coralinos de Sian Ka'an. Caracterización y Propuesta para el Manejo. Informe Final. Biocenosis, A.C./ICM y L-UNAM/Amigos de Sian Ka'an, A.C. 120 pp.
- Gutiérrez, D., García Sáens, C., Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J., y R Macías. 1993. Caracterización de los Arrecifes Coralinos de Sian Ka'an. Sian Ka'an Serie Documentos No. 1. p 1-47.
- Gutiérrez, D. y García Sáenz, C. 1994. Arrecifes coralinos de la Reserva Ecológica Marina del Municipio Solidaridad. Caracterización y Propuesta para el Manejo. Biocenosis, A.C./ICMyL-UNAM/Amigos de Sian Ka'an, A.C. Informe Final. 78 pp.
- Gutiérrez, D., Camarena-Luhrs, T. y García-Beltrán, G. 1995. Arrecifes Coralinos de Quintana Roo. Puerto Aventuras-Punta Petempich. Biocenosis, A.C./Amigos de Sian Ka'an, A.C. Informe Final.
- Gutiérrez, D., Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J., García, G. Loreto, R. Camarena, T. 1995. Caracterización de los Arrecifes Coralinos del Corredor "Cancún-Tulum", Quintana Roo, México. Sian Ka'an Serie Documentos No. 4. p 3-39.
- Gutiérrez, D., Lara Pérez-Soto, M. y García-Beltrán G. 1996. Arrecifes coralinos de Quintana Roo, Tampalam-Bacalar Chico. Biocenosis, A.C./Amigos de Sian Ka'an, A.C. Informe Final.
- Gutiérrez, D., García G, Lara M y RM Loreto. 2005. Caracterización de los arrecifes coralinos del sur de Quintana Roo, México (Tampalam- Bacalar Chico). Sian Ka'an Serie Documentos. No.6. p 1-32.
- Huerta, M. L. 1985. Contribución al conocimiento de las algas de los bajos de la sonda de Campeche, Cozumel e Isla Mujeres. An. Esc. Nal. de Ciencias y Biología. I.P.N. 9 (1-4): 115-131.
- Humann, Paul. 1993. Reef Coral Identification. (Ned Deloach Eds.), Jacksonville, Fla. 239 pp.
- Humann, Paul. 1992. Reef fish identification. New World Pubs. Inc. 267 pp.
- Jordán, E. 1988. Arrecifes profundos en la Isla Cozumel. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 16(2): 195-208.

- Jordán, E. 1989. Efecto de la morfología del sustrato en el desarrollo de la comunidad coralina. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 16:105-118.
- Lambhead, P.J.D., H.M. Platt y K.M. Shaw. 1983. The detection of differences among assemblages of marine benthic species based on an assessment of dominance and diversity. Journal of Natural History 17, 859-874.
- Lewbel, S. G. y L. R. Martín. 1991. Diving and snorkeling guide to Cozumel. Segunda edición. Houston Texas. 90 pp.
- Littler, D. S., M. M. Littler, K. E. Bucher and J. N. Norris. 1989. Marine plants of the Caribbean. Washington Press. 263 pp.
- Loya, Y. 1972. Community structure and species diversity of hermatypic corals at Eliat, Red Sea. Mar. Biol., 13: 100-23.
- Macías-Ordóñez, R. 1994. Variación espacial de la comunidad ictiológica de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Tesis de Maestría. Fac. de Ciencias, UNAM, México D.F.
- Magurran, E. A. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. Primera edición. Nueva Jersey, E.U. 179 pp.
- Merino, M. y L. Otero. 1991. Atlas Ambiental Costero. Puerto Morelos-Quintana Roo. CONACYT, UNAM y CIQRO. 80 pp. + 1 Carta.
- Nolasco-Montero E. y A. Carranza-Edwards. 1988. Estudio sedimentológico regional de playas de Yucatán y Quintana Roo, México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 15(2): 29-66 (1988).
- Porter, J. W. 1972. Patterns of species diversity in Caribbean Coral Reefs. Ecology, 53 (4): 668-673.
- Robles Ramos, R. 1950. Apuntes sobre la Morfología de Yucatán. Biol. Soc. Mex. Geogr. Estad. 69 (3): 113-134.
- Rosenberg, S. 1992. Diving Cozumel. Primera edición. Locust Valley, Nueva York, E.E.U.U. 112 pp.
- Rützler, K. y I.G. Macintyre, 1982. The Habitat Distribution and Community Structure of the Barrier Reef Complex at Carrie Bow Cay, Belize. Smith Contrib. Mar. Sci. 12: 9-45.
- Smith, F. G. W. 1972. Atlantic Reef Corals. A handbook of common Reef and shallow-water corals of Bermuda, The Bahamas, Florida, The West Indies and Brazil. University of Miami Press. 164 pp.
- Steneck, R. S., Kramer P and RM Loreto. 2003. The Caribbean's western-most algal ridges in Cozumel, Mexico. Coral Reefs, 22: 27-28
- Stoddart, D.R. 1969. Ecology and morphology of recent coral reef. Bio. Rev. 44: 433-498.
- Stokes, F. J. 1984. Divers and snorkelers guide to the fishes and sea life of Caribbean, Florida, Bahamas and Bermuda. The Academy of Natural Sciences of Philadelphia Publisher. 160 pp.
- Tunnell, Jr. J. W., A. A. Rodríguez, R. L. Lehman y C. R. Beaver. 1993. An ecological characterization of the southern Quintana Roo coral reef system. Center for Coastal Studies Texas A & M University. Corpus Christi, E.U. 161 pp.
- Zlatarski, V. N. y N. Martínez. 1982. Les Scléractiniaires de Cuba avec des données sur les organismes associés. Académie Bulgare des Sciences. Sofia. 472 pp.

Caracterización de los Arrecifes Coralinos de Banco Chinchorro, Quintana Roo, México

Rosa María Loreto Viruel, Gerardo García Beltrán y Juan Bezaury Creel
Amigos de Sian Ka'an A. C., Cancún, Q. Roo CP 77500. México.



BANCO CHINCHORRO

El Banco Chinchorro es un arrecife coralino de tipo plataforma ubicado entre las coordenadas 18°23'16"N-18°46'11"N y 87°26'2"W-87°14'3"W en el Municipio de Othón P. Blanco, a 30 Km frente a Mahahual en el estado de Quintana Roo; su forma es oval con 43 Km de largo en orientación norte-sur y 17 Km de ancho en su parte mas amplia y 11 Km en la mas angosta en el eje este-oeste (Figura 1). Banco Chinchorro comparte el mismo basamento geológico que los arrecifes Glovers y Lighthouse y las islas Turneffe de Belice (Aguilar-Perera y Aguilar-Dávila, 1993; Jordán y Martín, 1987), el cual se origino durante la formación del canal de Yucatán y posteriormente fue modificado por acreción arrecifal (Jordán y Martín, op. cit.). Los arrecifes se encuentran formando la periferia del Banco (aproximadamente 100 Km), así como en el interior de su laguna arrecifal (15.78 Km) y en los márgenes oriental y occidental; constituyendo así el arrecife más grande del Sistema Arrecifal Mesoamericano en México. Su sistema arrecifal se encuentran en buen estado de conservación, sustenta dos pesquerías importantes en la región: caracol rosado (*Strombus gigas*) y langosta espinosa (*Panulirus argus*), y otras especies

de valor comercial: el mero (*Epinephelus* spp) y la cherna (*Mycteroperca* spp). Presenta las 4 especies de coral sujetas a protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (*Acropora palmata*, *A. cervicornis*, *Plexaura homomalla* y *Plexaurella dichotoma*).

Existen tres cayos dentro de la laguna arrecifal, Cayo Norte, Cayo Centro, y al sur Cayo Lobos. Cayo Norte consta de dos pequeñas islas con un área total de 1.8Km², cubiertas casi totalmente por manglar, aunque la de más al norte posee una playa arenosa y un pastizal en el cual se ubican dos faros, uno de los cuales esta en desuso. Cayo Centro es el más grande de los tres, con un área total de 5.1 Km² aproximadamente; presenta una rica vegetación de manglar (*Rhizophora mangle*) y otros árboles típicos de las selvas medianas como el mul-ché (*Bumelia* sp), el chaká (*Bursera simaruba*) entre otros. Hay un sistema lagunar formado por la penetración del agua marina a través de canales entre la vegetación. Hacia el Este, el Cayo tiene una pequeña playa arenosa en donde esta establecido un campamento de pescadores, sin embargo, la mayoría de ellos habitan temporalmente en paqueas y rústicas casas conocidas como palafitos construidas sobre le agua mediante pilotes.

Cayo Lobos es una pequeña isla situada en el extremo sur del Banco de 0.2Km²; esta apenas cubierta por vegetación de duna costera (Aguilar-Perera y Aguilar-Dávila 1993b). Esta isla ha sido continuamente erosionada y acresionada por los fuertes vientos y la exposición al oleaje, algunas personas estiman que se ha “movido” unos 50 metros en 40 años, siendo esto evidente por la existencia de un antiguo faro que ahora se encuentra dentro del agua. La fauna típica de los cayos esta constituida principalmente por aves como lo son las fragatas (*Fregata magnificens*), gaviotas (*Larus atricilla*), pelicanos (*Pelecanus occidentalis*) y águilas pescadoras (*Pandion haliaetus*). También se presentan lagartijas del género *Anolis*, iguanas (*Ctenosaura similis*, *Iguana* sp) y cocodrilos (*Crocodylus moreletii* y *C. Acutus*). En los cayos Norte y Centro existía rata negra (*Rattus rattus*) y gato (*Felis catus*) que fueron erradicados con un proyecto realizado por Amigos de Sian Ka’an A.C y Grupo de Ecología y Conservación de Islas A.C del 2010 al 2016, con el apoyo de la Alianza WWF- Fundación Carlos Slim, la CONANP-Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro y la Secretaría de Marina Armada de México.

El 19 de julio de 1996 el gobierno federal decretó a Banco Chinchorro como una Reserva de la Biosfera (RBBCH)

considerando su importancia regional e internacional como recurso natural. La reserva cuenta con un área total de 144,360 hectáreas, de estas, 99% son áreas marinas con arrecifes y aguas oceánicas adyacentes, abarcando los tres cayos y la totalidad de la zona arrecifal (Figura 1). La RBBCH es un Humedal de Importancia Internacional (RAMSAR) #1353, Sitio Prioritario para la Conservación de los Ambientes Costeros y Oceánicos de México (CONABIO): #79, Sitio Prioritario Marino para la Conservación de la Biodiversidad (CONABIO): #70 y parte de la Red Mundial de Reservas de la Biosfera (UNESCO-MAB): WDPA ID 901251-RBBCH.

Las formaciones coralinas de Banco Chinchorro son un recurso que puede ser ampliamente aprovechado. La creciente tendencia al ecoturismo hace de Chinchorro un valioso recurso capaz de ser explotado ampliamente de manera sustentable.

RESULTADOS

Este reporte presenta los resultados de tres campañas de investigación realizadas en los años 1997, 1998 y 1999) para describir a detalle los arrecifes de Banco Chinchorro, mediante el desarrollo de las actividades siguientes (Tabla 1):

Tabla 1. Actividades desarrolladas en las tres campañas de caracterización de los arrecifes de Banco Chinchorro

Actividades	Fecha	Descripción	Personal requerido	Material/Equipo
Vuelo de reconocimiento	5/febrero/1997	-Prospección aérea para el registro y fotografía de características conspicuas del arrecife.	1 piloto 1 biólogo 1 fotógrafo	Avioneta Cesna Cámara GPS
Campañas de campo	1ª. 23 abril-13 mayo/1997 2ª. 20 -30/junio/1998 3ª. 20 junio-3 agosto/1999	-Registros batimétricos -Recorridos en superficie del agua -373 transectos para la toma de datos subacuáticos en la totalidad del perímetro e interior de Banco Chinchorro. -4 video transectos con el Phantom HD2 en la pendiente oriental y occidental para descripción de zonas profundas (mas de 40 m).	12 biólogos 2 capitanes de embarcación 2 marineros	2 embarcaciones (25 pies) 1 barco (90 pies) -insumos de buceo - GPS -líneas de transectos -tablillas de escritura

La finalidad y la forma de valorar el área fueron las mismas que se siguieron en fases anteriores del proyecto “Caracterización de Arrecifes de Quintana Roo” desarrollado por Amigos de Sian Ka’an en colaboración con otras instituciones regionales (Gutiérrez *et al.*, 1993, 1995, 1996, 2005; Loreto y García, 1996). Lo que evita la multiplicidad metodológica y facilita los estudios comparativos. Los métodos para realizar las actividades mencionadas fueron descritos anteriormente.

Descripción del modelo de Zonación Arrecifal

Las principales características fisiográficas de las zonas arrecifales se basan principalmente en los patrones de crecimiento de los corales escleractinios, los cuales construyen estructuras calcáreas de armazón rígido, cuya forma varía dependiendo de la topografía del fondo (Jordán, 1989) de la profundidad y de la manera

en que se van acumulando los diferentes tipos de esqueletos coralinos, que es general pueden ser masivos, planos, laminares o ramificados (Goreau, 1979). La zonación arrecifal determinada de esta forma incluye la configuración del sustrato y la abundancia relativa de los organismos predominantes (Rützler y MacIntyre, 1982).

En el área arrecifal de Banco Chinchorro se identificaron cuatro zonas principales: la Pendiente Occidental o sotavento, la Laguna Arrecifal, La Cresta Arrecifal y la Pendiente Oriental o barlovento, determinadas igualmente por la composición y distribución de los organismos arrecifales. En estas zonas se reconocieron varias subzonas determinadas por características tales como la profundidad, la topografía y principalmente las especies de corales escleractinios y sus formas de crecimiento (Tabla 2, Figura 2). En general las zonas localizadas en esta área coinciden con lo reportado por Jordán y Martín (1987), con un barlovento y sotavento bien diferenciados. Además se describe la zona de transición entre ambos lados del banco.

Pendiente Occidental

Se desarrolla en la plataforma oeste de 0 m a 60 m de profundidad, correspondiente al sotavento. Tiene tres zonas: a) el Anillo (ANI), b) la Transición al Sotavento (TS) y c) el Sotavento Profundo (ST). Jordán (1987) define dos de ellas: la somera a la que denomina como bancos de borde o marginales, y una más profunda, o zona de canales, en las que observa la laja calcárea erosionada por canales de arena, formando estructuras muy similares a macizos y canales pero de origen terrígeno.

a) Anillo. Se desarrolla en la cima de la pendiente occidental. Esta zona fue denominada como anillo, ya que delimita el final de la laguna arrecifal y el sotavento. Esta formado por una serie de bajos arrecifales constituidos en su mayoría por *Montastrea annularis* pero también de *Acropora palmata* y *Undaria tenuifolia* que constituyen el análogo a la Rompiente Arrecifal de la pendiente oriental, ya que ahí rompen las olas aunque con menos energía que en barlovento. La profundidad es de 3 a 4 m sobre el arenal, aunque algunos bajos llegan hasta la superficie del agua.

b) Transición al Sotavento. Constituye el final del anillo arenoso. Se asienta sobre un arenal de 5 m a 10 m de profundidad con macizos de coral de *Montastrea annularis* principalmente, aunque hay muchas otras especies, que llegan a 1 m o 2 m de la superficie del agua. Tiene amplios arenales que cruzan de un lado a otro del anillo y sobre los cuales se aprecian huellas de caracol rosado (*Strombus gigas*) que entran o salen de la Laguna.

c) Terraza Interior. Después de la Transición al Sotavento, se presenta una pendiente arenosa muy aguda, alcanzando los 60 grados de inclinación, en la que solo se observan esponjas masivas dispersas. Esta pendiente esta entre 10 m y 15 m de profundidad, termina en otro escalón sobre el que se desarrolla la siguiente subzona.

d) Cordillera Interior. Esta se desarrolla en un escalón entre 15 m a 18 m de profundidad. El arreglo de las estructuras arrecifales es justo sobre el borde del escalón no presentan alineación perpendicular al anillo como los macizos de la pendiente oriental, sino que las colonias se distribuyen paralelamente a este. La altura de las estructuras es de dos a tres metros con alta cobertura coralina.

e) Terraza Exterior. Constituye una segunda pendiente arenosa que separa la cordillera interior de la exterior, la inclinación no es tan aguda, apareciendo en algunas ocasiones como una terraza plana. Presenta colonias de corales gorgonáceos y esponjas, y algas. Esta terraza se extiende a 18 m de profundidad y en las áreas donde esta muy inclinada puede llegar a 25 m. La siguiente zona evidencia el cambio entre barlovento y el sotavento, ya que se observan sistemas de macizos y canales que corren paralelos al borde sur del banco, siguiendo la misma orientación que los macizos y canales presentes en la pendiente oriental.

f) Cordillera Exterior. Se establece justo en el borde del escalón anterior de igual manera que lo hace la cordillera interior; el desarrollo coralino es similar a esta subzona. La profundidad en esta zona es de 25 m a 35 m, y las estructuras coralinas se elevan entre uno y dos metros.

g) Sotavento Profundo. Constituye el borde del cantil de la pendiente occidental, se encuentra a una profundidad de 60 m en promedio. Los corales escleractinios no forman grandes estructuras, sino que solo se encuentran algunas colonias aisladas. Los corales gorgonáceos forman la comunidad biológica dominante junto con colonias de la esponja gigante *Xetospongia muta*. Es común también encontrar antipatarios en esta zona. El sedimento es muy fino, de consistencia limosa y cubre gran parte de la superficie de los organismos más pequeños.

Justo en el extremo sur del Banco Chinchorro, se encuentra la transición de la zona oriental (barlovento) a la zona occidental (sotavento). Aquí, se encuentra una rompiente arrecifal poco continua conformada por *Acropora palmata* de la cual se estima que 15% se encuentra viva. En seguida se presenta una terraza con sustrato arenoso en la que se presentan corales gorgonáceos y escleractinios a manera de cabezos grandes en parche; la profundidad en esta subzona es de 10 m a 15 m.

Laguna Arrecifal

Se desarrolla en el canal interior del anillo arrecifal del Banco Chinchorro. La profundidad de esta zona varía de 0.5 a 11 m; el sustrato es arenoso en su totalidad con algunos segmentos cubiertos de pastizales de *Thalassia testudinum* y arenales sobre los que dominan las algas de crecimiento erecto como *Penicillus* y *Rhipocephallus*. También presenta colonias de coral y esponjas agregadas y dispersas en forma de "parches". Eventualmente se encuentran bajos de *Montastrea annularis* y otras especies de 2 a 3 metros de altura, bajo los cuales es común encontrar langostas y tiburones gata. En su zona sur se desarrolla una cordillera coralina alargada que corre paralela al borde del anillo del banco, presentándose algunas ramas con orientación perpendicular al anillo; esta cordillera coralina presenta un buen desarrollo estructural, tiene una amplitud de 20 a 50 m y una extensión de varios kilómetros.

Tabla 2. Patrón de Zonación para los Arrecifes de Banco Chinchorro observado por Amigos de Sian Ka'an como resultado del estudio de caracterización realizado de 1997 a 1999

ZONA/SUBZONA		CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
Pendiente Occidental		
Sotavento Profundo.	SP	Constituye el borde del cantil de la pendiente occidental, con dominancia de corales gorgonáceos y la esponja gigante <i>Xestospongia muta</i> . Se encuentra a una profundidad mayor a 27 m hasta 60 m en promedio.
Cordillera Exterior	CE	Macizos coralinos de poca altura, esponjas masivas y tubulares dispersas. Corales como discos, corales gorgonáceos de profundidad. Sedimento muy fino. Caracol y antipatarios. Profundidad de 25 m a 27 m.
Terraza Exterior	TE	Arenal con colonias dispersas de corales gorgonáceos y esponjas. Profundidad de 18 m a 25 m.
Cordillera Interior	CI	Macizos coralinos dispersos de poca altura y anchos, dominados por gorgonáceos y esponjas incrustantes, vasiformes y tubulares. Corales como discos, <i>Agaricia lamarcki</i> , <i>A. grahamae</i> y antipatarios. Sedimento fino. Caracol. Profundidad de 15 m a 18 m.
Terraza Interior	TI	Cabezos coralinos aislados ordenados como macizos anchos. Canales de arena amplios con colonias aisladas de corales gorgonáceos y esponjas. Sedimento muy fino. Caracol. Profundidad de 10 m a 15 m.
Transición Sotavento	TS	Macizos dispersos del coral <i>Orbicella annularis</i> y <i>O. faveolata</i> con esponjas, algas y corales gorgonáceos. Sedimento fino con algas cianofitas. Profundidad de 5 m a 10 m.
Anillo	ANI	Delimitado por matrices del coral <i>Acropora palmata</i> con <i>Porites porites</i> en la cima y corales gorgonáceos en la base. Parches pequeños de coral <i>Acropora cervicornis</i> en la parte más somera. Profundidad de 0.5 m a 4 m.
Laguna Arrecifal		
Parches	PAR	Cabezos coralinos dispersos, parches de pastos marinos, algas, gorgonáceos y esponjas tubulares y rastreras. Profundidad de 1.5 m a 4 m.
Cordilleras coralinas	CC	Cabezos medianos de los corales <i>Orbicella annularis</i> y <i>Pseudodiploria clivosa</i> hacia la laguna arrecifal, <i>Acropora palmata</i> y <i>Acropora cervicornis</i> en la parte centro y <i>A. palmata</i> y <i>Undaria tenuifolia</i> hacia la rompiente. Especies de coral de los géneros <i>Porites</i> y <i>Millepora</i> ; algas, pedacera y arena media. Profundidad de 0.5 m a 11 m.
Cresta Arrecifal		
Arrecife Posterior	Po	Matriz calcárea de coral <i>Acropora palmata</i> e hidrocorales pétreos, crecimientos aislados de <i>A. palmata</i> . Colonias pequeñas de <i>Porites astreoides</i> y <i>Undaria tenuifolia</i> . Algas y pedacera gruesa. Profundidad de 0.5 m a 2 m.
Rompiente Arrecifal	Ro	Canales de arena y macizos calcáreos de coral <i>Acropora palmata</i> bien desarrollados, dominados por <i>Gorgonia flabellum</i> , <i>Millepora complanata</i> , <i>Porites astreoides</i> y <i>Undaria tenuifolia</i> ; o subzona poco desarrollada con laja calcárea, pedacera y algas cafés abundantes de los géneros <i>Sargassum</i> y <i>Turbinaria</i> . Profundidad de 0 m a 2 m.
Transición Barlovento	TB	Canales de arena amplios y macizos delgados e incipientes de 1 m a 2 m de altura, con corales gorgonáceos, algas y cabezos aislados de escleractinios. Colonias aisladas de <i>Acropora palmata</i> y <i>Orbicella annularis</i> hacia la transición barlovento y hacia la pendiente colonias de corales escleractinios pequeñas e incrustantes. Profundidad de 6 m a 12 m.
Arrecife Frontal		
Frontal Interior	FI	Canales de arena angostos con corales gorgonáceos y esponjas masivas. Macizos de coral gruesos de hasta 5 m de altura, con corales gorgonáceos, esponjas grandes y colonias de corales escleractinios pequeñas e incrustantes. Profundidad de 15 m a 24 m.
Frontal Exterior	FE	Parches de corales escleractinios, corales gorgonáceos de profundidad y esponjas masivas. Profundidad de 30 m a 40 m.
Frontal Profundo	FP	No hay sistema de canales y macizos de coral. Algas, colonias de corales escleractinios aisladas, gorgonáceos de profundidad, antipatarios y esponjas masivas. Profundidad de 40 m a 75 m.
Cantil	C	Colonias de corales escleractinios incrustantes (como discos), antipatarios, esponjas masivas y corales gorgonáceos de profundidad. Profundidad mayor a 70 m.

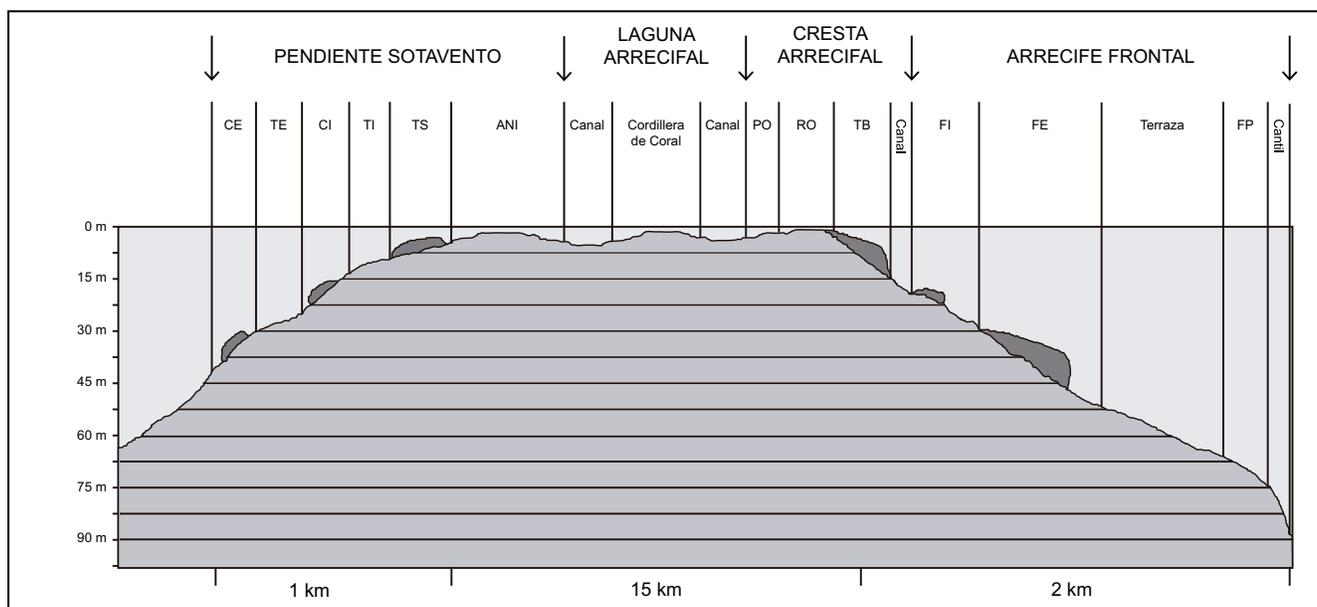


Figura 2. Representación del perfil arrecifal determinado para los Arrecifes de Banco Chinchorro por Amigos de Sian Ka'an como resultado del estudio de caracterización realizado de 1997 a 1999. Se presentan las zonas y subzonas arrecifales determinadas por la distribución y forma de crecimiento de los organismos arrecifales. Subzonas Arrecifales: CE=Cordillera Exterior, TE=Terraza Exterior, CI= Cordillera Interior, TI=Terraza Interior, TS=Transición Sotavento, ANI=Anillo, PO=Arrecife Posterior, RO=Rompiente Arrecifal, TB=Transición Barlovento, FI=Frontal Interior, FE=Frontal Exterior, FP=Frontal Profundo.

Cresta Arrecifal

Se desarrolla a lo largo de la pendiente oriental del banco. En esta zona la losa calcárea presenta su menor profundidad e incluso algunas áreas son expuestas con la bajamar. Es una zona con gran energía del oleaje y mucha turbulencia, compuesta de dos subzonas: a) El Arrecife Posterior (PO) y b) La Rompiente Arrecifal (RO)

a) Arrecife Posterior. Esta subzona se establece sobre una larga franja arenosa de entre 100 a 300 m de amplitud aproximadamente y una profundidad que va de 1 m a 2 m. El Arrecife Posterior es claramente distinguible por el color verde agua que le dan la poca profundidad y la escasa cobertura biológica. En esta subzona se pueden distinguir tres asociaciones: cerca del Rompiente arrecifal dominan los parches de coral *Undaria agaricites*; poco mas alejado existen asociaciones de coral *Acropora palmata* y *A. cervicornis* y finalmente alejado de la rompiente se presentan bajos de coral *Orbicella annularis*. En las localidades en las que se encuentran barcos encallados, el óxido ha formado una larga mancha sobre el sustrato que evidentemente ha afectado a las comunidades arrecifales de la zona. Ocasionalmente se encuentran manchas de color verde oscuro que constituyen grandes agregados del alga café *Lobophora variegata*.

b) Rompiente Arrecifal. Una zona arrecifal bien desarrollada a lo largo de toda la costa oriental del Banco Chinchorro. En la parte sur, la rompiente no constituye una barrera continua, sino que esta constituida por un sistema similar a pequeños macizos y canales formados por una trama de coral *Acropora palmata* y que están cubiertos por coral de *Millepora complanata* o *Undaria tenuifolia*, con algunas colonias de coral *Porites astreoides*. Los pequeños canales

conducen hacia la pendiente oriental. Algunos canales son lo suficientemente amplios como para permitir la circulación de una embarcación pequeña en condiciones de bonanza o "calma del oleaje".

Pendiente Oriental

La pendiente oriental de Banco Chinchorro se desarrolla entre 15 m y 100 m de profundidad. La característica de esta zona es la presencia de dos o tres franjas paralelas al borde del banco de "sistemas de macizos y canales" integrados de acumulaciones de esqueletos de coral llamadas "macizos" que forman elevaciones de la losa calcárea, dejando espacios entre ellos, donde se depositan sedimentos, a los que se denominan "canales" (Goreau y Goreau, 1973). Esto es similar a lo que se observa en el arrecife bordeante de la costa de Quintana Roo. Esta zona se compone de tres subzonas: a) La Transición Barlovento (TB) y un arrecife frontal subdividido en b) Arrecife Frontal Interior (AFI) y c) Arrecife Frontal Exterior (AFE).

a) Transición al Barlovento. Constituye la subzona mejor desarrollada del barlovento de Chinchorro, con un sistema de macizos y canales bien desarrollado. Los macizos se desarrollan inmediatamente después de la Rompiente arrecifal y se extienden por unos 100 m; tienen una altura de hasta 6 m y están formados por una antigua trama de *Acropora palmata* que se observa desde la base. Los canales tienen una amplitud de 1.5 a 2 m cubiertos por pedacera de mediana a gruesa sobre la arena. Los macizos mas cercanos a la rompiente arrecifal presenta una alta dominancia de *Millepora complanata*, mientras que los que están un poco mas alejados presentan dominancia de *Undaria tenuifolia* con algunas colonias de *Porites porites* y *Porites astreoides*.

b) Arrecife Frontal Interior. Se desarrolla entre los 15 m y 24 m de profundidad. En algunos sitios presenta pseudomacizos formados por roca calcárea de no más de 1 m de altura, cubiertos por algas, corales gorgonáceos y machones coralinos de poca altura; pero también llega a presentar sistema de macizos y canales bien o muy desarrollados entre 3 y 5 m de altura sobre el sustrato.

c) Arrecife Frontal Exterior. Se desarrolla entre 30 m a 40 m de profundidad y presenta en general macizos de bajo relieve, con dominancia de algas; además se observan grandes colonias de corales gorgonáceos y pequeñas de corales escleractinios. En ciertas localidades se presenta *Orbicella annularis* en forma de platos o repisas. Este desarrollo en la zona profunda representa un nuevo reporte ya que otros investigadores solo reportan macizos de bajo relieve (Jordán, 1987). Existe un canal de arena que separa ambas subzonas del Arrecife Frontal, el cual presenta esponjas y gorgonáceos aislados.

d) Arrecife Frontal Profundo. Las prospecciones con el Phantom HD2 dejaron explorar las zonas profundas entre los 40 m y 75 m. En esta zona se aprecia una extensa llanura con una leve inclinación hacia el barlovento, la cual esta cubierta por una exuberante comunidad bentónica que

forma un tapete de bajo relieve. Sobre este hay corales gorgonáceos de profundidad, esponjas y colonias de coral negro en menor abundancia; existen colonias de corales escleractinios de pequeño y mediano tamaño.

Descripción de las Regiones Arrecifales

En los 100 Km. de perímetro del anillo arrecifal de Banco Chinchorro se encontraron estructuras arrecifales del tipo macizos y canales en la pendiente oriental, la presencia de 1 a 2 cordilleras coralinas en la pendiente occidental y crecimientos coralinos en la laguna arrecifal en distintos grados de desarrollo. Estas variaciones fueron utilizadas para definir 17 regiones identificadas con número romanos de la XXXIV a la L, en las pendientes del anillo arrecifal y la laguna arrecifal (Tabla 3, Figura 3), además de considerar la asociación de especies y cobertura de corales escleractinios y el relieve topográfico de los macizos coralinos. Estas constituyen la continuación del sistema de regionalización que se inició en los arrecifes de la costa del estado de Quintana Roo e Isla Cozumel en los trabajos anteriores del proyecto “Caracterización de Arrecifes de Coral de Quintana Roo” de Amigos de Sian Ka’an (Gutiérrez *et al.*, 1993, 1995, 2005; García *et al.*, 1996; Loreto y García, 1996; Loreto and Schmitter-Soto, 2003).

