



# SIAN KA'AN

SERIE DOCUMENTOS

No. 1 DICIEMBRE 1993

# SIAN KA'AN

SERIE DOCUMENTOS

SIAN KA'AN JOURNAL

No. 1 DICIEMBRE 1993



La Revista 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 de la Península de Yucatán y áreas aledañas.

La elaboración de esta publicación fue posible gracias a la gran generosidad del Sr. Gilbert Glass, a través de The Nature Conservancy en el Programa Parques en Peligro.

**COORDINACION EDITORIAL**

JUAN BEZAURY CREEL

**ASESORIA EDITORIAL**

DAVID GUTIERREZ CARBONELL

BARBARA MACKINNON H.

PEDRO RAMIREZ GUILLEN

**DISEÑO Y TIPOGRAFIA**

YALINA SALDIVAR VEGA

DAVID GUTIERREZ CARBONELL

Agradecemos a los árbitros su  
anónima labor.

**OFICINAS**

Av. Cobá # 5  
Plaza América  
Locales 48-50  
Cancún, Q. Roo, 77500  
MEXICO

**TELEFONOS**

(98) 84 95 83  
(98) 87 30 80 FAX

**CORRESPONDENCIA**

Apartado Postal 770  
Cancún, Q. Roo, 77501

Certificados de Licitud de Contenido y Título e ISSN  
en trámite.

Tiro de esta edición 300 ejemplares

Impreso en Impresos Marca, Calle 41 No. 457-B,  
Col. Industrial, Mérida, Yucatán.

# CONTENIDO

## ARTICULOS

<b>Caracterización de los Arrecifes Coralinos de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Q. Roo.</b>	1
Gutiérrez, D., García-Sáez, C., Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J. y R. Macías.	
<b>Explotación y Aprovechamiento del Cangrejo de Tierra (<i>Cardisoma guanhumí</i>) en la Ciénaga de Zapata, Cuba.</b>	48
Alvarez, I. Giménez, E., Machado, P. y R. Flores.	

## NOTAS CIENTIFICAS

<b>Important Breeding Colonies of Aquatic Birds on Islands within Laguna Yaiahau, Quintana Roo, México.</b>	57
MacKinnon, B.	
<b>Notas Botánicas sobre los Bambúes Herbáceos del Género <i>Olyra</i> en la Península de Yucatán. (Poaceae: Bambusoideae).</b>	60
Cortés, G. R.	

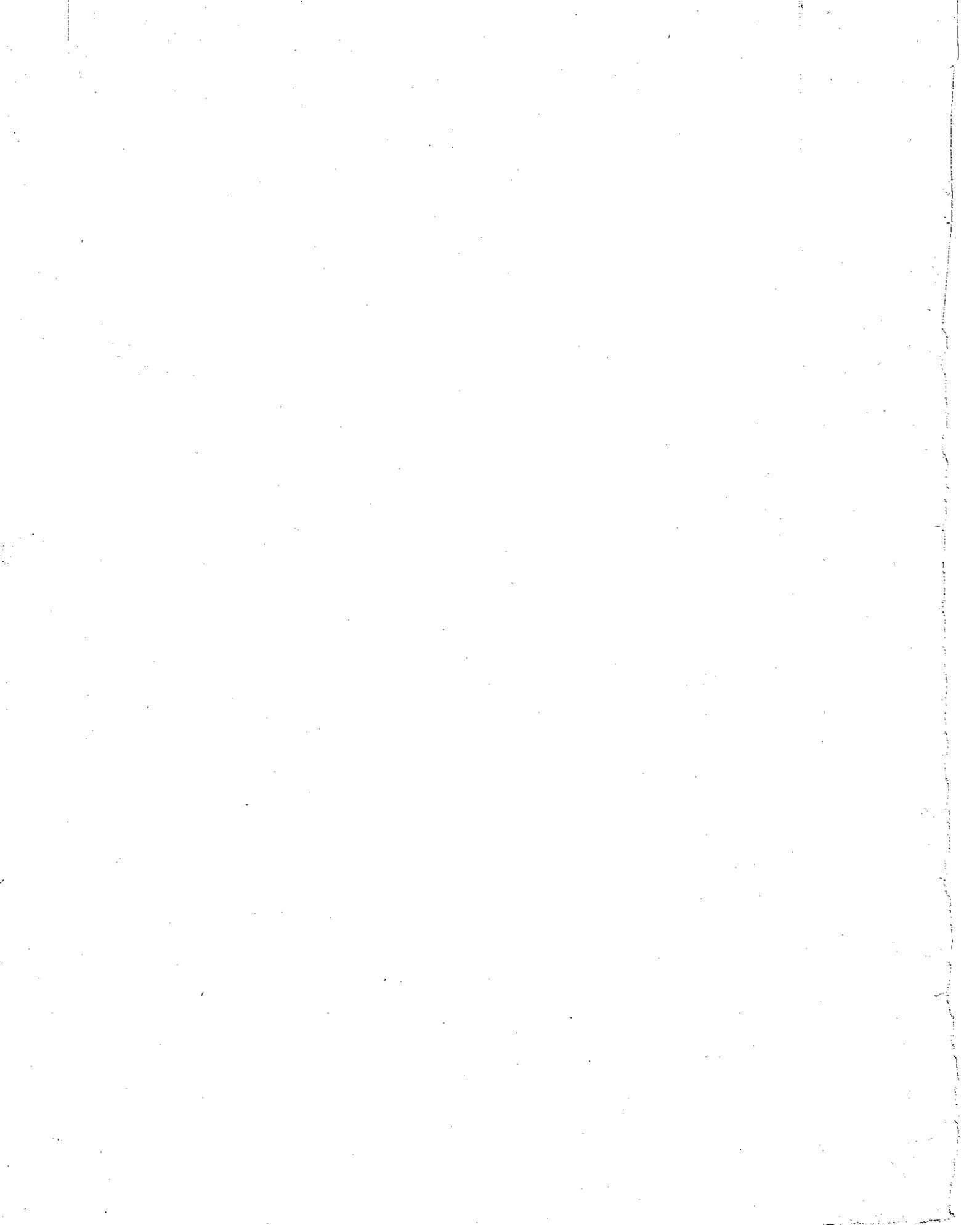
## COMUNICACIONES

<b>Registro de un Ocelote (<i>Felis pardalis</i>) en Chichén Itza, Yucatán.</b>	62
Bezaury, J. y P. Ramírez.	
<b>Especies de Tiburones en la Bahía de la Ascensión, Q. Roo.</b>	62
Zárate, E. y M. Basurto.	
<b>Registro de un Puercoespín en Sian Ka'an.</b>	62
Lazcano, M. A.	

## RESUMENES DE TESIS

<b>Estimación de Tamaños, Poblaciones y Patrones de Movimiento en Poblaciones de <i>Strombus gigas</i> en Quintana Roo.</b>	63
Padilla, C.	
<b>Tabla de Vida y Parámetros Demográficos de <i>Strombus gigas</i> en Quintana Roo, México.</b>	63
Lara, M.	
<b>Algunos Aspectos de la Depredación de la Langosta Espinosa <i>Panulirus argus</i> (Latreille 1804) por Peces en la Bahía de la Ascensión, Q. Roo, México.</b>	64
García, G.	
<b>Extracción de Chicle y Conservación del Bosque en Quintana Roo, México.</b>	65
Barrera, A.	
<b>La Flora de Isla Mujeres, Quintana Roo, México.</b>	65
Cabrera, E.F.	
<b>Status of Aquatic Birds in the Coastal Wetlands of the Yucatan Peninsula.</b>	66
Correa, J.	

## CARTAS AL EDITOR



# Caracterización de los Arrecifes Coralinos de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Q. Roo.

David Gutiérrez Carbonell<sup>1,3</sup>, Carlos García Sáez<sup>2</sup>, Mario Lara Pérez Soto<sup>1,2</sup>, Claudia Padilla Souza<sup>1,2</sup>,  
Javier Pizaña Alonso<sup>1,2</sup> y Rogello Macías Ordoñez<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Biocenosis, A.C. Ap. Postal 409, Cancún, Q. Roo, C.P. 77500. México

<sup>2</sup>ICMyL-UNAM. Ap. Postal 1152, Cancún, Q. Roo, C.P. 77500. México

<sup>3</sup>Amigos de Sian Ka'an, A.C. Ap. Postal 770, Cancún, Q. Roo, C.P. 77500. México.

**RESUMEN.** A lo largo de dos años se estudió el sistema arrecifal de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, situada en la parte central del Caribe Mexicano. Se hizo un muestreo sistemático por medio de transectos lineales en todas las zonas arrecifales, registrando los rasgos geomorfológicos y evaluando abundancia y cobertura de corales escleractinios y gorgonáceos, macroalgas y peces arrecifales. Se presentan los índices de la estructura comunitaria. Se propone un patrón de zonación para los arrecifes de Sian Ka'an, concluyendo que los arrecifes de esta reserva son del tipo bordeante y típicamente caribeños, a diferencia de lo señalado por trabajos anteriores llevados a cabo en el área, llegando a la conclusión que habían sido submuestreados tanto geográfica como batimétricamente. Presentan muchas similitudes con los arrecifes de Jamaica descritos por Goreau. La Laguna arrecifal se desarrolla sobre un canal paralelo a la costa, predominan en ella los pastos marinos *Thalassia* y *Syringodium*, en el Arrecife Posterior presenta colonias masivas de coral, principalmente de *Montastrea annularis* y *Diploria* spp. La Rompiente Arrecifal está dominada por hidrocorales pétreos y macroalgas. El Arrecife Frontal presenta sistemas de macizos y canales en varias franjas a diferentes profundidades, aunque el desarrollo es muy variable de un lugar a otro. Por ello se hace una descripción de 12 regiones con distintos grados de desarrollo arrecifal y se presentan cuadros y gráficas alusivos a los grupos estudiados.

Palabras clave: Sian Ka'an, arrecifes coralinos, zonación, México, Reservas de la Biosfera.

**ABSTRACT.** A study was conducted in the reef area of Sian Ka'an Biosphere Reserve in the Mexican Caribbean. A transect line systematic research was done in all reef zones, evaluating geomorphological features and abundance of corals, algae and reef fishes. The reef type showed to be fringing and very typical as those described in other areas of the Caribbean Sea like those of Jamaica. The Lagoon develops in the boat channel populated by sea grasses *Thalassia* and *Syringodium*. The Back Reef has massive growths of *Montastrea* and *Diploria*. The Breaker Zone is dominated by algae and *Millepora*. And the Fore Reef shows several lines of spur and groove systems. Nevertheless these spur and groove structures are very variable so 12 regions were established along the Reserve.

Key words: Sian Ka'an, Coral Reefs, Zonation, Mexico, Biosphere Reserves.

## Introducción

Los arrecifes coralinos son comunidades biológicas que se desarrollan en aguas tropicales someras, en ellos habitan miles de especies, por lo que han sido considerados como los ambientes más diversos y complejos del medio marino y comparados por su gran diversidad solamente con las selvas altas perennifolias (Loya, 1972, Connell, 1978).

Los arrecifes pueden ser muy importantes ya que llegan a formar islas y cadenas de islas, incluso pueden moldear la línea de costa al prevenir la erosión disminuyendo la fuerza del oleaje (Goreau, 1979, IUCN/UNEP, 1988).

A pesar de que las aguas en las que se desarrollan los arrecifes coralinos son pobres en nutrientes, existen altas tasas de fijación fotosintética de carbono, de nitrógeno y de depositación de carbonato de calcio, la clave de esta productividad es la biología única de los corales escleractinios, que desempeñan un papel fundamental en

la estructura y el ciclo de nutrientes de la comunidad arrecifal (Goreau, 1979).

Por mucho tiempo se consideró a los corales como plantas, debido a que son sésiles, sin embargo, a fines del siglo XVIII Lamarck los clasificó como animales, parientes de las anémonas y las medusas. Los corales están constituidos por unidades llamadas pólipos, que consisten fundamentalmente de una cavidad digestiva rodeada de tentáculos.

Estos animales viven en simbiosis con unas algas unicelulares llamadas zooxantelas, que se alojan en el revestimiento de la cavidad intestinal del pólipo y juegan un papel importante para determinar las tasas de calcificación de los corales, por lo que estos son capaces de formar un esqueleto calcáreo masivo que se va depositando sobre el sustrato a través del tiempo.

A los organismos que contribuyen a la construcción del esqueleto y sustrato en el arrecife se les denomina hermatípicos y se distinguen dos grupos dependiendo del tamaño del sedimento que forman. Los hermatípicos primarios forman con sus esqueletos el armazón rígido, al que Goreau (1973) define como una estructura con enorme resistencia al movimiento de la masa de agua y con alta estabilidad mecánica.

Los principales organismos que forman dicha estructura son los corales escleractinios, cuyo esqueleto se ve incrementado por acreciones calcáreas de generaciones sucesivas de organismos, mientras el tejido vivo permanece en la capa superficial. El otro grupo es el de los hermatípicos secundarios, como de los moluscos, las algas calcáreas y los erizos, cuyas conchas o esqueletos producen sedimento que cementa y rellena los huecos (Goreau, 1973).

A través del tiempo, el material calcáreo depositado forma una estructura compleja por el entrelazado de los esqueletos de los organismos de las épocas anteriores, que se modifican por el crecimiento de las comunidades presentes (Wells, 1957). El crecimiento arrecifal es tan sólo de unos cuantos centímetros por año y resulta de un balance entre procesos biológicos de calcificación (acreción) y procesos físicos, químicos y biológicos que causan destrucción (erosión). Estos procesos regulan la dinámica del material calcáreo y determinan la construcción de la comunidad arrecifal (Wells, 1957, Goreau, 1959, 1967 y 1973, Stoddart, 1969, Guilcher, 1988).

Los arrecifes de coral se encuentran restringidos geográficamente al cinturón circuntropical, localizado entre las latitudes 30° N y 30° S. Debido a los límites de tolerancia a la temperatura, el desarrollo de los corales es

pobre a exposiciones prolongadas a menos de 22 °C, o breves a menos de 18 °C. Los arrecifes coralinos del mundo se dividen en dos grandes áreas zoogeográficas: Indo-Pacífico y Caribe (Darwin, 1851, Stoddart, 1969). Esta última, a diferencia del Indo-Pacífico, carece de un desarrollo arrecifal extenso, tiene un menor número de especies de corales escleractinios (aproximadamente 60 vs 700), generalmente los arrecifes son más pequeños y presentan lagunas arrecifales más someras. Sin embargo, la mayor diferencia ecológica parece ser la importancia relativa de las algas coralinas, ya que en el Caribe no forman incrustaciones masivas y por lo tanto, la parte somera de estos arrecifes tiende a estar compuesta por esqueletos de corales que se van aglomerando, en contraste con el pavimento de algas sólido encontrado en los del Indo-Pacífico. (IUCN/UNEP, 1988, Guilcher, 1988)

La región zoogeográfica del Caribe comprende los arrecifes del Mar Caribe, Bermuda, Bahamas, Florida y los del Golfo de México. Los arrecifes coralinos de esta región son muy similares en la composición de sus especies y características generales de desarrollo, pero se distinguen unos de otros por su fisiografía y la abundancia relativa específica, lo que resulta en un patrón de zonación particular para cada uno de ellos. Es interesante notar que la mayoría de las especies de coral se encuentran ampliamente distribuidas a través del Caribe, de los cuales seis géneros de corales escleractinios (*Montastrea*, *Acropora*, *Porites*, *Diploria*, *Siderastrea* y *Agaricia*) y un género de corales hidrozoarios (*Millepora*), constituyen cerca del 90% del total de la biomasa de coral (Milliman, 1973).

En la República Mexicana, los arrecifes de coral se encuentran tanto en el Golfo de México, como en el mar Caribe. En el primero, los arrecifes coralinos mejor desarrollados se encuentran cerca del Puerto de Veracruz (Lara, 1989, Padilla, 1989 y Espejel, 1991) y en estructuras aisladas en Alacranes, Arcas, y Triángulos en el banco de Campeche (Kornicker et al, 1958, IUCN/UNEP, 1988).

En el Caribe, se encuentra una formación arrecifal que bordea el litoral del estado de Quintana Roo, misma que se continúa hasta Belice donde se forma una barrera muy extensa.

Sian Ka'an. En la parte centro-oriental del estado de Quintana Roo, se encuentra la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an que comprende latitudinalmente desde el Sur de Tulum (20°06'N) hasta Punta Pulticub (19°05' N) e incluye a las Bahías de la Ascensión y del Espíritu Santo. Esta Reserva fue creada por Decreto Presidencial publicado el 20 de enero de 1986, con una superficie de 528,147 hectáreas, siendo una de las áreas naturales protegidas más grandes de México. Contiene

aproximadamente 120,000 hectáreas de ambientes costeros y marinos, incluyendo la zona de arrecifes coralinos. La extensión de esta sección arrecifal es de aproximadamente 110 km de longitud y su desarrollo es muy variable. La comunidad arrecifal en general es diversa comparada a otros ambientes equivalentes y se encuentra en buen estado de conservación.

El Decreto de Sian Ka'an estableció tres zonas núcleo, una de ellas denominada "Cayo Culebras" con carácter supuestamente marino, aunque en realidad su objetivo fue el de proteger un lugar de anidación de aves marinas. Quedando impropriadamente protegida la parte marina por esa Zona Núcleo, en buena medida por el desconocimiento de sus características arrecifales. El primer Plan de Manejo de Sian Ka'an fue propuesto en 1987, en él se hizo una zonificación complementaria, agregándose una zona de pesca, definida vagamente como aquella donde se realizan las actividades pesqueras comerciales de las cooperativas, así como la pesca de autoconsumo, la pesca deportiva, los deportes acuáticos y el buceo de observación (SEDUE/Gob. Q. Roo, 1987). Nuevamente quedó de lado la parte marina propiamente dicha, por la falta de información adecuada que permitiera su zonificación y reglamentación.

En Sian Ka'an existe un trabajo intenso en labores de investigación y conservacionistas que se remonta a los inicios de su propuesta. En la parte terrestre se desarrollaron la mayoría de los primeros estudios, a pesar que desde el principio se tuvo en cuenta que el principal recurso económico de la reserva, la langosta, se encontraba en la parte marina. Dentro del área marina no ha existido un estudio integral y sistemático de toda la zona arrecifal que permita describirla y proponer su reglamentación de actividades. Por lo tanto, la finalidad de este proyecto es describir la comunidad arrecifal, proporcionar una nueva zonificación de la parte marina señalando aquellas zonas que requieren de una protección especial y finalmente sugerir los elementos técnicos y normas que puedan ayudar a la administración ambiental. La parte relativa a la organización y propuesta de manejo se presenta en otro trabajo (Gutierrez, D. y J. Bezaury, en prensa). El presente documento trata exclusivamente la parte biológica.

Para cumplir con el fin de este trabajo se realizó una prospección detallada de toda la zona arrecifal comprendida dentro de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.

Este incluye:

- Una descripción de la **Zonación arrecifal** en Sian Ka'an, donde se especifica el tipo de ambientes presentes en la comunidad arrecifal.

- Una evaluación del **Desarrollo arrecifal**, que considera la morfología de la estructura geológica como indicador de la cantidad de carbonato de calcio depositado, así como la cobertura de tejido vivo, formas de crecimiento y diversidad de los corales escleractinios.

- La **Definición de 12 regiones** con base en su desarrollo arrecifal, detallando las principales características de la línea de costa, y de las zonas arrecifales en cada una. Se presenta un perfil topográfico con un modelo horizontal de desarrollo arrecifal y gráficas de diversidad de especies, así como mapas que ubican las líneas batimétricas, las estaciones de muestreo y la posición de las rompientes arrecifales.

- Un **Inventario de especies** de 4 Taxa de organismos asociados al arrecife: corales escleractinios y gorgonáceos, peces y algas. Se presenta una lista de abundancias por región, gráficas de diversidad y comentarios sobre su ecología.

- **Dos Mapas anexos** de la Reserva que muestran las 12 regiones en que se dividió el área de acuerdo a su desarrollo arrecifal, los límites señalados en el Decreto Presidencial, las áreas arrecifales protegidas por el mismo, la Zona Núcleo "Cayo Culebras"

---

## Metodología

La caracterización de los arrecifes coralinos que se presenta en este trabajo se llevó a cabo en varias etapas. Comenzando con la cartografía general, interpretación por vuelos de reconocimiento, muestreos y verificaciones de campo, recopilación de información económica y sociológica y campañas batimétricas.

Se utilizaron cinco cartas topográficas escala 1:50,000 (F16A88, E16A18, E16A28, E16A38 y E16A48), elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) para elaborar los mapas base generales de la costa, dichas cartas sirvieron de referencia para el vaciado de la información recabada posteriormente.

Mediante recorridos aéreos se ubicaron las rompientes y bajos arrecifales, analizando por una parte fotografías aéreas en blanco y negro tomadas por el INEGI en 1985 (escala 1: 37,000), y por la otra tomas de video realizadas por los participantes de este proyecto desde una avioneta. Se efectuaron tres vuelos, el rango de altitudes en ellos comprende entre los 150 y los 750 m. Los vuelos se efectuaron en febrero de 1991, agosto de 1991 y febrero de 1992. Todos los vuelos se efectuaron en avionetas de ala alta.

El trabajo de campo se inició en cada lugar con reconocimientos generales de los arrecifes, tomándose notas de las características más conspicuas de los mismos. Se registraron los diferentes grados de desarrollo de los arrecifes, áreas cubiertas por cada uno, presencia y amplitud de canales de arena paralelos a la costa, porcentaje de áreas con sedimento arenoso, presencia de macizos arrecifales y profundidades aproximadas a la que se encuentran los mismos.

Para ello, se realizaron recorridos en lancha perpendiculares a la costa remolcando a un buzo en un deslizador, de acuerdo al método propuesto por Done (1981), partiendo desde el punto más cercano a las rompientes hacia las partes profundas, alcanzando a hacerse observaciones de hasta 30 m de profundidad, que es la máxima visibilidad que normalmente se alcanza desde la superficie en días con poca turbidez. El buzo estaba atado a la lancha por una cuerda de 20 m de longitud.

Terminada la prospección, se realizaron las verificaciones sobre rompientes y bajos arrecifales para ajustar las observaciones hechas de las fotografías aéreas, y se procedió a realizar el muestreo a base de líneas de transectos. El número de líneas dependió de la homogeneidad en el desarrollo de los arrecifes, pero nunca excediendo una distancia de 3 km entre líneas. Los muestreos se efectuaron mediante buceo libre y autónomo, los transectos se realizaron de acuerdo al método descrito por Loya (1972) y modificado por Porter (1972), que consiste en muestrear los organismos a lo largo de una cadena con flotabilidad negativa de 20 m de longitud, con eslabones de 3.3 cm.

Los transectos se colocaron aleatoriamente en cada una de las zonas que se describen posteriormente. En la parte que corresponde a la denominada "Laguna Arrecifal", el trabajo se hizo principalmente en los bajos cercanos al "Arrecife Posterior". En el "Arrecife Frontal" los transectos se colocaron sobre algún macizo de coral, en caso de haberlos.

Los grupos taxonómicos considerados para el presente estudio fueron los corales escleractíneos y gorgonáceos, macroalgas y peces. Para las especies de escleractíneos y macroalgas, se midió el porcentaje de cobertura en función del número de eslabones que ocupó cada especie. En el caso de los escleractinios, se consideró únicamente el tejido vivo de cada colonia. Para gorgonáceos y peces se evaluó su abundancia en el área comprendida a un metro de cada lado del transecto. Además 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.

Se tomó fotografía y video submarinos de la mayoría de las especies así como panorámicas de las zonas más representativas, utilizando una cámara Nikonos V y cámara de video SONY modelo FD77-8 mm protegida con caja estanca marca Ikelite.

La determinación de las especies se realizó "in situ" con ayuda de claves y guías de campo. Para corales escleractíneos se usaron las claves y guías de Smith (1972), Greenberg y Greenberg (1977), Castañares y Soto (1982), Kaplan (1982) Zlatarski y Martínez (1982) y Colin (1988). Para corales gorgonáceos: Cairns (1977), Bayer (1961), Bayer, Grasshoff y Verseveldt (1983). Para macroalgas: Dawes (1986) y Littler, *et al.* (1989). Y para peces: Chaplin (1972), Greenberg y Greenberg (1977) Stokes (1984) y Humann (1989).

En total se realizaron 9 campañas de trabajo de campo entre noviembre de 1990 y julio de 1992. Se realizaron 184 transectos en las distintas zonas, 110 con buceo autónomo y 74 en buceo libre (Cuadro 1).

ZONA	NO. DE TRANSECTOS
Frontal Exterior	39
Frontal Interior	39
Transición al Barlovento	32
Rompiente Arrecifal	35
Arrecife Posterior	39

Cuadro 1. Número de transectos en cada zona arrecifal.

Además se efectuó una prospección batimétrica con ayuda de líneas loránicas, posicionador por satélite y ecosonda. La batimetría que se realizó en la parte norte de la Reserva se efectuó con un Loran SI-TEX XJ-2 y ecosonda SI-TEX LCS-200 a bordo de una lancha AMF tipo "Robalo", en la parte centro se obtuvo la información a bordo del barco "Fipesco 307" con una ecosonda Furuno Mark-II, en la parte sur se utilizó un posicionador por satélite (GPS) Trimble Transpak II y ecosonda portátil Humminbird LCR400 ID a bordo de una lancha de 27" IMEMSA. Los transectos batimétricos se efectuaron de manera sistemática y cubrieron en su totalidad la costa de la Reserva, se llevaron a cabo por líneas oblicuas a la costa con registro continuo de la hora, la posición y la profundidad.

## RESULTADOS

### I.- ZONACION

En la Península de Yucatán, la plataforma que sirve de base a las formaciones arrecifales es una losa calcárea de origen marino de formación reciente, procedente del Mioceno y el Pleistoceno (Robles Ramos, 1959, López Ramos, 1983). Logan (1969), estimó una acumulación entre 20 y 40 m de carbonato de calcio para la plataforma de Yucatán, en los arrecifes emergentes del norte como el Arrecife Alacranes (Milliman, 1973). En este estudio se ha considerado que la losa calcárea que forman los arrecifes de Quintana Roo (por lo menos en el centro del Estado), se deposita, rellena, compacta y litifica por sedimentos biogénicos.

El tipo de arrecife que se encontró en la Reserva de Sian Ka'an, se definió siguiendo los criterios geomorfológicos de Guilcher (1988) y se les consideró como arrecifes bordeantes con tres variaciones: a) con un canal bien definido entre la línea de costa y la cresta arrecifal, b) con un canal incipiente y c) sin canal.

El tipo de arrecife es definido por su morfología, sin embargo, la zonación dentro del arrecife está determinada por la distribución y formas de crecimiento

de los organismos arrecifales, que en gran parte dependen de las condiciones ambientales predominantes (Loya, 1972, Milliman, 1973). En los arrecifes de Sian Ka'an se observan de la línea de costa hacia mar abierto tres zonas estructurales:

- La Laguna Arrecifal, que se forma sobre el canal;
- La Cresta Arrecifal, que es la parte más somera del arrecife.
- El Arrecife Frontal, que es la parte más profunda y se forma hacia barlovento.

Dentro de estas zonas se reconocieron varias subzonas, se consideraron cinco para fines de muestreo. Esto se determinó según las características geológicas y biológicas observadas en las prospecciones, como: la profundidad, la topografía, la pendiente y la fauna más conspicua (principalmente las especies de escleractinios y sus formas de crecimiento). En la laguna arrecifal el muestreo comprendió exclusivamente el área de los "bajos" (conjunto de "cabezos" o crecimientos masivos de escleractinios) que colindan con el arrecife posterior y se le nombró como Posterior-laguna (Po). En la cresta arrecifal a la Rompiente Arrecifal (Ro) y la Transición hacia el Barlovento (TB). En el Arrecife Frontal se consideró al Frontal Interior (FI) y al Frontal Exterior (FE) (Figura 1, Cuadro 2).

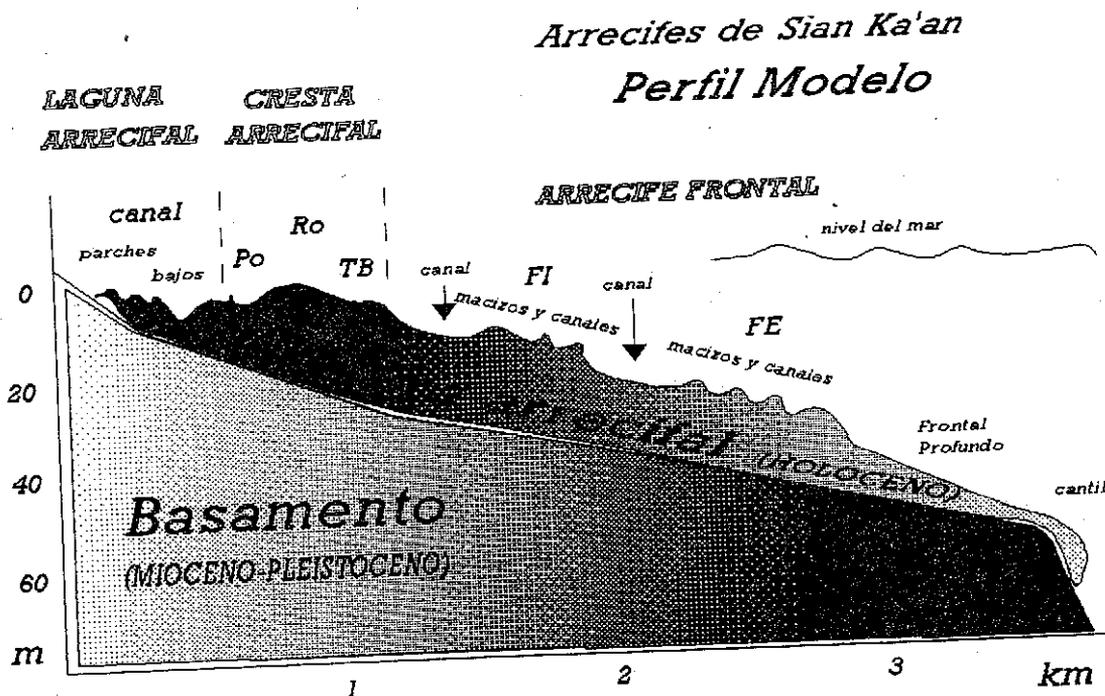


Figura 1. Perfil modelo de los arrecifes de la Reserva Sian Ka'an.

## Laguna Arrecifal

Se encuentra a lo largo de casi toda la línea de costa de la Reserva. Está situada sobre un canal que se forma entre la costa y la cresta arrecifal. Este canal presenta una profundidad máxima de 6-8 m y una longitud muy variable, pero nunca mayor a un 1 km. Sólo en las Bahías de la Ascensión y del Espíritu Santo tiene una extensión mayor que en el resto de la Reserva, pero la profundidad disminuye notablemente hacia el interior de las mismas.

Los pastos marinos constituyen la comunidad bentónica dominante, *Thalassia testudinum* es la especie más conspicua, mientras que *Syringodium filiforme* es la especie más abundante cerca de las playas. En esta zona es común encontrar grandes áreas cubiertas de pastos, que se alternan con otras de arena fina y media (blanquizales), o con "bajos" coralinos, e incluso con "cabezos" o crecimientos aislados de corales gorgonáceos. A esta área se le nombró subzona de "parches". En la Bahía de la Ascensión, existen grandes áreas que

mezclan pastos marinos y blanquizales con macroalgas, sobre todo hacia la cresta arrecifal. En la Bahía del Espíritu Santo son más comunes los "parches" de gorgonáceos.

Hacia la cresta arrecifal la ocurrencia de "parches de coral" ("bajos") es mayor y se le denomina subzona de "bajos". En algunos lugares dentro de la Reserva son muy abundantes como en Pedro Paila y Santa Rita al norte, Punta Estrella y Sta. Rosa al centro y X-kanab y Mosquitero en el sur.

En algunas áreas arrecifales de Sian Ka'an se encuentran puntas rocosas donde no está definido el canal y por lo tanto, la laguna arrecifal no se ha formado. Tal es el caso de Yuyum y Xohkeñ en el norte ó Piedra y Tupac en la parte central de la Reserva. En cambio, entre Punta Xamach y el Recodo hacia el norte, o bien, entre Tampalam y Pulticub en el sur, la costa es rocosa, el canal no está bien definido y la laguna arrecifal es incipiente.

ZONA ESTRUCTURAL	SUBZONA	PRINCIPALES CARACTERISTICAS
LAGUNA ARRECIFAL	Playa	Arena fina, macroalgas y pastos marinos.
	Parches	Pastos marinos, "cabezos" y gorgonáceos.
	Bajos	Conjunto de "cabezos", gorgonáceos y algas.
CRESTA ARRECIFAL	Arrecife Posterior (Po)	"Cabezos", algas, pedaceria y arena media
	Rompiente Arrecifal (Ro)	Hidrocócorales petreos, algas, "cabezos" y pedaceria gruesa.
	Transición Barlovento (TB)	Macizos y canales incipientes. Entre 2 y 12 m de profundidad.
ARRECIFE FRONTAL	Frontal Interior (FI)	Macizos y canales mas o menos desarrollados. Entre 7 y 27 m de profundidad.
	Frontal Exterior (FE)	Macizos y canales bien desarrollados. Entre 18 y 40 m de profundidad.
	Frontal Profundo	Algas, corales planos e incrustantes, antipatarios, gorgonáceos de profundidad. Entre 35 y 60 m de profundidad.
	Cantil	Pared, corales como discos, antipatarios y esponjas masivas. Entre 60 y ? m de profundidad.

Cuadro 2. Patrón de zonación arrecifal observado en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.

## Cresta Arrecifal

Se desarrolla a lo largo de toda la Reserva. En esta zona la losa calcárea presenta su menor profundidad e incluso algunas áreas son expuestas con la bajamar. Son áreas con gran energía del oleaje y mucha turbulencia.

El **arrecife posterior** es la subzona que presenta la menor energía del oleaje en el arrecife, tiene una profundidad promedio de 2 m, su extensión es muy variable pero nunca mayor de 500 m. Se encuentran "parches" de arena gruesa, pedacera de coral y comunmente "cabezos" ramificados de *Acropora palmata* y *Porites porites*, otros formados por láminas verticales de *Agaricia tenuifolia* y *Agaricia agaricites*, o bien masivos de *Montastrea annularis* y *Diploria clivosa*. Estos crecimientos pueden presentar tejido vivo o simplemente ser exoesqueletos en pie, algunas veces cubiertos por algas de varios tipos o por la esponja incrustante *Cliona langae*. El mejor desarrollo de la subzona se observó en los quebrados (conjunto de "bajos" arrecifales que forman pequeños bancos) como el Quebrado de Xohken y el Bajo de la Colonia frente a Punta Allen ó los Quebrados de Niccehabim y El Barco en la Bahía de la Ascensión, y de Punta Herrero hasta Tantaman, donde la cobertura de *Acropora palmata* es alta.

La **rompiente arrecifal** se caracteriza por una gran energía del oleaje, crecimientos abundantes de los hidrocorales pétreos *Millepora spp.* y en algunos lugares por la esponja incrustante *Ectyoplasia ferox* y *Cliona langae*. Su desarrollo es muy variable, existen algunos lugares donde la rompiente forma un pequeño banco, con algunos crecimientos que sobresalen con la bajamar, por ejemplo, el Bajo de la Colonia y el Quebrado de Xohken en el norte, los Quebrados de Bahía de la Ascensión, Punta Estrella y la parte norte de Bahía del Espíritu Santo al centro, y de X-kanab hasta Mosquitero al sur de la Reserva. En otros lugares no hay propiamente una rompiente arrecifal formada por la existencia de crecimientos coralinos, sino que hay un rompimiento de las olas en el lugar más somero, ubicado a 1.5 ó 2 m de profundidad, sitio que marca el cambio de pendientes entre barlovento y sotavento como sucede en San Juan y Boca Paila al norte o en Punta Pájaros y Sta. Rosa al centro ó hacia el norte de Punta Herrero en la parte meridional de la Reserva. Sobre la rompiente arrecifal, se pueden encontrar otros sitios sin rompientes, donde hay 4 m ó más de profundidad ("bocanas"), y las olas rompen ocasionalmente, marcándose con vientos intensos, como es el caso del extremo norte de Sian Ka'an y numerosas "bocanas" en el centro y sur de la Reserva.

La **transición hacia el barlovento** es una subzona con mucha turbulencia, su extensión puede ser mayor a 500

m. La pendiente se acentúa hacia mar adentro. Existen lugares donde termina entre 5 y 6 m de profundidad, con abundante pedacera de coral, algunos crecimientos de *Millepora spp.* y densos "parches" de gorgonáceos, como en Sta. Rita al norte, San Román al centro y Tampalam en el sur. Hay otros sitios donde alcanza hasta 10 ó 12 m de profundidad y puede presentar macizos y canales incipientes, destacando algunos crecimientos masivos y dispersos de *Acropora palmata*, *Agaricia tenuifolia* y *Montastrea annularis* y numerosos "parches" de gorgonáceos como en Boca Paila al norte ó X-kanab al sur de Sian Ka'an.

## Arrecife Frontal

Esta zona es continua a lo largo de toda el área arrecifal de Sian Ka'an. Se encuentra en diferentes grados de desarrollo, al parecer están asociados a varios factores ambientales, como una pendiente pronunciada y una baja intensidad de sedimentación. La característica más importante es la presencia de dos a tres franjas paralelas a la línea de costa de acumulaciones de esqueletos de escleractinios llamadas "macizos". Estos macizos forman elevaciones de la losa calcárea, dejando espacios entre ellos, donde se depositan sedimentos, a los que se conoce como "canales". A estas estructuras se les denomina "Sistema de macizos y canales" (Goreau y Goreau, 1973).

Los macizos crecen hacia la superficie y se alargan hacia barlovento. Su extensión y altura varía según diversos factores. En la Reserva se observaron macizos de más de 60 metros de longitud y hasta 12 m de altura. En algunas regiones de la Reserva, las franjas de macizos y canales están separados por acumulaciones de sedimento fino que forman canales de arena paralelos a la línea de costa.

