



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

SINOPSIS DE LAS CLAVES POLICOTOMICAS PARA LA IDENTIFICACION DE LAS ESPECIES FORMADORAS DE ARRECIFES DEL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO GOLFO DE MEXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

JOSE ENRIQUE VERA CHAVEZ



DIRECTOR DE TESIS M. en C. JOSE ENRIQUE VERA CHAVEZ



FACULTAD DE CIENCIAS SECCION ESCOLAR

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



GOBIERNO FEDERAL
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

"Sinopsis de las claves policotómicas para la identificación de las especies formadoras de arrecifes del sistema arrecifal veracruzano, Golfo de México"

realizado por José Enrique Vera Chávez

con número de cuenta 07840139-0 , quien cubrió los créditos de la carrera de: **BIOLOGIA**

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario M.en C. Juan José Espejel Montes

Propietario M.en C. María del Pilar Torres García

Propietario Biol. Teresa Sosa Rodríguez

Suplente Dra. Aurora Claudia Padilla Sousa

Suplente M.en C. José Luis Bortolini Rosales

JEM
Ma. Pilar Torres
Teresa Sosa
Aurora
JLB

Consejo Departamental de BIOLOGIA

FACULTAD DE CIENCIAS

Juan Manuel Rodríguez Chávez
M.en C. JUAN MANUEL RODRIGUEZ CHAVEZ



ESTE TRABAJO SE REALIZÓ EN EL DPTO. DE INGENIERIA
EN SISTEMAS AMBIENTALES DE LA ESCUELA DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS DEL I.P.N. BAJO LA DIRECCIÓN DEL M. EN C.
JUAN JOSÉ ESPEJEL MONTES.

AGRADECIMIENTOS

Manifiesto mi profundo agradecimiento, al M. en C. Juan José Espejel Montes, por su dirección constante e incondicional a lo largo de todo el proceso de llevar a término el presente trabajo.

Al personal del Laboratorio de Invertebrados, de la Facultad de Ciencias de la **UNAM**, por sus valiosas aportaciones y sugerencias en cada revisión, que me facilitaron llevarlo a su fin:

M. en C. María del Pilar Torres García, Biol. Teresa Sosa Rodríguez y M. en C. José Luis Bortolini Rosales.

A la Dra. Aurora Claudia Padilla Souza Investigador titular, del Centro Regional de Investigación Pesquera Puerto Morelos, INP. que con el aporte de su conocimiento y experiencia en el tema, dieron forma de manera importante a ésta tesis.

A mi Universidad, por la gran oportunidad que me dio de realizarme.

DEDICATORIAS

A mis padres, Dr. Luis Fernando Vera García y María del Carmen Chávez Moreno por el amor, enseñanzas y apoyo que me alientan a siempre seguir adelante.

A Blake Enrique Vera Rogers, por la gran alegría e ilusión que ha traído a mi vida.

A mis verdaderos amigos de toda la vida, que me han acompañado en mis buenos y malos momentos, por su amistad, lealtad y por su apoyo.

*Im weiten Meerew musst uanbeginnen!
Da fängt man erst im an
Und freut sich, Kleinste zu verschlingen;
Man wächst so nach und nach heran
Und bildet sich zu höheremVollbringen.**

GOETHE

* ¡Debes empezar por el ancho mar/ Allí está el origen, en lo pequeño; / allí tiene uno el gusto de comerse a los más pequeños, / allí es donde se va uno haciendo grande / y preparando para grandes hechos.