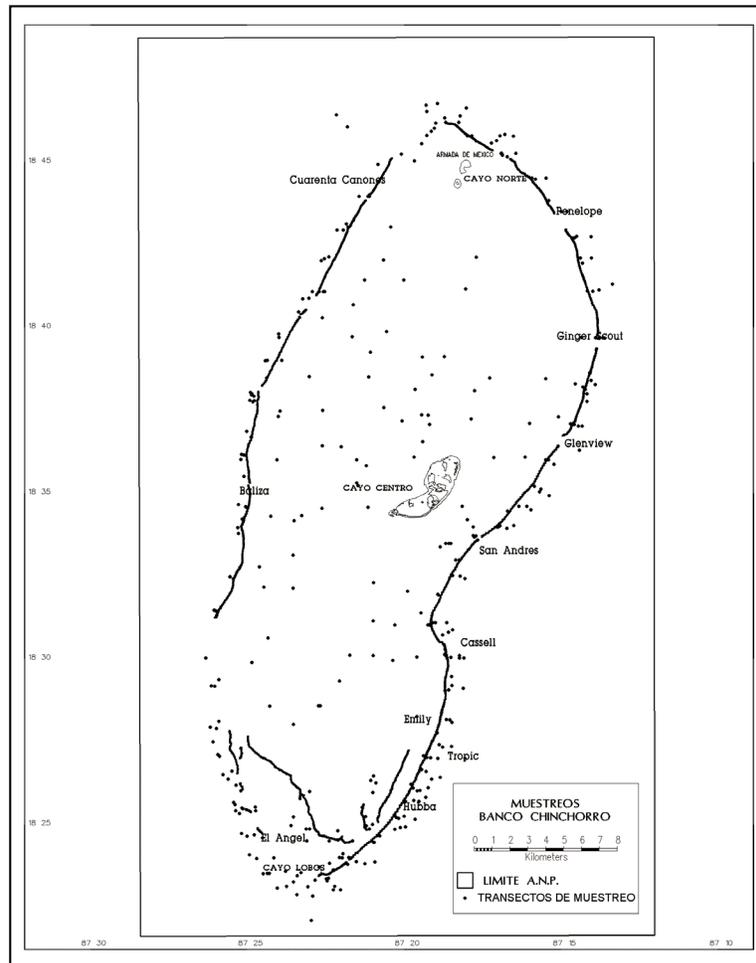


Figura 3. Ubicación de los sitios de muestreo revisados por Amigos de Sian Ka’an en Banco Chinchorro

Tabla 3. Límites de las diez y siete Regiones Arrecifales determinadas por Amigos de Sian Ka'an para los arrecifes de Banco Chinchorro de acuerdo al grado de desarrollo del arrecife. Se presentan los límites de las regiones en las que se dividieron las pendientes y laguna arrecifal de Banco Chinchorro, con las características relevantes y prioridad de conservación para cada una. 1=Alta, 2=Media, 3=Baja

Zona	Región	Limite	Características	Prioridad de conservación
Pendiente Occidental	XXXIV	18°24'00.00" N 87°24'00.00" W	Dos pendientes con macizos coralinos.	1
	XLI	18°40'30.00" N	Una pendiente con macizos coralinos.	2
Laguna Arrecifal	XLII	18°34'00.00" N	Dos pendientes con macizos coralinos. Bancos de coral negro.	1
	XLIII	18°28'00.00" N	Una pendiente con macizos coralinos.	3
	XLIV	18°28'00.00" N punta sur	Macizos continuos de <i>Orbicella annularis</i> y <i>Orbicella faveolata</i> , gran cobertura coralina.	1
	XLV	18°34'00.00" N 87°23'-87°18' W centro-sur hacia pendiente oriental	Macizos interrumpidos de <i>Orbicella annularis</i> con baja cobertura coralina y gran cobertura de algas cafés.	2
	XLVI	18°40'00.00" N 87°20'-87°14' W centro-norte hacia pendiente oriental	Arenal con crecimientos dispersos de corales gorgonáceos.	3
	XLVII	18°45'00.00" N 87°18'-87°14' W norte hacia pendiente oriental	Arenal.	3
	XLVIII	Centro	Cabezos coralinos dispersos hasta 8 m. de profundidad.	3
	XLIX	18°41'00.00" N 87°24'-87°18' W norte hacia pendiente occidental	Cabezos coralinos dispersos hasta 3 m. de profundidad.	2
	L	18°28'00.00" N 87°26'-87°22' W centro hacia pendiente occidental	Crecimientos aislados de corales gorgonáceos y esponjas tubulares y rastreras.	3
	Pendiente Oriental	XXXV	18°25'00.00" N	Macizos coralinos altos (5 m. de altura). Matrices de <i>Acropora palmata</i> en la rompiente arrecifal y de <i>Acropora</i> <i>cervicornis</i> y <i>Acropora</i> prolifera hacia el arrecife posterior.
XXXVI		18°30'00.00" N	Macizos coralinos medianos (3 m. de altura).	2
XXXVII		18°37'00.00" N	Macizos coralinos bajos (1 m. de altura).	3
XXXVIII		18°43'00.00" N	Macizos coralinos medianos (3 m. de altura).	3
XXXIX		18°45'30.00" N	Macizos coralinos sobre pendiente y terraza.	2
XL		18°45'00.00" N 87°22'00.00" W	Macizos coralinos altos (5 m. de altura). Crecimientos aislados de <i>Acropora palmata</i> en los "bajos".	2

PENDIENTE OCCIDENTAL

• REGIONES XXXIV, XLI, XLII, XLIII

La región XXXIV esta localizada en la parte sur de la pendiente occidental (18°24'00.00"N, 87°24'00.00"W) frente al lado oeste de Cayo Lobos. Presenta dos terrazas y dos pendientes con macizos coralinos. El Anillo arrecifal y la Transición al Sotavento tienen formaciones coralinas muy desarrolladas con una alta cobertura coralina; el Anillo arrecifal es discontinuo hacia la parte sur de la región.

La Transición Sotavento presenta macizos coralinos compuestos principalmente por *Acropora palmata* y *Undaria tenuifolia* en buena condición que se desarrollan a una profundidad de 12 m y tienen unos 5 m de altura sobre el fondo marino. La Terraza Interior es muy amplia con macizos coralinos dispersos y amplios canales de arena. La Cordillera Interior desarrolla macizos coralinos poco altos y muy anchos dominados por corales gorgonáceos y esponjas. La Terraza Exterior se desarrolla a 30 m de profundidad, presenta amplios canales de arena con corales gorgonáceos y algunas esponjas masivas.

La Cordillera Exterior empieza a los 35 m de profundidad, esta bien desarrollada en su estructura con numerosas colonias de coral de las especies *Agaricia lamarcki*, *A. grahamae*, *A. undata* y *Mycetophillia ferox*, con colonias de antipatarios.

La región XLI esta localizada en la parte norte de la pendiente occidental (18°40'30.00"N) frente al lado oeste de Cayo Norte. Presenta una pendiente con macizos coralinos. El Anillo arrecifal es casi continuo pero poco desarrollado y con baja cobertura coralina aunque presenta colonias de *A. palmata*. La Transición Sotavento esta muy desarrollada y tiene alta cobertura coralina, con macizos de *Orbicella annularia* y *O. franksi*. La Pendiente tiene un buen desarrollo arrecifal donde son comunes las colonias de coral de *Montastraea cavernosa*. La Terraza Interior es poco definida pero también presenta colonias de coral de los géneros *Orbicella* y *Montastraea*.

La región XLII se ubica en la parte centro norte de la pendiente occidental (18°34'00.00"N) frente al lado oeste de Cayo Centro. Presenta dos cordilleras con macizos coralinos y bancos de antipatarios. Todas las subzonas de la pendiente estan muy desarrolladas en su estructura y con media a alta cobertura coralina. La Transición Sotavento presenta cabezos coralinos dispersos de 0.5 a 3 m de altura compuestos de *O. annularis* y *O. faveolata* y en los bordes abundancia de *Millepora complanata*, *Porites porites*, *M. cavernosa*, *Pseudodiploria clivosa* y *P. strigosa*. La Terraza Interior es muy estrecha y poco desarrollada. Las Cordilleras Interior y Exterior estan muy desarrolladas con formaciones coralinas de hasta 5 m de altura, son comunes las colonias de coral de los generos *Undaria* y *Orbicella*.

La región XLIII esta determinada en la parte centro sur de la pendiente occidental (18°28'00.00"N). Presenta una pendiente con macizos coralinos. El Anillo arrecifal esta poco desarrollado. El desarrollo coralino se encuentra principalmente en la Pendiente donde son comunes las colonias de coral de la especie *O. faveolata*.

PENDIENTE ORIENTAL

• REGIONES XXXV a XL

La región XXXV se ubica hacia el extremo sur de la pendiente oriental (18°25'00.00" N), frente a Cayo Lobos, en la zona donde estan los pecios del Far Star y el Hubba. Las subzonas someras esta bien desarrolladas estructuralmente con alta cobertura coralina, pero se estima que la zona fue muy afectada por el naufragio del Hubba debido a que se observan pedazos de barco dispersos que rompieron stands de *A. palmata*, sobre la que hay crecimiento del coral *Millepora complanata*. En el Arrecife Posterior se encuentran algunos cabezos de coral medianos de *O. annularis* y *P. clivosa*. La Rompiente Arrecifal se compone de matrices casi continuas con las tres especies de *Acropora* reportadas para el Caribe en México, *A. palmata*, *A. cervicornis* y *A. prolifera*, para las cuales se estimó 10% de cobertura viva y se observó un cementerio de *A. palmata*; se registraron pequeñas colonias de *Porites astreoides* y *Undaria tenuifolia*.

Hacia el Arrecife Posterior se encuentran grandes stand de *A. cervicornis*, *P. clivosa* y *P. astreoides*. La Transición Barlovento tiene macizos coralinos con mas de 10 m de altura que en la base presentan colonias muertas de *A. palmata* y en la cima colonias de coral vivo de las especies *U. tenuifolia*, *P. porites*, *A. palmata* y *M. complanata* que prevalecen hacia la rompiente. El Arrecife Frontal esta bien desarrollado con macizos de hasta 5 m de altura compuestos de corales escleractineos y gorgonáceos, y esponjas. El Frontal Profundo inicia a los 50 m de profundidad y se compone principalmente de corales gorgonáceos de profundidad y algunas colonias de corales escleractineos dispersas.

La región XXXVI se ubica hacia la parte centro sur de la pendiente oriental (18°30'00.00"N), por la zona donde estan los pecios Tropic y Emily. Presenta macizos coralinos medianos 3 m de altura. El Arrecife Posterior esta muy desarrollado, con macizos coralinos de *O. faveolata* de mas de 2 m de altura. La Rompiente Arrecifal junto al pecio Tropic se compone de matrices calcáreas de *A. palmata* cubiertas de *U. tenuifolia*, *M. complanata* y abundantes colonias de *P. astreoides*. Refugio de langostas. La Transición Barlovento esta muy bien desarrollada, con macizos coralinos de aproximadamente 6 m de alto, con colonias de coral de *M. complanata*, *P. astreoides*, *A. tenuifolia*, *O. annularis* y *Gorgonia flabellum*. Es común que la esponja perforante *Cliona* cubra la matriz calcárea. En los canales de arena numerosas colonias de corales gorgonaceos de *P. flexuosa* y *P. americana*. El Arrecife Frontal Interior presenta un sistema de macizos y canales bien desarrollado con cabezos de coral aislados de *O. annularis*, *U. tenuifolia*, *P. strigosa* y *P. clivosa*, y numerosas colonias de corales gorgonaceos en los canales de arena donde domina *P. americana*. El Arrecife Frontal Exterior tiene macizos coralinos poco desarrollados, de 1 m de altura en promedio, se desarrolla a 40 m de profundidad. Hacia la parte profunda se presenta una terraza con abundancia de corales gorgonáceos y esponjas masivas entre 45 m y 50 m de profundidad, antes de la pendiente del Frontal Profundo que cae a 60-70 m de profundidad donde se encuentra el borde del cantil.

La región XXXVII se ubica en la parte centro de la pendiente oriental (18°37'00.00" N), frente al lado este de Cayo Centro, en el área se localizan los pecios Cassell y San Andrés. Hay buen desarrollo estructural en el Arrecife Posterior y la Rompiente Arrecifal, en la Transición Barlovento el desarrollo es mejor y el Arrecife Frontal presenta macizos coralinos poco desarrollados de 1 m de altura en promedio.

La región XXXVIII se ubica en la parte norte de la pendiente oriental (18°43'00.00"N), en la zona se encuentran los pecios Glenview y Ginger Scout. Presenta macizos coralinos poco (1 m de altura) o bien desarrollados (3 m de altura), siendo el Arrecife Frontal Profundo una zona con características excepcionales debido a su buen desarrollo estructural. La región XXXIX se determino en la parte norte de la pendiente oriental (18°45'30.00"N), en la zona se encuentra el pecio Penelope. En general, la región esta poco desarrollada, excepto en el Arrecife Frontal Exterior.

La región XL esta determinada en la punta norte de Banco Chinchorro (18°45'00.00"N- 87°22'00.00"W), frente esta el Cayo Norte y en la zona esta el pecio El Caldero. El Arrecife Posterior presenta crecimientos aislados del coral *Acropora palmata* que llegan a la superficie del agua formando los "bajos". La Rompiente Arrecifal y la Transición Barlovento tienen un desarrollo incipiente con abundancia de corales gorgonáceos. El Arrecife Frontal Interior están bien desarrollados (3 m de altura), pero el Arrecife Frontal Exterior tiene macizos coralinos más altos (5 m de altura) con una cobertura de coral de 15% a 35%, por lo que se considero una zona excepcional.

LAGUNA ARRECIFAL

- REGIONES XLIV a L

Las regiones XLVI (18°40'00.00"N-87°20'-87°14'W), XLVIII y L (18°28'00.00"N- 87°26'-87°22'W) se ubican hacia la parte centro de la Laguna Arrecifal. En general su desarrollo estructural es bajo ya que se componen de jardines de corales gorgonáceos de especies como *P. dichotoma*, *P. americana* y *P. flexuosa*; colonias dispersas de corales escleractineos de *P. porites*, *P. clivosa*, *S. Siderea* y *D. stokesi*; también pastizales marinos compuestos de *Syringodium filiforme* y *Thalassia testudinum*. Mientras que la región XLVII es prácticamente un extenso arenal.

Las regiones XLIV y XLIX son las mejor desarrolladas en la Laguna Arrecifal. La región XLIV es la más destacada por su desarrollo estructural y cobertura de coral vivo; se ubica en la parte sur cerca del Cayo Lobos, entre 6 m y 7 m de profundidad; se compone de una extensa cordillera coralina de 4 m a 6 m de altura, compuesta de las tres especies del género *Orbicella*. Con colonias de coral de especies de profundidad en lugares crípticos, como *Mycetophyllia lamarckiana* y *M. danaana*.

Descripción de grupos biológicos

Con los registros obtenidos de las tres campañas de caracterización arrecifal de Banco Chinchorro se estimó la riqueza de especies, abundancia y diversidad de macroalgas, corales escleractinios y gorgonáceos, y peces. En colaboración con el Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Puerto Morelos se obtuvo registro de las especies de antipatarios presentes.

El inventario total de especies arrecifales para Banco Chinchorro resultó en 356 especies. De estas, 114 son macroalgas, 2 pastos marinos, 51 corales escleractinios, 2 hidrocorales, 45 corales gorgonáceos, 136 peces arrecifales y 6 antipatarios. De acuerdo con los trabajos realizados anteriormente en Banco Chinchorro (Chávez *et al.* 1985; Garduño, 1988 y Jordan y Martin, 1987) estos resultados incrementan el inventario de especies de corales escleractinios, corales gorgonáceos y peces; y se tienen los primeros estudios sobre la composición de los bancos de coral negro y las comunidades de algas.

MACROALGAS

La vegetación marina está compuesta por dos grupos de plantas, los pastos marinos que son plantas vasculares que se desarrollan en ambientes marinos y las algas. La vegetación marina cumple con el importante papel ecológico de proveer de alimento, oxígeno y hábitat a varias especies de animales arrecifales como peces, moluscos, crustáceos y equinodermos (Littler *et al.*, 1989; Littler y Arnold, 1990). La estructura de las comunidades de la vegetación marina se determina básicamente por dos tipos de interacciones bióticas: la herbivoría y la competencia por el sustrato con otros organismos sésiles (Huston, 1985); mientras que la estacionalidad es un factor que interviene en la determinación de la composición específica. Sin embargo, se sabe que las comunidades algales de los arrecifes del Caribe en general, guardan un patrón de riqueza específica independientemente de los factores antes mencionados. En el área del Caribe las algas verdes son uno de los componentes más importantes, seguidas de las algas rojas y las algas cafés, que son las menos representadas, principalmente en las zonas someras. (León, 1980; Dawes, 1986).

En Banco Chinchorro se registraron 116 especies constituyendo la vegetación marina, de las cuales 106 son algas y 2 son pastos marinos. Del total de especies de algas 44 son Chlorophytas o algas verdes, 23 son Phaeophytas o algas cafés, 38 son Rhodophytas o algas rojas y 1 especie corresponde al grupo de las algas Cyanophytas o verde azules. Mas 2 tipos de asociaciones de cianofitas (cianofitas, turf), 1 asociación de feofitas (*Dictyota/Lobophora*), 1 asociación de rodofitas y 4 algas rojas calcáreas no identificadas a especie (Anexo 1a).

En las subzonas más someras de ambos lados de Banco Chinchorro las algas del género *Dictyota* son abundantes o dominantes, particularmente en la Rompiente Arrecifal, el Arrecife Posterior, el Anillo y la Transición Sotavento; en el Arrecife Posterior se presenta una alta presencia del alga perforante *Porolithon pachydermum*, sobre exoesqueletos de *Acropora palmata* y *Undaria agaricites*. En la Laguna Arrecifal el género *Turbinaria* es el dominante.

En las zonas profundas como la Transición Barlovento, el Arrecife Frontal y el Sotavento Profundo, domina ampliamente *Lobophora variegata* en su forma incrustante, con algunas especies consideradas como abundantes como es el caso de *Halimeda tuna* e *Hydrolithon boergesenii* en la Transición al Barlovento, *Sargassum hystrix*, en el Frontal Exterior, y nuevamente *Halimeda tuna* en el Sotavento Profundo, donde aparece como dominante compartiendo la categoría con *L. variegata*.

La riqueza de especies de macroalgas por zona arrecifal en cada región tuvo valores entre 8 y 73 especies.

Tabla 4. Parámetros de la comunidad de macroalgas en Banco Chinchorro. Se presentan los valores estimados de riqueza de especies, porcentaje de cobertura y diversidad (Shanon-Wiener) por zona y región arrecifal

REGIONES	ZONA ARRECIFAL	ESPECIES	COBERTURA %	DIVERSIDAD
XXXIV	Anillo	30	34.17	1.92
	Transición Sotavento	40	31.04	2.27
	Terraza Interior	26	34.77	1.79
	Cordillera Interior	25	43.94	2.16
	Terraza Exterior	8	27.67	1.81
	Cordillera Exterior	17	24.57	1.98
XXXV	Posterior	25	24.33	1.8
	Rompiente	28	13.55	1.86
	Transición Barlovento	24	15.43	2.34
	Frontal Interior	18	20.40	0.93
XXXVI	Frontal Exterior	16	30.70	0.85
	Posterior	27	15.91	2.69
	Rompiente	33	29.96	2.48
	Transición Barlovento	35	20.33	2.67
XXXVII	Frontal Interior	32	37.80	2.01
	Frontal Exterior	21	38.90	1.9
	Posterior	21	15.53	2.43
	Rompiente	38	35.04	2.52
	Transición Barlovento	54	38.14	3.2
XXXVIII	Frontal Interior	52	43.30	3.16
	Frontal Exterior	39	44.70	2.52
	Posterior	31	42.33	2.33
	Rompiente	42	30.16	3.02
	Transición Barlovento	43	35.28	2.95
XXXIX	Frontal Interior	39	26.60	2.6
	Frontal Exterior	29	26.50	2.18
	Posterior	26	21.67	2.41
	Rompiente	32	31.81	2.9
	Transición Barlovento	38	32.07	2.96
XL	Frontal Interior	26	13.86	2.58
	Frontal Exterior	29	23.82	2.34
	Posterior	22	51.75	2.6
	Rompiente	22	33.32	2.52
	Transición Barlovento	52	80.17	2.52
XLI	Frontal Interior	33	33.91	2.4
	Frontal Exterior	34	62.06	1.8
	Anillo	46	42.13	2.77
	Transición Sotavento	29	22.30	2.18
XLII	Terraza Interior	25	23.67	1.8
	Pendiente	17	25.17	1.64
	Anillo	30	17.17	2.4
	Transición Sotavento	28	17.83	2.66
	Terraza Interior	10	15.56	1.14
XLIII	Cordillera Interior	16	27.29	1.62
	Cordillera Exterior	18	16.39	1.71
	Anillo	36	30.88	2.83
	Transición Sotavento	32	32.39	2.83
	Terraza Interior	32	29.72	2.78
XLIV	Pendiente	23	35.74	2.31
	Laguna Arrecifal	53	36.48	2.63
	Laguna Arrecifal	56	45.36	2.94
XLV	Laguna Arrecifal	44	57.40	2.78
XLVI	Laguna Arrecifal	70	47.64	3.26
XLVII	Laguna Arrecifal	54	38.26	3.22
XLVIII	Laguna Arrecifal	73	38.12	3.24

El menor número de especies de macroalgas se registró en la Terraza Exterior de la región XXXIV, con 8 especies, y en la Terraza Interior de la región XLII con 10 especies. El mayor número de especies de macroalgas fue registrado en la Laguna Arrecifal con 73 especies en la región L y 70 especies en la región XLVIII (Tabla 4).

La cobertura de macroalgas por zona arrecifal en cada región tuvo valores entre 13% y 80%. Los valores más bajos de cobertura se registraron en la Rompiente Arrecifal de la región XXXV con 13.55% y en el Arrecife Frontal Interior de la región XXXIX con 13.86%. Porcentajes de cobertura de algas más altos fueron estimados en el región XL, en la Transición Barlovento con 80.17% y el Arrecife Frontal Exterior con 62.06% y en la Laguna Arrecifal de la región XLVI con 57.40 % (Tabla 4).

En la Laguna Arrecifal la cobertura de macroalgas estimada tiene valores entre porcentaje entre 36.48% (región XLIV) y 57.40% (región XLVI). En el Arrecife Posterior entre 15.53% (región XXXVII) y 42.33% (región XXXVIII). Para la Rompiente Arrecifal se estimó 13.55% (región XXXV) y 35.04% (región XXXVII) y la Transición Barlovento entre 15.43% (región XXXV) y 80.17% (región XL). En las subzonas de la Pendiente Occidental, la cobertura de algas se estimó entre 17.17% (región XLII) y 42.13% (región XLI) para el Anillo arrecifal. En la Transición Sotavento entre 17.83% (región XLII) y 32.39% (región XLIII); con la tendencia a ser menor en las subzonas de más profundidad y con dominancia de especies de algas verdes del género *Halimeda*.

Entre las especies de macroalgas que contribuyen con mayor cobertura de tejido vivo están *Lobophora variegata*, *Halimeda tuna*, *Dictyota* sp., *Turbinaria tricostrata*, *Dictyota bartayresii*, *Sargassum histrix*, *Stypopodium zonale*, *Halimeda opuntia*, *Turbinaria turbinata* y *Porolithon pachydermum*.

CORALES ESCLERACTINIOS E HIDROCORALES

Los corales duros o pétreos son los principales constructores del arrecife debido a que sus esqueletos forman un almacén rígido de carbonato de calcio sobre el sustrato. Estas estructuras constituyen diferentes hábitats utilizados como refugio por otros organismos arrecifales como caracoles, langostas, cangrejos, estrellas de mar, babosas y peces, entre otros. Sin embargo, la contaminación y los daños físicos causados por el transporte de sedimentos durante tormentas y huracanes, y al ser pisados o tocados por buceadores, debilitan la tenue capa de tejido vivo, haciéndolos más susceptibles a plagas y enfermedades, como la banda negra y a eventos de blanqueamiento de coral.

En Banco Chinchorro se registraron 51 especies de corales escleractinios y 2 de hidrocorales (Anexo 1b). Del total de especies registradas 26 forman parte de los principales constructores arrecifales, perteneciendo a los géneros *Acropora*, *Undaria*, *Diploria*, *Pseudodiploria*, *Montastrea*, *Orbicella*, *Porites* y *Siderastrea*. Su contribución en cuanto a cobertura de tejido vivo, es mayor en la transición sotavento y en las cordilleras coralinas que se encuentran en la laguna arrecifal.

Las subzonas con mayor número de especies de corales escleractineos e hidrocorales fueron la Laguna Arrecifal con 47 especies y el Arrecife Frontal Exterior con 46, incluyendo las que no se encontraron en los transectos. La subzonas con menor riqueza específica fueron la Rompiente Arrecifal y el Arrecife Posterior con 21 y 30 especies respectivamente. En la Pendiente Occidental, en la subzona del Transición Sotavento fueron registradas 43 especies y en el Anillo 25 especies.

La especie *Orbicella annularis* destaca por su abundancia en la mayoría de las subzonas arrecifales, a excepción de la rompiente arrecifal donde son más abundantes las especies *Acropora palmata* y *Millepora complanata*, que se presentan a manera de pequeños macizos coralinos a través de los cuales se encuentran canales que interconectan el Arrecife Posterior con la Transición Barlovento. En el Arrecife Posterior además de *O. annularis* domina *A. palmata*, la cual forma stands no muy altos y amplios, pero en buenas condiciones, mientras que *Acropora cervicornis* se presenta como abundante, con stands pequeños pero más o menos continuos a profundidades promedio de 1 m a 1.5 m. La Transición Barlovento presentan una mayor abundancia de las especies *Porites astreoides* y *Undaria tenuifolia*, donde *Porites astreoides* se presenta a manera de colonias incrustantes dispersas sobre los esqueletos calcáreos de las especies *Acropora palmata* o *U. tenuifolia*. En el Frontal Interior no domina ningún especie en particular, sin embargo cuatro especies fueron abundantes: *U. agaricites*, *U. tenuifolia*, *O. annularis* y *Millepora alcicornis*, todas ellas en pequeñas colonias poco masivas pero que se encontraban frecuentemente. En el Frontal exterior solo domina *O. Annularis*, aunque *U. agaricites* y *M. cavernosa* son abundantes.

En la Pendiente Occidental, *A. palmata* se definió como dominante en el Anillo, con densos stands que presentan una porción muerta y otra aun viva; además *O. annularis* se consideró como abundante. En la Transición al Sotavento y el Sotavento Profundo domina *O. annularis*, con abundancia del género *Undaria* en ambas subzonas, y *Montastrea cavernosa* en el Sotavento Profundo.

En la totalidad de los muestres realizados en todas las subzonas arrecifales se registraron algunas especies raras con respecto a su cobertura como *Dendrogyra cylindrus*, *Agaricia grahamae*, *Porites branneri*, *Colpophyllia breviserialis*, *Scolymia lacera*, *Solenastrea hyades* y *Madracis mirabilis*.

Aún en zonas someras se observaron especies como *Undaria humilis* y *Agaricia undata* que son más comunes en zonas profundas, a más de 25 m de profundidad (Humman, 1993). En las zonas someras como la cordillera de la Laguna Arrecifal (a 10 m de profundidad) fueron registradas especies del género *Mycetophyllia* que al no requerir de mucha luz para su crecimiento suelen ser más frecuentes en las partes profundas. En la Laguna Arrecifal de Banco Chinchorro se dan ambientes crípticos entre las cavidades y bajo el techo de algunas estructuras coralinas que permiten las condiciones para la presencia de estas especies.

Tabla 5. Parámetros de la comunidad de corales escleractineos e hidrocorales en Banco Chinchorro. Se presentan los valores estimados de riqueza de especies, porcentaje de cobertura y diversidad (Shanon-Wiener) por zona y región arrecifal

REGIONES	ZONA ARRECIFAL	ESPECIES	COBERTURA %	DIVERSIDAD	REGIONES	ZONA ARRECIFAL	ESPECIES	COBERTURA %	DIVERSIDAD	
XXXIV	Anillo	18	49.67	1.95	XL	Frontal Exterior	21	26.00	2.43	
	Transición	32	42.72	2.64		Posterior	7	35.25	1.56	
	Sotavento					Rompiente	5	30.58	1.23	
	Terraza Interior	25	30.53	2.59		Transición Barlovento	14	18.83	1.8	
	Cordillera Interior	25	43.56	2.16		Frontal Interior	26	22.03	2.59	
	Terraza Exterior	18	41.83	2.19		Frontal Exterior	30	19.83	2.75	
	Cordillera Exterior	29	33.93	2.28		XLI	Anillo	15	33.92	1.47
	Posterior	16	30.67	1.76			Transición Sotavento	23	51.21	2.28
	Rompiente	13	34.48	1.74			Terraza Interior	29	46.50	2.67
	XXXV	Transición Barlovento	23	50.90		2.25	XLII	Pendiente	29	25.90
Frontal Interior		18	25.92	2.41	Anillo	15		16.94	1.99	
Frontal Exterior		26	40.33	2.62	Transición Sotavento	27		39.64	2.33	
Posterior		11	33.48	1.47	Terraza Interior	25		45.28	2.44	
Rompiente		13	30.29	1.65	Cordillera Interior	17		31.00	2.41	
XXXVI	Transición Barlovento	18	48.28	1.82	XLIII	Cordillera Exterior	28	21.04	2.61	
	Frontal Interior	28	32.59	2.71		Anillo	20	26.93	2.25	
	Frontal Exterior	35	34.10	2.64		Transición Sotavento	21	52.67	1.91	
	Posterior	12	27.47	1.8		Terraza Interior	20	29.93	1.86	
	Rompiente	12	19.05	1.54		Pendiente	25	28.50	2.51	
XXXVII	Transición Barlovento	23	30.56	2.05	XLIV	Laguna Arrecifal	39	45.03	2.03	
	Frontal Interior	33	22.43	2.78		XLV	Laguna Arrecifal	34	32.82	1.99
	Frontal Exterior	33	21.58	2.78			XLVI	Laguna Arrecifal	19	18.11
	Posterior	20	20.58	2.29		XLVIII		Laguna Arrecifal	36	26.44
	Rompiente	7	40.57	0.79			XLIX	Laguna Arrecifal	25	20.08
XXXVIII	Transición Barlovento	21	20.94	1.74	L	Laguna Arrecifal		36	26.13	2.54
	Frontal Interior	25	17.50	2.69						
	Frontal Exterior	36	24.94	2.84						
	Posterior	4	21.67	0.83						
	Rompiente	8	14.83	1.27						
XXXIX	Transición Barlovento	23	14.46	2.67						
	Frontal Interior	13	11.33	2.11						

La riqueza de especies de corales escleractineos e hidrocorales por zona arrecifal en cada región tuvo valores entre 4 y 39 especies.

El menor número de especies tiende a encontrarse en las subzonas Arrecife Posterior y Rompiente Arrecifal por la dominancia de algunas especies como *Porites astreoides*, *Undaria tenuifolia* y *Millepora* spp; en el Arrecife Posterior de la región XXXIX se registraron 4 especies y en la Rompiente Arrecifal de la región XL fueron 5 especies.

Un mayor número de especies tiende a registrarse en las cordilleras coralinas de la Laguna Arrecifal; con 39 especies en la región XLIV, 36 especies en las regiones XLVIII y L, y 34 especies en la región XLV (Tabla 5).

Las cobertura de tejido vivo de coral estimada tiene su valor mas bajo en el Arrecife Frontal Interior de la región XXXIX con 11.33%; y los valores mas altos en la Transición Sotavento de las regiones XLIII con 52.67% y XLI con 51.21%; en la Transición Barlovento de las regiones XXXV con 50.90% y XXXVI con 48.28%; y en la zona del Anillo de la región XXXIV con 49.67%.

La Laguna Arrecifal presentó una cobertura coralina sobre la extensa cordillera de 18.11% (región XLVI) a 45.03% (región XLIV) de tejido vivo: El Arrecife Posterior presentó una cobertura de 21.67% (región XXXIX) a 35.35% (región XL). La Rompiente Arrecifal de 14.83% (región XXXIX) a 40.57% (región XXXVIII) de tejido vivo. La Transición Barlovento presentó de 14.46% (región XXXIX) a 50.9% (región XXXV) siendo una de las zonas de mayor cobertura coralina registrada para el Banco Chinchorro por sus grandes macizos de hasta 6 m de altura cubiertos principalmente por las especies *Millepora complanata*, *Undaria tenuifolia* y *Porites astreoides*. En el Arrecife Frontal, la subzona interior presentó de 11.33% (región XXXIX) a 32.59% (región XXXVI) de coral vivo y la subzona exterior de 19.83% (región XL) a 40.33% (región XXXV) (Tabla 5).

En la Pendiente Occidental, en el Anillo se estimó una cobertura entre 16.94% (región XLII) y 49.67% (región XXXIV) siendo una de las subzonas con mayor cobertura relativa de tejido coralino vivo, donde *Acropora palmata* fue la especie con mayor cobertura, la cual va disminuyendo paulatinamente hacia la subzona más profunda. La Transición Sotavento presentó de 39.67% de cobertura de coral vivo (región XLII) a 52.67% (región XLIII), mientras que en el Sotavento Profundo se presentó la menor cobertura coralina, siendo *Orbicella annularis*, *Montastraea cavernosa* y *Undaria agaricites* las especies que mayor presencia tuvieron en esta subzona.