El **arrecife frontal interior** presenta pendientes entre los 15 y 20 grados y se desarrolla entre los 7 y 27 m de profundidad. En esta subzona destacan los crecimientos masivos de *Acropora palmata* y *Agaricia tenuifolia*, generalmente creciendo sobre grandes "cabezos" de *Montastrea annularis*. Para toda la Reserva es el área con mayor diversidad de corales hermatípicos. Los macizos pueden presentar hasta 30 m de largo, 15 de ancho y una altura no mayor a 8 m, como se encuentra principalmente en la parte norte de la Reserva. En otros lugares del centro y sur, los macizos son más angostos y no muy altos, en estos sitios la pendiente es suave y los gorgonáceos son más conspicuos que los escleractinios.

En el **arrecife frontal exterior** se encuentran los macizos de mayores dimensiones. La diversidad de corales escleractinios disminuye, pero la cobertura de tejido vivo es mayor que en otras subzonas. Las especies

dominantes son *Montastrea annularis* y *Agaricia agaricites*, que representan más del 50 % de la cobertura total de escleractinios. En esta subzona se encontraron pendientes de 30 grados o mayores, la profundidad varía de 18 a 45 m, máxima profundidad a la que se trabajó en Sian Ka'an.

Tanto los registros batimétricos como las inmersiones en otros lugares aledaños a la Reserva, indican que el arrecife frontal se desarrolla a mayor profundidad, llegando casi hasta el cantil de la plataforma. A estos lugares se les nombró como "arrecife frontal profundo" donde la pendiente es mayor a 45 y aumenta con la profundidad, y "cantil" donde se llega al borde de la plataforma entre 50 y 60 m de profundidad y los organismos crecen sobre una pared vertical. En estos sitios las especies dominantes de escleractinios pertenecen al género *Agaricia* que forman crecimientos incrustantes y aplanados en forma de discos, también se encuentran varias especies de Antipatarios (corales negros), gorgonáceos de profundidad, esponjas masivas y una gran cobertura de algas como *Lobophora variegata*.

## II.- REGIONES

Casi a todo lo largo de los aproximadamente 110 km lineales de arrecifes que comprenden la Reserva de Sian Ka'an, fue posible encontrar estructuras arrecifales del tipo macizos y canales en el arrecife frontal en distintos grados de desarrollo.

Estas variaciones fueron utilizadas para definir 12 regiones de norte a sur. Dentro de cada una, las comunidades coralinas son más o menos uniformes en sus características topográficas y biológicas, particularmente en el arrecife frontal. Otro criterio usado para la regionalización fueron las características de la cresta arrecifal.

Los valores estimados de cobertura, densidad e índices de diversidad para cada grupo pueden consultarse más adelante en el capítulo de comunidad bentónica arrecifal.

Inicialmente, por cuestiones logísticas, se dividió la Reserva en tres partes: Norte, Centro y Sur. De las 12 regiones finales, les corresponden 5, 4 y 3 Regiones respectivamente (Cuadro 3, Mapas 1a y 1b, Págs. 46-47).

REGION	LATITUD NORTE DE LA REGION	PUNTOS DE REFERENCIA
Región I	(20°08'N)	Laguna Caapechen, Pedro Paila y Boca Paila
Región II	(20°00'N)	Punta Yuyum, San Miguel y El Retiro
Región III	(19°56'N)	Pta. Zamach, Recodo, Casa Blanca y San Juan
Región IV	(19°52'N)	Sta. Rita, Chenchomac y Los Canadienses
Región V	(19°50'N)	Pta. Pelicanos, Pta. Xohken, Col. Rojo Gómez y Pta. Allen
Región VI	(19°46'N)	Sur Pta. Allen, B. Ascención Niccehabim y El Barco
Región VII	(19°40'N)	Hualastoc, Pta. Pajaros y Pta. Tambo
Región VIII	(19°34'N)	Pta. Arena, Pta. Piedra, Pta. Estrella y Pta. Loria
Región IX	(19°31'N)	Sta. Rosa, San Román, Pta. Tupac y Rompiente Mayor
Región X	(19°22'N)	Rompiente Menor, Pta. Herrero, Pta. X-kanab
Región XI	(19°16'N)	Norte de Pta. Mosquitero, Pta. Mosquitero y Pta. Tantamán
Región XII	(19°13'N)	San Lorenzo, Pta. Rompeolas y Pta. Tampalam
	(19°09'N)	Límite Sur del Estudio

Cuadro 3. Regiones en las que se dividió el arrecife de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.

## NORTE

Comprende la parte septentrional, desde el Rancho San Eric, hasta el lugar donde está asentada la Colonia Javier Rojo Gómez, conocido como Punta Allen, en el extremo sur de esta pequeña península. Se incluyen los bancos arrecifales Quebrado de Xohken y Quebrado de la Colonia. La laguna arrecifal es angosta y presenta numerosos "bajos" hacia el norte, es amplia y somera al sur, dando lugar a la Bahía de la Ascensión y está ausente en algunas puntas. El desarrollo de la cresta arrecifal es muy variable, comprende bancos arrecifales, puntas y playas rocosas. El arrecife frontal presenta áreas bien desarrolladas en casi toda su extensión, a excepción de la Región III. La Fig. 2 presenta los perfiles arrecifales.

### Región I

Comprende desde San Eric, límite N de la Reserva (20° 08' N) hasta Boca Paila (20°00' N). La línea de costa consiste básicamente en playas de pendiente suave, con algunas Puntas arenosas e incluye la salida al mar de la laguna de Boca Paila. La laguna arrecifal se forma sobre un canal bien definido, la cresta arrecifal presenta una transición barlovento bien desarrollada, mientras que la rompiente arrecifal no forma una barrera y se confunde con los "bajos" del arrecife posterior. El arrecife frontal presenta un sistema de macizos y canales dividido en dos franjas por un amplio canal de arena paralelo a la costa que se reduce hacia el sur.

La laguna arrecifal cercana al arrecife posterior, en ocasiones presenta numerosos "bajos" rodeados de pastos marinos no muy altos, donde la profundidad varía entre 2 y 4 m. La cobertura de tejido coralino y la riqueza de especies que se estimaron son altas. Se registró una gran variedad de gorgonáceos y de peces.

La cresta arrecifal presenta una alta cobertura de escleractinios, siendo similar en la transición barlovento a la del arrecife frontal. Su extensión varía entre 400 y 700 m de longitud y va de 2 a 3 m de profundidad en el arrecife posterior y la rompiente hasta 12 y 15 m en la transición al barlovento, la cual termina en un primer sistema de macizos y canales. En esta región es particularmente visible la losa calcárea que comienza en la playa y termina en una terraza donde se asienta el primer canal de arena paralelo a la costa.

En esa enorme losa, queda comprendida la transición al barlovento, en varios lugares da la impresión que los macizos coralinos están formados más bien por un proceso erosional de esa losa, que por un proceso de acreción arrecifal propiamente dicho. En todo caso, no es posible definir ahora si esas estructuras pertenecen a formaciones geológicas anteriores, hasta que no se lleven a cabo los estudios que así lo determinen. La densidad de gorgonáceos es muy alta en la transición barlovento de algunos sitios, como frente a Pedro Paila y en la estación que se nombró Tulum III. La cobertura y riqueza específica de las macroalgas disminuye considerablemente hacia la transición al barlovento.

	ESCLERACTINIOS	GORGONACEOS	MACROALGAS	PECES
A. POSTERIOR	<i>D. divosa</i> <i>A. tenuifolia</i> <i>P. astreoides</i>	<i>C. flabellum</i> <i>Plexaura spp.</i> <i>P. porosa</i>	<i>Dictyota spp.</i> <i>H. tuna</i> <i>Amphiroa sp.</i>	<i>A. coerules</i> <i>S. viridae</i> <i>H. sciurus</i>
ROMPIENTE A.	<i>D. divosa</i> <i>A. tenuifolia</i> <i>M. annularis</i>	<i>E. laxispica</i> <i>G. flabellum</i> <i>P. homomalla</i>	<i>Amphiroa sp.</i> <i>H. tuna</i> <i>Dictyota spp.</i>	<i>A. saxatilis</i>
TRANSICION BARLOVENTO	<i>D. divosa</i> <i>A. tenuifolia</i> <i>Montastrea spp.</i>	<i>P. americana</i> <i>P. porosa</i> <i>E. laxispica</i>	<i>H. tuna</i> <i>Amphiroa sp.</i>	<i>T. bifasciatum</i> <i>H. bivittatus</i>
FRONTAL INTERIOR	<i>M. annularis</i> <i>M. cavernosa</i> <i>A. agaricites</i>	<i>P. porosa</i> <i>P. americana</i> <i>P. flexuosa</i>	<i>H. goreaui</i> <i>Dictyota spp.</i>	<i>T. bifasciatum</i> <i>Ch. cyanea</i> <i>C. fulvus</i>
FRONTAL EXTERIOR	<i>M. annularis</i> <i>M. cavernosa</i> <i>A. agaricites</i>	<i>P. porosa</i> <i>P. americana</i> <i>B. asbestinum</i>	<i>Dictyota spp.</i> <i>L. variegata</i>	<i>Ch. cyanea</i> <i>O. chrysurus</i>

Cuadro 4. Región I. Especies dominantes en cada zona arrecifal.

Tal vez en esta región, como en ninguna otra, se pueden apreciar los canales de arena paralelos a la costa, mismos que se ubican con constancia a ciertas profundidades. El primer canal ocupa de los 15 a los 20 m de profundidad. El segundo, entre los 25 y 30 m respectivamente.

El arrecife frontal muestra una gran variabilidad en la dimensión y altura de los macizos de coral. En algunas áreas las franjas de macizos y canales presentan desniveles de hasta 7 m, los canales de arena son muy angostos y la cobertura de escleractinios es alta como en la estación Tulum III y al sur de Boca Paila. En otras estaciones los desniveles son menores a 5 m, los canales de arena son anchos y la cobertura en los macizos es dominada por gorgonáceos como en las estaciones Tulum IV y frente a Pedro Paila. El Cuadro 4 muestra las especies dominantes en cada subzona.

## Región II

Esta región comprende de Punta Yuyum (20°00' N) a Punta Xamach (19°56' N). La línea de costa presenta hacia los extremos puntas rocosas y hacia el centro se forma una pequeña bahía con playas angostas y puntas arenosas. Entre la laguna arrecifal y el arrecife posterior se encuentran "bajos" aislados. La rompiente es incipiente siendo más evidente hacia las puntas dentro de la bahía. El arrecife frontal está desarrollado ampliamente sobre todo hacia las puntas.

En los "bajos" dominan los gorgonáceos que forman pequeños "parches" entre el sustrato formado por restos de escleractinios. En la zona de rompiente el sustrato es irregular y poroso, con muchos desniveles pequeños. La

cobertura de algas es alta y se registró la presencia del zoántido *Palythoa caribaeorum*.

En esta región el arrecife frontal presenta el mejor desarrollo de toda la parte norte. Los macizos son los más extensos, anchos y altos que se han observado. Sus dimensiones llegan a más de 50 m de longitud, 20 a 30 m de ancho y elevaciones de más de 10 m, donde la cobertura y variedad de escleractinios son altas. La mayoría de los canales de arena son muy angostos, algunos de sólo 1 m.

En la transición de la cresta arrecifal hacia el arrecife Frontal, se encuentra un pequeño sistema de macizos y canales bien formado en el extremo sur de la región, que va de 1 m de profundidad cerca de la rompiente hasta los 15 m donde colinda con el arrecife frontal interior. La pendiente es suave, hay una alta densidad de gorgonáceos y elevada cobertura de tejido vivo de escleractinios.

El arrecife frontal interior consiste en un sistema de macizos amplios y canales estrechos, separado de la cresta arrecifal por un canal de arena paralelo a la línea de costa, el cual al centro de la región es muy amplio y hacia los extremos es angosto e irregular. La base de los macizos se encuentra a 21 m de profundidad y la cima se eleva hasta 12 m en la parte central del sistema, aunque se puede alcanzar mayor profundidad por la inclinación de la pendiente hacia el cantil.

Una franja de arena más ancha, separa otro sistema de macizos y canales que corresponden al arrecife frontal exterior. La base de los canales está a 30 m y los macizos se elevan hasta los 18 m de profundidad. La pendiente cambia abruptamente a los 33 m de profundidad, llegando

	ESCLERACTINIOS	GORGONACEOS	MACROALGAS	PECES
A. POSTERIOR	<i>D. divosa</i> <i>M. annularis</i> <i>A. palmata</i>	<i>P. homomalla</i> <i>B. asbestinum</i> <i>C. flabellum</i>	<i>Dictyota spp.</i> <i>H. goreaui</i> <i>H. incrassata</i>	
ROMPIENTE A.	<i>D. divosa</i> <i>P. astreoides</i> <i>S. siderea</i>	<i>G. flabellum</i>	<i>Dictyota spp.</i> <i>H. opuntia</i> <i>H. tuna</i>	<i>A. caeruleus</i>
TRAN BARLOVENTO	<i>D. divosa</i> <i>A. agaricites</i> <i>M. cavernosa</i>	<i>P. americana</i> <i>P. acerosa</i> <i>M. muricata</i>	<i>H. tuna</i> <i>D. vermicularis</i> <i>L. variegata</i>	<i>T. bifasciatum</i>
FRONTAL INTERIOR	<i>M. annularis</i> <i>A. agaricites</i> <i>C. natans</i>	<i>P. americana</i> <i>C. flabellum</i> <i>P. flexuosa</i>	<i>L. variegata</i> <i>Dictyota spp.</i>	
FRONTAL EXTERIOR	<i>M. annularis</i> <i>A. agaricites</i> <i>Micetophyllia spp.</i>	<i>Gorgonia spp.</i> <i>P. flexuosa</i> <i>E. calyculata</i>	<i>L. variegata</i> <i>Dictyota spp.</i>	<i>Ch. cyanea</i> <i>G. loreto</i>

Cuadro 5. Región II. Especies dominantes en cada zona arrecifal.

a tener una inclinación cercana a los 45°. La cobertura de tejido vivo de los escleractinios es superior al 50 %, es notoria la presencia de especies del género *Mycetophyllia*. El Cuadro 5 muestra las especies dominantes en cada zona.

### Región III

Esta región se encuentra entre Punta Xamach (19°56' N) y Punta Sta Rita (19°52' N). La línea de costa es principalmente rocosa desde Xamach hasta Punta el Recodo (19° 53' N), después hay 2 km de playas arenosas. La laguna arrecifal sólo está típicamente formada frente a las playas, ya que en la costa rocosa sólo se encuentran pequeños "parches" de pastos marinos. La cresta arrecifal es amplia llegando a alcanzar longitudes de hasta 1.5 km. El arrecife Frontal es dominado por gorgonáceos. La laguna arrecifal se desarrolla sólo hacia el sur, en ella se encuentran algunos "bajos" rodeados de pastos marinos, algas y una delgada capa de arena. La profundidad es de 2 a 5 m, en general se observan cabezos aislados de escleractinios y abundantes crecimientos de gorgonáceos. Hacia el norte, la laguna se forma irregularmente sobre un canal incipiente, que presenta pequeños "parches" de pastos marinos muy cerca de la playa y pedacera gruesa.

La cresta arrecifal es muy amplia frente a la costa rocosa, se encuentran numerosos crecimientos incrustantes y pequeños "cabezos". En algunos lugares como El Recodo y San Juan se forma una barrera angosta de 2 a 3 m de altura. En estos sitios, la cobertura de escleractinios es alta y algunos gorgonáceos que se

encuentran detrás de la barrera crecen más de 1 m. En otros lugares, la rompiente es profunda y abunda la pedacera gruesa y los crecimientos de *Millepora sp.* La transición hacia el barlovento presenta sustrato con pedacera gruesa, donde la cobertura de escleractinios es baja y se encuentran pocos gorgonáceos.

El arrecife frontal de esta región presenta pendientes suaves y está dominado por gorgonáceos. Hay macizos muy largos, poco elevados de la base arenosa y los canales son abundantes y angostos, lo que provoca una formación de muchos manchones delgados no bien definidos que hacen un continuo hasta la rompiente. Estas características de macizos bajos y abundancia de canales de arena parecen ser el resultado de una pendiente poco pronunciada donde se acumula una mayor cantidad de sedimento sobre la estructura, por lo que la cobertura de tejido vivo de escleractinios es baja y por tanto las condiciones son favorables para que otros organismos que sobresalen del sustrato sean los dominantes, tal es el caso de los gorgonáceos.

El arrecife frontal interior se encuentra a una distancia de 800 a 900 m de distancia de la playa, los macizos son bajos pero un poco más anchos que los del frontal exterior y tienden a definirse mejor a medida que se acercan a la rompiente. En las partes someras se encuentran varios crecimientos masivos de *Agaricia tenuifolia*. La variedad de gorgonáceos es alta. El arrecife frontal exterior es muy parecido y se encuentra a 1.5 km de la costa a una profundidad de 24 m. El Cuadro 6 muestra las especies dominantes en cada subzona.

	ESCLERACTINIOS	GORGONACEOS	MACROALGAS	PECES
A. POSTERIOR	<i>M. annularis</i> <i>A. palmata</i> <i>A. agaricites</i>	<i>G. flabellum</i> <i>P. americana</i> <i>B. asbestinum</i>	<i>Dictyota spp.</i> <i>H. tuna</i>	<i>T. bifasciatum</i>
ROMPIENTE A.	<i>P. astreoides</i> <i>A. palmata</i> <i>A. tenuifolia</i>	<i>P. flexuosa</i> <i>P. homomalla</i> <i>G. flabellum</i>	<i>A. asarifolia</i> <i>Dictyota spp.</i> <i>H. opuntia</i>	<i>A. coeruleus</i> <i>T. bifasciatum</i>
TRAN BARLOVENTO	<i>D. divosa</i> <i>S. siderea</i> <i>P. porites</i>	<i>G. flabellum</i> <i>P. americana</i> <i>P. porosa</i>	<i>S. histrix</i> <i>H. tuna</i> <i>Sargassum spp.</i>	
FRONTAL INTERIOR	<i>A. agaricites</i> <i>M. cavernosa</i> <i>D. stokesii</i>	<i>P. americana</i> <i>E. laxispica</i> <i>P. flexuosa</i>	<i>S. histrix</i> <i>H. tuna</i> <i>H. incrassata</i>	<i>Ch. cyanea</i> <i>T. bifasciatum</i>
FRONTAL EXTERIOR	<i>A. agaricites</i> <i>Montastrea spp.</i> <i>P. porites</i>	<i>P. americana</i> <i>B. asbestinum</i> <i>P. flexuosa</i>	<i>L. variegata</i> <i>Dictyota spp.</i> <i>H. discoidea</i>	<i>Ch. cyanea</i>

Cuadro 6. Región III. Especies dominantes en cada zona arrecifal.

## Región IV

Esta región es poco extensa, va de Punta Sta Rita (19°52' N) hasta Punta Pelicanos, también llamada Xohken (19°50' N). La línea de costa está formada por playas estrechas. La laguna arrecifal presenta pastos de poca altura sobre todo hacia el sur y algunos "bajos" en los extremos de la región. La cresta se desarrolla cerca de la playa, la rompiente no forma una barrera y se alterna con "bocanas". El arrecife frontal está bien estructurado, pero el desarrollo de los macizos es muy variable.

La laguna arrecifal se extiende no más de 400 m de la playa y tiene de 1 a 2 m de profundidad, como en Sta Rita. Hacia el sur en Xohken no hay un canal definido y desaparece. Los pastos marinos *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme* crecen mezclados y/o en "parches", se desarrollan y crecen poco entre pedacera de coral, en estos lugares destaca la presencia de los escleractinios *Siderastrea radians* y *Manicina areolata*. Hacia las Puntas se encuentran "bajos" aislados y la profundidad es mayor (3 m).

La cresta arrecifal se desarrolla muy cerca de la línea de costa aproximadamente desde 100 hasta 700 m de la playa. El arrecife posterior casi no existe o bien está cubierto por pastos y arena, sirve de base para la formación de los "bajos". La rompiente forma una barrera discontinua y no muy bien estructurada, se alterna con sitios más profundos que presentan pedacera de coral y crecimientos del hidrocoral pétreo *Millepora complanata*. La transición hacia el arrecife frontal se

caracteriza por la presencia de crecimientos masivos y dispersos de *Agaricia tenuifolia* y *Acropora palmata* sobre un sistema incipiente de macizos y canales.

El arrecife frontal frente a Chenchomac se encuentra bien desarrollado. Los macizos tienen una altura aproximada de 7 m y los canales son estrechos, a los 27 m de profundidad la pendiente es pronunciada. El frontal interior se puede encontrar desarrollado a partir de los 12 m de profundidad y a 400 m de la playa como frente a los "Canadienses", donde se distinguen algunos crecimientos masivos. El frontal exterior se puede encontrar desde los 20 m hasta más allá de los 40 m de profundidad, a 1.3 km de la playa.

En los extremos de esta región, el arrecife frontal presenta menor grado de desarrollo. Hacia Punta Xohken los macizos y canales forman "parches" separados por blanquizales, se distinguen 3 sistemas del macizos y canales, el más profundo corresponde al frontal exterior donde a 1 km de la playa tiene una profundidad de 20 m, el segundo forma al frontal interior y se encuentra a 600 m de la playa donde la profundidad máxima es 12 m. El último colinda con la cresta arrecifal a 300 m de la costa, a una profundidad de 5 m. Frente a Punta Sta. Rita, el arrecife frontal se desarrolla de manera continua a partir de 1 km de la playa, los macizos no son mayores a 1 m de altura y son angostos, donde sobresalen algunos restos masivos de *Acropora palmata*; hay numerosos canales estrechos separando a los macizos y abundante pedacera gruesa. El Cuadro 7 muestra las especies dominantes en cada subzona.

	ESCLERACTINIOS	GORGONACEOS	MACROALGAS	PECES ARRECIFALE
A. POSTERIOR	<i>P. astreoides</i> <i>D. clivosa</i> <i>A. palmata</i>	<i>C. flabellum</i> <i>E. tourneforti</i> <i>E. laxispica</i>	<i>H. incrassata</i> <i>Laurencia spp.</i> <i>Dictyota spp.</i>	<i>T. bifasciatum</i> <i>A. saxatilis</i> <i>S. dorsopunicans</i>
ROMPIENTE A.	<i>A. palmata</i> <i>D. clivosa</i> <i>P. astreoides</i>	<i>C. flabellum</i> <i>E. caribaeorum</i> <i>P. flexuosa</i>	<i>Galaxaura spp.</i> <i>H. opuntia</i>	<i>T. bifasciatum</i>
TRAN BARLOVENTO	<i>S. siderea</i> <i>D. clivosa</i> <i>A. tenuifolia</i>	<i>P. americana</i> <i>C. flabellum</i> <i>P. porosa</i>	<i>H. tuna</i> <i>Laurencia spp.</i> <i>H. duchassaingii</i>	<i>T. bifasciatum</i>
FRONTAL INTERIOR	<i>Montastrea spp.</i> <i>P. porites</i> <i>A. palmata</i>	<i>P. americana</i> <i>C. flabellum</i> <i>P. porosa</i>	<i>H. tuna</i> <i>H. duchassaingii</i> <i>Dictyota spp.</i>	<i>T. bifasciatum</i> <i>A. coeruleus</i>
FRONTAL EXTERIOR	<i>M. annularis</i> <i>A. agaricites</i> <i>S. siderea</i>	<i>P. americana</i> <i>B. asbestinum</i> <i>C. flabellum</i>	<i>H. goreau</i> <i>H. tuna</i> <i>S. histrix</i>	<i>T. bifasciatum</i> <i>Ch. cyanea</i>

Cuadro 7. Región IV. Especies dominantes en cada zona arrecifal.

## Región V

Esta región comprende de Punta Pelicanos (19°50' N) a Punta Allen (19°46' N). El litoral presenta playas estrechas con algunos crecimientos de manglar. En la parte central se encuentra la colonia de pescadores Rojo Gómez. El canal donde se forma la laguna arrecifal es extenso y presenta grandes "parches" de *Thalassia testudinum*. La cresta arrecifal forma dos grandes bancos llamados Quebrado de Xohken y Bajo de la Colonia. El arrecife Frontal es continuo y se encuentra bien estructurado.

En el Quebrado de Xohken la laguna arrecifal es somera, los pastos marinos no crecen muy alto, se encuentran algunos "parches" pequeños de escleractinios y gorgonáceos, y presenta blanquiales muy amplios antes de llegar al arrecife posterior. Al extremo sur de esta estructura la rompiente da un giro al sureste, de ahí su nombre de "quebrado", donde se encuentran algunos "bajos" con alta densidad de gorgonáceos y crecimientos masivos de escleractinios. El arrecife posterior es poco profundo y se encuentran diseminados crecimientos masivos y planos de escleractinios y algunos "parches" con una densidad baja de gorgonáceos. Hacia la rompiente arrecifal aumenta la frecuencia y tamaño de los "cabezos" hasta formar una pequeña barrera donde destacan crecimientos masivos, muchos de ellos ya muertos. En la transición hacia el barlovento la superficie de la losa calcárea está bien compactada y cementada, dando un aspecto poco escarpado al sustrato, cuya cobertura es dominada por *Millepora complanata*. A

medida que aumenta la profundidad, el sistema de macizos y canales se hace más conspicuo y aumenta la cobertura y densidad de corales.

En el Bajo de la Colonia, la laguna es extensa, dando lugar a la Bahía de la Ascensión, se extiende hasta 1 km de la costa, donde colinda con la cresta arrecifal. Es notable la gran densidad del gorgonáceo *Briareum asbestinum* y del pomacéntrido *Stegastes leucostictus*. En el arrecife posterior la densidad y tamaño de los cabezos de coral es mayor que en el otro banco. La rompiente arrecifal es también un poco más ancha y la transición hacia el barlovento es más abrupta y escarpada.

El arrecife frontal en esta región es continuo y bien estructurado sobre todo en el centro y norte del Quebrado de Xohken donde se pueden encontrar macizos hasta de 9 m de altura, a los 27 m de profundidad. Hacia el centro los macizos están separados por canales de arena más anchos y sobre el Bajo de la Colonia los macizos son anchos pero no tan altos.

Como es característico en algunas áreas de las regiones del norte de Sian Ka'an, la cresta arrecifal termina en un sistema incipiente de macizos y canales, dominado por gorgonáceos, algas y pedacería de coral, hasta una profundidad de 6 o 7 m. Después continúa un canal de arena paralelo a la costa, bastante irregular en anchura. El arrecife frontal interior comienza entre los 8 y 10 m de profundidad, en algunas partes consiste de macizos de no más de 20 o 30 m de largo, pero de 5 o 6 m de alto, puede haber grandes blanquiales como al sur del Quebrado de

	ESCLERACTINIOS	GORGONACEOS	MACROALGAS	PECES ARRECIFALE
A. POSTERIOR	<i>M. annularis</i> <i>S. siderea</i> <i>D. divosa</i>	<i>B. asbestinum</i> <i>G. flabellum</i> <i>E. caribaeorum</i>	<i>H. opuntia</i> <i>Dictyota spp.</i> <i>H. incrassata</i>	<i>T. bifasciatum</i> <i>S. leucostictus</i>
ROMPIENTE A.	<i>S. siderea</i> <i>P. porites</i> <i>D. divosa</i>	<i>E. caribaeorum</i> <i>B. asbestinum</i>	<i>H. opuntia</i> <i>H. incrassata</i> <i>Dictyota spp.</i>	<i>S. leucostictus</i> <i>T. bifasciatum</i> <i>H. flavolineatum</i>
TRAN BARLOVENTO	<i>D. divosa</i> <i>A. palmata</i> <i>S. siderea</i>	<i>P. americana</i> <i>G. flabellum</i> <i>P. flexuosa</i>	<i>H. opuntia</i> <i>L. variegata</i> <i>Galaxaura spp.</i>	<i>T. bifasciatum</i> <i>Acanthurus spp.</i>
FRONTAL INTERIOR	<i>M. annularis</i> <i>S. siderea</i> <i>M. cavernosa</i>	<i>P. americana</i> <i>P. porosa</i> <i>G. flabellum</i>	<i>H. opuntia</i> <i>H. discoidea</i> <i>Galaxaura spp.</i>	<i>T. bifasciatum</i> <i>M. chrysurus</i>
FRONTAL EXTERIOR	<i>Montastrea spp.</i> <i>A. agaricites</i> <i>A. cervicornis</i>	<i>P. americana</i> <i>P. porosa</i> <i>G. flabellum</i>	<i>H. goreauii</i> <i>H. opuntia</i> <i>Galaxaura spp.</i>	<i>T. bifasciatum</i> <i>Ch. cyanea</i>

Cuadro 8. Región V. Especies dominantes en cada zona arrecifal.

Xohken, que separan a las dos "bancos". En el Bajo de la Colonia esta zona presenta canales de arena angostos, que le dan una apariencia porosa a la losa calcárea. Los macizos presentan una elevación de 4 a 6 m. Con un gran número de colonias de corales del género *Mycetophyllia*. En el frontal exterior la cobertura de escleractinios es

mayor y los macizos son más anchos y largos, aunque también los canales de arena que los separan son más grandes. En toda la zona conforme aumenta la profundidad los macizos son más altos, situación que prevalece más allá de los 30 m. El Cuadro 8 muestra las especies dominantes en cada subzona.

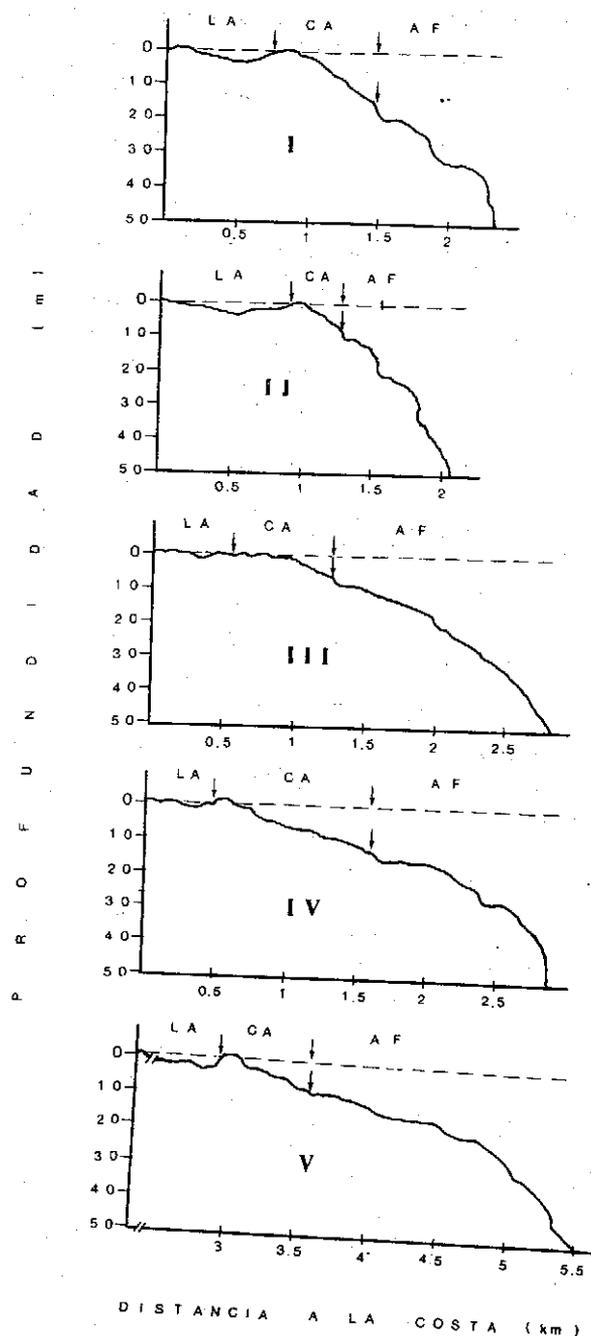


Figura 2. Perfiles arrecifales de las Regiones I a V. Norte.

## CENTRO

La Laguna Arrecifal es amplia en los extremos, ya que comprende a las Bahías y poco desarrollada en el centro donde presenta algunos "bajos". La cresta arrecifal presenta los bancos de Niccehabim y El Barco frente a Bahía de la Ascensión, pequeñas rompientes en el centro, particularmente frente a las puntas y una gran rompiente hacia el sur, frente a la Bahía del Espíritu Santo, llamada en este trabajo "Rompiente Mayor".

El arrecife frontal presenta lugares bien desarrollados sólo en el frontal exterior (profundidades mayores a 20 m). En el frontal interior los macizos coralinos tienen poca altura y son muy anchos, presentan baja cobertura coralina o están ausentes. En algunos sitios se forman terrazas de sustrato suave, quizá representan áreas con fuerte movimiento de sedimentos, éstos fueron encontrados principalmente hacia la Bahía del Espíritu Santo. La Fig. 3 muestra los perfiles arrecifales.

### Región VI

Esta región comprende la Bahía de la Ascensión, desde el sur de Punta Allen (19°46' N) hasta los llamados "Quebrados de Oggi" (19°40' N). La línea de costa está formada por una extensa área de manglares, cayos y playas angostas de arena media, destacando los Cayos de Valencia, Centro y Culebras en medio de la Bahía. La laguna arrecifal es muy extensa y presenta grandes áreas de *Thalassia testudinum* que se mezclan con enormes extensiones de arena y roca, la zona es ampliamente

utilizada para la pesca de langosta. La cresta arrecifal forma tres bancos arrecifales llamados Quebrado Niccehabim, Quebrado del Barco y Quebrados de Oggi. El arrecife frontal está bien estructurado sobre todo en la parte más profunda, el desarrollo de los macizos y canales es notorio frente a los quebrados.

Hay un canal profundo y ancho perpendicular a la costa, se forma en la boca de la Bahía de la Ascensión. Este es probablemente el sitio con mayor movimiento hidrológico, ya sea por mareas, vientos o a causa de las corrientes dominantes.

La Bahía de la Ascensión es una extensa laguna arrecifal, que presenta un gran mosaico de pastos marinos y arena hacia mar abierto y es muy somera y con mucho sedimento hacia el fondo. Se comunica con numerosas lagunas y canales que forman parte de una zona de humedales muy extensa. Cerca del arrecife posterior los pastos marinos son pequeños, hay arena gruesa y las especies dominantes de escleractinios forman cabezos masivos. En Niccehabim destaca la presencia de coral *Dendrogyra cylindrus*.

La cresta arrecifal se desarrolla a una distancia de entre 1 y 2 km de Cayo Culebras, presenta pequeñas barreras que forman rompientes en los 3 quebrados, donde se encuentran crecimientos masivos de *Acropora palmata* y *Porites porites*, también se encontró en estas barreras *Colpophyllia natans*, de manera abundante. La transición hacia barlovento presenta pequeños crecimientos incrustantes de esponjas y corales duros.

	ESCLERACTINIOS	GORGONACEOS	MACROALGAS	PECES ARRECIFALE
A. POSTERIOR	<i>D. cylindricus</i> <i>M. annularis</i> <i>A. cervicornis</i>	<i>B. asbestinum</i> <i>Plexaura</i> spp. <i>P. porosa</i>	<i>T. turbinata</i> <i>Dictyota</i> spp. <i>H. tuna</i>	<i>T. bifasciatum</i> <i>H. bivittatus</i>
ROMPIENTE A.	<i>P. porites</i> <i>D. divosa</i> <i>P. astreoides</i>	<i>G. flobelium</i> <i>B. asbestinum</i>	<i>Dictyota</i> spp. <i>Jania</i> spp.	<i>T. bifasciatum</i> <i>S. dorsopurificans</i>
TRAN BARLOVENTO	<i>D. stokesii</i> <i>D. strigosa</i> <i>M. cavernosa</i>	<i>P. americana</i> <i>E. laxispica</i> <i>E. succinea</i>	<i>S. histrix</i>	
FRONTAL INTERIOR	<i>M. annularis</i> <i>A. agaricites</i> <i>A. tenuifolia</i>	<i>P. americana</i> <i>P. porosa</i> <i>E. tourneforti</i>	<i>S. histrix</i> <i>H. tuna</i>	
FRONTAL EXTERIOR	<i>M. annularis</i> <i>A. agaricites</i> <i>M. cavernosa</i>	<i>P. americana</i> <i>B. asbestinum</i>	<i>S. histrix</i> <i>L. variegata</i> <i>H. goreau</i>	<i>A. virginicus</i> <i>T. bifasciatum</i>

Cuadro 9. Región VI. Especies dominantes en cada zona arrecifal.

Los gorgonáceos son escasos en la rompiente, la densidad aumenta considerablemente hacia barlovento.

El arrecife frontal de esta región se desarrolla al menos sobre 3 terrazas separadas por canales de arena. El frontal interior presenta macizos no muy altos y canales angostos donde predominan los gorgonáceos, la profundidad promedio es de 15 m y la distancia a los cayos es de aproximadamente unos 3 km. El arrecife frontal exterior se encuentra mejor desarrollado, la cobertura de escleractinios es alta, aunque no la variedad de especies. Los macizos presentan alturas de 2 a 4 m.

El Cuadro 9 muestra las especies dominantes en cada subzona.

### Región VII

Esta región comprende del arrecife frente a Hualaxtoc (19°40' N) hasta Punta Tambo (19°34' N). La línea de costa presenta playas estrechas que se alternan con mangle hacia Hualaxtoc y con roca al sur de Punta Pájaros. La laguna arrecifal es amplia al norte y angosta después de Punta Pájaros. La cresta arrecifal es estrecha hacia la playa y se extiende hacia el cantil, la rompiente arrecifal se forma por un cambio de pendientes en la losa calcárea. El arrecife frontal esta pobremente desarrollado.

La laguna arrecifal presenta algunos "bajos" hacia el arrecife posterior formados por *Porites porites*, *Agaricia tenuifolia*, y crecimientos masivos y exoesqueletos de *Acropora palmata* y pequeños cabezos de *Montastrea annularis*. La profundidad media es de 3 m.

El sustrato de la cresta arrecifal es principalmente de pedacería gruesa. Los organismos más abundantes son las algas y el coral de fuego del género *Millepora*, los escleractinios son pequeños y escasos, encontrándose algunos fragmentos de *Acropora palmata*. En la transición al barlovento se encontraron algunos macizos no muy altos y con baja cobertura coralina.

El arrecife frontal está dominado por gorgonáceos, y se define aproximadamente a 1 km de la rompiente arrecifal. El arrecife frontal interior se desarrolla hasta los 21 m de profundidad, los macizos se elevan de la losa calcárea 1 m en promedio, donde sobresalen crecimientos masivos de *Agaricia tenuifolia* y *Agaricia agaricites*.