CONTENIDO

DEDICATORIAS

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

1.0. INTRODUCCIÓN.....	1
2.0. OBJETIVOS.....	7
2.1. Objetivo General.	
2.2. Objetivos Particulares.	
3.0. ANTECEDENTES.....	8
3.1. Revisión bibliográfica de los estudios taxonómicos en el SAV	
3.1.1. Estudios taxonómicos en el Atlántico y región zoogeográfica del Caribe, que incluye el Golfo de México.	
3.1.2. Estudios taxonómicos en el Sistema Arrecifal Veracruzano, (SAV).	
3.2. Descripción del área de estudio.	
3.2.1. Localización geográfica, patrón climático e hidrología.	
3.2.2. Breve descripción de los arrecifes que conforman el SAV.	
4.0. MATERIAL Y MÉTODO.....	14
4.1. Revisión de antecedentes y sistemática	
4.2. Determinación de las especies hermatípicas reportadas en el área.	
4.3. Elaboración de la clave policotómica	
4.4. Elaboración del glosario especializado de los términos clave.	
4.5. Elaboración de fotografías e ilustraciones de los especímenes en estudio.	
5.0. RESULTADOS.....	15
5.1. Consideraciones taxonómicas para elaborar el presente listado.	
5.2. Lista de los corales hermatípicos del parque marino SAV del Golfo de México.	17
5.3. Clave policotómica simplificada para la identificación de las especies coralinas hermatípicas del SAV. Clases Hidrozoa y Anthozoa en los órdenes Milleporina, Stylasterina y Scleractinia, reportados en el área.	
5.4. Glosario especializado de los términos clave, para la identificación de los corales constructores arrecifales del SAV. Diagrama de un coral simple. A, corte longitudinal; B, Corte transversal y Diagrama en tercera dimensión de la estructura de un coral simple.	
5.5. Terminología.	
6.0. DISCUSIÓN.....	28
6.1. Sobre la composición de especies de corales formadores de arrecifes del SAV.	
6.2. Alcances y limitaciones de esta clave.	
6.3. Síntesis de los principales aspectos ecológicos y evolutivos de las especies hermatípicas del SAV.	
7.0. CONCLUSIONES.....	33
8.0. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	35

9.0. SITIOS DE INTERNET.....	38
------------------------------	----

10.0. ANEXO (Fotografías y esquemas).....	39
---	----

Lámina 1.	<i>Millepora alcicornis</i> <i>Stylaster roseus</i>
Lámina 2.	<i>Scolymia cubensis</i> <i>Phylangia americana</i>
Lámina 3.	<i>Astrangia solitaria</i> <i>Eusmilia fastigiata</i>
Lámina 4.	<i>Mussimilia hartii</i> <i>Mussa angulosa</i>
Lámina 5.	<i>Acropora palmata</i> <i>Acropora cervicornis</i> <i>Acropora prolifera</i>
Lámina 6.	<i>Oculina difussa</i> <i>Oculina valenciennesi</i>
Lámina 7.	<i>Madracis decactis</i> <i>Porites porites</i>
Lámina 8.	<i>Undaria agaricites</i> <i>Agaricia fragilis</i>
Lámina 9.	<i>Agaricia lamarcki</i> <i>Hellioseris cuculata</i>
Lámina 10.	<i>Manicina areolata</i> <i>Dichocoenia stokesi</i>
Lámina 11.	<i>Colpophyllia natans</i> <i>Micetophyllia danaana</i>
Lámina 12.	<i>Micetophyllia lamarckiana</i> <i>Diploria clivosa</i>
Lámina 13.	<i>Diploria labyrinthiformis</i> <i>Diploria strigosa</i>
Lámina 14.	<i>Isophyllia sinuosa</i> <i>Porites branneri</i>
Lámina 15.	<i>Porites asteroides</i> <i>Siderastrea radians</i>
Lámina 16.	<i>Siderastrea siderea</i> <i>Stephanochoenia intersepta</i>
Lámina 17.	<i>Favia fragum</i> <i>Favia conferta</i>
Lámina 18.	<i>Montastrea annularis</i> <i>Montastrea faveolata</i>
Lámina 19.	<i>Montastrea franksi</i> <i>Montastrea cavernosa</i>

RESUMEN

Como resultado de una revisión de la información taxonómica y ecológica disponible en los últimos 50 años sobre las especies de corales formadoras de arrecife, también conocidas como hermatípticas o corales pétreos, de las Clases Hydrozoa y Anthozoa, Ordenes Milleporina, Stylasterina y Scleractinia, que han sido hasta la fecha reportados en el parque marino Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), se pretende exponer una revisión analítica de los criterios y de los elementos taxonómicos, hasta ahora utilizados en la identificación de los corales formadores de arrecifes de esta localidad.