CORAL NEGRO

En los muestreos llevados a cabo para la caracterización de arrecifes de Banco Chinchorro se registraron seis especies de coral negro, identificadas in situ de acuerdo a la guía de Human (2003) cuya identificación fue confirmar el laboratorio por el Centro Regional de Investigaciones Pesqueras (CRIP) de Puerto Morelos del Instituto Nacional de la Pesca (INAPESCA) que tuvo representación en las tres campañas de campo realizadas por Amigos de Sian Sian Ka'an en Banco Chinchorro:

1. *Antipathes pennacea*
2. *Antipathes caribbeana*
3. *Antipathes atlantica*
4. *Antipathes gracilis*
5. *Antipathes lenta*
6. *Stichopathes lutkeni*

En este orden ha sido fundamentalmente explotado el coral negro desde hace varios años para el confeccionamiento de artículos de joyería y artesanía. La explotación ha sido tal, que la Sociedad Coopertaiva de Producción Pesquera Cozumel, la única que tenía concesión para explotación de coral negro en Isla Cozumel, solicito autorización de colecta de coral negro para sitios en la costa de Quintana Roo; uno de los últimos permisos otorgados fue el de 2001 para el área desde Pulticub hasta Río Huach.

En Banco Chinchorro, este recurso es relativamente común. En la Pendiente Oriental predominó *Antipathes pennacea*, especie de coral negro a la que los pescadores denominan "pino" y que en el año 2000 capturaban con mayor frecuencia para su comercialización. En la Pendiente Occidental fue más común la especie *Anthipathes caribbeana*, conocida como coral negro "natural o plumoso". En ambas pendientes se encontró la especie *Stichopathes lutkeni*, que es un coral negro característico por una rama única alargada con apariencia de látigo y menos apreciado para comercio por los pescadores.

La especie debe ser incluida dentro de una veda permanente para evitar su extinción dentro de las aguas del Caribe en México, ya que su escasa tasa reproductiva y lento crecimiento la hacen muy sensible a la sobreexplotación. Una situación importante por atender para la protección de las especies de coral negro en México, es que las identificadas para nuestro país puedan ser incluidas en la NOM-059-SEMARNAT 2010 debido a que, esta Norma incluye tres especies de coral negro reportadas para Hawai.

CORALES GORGONACEOS

Los corales gorgonáceos, octocorales o corales blandos son un componente importante de los arrecifes pues llegan a ocupar una gran parte del sustrato en muchas plataformas arrecifales. Los corales gorgonáceos son constructores arrecifales secundarios debido a que sus espículas constituyen una porción significativa de las arenas que enriquecen las playas y los arrecifes de coral. Los corales gorgonáceos tienen también un papel importante en las interacciones bióticas que determinan parte de la estructura y organización comunitaria, sirviendo de refugio a otros organismos arrecifales como son peces, estrellas de mar, ofiuridos y algunos moluscos que los usan como sustrato permanente o bien, como fuente de alimento.

También son de importancia comercial, como ornato, joyería, en la producción de medicamentos, y desde el punto de vista turístico como formadores del paisaje. La depredación de estos corales es baja, al parecer porque producen sustancias tóxicas, nocivas para otros organismos.

Para los arrecifes de Banco Chinchorro fueron registradas un total de 45 especies de corales gorgonáceos pertenecientes a cuatro Familias del Orden Gorgonacea (Anexo 1c).

El listado de especies de corales gorgonáceos que se presenta en este reporte es el más completo que hasta ahora se ha realizado de Banco Chinchorro Chávez *et al.* (1985) reportan 14 especies de alcionarios, mientras que este reporte incluye 45 especies.

Tabla 6. Parámetros de la comunidad de corales gorgonáceos en Banco Chinchorro. Se presentan los valores estimados de riqueza de especies, densidad de colonias y diversidad (Shanon-Wiener) por zona y región arrecifal

REGIONES	ZONA ARRECIFAL	ESPECIES	DENSIDAD colonias/ m ²	DIVERSIDAD	
XXXIV	Anillo	16	9.02	2.24	
	Transición	27	7.28	2.43	
	Sotavento				
	Terraza Interior	15	3.12	1.99	
	Cordillera Interior	20	8.55	2.12	
	Terraza Exterior	10	6	1.8	
	Cordillera Exterior	19	2.13	1.96	
	XXXV	Posterior	15	0.43	1.93
	Rompiente	10	0.23	1.73	
Transición	17	6.16	2.19		
XXXVI	Barlovento				
	Frontal Interior	22	6.6	2.29	
	Frontal Exterior	23	5.78	2.21	
	XXXVII	Posterior	7	0.23	1.3
	Rompiente	6	1.2	0.82	
	Transición	21	5.88	1.04	
	Barlovento				
	Frontal Interior	24	5.74	2.37	
	Frontal Exterior	25	4.37	2.48	
XXXVIII	Posterior	10	0.31	1.75	
	Rompiente	8	0.96	1.08	
	Transición	16	4.02	1.57	
	Barlovento				
	Frontal Interior	32	4.85	2.82	
	Frontal Exterior	37	4.3	2.83	
	XXXIX	Posterior	7	0.63	1.45
	Rompiente	2	0.23	0.52	
	Transición	20	3.53	1.47	
XL	Barlovento				
	Frontal Interior	28	4.28	2.77	
	Frontal Exterior	27	3.64	2.7	
	XL	Frontal Exterior	24	3.65	2.68
	Posterior	6	1.33	1.67	
	Rompiente	4	0.4	0.56	
	Transición	18	2.25	2.4	
	Barlovento				
	Frontal Interior	33	4.93	2.9	
XLI	Frontal Exterior	21	3.99	2.26	
	Anillo	15	1.64	2.14	
	Transición	15	1.12	1.99	
	Sotavento				
	Terraza Interior	14	0.94	2.12	
	Pendiente	21	2.15	2.17	
	XLII	Anillo	13	2.92	2.25
	Transición	16	1.14	2.23	
	Sotavento				
Terraza Interior	11	0.72	1.76		
XLIII	Cordillera Interior	1	0		
	Cordillera Exterior	20	1.72	2.24	
	Anillo	24	4.38	2.66	
	Transición	17	5.52	2.29	
	Sotavento				
	Terraza Interior	22	2.62	2.21	
	Pendiente	19	1.74	2.16	
	XLIV	Laguna Arrecifal	23	4.7	2.1
	XLV	Laguna Arrecifal	20	1.35	2.18
XLVI	Laguna Arrecifal	17	3.07	2.04	
	XLVIII	Laguna Arrecifal	29	3.95	2.43
	XLIX	Laguna Arrecifal	22	3.47	2.27
	L	Laguna Arrecifal	31	4.69	2.56

La riqueza de especies de corales gorgonáceos por zona arrecifal en las regiones determinadas tuvo valores entre 2 y 37 especies.

El menor número de especies y menor densidad de colonias de corales gorgonáceos tiende a encontrarse en las subzonas Arrecife Posterior y Rompiente Arrecifal. El valor más bajo fue 2, se registró en el Arrecife Posterior de la región XXXIX y en la Rompiente Arrecifal de la región XXXVIII; estas subzonas presentaron en otras regiones de 4 a 10 especies (Tabla 6).

Un mayor número de especies de corales gorgonáceos se registró en la Laguna Arrecifal con 29 a 31 especies, en el Arrecife Frontal Interior con 28 a 33 especies, y en la Transición Sotavento con 27 especies.

Las subzonas arrecifales con mayor densidad de colonias de corales gorgonáceos son el Anillo arrecifal y el Arrecife Frontal Exterior, lugar donde el paisaje está dominado por los corales gorgonáceos.

En la Laguna Arrecifal dominó *Pseudopterogorgia hummelincki* y fue abundante *Plexaura flexuosa* y *Eunicea mammosa*. En el arrecife posterior, *E. mammosa* fue la especie dominante junto con *Briareum asbestinum*. La especie *Gorgonia flabellum* dominó en la Rompiente Arrecifal y la Transición al Barlovento; donde abunda *E. mammosa*. *Gorgonia mariae* fue abundante en la rompiente. En el Arrecife Frontal, las especies con mayor abundancia son *Pseudopterogorgia americana*, *Plexaura flexuosa* y *Eunicea calyculata*. En la Pendiente Occidental, *Briareum asbestinum* y *P. hummelincki* se presentan como abundantes o dominantes en las tres subzonas, mientras que *Pseudopterogorgia bipinnata* y *Plexaura flexuosa* registran una menor abundancia pero son más importantes que el resto de las especies.

Las 10 especies más abundantes en el área fueron *P. hummelincki*, *G. flabellum*, *P. flexuosa*, *E. mammosa*, *Pseudopterogorgia americana*, *Briareum asbestinum*, *Muriceopsis flavida*, *P. bipinnata*, *E. calyculata* y *Plexaura homomalla* que contribuyeron con 89% del total de colonias registradas. *P. hummelincki* fue la especie que aportó el mayor porcentaje (16%).

En la Pendiente Occidental, la región XXXIV presentó los valores de densidad de colonias de corales gorgonáceos más altos, en el Anillo arrecifal con 9.02 col./m² y la Cordillera Interior con 8.55 col./m², y la Transición Sotavento de la región XLIII con 5.52 col./m². En la Pendiente Oriental, las regiones XXXV y XXXVI en sus tres subzonas presentaron una densidad cercana a 6 col./m². En el Arrecife Posterior y Rompiente Arrecifal se presentaron los valores más bajos, con 0.10 col./m² a 1.33 col./m² y 0.20 col./m² a 1.2 col./m² respectivamente.

PECES ARRECIFALES

Las comunidades de peces asociadas a los arrecifes coralinos son las más complejas y diversas. Dentro de esta gran diversidad se incluyen especies que son fuente potencial de recursos alimenticios y otras que por su gran colorido constituyen un atractivo especial. Esta diversidad se favorece con un elevado desarrollo de la comunidad coralina, y buen grado de conservación del arrecife. Muchos de estos peces pueden ser considerados como “residentes”, entre los cuales se encuentran especies típicamente territoriales que utilizan el arrecife como refugio, para obtener su alimento, e incluso en algunos casos como zona de reproducción; mientras que otras son “visitantes” o “transeúntes”, ya que andan deambulando por el arrecife. Asimismo, hay peces con diversos hábitos alimenticios.

Tabla 7. Parámetros de la comunidad de peces arrecifales en Banco Chinchorro. Se presentan los valores estimados de riqueza de especies, densidad de peces y diversidad (Shanon-Wiener) por zona y región arrecifal.

REGIONES	ZONA ARRECIFAL	ESPECIES	DENSIDAD peces/ m2	DIVERSIDAD
XXXIV	Anillo	27	3.55	1.829
	Transición Sotavento	42	2.19	2.452
	Terraza Interior	28	1.41	2.290
	Cordillera Interior	26	1.74	2.435
	Terraza Exterior	12	2.05	1.731
	Cordillera Exterior	45	2.28	2.337
XXXV	Posterior	33	1.80	2.460
	Rombiente	30	1.86	2.232
	Transición Barlovento	42	3.28	2.156
	Frontal Interior	27	1.65	2.319
XXXVI	Frontal Exterior	38	2.39	2.151
	Posterior	12	1.44	1.487
	Rombiente	24	1.45	1.899
	Transición Barlovento	31	2.33	1.847
	Frontal Interior	29	1.20	2.383
XXXVII	Frontal Exterior	31	1.29	2.476
	Posterior	25	1.74	2.365
	Rombiente	18	2.22	2.034
	Transición Barlovento	43	1.62	2.755
	Frontal Interior	40	1.11	2.894
XXXVIII	Frontal Exterior	47	1.15	2.705
	Posterior	14	0.89	1.592
	Rombiente	22	0.73	2.111
	Transición Barlovento	42	3.43	1.809
	Frontal Interior	29	0.70	2.513
XXXIX	Frontal Exterior	41	2.01	2.030
	Posterior	11	0.58	2.080
	Rombiente	20	0.56	2.381
	Transición Barlovento	20	0.78	2.341
	Frontal Interior	13	1.17	1.763
XL	Frontal Exterior	22	1.25	2.225
	Posterior	19	0.84	2.620
	Rombiente	9	0.33	1.760
	Transición Barlovento	29	1.25	2.730
	Frontal Interior	53	1.58	2.756
XLI	Frontal Exterior	43	2.23	2.265
	Anillo	35	1.66	2.750
	Transición Sotavento	39	1.72	2.065
	Terraza Interior	58	3.35	2.595
XLII	Pendiente	50	2.52	2.422
	Anillo	17	0.82	2.207
	Transición Sotavento	53	3.81	2.633
	Terraza Interior	34	10.18	2.076
	Cordillera Interior	26	3.25	2.425
XLIII	Cordillera Exterior	54	5.73	2.594
	Anillo	27	1.24	2.709
	Transición Sotavento	29	2.47	2.540
	Terraza Interior	40	3.46	2.485
XLIV	Pendiente	48	6.50	2.271
	Laguna Arrecifal	61	1.71	2.783
XLV	Laguna Arrecifal	59	1.35	3.061
XLVI	Laguna Arrecifal	24	0.96	2.732
XLVIII	Laguna Arrecifal	80	1.46	3.260
XLIX	Laguna Arrecifal	51	1.13	2.912
L	Laguna Arrecifal	68	1.38	3.228

La ictiofauna de Banco Chinchorro se estimó con este trabajo en 136 especies, pertenecientes a 39 Familias (Anexo 1d). Algunas de estas tienen importancia comercial y se encuentran principalmente dentro de las familias Rhincodontidae, Balistidae, Carangidae, Gerreidae, Haemulidae, Lutjanidae, Serranidae y Sphyraenidae. Del total de especies de peces registradas, 24 son capturadas por los pescadores, incluyendo el escochín (*Balistes vetula*), jurel (*Caranx ruber*), mojarra (*Gerres cinereus*), roncós o chakchis (*Haemulon* spp.), mojarra (*Lutjanus* spp.), boquinete (*Lachnolaimus maximus*), mero (*Epinephelus* spp.) y *Mycteroperca* spp.), cherna (*Epinephelus itajara*) y *barracuda* (*Sphyraena barracuda*).

En Banco Chinchorro la mayor riqueza de ictiofauna se encuentra en las cordilleras que se desarrollan en la laguna arrecifal y la parte profunda de la Pendiente Occidental donde además se estimaron los valores de densidad más altos y se observaron durante la noche peces cherna (*Mycteroperca*) de hasta 1.5 m de longitud. La riqueza de especies de peces arrecifales estimada por zona arrecifal en las regiones determinadas resultó en valores de 9 a 80 especies.

En general, el menor número de especies de peces se registró en el Arrecife Posterior y la Rompiente Arrecifal con 11 a 12 especies; excepto en la región XXXV donde se registró de 30 a 33 especies en estas subzonas arrecifales. Un mayor número de especies de peces arrecifales se encontró en la Laguna Arrecifal con 24 a 80 especies, en las zonas profundas de las Pendientes Occidental con 28 a 58 especies y Oriental con 20 a 53 especies (Tabla 7).

Se estimó que las diez especies de peces arrecifales más abundantes en el área son en orden de importancia: *Thalassoma bifasciatum*, *Stegastes partitus*, *Chromis cyanea*, *Acanthurus coeruleus*, *Stegastes planifrons*, *Gramma loreto*, *Halichoeres garnoti*, *Coryphopterus hyalinus*, *Haemulon flavolineatum* y *Scarus taeniopterus* que contribuyen aproximadamente con 75% del total de individuos registrados. De estas, *Thalassoma bifasciatum*, *Chromis cyanea*, *Acanthurus coeruleus* y *Haemulon flavolineatum* suelen encontrarse en grandes grupos por lo que son susceptibles a ser sub o sobrestimadas.

En la Laguna Arrecifal las especies de peces más abundantes son *Thalassoma bifasciatum*, *Halichoeres garnoti* y *Acanthurus coeruleus*. En las subzonas de la Cresta Arrecifal, en la Rompiente Arrecifal son especies del género *Halichoeres*, *Thalassoma bifasciatum* y los peces damisela de la Familia Pomacentridae; en el Arrecife Posterior son *Haemulon flavolineatum* y también los peces damisela territoriales. En las subzonas que están en la Pendiente Oriental, las especies más abundantes fueron en la Transición Sotavento *Chromis multilineata* y *Thalassoma bifasciatum* y en el Sotavento Profundo *Gramma loreto* y *Chromis cyanea*.

Se estimó que las subzonas arrecifales con menos densidad de peces fueron el Arrecife Posterior y la Rompiente Arrecifal con menos de un individuo por metro cuadrado (0.33 peces/m² a 0.89 peces/m²). Mientras que, la mayor densidad de peces se estimó en la Terraza Interior y Pendiente Sotavento con valores de hasta 10.18 peces/m² y 6.50 peces/m² respectivamente.

En todas las subzonas arrecifales del área de estudio dominaron los peces de menos de 15 cm de longitud, de manera que las especies más abundantes en el área no llegan alcanzar más de esta longitud, excepto las grandes chernas que se observaron en buceos nocturnos. Los individuos de mayor tamaño (> 30 cm) fueron más frecuentes en la Laguna Arrecifal, Transición Barlovento y Arrecife Frontal Exterior, correspondiendo a especies como *Aulostomus maculatus*, *Balistes vetula*, *Scarus coelestinus*, *Holacanthus ciliaris*, *Epinephelus striatus*, *Gimnothorax miliaris*, *Gimnothorax moringa*, *Kyphosus sectatrix*, *Sphyraena barracuda*, *Ginglymostoma cirratum*, *Caranx ruber* y *Mycteroperca bonaci*.

Cuatro de las diez especies más abundantes en este estudio coinciden con el reporte de Banco Chinchorro realizado por Aguilar-Perera y Aguilar-Dávila (1993): *Thalassoma bifasciatum*, *Chromis cyanea*, *Acanthurus coeruleus* y *Scarus taeniopterus*. Estas especies, excepto *Scarus taeniopterus*, suelen formar grandes grupos por lo que en ocasiones es difícil estimar su tamaño y pueden ser sub o sobrestimadas. Entre las especies más abundantes del área de estudio se distinguen aquellas de hábitos detritívoros territoriales como los pomacéntridos, las de áreas someras con hábitos herbívoros como los acantúridos y los omnívoros de partes someras o profundas como el lábrido *Thalassoma bifasciatum*, que resultó ser la especie dominante en el área.

Aunque la abundancia de las especies de peces arrecifales de importancia pesquera fue rara o escasa con el presente estudio, se ha reportado que la captura del recurso escama complementa la pesca comercial en Banco Chinchorro después de la pesquería de caracol rosado y de langosta espinosa (Aguilar-Perera y Aguilar-Dávila, 1993). Estos autores reportan que las especies que se capturan comúnmente son huachinangos aleta negra (*Lutjanus buccanella*) y ojo amarillo (*Lutjanus vivanus*) obtenidos con cordel, anzuelo de profundidad o palangres. La *barracuda* (*Sphyraena barracuda*) y jurel (*Caranx latus* y *Caranx hipos*) capturados con redes de sedal, y el mero (*Epinephelus striatus*, con una abundancia relativa rara (menor al 1 % del total de individuos registrados). No existe información detallada sobre la situación pesquera de los recursos de Banco Chinchorro pero ambas especies se consideran entre aquellas amenazadas por captura, junto con el caracol rosado, la langosta espinosa, la tortuga blanca, la tortuga carey, la tortuga caguama y el lagarto (Aguilar-Perera y Aguilar-Dávila, 1993). Las grandes agregaciones anuales que forma el mero en áreas determinadas del arrecife para desovar durante la luna llena de diciembre a febrero, son aprovechadas por los pescadores para capturar grandes volúmenes de este recurso. Igualmente, la etapa reproductiva de la *barracuda* es aprovechada para su captura.

Hasta ahora se ha considerado que la alta diversidad en las comunidades de peces arrecifales está directamente relacionadas con parámetros del ambiente como la cobertura de coral duro (Sano *et al.*, 1984, 1987) o alta complejidad topográfica del sustrato arrecifal (Luckhurst & Luckhurst, 1978), que le proporcione alimento o refugio contra los depredadores.

En este estudio los valores de diversidad de peces arrecifales más altos no se presentaron precisamente en las áreas con mayor cobertura de corales escleractinios sino en áreas con una cobertura relativamente menor pero que ofrecen una mayor variedad de hábitats: la Laguna Arrecifal y el Sotavento Profundo. La amplia cordillera que se extiende en la Laguna Arrecifal del lado oriental y la pendiente a veces un poco pronunciada en el Sotavento Profundo resultan en una mayor complejidad topográfica para estas áreas.

La mayor abundancia de los individuos de tamaño pequeño, menores a 15 cm de longitud, se debió a que las especies a las que corresponde no pueden alcanzar más de esta longitud, excepto los individuos de *Acanthurus coeruleus* y *Scarus taeniopterus* que pueden medir hasta 25 cm o 30 cm. Por lo que no es factible discutir sobre efectos de la pesquería en el tamaño de estas especies. Los escasos registros de individuos mayores a 20 cm correspondieron a especies como *Sphyrna barracuda*, *Ginglymostoma cirratum*, *Gymnothorax spp* y *Epinephelus striatus*, que pueden alcanzar mas de 1 m de longitud.

Diagnóstico Integrado de la Condición Arrecifal de Banco Chinchorro

Los resultados obtenidos de la caracterización del arrecife Banco Chinchorro fueron resumidos de manera gráfica en un mapa que representa el desarrollo arrecifal por zonas y regiones (Figura 4). Cada subzonas arrecifales definida esta representada con una franja que corre paralela al Banco, estas franjas no están a escala, sino que se han agrandado para una mejor visualización.

Los elementos básicos para el desarrollo de este esquema son la cobertura de coral vivo representada (Baja, Media, Alta) y la altura de las estructuras arrecifales, siendo esta última característica, un parámetro de determinación de la acreción arrecifal y desarrollo estructural representado en tres tipos (poco desarrollado, bien desarrollados y muy desarrollados). En la misma figura fueron marcados algunos sitios con características excepcionales en cada región arrecifal. También se estimó la prioridad de conservación que cada región arrecifal requiere, representada como un número a la derecha del número de la región. También fueron señaladas prioridades de conservación altas, medias y bajas, indicadas con los números 1, 2 y 3 respectivamente.

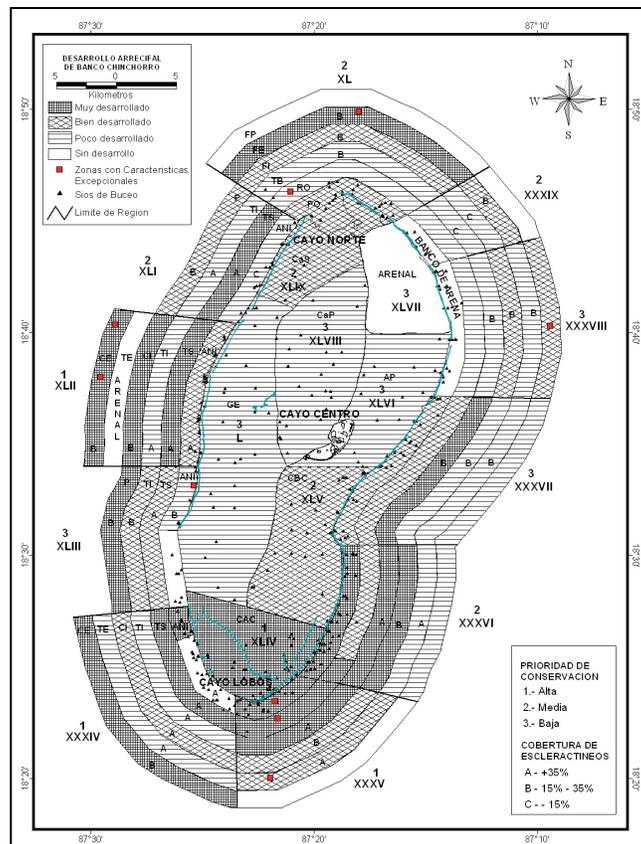


Figura 4. Diagnóstico integrado de la caracterización arrecifal de Banco Chinchorro realizada por Amigos de Sian Ka'an de 1997 a 1999. Subzonas de la Pendiente Occidental: ANI-Anillo arrecifal, TS-Transición sotavento, TI-Terraza interior, CI-Cordillera interior, TE-Terraza exterior, CE-Cordillera exterior, P- Pendiente. Laguna Arrecifal: CAC-Cordillera/alta cobertura, AP-Arenal con parches, GE-Gorgonáceos y esponjas, CaS-Cabezos someros, CaP-Cabezos profundos, CBC- Cordillera/baja cobertura. Cresta Arrecifal y Pendiente oriental: PO-Arrecife posterior, RO-Rompientearrecifal, TB-Transiciónbarlovento, FI-Frontal interior, FE-Frontal exterior, FP-Frontal profundo. Cobertura coralina: A-Alta >35%, B-Media 15-<35%, C-Baja 0-<15%, Desarrollo arrecifal: muy desarrollado (TB- >1.5 m, AFI->3 m, AFE->7 m), bien desarrollado (TB-0.5-1.5 m, FI-1-3 m, FE-3-7 m), poco desarrollado (TB-psedomacizos, FI-<1m, FE-<3 m. conservación: 1-Alta, 2-Media, 3-Baja.

Los resultados de los trabajos de caracterización arrecifal permitieron identificar cuatro áreas importantes por el desarrollo de sus estructuras arrecifales, cobertura de coral vivo y diversidad de especies:

- La porción sur de la laguna arrecifal, donde se desarrolla una gran cordillera coralina con alta cobertura de coral vivo, sitio donde se concentra la pesca de peces y langostas.
- La parte norte de la zona protegida, que tiene macizos coralinos que se desarrollan alcanzando hasta 6 m de altura.
- La parte sur de la zona expuesta, con macizos y canales de alto relieve y macizos de hasta 9 m de altura.
- La parte centro de la zona protegida, sobre la que se encuentran dos cordilleras formadas con macizos coralinos de 1 a 2 m de altura y coral negro en zonas poco profundas.

Otros sitios importantes se ubican al centro de la zona expuesta donde hay macizos coralinos de hasta 3 m de altura; el área ubicada entre la porción centro y sur de la laguna arrecifal que representa el segundo sistema de cordilleras coralinas de esta zona arrecifal y el norte de la zona protegida que presenta en la transición al sotavento macizos coralinos muy bien desarrollados, con una alta cobertura del coral montaña mayores a 2 m de altura.

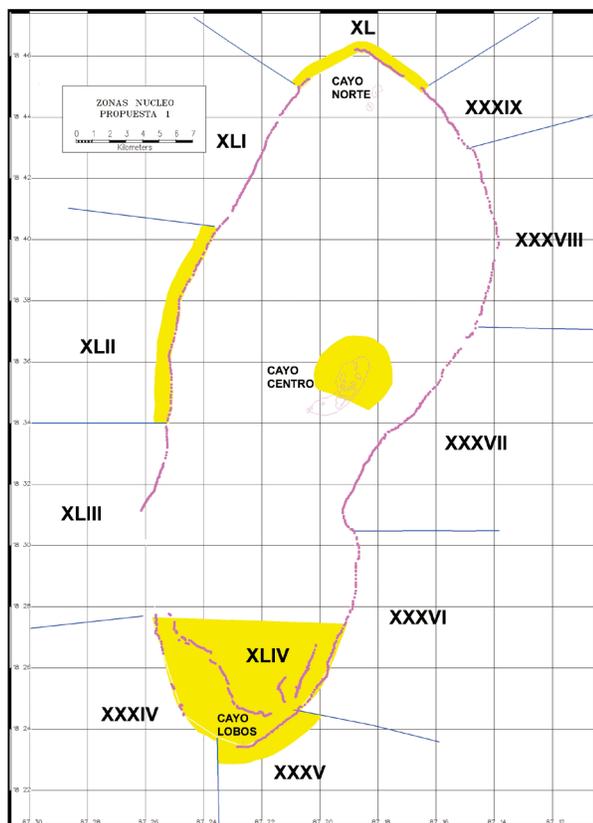


Figura 5. Propuesta 1 para zonas núcleo en la RBBCH.

Asimismo, resultaron 3 propuestas de zonas núcleo para la RBBCH. La propuesta 1 para zonas núcleo (Figura 5) incluye la región XLIV donde se desarrolla una gran cordillera coralina paralela al borde del anillo arrecifal, con algunas ramas perpendiculares al este, que constituye el primer sistema de cordilleras de la laguna arrecifal por la alta cobertura y riqueza de especies; la región XXXV de la pendiente oriental que presenta una mayor continuidad en la presencia de macizos y canales de alto relieve y es la zona de transición con la pendiente occidental; la región XLII de la pendiente occidental con dos pendientes con macizos coralinos y antipatrios en zonas someras, y la región XL de la pendiente oriental donde se desarrolla un sistema de macizos y canales de alto relieve en buen estado de conservación. Además se considera la parte norte de cayo centro por ser un importante asentamiento de larvas y postlarvas y como habitat para las poblaciones de aves residentes y migratorias y para el cocodrilo de río.

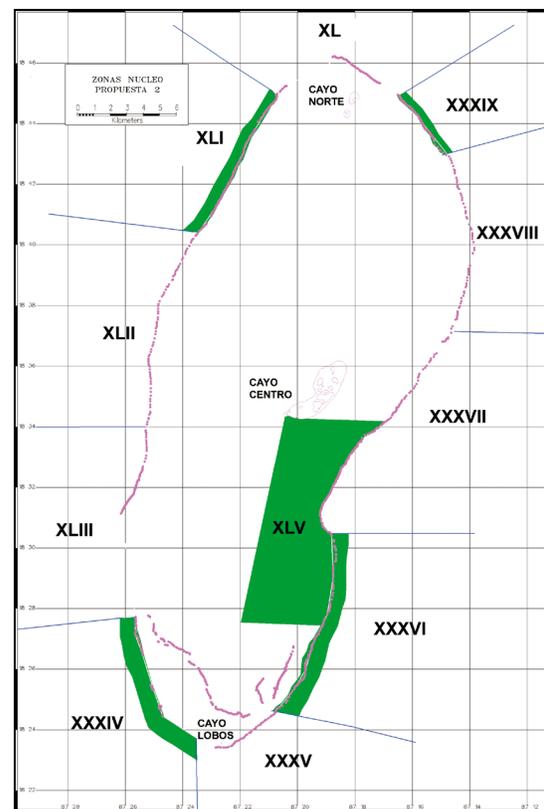


Figura 6. Propuesta 2 para zonas núcleo en la RBBCH.

La propuesta 2 para zonas núcleo (Figura 6) incluye la región XXXIV que presenta dos pendientes con macizos coralinos de alto relieve, pero dispersos en relación a los que se desarrollan en la región XXXV; la región XXXVI donde se desarrollan macizos coralinos medianos; la región XLV que constituye el segundo sistema de cordilleras coralinas más desarrolladas de la laguna arrecifal; la región XLI de la pendiente occidental donde se presenta sólo una pendiente con macizos coralinos y la región XXXIX de la pendiente oriental en la cual los macizos coralinos se desarrollan sobre una pendiente y terraza alcanzando hasta 6 m. de altura.

La propuesta 3 para zonas núcleo (Figura 7) considera solo una sección de las zonas presentadas en la propuesta 2, excepto la región XXXIX.

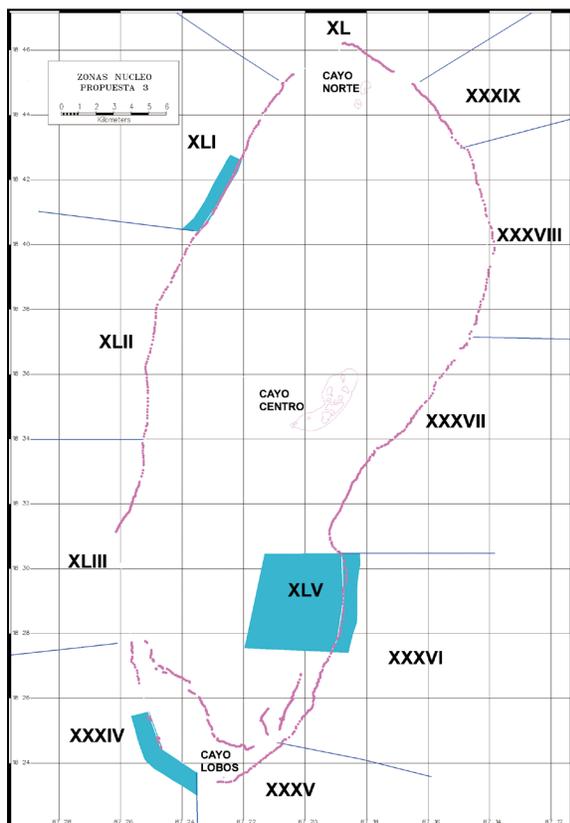


Figura 7. Propuesta 3 para zonas núcleo en la RBBCH.