En el arrecife frontal exterior se observa un mejor desarrollo a medida que aumenta la profundidad. Los macizos no son muy altos, se encuentran desde 24 hasta 36 m de profundidad, aunque hay sitios donde continúan más cerca del cantil. Los gorgonáceos dominan el panorama. El Cuadro 10 muestra las especies dominantes en cada subzona.

	ESCLERACTINIOS	GORGONACEOS	MACROALGAS	PECES ARRECIFALE
A. POSTERIOR	<i>A. tenuifolia</i> <i>P. porites</i> <i>A. palmata</i>	<i>G. flabellum</i> <i>B. asbestinum</i>	<i>Halimeda</i> spp. <i>Galaxaura</i> spp. <i>S. zonale</i>	<i>H. scirurus</i> <i>H. parrrai</i>
ROMPIENTE A.	<i>D. divosa</i> <i>S. siderea</i> <i>A. palmata</i>	<i>B. asbestinum</i> <i>G. flabellum</i>	<i>Padina</i> spp. <i>Sargassum</i> spp. <i>Ch. crassa</i>	<i>H. bivittatus</i> <i>T. bifasciatum</i>
TRAN BARLOVENTO			<i>S. histrix</i> <i>H. tuna</i>	
FRONTAL INTERIOR	<i>A. agaricites</i> <i>M. annularis</i> <i>M. meandrites</i>	<i>E. tourneforti</i> <i>P. americana</i> <i>P. flexuosa</i>	<i>Dictyota</i> spp. <i>S. histrix</i>	<i>T. bifasciatum</i> <i>S. partitus</i>
FRONTAL EXTERIOR	<i>M. annularis</i> <i>S. siderea</i> <i>D. stokesii</i>	<i>P. americana</i> <i>P. flexuosa</i> <i>G. ventalina</i>	<i>Dictyota</i> spp.	<i>Ch. cyanea</i>

Cuadro 10. Región VII. Especies dominantes en cada zona arrecifal.

## Región VIII

Esta región comprende desde Punta Arena (19° 34' N) hasta Punta Loria (19°31' N). La línea de costa presenta playas estrechas, arenosas y rocosas, con pendiente pronunciada y antecedidas por una duna de 1.5 m de altura promedio. La laguna arrecifal es angosta, incipiente y con numerosos "bajos". La cresta arrecifal presenta varias "bocanas" y sólo es amplia hacia barlovento. El arrecife frontal está bien desarrollado sólo en zonas profundas donde la pendiente es pronunciada.

La laguna arrecifal presenta gran variabilidad en su desarrollo. Las profundidades fluctúan de 1 a 5 m cerca de las "bocanas", su extensión no es mayor a los 500 m hacia los extremos; en algunos sitios como Punta Piedra y Punta Estrella prácticamente desaparece. En los límites de la región hay pocos "bajos" generalmente de *Agaricia tenuifolia* y *Acropora palmata*, hacia el centro se incrementan en número y cobertura de tejido vivo. Los pastos marinos generalmente son pequeños y entre ellos se encuentran numerosas colonias de *Manicina areolata*.

La cresta arrecifal se desarrolla hasta 500 y 700 m. de distancia de la línea de costa hacia los extremos y junto a ésta en el centro. La rompiente forma una barrera de no más de 2 m de altura que se interrumpe por dos "bocanas" amplias de más de 200 m cada una. El hidrocoral pétreo *Millepora complanata* es dominante y se mezcla con pequeños cabezos de *Porites spp.*, *Siderastrea spp.* y cabezos masivos de *Acropora palmata* principalmente

hacia Punta Estrella y Punta Loria. En la transición hacia el barlovento la comunidad bentónica es dominada por gorgonáceos y "parches" de algas que se alternan con algunos de arena. Los macizos y canales no son muy notables.

El arrecife frontal se desarrolla muy cerca de la línea de costa, ya que aproximadamente a 2 km se alcanza una profundidad de 40 m. El frontal interior desarrolla una gran plataforma calcárea (terrazza) continua desde la cresta. Se observa una relación entre la profundidad y la altura de los macizos inversa a la abundancia de gorgonáceos. A los 20 m de profundidad hay una gran variedad de esponjas. Destaca la presencia de *Diploria labyrinthiformis*.

Separado por una franja estrecha de arena, el frontal exterior se desarrolla entre los 24 y 43 m de profundidad, sobre 2 terrazas y una pequeña pared, presenta macizos bien desarrollados de 3 a 4 m de altura en promedio. En la cima de los macizos es común encontrar crecimientos ramificados de *Madracis mirabilis*. La mayoría de la cobertura de escleractinios está dominada por pocas especies. Existe una gran cantidad de esponjas. En esta zona la corriente es fuerte, altamente impredecible y con frecuencia forma remolinos, por lo que es común encontrar contra-corrientes a la dirección dominante que se dirige de sur a norte. El Cuadro 11 muestra las especies dominantes en cada subzona.

	ESCLERACTINIOS	GORGONACEOS	MACROALGAS	PECES ARRECIFALE
A. POSTERIOR	<i>A. tenuifolia</i> <i>M. annularis</i> <i>A. palmata</i>	<i>G. flabellum</i> <i>P. homomalla</i> <i>E. laxispica</i>	<i>Amphiroa spp.</i> <i>H. opuntia</i> <i>S. zonale</i>	<i>T. bifasciatum</i> <i>S. dorsopunicans</i> <i>H. bivittatus</i>
ROMPIENTE A.	<i>P. porites</i> <i>A. palmata</i> <i>A. tenuifolia</i>	<i>G. flabellum</i> <i>E. mamosa</i> <i>B. asbestinum</i>	<i>H. opuntia</i> <i>Dictyota spp.</i> <i>T. turbinata</i>	<i>T. bifasciatum</i> <i>Acanthurus spp.</i> <i>H. bivittatus</i>
TRAN BARLOVENTO	<i>M. cavernosa</i> <i>S. siderea</i>	<i>M. muricata</i> <i>Pseudopterogorgia spp.</i> <i>E. mamosa</i>	<i>Sargassum spp.</i> <i>R. tomentosa</i> <i>Amphiroa spp.</i>	<i>O. chrysurus</i>
FRONTAL INTERIOR	<i>M. annularis</i> <i>A. agaricites</i> <i>D. labyrinthiformis</i>	<i>Pseudopterogorgia spp.</i> <i>G. flabellum</i> <i>P. flexuosa</i>	<i>S. histrix</i>	<i>Ch. cyanea</i> <i>T. bifasciatum</i> <i>S. partitus</i>
FRONTAL EXTERIOR	<i>A. agaricites</i> <i>M. annularis</i> <i>M. cavernosa</i>	<i>Pseudopterogorgia spp.</i> <i>P. flexuosa</i> <i>E. mamosa</i>	<i>U. flabellum</i> <i>S. histrix</i> <i>H. goreauvi</i>	<i>Ch. cyanea</i> <i>S. partitus</i>

Cuadro 11. Región VIII. Especies dominantes en cada zona arrecifal.

## Región IX

Esta región comprende desde Punta Loria (19°31' N) hasta la considerada en este trabajo como "Rompiente Mayor" de la Bahía del Espíritu Santo (19° 22' N). La costa presenta playas arenosas y rocosas a la entrada de la bahía, estrechándose al interior de la bahía, presentando crecimientos de manglar. La laguna arrecifal es extensa, presenta grandes "parches" de *Thalassia testudinum* con algunos crecimientos dispersos de gorgonáceos y algunos "parches" de roca, donde se encontraron "bancos de caracol" (*Strombus sp.*). La cresta arrecifal se une a la línea de costa al inicio de la bahía; la rompiente es muy larga y forma una pequeña barrera que se extiende en forma continua más allá de la mitad de la bahía. El arrecife frontal está dominado por gorgonáceos que crecen sobre macizos poco altos y canales angostos.

La laguna arrecifal se forma sólo en los extremos de la región. Al norte es angosta con una longitud máxima de 500 m frente a Sta Rosa y disminuye hacia San Román. Hacia el sur abarca más de la mitad de la Bahía del Espíritu Santo. En general los "bajos" no son abundantes pero son muy grandes; a su alrededor hay muchos gorgonáceos, los pastos marinos son pequeños y cerca del arrecife posterior abunda pedacería de diversos tamaños, los crecimientos de los corales duros y blandos son aislados.

La cresta arrecifal forma una rompiente continua del centro hacia el sur de la región. Hacia el norte la rompiente se forma por un cambio de pendiente donde destaca la cobertura de las algas *Sargassum spp.* y

*Turbinaria spp.* Hacia el centro se extiende hasta la línea de costa y hacia el sur forma la "Rompiente Mayor" de la Bahía del Espíritu Santo, formada por restos de *Acropora palmata*, cabezos de *Porites porites*, *Agaricia tenuifolia* y otros menos abundantes de *Montastrea annularis*. Hay mucha pedacería gruesa y pocos gorgonáceos.

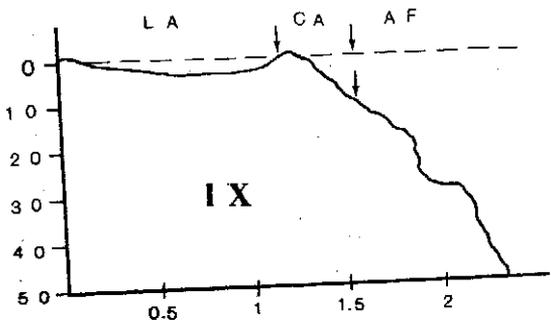
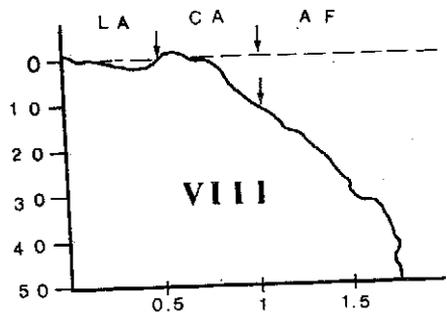
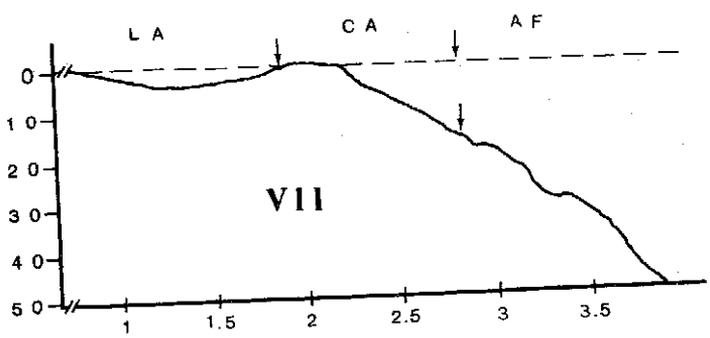
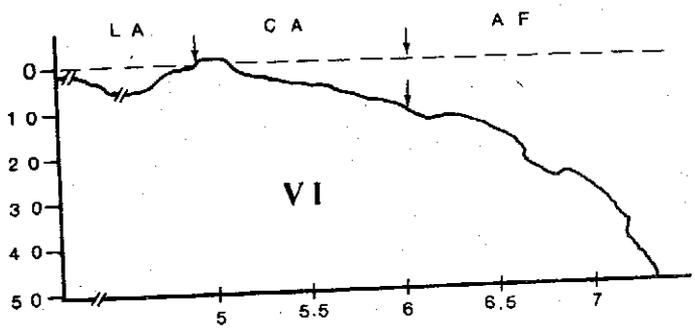
La transición hacia el barlovento está dominada por gorgonáceos. Los escleractinios son pequeños e incrustantes y el sustrato es plano. Frente a San Román, al norte, la zona termina en macizos y canales incipientes, hacia el sur no hay desarrollo de macizos y canales.

El arrecife frontal se encuentra formado sobre un sistema de 3 terrazas separadas por cambios abruptos de profundidad (escalones). La primera comienza en la cresta, y termina en el primer "escalón" que cae de 24 a 36 m. y el más profundo de 36 hasta 43 m de profundidad. Hacia el norte y centro de la región, presenta macizos y canales incipientes largos y continuos, de no más de 3 m de altura, generalmente con densidades altas de gorgonáceos en el frontal interior. A mayor profundidad, la cobertura de corales duros aumenta. Se encontraron Antipatarios (corales negros). Frente a la bahía el arrecife frontal se desarrolla sobre una terraza, donde los crecimientos coralinos forman macizos que se encuentran dispersos. La zona es de alta sedimentación y de agua muy turbia. Las formas de crecimiento de los escleractinios son incrustantes y en forma de plato. Hay muchas esponjas masivas. Aparentemente a mayor profundidad los macizos se desarrollan mejor. El Cuadro 12 muestra las especies dominantes en cada subzona.

	ESCLERACTINIOS	GORGONACEOS	MACROALGAS	PECES ARRECIFALE
A. POSTERIOR	<i>A. palmata</i> <i>A. agaricites</i> <i>P. astreoides</i>	<i>G. flabellum</i> <i>E. laxispica</i> <i>P. americana</i>	<i>Dictyota spp.</i> <i>H. tuna</i> <i>Amphiroa spp.</i>	<i>A. coeruleus</i> <i>T. bifasciatum</i>
ROMPIENTE A.	<i>A. palmata</i> <i>P. porites</i> <i>M. cavernosa</i>	<i>P. flexuosa</i> <i>G. flabellum</i> <i>B. asbestinum</i>	<i>S. policeratium</i> <i>Dictyota spp.</i> <i>T. turbinata</i>	<i>T. bifasciatum</i> <i>S. dienaecus</i>
TRAN BARLOVENTO	<i>S. siderea</i> <i>D. diuosa</i> <i>A. agaricites</i>	<i>Pseudopterogorgia spp.</i> <i>M. muricata</i> <i>E. laxispica</i>	<i>S. histrix</i> <i>H. tuna</i> <i>S. policeratium</i>	<i>T. bifasciatum</i> <i>H. bivittatus</i>
FRONTAL INTERIOR	<i>M. annularis</i> <i>A. agaricites</i> <i>P. astreoides</i>	<i>Pseudopterogorgia spp.</i> <i>M. muricata</i> <i>E. mamosa</i>	<i>H. discoidea</i> <i>Sargassum spp.</i>	<i>Ch. cyanea</i> <i>O. chrysurus</i>
FRONTAL EXTERIOR	<i>Montastrea spp.</i> <i>A. agaricites</i> <i>L. cucullata</i>	<i>Pseudopterogorgia spp.</i> <i>G. flabellum</i> <i>E. fusca</i>	<i>S. histrix</i> <i>L. variegata</i> <i>H. goreau</i>	<i>Ch. cyanea</i> <i>H. flavolineatum</i> <i>S. partitus</i>

Cuadro 12. Región IX. Especies dominantes en cada zona arrecifal.

( E )  
D  
A  
D  
I  
D  
N  
J  
E  
O  
R  
P



DISTANCIA A LA COSTA ( km )

Figura 3. Perfiles arrecifales de las Regiones VI a IX. Centro.

## SUR

La Laguna arrecifal sólo es amplia frente a la Bahía del Espíritu Santo, hacia Punta Herrero es angosta e incipiente con numerosos "bajos" y al sur desaparece. La cresta arrecifal en la bahía presenta una rompiente en forma de "J", después se desarrolla muy cerca de la costa y en grandes extensiones se une a ella. El arrecife frontal presenta lugares bien desarrollados hacia el centro del área.

## Región X

La región comprende desde el sur de la Bahía del Espíritu Santo (19°22' N) hasta el sur de X-kanab (19°16' N). La línea de costa consiste de playas que se alternan con crecimientos de manglar dentro de la Bahía, después presenta playas estrechas rocosas y arenosas. La laguna arrecifal es extensa hacia el norte donde se encuentran crecimientos aislados de gorgonáceos, hacia el sur es angosta e incipiente y se observaron numerosos "bajos". En la cresta arrecifal se encuentran sistemas de macizos y canales incipientes hacia barlovento y se junta a la línea de costa en el sur. El arrecife frontal no está muy desarrollado y abundan gorgonáceos y crecimientos masivos de esponjas.

La laguna arrecifal en Punta Herrero presenta grandes "parches" de pastos marinos en los que se encuentran crecimientos dispersos de gorgonáceos y escleractinios, la profundidad promedio cerca de la cresta arrecifal es de 3 m. De Punta Herrero hacia el sur la laguna arrecifal es

incipiente, su profundidad aumenta (5 m) y presenta numerosos "bajos" con alta cobertura de tejido coralino vivo. En algunos puntos la costa presenta playas rocosas. La abundancia de peces es alta y algunas especies presentan gran tamaño.

La cresta arrecifal se caracteriza por presentar al norte la llamada "Rompiente Menor" de la Bahía del Espíritu Santo. En esta área la rompiente forma un pequeño banco irregular similar a una "J", con crecimientos masivos de *Acropora palmata*. En su extremo sur la rompiente sólo representa un cambio de pendiente hacia barlovento, donde los crecimientos de escleractinios son escasos e incrustantes, incluso los del hidrocoral pétreo *Millepora spp.*. En el sur de la región, la zona presenta una gran cobertura de escleractinios que se distribuyen en forma de "parches" dispersos, lo que hace muy heterogéneo el sustrato. Vale la pena destacar el pecio que se encuentra al sur de Punta Herrero, el cual presenta una amplia cobertura del coral *Porites astreoides* y una densidad alta de peces y gorgonáceos. Hacia barlovento se forma un sistema de macizos y canales hasta los 10 m, con "cabezos" de *Acropora palmata* y *Agaricia tenuifolia*, destaca la gran densidad de peces.

El arrecife frontal se encontró desarrollado nuevamente sobre 3 terrazas y 2 "escalones", como en la Región IX, pero en esta área las profundidades son menores. La primer terraza está a 6 m de profundidad, formada por una gran plataforma calcárea de 1 a 3 m de espesor, el sustrato es dominado por gorgonáceos y presenta grandes cabezos dispersos de *Acropora palmata*

	ESCLERACTINIOS	GORGONACEOS	MACROALGAS	PECES ARRECIFALE
A. POSTERIOR	<i>A. palmata</i> <i>M. annularis</i> <i>P. astreoides</i>	<i>E. laxispica</i> <i>B. asbestinum</i> <i>G. flabellum</i>	<i>Dictyota spp.</i> <i>T. turbinata</i>	<i>T. bifasciatum</i>
ROMPIENTE A.	<i>Millepora spp.</i> <i>A. palmata</i> <i>P. astreoides</i>	<i>G. flabellum</i> <i>M. muricata</i> <i>P. porosa</i>	<i>Dictyota spp.</i> <i>T. turbinata</i> <i>P. capitatus</i>	<i>T. bifasciatum</i>
TRAN BARLOVENTO	<i>A. palmata</i> <i>D. clivosa</i> <i>S. siderea</i>	<i>P. americana</i> <i>G. flabellum</i> <i>E. laxispica</i>	<i>Dictyota spp.</i> <i>S. histrix</i> <i>H. incrassata</i>	<i>T. bifasciatum</i> <i>H. flavolineatum</i>
FRONTAL INTERIOR	<i>D. strigosa</i> <i>D. stokesii</i> <i>S. siderea</i>	<i>Pseudopterogorgia spp.</i> <i>P. anceps</i> <i>M. flavida</i>	<i>Dictyota spp.</i> <i>H. incrassata</i> <i>Amphiroa spp.</i>	<i>T. bifasciatum</i>
FRONTAL EXTERIOR	<i>M. annularis</i> <i>A. agaricites</i> <i>M. cavernosa</i>	<i>Pseudopterogorgia spp.</i> <i>E. mamosa</i> <i>Gorgonia spp.</i>	<i>Dictyota spp.</i> <i>S. histrix</i> <i>H. discoidea</i>	<i>Ch. cyanea</i> <i>T. bifasciatum</i> <i>S. partitus</i>

Cuadro 13. Región X. Especies dominantes en cada zona arrecifal.

y *Agaricia tenuifolia*. En la segunda dominan las macroalgas y en menor grado los gorgonáceos, aumenta el número de canales y la plataforma es de un espesor máximo de 2 m hasta un segundo "escalón" donde se alcanza una profundidad de 20 m. La tercer terraza presenta un sistema de macizos y canales incipiente con pequeños cabezos y crecimientos incrustantes de escleractinios, los gorgonáceos son más abundantes y se observaron esponjas de gran tamaño. La pendiente es más pronunciada, se registró una profundidad de 27 m a 3 km de la costa. El Cuadro 13 muestra las especies dominantes en cada subzona.

### Región XI

Esta región va desde el norte de Punta Mosquitero (19°16' N) hasta Punta Tantaman (19°13' N). La línea de costa consiste de playas arenosas al norte y rocosas hacia el sur. La laguna arrecifal es incipiente con numerosos "bajos" y desaparece hacia el sur. La cresta arrecifal es estrecha hacia barlovento y más amplia hacia la costa, sobre todo hacia el sur. El arrecife frontal profundo esta bien desarrollado en casi toda su extensión.

La laguna arrecifal es muy estrecha hacia el norte y desaparece hacia el sur en Punta Mosquitero. La densidad de pastos marinos es alta, aunque estos son pequeños, abundan los "bajos" formados principalmente por restos de *Acropora palmata*, especie que presenta una cobertura muy alta.

La cresta arrecifal forma una barrera ancha en el norte y se une a la línea de costa en el sur. Hacia el arrecife

posterior la cobertura de escleractinios es alta y se encuentran cabezos grandes. Hacia barlovento los gorgonáceos son más abundantes y se insinúa un sistema de macizos y canales. Los gorgonáceos no son conspicuos en la rompiente.

El arrecife frontal se desarrolla a unos 2 km de la costa, sobre la pendiente de la plataforma continental que se hace estrecha o por lo menos no forma terrazas y "escalones" como en las regiones anteriores. En el arrecife frontal interior los corales blandos son más abundantes y por tanto no presenta un desarrollo tan espectacular.

En algunas áreas la sedimentación es muy alta y se encuentran grandes blanquizales que se unen en un canal perpendicular al sistema de macizos y canales del arrecife frontal exterior.

Entre los 18 y 24 m hasta los 33 m se encontró un sistema de macizos anchos (hasta 15 m), con una altura de hasta 10 m y canales estrechos, que a mayor profundidad presenta una pendiente cercana a los 45° y terminan en una base arenosa a 36 m. Según el registro batimétrico es posible que exista otro sistema de macizos y canales más profundo cerca del cantil. A partir de los 24 m es notoria la presencia de antipatarios, de gorgonáceos de profundidad, de peces en abundancia y de esponjas de gran tamaño. Destaca la presencia de los escleractinios del género *Mycetophyllia*.

El Cuadro 14 muestra las especies dominantes en cada subzona.

	ESCLERACTINIOS	GORGONACEOS	MACROALGAS	PECES ARRECIFALE
A. POSTERIOR	<i>M. annularis</i> <i>A. tenuifolia</i> <i>A. palmata</i>	<i>G. flabellum</i> <i>P. homomalla</i> <i>P. flexuosa</i>	<i>Padina</i> spp. <i>R. phoenix</i>	<i>A. saxatilis</i> <i>T. bifasciatum</i>
ROMPIENTE A.	<i>A. palmata</i> <i>Millepora</i> spp. <i>D. divosa</i>	<i>P. porosa</i> <i>M. muricata</i> <i>G. flabellum</i>	<i>T. turbinata</i> <i>Sargassum</i> spp. <i>Padina</i> spp.	<i>T. bifasciatum</i>
TRAN BARLOVENTO	<i>D. strigosa</i> <i>P. porites</i> <i>A. agaricites</i>	<i>M. muricata</i> <i>P. americana</i> <i>E. mamosa</i>	<i>L. variegata</i> <i>S. histrix</i>	
FRONTAL INTERIOR	<i>D. strigosa</i> <i>A. agaricites</i> <i>S. siderea</i>	<i>Pseudopterogorgia</i> spp. <i>M. muricata</i>	<i>S. histrix</i> <i>H. incrassata</i> <i>Dictyota</i> spp.	
FRONTAL EXTERIOR	<i>M. annularis</i> <i>A. agaricites</i> <i>P. astreoides</i>	<i>Pseudopterogorgia</i> spp.	<i>L. variegata</i> <i>Dictyota</i> spp.	<i>Ch. cyanea</i> <i>S. partitus</i>

Cuadro 14. Región XI. Especies dominantes en cada zona arrecifal.

## Región XII

La región abarca desde Punta Tantamán (19°13' N) hasta el límite del estudio, Punta Tampalam (19°09' N). La línea de costa consiste de playas rocosas al norte y playas arenosas al sur. La laguna arrecifal es estrecha e incipiente y presenta algunos "bajos". La cresta arrecifal es amplia y está dominada por algas y gorgonáceos hay mucho sedimento. El arrecife frontal se desarrolla mejor en relación a la profundidad.

La laguna arrecifal solo está formada desde Punta Rompeolas hasta Tampalam y presenta algunos "bajos" hacia el arrecife posterior. En este trabajo no se realizaron muestreos en esta zona.

La cresta arrecifal es amplia al norte de la región donde se junta a la línea de costa, en el sur forma una losa

calcárea dominada por gorgonáceos hacia mar adentro. Destaca un gran pecio hacia Punta Tampalam.

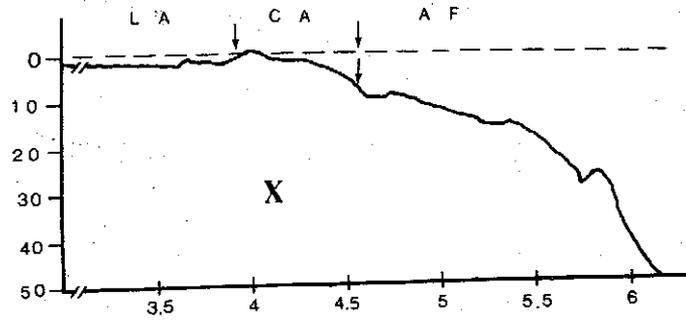
El arrecife frontal se desarrolla sobre la plataforma hasta 3 ó 4 km de la costa y a esta distancia presenta una caída pronunciada a partir de 30 m.

Como en otras regiones dentro de la Reserva, la losa calcárea, presenta un sistema de macizos pequeños (1 m en promedio) y canales angostos. El sustrato es dominado por gorgonáceos y algas. En algunas áreas extensas se encuentra una delgada capa de sedimento fino que cubre gran parte de la losa. Destaca la presencia de esponjas de crecimiento vertical, tubulares y masivos. El arrecife frontal interior presenta canales poco definidos y los macizos no levantan más de 1 m. En el frontal exterior los macizos están más desarrollados, la pendiente es suave y los desniveles no son mayores a 1.5 m. El Cuadro 15 muestra las especies dominantes en cada subzona.

	ESCLERACTINIOS	GORGONACEOS	MACROALGAS	PECES ARRECIFALE
TRAN BARLOVENTO	<i>M. meandrites</i> <i>S. siderea</i> <i>D. strigosa</i>	<i>E. laevispica</i> <i>M. flavida</i> <i>M. muricata</i>	<i>Sargassum spp.</i>	<i>T. bifasciatum</i>
FRONTAL INTERIOR	<i>M. cavernosa</i> <i>A. agaricites</i> <i>S. siderea</i>	<i>Pseudopterogorgia spp.</i> <i>E. tourneforti</i>	<i>H. incrassata</i> <i>S. histrix</i>	<i>T. bifasciatum</i>
FRONTAL EXTERIOR	<i>M. annularis</i> <i>A. agaricites</i> <i>Micetophyllia spp.</i>	<i>Pseudopterogorgia spp.</i> <i>E. calyculata</i>	<i>L. variegata</i> <i>H. incrassata</i>	<i>T. bifasciatum</i> <i>H. marianus</i>

Cuadro 15. Región XII. Especies dominantes en cada zona arrecifal.

( m )



D

A

D

I

D

N

U

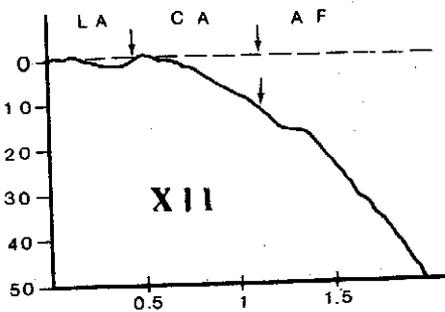
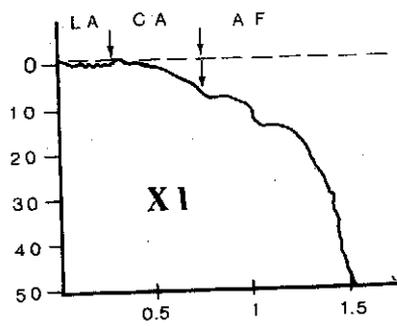
F

O

P

R

O



DISTANCIA A LA COSTA ( km )

Figura 4. Perfiles arrecifales de las Regiones X a XII. Sur.

### III.-COMUNIDAD BENTONICA ARRECIFAL

#### ESCLERACTINIOS

Se registraron 42 especies de corales escleractinios pertenecientes a 21 géneros y 10 familias, sin considerar 2 especies de hidrocorales pétreos: *Millepora complanata* y *M. alcicornis* (Apéndice I). El porcentaje de tejido vivo coralino, en toda el área arrecifal de Sian Ka'an, se estimó en 18.54 +/- 6.96. La cobertura estimada se presenta en el Cuadro 16:

AREA	COBERTURA RELATIVA
Norte	20.64 +/- 13.05
Centro	16.68 +/- 7.62
Sur	16.33 +/- 11.61

Cuadro 16. Cobertura relativa de corales escleractinios en cada una de las áreas de estudio.

Las diferencias entre las áreas no son significativas  $*F_{(0.05,56)} = 0.950$ , ya que en las tres áreas hay regiones con alta y baja cobertura, sobre todo en el Arrecife Frontal.

El porcentaje de tejido vivo en el zonas arrecifal se muestra en el Cuadro 17:

ZONA	COBERTURA RELATIVA
Frontal Exterior	27.33 +/- 6.06
Frontal Interior	19.58 +/- 11.08
Trans.Barlovento	12.56 +/- 5.87
Rompiente	14.50 +/- 7.54
Arrecife Posterior	16.18 +/- 5.08

Cuadro 17. Cobertura relativa de corales escleractinios en cada una de las zonas arrecifales.

En esta estimación de cobertura por zonas, las diferencias son significativas  $F_{(0.05,56)} = 4.142$ . Estos resultados hacen evidente que, contrario a lo que se había reportado (Jordán, 1979, 1990, Jordán *et al*, 1981), los arrecifes bordeantes que se desarrollan sobre el litoral de Sian Ka'an presentan su mayor desarrollo en el Arrecife Frontal y que la mayor cobertura de corales hermatípicos se encuentra entre los 10 y 43 m de profundidad (Apéndices II y III).

En la mayoría de los sistemas de macizos y canales se observó el siguiente patrón de formas de crecimiento:

- En la parte más alta (cima), los esqueletos de los escleractinios forman una gran trama calcárea de formas ramificadas, que hacen muy heterogéneo el sustrato. Las principales especies en esta área son *Acropora cervicornis*, *Madracis mirabilis*, *Porites porites* forma *porites*, *M. annularis* que presenta crecimientos fragmentados como pequeñas protuberancias que crecen y se alargan hacia la superficie y *A. agaricites* forma *carinata* (láminas verticales). Entre este complejo de esqueletos ramificados es posible observar crecimientos masivos de otras especies como *Diploria labyrinthiformis*, *Diploria strigosa* y *Siderastrea siderea*.
- En los extremos de los macizos, los crecimientos dominantes son planos y forman conjuntos de "repisas", que dan una imagen clara de cómo es la sobreposición y acumulación de los exoesqueletos coralinos que constituyen un macizo. Las principales especies en estas áreas son *Colpophyllia* spp., *Meandrina meandrites*, *Montastrea annularis* que forma crecimientos en forma de "platos", las colonias de *Agaricia* spp. crecen incrustantes y planas, y hay también crecimientos incrustantes de *Mycetophyllia* spp.

#### GORGONACEOS

En los arrecifes de Sian Ka'an, se registraron 33 especies de gorgonáceos pertenecientes a 12 géneros y 4 familias (Apéndice IV). Tres especies sólo se han determinado hasta nivel de género. De manera general se observó que las comunidades de gorgonáceos se distribuyen en parches, donde el sustrato tiene una pendiente suave, hay pedacería o restos de escleractinios y estos presentan crecimientos planos e incrustantes.

La densidad relativa de octocorales, en el área arrecifal de Sian ka'an, se estimó en 3.88 +/- 1.16 colonias/m<sup>2</sup>. (Cuadro 18).

AREA	DENSIDAD RELATIVA
Norte	3.33 +/- 1.64
Centro	4.33 +/- 2.88
Sur	4.48 +/- 2.73

Cuadro 18. Densidad relativa de gorgonáceos por áreas de trabajo.

Las diferencias no son significativas  $F_{(0.05,56)} = 1.423$ . Sin embargo, se observó una mayor densidad en el centro y sur, sobre todo frente y en las áreas aledañas a las Bahías de la Ascensión y del Espíritu Santo.

Respecto a la densidad de gorgonáceos en las zonas arrecifales, se encontró el siguiente patrón (Cuadro 19):

ZONA	DENSIDAD RELATIVA
Frontal Exterior	4.53 +/- 1.02
Frontal Interior	5.97 +/- 1.83
Trans. Barlovento	5.48 +/- 2.14
Rompiente	1.04 +/- 0.95
Posterior	2.38 +/- 1.33

Cuadro 19. Densidad relativa de gorgonáceos en cada una de las zonas arrecifales.

En esta estimación de densidad relativa por zonas, las diferencias son significativas  $F(0.05,56) = 21.32$ . Estos resultados hacen evidente que el lugar donde se observó una mayor densidad y diversidad de gorgonáceos es el Arrecife Frontal; en el Frontal Interior se registró la mayor densidad y en el Frontal Exterior la mayor diversidad.

En la Transición hacia el Barlovento, los gorgonáceos pueden llegar a dominar el paisaje (Apéndices V y VI). Algunas especies se observaron en todas las zonas del arrecife, tal es el caso de *Gorgonia flabellum*, *Pseudopterogorgia americana*, *Plexaura flexuosa*, *Pseudoplexaura porosa*, *Erithropodium caribeorum* y *Briareum asbestinum*, sin embargo algunas de ellas dominan en ciertas zonas.

## MACROALGAS

Se encontraron 61 especies de macroalgas bénticas a lo largo de la barrera arrecifal de Sian Ka'an, pertenecientes a 40 géneros de las Divisiones Chlorophyta, Phacophyta y Rodophyta (Apéndice VII). La cobertura algal total fue constante a lo largo de las doce regiones, ocupando por lo general del 50 al 60% del sustrato disponible, a cualquier profundidad. La mayor riqueza específica se encontró en las regiones 5 y 9 con 38 especies; las regiones 11 y 12 mostraron el menor número de especies con 24 y 20 respectivamente. Los valores de diversidad son similares en todas las regiones para la misma zona. Disminuyen ligeramente en el AFI (Regiones 8, 11 y 12) y en la TB (Región 7).

En el Arrecife Frontal y Laguna-Posterior es mayor la variación en cobertura, tal vez por la presencia de una gran cantidad de escleractinios y arena. La cobertura es más homogénea en la Transición Barlovento para todas las regiones excepto la 12. Esta región tuvo la menor cobertura, menor riqueza específica y diversidad de toda

el área de trabajo. También la cobertura de escleractinios fue baja aquí. Una explicación posible puede ser la gran cantidad de arena que se encontró en esta sección de la Reserva (Apéndices VIII y IX).

Es difícil establecer una generalización sobre la zonación de las algas en un arrecife ya que intervienen una gran cantidad de factores como ya se mencionó. Estos factores determinan que se observen varios patrones de distribución algal (Littler *et al*, 1983). Al analizar la cobertura de cada una de las divisiones por separado los resultados muestran ciertos patrones.

El grupo de las algas verdes es el más abundante en cobertura y número de especies presentes. Aunque se les encuentra en todas las zonas del arrecife, ocupan principalmente las zonas someras como la Transición Barlovento, Laguna-Posterior y Rompiente donde la luz no es un factor limitante para su asentamiento y desarrollo. Son capaces de tolerar la alta intensidad del oleaje, y su abundancia está regulada en buena medida por la actividad de herbívoros como peces, moluscos, equinodermos, etc. Presentan una gran variedad en cuanto a formas de crecimiento y las especies del género *Halimeda* son de las más comunes en todas las zonas.

Las algas café presentan una mayor cobertura hacia las partes profundas del arrecife. En estas zonas la competencia por la luz con las algas verdes es menos intensa que en aguas someras. Algunas especies del género *Dictyota* se encontraron en todas las zonas del arrecife. Muchas especies que pertenecen a esta división son microscópicas y no se contemplan en este trabajo.

Las algas rojas tienen una mayor cobertura en zonas someras, con alta intensidad del oleaje y sustrato duro (rompiente y transición barlovento), aunque cuentan con representantes a cualquier profundidad. Este grupo es el más importante como constructor arrecifal (Littler *et al*, 1989), debido a la cantidad de carbonato de calcio que almacenan. Su forma de crecimiento les permite ocupar las zonas de mayor turbulencia y además confieren protección a algas carnosas, esponjas, moluscos, crustáceos, etc. Las especies del género *Amphiroa* están ampliamente distribuidas a lo largo de la estructura arrecifal.

## PECES

La fauna ictiológica del Caribe se encuentra bien representada en Sian Ka'an. A la fecha se han encontrado 100 especies de peces arrecifales pertenecientes a 47 géneros y 30 familias (Apéndice X).

Los análisis sobre las abundancias relativas de cada especie en las diferentes zonas arrecifales mostraron

ciertos patrones de distribución interesantes. Es notable que muy pocas especies se encuentran de manera abundante en todas las zonas del arrecife, como es el caso de *Thalassoma bifasciatum* y sólo una especie se restringe de forma casi exclusiva a una de las zonas, *Chromis cyanea* es abundante en el arrecife frontal exterior, a profundidades mayores de 20 metros.

No fueron muchas las especies que se encontraron restringidas a una sola zona del arrecife, inclusive como poco abundantes, *Ocyurus chrysurus* y *Stegastes partitus* abundan en el arrecife frontal interior, *Acanthurus* spp. abunda en las zonas de rompientes y en el arrecife posterior y *Abudefduf saxatilis* y *Haemulon* spp. en el arrecife posterior.