A lo largo de 17 años se han organizado distintas campañas de estudio e investigación haciendo uso del buceo libre y autónomo en el SAV. En este lapso se realizaron diversas observaciones y tomas de datos, en un total de 20 plataformas arrecifales y la correspondiente variedad de hábitats comprendidos entre la superficie y los 40 m de profundidad. Se estimaron algunos índices de diversidad específica por zonas y profundidades. En la elaboración del presente trabajo, se obtuvieron fotografías de colonias vivas de las especies representativas del sitio. Se revisaron algunos especímenes disponibles en las colecciones taxonómicas de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN; y de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Y finalmente se tuvo acceso a bases de datos y a otros trabajos previos relacionados, conjuntando los criterios y los elementos taxonómicos para elaborar una clave policotómica actualizada de identificación de los corales hermatípticos de las Clases Hydrozoa (Ordenes Milleporina y Stylasterina) y Anthozoa (Scleractinia) reportados en el área.

La sinopsis que se presenta en este trabajo, contiene un total de 38 especies de corales pétreos, que corresponden 36 especies del Orden Scleractinia, distribuidos en 12 familias más 1 del Orden Milleporina y otra del Orden Stylasterina. Se proporciona un glosario especializado de los términos clave, para la identificación de los corales constructores arrecifales del SAV, y ofrece una herramienta actualizada de identificación utilizando diagnósticos, fotografías e ilustraciones de los especímenes estudiados.

El objetivo primario de la taxonomía consiste en definir los límites morfológicos entre las especies, separarlas, describirlas y denominarlas de manera significativa respecto a otros organismos. En corales esta tarea es difícil debido a los amplios rangos de variación morfológica intraespecífica. Por lo que, la taxonomía, se ha tenido que complementar con la utilización de técnicas moleculares y genéticas para emitir los criterios taxonómicos en uso. La presente sinopsis de la riqueza de especies del SAV, es un criterio de referencia comparativo de la distribución y la diversidad de los corales formadores de arrecifes entre los grupos de plataformas arrecifales emergidas del Golfo de México, tales como: los arrecifes Flower Garden de Florida; el arrecife Isla Lobos al norte de Veracruz; así como los arrecifes Arcas, Triángulos y Alacranes de Campeche.

Ya como indicador de la degradación del hábitat arrecifal, o como referente para implementar medidas de conservación de la diversidad biológica de estos organismos, este estudio propone un valor de la composición de las especies formadoras de arrecifes en el parque marino. El valor objetivo de la diversidad biológica, es de utilidad en la conciencia pública y en la de las instituciones gubernamentales involucradas en las gestiones para la protección de la biodiversidad y de los recursos costeros de México.

1.0.- INTRODUCCIÓN.

Las explicaciones sobre los cambios espacio- temporales de las especies coralinas y de porqué éstas ocurren donde están; tienen que ver con la naturaleza misma de estos organismos, en razón de que en los niveles taxonómicos inferiores, las especies de corales formadores de arrecifes también conocidos como hermatípicos o pétreos, continuamente se fusionan y se separan en el tiempo. La diversidad regional, es resultado de una disponibilidad pan-ecuatorial de estos organismos y de las respectivas capacidades de sobrevivencia, en todo lo amplio de esta zona, así como en la particularidad de cada una de las actuales localidades arrecifales presentes. En cada una de éstas, las últimas fuentes de diversificación específica, quedan circunscritas a la diversidad del nicho, a las interacciones entre especies y a la conectividad genética.