Estas propuestas fueron presentadas a los pescadores durante la consulta pública del Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Banco Chichorro en el año 2000, mientras que el diagnóstico arrecifal aparece publicado en dicho programa de manejo.

Agradecimientos

Este proyecto se ejecutó gracias a la aportación de la Fundación Packard y la Fundación Richard and Rhoda Goldman a través de The Nature Conservancy, con la gestión del Arq. Juan Bezaury Creel, entonces director ejecutivo de Amigos de Sian Ka'an.

Participantes en el trabajo de campo: Amigos de Sian Ka'an a. c: Biol. Gerardo García Beltrán, Biol. Rosa María Loreto Viruel, Ecol. Mar. Alejandro Vega Zepeda, Geogr. Angel Loreto Viruel, Tec. Luis Jiménez, Biol. Luis Mendoza Cuenca, Biol. Claudia Rodríguez Almazán, Biol. Citlalli Alvarez Saules, Edgar Estrada, Biol. Sergio López Mendoza, Biol. Jaime Estrada Olivo, Biol. Gabriela Reyes Zavala, Arq. Quetzal Molina Roldán. SEMARNAT: Reserva de la Biosfera Banco Chichorro: M. en C. Bárbara Revelles González, Sr. Mauro Colli Orozco, Sr. Samuel Colli Colli. Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc: Biol. Guillermina Lozano Echeverría, Biol. Roberto Ibarra Navarro, Biol. José de Jesús Hernández Conde, Biol. Juan Carlos Huitrón Baca; Parque Nacional Isla Contoy: Biol. Alejandra Huitrón Baca; Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigaciones Pesqueras Puerto Morelos: Dra. Claudia Padilla Souza, Tec. Kenet Cervera, Tec. Rolando Figueroa; El Colegio de la Frontera Sur: Dr. Juan Jacobo Schmitter Soto. Cozumel: Instr. Germán Yañez (Yucatech), Biol. Ricardo García (Caballito del Caribe). Xcalak: Sr. Adolfo Acevedo Young, Sr. Ismael Cruz del Angel, Sr. Román González. Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera: Andrés Quintana Roo, Langosteros del Caribe, Banco Chichorro.

Anexo 1a. Riqueza de especies y abundancia de macroalgas en Banco Chinchorro. Se presenta la lista de las especies, con una estimación de su abundancia con base en la cobertura de tejido vivo. Las letras indican los siguientes rangos de porcentaje de cobertura: R= Rara <1%, E=Escasa 1-5%, C=Común >5-10%, A=Abundante >10-20% y D=Dominante >20%.

DIVISION/ FAMILIA/Nombre científico			CRESTA ARRECIFAL y PENDIENTE ORIENTAL																	
			XXXV					XXXVI					XXXVII					XXXVIII		
PO	RO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE	
CYANOPHYTA																				
OSCILLATORIACEAE	<i>Schizothrix</i>	<i>calcicola</i>			R							R	R	R				R	R	
	<i>cianoftas</i>	.		R		R	R			E	R	R	E	R				R		
	<i>turf</i>	.			R	R	R			E	R	R	E	C						
CHLOROPHYTA																				
ANADYOMENACEAE	<i>Anadyomene</i>	<i>stellata</i>				R	X				R			X					R	
BRYOPSIDACEAE	<i>Bryopsis</i>	<i>pennata</i>									R	X								
	<i>Derbesia</i>	sp.											R				R			
CAULERPACEAE	<i>Caulerpa</i>	sp.											R							
		<i>cupressoides</i>	R	X													R			
		<i>mexicana</i>					X													
		<i>racemosa</i>		X	R	X		R	R		R	R	R			R	R	X		
		<i>serrulata</i>					R													
		<i>sertularioides</i>												R						
		<i>verticillata</i>	R	R		R	R		R	R				R				R		
CLADOPHORACEAE	<i>Cladophora</i>	<i>prolifera</i>																		
		sp.	R	R															R	
CODIACEAE	<i>Codium</i>	<i>intertextum</i>	R															R		
		<i>repens</i>										R						R		
		sp.											R	R						
DASYCLADACEAE	<i>Neomeris</i>	<i>annulata</i>	X	X		R	R			R		R						R	X	
PEYSSONNELIACEAE	<i>Peyssonnelia</i>	sp.					R					R								
POLYPHYSACEAE	<i>Acetabularia</i>	<i>crenulata</i>																	X	
SIPHONOCADACEAE	<i>Cladophoropsis</i>	<i>macromeres</i>		E													R	R		
UDOTEACEAE	<i>Avrainvillea</i>	<i>asarifolia</i>																		
		<i>longicaulis</i>																		
		sp.			R	R	R													
	<i>Halimeda</i>	<i>copiosa</i>			R	R	R			R		R	R	R					R	
		<i>discoidea</i>				R			R			R	R	R				X	R	
		<i>goreauii</i>		X	R	R	R		R	R	E	R	R	R		R	R			
		<i>incrassata</i>		R	R								R							
		<i>monile</i>											X	R						
		<i>opuntia</i>	R	E	R	E	R	R	R	E		R	R	E	E	R	R	R		
		<i>tuna</i>	R	R	E	R	R	R	E	C	C	R	R	E	E	E	R	R	E	
	<i>Penicillus</i>	<i>capitatus</i>	X	X									X							
		<i>dumetosus</i>																		
		<i>pyriformis</i>																		
	<i>Rhipilia</i>	<i>tomentosa</i>												R	R					
	<i>Rhiphocephalus</i>	<i>phoenix</i>		X					R	R			R		R	R		R	X	
	<i>Udotea</i>	<i>cyathiformis</i>	R			R			R	R			R	R	X			R	R	
		<i>flabellum</i>	R	X			R		R	R	R				R	R		R		
		<i>occidentalis</i>				R			R											
		sp.												R				X	R	
		<i>wilsoni</i>	X														R			
VALONIACEAE	<i>Dictyosphaeria</i>	<i>cavernosa</i>		X		R		R	R			R	R				R	X	X	
	<i>Valonia</i>	<i>macrophysa</i>						X						R			R	X	X	
		<i>utricularis</i>																	X	
		<i>ventricosa</i>								R			R	R	R	R			R	
		<i>ocellata</i>												R	E	E		R	R	

DIVISION/ FAMILIA/Nombre científico			CRESTA ARRECIFAL y PENDIENTE ORIENTAL																				
			XXXV					XXXVI					XXXVII					XXXVIII					
PO	RO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE				
PHAEOPHYTA																							
CYSTOSEIRACEAE	<i>Turbinaria</i>	sp.			X									R					E				
		<i>tricostata</i>		X		R	R	R	R		R	E	C	R		R	C	E	E				
		<i>turbinata</i>	R			E	E	R		R	R	E	E		R	R	E	X	X				
DICTYOTACEAE	<i>Dictyota</i>	<i>bartayresii</i>	C	R	R	R	R	R	E	E	E	E		R	E	R	R	E	E	C	E	1	
		<i>cervicornis</i>						R						R	E	E			R	R	R	E	
		<i>ciliolata</i>																	R				
		<i>dichotoma</i>										C	R	R	R	A	R	E	E	R			
		<i>divaricata</i>			R		R	R		R	E			R	E	E			R	R	R	R	
		<i>jamaicensis</i>										R				R	E	R					
		<i>linearis</i>				R	E				R					R	R	R	R	R			
		<i>martensii</i>										C	R	R			E	E					
		sp.	E	C	E	R	E	E	C	R	E	E	E		E	C	A	E	E	R		R	
	<i>Lobophora</i>	<i>variegata</i>	E	R	E	A	D	R	R	E	A	A		R	R	E	E	E		R	E	E	
	<i>Padina</i>	<i>gymnospora</i>							R					R		R		E		R	R	R	
		<i>jamaicensis</i>	R														E	R				R	
		sp.	X	X				R	R	X		E											
	<i>Styopodium</i>	<i>zonale</i>	R	R	E	R		R	E	E	E	R	R	R	E	R			R	R	E	E	R
SARGASSACEAE	<i>Sargassum</i>	<i>fluitans</i>								R					R	E	E	R					
		<i>hystrix</i>	R		R	R	R	R		E	E	C		R	R	E	E	E	E	R	E	C	C
		<i>natans</i>																				R	
		<i>platycarpum</i>			R										E	R	R		R	R	R		
		<i>polyceratium</i>						R	R	R	R		R	R	R	E	R	R	R	R	R	R	
		sp.						R	R	R	R								R				
	<i>Dictyota/Lobophora</i>	.																					
RHODOPHYTA																							
CERAMIACEAE	<i>Ceramium</i>	<i>nitens</i>												R	R	R							
		sp.																		R			
	<i>Haloplegma</i>	<i>duperreyi</i>																					
	<i>Wrangelia</i>	<i>argus</i>	R	R	R	R	R			R	R				R	R	R	R	E			R	
		<i>penicillata</i>												R	R					R	R	R	
CORALLINACEAE	<i>Amphiroa</i>	<i>fragilissima</i>	R		R					R	R	R	R	R					R	R	R		
		<i>rigida</i>		R	R	R	R		R	R	R	R		R		R	R	R	R	R	R	X	
		sp.		X	R	R	R	R		R	R												
		<i>tribulus</i>		R	R			R	R	R	R		R	E	R	R	R	R	R	R	R		
	<i>Hydrolithon</i>	<i>boergesenii</i>		R				R	E	E													
	<i>Jania</i>	<i>adhaerens</i>	R	R	R			R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	E	R	R	R	R	
	<i>Mesophyllum</i>	<i>mesomorphum</i>			E								R	X	R								
	<i>Neogoniolithon</i>	<i>spectabile</i>																					
		<i>strictum</i>												R									
	<i>Porolithon</i>	<i>pachydermum</i>	C	R				E	R	E	R		E	E	R								
		sp.								R	X												
	<i>Titanoderma</i>	<i>prototipum</i>													R	R	R	R		E	E		
		sp.													R	R	R	R			R	R	
CHAMPIACEAE	<i>Coelothrix</i>	<i>irregularis</i>													R	R	R	R			R	R	
DASYACEAE	<i>Dasya</i>	<i>harveyi</i>													R			X					
		sp.												R			R						
DELESSERIACEAE	<i>Martensia</i>	<i>pavonia</i>								R					R							R	
GALAXAURACEAE	<i>Galaxaura</i>	<i>oblongata</i>							R	R					R	R	R		R	R	R	R	
		sp.							E														
		<i>subverticillata</i>													R				R	R	R	R	
GELIDIACEAE	<i>Gelidium</i>	<i>pusillum</i>													R								
		.																R		R			
GRACILARIACEAE	<i>Gracilaria</i>	sp.																					
HALYMENIACEAE	<i>Halymenia</i>	sp.			R																		

DIVISION/ FAMILIA/Nombre científico	CRESTA ARRECIFAL y PENDIENTE ORIENTAL																					
	XXXV					XXXVI					XXXVII					XXXVIII						
	PO	RO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE		
HELMINTHOCLADIACEAE	<i>Liagora</i>	<i>mucosa</i>																				
		sp.																				
	<i>Trichogloeopsis</i>	<i>pedicellata</i>																		R		
HYPNEACEAE	<i>Hypnea</i>	<i>cervicornis</i>													R							
KALLYMENACEAE	<i>Kallymenia</i>	<i>limminghii</i>																				
RHODOMELACEA	<i>Laurencia</i>	<i>intricata</i>	X	R			R	R		R		R	R				R	R	R			
		<i>obtusa</i>											R	R	R	R			R			
		<i>papillosa</i>											R							R		
		<i>poitei</i>	X		R			R	R	R	R			R	R	R	E		R	E	R	
		sp.				R				R	R			E	E	E						
	<i>calcárea</i>	<i>morada</i>					R					R	E			R						
		<i>naranja</i>						R	R				R	E	E							
		<i>roja</i>					R	R	R				R	E	R							
		<i>rosa</i>					R	R						R	R	R	E	R				
ANGIOSPERMÆ																						
HYDROCHERITACEAE	<i>Thalassia</i>	<i>testudinum</i>																				
	<i>Siryngodium</i>	<i>filiforme</i>																				
Número de especies		116	25	28	24	18	16	27	33	35	32	21	21	38	54	52	39	31	42	43	39	29

Anexo 1b. Riqueza de especies y abundancia de corales escleractineos e hidrocorales en Banco Chinchorro. Se presenta la lista de las especies, con una estimación de su abundancia con base en la cobertura de tejido vivo. Las letras indican los siguientes rangos de porcentaje de cobertura: R= Rara <1%, E=Escasa 1-5%, C=Común >5-10%, A=Abundante >10-20% y D=Dominante >20%.

CLASE/ FAMILIA/Nombre científico			CRESTA ARRECIFAL y PENDIENTE ORIENTAL																										
			XXXV					XXXVI					XXXVII					XXXVIII					XXXIX					XL	
PO	RO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE
ANTHOZOA																													
ACROPORIDAE	<i>Acropora</i>	<i>cervicornis</i>	C	R		X	R					R	R	C					E				R	R					
		<i>palmata</i>	E	C	R			A	E	R				E	R	R			E	R			E	R		R	E		
		<i>prolifera</i>	X																								E		
AGARICIDAE	<i>Undaria</i>	<i>agaricites</i>	E	E	E	E	E	R	R	E	E	C	R	E	R	E	E	E	R	E	E	E			R	E	E		
		<i>humilis</i>	R	R	R							R				R					R	R		R			R		
		<i>tenuifolia</i>	R	C	A		X	R	E	C	C	X	E	R	C	R	R	E		R	E	R			R	A	E		
	<i>Agaricia</i>	<i>carinata</i>													R	R													
		<i>danai</i>										R			R	R	R	R					R				R		
		<i>fragilis</i>									R	R				R	R	R		X									
		<i>grahamae</i>										R		R			E			R		R					R		
		<i>lamarcki</i>	R					R				R				R	E				R	R					R		
		<i>undata</i>																		R							R		
	<i>Helioseris</i>	<i>cucullata</i>									R	R			R	R	E	R			R	R		R		R			
ASTROCOENIDAE	<i>Stephanocoenia</i>	<i>intercepta</i>				R	E	R				R	R	R	E				R	R	R		R		E		R		
CARYOPHYLLIDAE	<i>Eusmilia</i>	<i>fastigiata</i>				E	E				R	R			R	R	R	R			R	R		R		R			
FAAVIDAE	<i>Colpophyllia</i>	<i>breviserialis</i>																											
		<i>natans</i>					E					R			R	R	R		X		R				E		R		
	<i>Diploria</i>	<i>labyrinthiformis</i>				X					R	R			R	R					R		R		R	E	R		
	<i>Pseudodiploria</i>	<i>clivosa</i>	R	R	R	R	R	R	E	E	R	X	R	R	R	R	R	R		R	R	E	E	R	R		E		
		<i>strigosa</i>	R		R	E	R	R	R	R	E	R	R	R	R	R				R	R	R	A		R	R	E		
	<i>Favia</i>	<i>fragum</i>	E	E	R			R	R	R	R	R		R	R	R	R	R	R	R	R	E	R				R		
	<i>Manicina</i>	<i>areolata</i>					R	R				R				R													
	<i>Orbicella</i>	<i>annularis</i>	C	R	E	E	C	C			R	E	C	E		E	C	C	E		R	R	E		E	R	E		
		<i>faveolata</i>													R				R	E			R	R		R	E		
		<i>franksi</i>															R	R			E	E		R			E		
	<i>Montastrea</i>	<i>cavernosa</i>				E	E	E			R	R	E	E		R	R	E			R	E	E		E	E	C		
	<i>Solenastrea</i>	<i>buoroni</i>													R								R						
		<i>hyades</i>																											
MEANDRIDAE	<i>Dendrogyra</i>	<i>cylindrus</i>										E													R				
	<i>Dichocoenia</i>	<i>stokesii</i>				R	E	R			R	E	R	R		R	R	R		R	R	R	E		R	E	E		
	<i>Meandrina</i>	<i>meandrites</i>				R		R			R	R				R	R	E			R	R		R	R	E	R		
MUSSIDAE	<i>Isophyllastrea</i>	<i>rigida</i>				R	R	R			R	R	R					R			R	X	R			R	R		
	<i>Isophyllia</i>	<i>sinuosa</i>	R	R	R									R						R	X			X	X		X		
	<i>Mycetophyllia</i>	<i>aliciae</i>										R				R									R				
		<i>danaana</i>	R								R	R	R			R	R	R					R				R		
		<i>ferox</i>					R					R									X			R		R	R		
		<i>lamarckiana</i>						R				R	R								R	R			R		R		
	<i>Mussa</i>	<i>angulosa</i>									R	R									R	R							
	<i>Scolymia</i>	<i>cubensis</i>																					R				R		
		<i>lacera</i>																			R						R		
		<i>welsini</i>																		R							R		
PORITIDAE	<i>Porites</i>	<i>astreoides</i>	E	A	E	E	E	E	C	E	E	E	E	E	C	E	R	R	E	C	E	R		E	E	R	E		
		<i>braneri</i>																							R		E		
		<i>divaricata</i>				R		R			R	R						R											
		<i>furcata</i>				R		R																R					
		<i>porites</i>	R	R	E		R		R	E	E	R	R	R	R	E	E	R	E		R		R		R	R	E		

ORDEN/ FAMILIA/Nombre científico	PENDIENTE OCCIDENTAL																				LAGUNA ARRECIFAL									
	XLI				XLII					XLIII				XXXIV							XLIV	XLV	XLVI	XLVIII	XLIX	L				
	P	T	TS	ANI	CE	TI	CI	TS	ANI	P	T	TS	ANI	TE	CE	TI	CI	TS	ANI											
GORGONACEA																														
ANTHOTHOLIDAE	<i>Erythropodium</i>	<i>caribaeorum</i>	R	R				R	X																					
	<i>Iciligorgia</i>	<i>schrampi</i>		R			A	A		D						0			0							R				
BRIAREIDAE	<i>Briareum</i>	<i>asbestinum</i>	D	D	D	C	E	E	A	E	E	D	D	C		D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A	D	D	D	
GORGONIDAE	<i>Gorgonia</i>	<i>flabellum</i>	E	R	R	A			E	A		X	C	A	E		E	E	A	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
		<i>mariae</i>	E	R							R	R	C	R		R	R		R	E	E	E	E	E		E	E	E	E	
		<i>ventalina</i>				E		A	E	R	R							E	R	A	R	E	C	C	A	C				
	<i>Leptogorgia</i>	<i>virgulata</i>																												
	<i>Pseudopterogorgia</i>	<i>acerosa</i>	E		E	R	E	E	C			E			E	R	E	R		E								*	R	
		<i>americana</i>	D	A	C	A	D	C	E	A	A	A	C	C	D	A	D	D	D	A	C	C	D	A	A	A	A	D		
		<i>bipinnata</i>	E	E	R	R	E				C	R			E	D	D	D	D	A	E	C	C	E	E					
		<i>elisabethae</i>									A	D	D	R					R		R						R			
		<i>rigida</i>																												
		<i>humelincki</i>		R			E	X	E	A		A	C	D	C	D	D	D	D	D			E	E			E			
		sp.		E	E						E												R		E	C	C			
	<i>Pterogorgia</i>	<i>anceps</i>												R															E	
		<i>citrina</i>													R							R								
		<i>guadalupensis</i>																		R								*		
PLEXAURIDAE	<i>Eumicea</i>	<i>calyculata</i>	A	E		R	C		E	C	E	R	C	R	C	C	C	E	E	E	E	R		E	E	E	E	E	E	
		<i>fusca</i>					C								A	E	A	C	C	R				E		R				
		<i>lacineata**</i>										C	E											E		C				
		<i>knighti</i>																												
		<i>laxispica</i>				E								E				R	R		E	E		R		E				
		<i>mammosa</i>	E		E	D			X	E		C	A	C	D	C	C	C	D	D	D	C	D	D	D	D	D	D	D	
		<i>palmeri</i>					R				E		A		R		C	E		R	R		R	R	R	R	R			
		<i>pinta**</i>																												
		<i>succinea</i>	R			E			E		R	E	R	C	R		E	E	C	E	R	E	A	E	E	E	E	E	E	
		sp.					C							E	R							*	R							
		<i>turneforti</i>			R	E			R	E		E	C	E	R	R		R		E	E	C	C	E	A	E	A			
	<i>Muricea</i>	<i>elongata</i>	R				R				R																		E	
		<i>taxa</i>	E				R																							
		<i>muricata</i>	R				E				R			R												C		C		
	<i>Muriceopsis</i>	<i>flavida</i>		R	E		E		E	E	R	A	D	E	R	A	D	A	C	D	C		E	C	D	D	D	D		
	<i>Plexaura</i>	<i>flexuosa</i>	E	R	C	D	E		C	A	R	E	D	A	A	E		D	D	D	D	C	D	D	D	D	D	D		
		<i>homomalla</i>			E	C		E	X	E	A		C	A	D	R		E	A	D	D	A	E	D	D	A				
		<i>nina</i>																											C	
		sp.							E		R																			
	<i>Plexaurella</i>	<i>dichotoma</i>	E	R	E	R		E		E		R	E	D			R	E	C	E	E	E	E	E				C		
		<i>grandiflora</i>	E	R			R													R			E	E	E	E	E	C		
		<i>grisea</i>	R				R				R	E	E					E	E							C		E		
		<i>nutans</i>					R		R		R	X	E	E	C	R	E	E	C		E	E	A	A				D		
		sp.									E	E										R	E	E				E		
	<i>Pseudoplexaura</i>	<i>crusis</i>	E	E	C							R	E															E		
		<i>flagellosa</i>	E	E	E		E	C				R	0		R													E		
		<i>porosa</i>	C	A	A	C	E	X	E	A	E	C	C	A		C	A	E	A	A	E		E	E	D	E				
		<i>wagenaari</i>	R	R							R									R								E		
Número de especies			45	21	19	15	15	20	11	1	16	13	19	22	17	25	10	19	16	20	27	17	23	20	17	29	21	31		

Anexo 1d. Riqueza de especies y abundancia de peces arrecifales en Banco Chinchorro. Se presenta la lista de las especies, con una estimación de su abundancia con base en la densidad de peces. Las letras indican los siguientes rangos de porcentaje de densidad: R= Rara <1%, E=Escasa 1-5%, C=Común >5-10%, A=Abundante >10-20% y D=Dominante >20%.

FAMILIA/Nombre Científico			CRESTA ARRECIFAL Y PENDIENTE ORIENTAL																														
			XXXV					XXXVI					XXXVII					XXXVIII					XXXIX					XL					
			PO	RO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE	
ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus</i>	<i>bahianus</i>		E	E			E	R	R	R	E	C	E	E	C	E	E		E	E	R			E	E	E	E	E	R	E	C	
		<i>coeruleus</i>	E	D	E	E	E	R	R	E	R	R	C	E	E	E	E		E	E	E	E		E			E		E	C	E	E	
		<i>chirurgus</i>	E	R	E	C	E	E	E	E	C	E	E	E	R	R	E	E	E	C	R		E	R	R					C	E	E	
AULOSTOMIDAE	<i>Aulostomus</i>	<i>maculatus</i>			R		R									R															X		
BALISTIDAE	<i>Balistes</i>	<i>vetula</i>					R			R	R			R		R		R	R	R	R								R	R	R		
	<i>Cantherhines</i>	<i>macrocerus</i>				R																											
		<i>pulus</i>																															
	<i>Canthidermis</i>	<i>sufflamen (*)</i>								R																							
	<i>Melichthys</i>	<i>niger</i>		R	E	E	E				R			C	R			R	X	E	R		E	E		E	E		E	E			
	<i>Xantichtys</i>	<i>ringens</i>				R															E												
BLENIIDAE	<i>Ophioblennius</i>	<i>atlanticus</i>						R	R						C		E	E				R											
CARANGIDAE	<i>Caranx</i>	<i>ruber (*)</i>			E			A						R					R											C			
CIRRHITIDAE	<i>Amblicirrhites</i>	<i>pinos</i>			R				R			R																					
CLINIDAE	<i>Emblemaria</i>	<i>bahamensis</i>																															
	<i>Malacoctenus</i>	<i>plumieri</i>																	X				R						R				
		<i>triangulatus</i>						R		R			E	R			R	R	R	E			E	E	R			R	R	X			
CONGRIDAE	<i>Heteroconger</i>	<i>halis</i>																															
CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>aculeatus</i>															E	E													R		
		<i>capistratus</i>	R		E	E	C			R	R	R			R	R	E		X	R	C			E	E	E		E	E				
		<i>ocellatus</i>																	R		R								E	E	E		
		<i>striatus</i>									R					R							E			E					E		
DASYATIDAE	<i>Dasyatis</i>	<i>americana</i>										R			C															R			
DIODONTIDAE	<i>Diodon</i>	<i>holocanthus</i>																															
		<i>hystrix</i>																															
ECHENEIDAE	<i>Equetus</i>	<i>punctatus</i>					R																					R					
GERREIDAE	<i>Gerres</i>	<i>cinereus (*)</i>	R			R		X																									
GOBIIDAE	<i>Coryphopterus</i>	<i>glaucofraenum</i>	R												E	E																	
		<i>hyalinus</i>																													A		
		<i>lipernes</i>			E		R																								E		
	<i>Gobiosoma</i>	<i>genie</i>																													E		
		<i>illesobrosum</i>					R					E					R			R	E	R									E		
		<i>prochilos</i>																		R													
		<i>oceanops</i>				R																											
		<i>sp.</i>																		R											E		
	<i>Gnatholepis</i>	<i>thompsoni</i>																															
	<i>Gobionellus</i>	<i>saepepallens</i>																															
GRAMIIDAE	<i>Grama</i>	<i>loreto</i>	C	E	C		C		R			E						E		X		E							E	C			
		<i>melacara</i>																		R	E												
HAEMULIDAE	<i>Anisotremus</i>	<i>scriptus</i>																													X		
		<i>virginicus</i>																															
	<i>Haemulon</i>	<i>aurolineatum</i>																															
		<i>carbonarium (*)</i>	R	R					R									R				R								X			
		<i>flavolineatum</i>	D	E	E	E	E	C		E	E	C	E				E	E	R	X	R	X		R		E	R	C	E	E	C		
		<i>macrostomum</i>															R	E							E								
		<i>melanurum</i>																												R	E		
		<i>parrai</i>																															
		<i>plumieri (*)</i>				R						R									R									X	R		
		<i>sciurus (*)</i>	R			R			R											R	R												
HOLOCENTRIDAE	<i>Holocentrus</i>	<i>ascensionis</i>	R			R		E		E	R	R	R				E	E	E	R	R	R	E	E		R	R	E	E	E	R	E	
		<i>marianus</i>																			R	E	R							E	E	E	
		<i>rufus</i>	R			R	E	R			E	E	E						R			R	E	R	E	R		R	C		R	E	R
		<i>vexillarius</i>						R		R									R	E		X						R			R		
	<i>Myripristis</i>	<i>jacobus</i>						R																							X		

FAMILIA/Nombre Científico			CRESTA ARRECIFAL Y PENDIENTE ORIENTAL																													
			XXXV					XXXVI					XXXVII					XXXVIII					XXXIX					XL				
			PO	RO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE	PO	RO	TB	FI	FE
SCORPAENIDAE	<i>Scorpaena</i>	<i>plumieri</i>																														
SERRANIDAE	<i>Epinephelus</i>	<i>cruentatus</i>			E					R	E	E			R						R											
		<i>fulvus</i>	R		R	C	R			E	E	E	R	R		R	E	R			R	E	E	E		E	E	E		A	E	E
		<i>guttatus</i> (*)					R								R	E	R					R								E	R	E
		<i>striatus</i> (*)				X					R				R							X	R							R	R	
	<i>Hypoplectrus</i>	<i>guttavarius</i>																													R	
		<i>aberrans</i>		X	R																											
		<i>chlorurus</i>																														
		<i>nigricans</i>															R															
		<i>puella</i>	R	R		R	E									E															X	
	<i>sp.</i>																															
	<i>unicolor</i>																															
	<i>Rypticus</i>	<i>saponaceus</i>			R										R						X											
	<i>Serranus</i>	<i>baldwini</i>																														
		<i>tabacarius</i>					R							R																		
		<i>tigrinus</i>		R		E	R									E					R				E				E	E		
<i>tortugarum</i>														R	R							R			E							
<i>Mycterperca</i>	<i>bonaci</i> (*)					R																										
	<i>sp.</i>																												E			
	<i>venenosa</i> (*)																															
SPARIDAE	<i>Calamus</i>	<i>calamus</i>																														
SPHYRAENIDAE	<i>Sphyræna</i>	<i>barracuda</i> (*)		E	R	R			R	R				R					X	X					E		R	R	E			
SYNODONTIDAE	<i>Synodus</i>	<i>saurus</i>																														
TETRAODONTIDAE	<i>Canthigaster</i>	<i>rostrata</i>		R	R			R			R				E				X					R					R			
		<i>spengleri</i>									R				E	R																
UROLOPHIDAE	<i>Urolophus</i>	<i>jamaicensis</i>																							X		R					
Número de especies		136	33	30	42	27	38	12	24	31	29	31	25	18	43	40	47	14	22	42	29	41	11	20	20	13	22	19	9	29	53	43

FAMILIA/Nombre Científico	PENDIENTE OCCIDENTAL																			LAGUNA ARRECIFAL										
	XLI				XLII					XLIII				XXXIV						XLIV	XLV	XLVI	XLVIII	XLIX	L					
	P	T	TS	ANI	CE	TI	CI	TS	ANI	P	T	TS	ANI	CE	TE	CI	TI	TS	ANI											
ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus</i>	<i>bahianus</i>	E	E	R	A			C		E	R	E	R	E			C	E	E	E		E	R		E	E	E		
		<i>coeruleus</i>	E	E	E	E	E	C		R	C	E	E	E	C				E		E	D	C	C	E	C	C	C	C	
		<i>chrirurgus</i>	R	R	R		E						E						E		R		R	R	R	E	E	R		
AULOSTOMIDAE	<i>Aulostomus</i>	<i>maculatus</i>	X	R		R														R		R	R		R	X	R			
		<i>vetula</i>	R	R	X	X		R	E	R			R										R		R	R	R			
BALISTIDAE	<i>Balistes</i>	<i>macrocerus</i>				R	R			R																				
		<i>pulus</i>																					R							
		<i>sufflamen</i> (*)																												
MELICHTHYIDAE	<i>Melichthys</i>	<i>niger</i>	E	E	E				R					R				E	E	R				R		R				
		<i>ringens</i>									R				R															
		<i>Xantichtys</i>																												
BLENIIDAE	<i>Ophioblennius</i>	<i>atlanticus</i>				E																			X	R				
CARANGIDAE	<i>Caranx</i>	<i>ruber</i> (*)	R	C	X	E								R					R		R	R		E	R	R				
CIRRHITIDAE	<i>Amblycirrhitus</i>	<i>pinos</i>												R															R	
CLINIDAE	<i>Emblemaria</i>	<i>bahamensis</i>																												
		<i>plumieri</i>																								R				
		<i>triangulatus</i>																								R			R	R
CONGRIDAE	<i>Heteroconger</i>	<i>halis</i>	X																											
CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>aculeatus</i>					R																						R	
		<i>capistratus</i>	E	E	X	R	E	E	C	E	E	E	E	E	E	E	C	E	E	E	E	E	E	R	E	E	E	E	E	
		<i>ocellatus</i>	E	E	R	E	A			R		R												E		R	R	R		
		<i>striatus</i>	R	R		E				E														R		R	E	R		
DASYATIDAE	<i>Dasyatis</i>	<i>americana</i>																												
DIODONTIDAE	<i>Diodon</i>	<i>holocanthus</i>																								R				
		<i>hystrix</i>					R																							R
ECHENEIDAE	<i>Equetus</i>	<i>punctatus</i>		R					R																					
GERREIDAE	<i>Gerres</i>	<i>cinereus</i> (*)				E			X											E			R	R		R				
GOBIIDAE	<i>Coryphopterus</i>	<i>glaucofraenum</i>	R							E	E	C			R						E	R	R		E		E			
		<i>hyalinus</i>	A	D			D	E		D		D	C	A		D		C	C				R			E				
		<i>lipernes</i>	E	C			R									R														
	<i>Gobiosoma</i>	<i>genie</i>								E																				
		<i>illesobrosom</i>		E	R					E	R				E		R		E				R			R				R
		<i>prochilos</i>					C																							
		<i>oceanops</i>			R							R	E																	
	<i>sp.</i>			R	E																									
	<i>Gnatholepis</i>	<i>thompsoni</i>	E																											
	<i>Gobionellus</i>	<i>saepipallens</i>																												R
GRAMIIDAE	<i>Gramma</i>	<i>loreto</i>	D	D	E		A	D	D	D		D	D	D	E	E		E	C	C	R	E	E	E	E	E	R	E		
		<i>melacara</i>	E				D	C		D		E									D									
HAEMULIDAE	<i>Anisotremus</i>	<i>scriptus</i>																												
		<i>virginicus</i>																												
	<i>Haemulon</i>	<i>aurolineatum</i>	E				R		E	R													R	E		R			R	
		<i>carbonarium</i> (*)																							R		E	R	R	
		<i>flavolineatum</i>	E	E	E	D	E	E		E	R	C	E	E	E		C		E	R	E	E	E	E	E	C	A	C		
		<i>macrostomum</i>				R																								
		<i>melanurum</i>							D	R		E				C							E	E		E		E		
		<i>parrai</i>		E																										
		<i>plumieri</i> (*)	E							R		C	E			C							R	E		E	R	E		
		<i>sciurus</i> (*)	E				E		C	R														R	E		R	R	E	
HOLOCENTRIDAE	<i>Holocentrus</i>	<i>ascensionis</i>	E	R	E		R			D	E	E	E	C	R			E		R		R	R	E	C	E				
		<i>marianus</i>		E	R	C			A						R								R							
		<i>rufus</i>	E	E	E	R	E	E		C					R								R	R	R		R		C	
		<i>vexillarius</i>				C				E														R				X		
MYRIPRISTIDAE	<i>Myripristis</i>	<i>jacobus</i>		R	R			R	E		E			R																
KYPHOSIDAE	<i>Kyphosus</i>	<i>sectatrix</i>									A												E		R		R			