Parece existir una clara diferencia entre las comunidades que habitan la zona expuesta del arrecife (Arrecife Frontal y Transición al Barlovento), con las de zonas someras y protegidas (Apéndices XI y XII). Un análisis no paramétrico preliminar (Prueba de Friedman,  $F_r = 33.56$ ,  $p = 0.001$ , seguido de una prueba de Wilcoxon de rangos) efectuado sobre las primeras cinco regiones, mostró que la mayoría de las especies encontradas se encuentran fundamentalmente en una sola de estas dos zonas.

De la misma manera se encontró una alta correlación ( $r = 0.94$ ,  $p = 0.02$ , Spearman) entre el número de especies de peces y el número de especies de escleractinios presentes en la comunidad arrecifal (Macías *et al.*, 1992).

## DISCUSION

Los arrecifes coralinos actuales se forman sobre plataformas someras preexistentes, como las que han generado los arrecifes del Pleistoceno (Milliman, 1973). La losa calcárea formada por acumulación de carbonato de calcio biogénico durante el Holoceno es relativamente delgada y promedia menos de 1 m en Florida y Bahamas, y alrededor de 7 m en Jamaica (Goreau, 1973). Sin embargo, algunas estimaciones más recientes sugieren que estos primeros cálculos pueden ser muy bajos y que las tasas de acumulación son considerablemente mayores (Goreau y Goreau, 1973, Milliman, 1973).

Desde Darwin (1851), se reconocen tres tipos básicos de arrecifes: bordeantes, de barrera y atolones. En el Mar Caribe la mayoría de los arrecifes sin bordeantes y solo hay una verdadera barrera arrecifal frente a las costas de Belice (Milliman, 1973). Algunos arrecifes del área, como los del Caribe Mexicano, han sido considerados una mezcla de arrecifes bordeantes y de barrera (Milliman, 1973). Estos arrecifes forman el litoral que se extiende por la costa oriental de la Península de Yucatán

hasta Centro América, donde se incluye la barrera arrecifal de Belice.

De acuerdo a estos criterios y a la descripción geográfica más detallada de un arrecife proporcionado por Guilcher (1988), se ha concluido que los arrecifes de Sian Ka'an, pertenecen a tipo bordeante con la presencia de un "boat channel" o canal de navegación, que en el caso de ser amplio da lugar a una mal llamada Laguna Arrecifal ya que en términos geomorfológicos propiamente no los es. A pesar de ello el término es de amplio uso y por ello se ha mantenido en este trabajo con la consecuente aclaración. Los corales escleractinos son organismos considerados constructores arrecifales y son llamados hermatípicos primarios. Esta designación es determinada por el tamaño del sedimento que depositan y no por la cantidad de carbonato de calcio que producen. Estos corales forman un armazón rígido compuesto por el entrelazado de sus exoesqueletos enterrados.

El crecimiento coralino modifica la estructura geológica en una serie de fases sedimentarias (Goreau y Goreau, 1973), construyendo diferentes hábitats bentónicos que ocupan otros organismos arrecifales. A pesar de la heterogeneidad del sustrato en los arrecifes coralinos, se pueden distinguir patrones de diversidad específica a lo largo del gradiente de profundidad (Huston, 1985). De esta manera se puede describir una zonación donde las diferencias locales se reflejan en las asociaciones de especies coralinas que están señaladas por una o más especies dominantes.

Las diferencias en cobertura y diversidad a lo largo del perfil arrecifal de un arrecife coralino se deben factores ambientales y biológicos que determinan la distribución y abundancia de los escleractinios en un arrecife, cambiando de manera significativa de una zona a otra. Las altas tasas de crecimiento de algas y corales en las zonas someras, provocan una competencia intensa por espacio y reducen la diversidad por la dominancia de las especies competitivamente superiores.

Las perturbaciones físicas pueden aumentar la diversidad al hacer disponible sustrato para el asentamiento de larvas de otras especies de corales, por la reducción de las poblaciones dominantes, pero aún cuando esto ocurre la diversidad aumenta con la profundidad (Huston, 1985).

Diversos estudios (Loya, 1972, Sheppard, 1980, 1982, Huston, 1985b, Lara, 1989, Padilla, 1989) señalan patrones de alta diversidad a profundidades (15-30 m) donde las perturbaciones son mínimas. En los arrecifes de Sian Ka'an se estimó que la mayor diversidad de escleractinios ocurre en el Arrecife Frontal Interior,

cuyas muestras fueron obtenidas entre los 10 y 24 m de profundidad.

En las partes someras, los principales procesos físicos que determinan la estructura comunitaria de los corales son: la energía del oleaje, exposiciones a baja mar, tormentas y huracanes, mezcla de agua dulce por lluvias y ríos, así como aporte de sedimentos (Huston, 1985). La mayoría de estos lugares se caracterizan por baja cobertura y densidad de tejido vivo. Esto se debe principalmente a que son pocas las especies que se pueden establecer y tolerar condiciones adversas, superando rápidamente los daños causados por el medio físico.

Una de las especies más importantes en las zonas someras (TB, PLyRo) es *Diploria clivosa*, probablemente debido a su tasa de crecimiento y reproducción (Buddemeier y Maragos, 1974) que le permite renovar el tejido dañado, y la compleja arquitectura de sus pólipos que la hacen eficiente en la remoción del sedimento (Hubbard y Pocock, 1972).

Otras especies cuya presencia destaca en los "bajos" de la Laguna y el Arrecife Posterior son *Porites spp.* y *Siderastrea spp.* Estas tienen un tamaño de pólipo pequeño, lo que favorece altas tasas de reproducción y crecimiento (Dodge, et al 1974); además, presentan capacidad para colonizar sustrato libre, características por las cuales se les ha considerado como especies pioneras (Pichon, 1981). Estas especies se encuentran en todas las zonas del arrecife, pero al no ser fuertes competidoras, sólo son abundantes donde la competencia específica no es muy intensa, es decir en medios inestables con altas perturbaciones físicas como en las zonas someras.

*Acropora palmata* es otra especie que al centro y sobre todo al sur de la Reserva destaca por los crecimientos masivos y por la gran cobertura de tejido vivo que presenta en las zonas someras.

En la Rompiente las especies de hidrocorales pétreos del género *Millepora spp.*, constituyen los principales constructores arrecifales. En la Transición Barlovento, *Agaricia tenuifolia* y *Acropora palmata* destacan en la construcción de esta subzona por los grandes "cabezos" que llegan a formar.

Los factores abióticos que causan perturbación en los lugares someros, tienen menor efecto con el aumento de la profundidad, observándose un cambio en la composición de especies y un aumento en la cobertura y riqueza específica. El medio físico en el arrecife frontal es más estable, por lo tanto, las interacciones biológicas como la competencia por sustrato y la depredación por algunos

peces tienen mayor importancia en la estructuración de la comunidad, lo que permite el desarrollo de varias especies de corales y en general una alta densidad y mayor cobertura.

El gradiente de diversidad de los corales, se incrementa con la profundidad teniendo un máximo alrededor de los 20 m decreciendo a mayor profundidad, aparentemente parece estar asociado con el gradiente de energía luminosa. El gradiente de la luz es consistente en dirección e intensidad en todos los arrecifes del mundo y contrasta con los diferentes gradientes de perturbación biótica y abiótica que son sumamente variables en intensidad y tienden a disminuir con la profundidad (Huston, 1985).

En el arrecife frontal, *Montastrea spp.* y *Agaricia agaricites* predominan y constituyen una gran parte de la cobertura coralina. *Montastrea cavernosa* y sobre todo *M. annularis*, forman colonias masivas con el tejido vivo continuo, o grandes cabezos con tejido fragmentado, o crecimientos incrustantes en forma de plato. La especie *Agaricia agaricites* presenta formas de crecimiento incrustantes e irregulares, o láminas verticales y horizontales ("camas"), principalmente en zonas muy profundas o poco desarrolladas (sistemas de macizos y canales incipientes), donde es el principal constructor arrecifal.

Las evidencias sugieren que el gradiente de diversidad puede estar en función de la profundidad probablemente asociado a factores físicos, aparentemente sucede lo mismo en todos los arrecifes. Este gradiente puede ser el decremento de la luz con la profundidad. Estas observaciones son contrarias a la predicción básica de la hipótesis de perturbación intermedia, la cual establece que la diversidad es baja cuando las perturbaciones son bajas (Connell, 1978, Huston, 1979).

En los arrecifes del Mar Caribe, la fauna de "octocorales" o "corales blandos" es única por su abundancia en las áreas someras y hasta una profundidad de 30 m. Las familias Gorgoniidae y Plexauridae se desarrollan como en ningún otro lugar en el mundo (Bayer, 1961) y son un componente importante de la comunidad arrecifal pues llegan a dominar el sustrato en muchas plataformas arrecifales (Kinzie, 1982).

La distribución de los Alcyonarios en diversos hábitats es controlada, por requerimientos fisiológicos propios. Los gorgonáceos son afectados por la luz, de la misma manera que los corales escleractinios ya que también contienen algas zooxantelas. Igualmente, sus larvas plánulas necesitan de sustrato duro para su fijación, e invariablemente a las colonias jóvenes se les encuentra

creciendo sobre roca calcárea. Por lo tanto, la disponibilidad de sustrato duro es un recurso primario para estos organismos y es uno de los principales factores que afectan su distribución.

Los arrecifes de coral están sujetos a una gran variedad de procesos físicos y biológicos que pueden determinar la distribución espacial y abundancia de los organismos.

Algunas perturbaciones físicas, como la sedimentación y energía del oleaje, juegan un papel muy importante en determinar la diversidad y abundancia de sus comunidades de gorgonáceos. En lugares someros, el grado de abrasión a causa del movimiento constante de sedimento, es mayor que en las zonas profundas. Algunas especies presentan adaptaciones fisiológicas y/o morfológicas para evadir o disminuir el daño causado por esta perturbación. Un ejemplo es la mucosidad superficial que disminuye la abrasión entre las ramas como en el caso de especies del género *Pseudopterogorgia*. Otras tienen la capacidad de retraer los pólipos como las de *Plexaura spp.* y *Pseudoplexaura spp.*, o bien tienen un esqueleto muy duro y áspero, difícil de ser erosionado, como el género *Eunicea*.

En el caso de las zonas someras, es característica la dominancia de la especie *Gorgonia flabellum*, cuya morfología en forma de abanico le permite dominar en zonas donde la intensidad del oleaje impide a la mayoría de las especies implantarse y desarrollarse; esta forma es típica de zonas con alta turbulencia. Esto también se refleja en la orientación de las colonias, tendiendo a crecer perpendicularmente a la dirección de la corriente (Rees, 1972, Birkland, 1974).

Otras especies importantes en las zonas someras pero con menor movimiento de agua (como en los "bajos") son *Eunicea laxispica* y *Plexaura homomalla*.

Uno de los factores importantes que determinan la diversidad de gorgonáceos presentes en cierta zona, es la variedad de sustratos que pueden ser utilizados para la implantación de nuevas colonias. Kinzie (1973), Goldberg (1973) y Opresko (1973) mencionan que a mayor profundidad existe una mayor heterogeneidad del sustrato, lo que se refleja en un mayor número de especies presentes en la zona del arrecife frontal. Las especies con mayor densidad fueron *Pseudopterogorgia americana*, *P. acerosa*, *Pseudoplexaura porosa* y *Briareum asbestinum*. Estas especies están adaptadas a ambientes con cierto grado de sedimentación (Romero, 1991), pero con sustratos duros expuestos. Algunas especies que preferentemente se encontraron en el arrecife frontal son *Muricea laxa*, *Plexaurella nutas*, *Eunicea fusca*, *Gorgonia ventalina* e *Iciligorgia schrammi*.

Es poco reconocida la importancia que las algas tienen en la formación de un arrecife coralino, colaboran en gran medida a la producción de sedimentos al depositar carbonato de calcio en algunas de sus estructuras, esto sirve de relleno en el armazón rígido construido por los corales escleractinios. Algunas especies de algas contribuyen en la erosión del arrecife, son conocidas como endolíticas y por mecanismos biológicos, físicos y químicos debilitan el sustrato, sea o no material vivo, haciéndolo más susceptible a la erosión. En algunos escleractinios penetran sus tejidos provocando las enfermedades de la banda negra o blanca, dependiendo del alga infectante.

El balance entre los procesos constructivos con los destructivos está en cierto equilibrio y el arrecife en conjunto no es afectado de manera considerable (Berner, 1990). La estructura de la comunidad algal en el arrecife es resultado de las interacciones bióticas y abióticas. Las principales interacciones bióticas que regulan la estructura de esta comunidad son: la herbivoría, cuyo impacto es mayor sobre las algas carnosas por ser más palatables a peces, moluscos y equinodermos que las consumen; y la competencia por el sustrato con otros organismos sésiles como corales, esponjas y otras algas.

Hay (1981) ha demostrado que las diferencias en comunidades algales dependen de la presión de forrajeo de los herbívoros, afectada a su vez por diferencias entre hábitats del arrecife. La competencia por el espacio (sustrato) es intensa en los arrecifes (Jackson, 1977). En áreas someras las algas crecen muy rápido y algunos experimentos han demostrado que sin la presión de forrajeo de peces y erizos, las algas tienen tasas de crecimiento mayor que los corales (Brock, 1979, Sammarco et al, 1974, Sammarco, 1980).

Los factores abióticos como energía del oleaje, intensidad luminosa y sedimentos en depósito y suspensión, son factores que determinan la distribución de las diferentes especies, formas de crecimiento y abundancia en las distintas regiones del arrecife. Por otro lado, las perturbaciones ambientales tales como tormentas y huracanes, tienen efecto en dispersión de esporas, capacidad de colonización, tasa de crecimiento, que determinan la distribución de este y otros grupos de organismos (Berner, 1990).

Es importante mencionar que una característica de la comunidad de macroalgas arrecifales, es que su composición específica puede estar sujeta a variaciones estacionales, por lo que los resultados que se presentan en este reporte, pueden variar según la época del año.

La mayoría de los estudios sobre comunidades de peces arrecifales se han realizado en pequeñas

estructuras o parches arrecifales (Alevizon et al, 1985, Ogden, 1982), de aquí la necesidad de desarrollar estudios de naturaleza sistemática, como el que se presenta en este trabajo. Los arrecifes coralinos son estructuras complejas y con alta variabilidad intrínseca, Gatz (1979) señala una relación alta entre la topografía del sustrato y la cantidad y tipo de especies que estarán presentes en determinado lugar.

Sin embargo, otros autores consideran que dado que los factores que determinan las características de las comunidades de peces aún no son muy conocidos, es cuestionable hacer extrapolaciones de estudios muy localizados a regiones más amplias (Alevizon et al, 1985). Si bien la metodología empleada para la caracterización de la comunidad arrecifal estuvo enfocada principalmente a la obtención de información de los organismos que fungen como constructores arrecifales, también fue posible realizar censos de peces, de acuerdo a Brock (1982), donde se toman en cuenta las especies más conspicuas. Debido a que este método subestima la abundancia de especies nocturnas y crípticas algunos grupos de peces no fueron considerados, estos grupos incluyen las especies de tallas reducidas, las asociadas a sustratos arenosos o aquellas que predominan en las praderas de pastos marinos. Asimismo deben tomarse en consideración que existen fluctuaciones naturales, relacionadas a ciclos anuales o variaciones en los factores abióticos del ambiente arrecifal.

Al menos seis de las familias más abundantes en la comunidad arrecifal reportadas en este trabajo, coinciden con la lista proporcionada por Basurto y Zárate (1991) como de importancia comercial dentro de Sian Ka'an en los últimos 8 años, incluyendo a miembros de las Familias Serranidae, Scaridae, Pomadasyidae, Lutjanidae, Labridae y Carangidae, será necesario por tanto ampliar la información en estudios posteriores sobre las posibilidades máximas de su aprovechamiento sustentable. El efecto de la pesca comercial o deportiva no parece ser notorio, al menos así lo indican las muestras de este trabajo, aunque falta un estudio específico sobre este asunto.

La Familia Pomacentridae, que incluye a los llamados peces "damisela", se encuentra bien representada y puede ser un grupo importante como indicador de la heterogeneidad de las estructuras arrecifales y de cambios en las mismas, dados los hábitos de selección de hábitat de sus especies.

El estado de conservación de la barrera arrecifal en las regiones muestreadas, al menos en lo que a fauna ictiológica se refiere está en excelente estado de conservación, comparado con muchos otros sitios en el

Caribe, donde la presión de pesca artesanal o comercial han causado verdaderos estragos (Sullivan, com. personal).

En la mayoría de los transectos muestreados no fue raro ver varias decenas o hasta centenas de peces que no parecían temer la proximidad del observador. La vistosidad que caracteriza a los peces arrecifales en general, y el entorno por supuesto, hace de muchas de las estructuras descritas sitios con potencial para el turismo que busca ambientes poco perturbados.

**NOTA: A partir de los resultados del presente trabajo se realizó la propuesta para el manejo del Sistema Arrecifal publicada en "Biodiversidad Marina y Costera de México, CIQRO (Gutiérrez y Bezaury, 1993).**

### AGRADECIMIENTOS

Para la realización de este proyecto se requirió del apoyo y esfuerzo de varias instituciones e individuos, quienes generosamente nos dieron su ayuda por espacio de dos años. El mar no siempre se comportó muy noble y varias veces nos exigió en cantidad, guardando como recuerdo algunas de nuestras pertenencias, respetando esta vez nuestras vidas. Hubo amigos que nos fallaron pero *errare humanum est*, el tiempo y los hechos nos dieron la razón y punto, sin reclamaciones. Nuestro agradecimiento para los siguientes individuos e instituciones que contribuyeron de manera temporal o permanente a la culminación de este proyecto, punto de partida para futuras investigaciones en todo el estado de Quintana Roo.

**Estación "Puerto Morelos"-ICMyL-UNAM.** M. en C. Felipe Flores, Dr. Enrique Lozano, Biól. Arturo Toledano, Biól. Francisco Escobar, Sr. Michael Moreno, Biól. Fernando Negrete, Lic. Rafael Alvarez, Srita. Marcy Durán, Sra. Mercedes Sánchez, Biól. Miguel A. Martínez, Sr. Daniel Carrera, Sr. Pedro Méndez, Sr. José Martín, Sr. Felipe Cat y todas las gentes maravillosas de intendencia.

**Amigos de Sian Ka'an, A.C.** Arq. Juan Bezaury, Arq. Carlos Constandse, Sra. Bárbara Montes, M. en C. Pedro Ramírez, Biól. César Barrios, Lic. Adela Samper, C.P. Fidel Pérez del Valle, Lic. J.J. Morales, Sra. Norma Chan, Sr. Gerardo de la Cruz.

**Biocenosis, A.C.** Dr. Roberto de la Maza, Biól. Carlos Alcérreca.

**SEDESOL.** Dr. Exequiel Ezcurra, Dra. Graciela de la Garza, Antrop. Héctor Ruiz, Ing. Francisco J. Díaz, Lic. Sebastián Estrella, Lic. Mario Pérez Brena.

**Nature Conservancy.** Dra Kathleen M. Sullivan, Dr. Joe Quiroz.

**Hotel "Casa Blanca".** Sr. Roberto Hernández, Sr. Bobby Settles, Sr. Víctor Garza, Sr. José Escudero y resto del personal.

**Rancho "Pedro Paila".** Dr. Pedro Watson, Sr. Cosme Damián y familia.

**Hotel "Boca Paila".** Sra Amparo Riefrohl, Sr. Juan Carlos Cabeza, Familia González y resto del personal.

**SCPP "Vigía Chico".** A todos los pescadores que han apoyado en todo momento con la mejor voluntad. Les debemos nuestra salud en más de una ocasión y particularmente el que hayan compartido con nosotros sus conocimientos del mar. De manera especial a las familias Barrera, Guzmán y Pereyra.

A la magnífica Candy Guzmán.

Al Sr. Felipe Coello, guardafaros de "Punta Herrero".

**Project Lighthawk.** Sres. Jerry Hoogerwerf, Glenn Sommer y Bob Allen.

A mi hijo David y a mi madre Emma, quienes apoyaron física y económicamente.

A nuestros amigos Sylvia Macías, Erika Aguirre, Iriana Zuria, Anna Ludlow y Mónica Valle.

A nuestros compañeros Polaino y Villanito, qepd.

Este proyecto se realizó con el apoyo de instalaciones, vehículos, personal y equipo como parte del convenio tripartito entre la Estación "Puerto Morelos" del ICMYL-UNAM, Amigos de Sian Ka'an, A.C. y Biocenosis, A.C.

Los fondos para la ejecución del proyecto fueron proporcionados por las Fundaciones John D. and Catherine T. MacArthur, Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), la Administración para el Desarrollo de Ultramar (ODA) y el Capítulo de Ohio de The Nature Conservancy (TNC-OHIO).

## REFERENCIAS

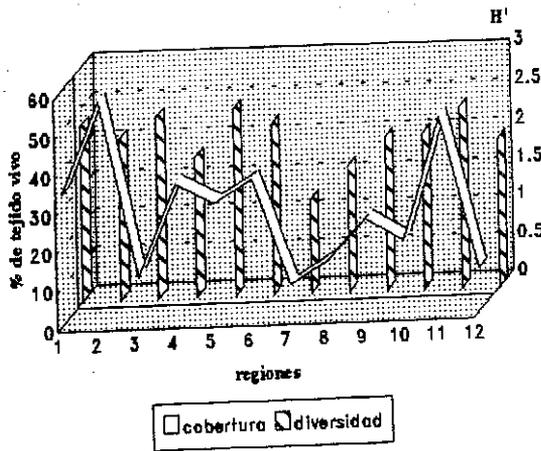
- Alevizon, W. Richardson, R., Pitts, P. & G. Serviss. 1985. Coral zonation and patterns of community structure in Bahamian reef fishes. Bull. Mar. Sci., 36 (2):304-318.
- Basurto, M. y E. Zárate. 1991. La Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an y su actividad pesquera. Boletín Amigos de Sian ka'an. No. 8 : 12-14.
- 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. Leiden. 75 pp.
- Berner, T. (1990). Coral Reef Algae. In: Dubinsky, Z. (Ed.) Ecosystems of the World. 25. Coral reefs. Elsevier. pp. 253-264.
- Birkland, C. 1974. The effect of wave action on the population dynamics of Gorgonia ventalina Linnaeus. In Bayer, F. and Weinhamer (Eds.) Prostaglandins from Plexaura homomalla: Ecology, utilization and conservation of a major medical marine resource, a Symposium. University of Miami Press. 115-126.
- Brock, R. E. 1979. An experimental study on the effects of grazing by parrot-fishes and role of refuges in benthic community structure. Mar. Biol., 51:381-388.
- Brock, R.E. 1982. A critique of the visual census method for assessing coral reef fish populations. Bull. Mar. Sci., 32(1):269-272.
- Buddemeier, R. W., J. E. Maragos. 1974. Radiographic studies of reef coral exoskeletons: Rates and patterns of coral growth. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 14:179-200.
- Cairns, S. 1977. Guide to 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.
- Castañares, L., Soto, L. 1982. Estudios sobre los corales escleractinios hermatípicos de la costa noreste de la península de Yucatán, México. I. Sinopsis taxonómica de 38 especies. (Cnidaria:Anthozoa:Scleractinia). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 9 :295-344.
- Colin, P. L. 1988. Marine invertebrates and plants of the living reef. T. F. H. Publications, Inc. Ltd. 512 pp.
- Connell, J.H. 1978. Diversity in tropical rain forests and tropical reefs. Science. 199: 1302-1310.
- Chaplin, Ch. C. G. 1972. Fishwatchers guide to west-Atlantic coral Reefs. Harrowood Books, Pennsylvania. 65 pp.
- Darwin, C. 1851. The structure and distribution of coral reefs. Second Ed., Reprinted in 1976. Univ. of California Press. 214 pp.
- Dawes, C. J. 1986. Botánica Marina. Editorial Limusa. México. 673 pp.
- Dodge, R. E., Allen, R. C., Thompson, J. 1974. Coral growth related to resuspension fo bottom sediments. Nature. 247:574-77.
- Done, T.J. 1981. Rapid, large area, reef resource surveys using a manta board. Proc. of the Fourth International Coral Reef Symposium. Manila, vol. I: 299-307.
- Espejel, J.J. 1991. Aspectos geológicos y ecológicos de la distribución de los escleractinios en los arrecifes coralinos de Antón Lizardo y el Puerto de Veracruz, Golfo de México. Tesis Prof., Fac. Ciencias, UNAM.
- Gatz, A.J. Jr. 1979. Community organization in fishes as indicated by morphological features. Ecology. 60(4):71-718.
- Goldberg, W. M. 1973. The ecology of the coral-octocoral communities of the southeast Florida coast: Geomorphology, Species composition and Zonation. Bull. Mar. Sci., 23:465-488.
- Goreau, T. F. 1967. The shallow-water Scleractinian of Jamaica: Revised list species and their vertical ranger. Bull. Mar. Sci. 17 :442-453.

- Goreau, T. F., and N. I. Goreau. 1973. The ecology of Jamaican coral reefs. II. Geomorphology, zonation, and sedimentary phases. *Bull. Mar. Sci.*, 23 : 399-464.
- 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.
- Guilcher, A. 1988. *Coral Reef Geomorphology*. Wiley & Sons, New York, 228 pp.
- Gutiérrez, D. y J. Bezaury. 1993. Manejo del Sistema Arrecifal de Sian Ka'an. En: Salazar, S.I. y N.E. González (Eds). *Biodiversidad Marina y Costera de México*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo. pp. 772-786.
- Hay, M. E. 1981. Herbivory, algal distribution and the maintenance of between-habitat diversity on a tropical fringing reef. *Am. Nat.*, 118 :520-540.
- Hubbard, J. A. E. B. and Y. P. Pocock. 1972. Sediment rejection by recent Scleractinian corals: a key to paleoenvironmental reconstruction. *Geol. Rundschau*, 61:598-626.
- Humann, Paul. 1989. *Reef fish identification*. New World Pubs. Inc. 267 pp.
- Huston, M. A. 1979. A general hypothesis of species diversity on coral reefs. *Am. Nat.* 113 :81-110.
- Huston, M. 1985a. Patterns of species diversity on coral reefs. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 16 :149-177.
- Huston, M. 1985b. Patterns of species diversity in relation to depth at Discovery Bay, Jamaica. *Bull. Mar. Sci.*, 37 :928-935.
- IUCN/UNEP. 1988. *Coral Reefs of the World*. In: Susan M. Wells. (Ed.). Vol. 1: *Atlantic and Eastern Pacific*. United Nations Environment Program. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN).
- Jackson, J.B.C. 1977. Competition on marine hard substrata: the adaptive significance of solitary and colonial strategies. *Amer. Nat.* 111:743-767.
- Jordán, E. 1979. Estructura y composición de arrecifes coralinos en la región noreste de la Península de Yucatán, México. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nat. Auton. México*, 6 (1):69-86.
- Jordán, E., Merino, M., Moreno, O. y E. Martín. 1981. Community Structure of Coral Reefs in the Mexican Caribbean. In: E. Gómez (Ed.) *Proceedings of the fourth International Coral Reef Symposium*, Manila. 2: 303-308.
- Jordán, E. 1990. Corales escleractineos y gorgonáceos del ambiente coralino de Sian Ka'an. En: Navarro, D. y J.G. Robinson. *Diversidad biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. pp. 127-130.
- Kaplan, E. H. 1982. *A field Guide to Coral Reef of the Caribbean and Florida*. Houghton Mifflin Co., Boston.
- Kinzie, R. A. 1982. Soft Corals. In: Kaplan, E.H. (Ed.) *A field Guide to Coral Reef of the Caribbean and Florida*. Houghton Mifflin Co., Boston.
- Kornicker, L.S., Bonet, K., Cann, R., & C. R. Hoskin. 1958. Alacran Reef Campeche Bank, México. *Inst. Mar. Sci. Publ. Univ. of Texas*, 6 :1-22.
- Lara, M. 1989. *Zonación y caracterización de los escleractinios en el arrecife Anegada de Afuera, Veracruz, México*. Tesis Prof., Fac. Ciencias, UNAM.
- Littler, M. M., Taylor, P. R. and D. S. Littler. 1983. Algal resistance to herbivory on a Caribbean barrier reef. *Coral Reefs* 2: 111-118.
- Littler, D, M. Littler, K. Bucher and J. Norris. 1989. *Marine Plants of the Caribbean. A field guide from Florida to Brazil*. Smithsonian Institution Press. Washington, D. C. 263 pp.
- Logan, B.W. 1969. *Carbonate Sediments and Reefs*. Part II. Coral Reefs and Banks of Yucatan Shelf, México (Yucatan Reef Unit). *Amer. Petrol. Geol. Memoir* 11: 5-120.
- López Ramos, E. 1983. Geología de México. Tomo III. 3a. Ed., México, D.F.
- Loya, Y. 1972. Community structure and species diversity of hermatypic corals at Eilat, Red Sea. *Mar. Biol.*, 13 : 100-23.
- Macías, R., Gutiérrez, D. y C. García, 1992. Structure and composition of the coral reef fish community in the Sian Ka'an Biosphere Reserve, México. Paper presented at the VII International Coral Reef Symposium, Mangilao, Guam.
- Milliman, J. D. 1973. Caribbean coral reefs. In O. A. Jones & R. Endean. *Biology and Geology of Coral Reefs*. Vol. I. 1-50.
- Ogden, J.C. 1982. Fisheries management and the structures of coral reef fishes communities. In: Huntsman, G.R., Nicholson, W.R. & W.W. Fox (Eds.). *The biological basis for reef fishery management*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-80. pp. 147-159.
- Opreško, D. M. 1973. Abundance and distribution of shallow water gorgonians in the area of Miami, Florida. *Bull. Mar. Sci.*, 23 (3):535-558.
- Padilla, C. 1989. *Estructura comunitaria de escleractinios del arrecife Cabezo, Veracruz*. Tesis Prof., Fac. Ciencias, UNAM.
- Pichon, M. 1981. Dynamic aspects of coral reefs benthic structures and zonation, Proc. Fourth Int. Coral Reef Symposium. 1:581-94.
- Porter, J. W. 1972. Patterns of species diversity in Caribbean reef corals. *Ecology*, 53:745-748.
- Rees, J. T. 1972. The effect of current on growth form in an octocoral. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 10 : 115-123.
- Robles Ramos, R.O. 1959. Apuntes sobre la Morfología de Yucatán. *Bol. Soc. Mex. Geogr. Estad.* 69 (3): 27-100.
- Romero, P. 1991. *Impacto de un huracán en la composición específica y disposición espacial de gorgonáceos en una región del arrecife de Puerto Morelos, Q. R.* Tesis Prof., Fac. Ciencias, UNAM.
- Sammarco, P.W., Levington, J.S. & J.C. Ogden. 1974. Grazing and control of coral reef community structure by *Diadema antillarum* Philippi (Echinodermata: Echinoidea): a preliminary study. *J. Mar. Res.*, 32: 47-53.
- SEDUE/GOB. Q. Roo. 1987. *Plan de manejo de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an*. Chetumal, Q. Roo. 141 pp. más anexos.
- Sheppard, C. R. C. 1980. Coral cover, zonation and diversity on reef slopes of Chagos Atolls and populations structures of the major species. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2 :193-205.
- Sheppard, C. R. 1982. Coral populations on reef slopes and their major controls. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 7 :83-115.
- 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. 1988. 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 pp.
- Wells, J. W. 1957. Coral Reefs. *Memoirs Geol. Soc. Am.*, 67:609-31.
- Zlatarski, V. N. et N. Martínez. 1982. *Les Scléractiniaires de Cuba avec des données sur les organismes associés*. Académic Bulgare des Sciences. Sofia. 472 pp.

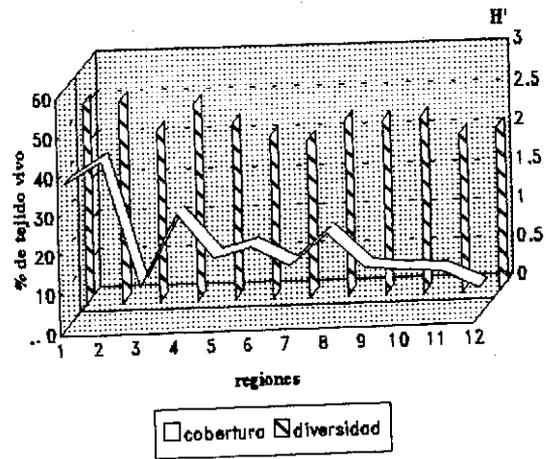
FAMILIA	GENERO	ESPECIE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Acroporidae	<i>Acropora</i>	<i>A. cervicornis</i>	E	E	E	E	E	E	-	R	E	R	E	E
		<i>A. palmata</i>	E	E	C	A	E	-	C	A	A	A	A	E
Agaricidae	<i>Agaricia</i>	<i>A. agaricites</i>	C	C	A	C	C	A	C	C	A	C	A	A
		<i>A. fragilis</i>	R	E	R	-	R	E	-	-	R	R	R	E
		<i>A. lamarcki</i>	R	E	R	-	-	R	-	-	R	R	-	E
		<i>A. tenuifolia</i>	C	R	C	E	E	E	D	A	E	E	E	-
		<i>A. undata</i>	R	-	-	-	-	R	-	R	-	-	-	-
		<i>L. cucullata</i>	R	R	R	R	-	E	-	-	E	-	R	-
Astrocoeniidae	<i>Stephanocoenia</i>	<i>S. michelini</i>	R	R	R	R	R	R	-	R	R	R	R	E
Caryophyllidae	<i>Eusmilia</i>	<i>E. fastigata</i>	R	R	-	R	R	-	-	R	R	-	R	-
Faviidae	<i>Colpophyllia</i>	<i>C. amaranthus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-
		<i>C. breviserialis</i>	R	E	R	-	R	-	-	-	-	-	-	-
		<i>C. natans</i>	E	C	R	E	R	R	-	-	E	-	E	-
	<i>Diploria</i>	<i>D. clavosa</i>	A	C	A	A	C	C	A	C	E	C	E	R
		<i>D. labyrinthiformis</i>	E	E	R	E	E	-	-	E	-	R	E	-
		<i>D. strigosa</i>	E	E	E	E	E	E	-	E	E	E	E	C
	<i>M. areolata</i>	R	R	R	R	-	-	-	-	-	R	R	E	
	<i>Manicina</i>	<i>M. annularis</i>	D	D	A	D	D	D	-	A	A	A	D	A
	<i>Montastrea</i>	<i>M. cavernosa</i>	C	E	C	C	C	C	A	E	A	E	E	A
	<i>Favia</i>	<i>F. fragum</i>	-	R	-	-	-	-	E	-	-	-	-	-
	<i>Solenastrea</i>	<i>S. buergeri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E
		<i>S. hyades</i>	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-
		<i>D. cylindricus</i>	R	-	-	-	-	C	-	-	-	-	-	-
Meandrinidae	<i>Dendrogyra</i>	<i>D. stokesii</i>	E	R	E	E	E	E	E	E	E	E	R	E
	<i>Meandrina</i>	<i>M. meandrites</i>	E	E	E	-	R	E	E	E	E	E	E	A
Mussidae	<i>Isophyllastrea</i>	<i>I. rigida</i>	R	R	-	R	R	-	-	R	-	-	-	
		<i>I. sinuosa</i>	R	-	-	R	R	R	-	-	R	R	R	-
	<i>Mycetophyllia</i>	<i>M. aliciae</i>	R	E	-	-	-	-	-	-	-	R	R	-
		<i>M. danaana</i>	R	R	-	-	-	-	E	R	-	-	R	E
	<i>M. ferox</i>	R	R	-	R	R	E	-	-	-	R	R	-	
	<i>M. lamarckiana</i>	E	E	-	E	E	E	E	E	R	-	R	E	
<i>Mussa</i>	<i>M. angulosa</i>	R	R	-	-	-	-	-	-	R	-	R	R	
<i>Scolymia</i>	<i>S. cubensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R	
	<i>S. lacera</i>	-	-	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>P. astreoides</i>	C	C	C	C	C	C	E	C	C	C	C	R	
Poritidae	<i>Porites</i>	<i>P. divaricata</i>	R	-	-	-	-	-	-	-	R	-	-	
		<i>P. furcata</i>	-	R	-	-	-	-	-	R	-	R	R	
		<i>P. porites</i>	E	E	C	C	E	C	A	A	C	E	E	-
		<i>M. decactis</i>	E	-	R	-	-	-	-	R	R	R	E	-
Seriatorporidae	<i>Madracis</i>	<i>M. mirabilis</i>	E	E	R	R	-	-	-	R	R	-	E	
		<i>S. radians</i>	R	R	R	R	R	R	R	-	-	E	R	C
Siderastreidae	<i>Siderastrea</i>	<i>S. siderea</i>	C	E	E	C	A	C	C	E	C	C	E	C
HIDROCORALES PETREOS														
Milleporidae	<i>Millepora</i>	<i>M. alcicornis</i>	E	E	C	E	E	E	C	E	C	C	E	E
		<i>M. complanata</i>												

Apéndice I. Lista de especies de corales escleractinios y estimaciones de abundancia relativa en cada región con base en la cobertura.  
 Dominante (D) = > 20%, Abundante (A) = 10-20%, Común (C) = 5-10%, Escasa (E) = 1-5%, Rara (R) = < 1%.

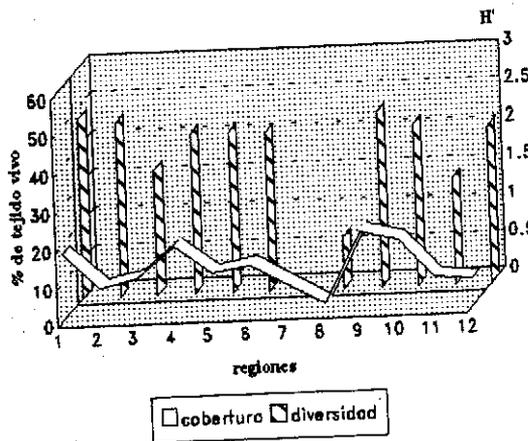
## Frontal Exterior



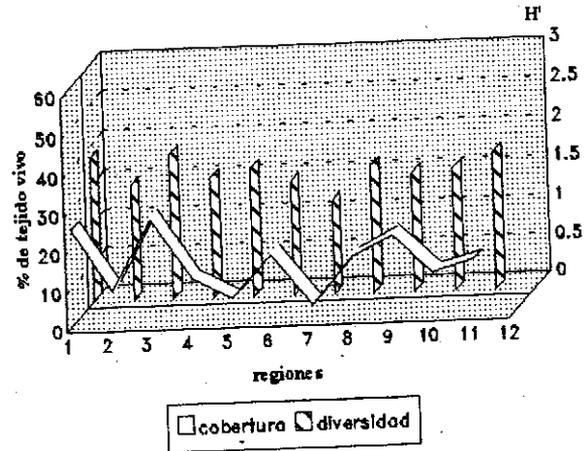
## Frontal Interior



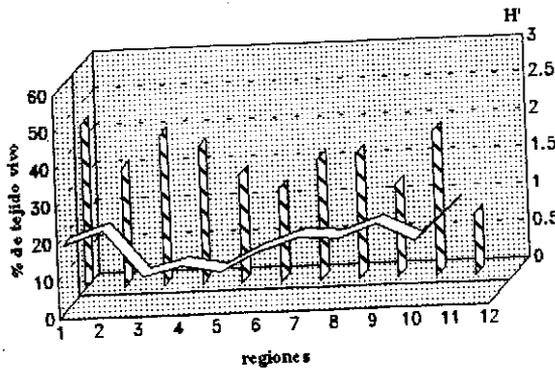
## Trans Barlovento



## Rompiente



## Posterior-Laguna



**ESCLERACTINIOS**  
Sian Ka'an

Apéndice II. Valores de cobertura y diversidad de escleractinios por zonas arrecifales.