Cuando se analizan las especies coralinas en escalas biogeográficas, el amplio espectro de propiedades biológicas asignadas al concepto de especie se vuelve artificial, en virtud de que la evolución de los corales no esta primariamente conducida por ninguna forma de competencia entre especies, como asumen las premisas neodarwinianas, sino sobre los constantemente cambiantes patrones de circulación oceánica, que en escala geológica, dan lugar a patrones muy variables de conectividad genética. Es entonces que se da el fenómeno de "vicarianza" en que una población formalmente continua es dividida por una barrera y evoluciona en dos o mas especies. Este mecanismo denominado: "vicarianza de circulación superficial", es vector de especiaciones e hibridaciones.

A los constantes cambios en los patrones de afinidades se ha denominado evolución reticulada. Esta explicación de proceso evolutivo es aceptado en las plantas y referido en animales ocasionalmente en estudios genéticos y en ningún momento en conceptos generales de especiación, por lo que no se ha considerado como una explicación evolutiva general para ser aplicada en animales marinos como los corales.

Las explicaciones de evolución reticulada en los corales cubre varios aspectos y es importante aplicarlo en los estudios y la determinación de especies. Como los corales han cambiado en el espacio y en el tiempo, se debe considerar la propia naturaleza de las especies coralinas resumidas en los aspectos siguientes:

- No tienen ningún lugar especial de la jerarquía taxonómica.
- No son unidades en las cuales la evolución actúa invariablemente.
- No tienen centros de radiación evolutiva.
- No existe evidencia de que hallan surgido como eventos discretos en el tiempo.
- No existen asociaciones entre los actuales lugares de ocurrencia y cualquier aparente centro de origen.

La superficie estimada de plataformas arrecifales coralinas existentes a menos de 30 m de profundidad en la actual corteza terrestre es de 600,000 km². Está distribuida en un 60% en el océano Índico; un 14% en el mar Caribe; un 13% en el océano Pacífico y la costa este de Australia y un 12% en el océano Pacífico norte. La mayor riqueza específica reportada es de 94 géneros de corales formadores de arrecifes y aproximadamente 218 especies correspondiente a los archipiélagos Indonesio y Filipino. (Veron, 1995).

Los corales formadores de arrecifes presentes en el continente Americano, específicamente en el intervalo intra tropical, se consideran relictos faunísticos del Terciario Medio que vivieron en el mar de Tetis. Sólo tres géneros comunes existen actualmente, compartidos entre los corales de los Océanos Indo Pacífico, Atlántico y el Pacífico de América y son los siguientes: *Acropora*, *Porites* y *Millepora* sin especies comunes. En el océano Pacífico del continente Americano se reporta actualmente un total de 22 especies, distribuidas en 6 familias: Acroporidae, Agariciidae, Dendrophylliidae, Pocilloporiidae, Poritidae y Thamnasteriidae, incluye también a los hidrocorales de la familia Milleporidae. La región zoogeográfica del Caribe, o región faunística de los corales del Atlántico Americano, está compuesta por 16 familias y aproximadamente 75 especies de corales formadores de arrecifes.: Acroporidae, Agariciidae, Astrocoeniidae, Cariophyllidae, Denderophyllidae y Faviidae, como familias dominantes. Las restantes familias Flabellidae, Goniidae, Meandriiidae, Mussidae, Oculinidae, Pocilloporidae, Poritidae, Rhizangiidae, Siderastreidae y Milleporidae, están mediana o escasamente representadas. (Veron, 1985).

En las costas de México se reporta a la fecha un total de 63 especies de corales formadores de arrecifes; 46 especies para el Golfo de México y mar Caribe, así como 17 especies para el Pacífico Mexicano. De todas ellas se conocen 19 especies endémicas para México. (Horta y Carricart, 1993).