FAMILIA/Nombre Científico	PENDIENTE OCCIDENTAL																LAGUNA ARRECIFAL													
	XLI				XLII					XLIII				XXXIV						XLIV	XLV	XLVI	XLVIII	XLIX	L					
	P	T	TS	ANI	CE	TI	CI	TS	ANI	P	T	TS	ANI	CE	TE	CI	TI	TS	ANI											
LABRIDAE	<i>Bodianus</i>	<i>rufus</i>	X	R	R	R	R	R	E	R	R			R				R		R					R	R				
	<i>Clepticus</i>	<i>parrae</i>	E	A			D	D		D	D			E			C	C	C	E	A				R					
	<i>Halichoeres</i>	<i>bivittatus</i>	E			E			E	E	R	R								E	R			E	E	C				
		<i>garnoti</i>	E	A	E	E	C	D		E	E	D	A	A	E	C	A	D	E	D	C	C	A	C	A	E	E			
		<i>maculipinna</i>							R	E													E		R	E	E			
		<i>pictus</i>																												
		<i>poeyi</i>					D	E																						
		<i>radiatus</i>																									R			
	<i>Hemipteronotus</i>	<i>splendes</i>																									R			
	<i>Thalassoma</i>	<i>bifasciatum</i>	C	A	A	A	D	A	A	D	E	D	A	D	A	A		A	C	D	D	D	A	C	D	E	D			
	<i>Lachnolaimus</i>	<i>maximus</i> (*)					R	E						R											X					
LUTJANIDAE	<i>Lutjanus</i>	<i>analís</i> (*)													E										R	R				
		<i>apodus</i> (*)	E				R	R		R				E								R	R		R	R	R			
		<i>griseus</i> (*)		X																		R	R		R		E			
		<i>jocu</i> (*)																							R					
		<i>mahogoni</i> (*)		E									R									R			R		R			
		<i>synagris</i> (*)				E																R			R					
	<i>Ocyurus</i>	<i>chrysurus</i> (*)		E		E	R	C	A	R			E			C	E	E		R	R	R	E	C	E	R	R			
MONACANTIDAE	<i>Monacanthus</i>	<i>tuckeri</i>					R																			R				
MULLIDAE	<i>Mulloidichthys</i>	<i>martinicus</i>		R				C																		R	R			
	<i>Pseudopenaeus</i>	<i>maculatus</i>		R	X	R	R			E													E	E	R	X	R			
MURAENIDAE	<i>Gymnothorax</i>	<i>miliaris</i>																								R				
		<i>moringa</i>	E					R																	R		X			
OGCOCEPHALIDAE	<i>Ogcocephalus</i>	<i>nasutus</i>																							X					
OPISTHOGNATHIDAE	<i>Opisthognathus</i>	<i>aurifrons</i>						R																						
OSTRACIIDAE	<i>Lactophrys</i>	<i>trigonus</i>																												
		<i>triqueter</i>		R			E	E																		R				
PEMPHERIDAE	<i>Pempheris</i>	<i>schomburki</i>																									R			
POMACANTHIDAE	<i>Holacanthus</i>	<i>ciliaris</i>	R	R	E	E	R	E		R			E	R								E	E	R	E	R	R			
		<i>tricolor</i>	E	E	R	E	R	E		R			R	R			E	R	R			R	R	R	R	R	R			
	<i>Pomacanthus</i>	<i>arcuatus</i> (*)	E	E			R						E	R								R	R		E	R	R			
		<i>paru</i> (*)					R																R		R	R	R			
POMACENTRIDAE	<i>Abudefduf</i>	<i>saxatilis</i>				C	R	E												E	D	R	R		R	E	R			
	<i>Chromis</i>	<i>cyanea</i>	A	D	D		D	D	D	D	D	D	D	D	C	D	D	D	D	E	C	C	E	A	C	R				
		<i>insolata</i>	C	R			D	A		R			E	E																
		<i>multilineata</i>	E	E	E		A	D		E			D	E							A	D				X				
	<i>Microspathodon</i>	<i>chrysurus</i>			X	R				E				E	E						E	E	C	R	R		R	R		
	<i>Stegastes</i>	<i>diencaeus</i>		E	E	C			E	C			R	E	E	C				R	E	E	C	C	R		E	E		
		<i>dorsopunicans</i>	R	E	X	E	E	R					E								R		R	R	E	R	E	E		
		<i>leucostictus</i>	E	E	R				D	R	E										E	R	R	E	R	E	E	E		
		<i>partitus</i>	A	D	C	C	A	D	C	D	A	A	A	C	C	A	A	C	C	E	C	C	E	E	E	E	E	C		
		<i>planifrons</i>	E	C	E	R	E	C	A	C			E	E	A	C	E				E	E	C	A	D	E	E	C		
		<i>variabilis</i>	C		E	E	C		E	E			R		E						R	E	R	E		E	R	E		
PRIACANTHIDAE	<i>Priacanthus</i>	<i>cruentatus</i>				C																					R			
RHINCODONTIDAE	<i>Ginglymostoma</i>	<i>cirratum</i> (*)																									X	R		
SCARIDAE	<i>Scarus</i>	<i>coelestinus</i>		R																					R					
		<i>coeruleus</i>														R											R			
		<i>croicensis</i>	R	E	C		E			E	E	E	C	R		E		E				R	C	E	E	R	C			
		sp.	R						E					E			E	R	C			R			R					
		<i>taeniopterus</i>		R			R		E		E	E	E		R		E		E			A	E		R	R	E			
		<i>vetula</i>		R																					R					
	<i>Sparisoma</i>	<i>atomarium</i>					R		R				E									R	R	E	E	E	E			
		<i>aurofenatum</i>		R			R	R					E	E	C	E						E	E	R	E		E			
		<i>chrysopterus</i>																								R				
		<i>rubripinne</i>						E				R										R	E	R		R	R			
		<i>viride</i>	E	E	E	E	R		E			R		E	E							R	R	E	C	E	E	C	E	E

FAMILIA/Nombre Científico	PENDIENTE OCCIDENTAL																LAGUNA ARRECIFAL										
	XLI				XLII					XLIII				XXXIV						XLIV	XLV	XLVI	XLVIII	XLIX	L		
	P	T	TS	ANI	CE	TI	CI	TS	ANI	P	T	TS	ANI	CE	TE	CI	TI	TS	ANI								
SCORPAENIDAE	<i>Scorpaena</i>	<i>plumieri</i>																									
SERRANIDAE	<i>Epinephelus</i>	<i>cruentatus</i>		R			R	E	E	E	E			R		E	R		R	R	E	R			R		
		<i>fulvus</i>	E	R	E			R	E	E	R	E	E	R	E		R	E					R		R	R	
		<i>guttatus (*)</i>	R	R		X		R			R	R	R		R					R				R			
		<i>striatus (*)</i>		R						R		R								R							
	<i>Hypoplectrus</i>	<i>guttavarius</i>						R						R						R							
		<i>aberrans</i>																									
		<i>chlorurus</i>														R											
		<i>nigricans</i>							R						E		R			R		R			R		
		<i>puella</i>								R	E		R		R		E	R	R		R	R			R		R
		<i>sp.</i>		R				E	R	E					R			E	E		R				R		R
		<i>unicolor</i>																		C		R			R	R	R
	<i>Rypticus</i>	<i>saponaceus</i>																									
	<i>Serranus</i>	<i>baldwini</i>																									R
		<i>tabacarius</i>			X																						R
		<i>tigrinus</i>	R	E	R			R	E		E	R			R	E	E	C	R		E			R	R		R
		<i>tortugarum</i>																								X	R
	<i>Mycteroperca</i>	<i>bonaci (*)</i>																									
<i>sp.</i>															R												
<i>venenosa (*)</i>		R		R			R																				
SPARIDAE	<i>Calamus</i>	<i>calamus</i>																								R	
SPHYRAENIDAE	<i>Sphyaena</i>	<i>barracuda (*)</i>	R	R				R	E																X		
SYNODONTIDAE	<i>Synodus</i>	<i>saurus</i>						R				R														R	
TETRAODONTIDAE	<i>Canthigaster</i>	<i>rostrata</i>	E	R	E			E	R				E	R		R	R	R	R	R		R	E	E	X	R	
		<i>Sphoeroides</i>	<i>spengleri</i>																							R	
UROLOPHIDAE	<i>Urolophus</i>	<i>jamaicensis</i>																							R	R	
Número de especies		136	50	58	39	35	54	34	26	53	17	48	40	29	27	45	12	26	28	42	27	61	59	24	80	51	68

Referencias

- Aguilar-Perera, A. Y W. Aguilar-Dávila. 1993. Banco Chinchorro: ultimo refugio en el Caribe Mexicano. Cuadernos de divulgación. No. 6 CIQRO, Chetumal, Quintana Roo.
- Aguilar-Perera, A. Y W. Aguilar-Dávila. 1993. Banco Chinchorro: Arrecife Coralino en el Caribe. Pp 807-816. In: Biodiversidad Marina y Costera de México. S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González (eds.). Com. Naal. Biodiversidad y CIQRO, México 865 pp.
- Bahena, B. H. Y R. Herrera. 1998. Herpetofauna del banco Chinchorro, Quintana Roo, Caribe Mexicano. Herpetological Review (en evaluación).
- Barragan, S. 1997. Chinchorro. Escenario de barcos y arrecifes. Escala, abril 1997. Año VII, No.93, pp 70-79.
- Bayer, F. M. 1961. The shallow water octocorallia of the west Indian Region. Martinus Nijhoff. The Hague. 373 p.
- Bayer, F. M., M. Grasshoff and J. Verseveldt (Eds). 1983. Illustrated trilingual glossary of morphological and anatomical terms applied to pterocorallia. E. J. Brill/Dr. W. Backhuys. Leiden. 75 pp.
- Birkeland, C. & S. Neudecker. 1981. Foraging behavior of two caribbean chaetodontids: *Chaetodon capistratus* and *Chaetodon aculeatus*. *Copeia* 1981(1):169-178.
- Böhlke, J. E. y Ch. C. G. Chaplin. 1993. Fishes of the Bahamas and Adjacent Tropical Waters. 2ª. Ed. Univ. Texas Press, Austin. 753 p.
- Bohnsack, J. A. Y S. P. Bannerot. 1986. A stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of coral reef fishes. NOAA Technical Report NMFS 41. July. 14 pp.
- Brock, R. E. 1982. A critique of the visual census method for assessing coral reef fish populations. *Bull. Mar. Sci.* 32(1):269-272.
- Brock, V. E. 1954. A preliminary report a method of estimating reef fish populations. *J. Wild. Manag.* 18:297-308.
- Cairns, S. 1977. Guide of the commoner shallow-water gorgonians (Sea whips, sea feathers and sea fans) of Florida, The Gulf of Mexico and The Caribbean Region. Sea Grant Field Guide Series number 6. University of Miami. Sea Grant Program. 74 pp.
- Cairns, S. D. 1982. Stony Corals (Cnidaria: Hydrozoa, Scleractinia) of Carrie Bow Cay, Belize. *Smith. Contrib. Mar. Sci.* 12:271-302.
- Carranza J, Molina C, Bezaury J, López C y J McCann. 1996. Caracterización de la zona de Xcalak, Quintana Roo México. Propuesta para el establecimiento del Parque Nacional arrecifes de Xcalak. Sian Ka'an Serie Documentos. No.5. p 1-68.
- Carricart-Ganivet, J.P y G. G. Horta-Puga. 1993. Arrecifes de coral de México. pp 81-92. In Biodiversidad Marina y Costeras de México. S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González (eds.). Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO, México 865 pp.
- Castañares, G. L. y L. Soto. 1982. Estudios sobre los corales escleractinios hermatípicos de la costa noreste de la Península de Yucatán, México. I. Sinopsis taxonómica de 38 especies. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nac. Autón. de México.* 9(1):295-344
- Claro, R. 1987. Ecología de los Peces Marinos de Cuba. Inst. de Oceanol, Academia de Ciencias de Cuba y Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Quintana Roo, México. 525 pp.
- Colin, P. L. 1988 Marine invertebrates and plants of the living reef. T. F. H. Publications, Inc. Ltd. 512 pp.
- Chavez, E. A. Y E. Hidalgo. 1984. Spatial structure of benthic communities of Banco Chinchorro, Mexico. In: Advances in reef science, Joint meeting I.S.R.S. and Alt. Reeg Comm., Univ of Miami, Octubre 26-28, Abstract 19-20.
- Chavez, E. A., E. Hidalgo y A. Izaguirre. 1985. A comparative analysis of Yucatan coral Reefs. *Proc. 5th. Int. Coral. Reef Congr., Tahiti,* 2:74-80.
- Darwin, C. 1976. The structure and distribution of coral reefs. Univ. California Press. Berkeley, Los Angeles, London. 205 p.
- Dawes, C. J. 1986. Botánica Marina. De. Limusa. México. 673 pp.
- Done, T. J. 1981. Rapid, large area, reef resource surveys using a manta board. *Proc. Fourth Int. Coral Reef Symp., Manila.* I:299-307.
- Done, T.J. 1981. Rapid, large área, reef resource surveys using a manta board. *Proc. Of the Fourth International Coral Reef Symposium, Manila,* I: 299-307.
- Loreto, V. RM y García, G. 1997. Caracterización de Arrecifes Coralinos de la Isla de Cozumel. Informe Final. Amigos de Sian Ka'an, A.C.
- Garduño, M. A. 1988. Distribución de la ictiofauna asociada a los arrecifes del Caribe mexicano. Tesis de Maestría. CINVESTAV, Mérida. 110 pp.
- Gómez, P. y G. Green. 1984. Sistemática de las Esponjas Marinas de Puerto Morelos, Quintana Roo, México. *An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Atón. México,* 11 (1): 65-90.
- Goreau, T. F. 1967. Gigantism and abundance in the macrobenthos of Jamaican coral reefs. *Proc Assoc. Is. Mar. Labs. Caribb.* 7:26-27.
- Goreau, T.F. 1979. Corals and Coral Reefs. *Sci.Am* ,241 (2):110-120.
- Greenberg, J. And I. Greenberg. 1977. Guide to corals and fishes of Florida. The Bahamas and The Caribbean, Seahawk Press. Miami Florida. 64 pp.
- Gutiérrez, D., García Sáens, C., Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J., Macías, R., Bezaury, J.E. y A.C. Cintra. 1993. Arrecifes Coralinos de Sian Ka'an. Caracterización y Propuesta para el Manejo. Informe Final. Biocenosis, A.C./ICMyL-UNAM/Amigos de Sian Ka'an, A.C. 120 pp.

- Gutiérrez, D., García Sáens, C., Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J., y R Macías. 1993. Caracterización de los Arrecifes Coralinos de Sian Ka'an. Sian Ka'an Serie Documentos No. 1. p 1-47.
- Gutiérrez, D. y García Sáenz, C. 1994. Arrecifes coralinos de la Reserva Ecológica Marina del Municipio Solidaridad. Caracterización y Propuesta para el Manejo. Biocenosis, A.C./ICMyL-UNAM/Amigos de Sian Ka'an, A.C. Informe Final. 78 pp.
- Gutiérrez, D., Camarena-Luhrs, T. y García-Beltrán, G. 1995. Arrecifes Coralinos de Quintana Roo. Puerto Aventuras-Punta Petempich. Biocenosis, A.C./Amigos de Sian Ka'an, A.C. Informe Final.
- Gutiérrez, D., Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J., García, G. Loreto, R. Camarena, T. 1995. Caracterización de los Arrecifes Coralinos del Corredor "Cancún-Tulum", Quintana Roo, México. Sian Ka'an Serie Documentos No. 4. p 3-39.
- Gutiérrez, D., Lara Pérez-Soto, M. y García-Beltrán G. 1996. Arrecifes coralinos de Quintana Roo, Tampalam-Bacalar Chico. Biocenosis, A.C./Amigos de Sian Ka'an, A.C. Informe Final.
- Gutiérrez, D., García G, Lara M y RM Loreto. 2005. Caracterización de los arrecifes coralinos del sur de Quintana Roo, México (Tampalam- Bacalar Chico). Sian Ka'an Serie Documentos. No.6. p 1-32.
- Hourigan, T. F., F. G. Stanton, P. J. Motta, C. D. Kelley & B. Carlson. 1989. The feeding ecology of three species of caribbean angelfishes (family Pomacanthidae). *Env. Biol. Fish.* 24(2):105-116.
- Humman, P. 1992. Reef Creature Identification. New World Pubs. Inc. Jacksonville, Fla 320 pp.
- Humman, P. 1993. Reef Coral Identification. New World Pubs. Inc. Jacksonville, Fla. 239 p.
- Humman, P. 1994. Reef Fish Identification. New World Pubs. Inc. Jacksonville, Fla. 2ª. Ed. 396 p.
- Huston, M. 1985. Patterns of species diversity on coral reefs. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 16:149-177.
- Instituto Nacional de Ecología. 2000. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro. 189 p.
- Jordán, E. Y E. Martin. 1987. Chinchorro: Morphology and composition of a Caribbean atoll. *Atoll Research Bulletin.* No. 310. Octubre 1987.
- Jordán, E. 1989. Efecto de la morfología del sustrato en el desarrollo de la comunidad coralina. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ.Nal.Autón.México*, 16:105-118.
- Kaplan, E. H. 1982. A field Guide to Coral Reef of the Caribbean and Florida. Houghton Mifflin Co., Boston 289 p.
- Kimmel, J. J. 1985. A new species-time method for visual assessment of fishes and it comparison with established methods. *Environmental Biology of Fishes.* 12(1):23-32.
- Lamshead, P.J.D., H.M. Platt y K.M. Shaw. 1983. The detectio of differences among assemblages of marine benthic species base don a assesment of dominance and diversity. *Journal of Natural History* 17, 859-874.
- León, T. H. 1980. Abundancia y distribución de algunas macroalgas arrecifales del Caribe mexicano. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Univ. Nac. Autón. de México. 50 p.
- Littler, D. M., Littler, K., Bucher y J. Norris. 1989. Marine Plants of the Caribbean. A field guide from Florida to Brazil. Smithsonian Institution Press. Washington, D. C. 263 p.
- Littler, D. S., M. M. Littler, K. E. Bucher and J. N. Norris. 1989. Marine plants of the Caribbean. Washington Press. 263. pp.
- Littler, M. M. y Arnold, K. E. 1990. Sources of variability in macroalgal primary productivity: sampling and interpretative problems. *Aquat. Bot.* 8: 141 - 156.
- Littler. M. M., D. S. Littler y P. R. Taylor. 1983. Evolutionary strategies in a Tropical barrier reef system: functional-form groups of marine macroalgae. *J. Phycol.* 19, 229-237 (1983).
- Logan, A., S. M. Mathers and M. L. H. Thomas. 1984. Sessile invertebrate coelobite communities from reef of Bermudaç: species composition and distribution. *Coral Reefs* 5:63-71.
- Loreto R.M & J. Schmitter-Soto. 2003. Coral Reef Fish Assemblages at Banco Chinchorro Mexican Caribbean. *Bull. Mar. Sci.* 73 (1) 153-170.
- Loya, Y. 1972. Community structure and species diversity of hermatypic corals al Eliat, Red Sea. *Mar.Biol.*, 13 : 100-23.
- Luckhurst, B. & Luckhurst, K. 1978. Analysis of the influence od substrate variable on coral reef communities. *Mar. Biol.* 49:317-323.
- Macías, O. R. 1994. Variación espacial de la comunidad ictológica de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an. Tesis de Maestría. Fac. de Ciencias, UNAM. México D.F.
- Magurran, E. A. 1988. Ecologuycal diversity and its measurement. Princeton University Press. Primera edición. Nueva Jersey, E.U. 179 pp.
- McCormic, M.I y J.H. Choat. 1987. Estimates tota abundance of large temperate-reef fish using visual strip-transects. *Mar. Biol.* 96:469-478.
- Merino, M. Y L. Otero. 1991. Atlas Ambiental Costero. Puerto Morelos – Quintana Roo. CONACYT, UNAM Y CIQRO. 80 pp. +1 Carta.
- Middleton, N. 1944 Diving Belize. Aqua Quest Inc. Pub. Nueva York. Pp 96-109.
- Milliman, J. D. 1973. Caribbean coral reefs. En O.A. Jones & R. Endean. *Biology and Geology of Coral Reefs.* Vol. 1.:1-50.
- Porter, J. W. 1972. Patterns of species diversity in Caribbean Coral reefs. *Ecology.* 53(4):668-673.
- Reese, E. S. 1993. Reef Fishes as indicators of conditions on coral reefs. *Proc. Colloquium Rosentiel.* Jun 1993. P 59-65.
- Rivera-Torres, R. 1990. Un arrecife notable: Chinchorro. Magazine Cancún. Nov-dic. No.7. pp14-29.
- Rützler, K. Y I.G. Macintyre, 1982. The Habitat Distribution and Community Structure of the Barrier Reef Complex at Carrie Bow Cay, Belize. *Smith Contrib. Mar. Sci.* 12: 9-45.
- Sale, P. F. y B. J. Sharp. 1983. Correction for bias in visual transects censuses of coral reef fishes. *Coral reefs.* 2:37-42.

- Sano, M., M Shimizu & Y. Nose 1987. Long term effects of destruction of hermatypic corals by *Acanthaster planci* infestation on reef fish communities at Iriomote Island, Japan. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 37:191-199.
- Schmahl, G.P. 1990. Community structure and ecology of sponges associated with four southern Florida coral reefs. In K. Rutzler (ed.) *New perspectives in sponge biology*, pp 376-383. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Smith, F. G. W. 1972. *Atlantic Reef corals. A handbook of common Reef and shallow-water corals of Bermuda, The Bahamas, Florida, The West Indies and Brazil.* University of Miami Press. 164 pp.
- Stoddart, D.R. 1969. Ecology and morphology of recent coral reefs. *Biol Rev.* 44: 433-498.
- Stokes, F. J. 1984. *Divers and snorkelers guide to the fishes and sea life of the Caribbean, Florida, Bahamas and Bermuda.* The Academy of Natural Sciences of Philadelphia Publisher. 160 p.
- Taylor, W. R. 1960. *Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas.* University Michigan Press, Ann Arbor. 96 pp.
- Torruco-Gómez, D. Y A. González-Solís 1922. *Bases ecológicas para la administración ambiental y desarrollo económico de Banco Chinchorro, Quintana Roo.* CINEVESTAV-IPN Unidad Mérida. 82 pp.
- Tunnell, Jr. J. W., A. A. Rodriguez, R. L. Lehman y C. R. Beaver. 1993. *An ecological characterization of the southern Quintana Roo coral reef system.* Center for Coastal Studies Texas A & M University. Corpus Christi, E.U. 161 pp.
- UNEP/IUCN. 1988. *Coral reefs of the World, vol. I: Atlantic and Eastern Pacific*, UNEP. Regional Seas Directories and Bibliographies. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK/UNEP: Nairobi, Kenya. XLVII+373 pp., 38 mapas, Page Bros. (Norwich) Ltd. Inglaterra.
- Wynne, M. J. 1986. *A checklist of benthic marine algal of the tropical and subtropical western Atlantic.*
- Zlatarski, V. N y N. Martínez. 1982. *Les Scléractiniaires de Cuba avec des données sur les organismes associés.* Académie Bulgare des Sciences. Sofia 472 pp.

Caracterización de Banco Arrowsmith, Quintana Roo, México.

Rosa María Loreto Viruel, Angel Loreto Viruel y Marco Antonio Lazcano Barrero
Amigos de Sian Ka'an A. C., Cancún, Q. Roo CP 77500. México.



BANCO ARROWSMITH

El Banco Arrowsmith o Bajo del Este como lo llaman los pescadores, es una plataforma arrecifal sumergida. Jordán (1993) afirmó que es un riesgo considerarlo un arrecife, aunque poco se conocía de la zona. Esta localizado a 40 Km al este de Punta Cancún. La escasa información que existe del sitio indica su localización en las coordenadas 21°05'00"N-86°28'00"W (fuente: National Geospatial-Intelligence Agency, Bethesda, MD, USA) (Figura 1). Aunque los cartógrafos del Nuevo Mundo, como el inglés Aaron Arrowsmith lo ubica en un mapa de 1872, en la parte oriente de la península de Yucatán frente a Isla Mujeres, por lo que quizá el nombre provenga de este cartógrafo.

Su ubicación resulta particularmente importante desde el punto de vista biológico, por encontrarse en la zona de transición entre diferentes provincias bióticas, que corresponden al Mar Caribe y el Golfo de México. Se encuentran en un área que por su riqueza específica constituye una gran reserva genética para los arrecifes de Quintana Roo, conformando la parte norte de los arrecifes insulares del Sistema Arrecifal Mesoamericano en México.

Ha sido determinada como Región Prioritaria Marina #68 por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (Arriaga *et al.*, 1998)

La pesca es la actividad relevante en el área, ya que está en el paso de la corrida de la langosta espinosa (*Panulirus argus*) y en el se encuentran bancos de caracol rosado (*Strombus gigas*), además que la surgencia del agua fría de la corriente profunda que pasa por el canal de Yucatán favorece el desarrollo de otros recursos, como la sardina y el camarón.

La escasa información que se tenía del Banco Arrowsmith es debido a la presencia de fuertes corrientes que dificultan su acceso. Solo se contaba con una lista de corales escleractineos y stlyasterinos en aguas profundas del área cuyo autor es Cairns (citado en Horta- Puga y Carricart - Ganivet, 1993) y una lista de especies de peces demersales de Schmitter *et al.*, (2001). Considerando la importancia de esta área marina en términos ecológicos, biológicos y económicos, así como la relevancia de generar una de las primeras descripciones biológicas de esta zona, junto con recomendaciones basadas en los resultados obtenidos que permitirán reducir los impactos antropogénicos en

los recursos naturales del sitio. Amigos de Sian Ka'an, como parte de su proyecto "Caracterización de Arrecifes de Quintana Roo" describió en 2004, la topografía y la diversidad biológica de Banco Arrowsmith, obteniendo la batimetría y un modelo digital de terreno, así como el inventario de la riqueza de especies, abundancia y distribución de algas, corales, esponjas y peces, mediante buceo.

Resultados

Este reporte presenta los resultados de una campaña de investigación realizadas en el año 2004 para describir a detalle el Banco Arrowsmith, mediante el desarrollo de las actividades siguientes (Tabla 1):

Tabla 1. Actividades desarrolladas en la campaña de caracterización de Banco Arrowsmith.

Actividades	Fecha	Descripción	Personal requerido	Material/Equipo
Vuelo de reconocimiento	5/febrero/1997	- Prospección aérea para el registro y la fotografía de características conspicuas del área	1 piloto 1 geógrafo	Avioneta Cesna GPS Cámara
Campaña de campo	15-30/Junio/2002	- Participación en la expedición oceanográfica "Caribe 2002-B", para obtención de datos baimétricos	1 geógrafo Tripulación de Buque	Ecosonda con GPS Buque de Investigación de la Armada de México, HI-06 "ANTARES".
	1a. 3-8 agosto/2004	- Registros batimétricos	7 biólogos	2 embarcaciones (25 pies)
	2a. 18-22/agosto/2004	- Recorridos en superficie del agua	1 videografo	- insumos de buceo
	3a. 26 agosto-1 septiembre/2004	- 69 transectos en la planicie de Banco Arrowsmith, entre 25-35 m de profundidad para la toma de datos subacuáticos - 5 video transectos en el borde de la planicie, a 55 m de profundidad, para la descripción de estas zonas.	9 pescadores conocedores del sitio	- GPS - líneas de transectos - tablillas de escritura

La finalidad y la forma de valorar el área fueron las mismas que se siguieron en fases anteriores del proyecto "Caracterización de Arrecifes de Quintana Roo" desarrollado por Amigos de Sian Ka'an en colaboración con otras instituciones regionales (Gutiérrez *et al.*, 1993, 1995, 1996, 2005; Loreto y García, 1996).

Batimetría

Del 15 al 30 de junio de 2002, la Estación de Investigación Oceanográfica de Progreso, Yucatán, México, efectuó la expedición oceanográfica denominada "Caribe 2002-B", a bordo del Buque de Investigación de la Armada de México, HI-06 "ANTARES". Dicho crucero estuvo dirigido a explorar las condiciones oceanográficas del Caribe Mexicano, con especial énfasis en el área del Canal de Yucatán y Banco Arrowsmith. El objetivo de la expedición fue el de obtener información sobre la columna de agua

(salinidad, temperatura, densidad, nutrientes), fondo marino (sedimentos y organismos bentónicos), plancton (zooplancton y clorofilas) y parámetros meteorológicos. Así como medición de corrientes superficiales y perfiles batimétricos. Amigos de Sian Ka'an fue invitado a participar en esa expedición, particularmente para la obtención de datos batimétricos en el área del Banco Arrowsmith.

El registro de datos batimétricos se obtuvo del recorrido de cinco transectos con rumbo este - oeste a bordo del buque oceanográfico. Los transectos tuvieron una longitud aproximada de 10 millas náuticas e intervalos de 5 millas entre cada uno. Se iniciaron en la latitud 21°16'N y terminaron en la latitud 20°55'N (Figura 2). Para los recorridos se navegó a una velocidad cercana a los 7 nudos, cada 60 m aproximadamente se obtuvo la posición GPS y al mismo tiempo la lectura de la ecosonda.

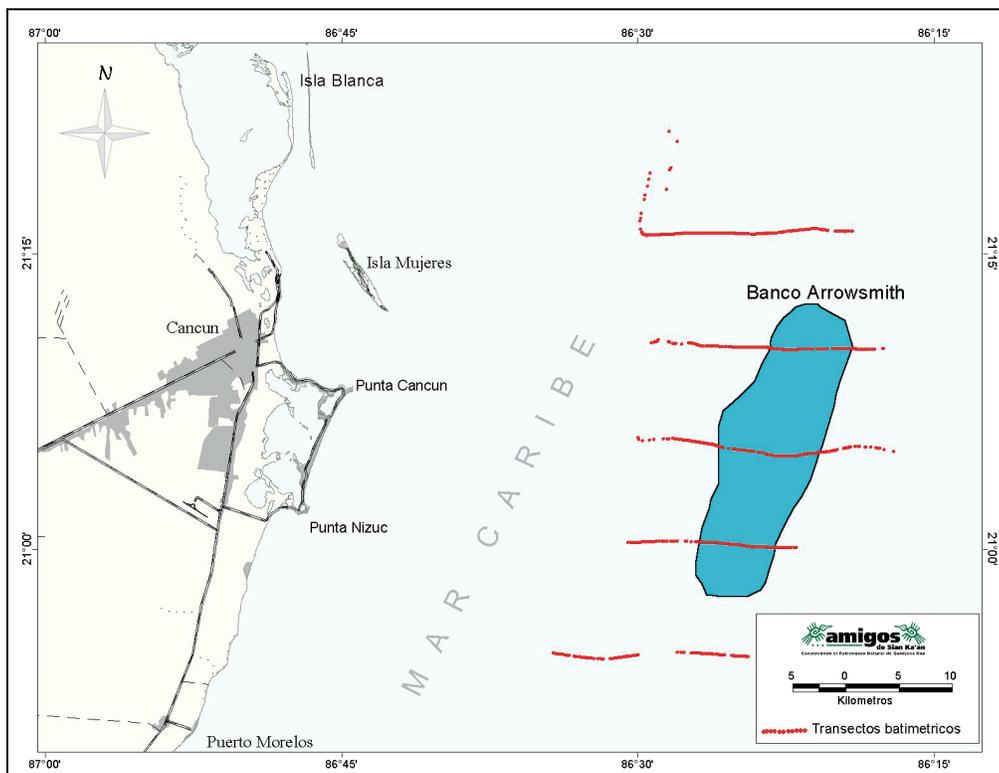


Figura 2. Transectos batimétricos en el área de Banco Arrowsmith (Líneas rojas)

Posteriormente, en gabinete, se relacionaron ambos archivos y se determinaron puntos con referencia geográfica y su respectiva profundidad en metros. Habiendo realizado esto se procedió a trazar isólinas uniendo puntos de igual valor y con el módulo “surface” de ArcView se obtuvo un modelo digital de terreno (Figuras 3 y 4).