ESCLERACTINIOS

REGION GEOGRAFICA ZONA ARRECIFAL	REGION I	REGION II	REGION III	REGION IV	REGION V	REGION VI
Frontal exterior	26 (33.83)	21 (57.44)	18 (11.54)	20 (35.75)	23 (30.38)	15 (36.50)
Frontal interior	28 (36.38)	25 (42.50)	13 (10.11)	20 (28.63)	15 (16.88)	10 (19.33)
Trans barlovento	20 (17.80)	15 (8.44)	7 (10.58)	14 (18.63)	14 (11.38)	11 (13.17)
Rompiente arrecifal	11 (24.83)	9 (8.67)	9 (27.00)	10 (11.17)	7 (5.85)	7 (16.83)
Posterior-Laguna	17 (17.64)	7 (21.08)	13 (8.83)	10 (11.13)	9 (9.23)	10 (14.25)
<b>ESPECIES (COBERTURA)</b>	<b>35 (26.64)</b>	<b>33 (29.59)</b>	<b>25 (12.72)</b>	<b>28 (20.15)</b>	<b>25 (14.30)</b>	<b>24 (20.96)</b>

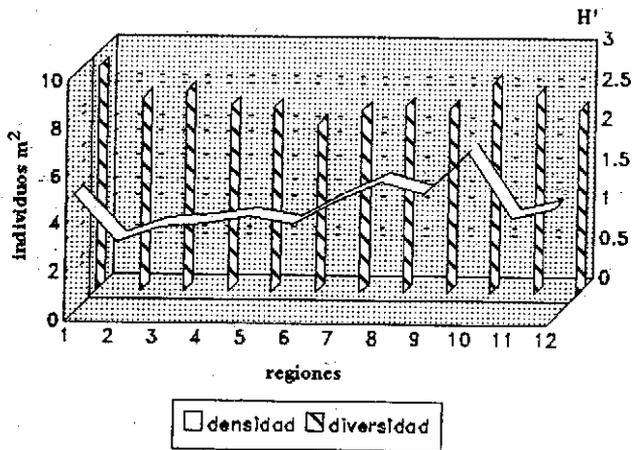
REGION GEOGRAFICA ZONA ARRECIFAL	REGION VII	REGION VIII	REGION IX	REGION X	REGION XI	REGION XII
Frontal exterior	5 (8.50)	10 (14.56)	16 (24.93)	17 (19.07)	24 (51.00)	13 (11.00)
Frontal interior	11 (14.33)	14 (22.33)	14 (13.17)	14 (12.13)	13 (11.71)	11 (7.08)
Trans barlovento		2 (2.33)	15 (21.13)	15 (18.80)	5 (8.33)	10 (7.67)
Rompiente arrecifal	5 (3.44)	9 (15.67)	9 (21.11)	9 (10.94)	8 (14.00)	
Posterior-Laguna	11 (17.78)	9 (17.00)	6 (20.56)	10 (15.56)	8 (25.00)	
<b>ESPECIES (COBERTURA)</b>	<b>15 (10.81)</b>	<b>24 (13.74)</b>	<b>26 (20.40)</b>	<b>28 (16.14)</b>	<b>33 (28.32)</b>	<b>22 (8.67)</b>

Apéndice III. Número de especies y estimaciones de cobertura relativa (%) de corales escleractinios, en cada región y zona arrecifal.

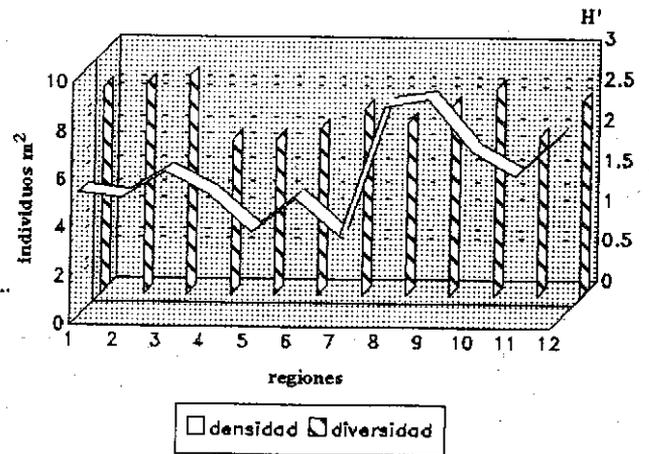
FAMILIA	GENERO	ESPECIE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Anthothelidae	<i>Erythropodium</i>	<i>E. caribaeorum</i>	E	R	E	E	C	R	E	R	R	-	-	-	
		<i>Ickliogorgia</i>	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Briareidae	<i>Briareum</i>	<i>B. asbestinum</i>	C	C	C	E	C	A	C	E	E	E	E	-	
		<i>E. calyculata</i>	E	E	C	E	E	E	E	E	E	E	E	E	C
Plexauridae	<i>Eunicea</i>	<i>E. fusca</i>	E	E	R	R	R	R	R	E	E	E	E	R	R
		<i>E. laxispica</i>	A	E	C	E	E	C	E	E	E	E	C	E	C
		<i>E. mamosa</i>	E	E	E	E	E	E	E	C	E	C	C	E	E
		<i>E. palmeri</i>	R	R	-	-	-	R	-	R	-	E	R	R	E
		<i>E. succinea</i>	R	E	E	E	E	C	E	E	E	E	E	E	E
		<i>E. tourneforti</i>	E	R	E	C	E	E	C	E	E	E	E	C	
	<i>Muricea</i>	<i>M. atlantica</i>	R	-	-	-	-	R	-	-	R	E	E	E	
		<i>M. elongata</i>	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>M. laxa</i>	-	R	E	-	-	-	-	R	E	E	E	E	
		<i>M. sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-	
		<i>M. muricata</i>	-	E	E	-	E	-	C	C	C	E	C	C	
	<i>Muriceopsis</i>	<i>M. flavida</i>	R	-	R	R	E	-	E	-	E	E	E	E	
		<i>Plexaura</i>	<i>P. flexuosa</i>	C	C	C	C	E	C	C	C	C	E	R	E
		<i>P. homomalla</i>	C	C	E	E	R	E	E	E	E	E	R	E	
	<i>Plexaurella</i>	<i>P. dichotoma</i>	E	E	E	-	R	C	R	R	R	E	E	E	
		<i>P. grisea</i>	E	R	E	-	R	R	E	R	R	E	R	R	E
		<i>P. nutans</i>	R	R	E	R	E	R	R	R	R	R	R	E	
	<i>Pseudoplexaura</i>	<i>P. flagelosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E	R	
		<i>P. porosa</i>	A	E	E	C	R	C	C	E	E	E	E	E	
		<i>P. sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-	-	-	
		<i>P. wagneri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-	
Gorgonidae	<i>Gorgonia</i>	<i>G. flabellum</i>	A	A	A	D	A	C	A	C	C	A	C	E	
		<i>G. ventolina</i>	E	C	E	E	R	E	E	E	E	E	E	R	E
	<i>Pseudopterogorgia</i>	<i>P. acerosa</i>	E	C	E	R	E	E	E	A	A	C	D	E	
		<i>P. americana</i>	A	D	D	D	D	A	C	D	D	A	A	D	
		<i>P. bipinnata</i>	R	E	E	R	-	R	-	E	E	E	R	A	
	<i>Pterogorgia</i>	<i>P. anceps</i>	-	-	E	-	-	-	-	-	-	E	R	E	
		<i>P. citrina</i>	R	R	E	-	R	E	-	E	E	E	R	E	
		<i>P. guadalupensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	R	E	-	-	
		<i>P. sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E

Apéndice IV. Lista de especies de corales gorgonáceos y estimaciones de abundancia relativa en cada región con base en la densidad. Dominante (D) = >20%, Abundante (A) = 10-20%, Común (C) = 5-10%, Escasa (E) = 1-5%, Rara (R) = < 1%.

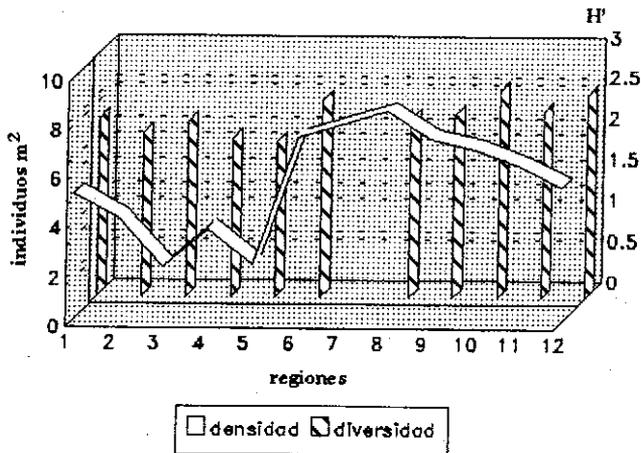
## Frontal Exterior



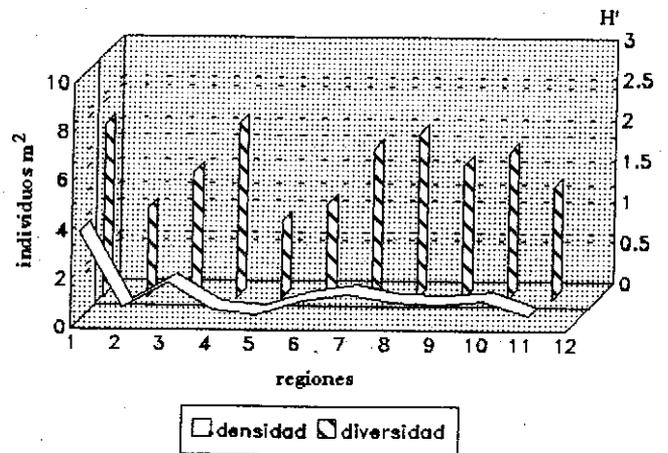
## Frontal Interior



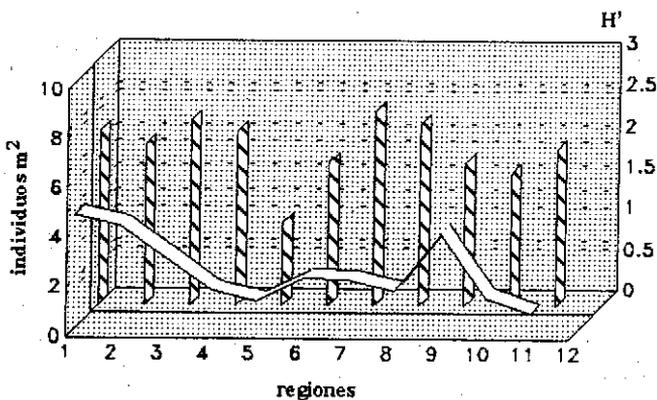
## Trans Barlovento



## Rompiente



## Posterior-Laguna



**GORGONACEOS**  
Sian Ka'an

Apéndice V. Valores de densidad y diversidad de gorgonáceos por zonas arrecifales.

GORGONACEOS

REGION GEOGRAFICA	REGION I	REGION II	REGION III	REGION IV	REGION V	REGION VI
<b>ZONA ARRECIFAL</b>						
Frontal exterior	23 (4.96)	15 (3.03)	21 (3.65)	16 (3.82)	20 (4.11)	16 (3.80)
Frontal interior	24 (5.18)	22 (4.96)	20 (6.06)	15 (5.12)	17 (3.58)	10 (5.00)
Trans barlovento	20 (5.16)	15 (4.20)	10 (2.25)	14 (3.77)	10 (2.35)	16 (7.50)
Rompiente arrecifal	15 (3.67)	5 (0.55)	6 (1.60)	12 (0.5)	4 (0.31)	5 (0.90)
Posterior-Laguna	17 (4.62)	12 (4.20)	15 (2.93)	12 (1.62)	8 (1.16)	9 (2.10)
<b>ESPECIES (DENSIDAD)</b>	<b>26 (4.54)</b>	<b>25 (3.54)</b>	<b>24 (3.52)</b>	<b>20 (2.79)</b>	<b>21 (2.16)</b>	<b>24 (4.2)</b>

REGION GEOGRAFICA	REGION VII	REGION VIII	REGION IX	REGION X	REGION XI	REGION XII
<b>ZONA ARRECIFAL</b>						
Frontal exterior	15 (4.80)	18 (5.60)	18 (5.10)	22 (6.88)	22 (4.13)	18 (4.55)
Frontal interior	13 (3.40)	16 (8.80)	20 (9.10)	20 (6.96)	16 (5.96)	20 (7.60)
Trans barlovento	9 (1.16)	13 (8.6)	19 (7.46)	17 (7.04)	14 (6.40)	18 (5.55)
Rompiente arrecifal	9 (1.16)	10 (0.82)	6 (0.75)	8 (0.90)	4 (0.30)	
Posterior-Laguna	13 (2.06)	12 (1.60)	11 (3.90)	8 (1.33)	8 (3.96)	
<b>ESPECIES (DENSIDAD)</b>	<b>21 (2.23)</b>	<b>24 (3.62)</b>	<b>26 (5.71)</b>	<b>28 (4.45)</b>	<b>27 (3.96)</b>	<b>25 (5.90)</b>

Apéndice VI. Número de especies y estimaciones de densidad relativa (%) de corales gorgonáceos en cada región y zona arrecifal.

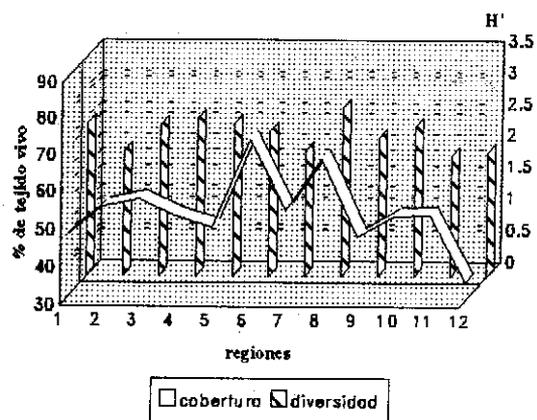
DIVISION	GENERO	ESPECIE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Clorophyta	<i>Acetabularia</i>	<i>A. sp.</i>	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Anadyomene</i>	<i>A. sp.</i>	-	-	-	-	R	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Avrainvillea</i>	<i>A. asarifolia</i>	R	-	R	-	-	R	-	-	R	R	R	E
		<i>A. longicaulis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-	-	-
		<i>A. rawsonii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E	-	-
		<i>A. sp.</i>	R	-	-	-	E	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Caulerpa</i>	<i>C. cupressoides</i>	R	R	-	R	R	-	-	-	-	-	-	-
		<i>C. prolifera</i>	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>C. racemosa</i>	R	E	E	-	-	R	-	E	R	R	-	-
		<i>C. verticillata</i>	E	R	E	R	E	R	R	R	E	R	-	E
	<i>Chaetomorpha</i>	<i>C. crassa</i>	-	-	-	-	-	-	E	-	-	-	-	-
		<i>C. sp.</i>	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Cladocephalus</i>	<i>C. luteofuscus</i>	-	-	R	E	-	-	-	-	R	-	-	-
	<i>Cladophora</i>	<i>C. sp.</i>	-	R	E	E	E	-	-	R	R	-	-	-
	<i>Codium</i>	<i>C. repens</i>	R	-	-	-	R	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Dasycladus</i>	<i>D. vermicularis</i>	-	E	R	E	-	A	-	-	-	R	-	-
	<i>Derbesia</i>	<i>D. sp.</i>	R	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
	<i>Dictyosphaeria</i>	<i>D. cavernosa</i>	R	R	-	R	R	E	R	E	R	R	A	-
	<i>Enteromorpha</i>	<i>E. flexuosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	E	-	-	-	-
	<i>Halimeda</i>	<i>H. copiosa</i>	E	E	E	R	R	E	-	-	R	E	E	R
		<i>H. discoidea</i>	E	E	C	E	C	E	C	E	C	E	E	C
		<i>H. goreauii</i>	C	E	E	C	C	E	R	E	C	E	E	C
		<i>H. incrassata</i>	E	E	E	E	C	E	-	E	E	C	A	A
		<i>H. lacrimosa</i>	-	R	-	-	-	-	-	-	R	-	R	E
		<i>H. monile</i>	-	-	-	-	E	-	-	E	R	R	-	E
		<i>H. opuntia</i>	C	E	E	A	A	E	-	C	C	E	E	-
		<i>H. tuna</i>	A	A	C	A	-	C	A	E	C	E	R	E
	<i>Neomeris</i>	<i>N. annulata</i>	R	E	E	E	R	R	E	E	R	E	E	E
	<i>Penicillus</i>	<i>P. capitatus</i>	R	R	R	E	E	E	R	R	R	R	E	-
		<i>P. pyriformis</i>	-	-	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Riphalia</i>	<i>R. tomentosa</i>	R	R	R	E	-	R	R	E	-	-	R	-
	<i>Riphocephalus</i>	<i>R. phoenix</i>	E	E	E	E	E	R	-	-	R	R	E	E
	<i>Udotea</i>	<i>U. cyathiformis</i>	R	R	-	R	-	E	E	R	E	R	-	E
	<i>U. flabellum</i>	-	-	-	-	R	R	R	E	E	E	-	-	
	<i>U. wilsonii</i>	R	-	-	-	R	R	-	-	-	-	-	-	
<i>Ulva</i>	<i>U. fasciata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E	-	-	
<i>Valonia</i>	<i>V. macrophysa</i>	-	-	R	R	R	E	-	-	R	-	-	-	
	<i>V. utricularis</i>	-	-	-	R	-	-	-	R	-	-	-	-	
<i>Ventricaria</i>	<i>V. ventricosa</i>	R	-	R	-	R	E	R	E	R	R	R	-	

Apéndice VIIa. Lista de especies de macroalgas bentónicas y estimaciones de abundancia relativa en cada región con base en la cobertura. Dominante (D) = >20%, Abundante (A) = 10-20%, Común (C) = 5-10%, Escasa (E) = 1-5%, Rara (R) = < 1%.

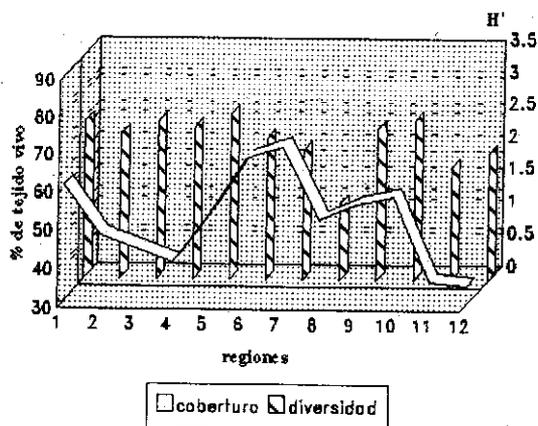
DIVISION	GENERO	ESPECIE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Phaeophyta	<i>Dictyopteris</i>	<i>D. deliculata</i> —	—	—	R	—	—	—	—	R	—	—	—	—	
		<i>D. sp.</i> —	—	—	—	E	—	—	—	—	—	—	—	—	
	<i>Dyctiota</i>	<i>D. sp.</i>	D	D	A	C	A	A	A	C	A	A	A	A	—
		<i>Lobophora</i>	<i>L. variegata</i>	R	A	C	—	E	E	—	E	E	E	A	A
	<i>Padina</i>	<i>P. sp.</i> —	R	R	R	E	E	E	C	E	E	R	E	C	R
		<i>Sargassum</i>	<i>S. fluitans</i> —	—	—	—	—	—	—	—	—	E	E	—	—
	<i>S. histrix</i>		E	E	C	E	E	A	A	A	A	A	A	C	A
	<i>S. natans</i> —		—	—	—	—	—	—	—	—	R	—	—	—	—
	<i>S. polyceratium</i>		—	—	—	—	E	—	—	—	—	C	—	—	—
	<i>Styopodium</i>	<i>S. zonale</i>	E	—	E	—	E	E	C	C	E	E	E	C	E
		<i>Turbinaria</i>	<i>T. turbinata</i>	E	R	E	E	—	E	C	C	E	E	C	C
	<i>T. sp.</i> —		R	—	—	—	—	E	E	C	E	C	C	C	—
	Rodophyta	<i>Acantophora</i>	<i>A. spicifera</i> —	—	—	—	R	R	—	—	—	—	—	—	—
			<i>A. sp.</i>	A	C	C	E	E	C	E	C	C	C	C	C
<i>Amphiroa</i>		<i>A. laxiformis</i> —	—	—	—	R	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		<i>Bostrychia</i>	<i>B. sp.</i> —	—	R	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>B. triquetrum</i> —			—	—	—	R	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ceramium</i>		<i>C. nitens</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		<i>C. irregularis</i>	—	—	R	—	—	—	R	—	—	—	—	—	—
<i>Coelotrix</i>		<i>C. sp.</i>	E	E	E	E	C	E	C	E	R	E	E	E	E
		<i>Galaxaura</i>	<i>G. sp.</i>	—	—	—	E	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Halymenia</i>			<i>H. floresia</i>	—	—	—	E	—	—	—	—	—	—	—	—
		<i>H. duchassaingii</i>	—	—	E	E	—	R	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hydrolython</i>		<i>H. boergesenii</i>	E	—	—	E	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		<i>Hypnea</i>	<i>H. cervicornis</i> —	R	—	—	E	R	R	R	—	—	E	—	—
<i>Jania</i>			<i>J. sp. edha</i>	E	—	E	E	E	E	E	E	E	R	—	—
<i>Laurencia</i>		<i>L. papillosa</i> —	—	—	—	R	—	—	—	—	E	—	—	—	—
		<i>L. sp. pol</i>	E	C	E	C	C	E	R	R	R	R	R	—	—
<i>Liagora</i>		<i>L. mucosa</i> —	—	—	R	R	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		<i>L. pinnata</i> —	—	—	—	R	—	R	—	R	—	—	—	—	—
<i>Neogoniolithon</i>		<i>N. strictum</i> —	—	—	—	R	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		<i>Ochtodes</i>	<i>O. secundiramea</i> —	—	—	—	—	E	—	—	—	—	—	—	—
<i>Polysiphonia</i>		<i>P. sp.</i> —	—	—	—	—	—	E	—	—	—	—	—	—	—
		<i>Wrangelia</i>	E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Especies no determinadas		v	E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		x	—	—	—	—	—	E	—	—	R	—	—	—	
		y	—	—	—	—	—	—	—	—	R	—	—	—	
		z	—	—	—	—	—	E	—	—	E	—	—	—	

Apéndice VIIb. Lista de especies de macroalgas bentónicas y estimaciones de abundancia relativa en cada región con base en la cobertura. Dominante (D) = >20%, Abundante (A) = 10-20%, Común (C) = 5-10%, Escasa (E) = 1-5%, Rara (R) = < 1%.

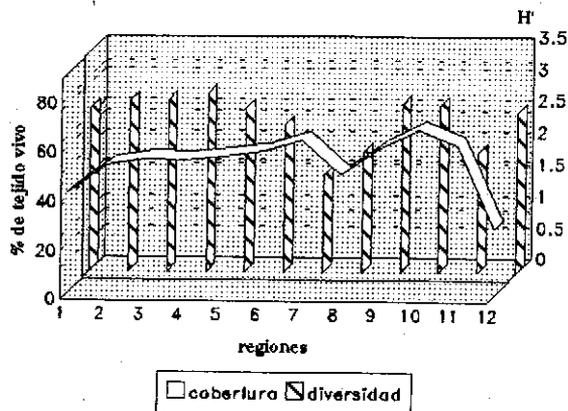
## Frontal Exterior



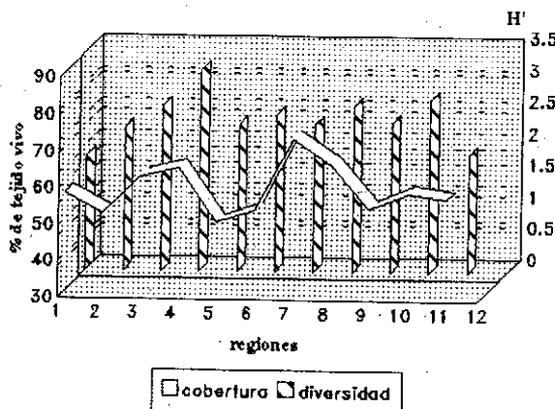
## Frontal Interior



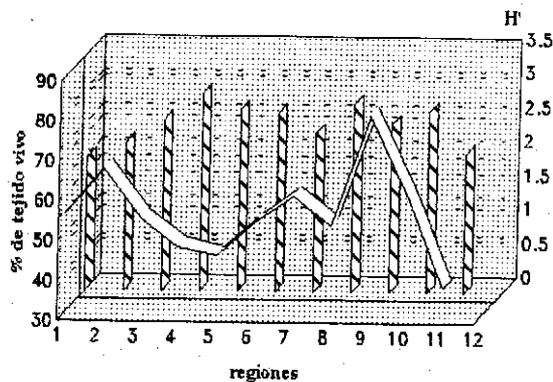
## Trans Barlovento



## Rompiente



## Posterior-Laguna



**MACROALGAS**  
Sian Ka'an

Apéndice VIII. Valores de cobertura y diversidad de macroalgas bentónicas por zonas arrecifales.

MACROALGAS

REGION GEOGRAFICA	REGION I	REGION II	REGION III	REGION IV	REGION V	REGION VI
ZONA ARRECIFAL						
Frontal exterior	19 (46.67)	12 (54.44)	18 (56.66)	20 (51.94)	16 (48.88)	14 (72.50)
Frontal interior	25 (60.49)	14 (47.41)	16 (44.07)	16 (40.27)	22 (53.14)	14 (67.78)
Trans barlovento	22 (41.56)	16 (52.78)	21 (55.55)	24 (54.72)	23 (56.66)	17 (58.75)
Rompiente arrecifal	15 (57.29)	17 (51.67)	20 (61.66)	32 (64.22)	20 (49.36)	17 (52.78)
Posterior-Laguna	17 (55.19)	16 (66.67)	18 (54.07)	30 (47.11)	23 (45.07)	18 (53.33)
ESPECIES (COBERTURA)	36 (53.50)	32 (54.50)	36 (53.96)	43 (52.02)	38 (50.41)	36 (61.67)

REGION GEOGRAFICA	REGION VII	REGION VIII	REGION IX	REGION X	REGION XI	REGION XII
ZONA ARRECIFAL						
Frontal exterior	11 (53.33)	17 (67.67)	17 (46.67)	16 (51.94)	11 (52.42)	10 (34.58)
Frontal interior	10 (71.11)	8 (51.67)	13 (55.78)	20 (57.88)	9 (35.56)	14 (32.50)
Trans barlovento	8 (63.33)	9 (49.33)	21 (60.00)	26 (67.27)	10 (61.11)	16 (27.50)
Rompiente arrecifal	16 (72.22)	20 (65.28)	17 (53.33)	23 (57.65)	8 (56.00)	
Posterior-Laguna	12 (60.00)	22 (52.62)	17 (80.24)	23 (60.44)	10 (37.33)	
ESPECIES (COBERTURA)	23 (64.94)	34 (58.58)	38 (60.34)	34 (58.89)	24 (48.00)	20 (31.53)

Apéndice IX. Número de especies y estimaciones de cobertura relativa (%) de macroalgas bentónicas, en cada región y zona arrecifal.

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Acanthuridae	<i>Acanthurus</i>	<i>A. bahianus</i> ✓	R	E	E	E	C	E	R	R	E	E	E	E	
		<i>A. chirurgus</i> ✓	R	R	-	-	-	-	-	-	C	-	-	-	-
		<i>A. coeruleus</i> ✓	C	C	C	C	C	E	E	C	E	C	E	-	-
Aulostomidae	<i>Aulostomus</i>	<i>A. maculatus</i> ✓	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Balistidae	<i>Balistes</i>	<i>B. vetula</i> ✓	R	R	R	-	E	E	R	R	R	R	-	-	
		<i>M. niger</i>	R	-	-	-	-	-	-	R	-	-	-	E	
Bleniidae	<i>Ophioblennius</i>	<i>O. atlanticus</i> ✓	-	R	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	
Carangidae	<i>Caranx</i>	<i>C. ruber</i> ✓	-	-	C	E	-	-	-	R	E	-	E	-	
		<i>Trachinotus</i>	<i>T. goodei</i>	-	E	-	-	-	-	-	R	-	-	-	-
Chaetodontidae	<i>Chaetodon</i>	<i>C. aculeatus</i> —	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-	-	-	
		<i>C. capistratus</i> ✓	R	E	E	E	-	E	-	-	R	-	-	-	
		<i>C. ocellatus</i> ✓	R	R	E	R	-	-	-	R	R	R	E	-	
		<i>C. striatus</i> ✓	R	E	R	R	E	R	R	R	-	-	-	E	
Clinidae	<i>Malacoctenus</i>	<i>M. triangulatis</i>	-	-	R	-	R	-	-	-	-	-	-		
Gerreidae	<i>Gerres</i>	<i>G. cinereus</i> —	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-	-		
Grammidae	<i>Gramma</i>	<i>G. loreto</i>	R	C	E	E	E	R	R	R	R	R	E	C	
Holocentridae	<i>Holocentrus</i>	<i>H. ascensionis</i> —	-	-	-	-	-	-	-	R	R	-	-	-	
		<i>H. bullisi</i> —	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-	-	-	
		<i>H. marianus</i>	-	R	E	R	E	R	E	R	R	E	R	C	
		<i>H. rufus</i>	E	E	R	E	E	E	R	R	E	-	-	-	
		<i>Kyphosus</i>	<i>K. sectatrix</i>	-	-	-	-	-	R	-	-	-	-	-	
Labridae	<i>Bodianus</i>	<i>B. rufus</i>	R	-	R	R	E	E	-	E	R	E	E	-	
		<i>Clepticus</i>	R	-	-	-	R	-	-	-	-	-	-	-	
		<i>Halichoeres</i>	<i>H. bivittatus</i>	E	E	C	E	R	C	C	E	C	R	E	C
		<i>H. garnoti</i>	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	
		<i>H. maculipinna</i>	E	R	-	R	R	E	-	-	R	R	-	E	
		<i>H. pictus</i>	R	-	-	-	E	-	-	-	R	R	-	-	
		<i>H. poeyi</i>	R	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E	
		<i>H. radiatus</i>	-	-	R	R	-	R	-	R	-	R	-	-	
		<i>Lachnolaimus</i>	<i>L. maximus</i>	R	-	-	-	-	-	-	-	R	-	-	-
		<i>Thalassoma</i>	<i>T. bifasciatum</i>	C	C	A	A	A	A	A	A	A	-	D	D
Lutjanidae	<i>Xyrichtys</i>	<i>X. martinicensis</i>	-	-	-	R	-	-	-	-	-	-	-		
		<i>Lutjanus</i>	<i>L. analis</i>	-	-	-	R	-	-	-	R	-	-	-	
		<i>L. apodus</i>	E	R	R	R	-	E	E	E	E	-	R	-	
		<i>L. griseus</i>	-	-	-	-	E	-	-	-	-	-	-	-	
Malaacanthidae	<i>Malacanthus</i>	<i>M. plumieri</i> —	R	R	R	-	-	-	-	R	R	-	-		
		<i>Ocyurus</i>	<i>O. chrysurus</i>	E	E	E	E	E	E	R	E	C	E	E	C
		<i>Cantherhines</i>	<i>C. pulbus</i>	-	R	-	-	-	-	R	-	R	R	-	
Mullidae	<i>Pseudupeneus</i>	<i>P. maculatus</i>	R	-	-	-	-	-	R	R	R	-	E		
Muraenidae	<i>Gymnothorax</i>	<i>G. funbris</i> —	-	-	-	-	-	-	R	-	-	-			
Myliobatidae	<i>Aetobatus</i>	<i>A. narinari</i>	-	-	-	-	R	-	-	-	-	-			
Ostraciidae	<i>Lactophrys</i>	<i>L. quadricornis</i>	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Pempheridae	<i>Pempheris</i>	<i>P. schomburgki</i>	-	-	-	E	-	-	-	-	R	-			
Pomacanthidae	<i>Holacanthus</i>	<i>H. ciliaris</i>	-	-	-	R	-	R	-	-	-	-	-		
		<i>H. tricolor</i>	E	E	-	R	-	E	R	E	R	E	-		
		<i>Pomacanthus</i>	<i>P. arcuatus</i>	R	E	E	E	R	R	-	R	E	R	-	
<i>P. paru</i>	R	R	-	R	E	-	-	R	-	R	-	-			

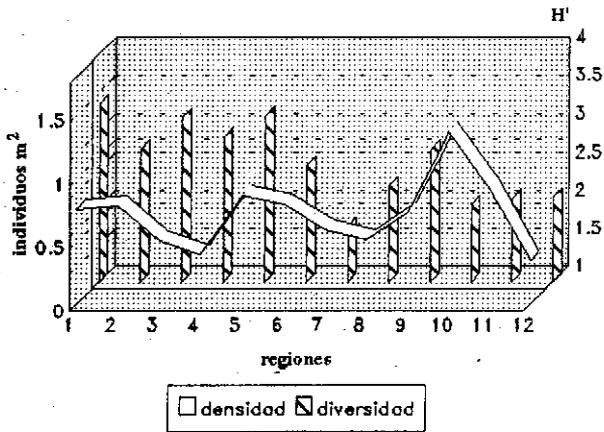
Apéndice Xa. Lista de especies de peces arrecifales y estimaciones de abundancia relativa en cada región con base en la densidad. Dominante (D) = >20%, Abundante (A) = 10-20%, Común (C) = 5-10%, Escasa (E) = 1-5%, Rara (R) = < 1%.

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Pomacentridae	<i>Microspathodon</i>	<i>M. chrysurus</i>	E	R	E	E	C	E	E	E	E	E	-	-	
		<i>Stegastes</i>	R	-	E	-	E	-	-	-	-	E	-	E	-
	<i>Stegastes</i>	<i>S. dorsopunicans</i>	E	E	E	C	-	C	E	E	E	E	E	-	-
		<i>S. fuscus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-	-	-
		<i>S. leucosticus</i>	R	E	-	R	R	C	-	R	E	-	-	-	-
		<i>S. partitus</i>	E	E	E	R	E	E	C	E	C	C	A	-	-
		<i>S. planifrons</i>	R	E	E	E	E	E	R	-	E	R	E	-	-
		<i>S. variabilis</i>	R	R	R	E	E	-	-	-	R	E	-	-	-
Pomadasydae	<i>Anisotremus</i>	<i>A. surinamensis</i>	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		<i>A. virginicus</i>	E	R	R	E	E	E	R	E	-	-	-	-	-
	<i>Haemulon</i>	<i>H. album</i>	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>H. aurolineatum</i>	R	-	E	R	-	-	-	-	E	-	-	-	-
		<i>H. carbonarium</i>	R	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>H. flavolineatum</i>	E	E	E	-	C	R	-	C	E	E	-	-	-
		<i>H. parrisi</i>	R	-	-	R	-	-	A	-	-	-	-	-	-
		<i>H. plumieri</i>	E	R	E	C	-	R	-	R	-	-	-	-	-
		<i>H. sciurus</i>	E	E	E	C	-	R	D	C	E	R	-	E	-
		<i>H. striatum</i>	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Priacanthidae	<i>Priacanthus</i>	<i>P. arenatus</i>	-	-	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	
Scaridae	<i>Scarus</i>	<i>S. guacamaia</i>	-	-	-	-	R	-	-	-	-	-	-	-	
		<i>S. iserli</i>	E	R	E	E	E	-	-	R	E	E	E	E	
		<i>S. taeniopterus</i>	E	R	R	E	-	R	-	R	-	-	-	-	
	<i>Sparisoma</i>	<i>S. vetula</i>	-	R	R	R	E	E	R	-	-	R	-	-	
		<i>S. aurofrenatum</i>	R	-	R	E	-	R	-	R	E	-	-	-	
		<i>S. chrysopterum</i>	E	E	-	-	-	-	E	E	R	R	E	-	
		<i>S. radians</i>	-	R	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	
		<i>S. rubripinne</i>	-	R	R	R	-	-	-	E	-	-	-	-	
	Sciaenidae	<i>Equetus</i>	<i>S. viride</i>	C	E	C	C	E	C	E	E	E	E	E	-
			<i>E. acuminatus</i>	R	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-	-
			<i>E. punctatus</i>	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Serranidae			<i>Cephalopholis</i>	<i>C. cruentatus</i>	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				<i>C. fulvus</i>	E	E	E	E	E	R	E	R	R	E	R
Serranidae	<i>Epinephelus</i>	<i>E. adscensionis</i>	R	-	-	R	-	R	R	R	-	-	-		
		<i>E. cruentata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-	-		
		<i>E. fulvus</i>	-	-	-	-	-	R	-	-	-	-	-		
		<i>E. guttatus</i>	R	-	R	-	-	R	-	-	-	-	-		
		<i>E. striatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-	-		
		<i>Hypoplectrus</i>	<i>H. chlorurus</i>	-	R	-	-	-	R	-	-	-	-	-	
	<i>H. nigricans</i>	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E		
	<i>H. puella</i>	-	R	-	-	-	-	-	-	R	-	-	-		
	<i>H. unicolor</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	R	R	-	-		
	<i>Serranus</i>	<i>S. tabacarius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	R	R	-		
Sparidae	<i>Calamus</i>	<i>S. tigrinus</i>	R	-	E	R	E	R	-	-	E	-	E		
		<i>C. calamus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-	-		
Sphyraenidae	<i>Sphyraena</i>	<i>S. barracuda</i>	R	E	-	-	R	-	-	-	-	-			
Tetraodontidae	<i>Canthigaster</i>	<i>C. rostrata</i>	R	-	-	-	-	-	-	-	R	-			

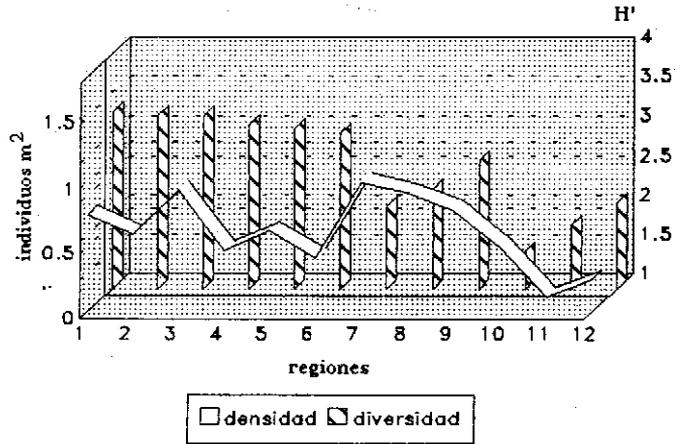
Apéndice Xb. Lista de especies de peces arrecifales y estimaciones de abundancia relativa en cada región con base en la densidad.