Son 3,117.71 kilómetros de litoral que corresponden al Golfo de México y Mar Caribe, estando el Golfo rodeado por cinco estados de la Unión Americana y seis de la República Mexicana y la vecina isla de Cuba. En él desembocan los principales ríos de Norteamérica, destacándose el Río Mississippi por los 420 billones de galones de agua que aporta diariamente que representa el 41% de la descarga fluvial de este país, mientras que en el territorio nacional, recibe el 59% .

Las aguas que rodean a los arrecifes del SAV, son de tres tipos: oceánicas, costeras y de mezcla; las oceánicas pasan hacia el norte con temperaturas que varían entre los 28.5 y los 28.7 °C. El agua de tipo costero, presenta temperaturas entre 29 y 29.4 °C y las aguas de mezcla entre 28.7 y 29 °C. El clima corresponde al AW"Z(w)(i), caliente sub-húmedo con lluvias en verano, con precipitación pluvial anual de 800 a 2000 mm, las temperaturas máximas oscilan entre los 35 y los 40 °C, y las mínimas entre 10 y 20 °C, la humedad media anual es de 80%. (Sánchez-Juárez y Aldeco, (1995). De septiembre a mayo ocurren oleadas polares con vientos del Norte con velocidades promedio de 7 m/s. Los promedios de pleamares máximas y bajamares mínimas son de 0.411 y de -0.534 m respectivamente. (Hernández-Tinoco, 1988).

La constitución del arrecife comprende además de los corales, una vasta variedad de animales y plantas, por lo que presentan todos los niveles de una trama trófica , desde productores primarios, herbívoros, carnívoros hasta organismos descomponedores.

En el caso particular de un ecosistema del tipo arrecifal, se establece en ambientes tropicales que presentan gran estabilidad, misma que favorece el desarrollo de una comunidad diversificada en forma considerable y que en la etapa de clímax, es dominada por corales escleractinios, responsables de la configuración de la fisonomía estructural del arrecife, se organiza una compleja trama trófica donde la producción y consumo están coordinadas metabólicamente, es decir que si bien la producción de materia orgánica es alta, es utilizada casi en su totalidad por los siguientes niveles tróficos de la misma comunidad.

El ecosistema arrecifal al ser una comunidad altamente diversa, se da por hecho que se encuentra o está llegando a la última etapa de sucesión ecológica, o sea el clímax, lo que le

confiere vulnerabilidad y fragilidad. Es factible suponer que las condiciones ambientales han mantenido una constancia por largo tiempo y siendo la única manera de explicar su presencia en el estado y situación actuales. (Chávez- Hidalgo, 1987).

Es característico de la comunidad arrecifal una alta diversidad de especies, que se explica por los mecanismos que la selección natural opera, al haber una intensa competencia entre los diferentes organismos por la ocupación y aprovechamiento de la gama de nichos ecológicos existentes. Esta particularidad se adquiere a través de un largo y considerable proceso de selección que conlleva a la aparición de nuevas especies y extinción de otras.

Otro aspecto que se debe mencionar es que las especies más comunes de corales son las que poseen alta longevidad, por lo que el tamaño máximo que alcanzan sus poblaciones se hayan autolimitadas por su densidad.

La clasificación de los arrecifes basada en origen, forma y distancia que guardan con la costa se da en cuatro diferentes categorías; los de Barrera, en Plataforma, Marginales y Atolones. Las estructuras arrecifales del SAV, corresponden al tipo Arrecife de Plataforma, que se caracterizan porque emergen del fondo formando una explanada subsuperficial conteniendo o no, uno o más cayos arenosos, presentando algunas veces una laguna de poca profundidad que en un corte transversal tiene la forma de un cono truncado y su contorno es con frecuencia elipsoidal. La porción de crecimiento más activo se encuentra orientada hacia el este y sureste, en dirección contraria a los vientos dominantes, formando en el borde superior del talud o frente arrecifal, una cresta bien definida. En el Golfo de México los arrecifes de este tipo se presentan en las costas del Estado de Veracruz, arrecifes Blanquilla, Lobos y Tuxpan en la región norte y el SAV en la región sur, y en el Estado de Campeche en los arrecifes de Arcas, Alacranes y Triángulos.