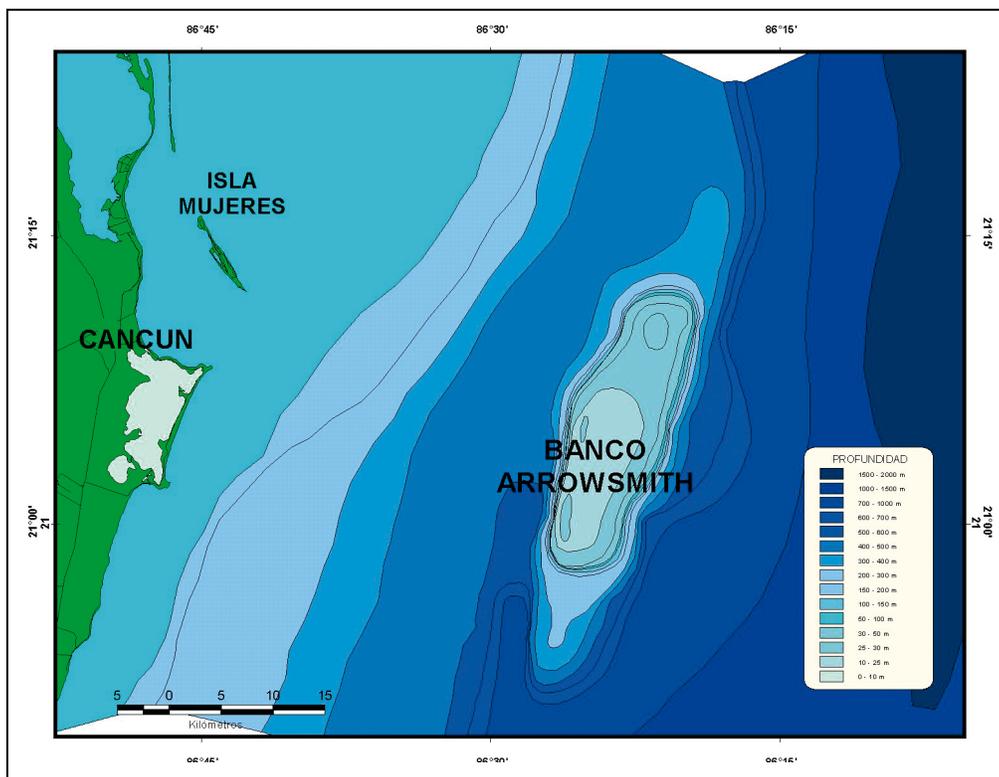


Figura 3. Modelo digital con los rangos de profundidad del Banco Arrowsmith elaborado por Amigos de Sian Ka'an en 2004

Modelo digital de Banco Arrowsmith

Con este trabajo se logra georeferenciar y describir el Banco Arrowsmith como una planicie submarina ubicada en mar abierto, a 40 Km de Isla Mujeres, entre las coordenadas 21°17'28.32"N y 86°28'03.36"W y 20°51'50.76"N y 86°17'42"W, siendo una formación única en el Caribe en México. Su topografía, según el estudio batimétrico realizado en colaboración con la Secretaría de Marina, tiene las características siguientes (Figura 4):

- Una pendiente muy pronunciada en la pared oeste del Banco, que va de 25 m a 400 m en tan sólo 1.3 Km. El declive en la pendiente oriental (este) es menos abrupto pero de similar magnitud.
- Tiene aproximadamente 37,000 ha. de superficie tomando como límite la línea de 400 m de profundidad.
- Su longitud con dirección norte - sur es de 47 Km.
- Tiene 13 Km de ancho en dirección este - oeste.
- La profundidad más somera es de 22 m.
- Cuenta con una plataforma interior con una profundidad media de 25 m; una superficie promedio de 8,000 ha; midiendo 16.4 Km de largo y 5.4 Km de ancho.

Descripción del fondo marino

La caracterización de la planicie submarina Banco Arrowsmith se realizó en el año 2004, en tres semanas de trabajo de campo submarino, la primera del 2 al 8 de agosto con monitoreos en la parte sur del Banco Arrowsmith. La segunda semana de trabajo, del 16 al 23 de agosto, en la parte centro y durante la tercera semana, del 25 de agosto al 1 de septiembre, en la porción norte (Figura 5).

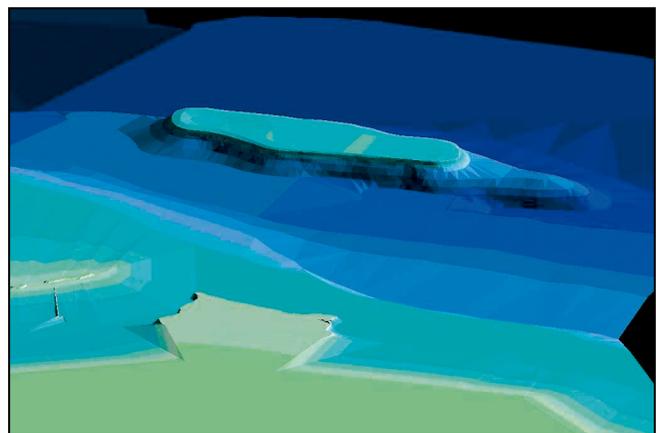
El trabajo de campo se realizó sobre la planicie submarina, con buceos entre 25 m y 35 m de profundidad. También se realizaron cinco inmersiones a 55 m de profundidad en el borde de la planicie, para registrar con video datos de la flora y fauna marina en esa zona. Cada día se realizaron 2 inmersiones debido a la profundidad.

La corriente marina estuvo tranquila en la época del estudio (agosto), sin embargo hubo días en que su velocidad llegó a tres nudos y dificultó el buceo

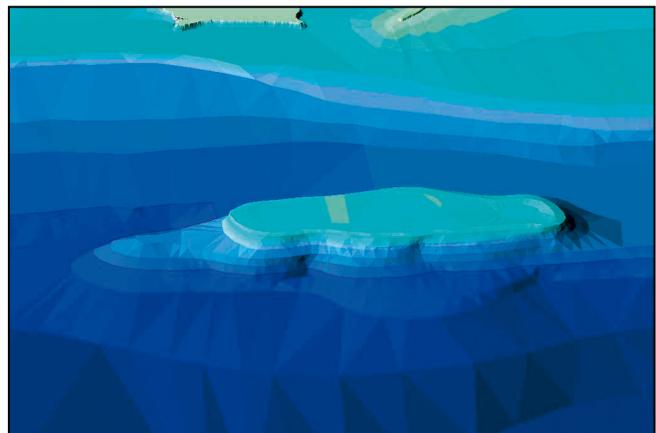
Una de las partes más importantes para poder alcanzar los objetivos planteados del proyecto fue la participación de los pescadores de la zona, que compartiendo sus conocimientos del lugar y participaron en cada uno de los transectos con buceo, hecho que se valoró muchísimo y que fue considerado indispensable para el éxito del proyecto.



a)



b)



c)

Figura 4. Modelo digital del Banco Arrowsmith: a) Vista aérea, b) Vista lateral margen occidental, c) Vista lateral margen oriental.

Elaborado por Amigos de Sian Ka'an en 2004, con el apoyo de la SEMAR-Estación de Investigación Oceanográfica Progreso, Yucatán

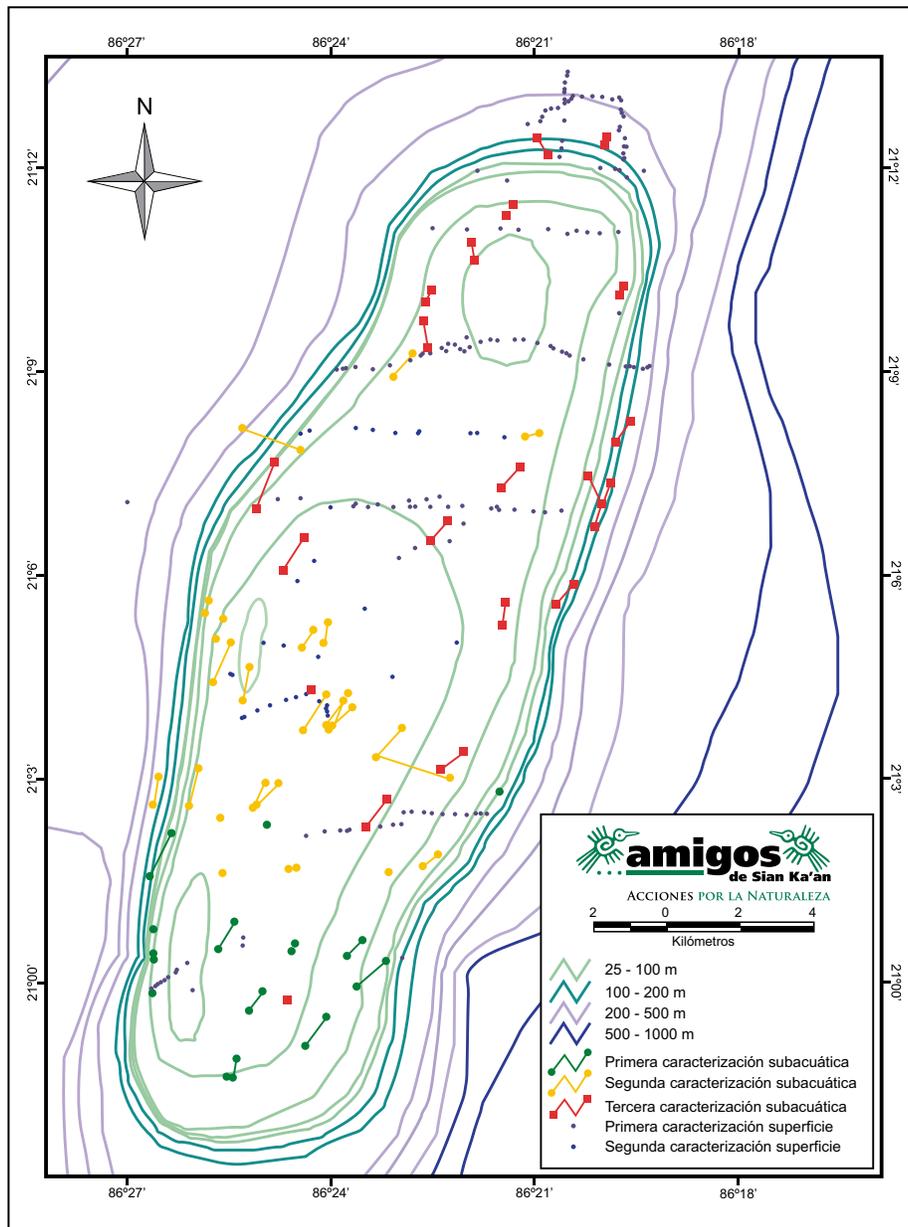


Figura 5. Ubicación de los sitios de muestreo de superficie y con buceo para la caracterización de Banco Arrowsmith realizada por Amigos de Sian Ka'an en el año 2004

El trabajo mediante transectos subacuáticos fue el mismo que en trabajos anteriores de Amigos de Sian Ka'an. Sobre cada transecto se toman datos del número y composición de especies, abundancia y distribución de algas como productores primarios, corales duros (escleractinios) como los principales constructores arrecifales, corales blandos (gorgonáceos) como constructores secundarios, esponjas que son filtradores importantes y peces por su papel en las redes tróficas del arrecife. Para lo cual se asigno un investigador responsable de la toma de datos de cada uno de estos cinco grupos, que trabajaron de manera simultánea en cada transecto subacuático.

Además, fueron realizados 12 transectos de superficie recorriendo el Banco Arrowsmith de este a oeste, marcando con GPS los puntos donde se encontraba un cambio en el tipo de sustrato submarino (Figura 5). Se encontró que la parte sur de Arrowsmith se caracteriza por ser una planicie calcárea cubierta de algas e hidrozoarios principalmente, con esponjas y corales blandos comunes y distribuidos de manera dispersa. La planicie calcárea presenta cortes en su estructura, a manera de escalones o escaleras, en las cuales la profundidad cambia de un promedio de 30 m a 35 m en una inclinación casi vertical. Estos escalones permiten sitios protegidos de las corrientes que sirven de base para el establecimiento y desarrollo de colonias de corales duros distribuidos de manera dispersa, en buenas condiciones de salud.

La planicie de Banco Arrowsmith se caracteriza por presentar 8 tipos de fondo de acuerdo a su composición, con términos vernáculos de los pescadores (Tabla 2):

Tabla 2. Tipos de fondo en la planicie de Banco Arrowsmith identificados con la caracterización del Banco realizada por Amigos de Sian Ka'an en 2004

Tipo de fondo	Termino vernáculo que dan los pescadores
Planicies cubiertas de algas verdes calcáreas, principalmente especies del género <i>Halimeda</i> .	fondo de florecitas
Planicies cubiertas de arena	fondo caracolero
Cordilleras de coral que bordean un escalón	cordilleras elegantes
Planicies cubiertas de rodolitos* (algas rojas calcáreas que no están en sustrato fijo).	fondo chivolero
Algas, esponjas e hidrozoarios en los márgenes del Banco	fondo negro
Planicies con grupos de esponjas vasiformes aisladas	fondo de chocholes
Planicies cubiertas de hidrozoarios	fondo de ramalitos
Cordilleras de coral en montículos	cordilleras elegantes

* los rodolitos resultan del recubrimiento de un fragmento de concha, roca o por el asentamiento de esporas en cualquier otro sustrato duro móvil

En la planicie del Banco Arrowsmith, los tipos de fondo cubiertos de algas verdes, los que están cubiertos de rodolitos y los compuestos de algas, esponjas e hidrozoarios son las que ocupan una mayor superficie del Banco.

Los márgenes que bordean todo el Banco, donde la plataforma termina y da inicio a paredes verticales o casi verticales, son ocupados por algas, esponjas e hidrozoarios principalmente.

Los fondos arenosos, que son hábitat del caracol rosado, y las planicies con grupos de esponjas vasiformes aisladas están presentes en la parte norte. Las cordilleras de coral duro que bordean un escalón se presentan en diferentes partes del Banco, resultan cuando la plataforma del Banco presenta cortes en su estructura, como escalones, en los que la profundidad cambia en promedio de 30 m a 35 m, dando lugar a sitios protegidos de las corrientes, que sirven de base para el establecimiento y desarrollo de colonias de corales duros. Las cordilleras de coral en montículos se registraron solo en la parte sur, en estos sitios el fondo no es plano, tiene un relieve topográfico como montículos o "montañas" que son rodeadas de grandes cabezos de coral duro y otros organismos bentónicos.

Descripción de grupos biológicos

Previo al trabajo de campo se realizó una investigación bibliográfica de la información disponible para el Banco Arrowsmith. De acuerdo con Cairns (citado en Horta-Puga y Carricart - Ganivet, 1993) que define para esta área una lista de 20 especies de coral de los Ordenes Stylasterina (8) y Scleractinia (12), el Banco Arrowsmith tiene 3 especies de corales como endémicas (Tabla 3).

Tabla 3. Lista de especies de corales reportadas para Banco Arrowsmith por Cairns (citado en Horta-Puga y Carricart-Ganivet, 1993)

Orden Stylasterina Familia Stylasteridae	Orden Scleractinia Familia Fungiidae
<i>Distichopora rosalingae</i>	<i>Fungiacyathus pusillus</i>
<i>Distichopora yucateensis</i>	Familia Caryophyllidae <i>Caryophyllia parvula</i>
<i>Errina altispina</i> **	<i>Concentrotheca laevigata</i>
<i>Stylaster complanatus</i>	<i>Labyrinthocyathus langi</i>
<i>Stylaster duchassaingii</i>	<i>Tethocyathus variabilis</i>
<i>Stylaster erubescens</i>	<i>Trochocyathus fasciatus</i>
<i>Stylaster inomatus</i> **	Familia Flabellidae <i>Gardineria paradoxa</i>
<i>Stylaster laevigatus</i> **	Familia Guyniidae <i>Stenocyathus vermiformis</i>
	Familia Dendrophyllidae <i>Balanophyllia cyathoides</i>
	<i>Balanophyllia palifera</i>
	<i>Dendrophyllia gadinata</i>
	<i>Rhizopsammia manuelensis</i>

**Especies reportadas como endémicas para Banco Arrowsmith

Asimismo se tiene el estudio realizado por Schmitter *et al.*, (2001) que reporta 5 especies de peces capturados en zonas profundas de Banco Arrowsmith, entre 150 m y 640 m de profundidad (Tabla 4).

Tabla 4. Lista de especies de peces demersales reportadas para Banco Arrowsmith en Schmitter *et al* (2001)

<p><i>Neobythites marginatus</i> Goode & Bean, 1886 Capturado cerca del Banco Arrowsmith, a unos 640 m de profundidad</p> <p><i>Lipogramma evides</i> Robins & Colin, 1979 La localidad típica es el Banco Arrowsmith. Capturado también en Isla Contoy.</p> <p><i>Opistognathus melachasme</i> Smith-Vaniz, 1972 La localidad típica es el Banco Arrowsmith, a más de 150 m de profundidad</p> <p><i>Haptoclinus apectolophus</i> Böhlke & Robins, 1974 La localidad tipo es el Banco Arrowsmith, entre 330 m y 360 m de profundidad</p> <p><i>Derilissus kremnobates</i> Fraser, 1970 El Banco Arrowsmith es la localidad típica, entre 144 m y 261 m de profundidad</p>
--

Con el trabajo de campo realizado no se encontraron las especies de corales y peces reportadas previamente en la bibliografía por lo que tampoco se confirmaron los tres endemismos de corales.

El presente trabajo contribuye con una lista de 242 especies para Banco Arrowsmith, registradas en agosto de 2004. De estas, 68 son algas, 2 hidrocorales, 1 coral stylasterino, 4 corales gorgonáceos, 22 corales escleractineos, 2 corales antipatarios, 102 peces y 41 especies pertenecientes a otros grupos de invertebrados marinos y (Tabla 5).

Tabla 5. Número de especies por grupo biológico resultado de la caracterización de Banco Arrowsmith realizada por Amigos de Sian Ka'an en 2004

Grupos biológicos	Número de especies registradas en agosto, 2004
Algas	68 • 4 Divisiones Taxonómicas – Cyanobacteria (3) – Chlorophyta (30) – Phaeophyta (10) – Rhodophyta (25)
Corales	31 • 2 Clases, 5 Ordenes Hydrozoa – Milleporina (2) – Stylasterina (1) Anthozoa – Gorgonacea (4) – Scleractinia (22) – Antipatharia (2)
Otros grupos de fauna marina	43 • 7 Phylla – Porifera (esponjas, 21) – Cnidaria (anémonas, zoantidos, 4) – Arthropoda (langostas, 1) – Ectoprocta (briozoarios, 1) – Mollusca (bivalvos, caracol, 3) – Echinodermata (erizos, diademas, crinoideos, estrellas, ofúridos, pepinos de mar, 9) – Chordata (tunicados, tortugas, 4)
Peces	102 • 2 Clases, 59 Familias Chondrichthyes – 5 Familias (5) Actinopterygii – 54 Familias (97) – 18 especies de importancia comercial Lutjanidae Carangidae Serranidae Haemulidae Carcharhinidae

Las algas son el componente principal sobre la planicie de Arrowsmith. Representan 4 Divisiones Taxonómicas: Rhodophytas o algas rojas que se presentan del tipo carnoso principalmente y calcáreas en forma de rodolitos. Después siguen por su abundancia las Chlorophytas o algas verdes, representadas principalmente por el tipo calcáreas erectas del género *Halimeda*. De las 68 especies de algas registradas para Banco Arrowsmith, 8 son nuevos registros para el inventario de especies generado por Amigos de Sian Ka'an para los arrecifes de Quintana Roo (Anexo 1a).

Dentro del grupo de los corales fueron registrados un total de 31 especies, de las cuales 2 hidrocorales, 1 stylasterino, 4 gorgonáceos, 22 son escleractineo y 2 antipatarios. La lista incluye especies de corales constructores arrecifales primarios como *Pseudiploria*, *Colpophyllia*, *Orbicella* y *Montastrea*. Su distribución es importante en la parte sur de Arrowsmith, en zonas de cuevas, recovecos y escalones. Un estudio anterior en la zona (Cairns, citado en Horta- Puga y Carricart- Ganivet, 1993) reporto 20 especies de corales de los Ordenes Scleractinia y Stylasterina obtenidos de zonas profundas de Banco Arrowsmith (Anexo 1b).

Como parte de otros grupos de invertebrados marinos fueron registradas 43 especies pertenecientes a 7 Phylla, incluyendo Porifera (esponjas), Cnidaria (anémonas, zoantidos), Arthropoda (langosta), Ectoprocta (briozoarios), Mollusca (bivalvos, caracol), Echinodermata (erizos, diademas, crinoideos, estrellas, ofúridos, pepinos de mar) y Chordata (tunicados, tortugas marinas). Resultando abundantes las esponjas, los hidrozoarios y los equinodermos, particularmente estrellas de mar (Anexo 1c).

Los peces son un componente importante en Banco Arrowsmith, con este estudio fueron registradas 102 especies pertenecientes 2 Clases (Chondrichthyes, Actinopterygii) y 59 Familias. Están representados por especies arrecifales, es decir, comúnmente presentes como adultos en el arrecife de coral y sus alrededores inmediatos, como peces ángel (*Pomacanthus* y *Holacanthus*), peces mariposa (*Chaetodon*) y peces damisela (*Stegastes*), entre otros. También hay peces pelágicos con características que sólo poseen las áreas no explotadas, entre los cuales los pescadores locales mencionan la presencia del tiburón martillo o cornuda. Durante este estudio se registraron un tiburón gata (*Ginglymostoma cirratum*) y un tiburón limón (*Negaprion brevirostris*) (Anexo 1d). Un estudio anterior en la zona (Schmitter *et al.*, 2001) reporta 5 especies de peces capturados en zonas profundas de Banco Arrowsmith, entre 150 y 640 m de profundidad.

Uno de los componentes más relevante en Arrowsmith por su importancia comercial en las pesquerías de la zona, es la langosta espinosa (*Panulirus argus*). Arrowsmith mantiene una importante reserva de langosta y tanta es la importancia de este "bajo del este" como lo llaman los pescadores de Isla Mujeres y Cozumel que ahí pescan, que ellos mismos expresan que si no existiera, su trabajo en la captura de langosta ya habría terminado hace tiempo. Los pescadores señalaron en un mapa de Banco Arrowsmith, las zonas de pesca de langosta y peces y además otros sitios identificados por ellos de acuerdo a su tipo de fondo (Figura 6).

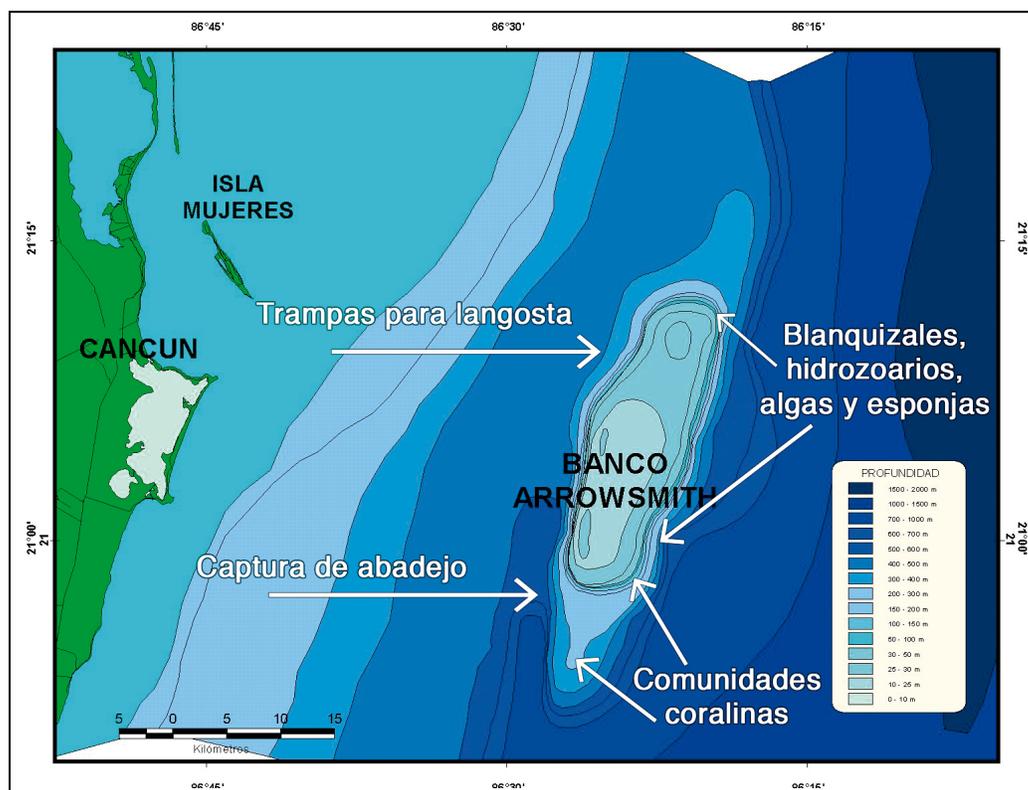


Figura 6. Zonas idntificadas por los pescadores por su tipo de fondo y áreas de pesca comercial

Contribución a la conservación de Banco Arrowsmith

La caracterización del Banco Arrowsmith permite conocer por vez primera este sitio de manera más completa y sistemática. Este conocimiento se basa en la topografía, estructura arrecifal, tipos de fondo y diversidad biológica del Bajo del Este; pues anteriormente sólo era bien conocido por pescadores y algunos buzos que utilizan el área.

El Banco Arrowsmith es principalmente, una gran planicie calcárea y arenosa. Los mayores macizos coralinos son más bien dispersos y menos desarrollados que en otros lugares del Sistema Arrecifal Mesoamericano. Hasta el momento, las especies encontradas en el sitio son similares a las registradas en el resto de Quintana Roo, excepto de nuestros registros de algas para el inventario del proyecto "Caracterización de Arrecifes de Quintana Roo" de Amigos de Sian Ka'an.

El hecho de que en este trabajo no se hayan registrado las mismas especies reportadas previamente en la literatura nos lleva a pensar en la necesidad de incrementar los esfuerzos de muestreo en ciertos sitios donde se encontró una mayor riqueza de especies. En el futuro será necesario hacer inmersiones a mayor profundidad en búsqueda de esas y otras especies incluyendo posibles endemismos. Dichos buceos deberán planearse cuidadosamente y con técnicas y mezclas de gases para buceo profundo debido al riesgo que significan la profundidad y corrientes marinas del sitio.

La presencia de especies endémicas es un factor suficiente para promover el establecimiento de un ANP, aunque no se justificaría abarcar la totalidad del Banco sino sólo aquellas áreas en las que se encontraran los endemismos. En el resto del Banco será importante considerar otras herramientas para el manejo ordenado de los recursos pesqueros del área.

El "Bajo del Este" es, en opinión de los pescadores de la región, su último refugio pesquero, donde la producción se concentra en la langosta, el camarón y el abadejo. El Banco Arrowsmith mantiene una importante reserva de langosta, ya que las fuertes corrientes que ahí prevalecen la mayor parte del año lo hacen poco accesible; de la cual depende en gran medida su economía. En relación con la producción anual de langosta, la zona norte, incluyendo Arrowsmith, aporta las mayores capturas, posee la mayor parte de la flota y pescadores del estado, y emplea la mayor diversidad de artes de pesca: gancho con buceo (libre, SCUBA, compresora), nasas, y redes que miden varias centenas

de metros que se usan en época de nortes para aprovechar la corrida o migración masiva que ocurre en Contoy y Cabo Catoche.

Tras caracterizar el Banco Arrowsmith con el detalle de este trabajo y conocer acerca de la operación de pesca comercial que se da en el sitio por parte de al menos dos sociedades cooperativas pesqueras, de isla Mujeres y Cozumel, y pescadores furtivos, consideramos importante establecer acciones de manejo para la conservación de este sitio único por su tipo de desarrollo estructural, su riqueza de especies y como refugio de las dos principales pesquerías comerciales en Quintana Roo (caracol y langosta espinosa).

La información aquí presentada se describió en el Estudio Previo Justificativo y Decreto de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, y es un insumo para el trabajo que se realiza con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas para la elaboración del Programa de Manejo de esta Área Natural Protegida.

Agradecimientos

Este proyecto se ejecutó gracias a la aportación de National Fish and Wildlife Foundation (Proyecto: 2001-0336-006), con la gestión del Biol. Marco Lazcano Barrero entonces director ejecutivo de Amigos de Sian Ka'an.

Participantes en el trabajo de campo. Amigos de Sian Ka'an: Ángel Loreto Viruel, Rosa María Loreto Viruel, Judith Adriana Morales López, José de J. Hernández, Brenda Martínez; Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Justicia Social de Isla Mujeres: Alvaro Trejo "chamberio", Miguel Ojeda Martínez "rebelde", Alfredo S. Hernández Cen "Salo", Fausto Uc Angulo "maestro", Juan Badillo Méndez "Don Juan", Juan Rogelio Badillo García "Juan", "Julio", "Alfredo", Manuel López "biólogo"; Global Vision International: Stelle Jones, Molly, Andrina Bindon; Buzos de Cancún: Arturo Pierce, Quetzalcoatl Molina Roldán; Universidad del Mar- Puerto Angel, Oaxaca: Brenda Martínez; LightHawk.

Un agradecimiento especial a la Secretaría de Marina Estación de Investigación Oceanográfica Progreso, Yucatán, al Teniente Gildardo Alarcón Daowz por las facilidades para participar en la expedición oceanográfica "Caribe 2002-B", a bordo del Buque de Investigación de la Armada de México, HI-06 "ANTARES", para generar el modelo digital con los rangos de profundidad del Banco Arrowsmith.