Dominante (D) = > 20%, Abundante (A) = 10-20%, Común (C) = 5-10%, Escasa (E) = 1-5%, Rara (R) = < 1%.

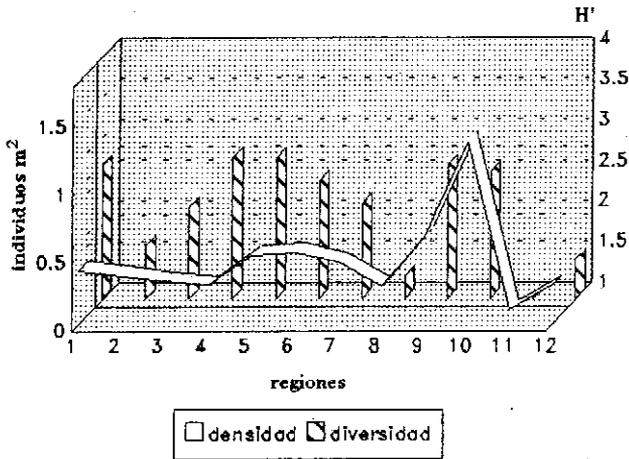
## Frontal Exterior



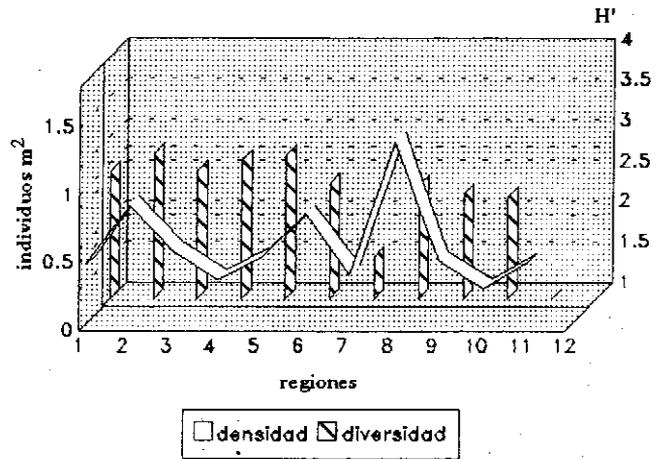
## Frontal Interior



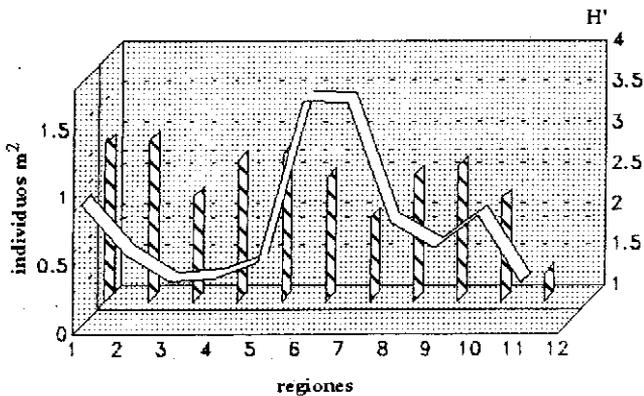
## Trans Barlovento



## Rompierte



## Posterior-Laguna



**PECES  
ARRECIFALES  
Sian Ka'an**

PECES ARRECIFALES

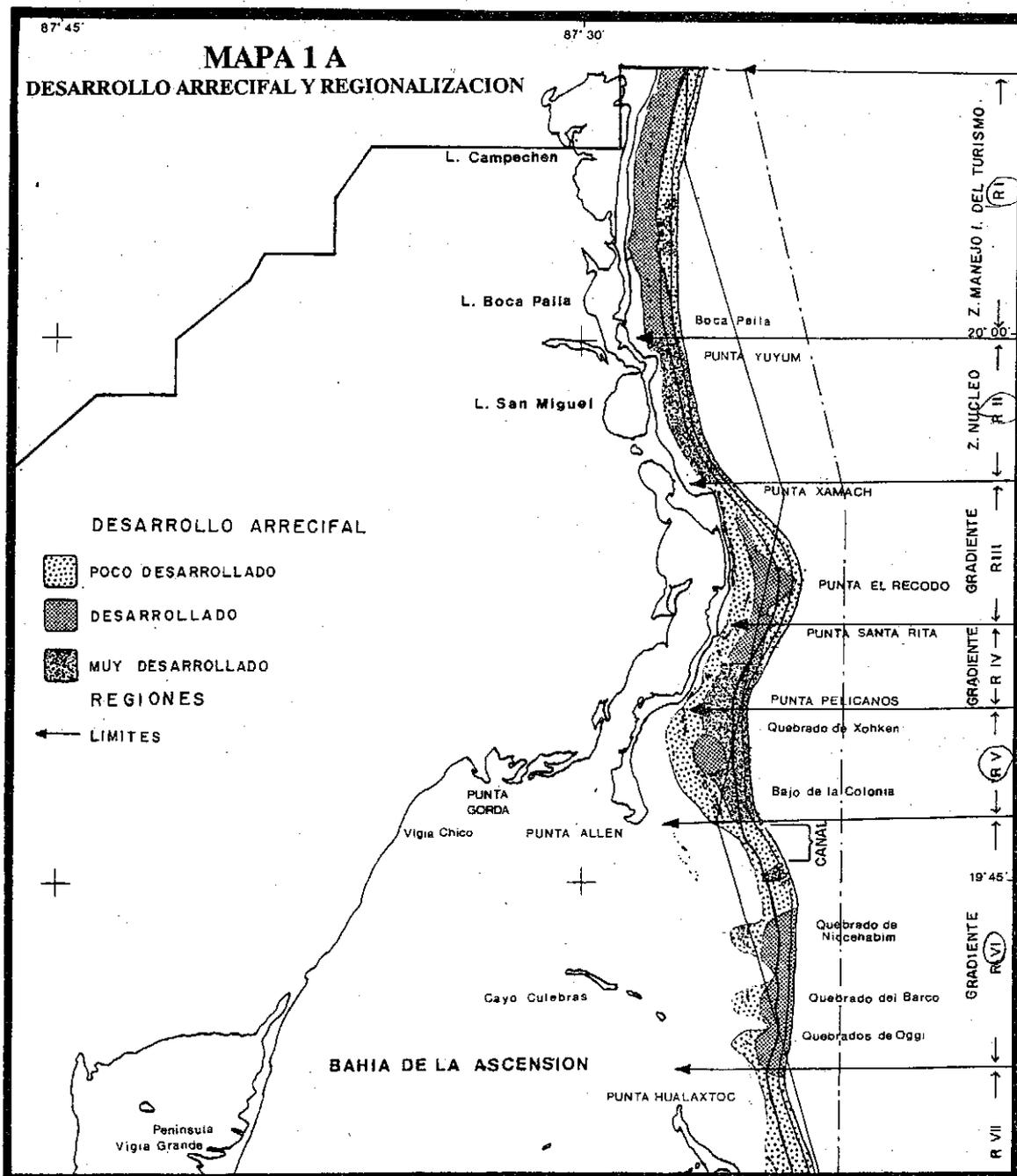
REGION GEOGRAFICA	REGION I	REGION II	REGION III	REGION IV	REGION V	REGION VI
<b>ZONA ARRECIFAL</b>						
Frontal exterior	43 (0.76)	28 (0.79)	30 (0.51)	23 (0.40)	29 (0.87)	18 (0.80)
Frontal interior	38 (0.72)	31 (0.60)	32 (0.94)	27 (0.46)	27 (0.63)	22 (0.42)
Trans barlovento	23 (0.39)	10 (0.35)	10 (0.31)	21 (0.28)	22 (0.50)	16 (0.52)
Rompiente arrecifal	20 (0.43)	26 (0.87)	17 (0.53)	20 (0.32)	24 (0.49)	19 (0.80)
Posterior-Laguna	33 (0.90)	24 (0.53)	13 (0.33)	21 (0.35)	22 (0.47)	22 (1.66)
<b>ESPECIES (DENSIDAD)</b>	<b>61 (0.67)</b>	<b>52 (0.62)</b>	<b>41 (0.54)</b>	<b>47 (0.36)</b>	<b>36 (0.59)</b>	<b>41 (0.84)</b>

REGION GEOGRAFICA	REGION VII	REGION VIII	REGION IX	REGION X	REGION XI	REGION XII
<b>ZONA ARRECIFAL</b>						
Frontal exterior	9 (0.60)	16 (0.52)	25 (0.74)	16 (1.36)	14 (0.92)	12 (0.35)
Frontal interior	13 (1.00)	18 (0.92)	25 (0.79)	10 (0.50)	7 (0.12)	10 (0.25)
Trans barlovento	10 (0.45)	5 (0.27)	21 (0.64)	19 (1.34)	3 (0.10)	6 (0.28)
Rompiente arrecifal	9 (0.36)	23 (1.34)	14 (0.46)	13 (0.26)	4 (0.45)	
Posterior-Laguna	19 (1.65)	22 (0.76)	20 (0.58)	17 (0.81)	4 (0.32)	
<b>ESPECIES (DENSIDAD)</b>	<b>30 (0.95)</b>	<b>46 (0.89)</b>	<b>53 (0.66)</b>	<b>34 (0.86)</b>	<b>21 (0.48)</b>	<b>19 (0.29)</b>

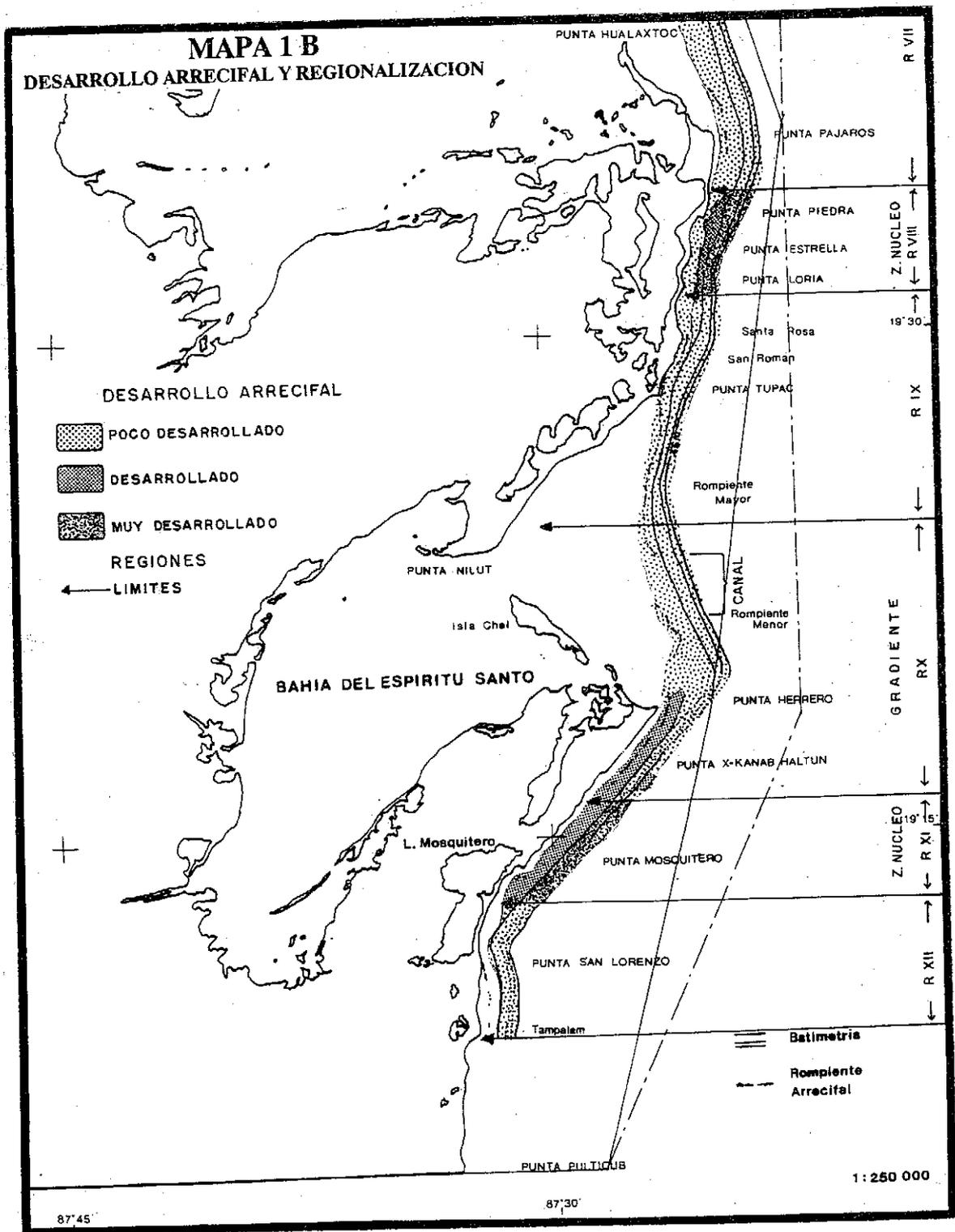
Apéndice XII. Número de especies y estimaciones de cobertura relativa (%) de peces arrecifales, en cada región y zona arrecifal.

# ARRECIFES CORALINOS

## RESERVA DE LA BIOSFERA SIAN KA'AN



Apéndice XIII. Mapa 1a. Regiones en las que se dividió la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an y grado de desarrollo arrecifal encontrado en cada una.



Apéndice XIV. Mapa 1b. Regiones en las que se dividió la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an y grado de desarrollo arrecifal encontrado en cada una.

# Explotación y Aprovechamiento del Cangrejo de Tierra (*Cardisoma guanhumi*) en la Ciénaga de Zapata, Cuba.

Ileana Alvarez, Enrique Giménez, Pedro Machado y Raúl Flores  
Centro de Investigaciones Pesqueras, Ministerio de la Industria Pesquera, Cuba.  
5a. Avenida y Calle 248, Barlovento, Santa Fe, Ciudad Habana, Cuba.

**RESUMEN.** Se realizaron muestreos periódicos en las zonas de captura, ubicadas en el área costera al oeste de Bahía de Cochinos obteniendo datos estadísticos de captura y esfuerzo, así como de reproducción, tallas de captura y selectividad del arte de pesca.

En las tres zonas principales de captura se estimaron un promedio de 56 cuevas de cangrejo por cada cien metros cuadrados.

Se estableció que el período de la corrida es de Mayo a Julio pudiéndose extender hasta Agosto.

Se registraron hembras de 5.5 cm. de ancho de carapacho que ya estaban frezadas. Se encontró que el número de hembras en la población disminuyó porcentualmente de 58 % en 1984 a 43 % en 1988.

El arte de pesca principal es el tranque, el cual varía de tamaño según la densidad de cangrejos en el área donde se coloca. También se emplea la captura manual.

Los datos de evaluación del recurso nos indican que el recurso se encuentra al borde de la sobreexplotación y sometido a un esfuerzo pesquero que duplica el de los niveles de equilibrio.

Se sugieren adaptaciones a las artes de pesca para que haya una selección de tallas de tal manera que los individuos por abajo del tamaño legal puedan ser excluidos.

Palabras clave: Crustacea, cangrejos, *Cardisoma guanhumi*, Ciénaga Zapata, Cuba, corrida, artes de pesca, manejo de pesquerías.

**ABSTRACT.** Periodic sampling was carried out in the capture zones located in the Zapata Swamp, east of the Bay of Pigs. Data on capture/effort, reproduction, capture size and selectivity of capture gear were obtained.

An average density of 56 crab holes per 100 sq/meters was detected in the main capture zones.

Coastal migration takes place from May to July and may extend until August.

Eggbearing females, from 5.5 cm carapace length were detected. It was found that the percentage of females diminished from 58 % in 1984 to 43 % in 1988.

The resource seems to be on the verge of over exploitation and some suggestions on modifications of capture gear are made in order to exclude individuals below legal size.

Keywords: Crustacea, crabs, *Cardisoma guanhumi*, Zapata Swamp, Cuba, capture gear, fisheries management.

## Introducción

El cangrejo de tierra o cangrejo blanco como se le conoce por la población, se distribuye por las Antillas y la costa Atlántica, desde Texas y el suroeste de la Florida (EE.UU.) hasta el Brasil.

Generalmente constituye un recurso importante de explotación y consumo en países como Colombia, Rep. Dominicana, Florida, Venezuela, Cuba y otros. En ocasiones es considerada como una plaga en zonas agrícolas donde se le combate hasta sus total exterminio.

En la Ciénaga de Zapata se captura el 60% de la captura total del país y el resto corresponde a las zonas

de Pinar del Río, Niquero y Casilda, es por ello que las investigaciones se han realizado fundamentalmente en esta región del país.

El objetivo del presente trabajo es ofrecer de una forma integrada el resultado de las investigaciones realizadas por el Centro de Investigaciones Pesqueras y que han sido recogidas en publicaciones e informes científico-técnicos ofrecidas a la producción.

## Materiales y métodos

Las investigaciones se desarrollan a partir de muestreos periódicos realizados durante la corrida (migración de reproducción) en las zonas de captura situadas en el área costera oeste de Bahía de Cochinos.

Además se recopilaron estadísticas de captura y el esfuerzo del establecimiento Ciénaga de Zapata y del M.I.P.

El material colectado permitió realizar un análisis biológico-pesquero del recurso que trata aspectos sobre reproducción, tallas presentes en las capturas, selectividad del arte de pesca y otros. Además se realizaron evaluaciones del recurso y se dieron los primeros pasos en la confección de un pronóstico de captura.

Junto a estas investigaciones se estudiaron aspectos relacionados con la tecnología del procesamiento y aprovechamiento integral del recurso.

## Resultados

### Distribución de la especie

El cangrejo de tierra constituye una parte importante del ecosistema de manglares y bosques costeros de la Ciénaga de Zapata, su distribución está limitada por la posibilidad de existencia de agua en las madrigueras, necesaria para la respiración y por la presencia de vegetación adecuada para su alimentación.

En la Ciénaga de Zapata se distribuye fundamentalmente en la zona costera que se extiende desde la porción oeste de Bahía de Cochinos hasta una distancia interior que depende de las necesidades antes mencionadas (Fig. 1)

En esta región se encuentran 3 zonas de captura fundamentales que son: La Arenera, San Lázaro y El Maíz.

Existen otras regiones de la Ciénaga donde habita el cangrejo y que no son explotados por su inaccesibilidad.

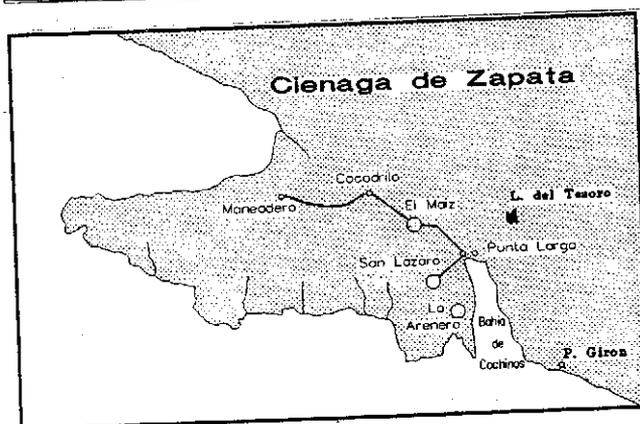
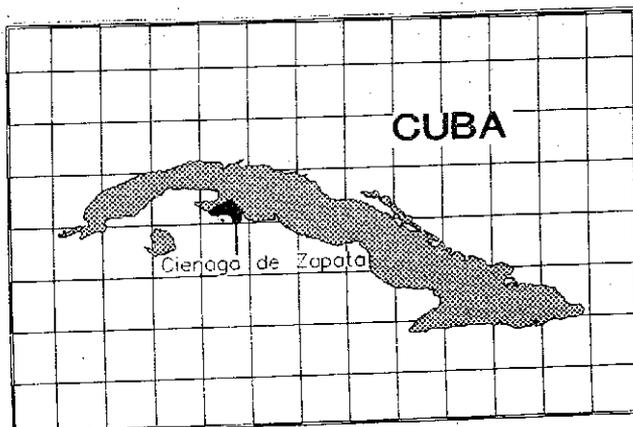


Figura 1. Zonas de captura del cangrejo de tierra.

La densidad de ejemplares estimada para la zona de captura es de 56 cuevas/100m<sup>2</sup> (Acevedo, M. 1984).

En otras áreas del Caribe se ha reportado una densidad de 1 cang/m<sup>2</sup> (Islas Andros), 1.8 (Florida) y 0.76 (Venezuela) (Taissoun, N.E. 1974).

### Reproducción

La migración de reproducción o corrida es uno de los eventos más importantes en el ciclo de vida del cangrejo de tierra, ya que es el período durante el cual asegura, la supervivencia de la especie, pero a la vez lo hace más vulnerable al arte de pesca empleado.

La corrida ocurre en la época lluviosa que se inicia en el mes de mayo, pudiendo extenderse hasta los meses de julio y agosto. En ella participan tanto los machos como las hembras, recorriendo distancias de hasta 5 km hacia la costa, donde tiene lugar la liberación de las larvas contenidas en la freza. En la Ciénaga de Zapata se han observado hembras frezadas a partir de 5.5 cm de ancho de carapacho, estimándose que a partir de 8.3 cm más del 50% de estas están frezadas (Giménez y Acevedo 1982).

Durante esta etapa el cangrejo adquiere un color azulado característico, cambiando después a un amarillo opaco. La coloración de las frezas, de acuerdo al desarrollo larval, varía de marrón oscuro, carmelita y gris al final del período, aunque pueden existir colores intermedios.

Los resultados obtenidos sugieren que el dimorfismo sexual bien marcado aparece a partir de los 5 cm de ancho del carapacho, semejantes a los obtenidos en la Florida (Herreid, 1963), donde se encontró que entre 4.5 y 7 cm de ancho de carapacho, ocurren profundos cambios morfológicos y fisiológicos en el *Cardisoma guanhumí*.

### Composición por talla y sexo

El rango de tallas (ancho de carapacho) observado durante la corrida fue de 5.5 a 12 cm.

Los muestreos mensuales efectuados mostraron que existen variaciones entre las tallas medias desde el inicio y final de la corrida.

En la Figura 2 se presenta la composición por talla y sexo durante los meses de mayo y junio y las respectivas tallas medias.

Estos resultados muestran un comportamiento característico de la especie, por el cual los animales mayores inician la corrida y posteriormente los más pequeños.

Se ha observado una disminución progresiva de la talla media en las capturas de 8.5 cm en 1984 a 8.0 cm en 1988, lo que se manifiesta en el aumento de ejemplares de talla sublegal (Fig. 3).

Del análisis de la composición de hembras y machos se observó que el número de hembras en la población disminuyó de 58% en 1984, al 43% en 1988, a la vez que aumentó la frecuencia de hembras de talla sublegal, en las capturas.

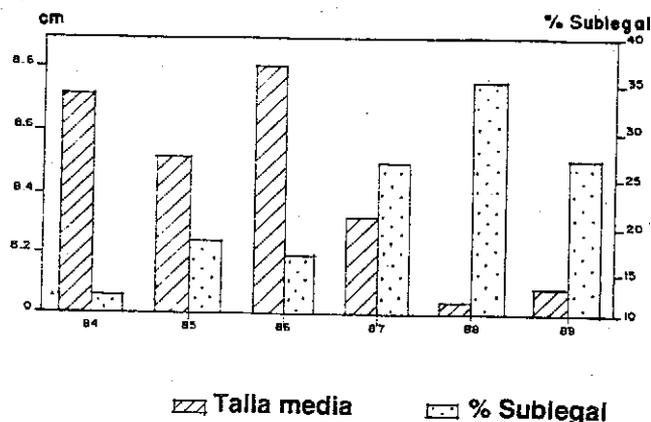
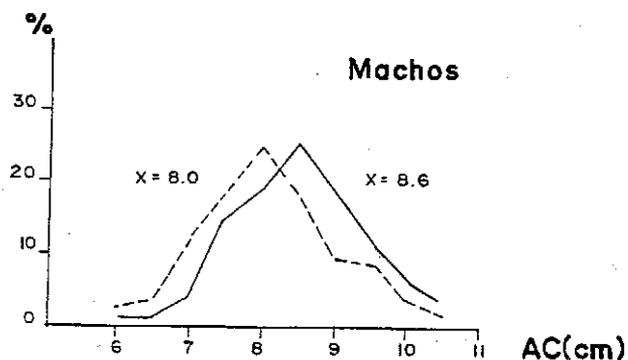


Figura 3. Talla media y composición de talla sublegal durante los años 1984-1989.

Si tenemos en cuenta que el ancho mínimo de maduración es 5.0-5.5 cm y que el potencial reproductor máximo se encuentra entre las tallas de 6.9-8.1 cm (Acevedo, *et al.* 1983 y Taissoun, 1974), el reclutamiento podría ser afectado en los próximos años.

### Artes de pesca

El arte de pesca empleado para la captura de esta especie es el tranque (Zamora, A. 1976), el cual consiste en un corral con uno o varios mataderos y las aletas o alas que pueden tener longitud variable (Fig. 4). Estas alas cuando son grandes aumentan el poder de captura de éstos.

El tamaño del corral está en dependencia de la abundancia de cangrejos en la zona, pudiendo tener hasta 10 m de diámetro. Funciona siguiendo el mismo principio de las redes de sitio para las capturas de peces.

Este arte se empleó por primera vez en la Ciénaga de Zapata a partir de 1975, no siendo reportada su utilización

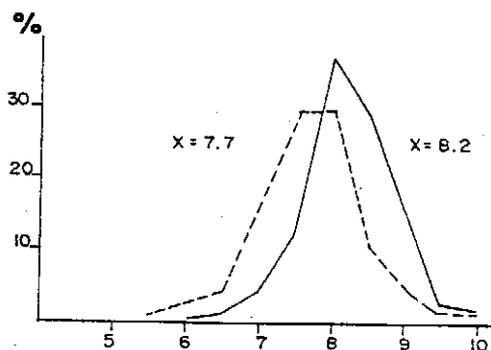


Figura 2. Composición por talla de machos y hembras durante los meses de mayo y junio de 1989.

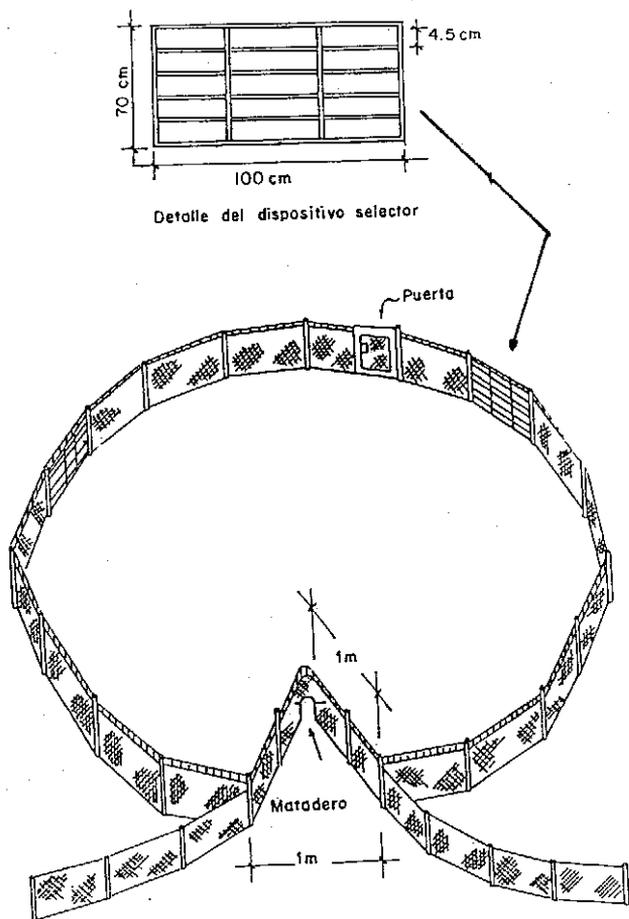


Figura 4. Esquema de tranque y dispositivo selector.

en ningún otro país, aumentando sustancialmente las capturas de su alto poder de pesca sobre la especie. En otras áreas los métodos más comunes de captura son a mano o con trampas de diferentes tipos.

### Factor de conversión

El peso de captura se estimaba en toneladas, a partir de la captura en número (docenas), multiplicando por un factor de conversión de 5.5 kg/docena. Con el objetivo de obtener valores de captura más próximos al valor real en

Sexo	N	% quelípedo mayor	% quelípedo menor	% ambos quelípedos	Ancho (l) peso total	Largo (l) peso total
Macho	35	19	4,3	23,4	$P = 0.5510x^{2.89}$	$P = 0.7088x^{3.05}$
Hembra	26	12,9	3,8	16,6	$P = 0.6135x^{2.82}$	$P = 1.1321x^{2.78}$
Ambos	81	17,1	4,1	21,2		

Cuadro 1. Peso de los quelípedos expresado en porcentaje del peso total y relación de largo y ancho carapacho-peso total.

peso, durante los años 1986 y 1987 se realizaron muestreos para verificar el peso por docena, obteniéndose como resultado un nuevo factor de 2.67 kg/docena. Con fines prácticos durante el Comité de Administración Pesquera de 1990 se adaptó este factor, el cual refleja de forma más precisa los niveles reales de producción, importantes para la base estadística de esta pesquería. El Cuadro 1 muestra algunas relaciones del peso corporal determinadas en la especie.

### Captura histórica

La captura del cangrejo de tierra se realizó históricamente en varias zonas costeras del país, siendo la Ciénaga de Zapata la zona más importante, por su abundancia y extensión. A partir de 1970 se comienza a reportar por las estadísticas oficiales de nuestro Ministerio y en 1981 se inician las investigaciones dirigidas a este recurso por el Centro de Investigaciones Pesqueras. La evolución de las capturas se presenta en la Fig. 5.

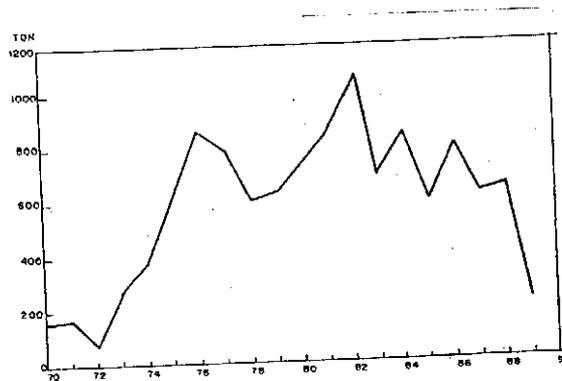


Figura 5. Captura de cangrejo de tierra en la Ciénaga de Zapata en los años 1970-1990.

A partir de 1975, se observa un incremento notable, producto de la introducción del tranque como arte de pesca y que alcanza un valor máximo en 1982 con 195 090 docenas (1 073 toneladas). En los siguientes años la captura se mantiene en las 109 090 docenas (600 t) hasta 1988.

En 1989 la corrida se comportó de forma atípica, ya que la migración tuvo lugar fundamentalmente por una sola zona de las tres tradicionales, disminuyendo las capturas a 254 t. Las posibles causas de esta caída brusca de la captura fueron:

- sobreexplotación del recurso, por un intenso esfuerzo pesquero;
- violación de la talla mínima legal en años sucesivos;
- condiciones climáticas adversas, fundamentalmente la sequía.

### Esfuerzo

El esfuerzo de pesca ejercido en número de tranques aumentó de 120 en 1982 a 210 en 1987. El promedio de días/tranques hasta 1985 fue de 7 500 y a partir de este año se comenzó a incrementar el número de días en que los tranques permanecían capturando, por lo que este promedio se incrementó hasta 14500 días aproximadamente, por ello, a pesar de regularse el número de tranques a 160, el esfuerzo se elevó a expensas de los días-pesca. Los rendimientos disminuyen a partir de 1985 con valores alrededor de los 50 kg/días-tranques (Fig. 6).

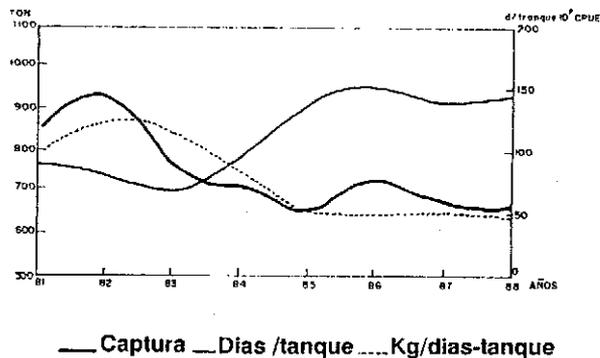


Figura 6. Captura, esfuerzo y rendimiento durante los años 1981-1988.

### Evaluación del recurso

Con el objeto de conocer el estado de las pesquerías y estimar los niveles de captura y esfuerzo apropiados, se realizó la evaluación de la misma, a partir de los datos de captura (t) y esfuerzo (días/tranques), para lo cual se aplicó el programa PRODFIT (Fox, 1975 y Alvarez *et al.*, 1989). El modelo aplicado ofrece una CMS de 711 t (129 275 docenas) anuales con un esfuerzo óptimo de 8 097 días/tranques (Fig. 7) equivalentes a 400 t con el factor de 2,67 kg/docena.

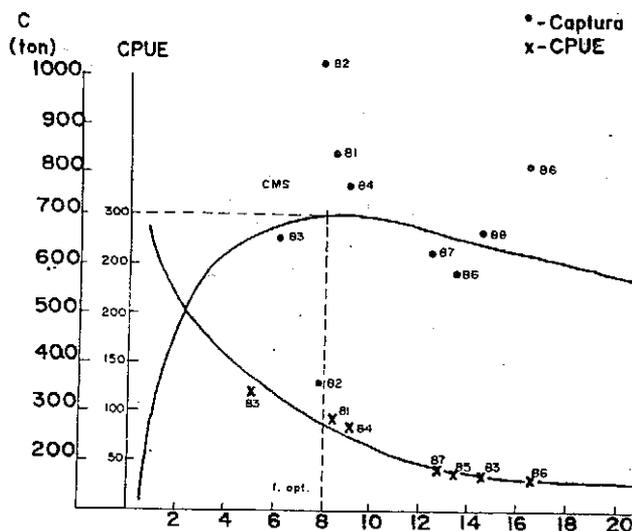


Figura 7. Ajuste del modelo de producción a la pesquería de cagrejo de tierra en la Ciénaga de Zapata (1981-1988)

Durante el periodo analizado (1981-1988) el nivel de esfuerzo fue superior al esfuerzo óptimo, excepto en 1983, y casi se duplica en 1986 con niveles de hasta 16 400 días/tranques. Los resultados arrojaron que el número de días/pesca no debe rebasar los 50 días con 160 tranques, por lo que el esfuerzo debe disminuir en un 44%.

En 1986 (Acevedo, 1986) se estimó una captura potencial alrededor de 855 t (155 454 docenas) con un esfuerzo aproximado de 9 123 días/tranque.

Sin embargo, a partir de 1985, el esfuerzo se elevó considerablemente, rebasando los límites de explotación, por lo que el potencial de captura disminuyó en un 17%.

Estos resultados, así como la disminución de la abundancia y la talla media indican que la especie se halla al borde de la sobreexplotación y sometida a un esfuerzo pesquero que duplica el de los niveles de equilibrio.

### Pronósticos de captura

Tradicionalmente se considera que las lluvias favorecen la corrida del cagrejo de tierra. Se determinó (Acevedo M. *et al.*, 1986) que el inicio de la corrida está en dependencia de los niveles de lluvia alcanzados en el mes de mayo.

Para calcular la relación entre la abundancia y la lluvia se aplicó un análisis de regresión múltiple entre los rendimientos del año anterior, el acumulado de lluvias

hasta la próxima corrida y los rendimiento de ésta (Alvarez T. *et. al.*, 1989). Se obtuvo la siguiente ecuación que permite hacer un pronóstico aproximado de la abundancia:

$$Cpue_2 = -33.73677 + 0.7069 + Cpue_1 + 0.0687LI$$

( $r = 0.91$ ,  $p = 0.029$ )

Donde:  $cpue_2$  = abundancia esperada  
 $cpue_1$  = abundancia del año anterior  
 lluvia = acumulado de lluvia desde el término de la corrida y el inicio de la siguiente

Estos resultados sugieren que las lluvias no sólo intervienen en el inicio de la corrida, sino también durante el ciclo biológico como parte de sus requerimientos fisiológicos para el crecimiento, maduración y supervivencia de larvas y juveniles. A la vez puede influir de forma indirecta en la disponibilidad de alimentos, ya que son animales herbívoros y la sequía puede afectar la vegetación. Otra posibilidad sería que la lluvia favorezca una mayor corrida a partir de una población dada, ya existente.

Un factor que nos permitirá aproximarnos al día de máximas capturas es la fase lunar. Se ha comprobado que el mismo coincide con el tercer o cuarto día después de la culminación de la luna nueva (Acevedo *et. al.*, 1986). Otros autores (Wolcoff, *et. al.*, 1985) también plantean que la migración reproductiva de estos crustáceos tienen un fuerte componente lunar.