La mayoría de las especies coralinas en el mundo son coloniales y presentan amplios rangos de variación morfológica. Esta variación está correlacionada con el intervalo geográfico de presencia y con el medio físico. Estas magnitudes de variación geográfica hacen que las distinciones entre las especies coralinas sean arbitrarias. La taxonomía morfológica necesariamente depende de las comparaciones locales entre las colonias, estas comparaciones apuntalan la mayoría de los criterios operativos de la taxonomía coralina, las técnicas moleculares se han aplicado debido a la necesidad de revisar varios de los elementos en los que se basa la taxonomía morfológica. La sistemática está asociada a la organización genética de los seres vivos y no es observable, por lo que difiere con la taxonomía que se avoca a lo observable, estableciendo criterios científicos para la identificación de las especies, que son unidades creadas por el ser humano.

El objetivo primordial de la taxonomía es definir los límites morfológicos de las especies, separarlas, nombrarlas y describirlas de una manera comprensible para otros taxónomos.

El objetivo primario de la "identificación" es la aplicación de los resultados taxonómicos a otros estudios, esto es, hacerlos útiles para los que la Taxonomía no es su especialidad.. (Veron,1995).

Los estudios originales de taxonomía de los corales constructores arrecifales, se han venido desarrollando localmente y hasta cierto punto de manera aislada. (Wells, 1936; Goreau y Wells, 1967; Wells, 1973; Wells y Lang, 1973; Britton y Morton, 1979; Castañares y Soto, 1982; Carricart, 1985; Capurro, 1988 y Fenner, 1993). La contribución de cada uno de ellos, misma que es variable en espacio y tiempo, han venido conformando las interpretaciones de

las extensiones territoriales o ámbitos de distribución geográfica de cada una de las especies. Los estudios taxonómicos a nivel intrarregional, presentan grandes diferencias en las composiciones específicas, además de las sinonimias entre algunas especies debido al uso de nombres locales, por lo que ha sido necesario actualizar y redefinir los criterios de la nomenclatura taxonómica vigente. (Budd, Johnson y Stemann, 2000).

Casi todas las especies de corales constructores arrecifales, presentan rangos amplios de variación morfológica, esto ha generado grandes confusiones en la literatura taxonómica en lo referente a los criterios para la identificación de las especies. Los principales componentes de la variación morfológica en los corales son los siguientes:

- 1) **Variación de los corallites en una misma colonia.** Casi todos los corales coloniales presentan variaciones en la estructura de los esqueletos, aún entre las formas que puede adoptar una misma colonia. Existen casos como el género *Acropora*, en el que se presentan dimorfismos entre corallites de distribución axial y de distribución radial.
- 2) **Variaciones morfológicas en diferentes partes de una misma colonia.** Algunas especies coralinas presentan modificaciones en sus formas de crecimiento con la edad y diferencias en la exposición a la luz, oleaje y sedimentación.
- 3) **Variaciones entre colonias dentro del mismo biotopo.** Diferentes colonias de la misma especie que crecen en proximidad bajo condiciones del ambiente físico similares, presentan variaciones en las formas de crecimiento y en la estructura de los corallites.
- 4) **Variaciones de formas de crecimiento, entre zonas contiguas con diferente impacto físico.** Entre las regiones de una llanura arrecifal, como entre las regiones de las pendientes expuestas y protegidas de una plataforma calcárea y las diferentes profundidades, se presentan variaciones en las formas de crecimiento colonial que reflejan la incidencia de factores como sedimentación, luminosidad y corrientes.
- 5) **Variaciones intraespecíficas entre regiones.** Se ha reportado un amplio rango de variaciones morfológicas e intraespecíficas en gradientes latitudinales y longitudinales. Las especies con rangos de distribución muy extensos, presentan cambios morfológicos correlacionados con variaciones ambientales como la temperatura, o por procesos de aislamiento genético.
- 6) **Variaciones no esqueléticas.** Los corales vivos de una misma especie, presentan diversas coloraciones y texturas de los tejidos orgánicos.