Anexo 1a. Especies de algas registradas con el estudio de caracterización de Banco Arrowsmith realizada por Amigos de Sian Ka'an en 2004

DIVISION/ FAMILIA/Nombre científico			SUR	CENTRO	NORTE
CYANOPHYTA					
MICROCOLEACEAE	<i>Symploca</i>	<i>hydnoides</i>		R	E
OSCILLATORIACEAE	<i>Schizothrix</i>	sp		R	
	<i>Phormidium</i>	sp			R
CHLOROPHYTA					
ANADYOMENACEAE	<i>Anadyomene</i>	<i>stellata</i>	E	R	R
	<i>Derbesia</i>	<i>osterhoutii</i>			R
	<i>Microdictyon</i>	<i>boergesenii</i>			R
CAULERPACEAE	<i>Caulerpa</i>	<i>brachypus</i>			R
		<i>mexicana</i>	R	R	R
		<i>papilosa</i>	*		
		<i>paspaloides</i>			R
		<i>racemosa</i>	A	E	E
		<i>verticillata</i>	E	C	E
		<i>webbiana</i>	R		
SIPHONOCLADACEAE	<i>Chamaedoris</i>	<i>penicullum</i>	*		
CLADOPHORACEAE	<i>Cladophora</i>	<i>catenata</i>		R	
CODIACEAE	<i>Codium</i>	<i>isthmocladum</i>			E
		<i>taylorii</i>	E		
		sp		R	R
DASYCLADACEAE	<i>Neomeris</i>	<i>annulata</i>		R	R
		<i>strictum</i>			E
DICHOTOMOSIPHONACEAE	<i>Avrainvillea</i>	<i>nigricans</i>			E
		<i>rawsonii</i>	R	R	
		<i>silvana</i>	R		
	<i>Halimeda</i>	<i>discoidea</i>	E	E	E
		<i>garnoti</i>	R		
		<i>goreaui</i>	C	R	
		<i>opuntia</i>	A	R	
	<i>Penicillus</i>	<i>tuna</i>	E	E	E
		<i>dumetosus</i>	E	R	R
		<i>capitatus</i>			R
<i>Rhiphocephalus</i>	<i>phoenix</i>	E	E	E	
VALONIACEAE	<i>Dictyosphaeria</i>	<i>cavernosa</i>	R	R	R
	<i>Ventricaria</i>	<i>ventricosa</i>	R		
PHAEOPHYTA					
DICTYOTACEAE	<i>Dictyota</i>	<i>caribaea</i>			
		<i>pulchellus</i>		D	
		spp	C	A	D
	<i>Dictyopteris</i>	sp		*	R
	<i>Lobophora</i>	<i>variegata</i>	A	A	A
	<i>Styopodium</i>	<i>zonale</i>	R	E	E
	LITHODERMATACEAE	<i>Pseudolithoderma</i>	<i>extensum</i>		
SARGASSACEAE	<i>Sargassum</i>	<i>fluitans</i>	C	E	
		<i>hystrix</i>	C	E	C
		<i>platycarpum</i>	E	C	E
RHODOPHYTA					
CERAMIACEAE	<i>Ceramium</i>	<i>cimbricum</i>		R	
	<i>Wrangelia</i>	<i>argus</i>			R

DIVISION/ FAMILIA/Nombre científico			SUR	CENTRO	NORTE
CORALLINACEAE	<i>Amphiroa</i>	<i>fragilissima</i>	E	R	R
		<i>rigida</i>	R		R
		<i>tribulus</i>	E	E	R
	<i>Hydrolithon</i>	<i>boergesenii</i>	R		R
	<i>Jania</i>	<i>adhaerens</i>	R		
	<i>Neogoniolithon</i>	<i>strictum</i>	R		R
RHODOMELACEAE	<i>Chondria</i>	<i>littoralis</i>		R	
DASYACEAE	<i>Dasya</i>	<i>ramosissima</i>			R
DELESSERIACEAE	<i>Martensia</i>	<i>pavonica</i>		R	E
GALAXAURACEAE	<i>Galaxaura</i>	<i>subverticillata</i>			R
GRACILARIACEAE	<i>Gracilaria</i>	<i>cilindrica</i>			R
HALYMENIACEAE	<i>Halymenia</i>	<i>floresia</i>			R
KALYMENACEAE	<i>Kallymenia</i>	<i>westii</i>			*
LOPHOTHALIEAE	<i>Lophocladia</i>	<i>trichoclados</i>			R
RHODOMELACEA	<i>Laurencia</i>	<i>cervicornis</i>		R	
		<i>poiteaui</i>	E	E	E
RHODYMENIACEAE	<i>Coelarthrum</i>	<i>cliftonii</i>		R	R
SEBDENIACEAE	<i>Sebdenia</i>	<i>flabellata</i>	R		
SOLIERIACEAE	<i>Eucheuma</i>	<i>isiforme</i>			R
SCINAIACEAE	<i>Scinaria</i>	<i>complanata</i>			R
SCHIZYMENIACEA	<i>Platoma</i>	<i>cyclocolpum</i>		R	
HALYMENIACEAE	<i>Cryptonemia</i>	sp	*		
	<i>Grateloupia</i>	<i>gibbesii</i>		R	
Número de especies		68	34	35	45
Cobertura relativa (%)		36.8	45.78	37.41	28.14

Anexo 1b. Especies de corales registradas con el estudio de caracterización de Banco Arrowsmith realizada por Amigos de Sian Ka'an en 2004

CLASE/ORDEN			SUR	CENTRO	NORTE
FAMILIA/Nombre científico					
HYDROZOA					
MILLEPORINA	<i>Millepora</i>	<i>alcicornis</i>	*		*
		<i>complanata</i>	E	C	C
STYLASTERINA					
STYLASTERIDAE	<i>Styaster</i>	<i>roseus</i>		*	*
ANTHOZOA					
GORGONACEA					
GORGONIIDAE	<i>Gorgia</i>	<i>mariae</i>		*	
	<i>Pseudopterogorgia</i>	<i>bipinnata</i>		*	
	<i>Pterogorgia</i>	<i>citrina</i>			*
		sp.		*	
SCLERACTINIA					
AGARICIDAE	<i>Undaria</i>	<i>agaricites</i>	E	R	A
		<i>tenuifolia</i>			E
	<i>Agaricia</i>	<i>fragilis</i>		E	C
	<i>Helioseris</i>	<i>cucullata</i>	R		
ASTROCOENIDAE	<i>Stephanocoenia</i>	<i>intersepta</i>	E	E	C
FAAVIDAE	<i>Colpophyllia</i>	<i>natans</i>	*		
	<i>Diploria</i>	<i>labyrinthiformis</i>	R		
	<i>Pseudodiploria</i>	<i>clivosa</i>	*	C	*
		<i>strigosa</i>	D	E	R
	<i>Manicina</i>	<i>aerolata</i>	*	E	C
	<i>Orbicella</i>	<i>annularis</i>			*
	<i>Montastrea</i>	<i>cavernosa</i>	A	C	C
MEANDRINIDAE	<i>Dichocoenia</i>	<i>stokesii</i>	A	E	E
	<i>Meandrina</i>	<i>meandrites</i>	E	E	E
PORITIDAE	<i>Porites</i>	<i>astreoides</i>	A	D	D
		<i>colonensis</i>	*		
		<i>porites</i>	*	A	A
SERIATOPORIDAE	<i>Madracis</i>	<i>decactis</i>	*	E	E
		<i>aurentenra</i>	E		
		sp.	E	E	R
SIDERASTREIDAE	<i>Siderastrea</i>	<i>radians</i>	C	E	C
		<i>siderea</i>	A	A	E
ANTIPATHARIA					
ANTIPATHIDAE	<i>Stichopathes</i>	<i>leutkeni</i>	*		
	<i>Antiphates</i>	<i>pennacea</i>	*		
Número de especies		31	23	20	21
Cobertura relativa (%)		4.65	3.7	4.77	5.04

Anexo 1c. Especies de otros grupos de fauna marina registradas con el estudio de caracterización de Banco Arrowsmith realizada por Amigos de Sian Ka'an en 2004

PHYLA	GENERO	ESPECIE	SUR	CENTRO	NORTE
PORIFERA	<i>Bartholomea</i>	sp	X		
	<i>Callyspongia</i>	<i>vaginalis</i>	X		
	<i>Agelas</i>	<i>clathrodes</i>	X		X
	<i>Anthosigmella</i>	<i>varians</i>		X	X
	<i>Aplysina</i>	<i>cauliformis</i>	X		
		<i>fulva</i>	X	X	
	<i>Callyspongia</i>	<i>plicifera</i>	X		
		<i>vaginalis</i>	X	X	X
	<i>Cinachyra</i>	sp		X	
	<i>Cliona</i>	<i>delitrix</i>		X	
	<i>Ircinia</i>	<i>campana</i>	X		
		<i>strobilina</i>	X		X
	<i>Mycale</i>	<i>laevis</i>	X		
	<i>Neofibularia</i>	<i>nolitangiere</i>	X	X	X
	<i>Niphates</i>	<i>erecta</i>		X	
	<i>Pseudoceratina</i>	<i>crassa</i>	X	X	
	<i>Ptilocaulis</i>	sp		X	
	<i>Siphonodictyon</i>	<i>coraliphagum</i>	X	X	
	<i>Spheciospongia</i>	<i>vesparium</i>		X	
	<i>Verongula</i>	<i>gigantea</i>		X	X
<i>Xestospongia</i>	<i>mutta</i>	X		X	
CNIDARIA	<i>Condylactis</i>	<i>gigantea</i>	X	X	X
	<i>Lebrunia</i>	<i>danae</i>			X
	<i>Macrorhynchia</i>	<i>robusta</i>	X		
	<i>Stichodactyla</i>	<i>helianthus</i>	X		
ARTHROPODA	<i>Panulirus</i>	<i>argus</i>		X	
ECTOPROCTA	<i>Scrupocellaria</i>	sp		X	
MOLLUSCA	<i>Lima</i>	<i>scabra</i>			X
	<i>Pinna</i>	<i>carnea</i>	X		
	<i>Strombus</i>	<i>gigas</i>			X
ECHINODERMATA	<i>Davidaster</i>	<i>rubiginosa</i>	X		
	<i>Diadema</i>	<i>antillarum</i>	X	X	X
	<i>Eucidaris</i>	<i>tribuloides</i>		X	X
	<i>Holoturia</i>	<i>mexicana</i>	X		
	<i>Linckia</i>	<i>guildingii</i>	X	X	X
	<i>Mithrodia</i>	sp	X		X
	<i>Ophiocoma</i>	sp	X		
	<i>Ophioderma</i>	sp			X
	<i>Oreaster</i>	<i>reticulatus</i>	X		
CHORDATA	<i>Clavelina</i>	<i>picta</i>			X
	<i>Didemnum</i>	<i>conchyliatum</i>			X
	<i>Caretta</i>	<i>caretta</i>		X	
	<i>Eretmochelys</i>	<i>imbricata</i>		X	
Total general		43	8	7	9

Anexo 1d. Especies de peces registradas con el estudio de caracterización de Banco Arrowsmith realizada por Amigos de Sian Ka'an en 2004

CLASE/ ORDEN			SUR	CENTRO	NORTE
FAMILIA/Nombre científico					
CHONDRICHTYES					
ORECTOLOBIFORMES					
GINGLYMOSTOMATIDAE	<i>Ginglymostoma</i>	<i>cirratum</i>		R	R
CARCHARHINIDAE	<i>Negaprion</i>	<i>brevirostris</i>	*		
RAJIFORMES					
DASYATIDAE	<i>Dasyatis</i>	<i>americana</i>		R	
MYLIOBATIDAE	<i>Aetobatus</i>	<i>narinari</i>			R
UROLOPHIDAE	<i>Urolophus</i>	<i>jamaicensis</i>		R	
ACTINOPTERYGII					
ACANTHURIDAE	<i>Acanthurus</i>	<i>bahianus</i>	E	E	E
		<i>coeruleus</i>	C	E	C
		<i>chirurgus</i>		C	
BALISTIDAE	<i>Balistes</i>	<i>capricus</i>	E	E	E
		<i>vetula</i>	R	E	C
	<i>Cantherhines</i>	<i>macrocerus</i>	R	R	R
		<i>pullus</i>			R
	<i>Canthidermis</i>	<i>sufflamen</i>		E	E
	<i>Melichthys</i>	<i>niger</i>	R	R	R
	<i>Xantichthys</i>	<i>ringens</i>	R	R	R
BOTHIDAE	<i>Bothus</i>	<i>ocellatus</i>			R
CARANGIDAE	<i>Caranx</i>	<i>latus</i>	R	R	R
		<i>ruber</i>	R	R	R
	<i>Trachinotus</i>	<i>falcatus</i>		E	
CHAETODONTIDAE	<i>Chaetodon</i>	<i>capistratus</i>			R
		<i>ocellatus</i>	R	R	R
		<i>sedentarius</i>			R
		<i>striatus</i>	R	R	R
CHAENOPSIDAE	<i>Emblemaria</i>	<i>pandionis</i>			R
CIRRHRITIDAE	<i>Amblycirrhitus</i>	<i>pinos</i>		R	R
CLINIDAE	<i>Malacoctenus</i>	<i>erdmani</i>		R	R
		<i>triangulatus</i>		R	R
DIODONTIDAE	<i>Diodon</i>	<i>hystrix</i>		R	R
EXOCOETIDAE	<i>Hirundichthys</i>	<i>speculiger</i>	R		
	<i>Gnatholepis</i>	<i>thompsoni</i>		R	
	<i>Gobionellus</i>	<i>saepepallens</i>			R
GRAMIIDAE	<i>Grama</i>	<i>loreto</i>			R
HAEMULIDAE	<i>Anisotremus</i>	<i>virginicus</i>			R
	<i>Haemulon</i>	<i>album</i>		R	
		<i>flavolineatum</i>		R	
		<i>melanurum</i>		R	
		<i>sciurus</i>	E	R	
HOLOCENTRIDAE	<i>Holocentrus</i>	<i>ascensionis</i>	E	E	E
		<i>ciliaris</i>		R	
		<i>rufus</i>	R	R	R
KYPHOSIDAE	<i>Kyphosus</i>	<i>sectatrix/incisor</i>	R	E	R
LABRIDAE	<i>Bodianus</i>	<i>rufus</i>	R	R	R
	<i>Clepticus</i>	<i>parrae</i>	C	E	E
	<i>Halichoeres</i>	<i>bivittatus</i>		R	
		<i>cyanocephalus</i>	R	R	R
		<i>garnoti</i>	A	C	E
		<i>maculipinna</i>		R	
		<i>pictus</i>		R	
		<i>radiatus</i>		R	R

CLASE/ ORDEN			SUR	CENTRO	NORTE	
FAMILIA/Nombre científico						
LABRIDAE	<i>Hemipteronotus</i>	<i>splendes</i>	R			
	<i>Thalassoma</i>	<i>bifasciatum</i>	A	A	A	
	<i>Lachnolaimus</i>	<i>maximus</i>	*			
LUTJANIDAE	<i>Lutjanus</i>	<i>analís</i>		R	R	
		<i>apodus</i>		A		
		<i>griseus</i>	R	R		
		<i>jocu</i>			R	
		<i>synagris</i>			R	
	<i>Ocyurus</i>	<i>chrysurus</i>			R	
MALACANTHIDAE	<i>Malacanthus</i>	<i>plumieri</i>	R	R	R	
MONACANTHIDAE	<i>Monacanthus</i>	<i>tuckeri</i>	R			
MULLIDAE	<i>Pseudopeneus</i>	<i>maculatus</i>	R	E	E	
MURAENIDAE	<i>Gymnothorax</i>	<i>funebri</i>			R	
OPISTHOGNATHIDAE	<i>Opisthognathus</i>	<i>aurifrons</i>		R	R	
OSTRACIIDAE	<i>Lactophrys</i>	<i>polygonia</i>			R	
		<i>triqueter</i>	R	R	R	
POMACANTHIDAE	<i>Centropyge</i>	sp	E	E	E	
	<i>Holacanthus</i>	<i>ciliaris</i>	E	R	R	
		<i>tricolor</i>	E	R	E	
		<i>parvulus</i>	E	R	R	
	<i>Pomacanthus</i>	<i>arcuatus</i>	E	R	R	
		<i>paru</i>	E	R	E	
POMACENTRIDAE	<i>Abudefduf</i>	<i>saxatilis</i>		R		
	<i>Chromis</i>	<i>cyanea</i>	A	A	D	
		<i>insolata</i>	R	R	E	
		<i>multilineata</i>	R	R	R	
	<i>Microspathodon</i>	<i>chrysurus</i>	R	R	R	
	<i>Stegastes</i>	<i>leucostictus</i>		R		
		<i>partitus</i>	C	C	C	
		<i>planifrons</i>	R			
SCARIDAE	<i>Scarus</i>	<i>coelestinus</i>		R		
		<i>coeruleus</i>		R		
		<i>croicensis</i>	E	R		
		<i>guacamaia</i>		R		
		sp.			R	
		<i>taeniopterus</i>		R	R	
		<i>vetula</i>				
		<i>Sparisoma</i>	<i>atomarium</i>	E	R	E
	<i>aurofrenatum</i>	R	E	E		
		<i>chrysopteron</i>		R		
SCOMBRIDAE	<i>Acanthocybium</i>	<i>solandri</i>			R	
		<i>viride</i>	E	E	R	
SERRANIDAE	<i>Cephalopholis</i>	<i>cruentata</i>	R	E	R	
		<i>fulva</i>	R	E	E	
		<i>adscensionis</i>		R		
	<i>Epinephelus</i>	<i>guttatus</i>		R	R	
		<i>striatus</i>		R	R	
		<i>saponaceus</i>	R		R	
	<i>Serranus</i>	<i>tabacarius</i>		R		
			<i>tigrinus</i>	R	R	R
		<i>Mycteroperca</i>	<i>bonaci</i>		R	
	SPHYRAENIDAE	<i>Sphyræna</i>	<i>barracuda</i>	R	R	R
TETRAODONTIDAE	<i>Canthigaster</i>	<i>rostrata</i>	R	R	R	
	<i>Sphoeroides</i>	<i>spengleri</i>			R	
Número de especies		102	50	77	70	
Densidad relativa (peces/m2)		2.64	2.29	3.2	2.35	

Referencias

- Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2016. Estudio Previo Justificativo para la declaratoria de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, Quintana Roo. 305 páginas. Incluyendo tres anexos.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2017. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, Quintana Roo. 209 páginas. Incluyendo anexos.
- Diario Oficial de la Federación. 7 de diciembre de 2016. Decreto por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano.
- Horta-Puga G. and J. P. Carricart- Ganivet. 1993. Corales pétreos recientes (Milleporina, Stylasterina y Scleractinia) de México. Pp. 64-78 in S. I. Salazar-Vallejo and N. E. González, editors. Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO/CIQRO, México, D. F.
- Jordan, E. 1993. El Ecosistema Arrecifal Coralino del Atlántico Mexicano. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, 44: 157-176.
- National Geospatial-Intelligence Agency, Bethesda, MD, USA. https://geographic.org/geographic_names/name.php?uni=-236290&fid=6442&c=undersea_features.
- Schmitter-Soto, J. J., L. Vásquez-Yeomans, A. Aguilar-Perera, C. Curiel-Mondragón and J. A. Caballero-Vázquez. 2000. Lista de peces marinos del Caribe mexicano. An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Zool. 71: 143-178.

Notas Científicas

Cozumel: Un mosaico de áreas protegidas y oportunidades para el desarrollo sustentable

Gonzalo Merediz Alonso

Amigos de Sian Ka'an A. C. Cancún, Q. Roo CP 77500. México.

La isla de Cozumel es pionera en muchos aspectos. Este asentamiento maya, de gran importancia comercial, y dedicado a la diosa Ixchel (Patel, 2016), fue el primer sitio de México visitado por los conquistadores españoles en 1518 (Montañés, 1986). Ya en el siglo XIX, como consecuencia de la Guerra de Castas de Yucatán, tuvo los primeros asentamientos urbanos de la costa del Quintana Roo moderno. Desde fines de los años 50 del siglo XX, Cozumel se perfilaba ya como el primer destino turístico de la Península de Yucatán, aunque ya desde los años 20 contaba con el primer aeropuerto internacional de Quintana Roo, ampliado en los años 40 con apoyo de Estados Unidos por razones estratégicas ligadas a la Segunda Guerra Mundial (Santander y Ramos, 2011). Hacia finales de siglo, se convirtió en el primer destino de cruceros del mundo y capital del buceo internacional.

Afortunadamente, Cozumel también es pionero en sustentabilidad al ser el primer municipio de Quintana Roo en proteger formalmente la mayor parte de su territorio y casi la totalidad de su costa. En 1983, el gobierno del estado creó la primera área protegida bajo su jurisdicción: el Parque Natural Laguna de Chankanaab con 14 hectáreas (Periodico Oficial 26/sep/1983). Años después, en 1996, el gobierno federal decretó el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel con 11,988 hectáreas marinas (DOF 19/07/1996). Las gestiones de Amigos de Sian Ka'an, aunadas al esfuerzo de la sociedad local, fueron clave para este logro. Paralelamente, el estado creó la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Laguna Colombia con 1,114 hectáreas (Periodico Oficial, 15/jul/1996).

Cozumel tiene una enorme diversidad biológica en sus arrecifes y de acuerdo con la caracterización realizada por Amigos de Sian Ka'an (Loreto, pág. 9, este mismo número) 24 especies marinas no se encontraban representadas dentro del Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, incluyendo algas, escleractíneos, esponjas y peces (Franquesa, *et al.*, 2007) y un ecosistema único en el Caribe, los microatolones del noreste de la isla (Loreto, pág. 17, este mismo número; Franquesa, *et al.*, 2007). En tierra, cuenta además 4 taxa de invertebrados, 1 reptil, 19 de aves y 7 de mamíferos que son endémicas de Cozumel; sumando un total de 31 taxa

(NOM 059 ECOL 2010; Cuarón, *et al.*, 2004; Franquesa, *et al.* 2007; Martínez-Morales, 1996). Entre ellas destaca el cuitlacoche de Cozumel (*Toxostoma guttatum*), ave en peligro de extinción (NOM 059 ECOL 2010). Además de esta extraordinaria biodiversidad, la cobertura forestal de Cozumel cubre alrededor del 89% de la isla, incluyendo diversos tipos de selvas y manglares (Franquesa, *et al.* 2007; Romero-Nájera, 2004). Estas selvas facilitan la recarga de los limitados acuíferos que abastecen de agua a los ecosistemas insulares y a la población humana (Franquesa, *et al.* 2007), estimada en 86,415 habitantes (INEGI, 2015).

Todos los elementos arriba descritos, justificaban su protección formal por lo que Amigos de Sian Ka'an inició en 2004 los estudios previos justificativos para establecer un área protegida federal en la porción norte de la isla (Franquesa, *et al.* 2007). Este estudio se llevó a cabo con el apoyo del Consejo Norteamericano para la Conservación de Humedales (NAWCA, por sus siglas en inglés). Con ello se inició un largo proceso durante el cual, tras negociaciones entre los tres niveles de gobierno y la sociedad local, el gobierno del estado de Quintana Roo se comprometió a proteger bajo su jurisdicción los ecosistemas terrestres de la mayor parte de la isla mientras que el gobierno federal haría lo propio con la zona marina y los humedales. Fue así como en 2011 el gobierno de Quintana Roo decretó la protección de 19,846 hectáreas terrestres bajo la categoría de Reserva Estatal Selvas y Humedales de Cozumel (POQROO, 2011). Finalmente, el gobierno federal declaró el Área de Protección de Flora y Fauna Isla de Cozumel en 2012 abarcando 37,289 hectáreas marinas y terrestres (DOF, 2012). Se trató de un interesante ejercicio de negociación que ha hecho que la mayor isla habitada de México tenga el 55% de su territorio y el 85% de sus costas bajo protección oficial, favoreciendo un equilibrio entre el crecimiento urbano y turístico, y la preservación de hábitat clave para la captación de agua, la protección contra huracanes, y la conservación de una biodiversidad terrestre y marina única en el mundo. Para fortalecer esta vocación de sustentabilidad de Cozumel, por gestiones de los gobiernos local y federal, recibió la declaración internacional de Reserva de la Biosfera dentro del programa Man and Biosphere (UNESCO, 2016).

Bibliografía

- Cuarón A. D., M. A. Martínez-Morales, K.W. McFadden, D. Valenzuela y M. E. Gompper. 2004. The status of dwarf carnivores on Cozumel Island, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 13: 317- 331. Diario Oficial de la Federación. 1996. Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Arrecifes de Cozumel, ubicada frente a las costas del Municipio de Cozumel, Estado de Quintana Roo, con una superficie total de 11,987-87-50 hectáreas. 19 de julio de 1996.
- Diario Oficial de la Federación, 2012. Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de Área de protección de flora y fauna, la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel, Municipio de Cozumel, Estado de Quintana Roo. Septiembre 25. Tomo DCCVIII No. 17, México, Segunda Sección, pp. 1 – 15.
- Franquesa Rinos, A. M.; Merediz Alonso, G., Lazcano-Barrero, M., Cuarón, A.D., Bautista Denis, S., Reza Gaona, M., Paredes Vega, Y. 2007. Estudio Previo Justificativo para el Establecimiento del Área de protección de Flora y Fauna Isla Cozumel, Quintana Roo, México. Amigos de Sian Ka'an. 131 pp.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2015. http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/groo/territorio/div_municipal.aspx?tema=me&e=23
- Martínez-Morales, M. 1996. The Cozumel Currasow: abundance, habitat preferences, and conservation. M. Phil. thesis. University of Cambridge, Cambridge
- Montañés, E. S. 1986. Valoración de la arquitectura postclásica de Cozumel y la costa oriental. En: Los Mayas de los tiempos tardíos, Sociedad Española de Estudios Mayas, Madrid, pp. 83 - 98.
- Periódico Oficial el 26 de septiembre de 1983. Decreto por el que se crea el Parque Natural de la Laguna de Chankanaab en la Isla Municipio de Cozumel, Estado de Quintana Roo. 12 p.
- Patel, S. 2016. Peregrinaciones a la Isla de Cozumel. En: El papel de la arqueo-astronomía en el mundo maya: el caso de la Isla de Cozumel. UNESCO. México, pp. 149 - 156.
- POQROO (Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo. 2011. Decreto mediante el cual se declara como área natural protegida con la categoría de Reserva Estatal la Región Denominada Selvas y Humedales de Cozumel, Quintana Roo. Abril 1, Tomo 1, Número 32 Extraordinario, pp. 16 – 44.
- Romero-Nájera, I. 2004. Distribución, abundancia y uso de hábitat de Boa constrictor introducida a la Isla Cozumel. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Santander, L. C. y Ramos-Díaz, M. 2011. El nacimiento de un destino turístico en el Caribe Mexicano. Cozumel, de isla abandonada a puerto de cruceros. El Periplo Sustentable. Número 21, Julio / Diciembre, Universidad Autónoma del Estado de México, pp. 5 – 30.
- UNESCO, 2016. <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/biosphere-reserves/latin-america-and-the-caribbean/mexico/isla-cozumel/>

Modelo Geomático para determinar las zonas viables para establecer refugios pesqueros

Aarón Hernández Siller¹, Juan Bezaury Creel² y Lyn Santos¹
¹Amigos de Sian Ka'an A. C. Cancún, Q. Roo CP 77500. México,
²The Nature Conservancy Ciudad de México, CP 01020.

Derivado del crecimiento demográfico y el extraordinario desarrollo de las zonas costeras se ha venido acrecentando la actividad pesquera en el litoral de la república mexicana, lo que ha con llevado a una sobre explotación y deterioro de los recursos naturales, en gran medida por la mala planeación o falta de regulación de las actividades pesqueras.

La Alianza Kanan Kay preocupada por la situación y el deterioro del Arrecife Meso americano, ha desarrollado una red de refugios pesqueros y estrategias de conservación que permitan salvaguardar la integridad de los ecosistemas marinos, por lo cual a través de Amigos de Sian Ka'an A. C. y The Nature Conservancy desarrollo un modelo que le permitiera determinar los sitios con mayor viabilidad para el establecimiento de refugios pesqueros, esto considerando variables ambientales, socio económicas, administrativas y legales. Este modelo se puede configurar de distintas formas para cubrir distintos objetivos, como por ejemplo se puede configurar para determinar las áreas de importancia para determinada especie.

El modelo generado está basado en un análisis multicriterio, ponderado mediante la técnica AHP (Analytical Hierarchy Process); para su estructuración se consideraron valores de ponderación absolutos en las variables, es decir "1", por lo cual se recomienda la realización de talleres de especialistas en los cuales mediante AHP se determinen valores ponderados estratégicos, según las necesidades del sector.

Las variables seleccionadas se componen en tres principales grupos referentes a atributos ambientales, socioeconómico-administrativos y legales.

El modelo se diseño para que los usuarios puedan interactuar en aspectos fundamentales del mismo, tales como determinar valores, clasificación y ponderación de las variables; y puede ser editado por usuarios avanzados añadiendo variables, procesos o cambiando su configuración.

Variables seleccionadas para determinar los sitios con mayor viabilidad para el establecimiento de refugios pesqueros		
1.- Atributos ambientales	2.- Atributos Socio económico administrativos	3.- Atributos legales
1.1.- Manglar	2.1.- Áreas Naturales Protegidas	3.1.- Normas oficiales mexicanas
1.2.- Arrecife	2.2.- Concesiones pesqueras	3.2.- Programas de manejo de ANPs
1.3.- Lagunas	2.3.- Localidades	3.3.- Zonas de veda
1.4.- Batimetría		3.4.- Acuerdos y avisos
		3.5.- Zonas de refugio

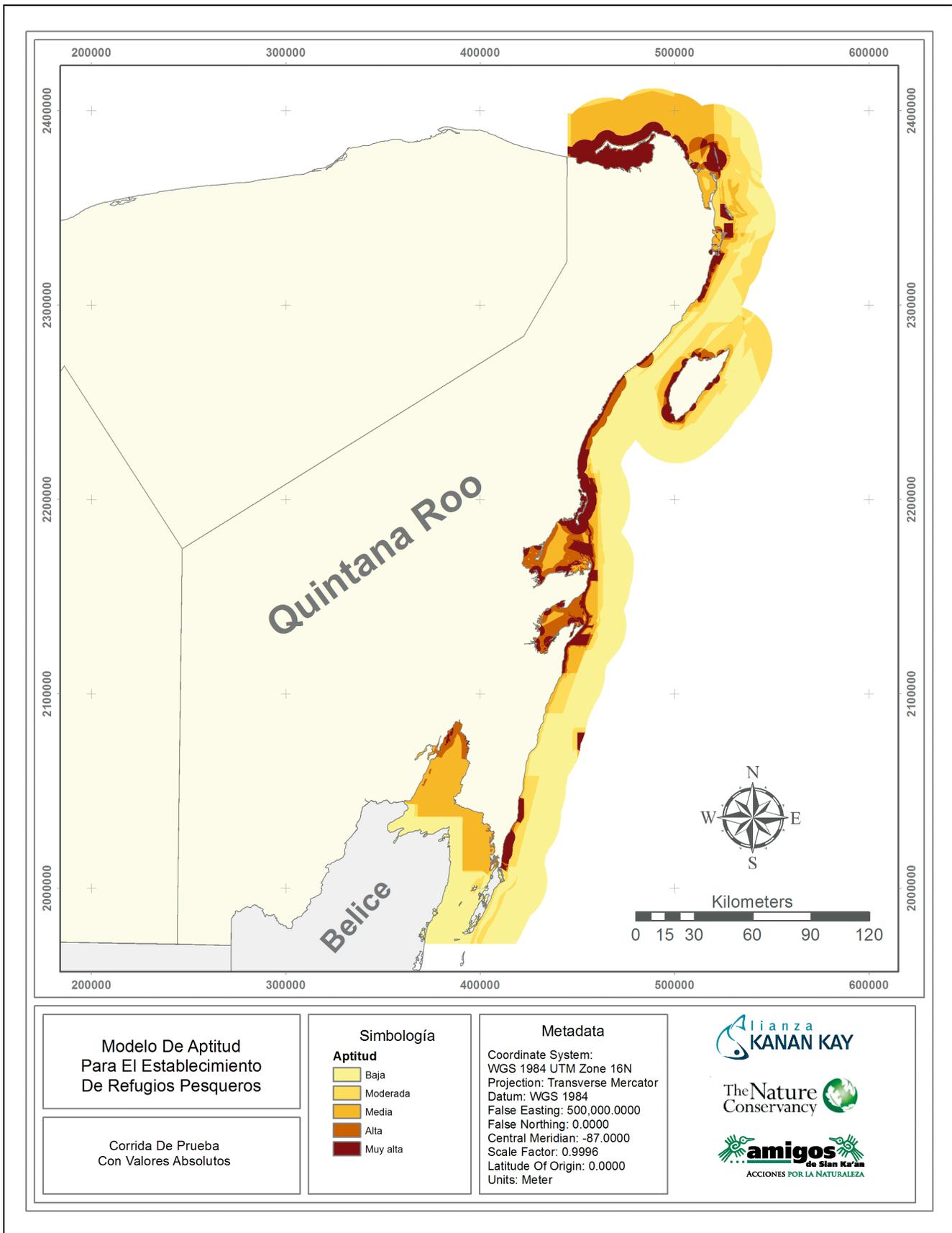
La ponderación de los valores es jerárquica, por lo cual se deberá seguir la siguiente estructura de priorización:

Zonas viables para establecer refugios pesqueros						
Aptitud Natural			Aptitud Socioeconómica Administrativa			Instrumentos legales
.333			.333			.333
Aptitud Natural			Aptitud Socioeconómica Administrativa			Instrumentos legales
Manglar	Arrecife	Lagunas	Batimetría	ANP	Concesiones Pesqueras	instrumentos legales
.25	.25	.25	.25	.5	.5	1

Es decir que se debe ponderar por grupos (colores), por ejemplo para determinar la aptitud natural se deben ponderar sus cuatro elementos y como suma nos da como total "1", que es nuestro valor máximo por grupo, es decir el 100 %.

Ejemplo de ponderación:

Aptitud Natural			
Manglar	Arrecife	Lagunas	Batimetría
0.15	0.35	0.25	0.25



Ejemplo de corrida del modelo geomático con valores absolutos

Ejecución del Modelo Geomático

Para ejecutar el modelo se necesita tener instalado ArcGis 10.2 y el tiempo de procesamiento es variante según los recursos de la computadora, con un aproximado de 80 min. Pasos para ejecutar el modelo:

- 1.- Descomprimir en disco local "C" la carpeta "MDRP".
- 2.- Abrir ArcMap y buscar el modelo en la ruta C/MDRP/MODELO/MODELO/MRP.
- 3.- Ejecutar el modelo "MRP".
- 4.- Modificar los valores de las variables y la ponderación.
- 5.- Seleccionar donde guardar el raster resultante.

Metadata

Shapefile bases: INEGI, ASK, TNC, COBI, AKK.
Sistema de coordenadas: WGS 84 Z16 N.
Área de estudio: Mar territorial de Quintana Roo.
Formato de Salida: Raster.
Ruta de shp base: C/MDRP/SHP BASE/
Ruta de productos intermedios: C/MDRP/PROCESO/
Ruta del modelo: C/MDRP/MODELO/MODELO/

Comunicaciones

Indicadores de Salud del Arrecife de Coral en el Caribe

Rosa María Loreto Viruel

Amigos de Sian Ka'an A. C. Cancún, Q. Roo CP 77500. México.

Como parte del proyecto "Evaluación del Estado de Salud del Arrecife de Coral en el Caribe Mexicano y su Conectividad con el Arrecife Mesoamericano (PROCER/DR/07/2014)" Amigos de Sian Ka'an y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas realizaron un Taller de Expertos en Conservación de Arrecifes de Coral para identificar y establecer un consenso sobre los indicadores de salud que las Áreas Naturales Protegidas requieren estimar en los arrecifes de la región para generar información que sustente las estrategias de conservación y manejo para estos ecosistemas.

Participó en el taller un grupo de 28 personas de 11 instituciones, incluyendo investigadores, técnicos y autoridades relacionadas con la conservación de sistemas de arrecifes de coral, de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Universidad Nacional Autónoma de México (Unidad Académica de Sistemas Arrecifales Puerto Morelos y Unidad Académica Sisal), Universidad de Guadalajara (Centro Universitario de la Costa), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Unidad Mérida) del Instituto Politécnico Nacional, el Colegio de la Frontera Sur (Unidad Chetumal) Iniciativa Arrecifes Saludables, Coral Reef Alliance, Comunidad y Biodiversidad A. C, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, Global Vision International y Amigos de Sian Ka'an A. C.