### Selectividad

Por las características de esta pesquería, que se realiza en condiciones poco favorables, al pescador le es difícil seleccionar correctamente las tallas y generalmente se capturan gran número de animales de tamaño sublegal (Fig. 8). En los últimos años el descenso de las capturas y la disminución de la talla media de la población indican la sobreexplotación del recurso, por lo que se hace necesario tomar medidas de regulaciones que garanticen la protección de la especie. Una forma de evitar la captura de animales pequeños y a la vez aumentar la talla de la captura con el empleo de dispositivos selectores que permitan el escape de los animales de talla no comercial (Alvarez, *et. al.*, 1988).

Está regulado que la talla mínima legal para esta especie es de 8.0 cm de ancho de carapacho, por lo que el dispositivo selector debe permitir el escape de los ejemplares con tallas menores a ésta. El mismo consiste en una reja de 1 por 0.7 m que se fija a las paredes del tranque de forma tal, que los animales escapen por las aberturas. Se probaron rejillas con aberturas de 4.0 y 4.5 cm, verticales y horizontales (Fig. 4).

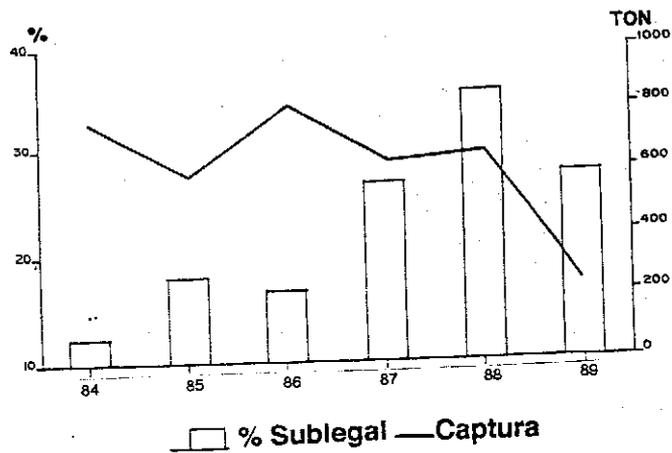


Figura 8. Porcentaje de talla sublegal y captura anual 1984-1989.

La curva de escape representa la cantidad de animales que escapan a través del dispositivo selector. Con la reja de 4.5 escapa un 30% de animales de talla legal entre 8.0 y 8.5 cm pero garantiza la liberación de todos los animales pequeños.

Para probar la capacidad de escape de los cangrejos se analizaron las proporciones del carapacho por métodos estadísticos.

Se comprobó que a un ancho de carapacho de 8.0 cm le corresponde una altura de 4.5 cm lo que coincide con los resultados obtenidos por la curva de retención (Fig. 9).

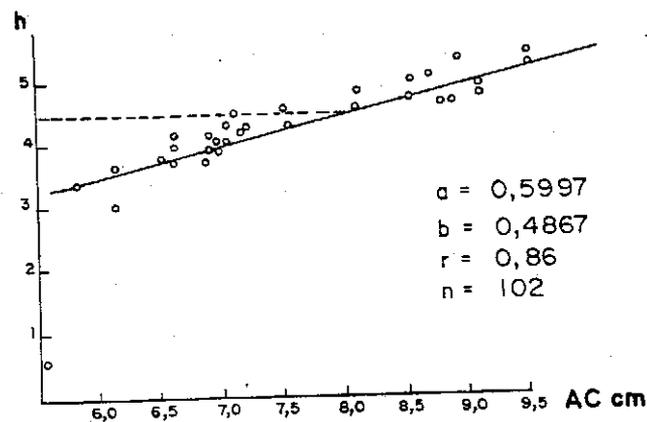


Figura 9. Relación ancho-alto del cangrejo de tierra en la Ciénaga de Zapata.

Se calculó el por ciento de animales retenidos y liberados, trazándose las curvas de retención y escape (Fig. 10).

La curva de retención muestra el por ciento de animales retenidos en el tranque para aberturas de 4.0 y 4.5 cm. Con la abertura de 4.0 cm permanecen en los tranques un 46% de animales pequeños, mientras que con la de 4.5 cm todos los animales que permanecen en el tranque tienen la talla comercial.

La introducción del dispositivo selector provocará inicialmente una disminución de las capturas debido al escape de animales pequeños y de cierto número de animales de talla legal pero el próximo año se pescarían con un peso y talla mayor, incrementando la captura en peso y la talla media.

Además, se pudo observar que cada vez la proporción de hembras de talla sublegal es mayor, por lo que se está afectando el *stock* reproductor de la población y la liberación de los mismos permitiría que se reproduzca al menos una vez más.

### Aprovechamiento industrial

Los crustáceos juegan un papel importante en la economía de nuestro país, por lo que la elaboración de productos a partir de los mismos, ha tomado gran auge debido, fundamentalmente a su alto valor nutricional y a

las propiedades organolépticas que les hacen gozar de gran aceptación entre los consumidores.

La composición bioquímica de los crustáceos provoca que éstos puedan sufrir cambios físico-químicos que alteran su calidad, por lo que resulta necesario estudiar y desarrollar tecnologías que garanticen la elaboración de productos aptos para su comercialización.

La Ciénaga de Zapata ha sido históricamente una región de gran abundancia en cangrejo de tierra, el cual constituye un importante recurso de explotación que es comercializado en la forma de entero crudo congelado; esta variante de presentación ha tenido reducida aceptación en el mercado debido a sus deficientes características de calidad, por lo que la definición de nuevas tecnologías para la obtención de productos con mejores cualidades, se hizo necesaria.

El trabajo fue dirigido hacia la obtención de una mejor presentación y una durabilidad más extensa. Para ello se definieron las tecnologías de procesamiento de los productos: cangrejo entero, muelas y masas, todos obtenidos mediante el uso de la precocción y la congelación como método de conservación (Diagrama 1).

El cangrejo entero fue presentado en bolsas individuales de polietileno de baja densidad, atadas por el extremo abierto, las muelas fueron envasadas en bolsas de polietileno selladas de la misma forma antes mencionada. Las masas, por su parte, fueron extraídas del

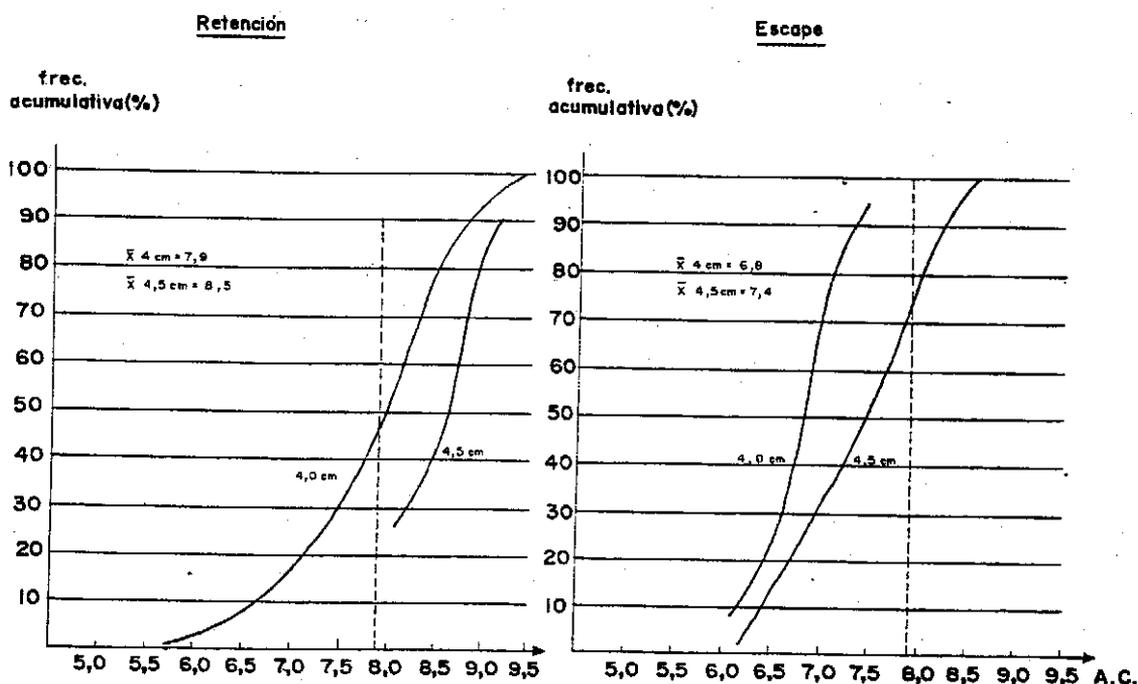


Figura 10. Curvas de retención y escape con dispositivos de 4.0 y 4.5 cm de abertura.

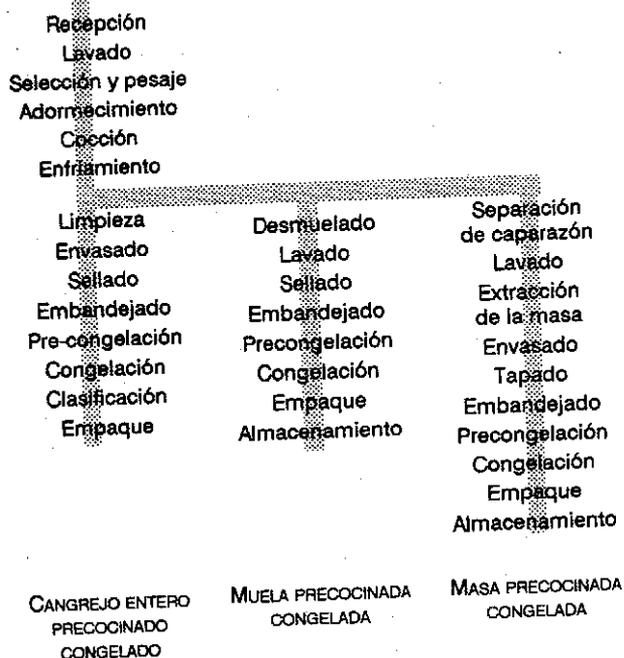


Diagrama 1. Aprovechamiento del Cangrejo de tierra.

pecho y las patas del animal (cuando del mismo fueron utilizadas las muelas) y envasadas en potes de poliestireno.

La composición química de la porción comestible del cangrejo de la tierra fue determinada, obteniéndose los valores siguientes.

Índice	%
Proteínas	18.89
Humedad	78.13
Grasas	0.78
Cenizas	2.42
Valor energético:	83.88 cal/100 g.

De acuerdo a los rendimientos que presentan los productos desarrollados, puede decirse que con 1 t de cangrejo materia prima, pueden obtenerse 934 kg de cangrejo entero precocinado congelado o 227 kg de muelas precocinadas y 108 kg de masas precocinadas, ambas congeladas.

La durabilidad de los productos mencionados fue determinada durante su almacenamiento en congelación, obteniéndose tiempos de vida útil de 30, 50 y 60 días para el cangrejo entero, las muelas y las masas, respectivamente.

## Conclusiones

- Las áreas de pesca principales de la Ciénaga de Zapata son La Arenera, San Lázaro y El Maíz, existiendo otras zonas de distribución de la especie inaccesibles a la pesca.
- El dimorfismo sexual tanto en hembras como en machos ocurre a partir de los 5.0 cm de ancho de carapacho, considerándose en 8.0 cm la talla de primera maduración para las hembras.
- La migración de reproducción ocurre en la época lluviosa que se inicia en el mes de mayo, pudiéndose extender hasta los meses de julio y agosto.
- La coloración de las frezas varía de marrón oscuro, carmelita y gris al final del período, pudiendo existir colores intermedios.
- En la corrida participan ejemplares entre 5.5 y 12 cm de ancho de carapacho con una talla media, la cual varió de 8.7 cm en 1984 a 8 cm en 1988.
- El número de hembras presentes en las capturas disminuyó del 54% en 1984 a 43% en 1988, por lo que puede ocurrir una sobrepesca del reclutamiento y afectarse los niveles de captura en los próximos años.
- El tranque como arte de pesca empleado resulta de alto poder de captura nunca antes reportado en la literatura en esta actividad.
- El factor de conversión de número a peso de 2.67 kg/docena es más cercano a la realidad que el usado anteriormente (5.5 kg/doc.).
- La disminución de las capturas totales en los últimos años se debe a un exceso en el esfuerzo de pesca (14 500 días-tranque), captura de ejemplares (%) por debajo de la talla de primera maduración y condiciones climáticas adversas (sequía) lo cual sitúa a la especie en estado de sobreexplotación.
- La evaluación de la especie ofrece una captura máxima sostenible de 129 275 docenas de cangrejo con un esfuerzo óptimo de 8097 días-tranque, lo cual equivale a 400 t (2,67 kg/doc.) que pueden ser capturadas con 160 tranques operando 50 días cada uno durante la corrida.
- La abundancia de la especie durante una corrida depende entre otros factores de la abundancia del recurso en la corrida anterior y el acumulado de lluvia entre el final de corrida e inicio de la siguiente.
- Con el dispositivo selector de 4.0 cm, permanecen en los tranques un 46% de ejemplares de talla sublegal y la talla media de la captura desde 7.9 cm. Mientras con una abertura de 4.5 cm a pesar de permitir el escape de un 30% de talla comercial entre 8.0 y 8.5 cm, la talla media de la captura se eleva a 8.5 cm.

Las tecnologías desarrolladas lograron los objetivos propuestos al mejorar la presentación del recurso y extender su durabilidad, factores importantes que definen la calidad; además, con la extensión de la vida útil se logran ampliar las vías de comercialización a lugares más lejanos lo que contribuye a un mejor aprovechamiento del cangrejo.

---

## Recomendaciones

- Mantener la captura anual de 250 t con niveles de esfuerzo de 160 tranques operando 50 días.
- En caso de que la captura no pueda ser pesada en la zona debe ser usado el factor de 2.67 (kg/doc.) para convertir la docena de ejemplares a peso.
- Se recomienda la utilización del dispositivo de selección con abertura de 4.5 cm para permitir el escape de ejemplares de tallas sublegales.
- Hacer comprobaciones sobre la efectividad del pronóstico con vistas a racionalizar los recursos empleados durante la corrida de la especie.
- Introducir las tecnologías definidas en el establecimiento de Cárdenas para lo cual no es necesario realizar nuevas inversiones.
- Mantener la talla mínima legal en 8.0 cm de ancho de carapacho.
- Liberar las hembras frezadas capturadas en los tranques con vistas a asegurar la reproducción de la especie.

---

## Bibliografía

- Acevedo, M. .1986. Análisis y evaluación de la pesquería del cangrejo de tierra *Cardisoma guanhumi* (Latreille) en Ciénaga de Zapata. V Foro Científico del CIP, Cuba.
- Acevedo, M. 1984. Aspectos organizativos de la pesquería del cangrejo de tierra *Cardisoma guanhumi* .
- Acevedo, M. y E. Giménez . 1983. Fecundidad del cangrejo de tierra *Cardisoma guanhumi* en la Ciénaga de Zapata.
- Acevedo, M. y R. Torres .1986. Influencia de los factores del medio en la corrida del cangrejo de tierra *Cardisoma guanhumi* en Ciénaga de Zapata, V Foro Científico del CIP, Cuba, 1986.
- Alvarez, T. y P. Machado. 1988. Evaluación de las pesquerías del cangrejo de tierra *Cardisoma guanhumi* en la Ciénaga de Zapata, Informe Técnico, CIP.
- Alvarez, I y P. Machado. 1989. Efectividad del dispositivo selector en los tranques de cangrejo de tierra, Reporte técnico, Cuba, No. 7, pp. 1-5.
- Fox, W. F. 1975. The generalizaed stock production model by least-squares and equilibrium approximation, *Fishery Bulletin*, 73 (1), .
- Giménez, E. y M. Acevedo. 1982. Relaciones morfométricas y talla de primera maduración del cangrejo de tierra *Cardisoma guanhumi* (Latreille) en la Ciénaga de Zapata, *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 7 (3), Cuba, .
- Herreid, C.F.1963. Observations on the feeding behaviours of *Cardisoma guanhumi* (Latreille) in South Florida. *Crustaceana*, No. 5.
- Taissoun, N.E. 1974. El cangrejo de tierra *Cardisoma guanhumi* (Latreille) en Venezuela. *Bul. Cent. Inv. Biol*, No. 10, Venezuela,
- Wolcott, T.G. y D. Wolcott. 1985. Factors influencing the limits of migratory movements in terrestrial crustaceans. *Contr. Mar. Sci. Suppl.* 27.
- Zamora, A. 1976. Nuevo método para la captura del cangrejo de tierra (*Cardisoma guanhumi*, Latreille) en Cuba. Primera Reunión Nacional de Maricultivo, MIP, Cuba.

# Important Breeding Colonies of Aquatic Birds on Islands within Laguna Yalahau, Quintana Roo, México

Barbara MacKinnon H.

Amigos de Sian Ka'an, Calle 13-A # 98 entre 18 y 20, Itzimná, Mérida, Yucatán.

**RESUMEN.** La Laguna Yalahau se encuentra entre la localidad de Chiquilá y la Isla de Holbox, en la parte norte del Estado de Quintana Roo, México, cerca del punto donde se encuentran el Golfo de México y el Mar Caribe. La laguna contiene al menos dos islas de gran importancia regional, ya que son usadas intensivamente por colonias de aves marinas y vadeadoras con fines reproductivos, aunque también con propósitos de alimentación por el flamenco y por aves de paso y migratorias invernales. La perturbación humana, particularmente en Isla Morena, incluye visitas no controladas de turistas y pescadores, fogatas para cocinar, cacería y captura de tortugas marinas. De continuar dichas actividades, obviamente ponen en peligro a esas importantes colonias de aves. Esta nota tiene como finalidad el brindar apoyo a la reserva propuesta en esa área, misma que debe incorporar esas islas y el hábitat que las rodea.

Palabras clave: Laguna Yalahau, Quintana Roo, aves vadeadoras, conteos de aves, colonias de anidación.

**ABSTRACT.** Laguna Yalahau lies between Chiquilá on the mainland and Isla Holbox, located on the northern coast of Q.Roo, Mexico, close to where the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea meet. It contains at least two islands of major regional importance as they are used extensively by marine and wading bird colonies for breeding purposes, as well as by nonbreeding, foraging Greater Flamingo, and transient and wintering migrants. Human disturbance, particularly on Isla Morena, includes uncontrolled visits by tourists and local fishermen, cooking fires and hunting during the day and turtle capture and slaughter at night during the season. These activities obviously, if continued, jeopardize the future of these important colonies. This report is to lend support for the proposed reserve for the area which would incorporate these islands and surrounding habitat.

Key words: Yalahau Lagoon, Quintana Roo, Aquatic and wading birds, bird counts, breeding colonies.

## BIRD SPECIES OBSERVED ON ISLA HOLBOX AND WITHIN LAGUNA YALAHAU, Q. ROO ON THE FOLLOWING DATES:

27/VII/75, 06/X/77, 28/IV/86  
24/VI/87, 24&25/X/87, 16&17/II/91

<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>
<i>Pelecanus occidentalis</i> *	<i>Numenius americanus</i>
<i>Phalacrocorax auritus</i> *	<i>Limosa fedoa</i>
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	<i>Arenaria interpres</i>
<i>Fregata magnificens</i> *	<i>Calidris alba</i>
<i>Ardea herodias herodias</i> *	<i>Calidris mauri</i>
[ <i>Ardea herodias occidentalis</i> ]*	<i>Calidris minutilla</i>
<i>Casmerodius albus</i> *	<i>Limnodromus griseus</i>
<i>Egretta thula</i> *	<i>Larus atricilla</i>
<i>Egretta caerulea</i>	<i>Sterna maxima</i>
<i>Egretta tricolor</i>	<i>Sterna sandvicensis</i>
<i>Egretta rufescens</i> (2 morphs)*	<i>Sterna hirundo</i>
<i>Bubulcus ibis</i>	<i>Columba livia</i>
<i>Butorides striatus</i>	<i>Columbina talpacoti</i>
<i>Cochlearius cochlearius</i> *	<i>Ceryle alcyon</i>
<i>Eudocimus albus</i> *	<i>Tyrannus melancholicus</i>
<i>Alaia ajaja</i> *	<i>Tachycineta albilinea</i>
<i>Mycteria americana</i>	<i>Hirundo rustica</i>
<i>Phoenicopterus ruber</i>	<i>Mimus gilvus</i>
<i>Coragyps atratus</i>	<i>Vireo pallens</i>
<i>Cathartes aura</i>	<i>Dendroica petechia</i>
<i>Cathartes burrovianus</i>	[ <i>Dendroica petechia erithachorides</i> ]*
<i>Pandion haliaetus</i>	<i>Dendroica coronata</i>
<i>Pluvialis squatarola</i>	<i>Dendroica palmarum</i>
<i>Charadrius alexandrinus</i>	<i>Guiraca caerulea</i>
<i>Charadrius wilsonia</i>	<i>Passerina cyanea</i>
<i>Charadrius semipalmatus</i>	<i>Agelaius phoeniceus</i>
<i>Haematopus palliatus</i>	<i>Quiscalus mexicanus</i>
<i>Himantopus mexicanus</i> *	

\* Confirmed breeding

This list of 56 species adds 3 additional ones to S.N.G. Howell's 1992 list of 152 species for the area.

## Description

The sand base island of Isla Morena, (or Isla Pájaros), is located approximately 4 Km southeast of the main pier on Isla Holbox. The island runs east-west and is approximately 350 meters long and 150 meters wide. The vegetation consists primarily of Red and Black Mangrove, *Rhizophora mangle* and *Avicennia germinans*, as well as containing a fair amount of a cactus species, which is probably why there are still birds on the island. There is a small, shallow lagoon in the center which is used for foraging, principally by the Black-necked Stilts, some heron species and sandpipers. Cormorants and Brown Pelicans use the beach along the northern side for loafing while egrets and wintering flamingos feed in the calm, shallow water offshore. Wintering White Pelicans and terns tend to occupy the sandbar which extends in a northerly direction from the east end of the island.

This island can be reached easily and boats landed at any time throughout the year, thereby creating pressure on the nesting colonies. However, it is apparent that some of the birds, particularly the Reddish Egret, have learned to tolerate this disturbance, even though hunting birds with rifles is part of the recent history of this island, along with turtle slaughtering.

The nesting island approximately 3 Km east of Isla Morena, referred to locally as Isla Mogote, offers natural protection as it is composed predominately of tall Black Mangrove surrounded by the Red Mangrove, growing directly out of the water, thereby making it extremely awkward to disembark on the island. In addition, it is completely inaccessible during the period of strong north or northeasterly winds, (December-March), as it results in low water levels. On the other hand, this situation creates excellent foraging conditions for heron and ibis, thereby permitting observations to be made of feeding birds along the southerly side of the island and extending east, as was done in Feb. of 1991. The data collected in April of 1986 and June of 1987 was obtained from circling the very edge of the island in a boat.

Further southeast of Isla Mogote, just west of Punta San Román, is the Mogote de Media Luna, preceded by another small mangrove island. We observed 150 flamingos and 4 Wood Storks feeding in the area during our visit in Feb. of 1991. The islands, which lay close to land and are therefore protected from the dominate southeasterly winds of April-September, have potential as nesting locations and should be checked in April-May.

Species	28 April 1986		24 June 1987		16 February 1991		17 Feb. 1991
	Isla Morena	Isla Mogote	Isla Morena	Isla Mogote	Isla Morena	Isla Mogote	W of Pta San Román
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	50*	7	20*	60*	3		
<i>Pelecanus occidentalis</i>		5		46	11		
<i>Phalacrocorax auritus</i>	12		300*	800	162*	80	15
<i>Fregata magnificens</i>			350*	30			
<i>Ardea herodias herodias</i>				1*	1* + 1* mix	5 Ind.	
[ <i>Ardea herodias occidentalis</i> *]	1*	1*	2*	5*			
<i>Casmerodius albus</i>		50*	1 Ind.	10		55	25
<i>Egretta thula</i>	10	150*		35			
<i>Egretta tricolor</i>	20	130*	1	50		3	
<i>Egretta rufescens</i>	7*	90*		4	50*	11	
<i>Cochlearius cochlearius</i>		15*		2 Imm	15*		
<i>Eudocimus albus</i>		5	300*			15	
<i>Ajaia ajaja</i>		30*		15 + 2 Imm			2
<i>Phoenicopterus ruber</i>			170	10			75

All numbers given in pairs except those marked Ind for individuals  
\*Nesting when observed.

Cuadro 1. Conteo de aves acuáticas y vadeadoras en las Islas de Laguna Yalahau. 1986-1991.

---

## Discussion of important nesting colonies

- The Brown Pelican (*Pelecanus occidentalis*) colony on Isla Morena competes with the Sian Ka'an Biosphere Reserve as the third largest nesting colony along the Mexican east coast from Texas to Belize, though it apparently has decreased considerably in recent times. In May of 1971, Alexander Sprunt and C. Eugene Knoder, during an aerial census carried out by the National Audubon Society, reported 200 pairs of Brown Pelicans in the area, while David Blankinship, also with NAS, et. al. observed only 50 pairs in Apr. of 1986.
- The Double-crested Cormorant (*Phalacrocorax auritus*) colony seems to divide itself between the two islands. Its population of 800 pairs counted in June of 1987 compares favorably with the 875 pairs reported by Sprunt and Knoder in May of 1971.
- The Magnificent Frigatebird (*Fregata magnificens*) colony was not included in the data collected during the April 1986 visit, though the 350 pairs observed nesting in June of 1987 may be considered indicative of the local population.
- The population of white phase Great Blue Heron, *Ardea herodias occidentalis*, although not numerous, is greater than recorded for Isla Contoy, thereby making the area important to the conservation of this rare color phase in Mexico, where it exists only on the Yucatán and Quintana Roo coasts.
- The nesting population of the Reddish Egret (*Egretta rufescens*) is apparently the most important one for the entire Yucatán Peninsula due to its numbers and con-

centration, in addition to the high number of white phase individuals.

- The nesting colony of Boat-billed Heron (*Cochlearius cochlearius*), although less numerous than found to date in the Sian Ka'an Biosphere Reserve, is certainly greater than the colony on Isla Contoy and therefore important to the region.
- The Roseate Spoonbill (*Ajaia ajaja*) colony, although not as large as found in the Sian Ka'an Biosphere Reserve, is certainly an important one to the region. It may already be endangered there as none were observed in Feb. of 1991 when they would be expected to be still nesting.
- The wintering population of Greater Flamingo (*Phoenicopterus ruber*) in Laguna Yalahau appears to have drastically reduced its numbers since 1976 when Carlos Noh Nieves, a newspaper reporter from Cozumel, reported seeing thousands! Obviously, either human disturbance or an ecological change in the area caused a drastic reduction in numbers of flamingos found in recent years, particularly in light of the fact that the overall population of the species on the Yucatán Peninsula has increased greatly since 1976.

## Acknowledgements

This report is a side product of the Brown Pelican study carried out by National Audubon Society in the region, and the author wishes to particularly thank David R. Blankinship, who headed that study and was present for all the outings from 1986-1991. His expertise in counting waterbirds was essential to confirming the numbers presented in this report. I would also like to thank our field companions, Steve Labuda, Ignacio Pedrosa and Juan Bezaury, who participated in one outing each.

---

## Literature Cited

- Blankinship, D.R. 1986. Investigations of Eastern Brown Pelicans (*Pelecanus occidentalis carolinensis*) in Texas and Mexico. National Audubon Society Internal Report.
- Howell, S.N.G., & S. Johnston. 1993. The Birds of Isla Holbox, Mexico. *The Euphonia*, 2 (1):1-18.
- Lopez-Ornat, A., & C. Ramo. 1992. Colonial Waterbird Populations in the Sian Ka'an Biosphere Reserve (Quintana Roo, Mexico). *Wilson Bull.*, 104 (3):501-515.
- Noh Nieves, Carlos. 1976. Holbox - Un Paraiso Tropical. *Diario de Yucatán*, 27 Jan. 1976.
- Sprunt, A. IV, C.E. Knoder, & I.J. Fisk. 1971. Wading Bird Survey Mexico-Belize April 23-May3, 1971. National Audubon Society Internal Report.

# Notas Botánicas sobre los Bambúes Herbáceos del Género *Olyra* en la Península de Yucatán. ( Poaceae: Bambusoideae ).

Gilberto R. Cortés Rodríguez .

Laboratorio de Botánica. Instituto Tecnológico de Chetumal. Apdo. Postal 267, Chetumal, Q. Roo.

**RESUMEN.** Se presenta información morfológica, taxonómica y algunos comentarios interesantes sobre las especies de bambusoides herbáceos: *Olyra latifolia* y *Olyra glaberrima*, que crecen silvestres en las selvas de la Península de Yucatán.

Palabras clave: *Olyra*, morfología, bambú, Yucatán.

**ABSTRACT.** Taxonomic and morphologic information about two species of herbaceous bambusoids: *Olyra latifolia* and *Olyra glaberrima* is presented. These species grow naturally in the forests of the Yucatan Peninsula.

Keywords: *Olyra*, morphology, bamboo, Yucatan.

---

## Introducción

El presente trabajo forma parte de un estudio taxonómico que sobre los bambúes de México se viene desarrollando desde hace algunos años, y que incluye tanto a los géneros leñosos como a los herbáceos.

Generalmente se relaciona a los bambúes con la vegetación de los países asiáticos; sin embargo en México se tienen registradas hasta la fecha, cerca de 45 especies pertenecientes a éste grupo de plantas y se considera que aún existen muchas más por descubrirse. Los bambúes son plantas poco colectadas por los botánicos, debido a que es difícil encontrarlos en floración, afortunadamente, podemos considerar que en la actualidad ya se tiene un buen número de ejemplares depositados en los principales herbarios mexicanos, aunque muchos de ellos se encuentren en estado estéril.

En general los bambúes leñosos son característicos, porque su ciclo de florecimiento puede variar de uno a varios años, se tiene conocimiento de especies asiáticas que incluso llegan a florecer en ciclos de 120 años. En los bambúes herbáceos, afortunadamente no sucede esto, pues en general florecen anualmente.

Las especies del género *Olyra* L. presentes en la Península de Yucatán, forman parte de esta interesante subfamilia de las gramíneas que han sido poco estudiadas y reconocidas por la botánica en México. La intención de este estudio es precisamente dar a conocer su importancia, como una pequeña contribución al

conocimiento de la flora de México y en particular de la flora yucatanense.

---

## Material y método

La metodología utilizada en este trabajo es la misma utilizada en el proyecto "Flora de México", que diversas instituciones del país llevan a cabo. Se basa principalmente en la recolección de especímenes de herbario para su análisis morfológico, así como la revisión de herbarios institucionales; en este estudio, se revisaron los siguientes herbarios: XAL, MEXU, CIQRO y CHAPA.

---

## Sistemática

Las especies de este género se caracterizan por la siguiente descripción morfológica:

Crece en grupos cespitosos, son perennes y sus tallos o culmos se inclinan sobre otras plantas. Las hojas poseen pequeñas lígulas y un corto pseudopecíolo que une la lámina asimétrica con la vaina que rodea al tallo. Las inflorescencias, son panículas abiertas, dispuestas en la parte terminal de las ramas. Las flores son típicas de gramíneas y compuestas esencialmente de glumas, lema y palea; con 3 estambres las masculinas y un estigma plumoso las femeninas. *Olyra* es uno de los géneros de las gramíneas, en el que la lema y palea de las flores femeninas se endurecen en la madurez, conformando una

estructura llamada flósculo, que es brillante y blanco o púrpura y que es considerado importante en la separación de las especies del género. (Figs. 1 y 2).

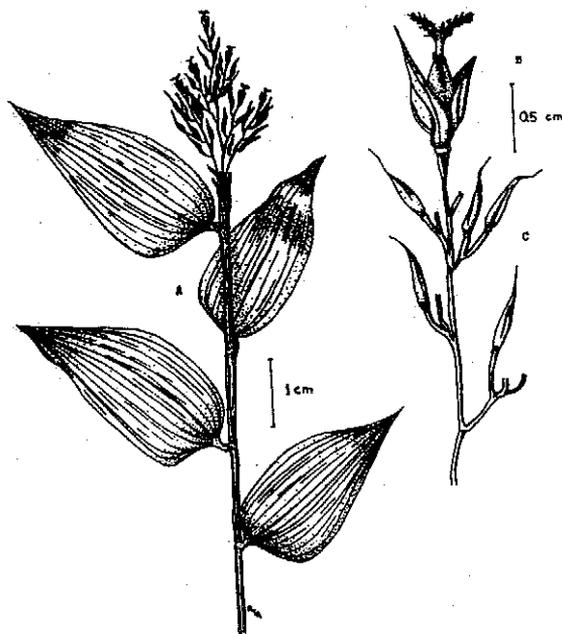


Figura 1. a) Rama con inflorescencia. b) Detalle de espiguilla femenina.

### Clave de Identificación de las especies de *Olyra* presentes en la Península de Yucatán.

Flósculo femenino glabro; blanquecino y brillante.

*O. latifolia*

Flósculo femenino piloso, con pelos lisos y cilíndricos sobre la superficie y base del mismo.

*O. glaberrima*

El género *Olyra* L. se encuentra distribuido en todo el trópico americano, y esta constituido de 23 especies reconocidas. Su distribución no rebasa los 1000 m de altitud y en general forman parte del estrato herbáceo y arbustivo de las selvas conservadas.

La especie *O. glaberrima* Raddi ha sido identificada en muchas ocasiones como *O. yucatanana* Chase que según Soderstrom & Zuloaga (1989) pasa a ser sinónimo de la primera. *O. glaberrima* presenta una distribución discontinua, pues es abundante en el sureste de Brasil y

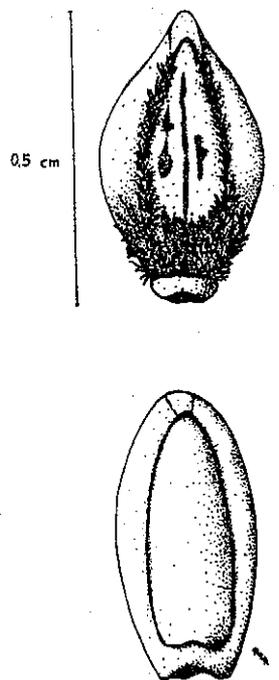


Figura 2. a) Flósculo de *Olyra glaberrima*.  
b) Flósculo de *Olyra latifolia* L.

no se localiza en ningún otro país de sud y centro américa sino hasta Belice y México, teniendo su distribución, casi exclusivamente en la Península de Yucatán, donde es abundante.

*Olyra latifolia* L. es considerada la especie tipo del género y también la más ampliamente distribuida en el continente. En México, esta presente en la franja correspondiente a la zona tropical y subtropical, teniendo su límite en Nayarit y Tamaulipas.

Los ejemplares colectados y revisados se presentan en diversas localidades de la península sin obedecer a un habitat específico. En la Reserva de Sian Ka'an, se pueden encontrar poblaciones de ambas especies. Sin embargo en el sur de Campeche y Quintana Roo, solo se han observado poblaciones de *O. glaberrima*.

### Agradecimientos

A la Biól. Rosa Inés Aguilar Amar, del Instituto Tecnológico de Chetumal, por la elaboración de los dibujos, y revisión del manuscrito.

### Literatura citada

Soderstrom, T.R. y F.O. Zuloaga. 1989. A Revision of the Genus *Olyra* and the New Segregate Genus *Paradiolyra* (Poaceae: Bambusoideae: Olyreae). *Smith. Contr. Bot.* 69.

# COMUNICACIONES

## Registro de un Ocelote (*Felis pardalis*) en Chichén Itza, Yucatán

Juan Bezaury C., Pedro A. Ramírez G.

Amigos de Sian Ka'an, Ap. Postal 770, Cancún, Q. Roo, C.P.  
77500.

El día 25 de septiembre de 1991, a las 18:00 hrs. fue encontrado un ejemplar de *Felis pardalis* en la carretera entre la ciudad de Mérida y Cancún, casi frente al campo aéreo de Chichén Itza. El ejemplar fue atropellado momentos antes de haberlo encontrado tirado sobre la carretera. El cuerpo del animal fue recogido y llevado a la ciudad de Cancún donde le fueron tomadas medidas corporales y posteriormente fue desollado habiendo depositado la piel en las oficinas de Amigos de Sian Ka'an. No fue posible conservar el cráneo ya que el impacto del golpe recibido lo destrozó casi por completo. Las medidas obtenidas del ejemplar son:

Longitud corporal	720 mm
Longitud cola	400 mm
Longitud pata	150 mm
Longitud oreja	55 mm

## Especies de Tiburones en la Bahía de la Ascensión, Q. Roo

Edith Zárate<sup>1</sup> y Martha Basurto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Amigos de Sian Ka'an, A.C. Ap. Postal 770, Cancún, Q. Roo,  
C.P. 77500.

<sup>2</sup>Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Puerto  
Morelos. Ap. Postal 1345, Cancún, Q. Roo, C.P. 77501.

El Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Puerto Morelos (CRIP), con apoyo de la Asociación Amigos de Sian Ka'an, lleva a cabo un programa de investigación biológico-pesquera de los tiburones de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. En dicho estudio se han determinado 15 especies. Hasta el momento hay cuatro nuevos registros para la costa de Quintana Roo, estos son: el tiburón oscuro, el tiburón cuero duro, el tiburón hocico de punta negra y el tiburón espinoso. El tiburón aleta prieta es la especie de mayor dominancia en el área.

## ESPECIES IDENTIFICADAS

Tiburón toro (*Carcharhinus leucas*)  
Tiburón oscuro (*C. obscurus*)  
Tiburón aleta prieta (*C. limbatus*)  
Tiburón arrecife (*C. perezi*)  
Tiburón cuero duro (*C. porosus*)  
Tiburón hocico punta negra (*C. acronotus*)  
Tiburón sedoso (*C. falciformis*)  
Tiburón limón (*Negaprion brevirostris*)  
Tintorera (*Galeocerdo cuvieri*)  
Cazón bironche (*Rhizoprionodon terranova*)  
Cornuda (*Sphyrna mokarran*)  
Tiburón cabeza de pala (*S. tiburo*)  
Tiburón gata (*Ginglymostoma cirratum*)  
Tiburón espinoso (*Squalus cubensis*)  
Tiburón mamón (*Mustelus* sp.)

## Registro de un Puercoespín en Sian Ka'an

Marco A. Lazcano Barrero

Program for Studies in Tropical Conservation & Department of  
Wildlife and Range Sciences,

University of Florida, Gainesville, 32611-0304.