Las investigaciones actuales sobre las descripciones de especies coralinas comprenden dos tipos de enfoques: El primero consiste de estudios de campo y laboratorio detallados de las variaciones morfológicas de las colonias y las especies en una localidad determinada estableciendo criterios, para la separación de los especímenes entre sí. El segundo enfoque consiste del estudio de los especímenes tipo de los museos y bases de datos. Esto permite revisar las sinonimias, los criterios de nomenclatura y los rangos de distribución de las especies. Este proceso involucra las evaluaciones comparativas de especímenes tipo de distintas regiones, presuponiendo el conocimiento de las variaciones biogeográficas, que en realidad pocos taxónomos han tenido oportunidad de conocer.

las extensiones territoriales o ámbitos de distribución geográfica de cada una de las especies. Los estudios taxonómicos a nivel intrarregional, presentan grandes diferencias en las composiciones específicas, además de las sinonimias entre algunas especies debido al uso de nombres locales, por lo que ha sido necesario actualizar y redefinir los criterios de la nomenclatura taxonómica vigente. (Budd, Johnson y Stemann, 2000).

Casi todas las especies de corales constructores arrecifales, presentan rangos amplios de variación morfológica, esto ha generado grandes confusiones en la literatura taxonómica en lo referente a los criterios para la identificación de las especies. Los principales componentes de la variación morfológica en los corales son los siguientes:

- 1) **Variación de los corallites en una misma colonia.** Casi todos los corales coloniales presentan variaciones en la estructura de los esqueletos, aún entre las formas que puede adoptar una misma colonia. Existen casos como el género *Acropora*, en el que se presentan dimorfismos entre corallites de distribución axial y de distribución radial.
- 2) **Variaciones morfológicas en diferentes partes de una misma colonia.** Algunas especies coralinas presentan modificaciones en sus formas de crecimiento con la edad y diferencias en la exposición a la luz, oleaje y sedimentación.
- 3) **Variaciones entre colonias dentro del mismo biotopo.** Diferentes colonias de la misma especie que crecen en proximidad bajo condiciones del ambiente físico similares, presentan variaciones en las formas de crecimiento y en la estructura de los corallites.
- 4) **Variaciones de formas de crecimiento, entre zonas contiguas con diferente impacto físico.** Entre las regiones de una llanura arrecifal, como entre las regiones de las pendientes expuestas y protegidas de una plataforma calcárea y las diferentes profundidades, se presentan variaciones en las formas de crecimiento colonial que reflejan la incidencia de factores como sedimentación, luminosidad y corrientes.
- 5) **Variaciones intraespecíficas entre regiones.** Se ha reportado un amplio rango de variaciones morfológicas e intraespecíficas en gradientes latitudinales y longitudinales. Las especies con rangos de distribución muy extensos, presentan cambios morfológicos correlacionados con variaciones ambientales como la temperatura, o por procesos de aislamiento genético.
- 6) **Variaciones no esqueléticas.** Los corales vivos de una misma especie, presentan diversas coloraciones y texturas de los tejidos orgánicos.

Las investigaciones actuales sobre las descripciones de especies coralinas comprenden dos tipos de enfoques: El primero consiste de estudios de campo y laboratorio detallados de las variaciones morfológicas de las colonias y las especies en una localidad determinada estableciendo criterios, para la separación de los especímenes entre sí. El segundo enfoque consiste del estudio de los especímenes tipo de los museos y bases de datos. Esto permite revisar las sinonimias, los criterios de nomenclatura y los rangos de distribución de las especies. Este proceso involucra las evaluaciones comparativas de especímenes tipo de distintas regiones, presuponiendo el conocimiento de las variaciones biogeográficas, que en realidad pocos taxónomos han tenido oportunidad de conocer.