Como resultado del taller, el grupo de expertos consensó una lista de 7 indicadores de salud que mejor podrían representar la condición de salud del Sistema Arrecifal Mesoamericano en México, siendo en orden de importancia los siguientes:

Indicadores de salud para estimar la condición de salud del Arrecife Mesoamericano en México, definidos por 28 expertos en 2014

- % de cobertura de coral vivo
- % de cobertura de macroalgas carnosas
- Biomasa de peces herbívoros
- Biomasa de peces comerciales
- Enfermedades y blanqueamiento de coral
- Proporción de especies de clave/ especies oportunistas
- Abundancia y talla de peces

Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano

Aarón Hernández Siller, Gonzalo Merediz Alonso
Amigos de Sian Ka'an A. C. Cancún, Q. Roo CP 77500. México.

En 2016 Cancún fue la sede de la Conferencia de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica (COP13) con la presencia de delegaciones de casi todas las naciones. En ese marco internacional tan relevante, el 5 de diciembre, el Presidente de la República firmó el decreto para el establecimiento de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano (RBCM), mediante el que se protegen 5,754,055 hectáreas (DOF, 2016). Con ello, se convirtió en la segunda área natural protegida (ANP) más grande del país. Siendo un área esencialmente marina (lo es en un 98% de su superficie), los estudios que justificaron su establecimiento contaron con importantes insumos aportados por Amigos de Sian Ka'an: estudios de los arrecifes de la Riviera Maya (Gutiérrez *et al.*, 1995), Uaymil, Costa Maya (Carranza *et al.*, 1996; Gutiérrez *et al.*, 2005) y Banco Arrowsmith (Loreto *et al.*, 2017, este mismo número), así como trabajos de caracterización de los humedales de la zona continental de Isla Mujeres (Paredes, *et al.* 2014).

El proceso de diseño de esta área protegida despertó el interés de toda la sociedad quintanarroense; 23 asociaciones dedicadas a la conservación, centros de investigación y representantes de organismos empresariales y hoteleros colaboramos durante muchos meses para revisar a fondo el estudio justificativo del área protegida y emitir propuestas y recomendaciones conjuntas a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

Fue la primera vez que se tuvo un acercamiento tan amplio en torno a un área protegida, alcanzándose acuerdos comunes, partiendo del principio de hacer un diseño práctico de la reserva de la biosfera, que protegiera todos los sitios importantes para la biodiversidad, y dejando fuera del área zonas de alta actividad turística y baja biodiversidad. Al mismo tiempo que se decretaba la creación de esta nueva Reserva de la Biosfera, el Presidente de la República firmó los decretos de salvaguarda que prohíbe la extracción de hidrocarburos en los arrecifes del Golfo de México y el Mar Caribe, así como en la plataforma de Yucatán y el Caribe Mexicano, incluyendo la totalidad de la RBCM (DOF, 2016 b y DOF, 2016 c). De esta manera se protege a todos los arrecifes de coral de Quintana Roo, la mayor parte de la superficie de pastos marinos, alrededor de 23,000 hectáreas de humedales, los recursos pesqueros del Banco Arrowsmith, todas las zonas de agregación de tiburón ballena y, amplias extensiones de ecosistemas submarinos que cubren el poco conocido fondo del Caribe Mexicano (CONANP, 2016). También es cierto que incluye grandes extensiones oceánicas de aguas oligotróficas sin recursos naturales significativos. Ello generó amplias polémicas entre la sociedad y el gobierno e impone retos presupuestales y operativos significativos a este ambicioso proyecto de gran envergadura para proteger los recursos naturales de Quintana Roo.

Bibliografía

- Carranza J, Molina C, Bezaury J, López C y J McCann. 1996. Caracterización de la zona de Xcalak, Quintana Roo México. Propuesta para el establecimiento del Parque Nacional arrecifes de Xcalak. Sian Ka'an Serie Documentos. No.5. p 1-68.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2016. Estudio Previo Justificativo para la declaratoria de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. Quintana Roo. 305 páginas.
- DOF (Diario Oficial de la Federación), 2016. Decreto por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano. Diciembre 7, Tomo DCCLIX, No. 5, México, Segunda Sección, pp. 1 – 51.
- DOF (Diario Oficial de la Federación), 2016 b. Decreto por el que se establece la zona de salvaguarda denominada Arrecifes de Coral del Golfo de México y Caribe Mexicano. Diciembre 7, Tomo DCCLIX, No. 5, México, Quinta Sección, pp. 1 – 14.
- DOF (Diario Oficial de la Federación), 2016 c. Decreto por el que se establece la zona de salvaguarda denominada Plataforma de Yucatán y Caribe Mexicano. Diciembre 7, Tomo DCCLIX, No. 5, México, Quinta Sección, pp. 18 – 22.
- Gutiérrez, D., Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J., García, G. Loreto, R. Camarena, T. 1995. Caracterización de los Arrecifes Coralinos del Corredor “Cancún-Tulum”, Quintana Roo, México. Sian Ka'an Serie Documentos No. 4. p 3-39.
- Gutiérrez, D., García G, Lara M y RM Loreto. 2005. Caracterización de los arrecifes coralinos del sur de Quintana Roo, México (Tampalam- Bacalar Chico). Sian Ka'an Serie Documentos. No.6. p 1-32.
- Loreto Viruel RM., Loreto Viruel A., Lazcano Barrero M. 2017. Caracterización de Banco Arrowsmith, Quintana Roo, México. Amigos de Sian Ka'an Serie Documentos No. 7. p X-X
- Paredes Vega, Y., Merediz Alonso, G., Reza Gaona, M., Muñoz Cortés, C., Secaira, F. 2014. Estudio Previo Justificativo para el Establecimiento del Área de Protección de Flora y Fauna Humedales, Sistemas Lagunares Costeros y Porción Oriental Marina de Isla Mujeres, Quintana Roo, México. Amigos de Sian Ka'an A.C. México. 115 pp.

Resúmenes de tesis

Estrategias de vida y relaciones interespecíficas del pez león en el Caribe mexicano

María del Carmen García Rivas

Tesis para optar el grado de Doctora en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable. Con orientación en Conservación de la Biodiversidad. El Colegio de la Frontera Sur Unidad Chetumal. Chetumal, Quintana Roo 2017.

RESUMEN

La invasión del pez león, *Pterois volitans* (L., 1758) (Scorpaeniformes, Scorpaenidae) en el Atlántico se considera una de las más dañinas para el arrecife. Las medidas actuales de control de la especie se basan en capturas directas por buzos y pescadores que deben mantenerse continuamente para obtener resultados, los cuales son efectivos sólo de manera local. En general, la elaboración de estrategias eficientes para el control de organismos no deseados se basa en el conocimiento de la historia natural y conducta de dichas especies. El presente trabajo relaciona el comportamiento del pez león con las características del hábitat y describe sus interacciones con organismos coexistentes. El estudio se enfoca en: 1) relacionar la talla de los peces león con las características ambientales y su conducta, 2) describir y estudiar los organismos que se asocian con los peces león en sus refugios y 3) reportar nuevos depredadores y consumidores del pez león en el Caribe. Los registros se realizaron en tres localidades del sur de Quintana Roo (el Parque Nacional Arrecifes de Xcalak, la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro y Mahahual), mediante observaciones directas subacuáticas. Los registros de depredación de pez león se hicieron en todo el Caribe de manera directa, por encuestas a manejadores, búsqueda

de literatura y videos por internet. Los datos se analizaron de manera descriptiva y mediante la aplicación de un mapa de organización. Se realizaron pruebas de Mann-Whitney para evaluar si la presencia de peces león se relaciona con la presencia de otros peces. Se observaron un total de 793 peces león y se consideraron tres tipos de comportamiento: descanso, desplazamiento y cacería. Se encontró que los peces león pequeños cazan menos y durante la noche, mientras que los medianos y grandes cazan durante el día y en cualquier tipo de hábitat lo que se puede asociar a una baja depredación. También, se observaron varias especies de peces que coexisten en los mismos refugios que el pez león sin relación alguna siendo las más frecuentes *Gramma loreto*, *Chromis cyanea* y *Canthigaster rostrata*. *Gramma loreto* es la principal especie asociada al pez león se observó en grupos y asociada con agregaciones de pez león de gran tamaño. Se reportan 24 especies de depredadores/consumidores del pez león cambiando el paradigma del pez león como inmune a depredadores gracias a sus espinas venenosas y bajo número de depredadores en las áreas invadidas. La presencia de pez león puede generar asociaciones más complejas en la comunidad de peces que una simple relación de depredador-presa, actuando tal vez como cliente de peces limpiadores, o bien representando una defensa ante otros depredadores.

Clasificación de fondos béticos en arrecifes de coral mediante imágenes satelitales, Banco Chinchorro, México

Ameris Ixchel Contreras Silva

Tesis para obtener el grado de Maestría en Geomática. Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo" A.C. CentroGeo. México D. F. 2011.

RESUMEN

Este estudio se centra en la investigación de sistemas arrecifales como ecosistemas que presentan una complejidad inherente y, al mismo tiempo, una fragilidad intrínseca. Los arrecifes de coral de Banco Chinchorro, México, son colonias consideradas de alto valor ecológico, económico, social y cultural que inherentemente proporcionan servicios ecosistémicos. En años recientes, se ha observado blanqueo y disminución de las colonias de corales en todo el mundo; el deterioro de estos sistemas puede analizarse en forma sinóptica mediante el uso de sensores remotos; por lo que

en este estudio se evalúan patrones de análisis, mediante diversos métodos de procesamiento de imágenes satelitales. Asimismo la Geomática toma lugar como ciencia base para abordar la complejidad de estos ecosistemas a partir de un enfoque sistémico. Este tipo de análisis brinda la posibilidad de tener información actualizada del estado de los arrecifes así como la aplicación de nuevas técnicas y metodologías como resultado de las necesidades intrínsecas que asedian el problema.

<https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/22/1/34-2011-Tesis-Contreras%20Silva%2C%20Ameris%20Ixchel-Maestra%20en%20Geom%C3%A1tica.pdf>

Crecimiento y mortalidad de la langosta espinosa (*Panulirus argus*) en la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro, Quintana Roo, México: Temporada 2012-2013

Severo Díaz-Larios

Tesis para obtener el título de biólogo. Carrera de Biología, Instituto Tecnológico de Chetumal.
Chetumal, Quintana Roo. 2015.

RESUMEN

La pesquería de langosta *Panulirus argus* en la Reserva de la Biosfera de Banco Chinchorro (RBBCh) tiene una gran importancia social y económica. Banco Chinchorro es uno de los complejos coralinos de gran tamaño e importancia en México, con una superficie de 144,360 has y una laguna arrecifal que tiene aproximadamente 53,380 has. Su estado de conservación es bueno, siendo la pesca la actividad humana que mayor impacto ejerce. El presente trabajo describe aspectos generales de la pesquería de langosta *P. argus* de Banco Chinchorro con base en la distribución de tallas la temporada 2012-2013. Los datos obtenidos fueron tomados directamente de la pesquería artesanal de tres cooperativas pesqueras (Andrés Quintana Roo, Pescadores de Banco Chinchorro y Langosteros del Caribe) durante 7 días al mes en toda la temporada de pesca que va de Julio 1 del 2012 a Febrero 28 del 2013. En esta temporada se obtuvieron un total de $n = 4,697$ datos biométricos de langosta, de los cuales 2,575 fueron machos y 2,122 fueron hembras. En las tallas de longitud de cefalotórax (LCA) se encontró un mínimo de 60 mm de LCA, esta talla está por debajo de la talla mínima legal (TML=74.6 mm de longitud de cefalotórax); un máximo de 195.8 mm de LCA y un promedio mensual de longitud de cefalotórax en mm de 95.4 ± 17.36 para la muestra total. Mientras tanto para los pesos totales se obtuvo una mínima de 240 g y un peso total máximo de 2600 g; con un promedio para pesos totales en gramos 663 ± 248.18 para la muestra total. La estructura de talla con mayor representación de capturas se encontró en el rango de clases que va de 80mm a 89.9mm de longitud de cefalotórax. La proporción de sexos fue determinada

a favor de los machos 0.82:1 (H:M) para esta temporada. En la relación de tipo potencial entre la longitud de cefalotórax (LCA) y el peso total de los organismos (PT) de una muestra de $n = 1,575$ para esta temporada, se obtuvo un valor de la pendiente de $b = 2.5112$ siendo esta diferente a 3 nos indica que la langosta capturada tiene un crecimiento de tipo alométrico; la ecuación encontrada en este cálculo para la relación LCA-PT fue de $y = 0.0082x^{2.5112}$. Se realizó un análisis comparativo de los parámetros de crecimiento mediante la aplicación de los paquetes ELEFAN I y Shepherd. Los resultados con mayor confiabilidad de los parámetros de crecimiento fueron obtenidos por medio del método de Shepherd del paquete de FISAT II, cuyos resultados fueron: $k = 0.381$ años⁻¹, $L_{\infty} = 207.9$ mm de LCA y la edad de la langosta a la longitud cero $t_0 = 0.828$ años; con un índice de bondad de ajuste $R_n = 1.000$. Se observó que la langosta a la edad de 2.2 años está sometida a una mayor captura en la RBBCh en la temporada 2012-2013 y que a la edad de 2 años este organismo alcanza su talla mínima legal (TML) de 74.6 mm de carapacho. Para estimación de la mortalidad total se empleó el método de la curva de captura, los resultados fueron los siguientes: $Z = 0.69$, la mortalidad por pesca fue de $F = 0.45$ y por ultima la tasa de explotación fue $E = 0.65$, esto nos indica que la pesquería de este recurso se encuentra en un estatus de explotación plena.

[http://www.ecosur.mx/ecoconsulta/indicadores/detalles.php?id=565d4629a5ea9d7902a09f0b&bdi=30&name=Crecimiento%20y%20mortalidad%20de%20la%20langosta%20espinosa%20\(Panulirus%20argus\)%20en%20la%20Reserva%20de%20la%20Biosfera%20Banco%20Chinchorro,%20Quintana%20Roo,%20M%C3%A9xico](http://www.ecosur.mx/ecoconsulta/indicadores/detalles.php?id=565d4629a5ea9d7902a09f0b&bdi=30&name=Crecimiento%20y%20mortalidad%20de%20la%20langosta%20espinosa%20(Panulirus%20argus)%20en%20la%20Reserva%20de%20la%20Biosfera%20Banco%20Chinchorro,%20Quintana%20Roo,%20M%C3%A9xico)

Reclutamiento y conectividad genética de peces arrecifales en el Caribe Mexicano

M. en C. Carmen Amelia Villegas Sánchez

Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias en la especialidad de Ciencias Marinas.

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida, 2010.

RESUMEN

Los arrecifes de coral se encuentran entre los sistemas más diversos del planeta, por lo tanto es fundamental su conservación y aprovechamiento sustentable, lo cual requiere entender procesos que intervienen en su regulación, tales como el reclutamiento y la conectividad. El estudio del reclutamiento en organismos marinos es importante, ya que en poblaciones abiertas puede ser considerado como índice de natalidad. Por otra parte, la conectividad entre subpoblaciones es uno de los aspectos que recientemente ha adquirido relevancia en la conservación y resiliencia de las poblaciones. En la presente investigación se evaluaron dos aspectos fundamentales para el estudio de los arrecifes coralinos del Caribe Mexicano: 1) el reclutamiento de 23 especies de peces en la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro (RBBCH), analizando tanto variaciones espaciales como temporales monitoreando las abundancias, y 2) la conectividad genética entre 13 sitios anidados en dos Parques Nacionales (Cozumel y Xcalak), una Reserva de la Biosfera (Banco Chinchorro) y una área no protegida (Mahahual), con base en siete loci microsatélite y tomando a reclutas del pez *Stegastes partitus* como modelo biológico. La RBBCH es el sistema arrecifal más grande de México, se ubica en mar abierto y está separado de la costa por un canal de 1000 m de profundidad máxima; en él se pueden encontrar dos tipos principales de hábitats: parche y cordillera. La RBBCH no cuenta con estudios publicados sobre el reclutamiento de los peces que la habitan, por lo tanto, la presente investigación se planteó valorar de forma detallada las variaciones espaciales y temporales del reclutamiento de peces arrecifales en esa zona. Con base en los análisis de reclutamiento en la RBBCH fue difícil detectar patrones tanto intranualmente como interanualmente, sin embargo, se observó que los meses julio y agosto fueron los que más comúnmente presentaron picos de reclutamiento. Algunas especies como *Gramma loreto*, *Halichoeres garnoti*, *S. partitus* y *Thalassoma bifasciatum* presentaron reclutamiento continuo durante los ciclos estudiados. Por otra parte, las variaciones espaciales sugirieron que el reclutamiento a la escala estudiada (~ 46 km) está influido por la selección del hábitat. De tal manera, se observó que los sitios con hábitat de cordillera tendieron a presentar mayores densidades y abundancias, probablemente debido a la presencia de algunas especies que suelen encontrarse en grandes cardúmenes como lo son *Chromis cyanea*, *G. loreto* y *Bodianus rufus*. En los sitios con hábitat de parche se detectaron mayores riquezas, lo cual es explicable considerando que éstos se encuentran entre los más someros, por lo que la presencia de grandes predadores pudo ser menor y un mayor número de especies usaron dichos sitios para su reclutamiento.

Los resultados obtenidos conllevaron a plantear la hipótesis de que si el reclutamiento de las especies analizadas estuvo influenciado por las características del hábitat, entonces la estructura genética podría también estar relacionada a la estructura del hábitat. Para llevar a cabo el estudio genético se seleccionó a la especie *S. partitus*, ya que fue una de las que presentó reclutamiento abundante tanto temporal como espacialmente, y se usaron microsatélites como marcadores moleculares. Se evaluaron dos escalas: escala de sitios y escala de arrecifes. Los resultados de los análisis moleculares mostraron un patrón de diferenciación genética no reportado en estudios previos con la misma especie: estructura genética fuerte a escala de sitios (escala pequeña) y estructura genética débil, pero significativa, a escala de arrecifes (escala mediana). Este patrón fue explicado considerando el “efecto de lotería” (sweepstake-chance effect), el cual sugiere que en algunos organismos muy fecundos y con altas tasas de mortalidad durante el periodo larval (p. e. peces) la mayoría de los reclutas jóvenes podrían provenir, durante un año dado, de muy pocos padres. Esto puede ocurrir debido a procesos estocásticos de la actividad reproductiva, aunados a ciertas condiciones oceanográficas que afectan el desove, la fertilización, el desarrollo larval y el reclutamiento. Tomando en cuenta lo anterior, en la presente investigación se hipotetizó que larvas de muy pocos padres podrían haberse asentado en un sitio particular debido a factores oceanográficos azarosos y probablemente a cuestiones de comportamiento larval. Por lo tanto, si el área de muestreo es lo suficientemente pequeña, los reclutas podrían aparecer como endogámicos y aislados, y en muestreos de áreas cada vez mayores, este patrón sería menos evidente. La relación de 10 variables bentónicas con la estructura genética de *S. partitus*, se evaluó con base en un método jerárquico Bayesiano, demostrando una nula relación. Debido a que los valores del índice F_{st} mostraron una estructuración genética mayor a las reportadas en estudios previos y considerando los resultados obtenidos en otros estudios, se sugiere que el reclutamiento en el Caribe Mexicano podría estar fuertemente limitado. Desde el punto de vista de la conservación se identificó al arrecife Mahahual como un área de interés potencial considerando sus altos valores de riquezas alélicas. No obstante, de acuerdo a los resultados de las riquezas alélicas y alelos exclusivos no se reportaron diferencias genéticas asociadas a los estatus de protección de las zonas estudiadas.

Estructura de las Asociaciones y Diversidad Morfológica de Erizos de Mar (Echinoidea) en los Parques Nacionales Sistema Arrecifal Veracruzano y Arrecifes de Cozumel, México

Adriana González Azcárraga

Tesis para obtener el grado de Maestría en Ciencias (Biología Marina). Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Mazatlán, Sinaloa, 2009.

RESUMEN

Los erizos de mar son organismos importantes en sistemas de agua somera, ya que actúan como recicladores de material orgánico y dejan el piso marino libre de algas y otros animales con sus actividades de herbivoría. El estudio de los equinoideos en México data desde hace más de 100 años, pero poco se sabe sobre los erizos del Golfo de México y Caribe, especialmente temas como la diversidad taxonómica y morfológica y la amplitud de nicho. Los objetivos de este trabajo fueron examinar y comparar la estructura comunitaria así como la diversidad morfológica de los erizos regulares en el Sistema Arrecifal Veracruzano y los arrecifes de Cozumel. En verano del 2007 se visitaron diferentes arrecifes de Veracruz y Cozumel censando equinoideos mediante transectos de banda con un área mínima de 20m² y a dos profundidades (1-10m y 10 a 15m) con un total de 7,340m² de sustrato revisado (N=177). Se estimaron los valores de riqueza, abundancia de especies, índices de diversidad (H'), equitatividad (J'),

distintividad taxonómica (Δ^*), diversidad morfológica y amplitud de nicho comparando entre localidades y entre profundidades con el análisis de varianza. Los resultados indican diferencias significativas en todos los índices, entre localidades y profundidades. Veracruz presentó los mayores valores en todos los índices debido a la mayor heterogeneidad del sustrato y una elevada cantidad de nutrientes derivados del aporte fluvial. Los arrecifes someros presentaron los mayores valores en todos los índices, debido a una mayor cantidad de alimento y menor depredación. Finalmente, el análisis de ordenamiento (NMDS) mostró diferencias notables entre las localidades y profundidades, ocasionadas principalmente por la diferencia en las abundancias de las especies presentes en cada grupo. Esto indica que los grupos se diferencian con la fauna de erizos regionalmente y localmente por procesos propios del hábitat.

<http://rediberoamericanaequinodermos.com/wp-content/uploads/2015/09/Gonzalez-Azcarraga-2009-Echinoidea-Sist-Arrecifal-Veracruzano-UNAM-MSc.pdf>

Distribución espacial y condición de las especies de *Acropora* (Cnidaria: Scleractinia) en Banco Chinchorro, caribe mexicano: implicaciones para el manejo

Alejandro Vega Zepeda

Tesis para obtener el grado de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Des

RESUMEN

Banco Chinchorro es el arrecife coralino tipo atolón más grande del Caribe, siendo decretado, por el Gobierno Mexicano, como un Área Natural Protegida con la categoría de Reserva de la Biosfera en 1996. Actualmente no se cuenta con publicaciones relacionadas a la distribución, condición y estructura de las especies de *Acropora* en Banco Chinchorro. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la distribución espacial, condición y estructura de las especies de *Acropora*, con el fin de proveer los conocimientos y herramientas para establecer estrategias de manejo. El trabajo de campo se realizó en seis regiones del banco, establecida con base en una previa descripción de la estructura del arrecife, localización y tamaño de parches en la laguna arrecifal; donde se evaluó la densidad y tamaño de las colonias de *Acropora* spp., la cobertura de tejido coralino y la condición de las colonias (tejido

vivo vs mortalidad), utilizando la combinación de técnicas de transectos lineales de intersección, video transectos y con observaciones directas. Los resultados obtenidos señalan que *Acropora* spp., presentan una mayor distribución en las regiones del sur de Banco Chinchorro; donde se registró una mayor cobertura y densidad de colonias; así como una mejor condición de tejido coralino. Con base en estos resultados, se sugiere que las regiones del Sur deben ser consideradas como áreas claves para la conservación de las especies de *Acropora* y utilizar esta información para establecer zonas núcleo, en la actualización del Programa de Conservación y Manejo; considerando que las especies de *Acropora* producen heterogeneidad en el paisaje, generando refugio para otras especies, incluyendo algunas de importancia comercial

<http://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/book/000046833>

Amigos de Sian Ka'an es una asociación civil, no lucrativa, líder en conservación y desarrollo sustentable en la península de Yucatán, con un equipo técnico y directivo de excelencia, en alianza con los diversos actores de la sociedad. Con la misión de conservar la biodiversidad, promoviendo el desarrollo socioeconómico de las comunidades e inuyendo en la cultura y políticas ambientales con base en la ciencia. La revista Amigos de Sian Ka'an Serie Documentos es un esfuerzo editorial que pretende difundir la información técnica generada de la labor de la asociación y de otras instituciones de la región.

Asamblea de Asociados

Consejeros

Servando Acuña Braun	Presidente
Sara Fuentes de la Peña	Vicepresidente
Armando Millet Vales	Tesorero
Gonzalo Merediz Alonso	Secretario
Gílmer Andrés Arroyo Sánchez	Vocal
Jose Luis Escalante Varela	Vocal
José Angulo Oliva	Vocal
Alberto Charles Saldívar	Vocal
Alexis Theofilos Acuña Kokinas	Vocal
Mario Rendón Monforte	Vocal
Jaime Valenzuela Tamaris	Vocal

Asociados

Alfredo Medina Chemor
Antonio Benjamín Silva Gutiérrez
Bárbara Mackinnon de Montes
Doris Neckelmann Mattheai
Carlos Constandse Madrazo
Nassim Joaquín Delbouis
Miguel Verduzco Rodríguez
Jorge Alfredo Soto Martínez
José Pablo Simón Galindo
Juan Eduardo Bezaury Creel
María Eugenia Villareal Ríos
Lawrence Hausman
Margaret Reeder Burks
Victor Rubio Maldonado
María Isabel Riveroll Mendoza
Ricardo Fernando Segura Enríquez
Beatriz Mélenz Dibildox
Raul Eliu Villanueva Arguelles

NORMAS PARA LOS AUTORES

La publicación AMIGOS DE SIAN KA'AN SERIE DOCUMENTOS acepta las siguientes aportaciones que contribuyen al conocimiento, manejo y conservación de los recursos del trópico húmedo: Artículos, Notas Científicas, Tesis, Comunicaciones y Cartas al Editor.

Se pretende que los trabajos publicados sean realizados en primera instancia en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, aceptando también aquellos de otras áreas de Quintana Roo, la Península de Yucatán o en caso de que se refieran a zonas geográficas diferentes a las antes mencionadas, que sean temas aplicables a estas áreas.

ARTICULOS. Son escritos basados en investigaciones científicas ya concluidas así como observaciones sobre aspectos metodológicos novedosos y temas de tesis bien condensados.

NOTAS CIENTIFICAS. Son escritos basados en observaciones cuya base es el método científico y pueden arrojar resultados parciales o preliminares de una investigación, inclusive de aquellas que estén inconclusas. También se aceptarán revisiones bibliográficas sobre un tema en particular.

COMUNICACIONES. Son observaciones, comentarios u opiniones científicas debidamente fundamentadas que contribuyan a la comunicación entre la comunidad científica regional.

RESUMEN DE TESIS. Estas se tomarán de tesis enviadas a la biblioteca de Amigos de Sian Ka'an, A. C con el objetivo de informar a la comunidad científica regional de su existencia y podrán ser consultadas en dicha biblioteca.

CARTAS AL EDITOR. Son opiniones y/o comentarios personales cuyos argumentos estén debidamente fundamentados. Esta sección tiene por objeto realizar aclaraciones o fomentar la discusión acerca de los temas publicados. También se incluirá en esta sección un directorio de investigadores a través del cual podrán tener contacto con otros que manejen la misma área de interés, para tal efecto deberán enviar una carta donde expresen su deseo de ser incluidos en este directorio, anexando los datos básicos de su nombre, institución a la que presta sus servicios, dirección postal, área de interés y proyecto que está ejecutando. Además, cualquier investigador que así lo desee podrá solicitar información sobre observaciones de campo que le ayuden a complementar o ampliar el trabajo que esté desarrollando, por ejemplo en el registro o distribución de alguna especie.

Los trabajos serán sometidos a revisión por parte de un especialista en el área correspondiente, al cual se le designará con el nombre de árbitro. Una vez revisado el escrito, al autor se le enviará un comunicado notificándole la decisión del árbitro cuya identidad en cada caso se mantendrá confidencial.

A cada autor se le enviarán tres ejemplares de la revista, si desea un número mayor deberá solicitarlo por escrito antes de su impresión.

FORMATO

1. Forma. Los documentos deberán tener una extensión no mayor de cuarenta cuartillas, sin numerar, incluyendo tablas y figuras. Los márgenes superior e inferior deberán ser de 2.5 cm y el inferior derecho de 2 cm, sin justificar el texto al margen derecho. Las tablas y figuras (mapas, gráficas, etc) deberán elaborarse a tinta negra y a 600 dpi (puntos por pulgada) o 133 lpi (líneas por pulgada). Se deberán enviar en CD, en formato tif.

2. Texto. Los documentos deberán escribirse preferentemente en español, pero también se aceptarán trabajos en inglés. Los títulos y subtítulos con mayúsculas y minúsculas, acentuados, del lado izquierdo, con espacio arriba y abajo, sin sangría; sólo irán con mayúscula los nombres propios. La redacción deberá ser impersonal, incluso los agradecimientos. Sólo se subrayarán las locuciones grecolatinas y los nombres científicos.

Se sugiere no dividir las palabras al final de cada renglón, así como evitar el uso de guiones innecesarios.

Las medidas y pesos deberán darse usando el sistema métrico decimal y kilogramos respectivamente, anotando sus abreviaturas convencionales sin punto, por ejemplo, kilogramo: kg

Los dígitos del cero al nueve se escribirán con letra cuando formen parte del escrito, de igual modo cuando un número inicie una oración.

Los trabajos deberán procesarse en computadora utilizando Microsoft Word. Deberán enviarse en CD, debidamente etiquetados y rotulados, anotando el nombre del autor y título de los trabajos incluidos con una copia impresa de los documentos. No se regresará ningún material por los que se sugiere a los autores conservar copias del mismo.

CONTENIDO DEL MANUSCRITO. Para lograr uniformidad en los escritos que se reciben, estos deberán sujetarse a los siguientes lineamientos, de acuerdo con el tipo de documento que se publique:

ARTICULOS Y NOTAS CIENTIFICAS. Deberán contener las siguientes secciones:

a) Título. Deberá reflejar el contenido del escrito con un máximo de seis palabras para la cabeza y quince para la subcabeza. Se escribirá con mayúsculas y minúsculas, acentuado, acompañados del nombre del autor, cuando se haga referencia a taxa menor deberán incluirse entre paréntesis.

b) Resumen/Abstract. Debe incluir la presentación de los objetivos, resultados y conclusiones, resaltando la contribución que se hace a la respectiva área de conocimiento. Se deberán incluir aquí palabras clave/key words. Deberá evitarse hacer del resumen un listado de contenido del trabajo, en él no se incluirán tablas o figuras ni se hará referencia a ellas, tampoco citas bibliográficas. Su extensión deberá ser de unas 500 palabras para el español más su traducción al inglés.

c) Introducción. Deberá situar el trabajo en la respectiva área del conocimiento, estableciendo el propósito y la importancia del tema. Se incluirá una revisión razonable de los antecedentes.

d) Área de estudio. Cuando la inclusión de esta sección sea aplicable, la información deberá ser suficiente para comprender e interpretar los resultados, se sugiere incluir mapas.

e) Materiales y métodos. Las descripciones del equipo y los procedimientos que hayan sido publicados podrán ser citados como referencia, pero si las fuentes de referencia son de disponibilidad limitada (tesis, conferencias, informes, manuscritos inéditos, etc) los materiales y métodos podrán explicarse.

f) Resultados. En esta sección, si se presentan tablas y/o figuras suficientemente claras y explicativas, no será necesario describirlos exhaustivamente. En el caso de las pruebas estadísticas, éstas no deberán oscurecer el tema de estudio o su significado biológico, ni deberán ampliar el documento innecesariamente.

g) Discusión. Deberá obedecer el análisis y contrastación de antecedentes y resultados en relación con los objetivos planteados, de tal modo que conduzca a nuevas síntesis, generalidades e interpretaciones o principios. Los aportes o posiciones de otros autores deberán citarse con exactitud. Las transiciones entre la evidencia y la intuición deberán ser bien definidas.

h) Reconocimiento (opcional). Se citarán personas o instituciones que a juicio del autor hayan contribuido al buen desarrollo y conclusión de la investigación.

k) Referencias. Se consignarán bajo el título de Literatura citada, en orden alfabético por autor, sin numeración ni incisos. Cuando se mencionen varios artículos de un mismo autor, éstos se enlistarán en orden cronológico. En el caso de citarse dos o más trabajos de un mismo autor en el mismo año de publicación se distinguirán anotando del lado derecho del año, añadiendo las primeras letras del alfabeto (1997a 1997b...).

COMUNICACIONES. Deberán contener las siguientes secciones: (a) título, (b) autor, (c) institución, dirección postal del o los autores, (d) desarrollo del tema, con las subcabezas que se estimen convenientes.

RESUMEN DE TESIS. Se publicarán tal como aparecen en la tesis, el autor podrá incluir el nombre de la institución en la que colabora y su dirección actualizada y correo electrónico.

CARTAS AL EDITOR. Estas no tienen un contenido definido, pero deberán incluir el nombre y correo electrónico de la o las personas que escriben. No deberán exceder de una cuartilla a doble espacio.

Para cada caso, el editor aceptará modificaciones en su estructura del contenido cuando el tenor del texto así lo amerite.