Dirección actual: Ecósfera A.C./Centro de Investigaciones  
Biológicas del Sureste, Apartado Postal 219,  
San Cristóbal de las Casas, Chiapas, C.P. 29200.

El puercoespín (*Coendu mexicanus*) es uno de los más grandes y peculiares roedores de México. La subespecie registrada para la Península de Yucatán es *C. m. yucataniae*, en maya se le conoce con el nombre de Kiixpach och (zorro cubierto de espinas), en Quintana Roo ha sido reportado en las localidades de Pueblo Nuevo X-Can, Chetumal y Nabalám (Navarro, *et al.*, 1990)

El 21 de marzo de 1991, aproximadamente a las 02:15 a.m., observamos un puercoespín adulto en el límite norte de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (RBSK), sobre el camino de la terracería Boca Paila a Tulum, Municipio Solidaridad. Este constituye el primer registro de la especie para la RBSK y el cuarto para la entidad. (Foto en archivo).

Navarro, D.T. Jiménez y J. Juárez, 1990, Los mamíferos de Quintana Roo, pp 411-450 in: D. Navarro y J.G. Robinson (eds.). Diversidad Biológica de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. CIQRO y PSTC, México, D.F.

# RESUMENES DE TESIS

## Estimación de Tamaños, Poblaciones y Patrones de Movimiento en Poblaciones de *Strombus gigas* en Quintana Roo

Claudia Padilla Souza. Tesis de Maestría. Fac. de Ciencias, UNAM. 1992.  
Estación Puerto Morelos, ICMYL-UNAM, Ap. Postal 1152, Cancún, Q. Roo, C.P. 77500.

Este trabajo emplea ocho modelos de análisis de datos de marcaje-recaptura en una población de *Strombus gigas* en la caleta de Xel-ha, Quintana Roo. La población estudiada está separada en dos grupos: el "Acuario" y la "Caleta". Se describen y comparan ambos grupos en términos de sus parámetros poblacionales, patrones de movimiento y preferencia de sustrato. El muestreo se llevó a cabo de noviembre de 1990 a agosto de 1991.

Las estimaciones obtenidas para el Acuario tienen un alto grado de precisión y exactitud. El método de Jolly-Sebers y el de Manly-Parr probaron ser buenos estimadores para una población de alrededor de 200 organismos en los primeros meses y 220 en los últimos. Se estimó una densidad de 0.02 caracoles por m<sup>2</sup>. La tasa de sobrevivencia es de 0.95. Los organismos que se alimentan de caracol son poco frecuentes en este lugar y están representados por rayas y peces.

El caso de la Caleta, la fracción de muestreo (10% de la población) no fue suficiente para obtener estimaciones confiables en cuanto a la precisión y exactitud de las estimaciones; sin embargo, todos los modelos predicen fluctuaciones del tamaño poblacional en este sitio. El mejor método fue el de Fisher-Ford, el cual estima tamaños poblacionales entre 100 y 350 caracoles

(densidad aprox. 0.003 organismos por m<sup>2</sup>). El incremento mensual se estimó en 50 organismos y la tasa de sobrevivencia alrededor de 0.65. Los principales depredadores que se observaron fueron: cangrejos ermitaños, rayas, tortugas y peces, los cuales atacan principalmente a los juveniles.

El tipo de marcaje que se empleó no afecta a los caracoles. La pérdida de marcas parece no ser significativa y la sobrevivencia de caracoles de un mes a otro fue constante a través del tiempo de muestreo; pero existen diferencias de sobrevivencia relacionadas con la edad de los organismos que habitan el Acuario. La sobrevivencia y la oportunidad de captura no difiere entre los caracoles juveniles, intermedios y adultos

El movimiento de los caracoles que habitan en Xel-ha es poco. Los desplazamientos son generalmente entre zonas cercanas, siendo común que regresen a la misma área. Existe preferencia por algunos sustratos, dependiendo de la edad y tamaño de los organismos, lo cual puede estar asociado a la alimentación y búsqueda de refugio. Estas preferencias son diferentes en ambos lugares de muestreo y están relacionadas con el tipo de sustrato predominante y con el relieve.

## Tabla de Vida y Parámetros Demográficos de *Strombus gigas* en Quintana Roo, México.

Mario Lara Pérez Soto. Tesis de Maestría. Fac. Ciencias, UNAM. 1992.  
Estación "Puerto Morelos", ICMYL-UNAM. Ap. Postal 1152, Cancún, Q. Roo.

Este trabajo estima y analiza información demográfica de las poblaciones de *Strombus gigas* en Q. Roo. Empleando métodos de marcaje-recaptura, se registraron características de la concha que se utilizaron para determinar la estructura de edades. Se hizo un análisis de frecuencias y se propone un índice alométrico que relaciona estas características con el tamaño-edad de los organismos. Con esta información, se calcularon parámetros de crecimiento y se elaboró la tabla de vida

para las poblaciones de Xel-Ha y Banco Chinchorro. Se estimaron cédulas de sobrevivencia y a partir de cálculos en otras poblaciones del Caribe, se obtuvieron cédulas de fecundidad. Con ambas cédulas se aproximaron tasas vitales.

Se utilizaron modelos matriciales de proyección poblacional para analizar el efecto de la colecta y de factores de denso-dependencia en el reclutamiento y crecimiento poblacional. También se realizó un análisis

desde el punto de vista de la evolución de historias de vida y su relación con las pesquerías.

Las estimaciones sobre los procesos demográficos, muestran que estas poblaciones caen dentro rangos normales para la especie. La edad de la primera reproducción se estimó entre 3.1 a 3.4 años y la formación del labio entre 3 a 5 meses. El reclutamiento y metamorfosis de juveniles ocurre durante todo el año con picos durante los meses cálidos. Respecto al crecimiento, se estimó que a partir de 10 cm de longitud total habrá un incremento de 9.6 cm en un año y de 2.7 cm en el segundo; para el grosor del labio es de 8.4 mm al siguiente año después de haber alcanzado la madurez.

La proyección poblacional mostró fluctuaciones que varían en intensidad y duración, siendo mayores al inicio. Al parecer estas fluctuaciones en tamaños poblacionales

y frecuencias de edades, son características de la especie. Se discute el efecto de la falta y calidad de alimento en la dinámica de la población de Xel-Ha. Se analiza el riesgo de sobrepescar el stock de reproducción en Chinchorro, ya que esto podría llevar a tener períodos largos donde la captura fuera baja y/o llevar a la población a un umbral de donde ya no se recupere. Esto puede haber ocurrido en las zonas someras de Cozumel.

Se discute si la disminución en la edad de reproducción, en este caso manifestada como maduración a una talla menor, representa un cambio en la estrategia de historia de vida motivado por presión de pesca. Además sobre la necesidad de conocer los parámetros demográficos de la especie para analizar la respuesta de una población hacia la explotación.

---

### Algunos Aspectos de la Depredación de la Langosta Espinosa *Panulirus argus* (Latreille 1804) por Peces en la Bahía de la Ascensión, Q. Roo. Mex.

Gerardo García Beltrán. Tesis Profesional. Fac. Ciencias, UNAM. 1993.  
Estación Puerto Morelos, ICMYL-UNAM, Ap. Postal 1152, Cancún, Q. Roo, C.P. 77500.

Se discuten algunos aspectos de la depredación por peces sobre la langosta espinosa *Panulirus argus* en cuatro localidades fisiográficamente distintas de la Bahía de la Ascensión, estado de Quintana Roo, México.

La captura ictiofaunística comprendió 1057 especímenes pertenecientes a 30 especies, a las cuales se les aplicó el análisis de contenido estomacal. Se identificaron como depredadores potenciales a las siguientes especies: *Lutjanus analis*, *L. griseus*, *L. synagris*, *L. jocu*, *Haemulon sciurus*, *H. plumieri*, *H. carbonarium*, *Holocentrus ascensionis*, *Caranx crysos*, *C. ruber* y *Albula vulpes*. Únicamente se pudo confirmar como depredador aunque ocasional de langosta a *Lutjanus apodus*, especie de la cual un solo ejemplar (175 mm de Longitud Patrón)

presentó restos de *P. argus* en el contenido estomacal. Se reconoce la talla mínima de un depredador potencial como de 150 mm LP.

Se plantea que para todas las especies depredadoras y potencialmente depredadoras capturadas, la langosta constituye una presa ocasional; por otro lado, se discute ampliamente la baja frecuencia de aparición de restos de *P. argus* en los contenidos estomacales. Se concluye que los arrecifes artificiales o "casitas" existentes en la Bahía de la Ascensión, así como los múltiples métodos de defensa y escape que exhiben las langostas disminuyen notablemente la mortalidad natural por depredación de peces en la bahía.

---

## Extracción de Chicle y Conservación del Bosque en Quintana Roo, México

Amanda Barrera de Jorgenson, Master of Arts Thesis. Univ. of Florida. 1993.  
University of Florida, Gainesville, 32611-0304. (Documento original en inglés)

Se evaluó la extracción de la resina del chicozapote (*Manilkara zapota*) en el estado mexicano de Quintana Roo con base en los datos históricos, sociales, económicos y ecológicos. La extracción de este valioso producto no maderable continúa siendo una de las fuentes de ingresos más importantes para las comunidades rurales del estado.

Desde 1940 los productores de chicle (chicleros) han estado organizados en 42 cooperativas afiliadas con la Federación de Cooperativas Chicleras de Quintana Roo, F.C.L. Por ser miembro de la cooperativa los chicleros y sus familias pueden recibir servicios médicos y seguros de vida.

Aunque hay otras actividades económicas en el área de estudio como la tumba de madera, la apicultura y la producción de durmientes, la extracción de chicle es una de las actividades más lucrativas y menos arduas. Hay aproximadamente 5 000 hombres, en su mayoría de origen

maya, que colectan alrededor de 800 toneladas de chicle por temporada (julio/agosto-febrero/marzo) en el bosque de Quintana Roo. En 1989 el chicle se vendió principalmente al Japón, Italia y Corea del Sur a aproximadamente US\$5.50 - 8.00/kg. Los chicleros recibieron alrededor de US \$2.87/kg, más beneficios.

El chicozapote es una de las especies de árboles más abundantes en el bosque quintanarroense. Hubo aproximadamente 75.5 árboles/ha > 15 cm dap. De estos, 88.6% fueron de tamaño mediano (15-44 cm dap). Los árboles grandes (i.e. > 45 cm) fueron escasos y con una densidad de 2.3 árboles/ha. La mayoría de los árboles se sangran cada 3 o más años después de haber alcanzado entre 12-15 cm dap. La producción de chicle por árbol varía entre 50 y 3 500 g y la cantidad de resina aumenta con el diámetro del árbol. Los árboles dañados y muertos que resultan por el mal sangrado se estimó en 9% por año.

---

## La Flora de Isla Mujeres, Quintana Roo, México

Edgar Francisco Cabrera Cano. Tesis Prof. Fac. Ciencias, UNAM. 1992.  
Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Zona Industrial #2, Carretera Chetumal-Bacalar  
A.P. 424, Chetumal, Q.Roo. C.P. 77000

Se presenta un estudio florístico sobre las plantas de Isla Mujeres, la cual se ubica en la porción noreste del estado de Quintana Roo. Isla Mujeres comparte todas las características fisiográficas, geológicas y edáficas que dieron origen a la formación de la Península de Yucatán. Actualmente esta área se ha convertido en una zona turística de alto nivel, por lo que el conocimiento de su riqueza florística contribuirá al manejo apropiado de sus limitados recursos vegetales.

El tratamiento sistemático de la flora de Isla Mujeres, facilitará la identificación de las 212 especies que en ella

se distribuyen. Se elaboró una clave artificial de identificación para las 63 familias reportadas, para aquellas con más de una especie se realizaron claves para la separación de éstas; se efectuó la descripción particular para cada familia y especie, complementando esta información con datos sobre la distribución general de las especies, su hábitat y fenología. Los ejemplares de respaldo se encuentran depositados en la colección del Herbario Nacional del Instituto de Biología de la UNAM (MEXU) y el Herbario del Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO).

## Status of Aquatic Birds in the Coastal Wetlands of the Yucatan Peninsula.

Jorge Correa Sandoval. Master of Science Thesis. University of Newcastle Upon Tyne.  
CIQRO. Ap. Postal 424, Chetumal, Q.Roo. C.P. 77000.

In order to assess the status of aquatic birds in the coastal wetlands of the Yucatan Peninsula historical information and unpublished reports were revised. Aquatic birds including wading birds (Ciconiiformes), shorebirds (Charadriidae and Scolopacidae) and pelicans (Pelecaniformes) were assessed. The area covered included the coastal wetlands of Tabasco, Campeche, Yucatan and Quintana Roo.

There are 40 wetlands in Mexico considered as to fulfill the requirements to be incorporated into the List of Wetlands of International Importance, unfortunately only the Ria Lagartos in Yucatan State is already acknowledged with that status. It is necessary to give advice to the Mexican Government in order to incorporate more areas into that List.

The status of wetlands in Mexico and particularly those in the study area are discussed. A series of threats were identified namely: 1) land drainage and reclamation for housing and for farming, 2) diversion of water courses, 3) extensive deforestation in the basins of inland lakes, 4) invasion of exotic plants species, 5) creation of dams, oil exploration and exploitation, 7) pollution by agro-chemicals and pesticides, 8) mining and obstruction to natural water-flow patterns.

However, there are in Mexico wetlands considered as being some of the most productive and pristine in Central and North America. Those wetlands have an array of values, one of them is wildlife. One of the most conspicuous (probably the most) group of wildlife are birds. Of the groups of birds which live in or near a wetland, the order Ciconiiformes (herons, and storks) are one of the best adapted to live in such a particular environment. Together with pelicans (Pelecaniformes), ducks (Anseriformes) and, shorebirds (Charadriidae and Scolopacidae), herons have been proposed, tested and accepted as environmental indicator. The rationale is that living beings which are in peculiar ecological situations show a rapid response to changes in the general qualities of the environment. The change on its breeding success would indicate problems of lack of productivity or pollution, just to mention a pair of factors.

In order to use Aquatic birds as environmental indicators, a accurate knowledge of their population structure and fluctuations in relation on environmental variables is needed. This implies that there should be

good methods to evaluate how many animals there are, where they are, and how much success do they have to breeding and fledge their youngs. In Chapter III advantages and disadvantages of different methods to survey and census aquatic birds are presented: monitoring method such as the Systematic Reconnaissance Flight (SRF) are discussed in more detail and case studies presented.

The Usumacinta Delta in Tabasco and Campeche: Los Petenes in Campeche from the coast of Yucatan State Ria Celestun, El Palmar, Bocas de Dzilam and Ria Lagartos and associated wetlands on the northern of the State are presented collectively: the wetlands of the northern part of Quintana Roo: and finally Sian Ka'an, are assessed in terms of information on its aquatic birds. Total numbers, breeding colonies and migrational movements are discussed. The information has not being systematical collected so, its interpretation is difficult. The populations of most of the species assessed show a slight decrement: compared with data of ca. 20 years ago but with large devaluations from the mean numbers. In particular, ducks are recovering from low level during the early 1980's. Brown Pelicans appeared to have stabilized after a sharp decline during the 1970's, but no recent survey has been done. Flamingos show the most spectacular recovery after the low levels of the 1970's: protection of the colonies seem to be the main reason to this.

There are no figures to discuss the status of shorebird, however, the habitat (mudflats) in the western and northern coasts of the Peninsula seems to be in excellent conditions. The wading bird colonies in Quintana Roo show big natural variations. The colonies near Holbox need to be protected. The colonies in Usumacinta Delta are still the largest in the region even that they are under the levels of the 1970's. The idea that the belt of wetlands in the Atlantic coast of Southeastern Mexico is a wildlife corridor is stressed.

It is extremely important to standardize the methodology of all of the censuses to the different groups of birds. This is a must in order to produce data that could be analyzed to make management decisions. Coordinated monitoring is proposed. Local coordination plus international cooperation has already produced some results.

# CARTAS AL EDITOR

Existen algunas especies de aves que se espera sean encontradas en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, no habiendo aún registros que confirmen su presencia en esta área.

El presente listado tiene la finalidad de mostrar cuales son estas especies así como solicitar la colaboración de los ornitólogos de la región para reportar la presencia de alguna de estas especies dentro de la Reserva o en sus alrededores.

Los reportes deberán ser enviados a Amigos de Sian Ka'an. A.C., Apdo. Postal 770. Cancun, Q. Roo. 77500. Tel (98) 84-95-83. Fax (98) 87-30-80

Barbara MacKinnon H.

## LISTADO DE ESPECIES POTENCIALES PARA SIAN KA'AN QUE AUN NO HAN SIDO OBSERVADAS. LIST OF POTENTIAL BIRD SPECIES WHICH MAY OCCUR IN AND AROUND THE SIAN KA'AN BIOSPHERE RESERVE

### SULIDAE

Masked Booby/Bobo enmascarado (*Sula dactylatra*)

### ARDEIDAE

Agami Heron/Garza agami (*Agamia agami*)

### ANATIDAE

Fulvous Whistling-Duck/ Pato pijiji bicolor (*Dendrocygna bicolor*)

Muscovy Duck/ Pato Real (*Cairina moschata*)

Northern Pintail/Pato golondrino (*Anas acuta*)

Hooded Merganser/Mergo de caperuza (*Lophodytes cucullatus*)

Masked Duck/Pato enmascarado (*Oxyura dominica*)

### ACCIPITRIDAE

Plumbeus Kite/Milano plumizo (*Ictinia plumbea*)

Harris Hawk/Gavilán de Harris (*Parabuteo unicinctus*)

Sharp-shinned Hawk/Gavilán pajarero (*Accipiter striatus*)

Red-tailed Hawk/Gavilán cola roja (*Buteo jamaicensis*)

Black-and-White Hawk-Eagle/Aguila negra y blanca (*Spizastur melanoleucus*)

### FALCONIDAE

Barred Forest-Falcon/Halcón selvático chico (*Micrastur ruficollis*)

Aplomado Falcon/Halcón fajado (*Falco femoralis*)

### RALLIDAE

Virginia Rail/Rascón de Virginia (*Rallus limicola*)

Rufous-necked Wood-Rail/Rascón cuello rojizo (*Aramides axillaris*)

Yellow-breasted Crake/Gallineta pálida (*Porzana flaviventer*)

### HELIORNITHIDAE

Sungrebe/Pájaro cántil (*Heliornis fulica*)

### CHARADRIIDAE

Piping Plover/Chorlito chiflador (*Charadrius melodus*)

### HAEMATOPODIDAE

American Oystercatcher/Ostrero americano (*Haematopus palliatus*)

### JACANIDAE

Northern Jacana/Círujano (*Jacana spinosa*)

### SCOLOPACIDAE

Long-billed Curlew/Pico largo (*Numenius americanus*)

Marbled Godwit/Picopando real (*Limosa fedoa*)

Red Knot/Playero canuto (*Calidris canutus*)

Semipalmated Sandpiper/Playerito semipalmeado (*Calidris pusilla*)

White-rumped Sandpiper/Playerito rabadilla blanca (*Calidris fuscicollis*)

Dunlin/Playero lomo rojo (*Calidris alpina*)

Stilt Sandpiper/Playero zancón (*Calidris himantopus*)

Buff-breasted Sandpiper/Playerito canelo (*Tryngites subruficollis*)

### LARIDAE

Bonaparte's Gull/Gaviota de Bonaparte (*Larus philadelphia*)

Ring-billed Gull/Gaviota pico anillado (*Larus delawarensis*)

Lesser Black-backed Gull/Gaviota fusca menor (*Larus fuscus*)

Sabine's Gull/Gaviota de Sabine (*Xema sabini*)  
Gull-billed Tern/Pico de Gaviota (*Sterna nilotica*)  
Forster's Tern/Golondrina marina de Forster (*Sterna forsteri*)  
Bridled Tern/Golondrina marina embridada (*Sterna anaethetus*)  
Sooty Tern/Golondrina marina oscura (*Sterna fuscata*)  
Brown Noddy/Boba café (*Anous stolidus*)

#### COLUMBIDAE

Short-billed Pigeon/Paloma pico corto (*Columba nigrirostris*)

#### CUCULIDAE

Black-billed Cuckoo/Cuco pico negro (*Coccyzus erythrophthalmus*)

#### STRIGIDAE

Burrowing Owl/Tecolote zancón (*Athene cunicularia*)  
Black-and-white Owl/Búho blanquinegro (*Ciccaba nigrolineata*)

#### APODIDAE

Chimney Swift/Vencejito migratorio (*Chaetura pelagica*)

#### TROCHILDAE

Rufous-tailed Hummingbird/Chupaflor pecho gris (*Amazilia tzacatl*)  
Azure-Crowned Hummingbird/Chupaflor cabeza azul (*Amazilia cyanocephala*)

#### TYRANNIDAE

Willow Flycatcher/Mosquerito saucero (*Empidonax traillii*)  
Eastern Phoebe/Mosquero fibí (*Sayornis phoebe*)  
Gray Kingbird/Tirano gris (*Tyrannus dominicensis*)

#### HIRUNDINIDAE

No. Rough-winged Swallow/Golondrina aliaserrada (*Stelgidopteryx serripennis*)  
Bank Swallow/Golondrina pecho fajado (*Riparia riparia*)  
Cliff Swallow/Golondrina risquera (*Hirundo pyrrhonota*)

#### MOTACILLIDAE

American Pipit/Bisbita de agua (*Anthus rubescens*)

#### STURNIDAE

European Starling/Estornino (*Sturnus vulgaris*)

#### VIREONIDAE

Black-whiskered Vireo/Vireo bigote negro (*Vireo altiloquus*)  
Green Shrike-Vireo/Follajero verde (*Vireolanius pulchellus*)

#### EMBERIZIDAE

(Parulinae)  
Blackpoll Warbler/Chipe gorra negra (*Dendroica striata*)  
Cerulean Warbler/Chipe cerúleo (*Dendroica cerulea*)  
Mourning Warbler/Chipe llorón (*Copornis philadelphia*)  
Wilson's Warbler/Chipe corona negra (*Wilsonia pusilla*)  
Canada Warbler/Chipe collarejo (*Wilsonia canadensis*)  
(Thraupinae)  
Gray-headed Tanager/Tangara cabeza gris (*Eucometis penicillata*)  
Black-throated Shrike-Tanager/Tangara cabeza negra (*Lanio aurantius*)  
(Cardinalinae)  
Blue-black Grosbeak/Piquigrueso negro (*Cyanocompsa cyanoides*)  
Dickcissel/Arrocero americano (*Spiza americana*)  
(Emberizinae)  
Chipping Sparrow/Gorrión ceja blanca (*Spizella passerina*)  
Clay-colored Sparrow/Gorrión pálido (*Spizella pallida*)  
(Icterinae)  
Montezuma Oropendola/Oropéndola de Moctezuma (*Psarocolius montezuma*)

#### FRINGILLIDAE

Lesser (Black-backed) Goldfinch/Canario yucateco (*Carduelis psaltria*)

Nombres comunes en español tomados de:

MacKinnon H., Barbara. 1992. Listado de Aves de la Península de Yucatán. Amigos de Sian Ka'an, A.C. Cancún, Q. Roo.

## NORMAS PARA LOS AUTORES

La revista SIAN KA'AN SERIE DE DOCUMENTOS acepta los siguientes tipos de aportaciones que contribuyan 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 aquellos que hayan sido realizados en primera instancia en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, aceptando también los realizados en el Estado de Quintana Roo, en la Península de Yucatán o en caso de que se refieran a zonas geográficas diferentes a las antes mencionadas, que sean temas aplicables en estas áreas.

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

**NOTAS CIENTÍFICAS.** Son escritos basados en observaciones que tienen como base el método científico, que pueden ser resultados parciales o preliminares de una investigación, inclusive de aquellas que hayan sido 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 objeto 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 están debidamente fundamentados. Esta sección tiene por objeto realizar aclaraciones o fomentar la discusión sobre temas publicados en esta revista. 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 donde 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 de 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 y si desea adquirir un número mayor deberá solicitarlo por escrito antes de su impresión.

### FÓRMATO

1.- Forma. Los documentos deberán contener hasta un máximo de cuarenta cuartillas, sin numerar, incluyendo tablas y figuras.

Los márgenes superior e izquierdo deberán ser de 2.5 cm. y el inferior y derecho de 2 cm. sin justificar el texto al margen derecho.

Las tablas y figuras (mapas, gráficas, etc.) deberán estar elaboradas a tinta china en papel albanense o con impresora Laser, en color negro solamente. Se indicará en donde deben ser intercaladas en el texto. Lamentamos no poder incluir fotografías.

2.- Texto. Los documentos deberán escribirse preferentemente en español pero también se aceptarán trabajos en inglés. Los títulos y subtítulos se escribirán con mayúscula del lado izquierdo, sin sangría y separados del texto.

La redacción deberá ser impersonal, incluso en los agradecimientos. Sólo se subrayarán las locuciones greco- latinas y los nombres científicos.

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

Las medidas y pesos deberán darse usando el sistema métrico decimal y kilogramos respectivamente, anotando sus abreviaturas convencionales.

Los dígitos del 0 al 9 se escribirán con letra cuando formen parte del texto, de igual modo todo número que inicie una frase u oración.

Los trabajos deberán procesarse preferentemente en computadora utilizando los programas Microsoft Word, Wordstar, Lotus, QPro, Harvard Graphics, Statgraph, Systat, Camris u otro compatible IBM. Podrá usarse diskette blanco de 5 1/4" o duro de 3 1/2", el cual deberá enviarse debidamente etiquetado y rotulado anotando el nombre del autor y título del o los trabajos incluidos y con una copia impresa del o los documentos.

De no contarse con computadora, podrá enviarse el trabajo mecanografiado cubriendo los requisitos del formato. No se regresará ningún material por lo que se sugiere a los autores conservar copias del mismo.

### CONTENIDO DEL MANUSCRITO

Para poder lograr uniformidad en los escritos que se reciban, estos deberán sujetarse a los siguientes lineamientos, según el tipo de documento que se desee publicar:

**ARTICULOS Y NOTAS CIENTÍFICAS:** deberán contener las siguientes secciones;

a) Título: Deberá reflejar el contenido del escrito en no más de 25 palabras. Se escribirá con letras mayúsculas, los nombres científicos con minúscula y acompañados del nombre del autor. Cuando se haga referencia a taxa menores deberán incluirse entre paréntesis. (CLASE:FAMILIA).

b) Resumen y Abstract: Incluirá la presentación de los objetivos, resultados y conclusiones, resaltando la contribución que se hace a la respectiva área del conocimiento. Se deberán incluir las Palabras Clave y Key Words. Deberá evitarse el hacer del resumen un listado del contenido del trabajo, no se incluirán tablas o figuras ni se harán referencias a ellas en el texto, tampoco citas bibliográficas.

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 (v.g. tesis, conferencias, informes, manuscritos, inéditos, etc) los materiales y métodos podrán explicarse.

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

g) Discusión: Deberá obedecer al análisis y contrastación de antecedentes y resultados en relación con los objetivos planteados, de tal modo que ello 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 estar bien definidas.

h) Conclusiones: Deberán destacar los aportes originales o relevantes al conocimiento, producto del trabajo en cuestión.

i) Recomendaciones: las que amerite el caso para futuros esfuerzos.

j) Reconocimientos: (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 autores, sin numeración ni incisos. Cuando se mencionen varios artículos de un mismo autor, estos se presentarán 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 al lado derecho del año las primeras letras del alfabeto (1990a, 1990b, 1990c, etc.). Las referencias de artículos, libros o capítulos, deberán seguir el formato de las revistas publicadas por el CONACYT.

**COMUNICACIONES:** Deberán contener las siguientes secciones:

a) Título, b) Autor (es), c) Institución, Dirección Postal del o los autores, d) Desarrollo del Tema, con los subtítulos que se estimen convenientes.

**RESUMEN DE TESIS:** Se publicarán tal y como aparecen en la tesis. El autor podrá incluir el nombre de la institución en la que colabora y su dirección postal actualizada.

**CARTAS AL EDITOR.** Estas no tienen un contenido definido, pero deberán incluir el nombre y dirección postal de la o las personas que escriben. No deberán exceder de dos cuartillas a doble espacio.

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

Todos los trabajos deberán remitirse a:

SIAN KA'AN SERIE DOCUMENTOS

APDO. POSTAL NO. 770

CANCUN, Q. ROO 77500

Para mayor información puede comunicarse a los teléfonos:

TEL. (98) 84-95-83

FAX. (98) 87-30-80



Las reservas de la biosfera son una nueva conceptualización de las áreas naturales protegidas, en donde se integran los objetivos de conservación de la flora, fauna y ecosistemas, con las necesidades de la población que habita el área. En las reservas de la biosfera la conservación no es concebida como la prohibición del uso de los recursos naturales, sino como su utilización racional y sustentable a largo plazo. La Reserva de la Biosfera Sian Ka'an fue creada por decreto presidencial publicado el 20 de Enero de 1986. Con una superficie de 528,147 hectáreas ubicadas en la costa central de Quintana Roo, es actualmente una de las áreas protegidas más grandes de nuestro país. Contiene aproximadamente una tercera parte de bosques tropicales, otra de sabanas y manglares y una última de ambientes costeros y marinos, incluyendo una sección del segundo sistema arrecifal más grande del mundo. Sian Ka'an forma parte de la Red Internacional de Reservas de la Biosfera y en 1987 fue incluida en la Lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO. Amigos de Sian Ka'an es una asociación civil, no lucrativa, cuyo fin es lograr que el proyecto de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an se convierta en un ejemplo de conservación y uso racional de recursos naturales de México. Amigos de Sian Ka'an canaliza el interés y los esfuerzos de la sociedad civil, y colabora con las instancias federales, estatales, municipales y los pobladores del área para lograr que se cumplan los objetivos que motivaron el establecimiento de la Reserva de la Biosfera. Una de las acciones que Amigos de Sian Ka'an realiza es el favorecer una mayor comunicación entre la comunidad científica regional. La Revista Sian Ka'an Serie Documentos es un esfuerzo editorial que pretende lograr dicho fin.

## COLABORADORES 1993

Juan E. Bezaury Creel  
Adela Samper Blasco  
Mónica Menéndez de Roberts  
Pedro Ramírez Guillén

Director Ejecutivo  
Directora de Desarrollo  
Directora de Desarrollo  
Director de Proyectos

## ADMINISTRACION Y CONTABILIDAD

Fidel Pérez del Valle Alcalde  
Leydi Mejía Ceballos  
Gerardo de la Cruz Leyva

## PROYECTOS DE LANGOSTA

Patricia Briones Fourzan  
Enrique Lozano Alvarez  
Fernando Negrete Soto  
Silvia Padilla Ramos  
Humberto Mex Cupul  
Juan Renán Nuñez

## PROYECTO PESQUERÍAS ALTERNATIVAS

Martha Basurto Origel  
Edith Zárate Becerra  
Rosendo Evan Canché

## PROYECTO ARRECIFES

David Gutiérrez Carbonell  
Carlos García Sáez  
Mario Lara Pérez-Soto  
Claudia Padilla Souza  
Javier Pizaña Alonso  
Carla Gutiérrez R.  
Luis Mendoza Cuenca  
Oscar Ríos Cárdenas  
Arquímedes León Caballero  
Ezequiel de los Santos

## PROYECTO MANEJO PRODUCTOS DEL BOSQUE

Julio Castillo Espadas  
Cándido Caamal Uitzil  
Paula Urrutia de Bulajich  
Delfina Angulo Hau

## PROYECTOS DE FAUNA

Pedro Ramírez Guillén  
Rufino Ucan Chan  
Gonzalo Merediz Alonso

## PROYECTO COCODRILOS

Gonzalo Merediz Alonso  
Marco A. Lazcano Barrero  
Juan Bezaury Creel

## PROYECTO CUENCA HIDROLÓGICA

Eduardo Battlori Sampedro  
Pedro Pablo Dzib Hoil  
Roberto Limberg Tuyub  
Víctor Hugo Hernández Obregón

## PROYECTO ERRADICACIÓN DE CASUARINA

Gerardo García Beltrán  
César Barrios Martínez

## PROYECTO TORTUGAS MARINAS

César Barrios Martínez  
Gonzalo Merediz Alonso  
Ninel García Tellez  
Elena García Muñoz  
Felipe de J. Coello

## PROYECTO DESARROLLO REGIONAL

Mario González Vázquez  
Santos Vázquez Canché  
Cándido Caamal Uitzil  
Catalina Pech Tuk

## PROYECTOS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

Juan José Morales Barbosa  
Marco Moreno Hermosillo

## PROYECTO ECOTURISMO

César Barrios Martínez  
Wilberth Salas López

## PROYECTOS DE MONITOREO

David Gutiérrez Carbonell  
Jorge Correa Sandoval  
Jesús García Barrón  
Julio Juárez Gómez  
Gonzalo Merediz Alonso  
Pedro Ramírez Guillén

## PROYECTO CORREDOR

SIAN KA'AN-CALAKMUL  
Víctor Hugo Hernández Obregón

## BANCO DE INFORMACION

David Gutiérrez Carbonell  
Gerardo García Beltrán

## CONSEJO DIRECTIVO

Carlos Constandse Madrazo  
Barbara MacKinnon Vda. de Montes  
Roberto Sastré Pintado  
Juan E. Bezaury Creel  
Esteban Lima Zuno  
Guillermo Morales Figuerola  
Jaime Valenzuela Tamariz  
Maximiliano Vega Tato

## ASOCIADOS FUNDADORES

Enrique Cámara Peón  
Enrique Carrillo Barrios Gómez  
Héctor Ceballos Lascuráin  
Brianda Domeck Cook  
Javier González Fernández  
Helmut Janka  
Ronald B. Nigh  
Amparo Riefrohl Craules  
Fernando Rodríguez Campillo  
Andrés Marcelo Sada Zambrano  
Efraín Villanueva Arcos

## ASOCIADOS

Salim Abraham Achach  
Francisco Córdoba  
Marcela Cortina de Sarro  
David Gustavo Gutiérrez Ruíz  
Addy Joaquín  
Francisco López Mena  
Enrique Lorente Moreno  
Oscar Margain  
Sigfrido Paz Paredes  
Enrique Sarro  
Francisco Javier Vales Zaldívar

## SOCIOS HONORARIOS

Miguel Alemán Velasco  
Spencer B. Beebe  
Curtis Freese  
Eric Hagsater  
Pedro Joaquín Coldwell  
Héctor Mayagoitia Domínguez  
Donal C. O'Brian  
Francis Spivy-Weber

## SOCIOS CONSULTIVOS

Joann Andrews  
Jesús Estudillo  
Arturo Gómez Pompa  
Rocío González de la Mata  
Gonzalo Haiffter  
Arturo López Ornat  
Pedro Reyes Castillo

## SOCIOS PATROCINADORES VITALICIOS

Agencia Británica para el Desarrollo de Ultramar (ODA)  
Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (CIDA)  
Agencia Internacional para el Desarrollo (AID)  
Centro Para la Conservación Marina  
Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF-CANADA)  
Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF-US)  
Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF-UK)  
Fundación The Friends of Mexican Development  
Fundación Compton  
Fundación Ford  
Fundación W. Alton Jones  
Fundación Miguel Alemán  
Fundación John D. y Catherine T. MacArthur  
Fundación Leo Model  
Fundación Moriah  
Fundación Mott  
Fundación Jonathan Sachs  
Fundación Sequoia  
Fundación Tinker  
Lighthawk  
Armando Millet Molina  
North American Wetlands Conservation Council (USF&WS)  
Ritco y Asociados, S.A. de C.V.  
The Nature Conservancy Florida  
The Nature Conservancy  
The Nature Conservancy Maine  
The Nature Conservancy Ohio  
The Pew Charitable Trust

Presidente  
Vicepresidenta  
Tesorero  
Secretario  
Consejero  
Consejero  
Consejero  
Consejero

## SOCIOS PATROCINADORES

Banpeco  
Celanese Mexicana, S.A.  
Carlos Constandse Madrazo  
Marcos Constandse Madrazo  
Oscar Constandse Madrazo  
Fonatur Cancún  
Fundación Vida, A.C.  
Gilbert W. Glass  
Carlos Hank González  
Hotel Camino Real-Cancún  
Hotel Cancún Palace  
Hotel Hyatt Regency Cancún  
Hotel Krystal Cancún  
Hoteles Oasis Internacional  
Hotel Sheraton-Cancún  
Barbara MacKinnon Vda. de Montes  
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)  
Lucy Rockefeller Waletzky  
Xcaret

## SOCIOS BENEFACTORES

Aid to Artisans Inc.  
Manuel Arango Arias  
Aventurismo  
Asociación de Clubes Vacacionales de Cancún, A.C.  
Asociación de Hoteles de Cancún, A.C.  
Bezaury, S.A. de C.V.  
Carolina y Simón Bolívar  
Cancún Tips, S.A.  
Club de Pesca Casa Blanca  
Centro Educativo Itzamná  
Salvador Castellón Guerrero  
Dante Delgado Rannau  
Diseñadores Industriales Asociados  
Lori Efrymson  
Peyton Huffman  
Interplast, S.A. de C.V.  
Eric Noren  
Ruth Norris  
John Olson  
Luis y Ana Quijano  
Sierra Club, Loma Prieta Chapter  
John W. Smale  
Juan Vargas Medina  
Jaime Velázquez del Corral  
Georgia E. Welles

## SOCIOS COLABORADORES

Agrupación Sierra Madre, S.C.  
John B. Bean  
Biocenosis, A.C.  
Daniel Camhi Montekio  
Caribbean News  
Club de Pesca Boca Paila  
Conservation International  
Laura y Felipe de J. Coello  
Carlota Creel Algara  
Crestview Junior High School  
Alan B. Curtis  
Diario de Quintana Roo  
Raymundo Fraga Valle  
Laurel Gonsalves  
Joanna Green  
Ruth Grunau  
William J. Harris  
Inmobiliaria Fátima  
International Voyager Media  
Marco A. Lazcano  
Rucella Loria Méndez  
Kaye & Jean Locklin  
Ann McLemore  
Guillermina Muñoz  
Louis Nevaer  
Novedades de Quintana Roo  
David W. Pearce  
Fidel Pérez del Valle Cunillé  
Plaza América  
William D. Rogers  
Jesús Silva-Herzog  
Videoservicios Profesionales, S.A. de C.V.  
Elizabeth Watts  
Peter V. Wiese  
Martinas F. Ycas  
Mervin y Leticia Zimmerman

amigos de  
sian ka'an