Otros problemas asociados, se refieren a los especímenes tipo más antiguos que tienen las prioridades de nomenclatura y que a veces no registran detalles del medio físico de la localidad, lo que ha propiciado diferencias e inestabilidad en la nomenclatura taxonómica de los corales.

Una técnica muy útil a aplicar en la taxonomía coralina son los estudios locales de las colonias concurrentes. Que estando presentes en una localidad tienen atributos morfológicos bien definidos y se distinguen de las vecinas. Normalmente se identifican sus variaciones morfológicas en relación a las fluctuaciones del medio físico, sin embargo, éste no es el caso de géneros ricos en especies, ni el caso de grupos de especies polimórficas y de amplia distribución. El número de ecomorfos de una especie aumenta, tanto como la correlación de variaciones genéticas asociadas a las variaciones ambientales aumenta. Los procedimientos generales para estudiar estas especies son los siguientes:

- 1) Colecta en sitio de colonias representativas, especialmente separadas de las colonias concurrentes de lo que parece ser especies distintas.
- 2) Determinación en laboratorio por métodos morfológicos y/o moleculares, de las bases y elementos de las supuestas diferencias.
- 3) La repetición sistemática de estos procedimientos en distintos biotopos y en los diversos medios físicos posibles, hasta que los criterios de laboratorio y de campo sobre las distinciones entre especies sean contundentes, así como su repetibilidad bajo las distintas condiciones del medio físico.
- 4) Las especies pueden ser descritas en términos de su amplio rango de variaciones correlacionadas con el medio físico, según los criterios que las distinguen de las otras especies.

Este procedimiento involucra resultados en forma virtual de un número infinito de experimentos de la naturaleza, en cualquier combinación de especies o de atributos específicos en las variaciones del medio físico. (Veron, 1995).

Es de gran importancia el mencionar que con el advenimiento del buceo autónomo se pudo acceder a la observación *in situ*, permitiendo a los taxónomos ver directamente las variaciones de especies co-ocurrentes, así como las variaciones intraespecíficas, y a través de este proceso, contribuir al conjunto global de conocimientos de las mismas.

Dado que el término especie puede tener un amplio rango de significados, en este trabajo el término especie se refiere a unidades morfológicas operacionales, esto es que las especies son unidades reconocidas por los taxónomos y los usuarios de la taxonomía. Las unidades morfológicas son operacionales con respecto a las revisiones más recientes acerca de los criterios taxonómicos y su aceptación por los mismos taxónomos como por los usuarios de la taxonomía.

Los principales aspectos operacionales de las especies coralinas son los siguientes:

- A) Dentro de una misma localidad son:
 - 1) Colonias de una especie, morfológicamente distinguibles de otras especies.
 - 2) Colonias de una especie, genéticamente semiaisladas de otras especies.



Otros problemas asociados, se refieren a los especímenes tipo más antiguos que tienen las prioridades de nomenclatura y que a veces no registran detalles del medio físico de la localidad, lo que ha propiciado diferencias e inestabilidad en la nomenclatura taxonómica de los corales.

Una técnica muy útil a aplicar en la taxonomía coralina son los estudios locales de las colonias concurrentes. Que estando presentes en una localidad tienen atributos morfológicos bien definidos y se distinguen de las vecinas. Normalmente se identifican sus variaciones morfológicas en relación a las fluctuaciones del medio físico, sin embargo, éste no es el caso de géneros ricos en especies, ni el caso de grupos de especies polimórficas y de amplia distribución. El número de ecomorfos de una especie aumenta, tanto como la correlación de variaciones genéticas asociadas a las variaciones ambientales aumenta. Los procedimientos generales para estudiar estas especies son los siguientes:

- 1) Colecta en sitio de colonias representativas, especialmente separadas de las colonias concurrentes de lo que parece ser especies distintas.
- 2) Determinación en laboratorio por métodos morfológicos y/o moleculares, de las bases y elementos de las supuestas diferencias.
- 3) La repetición sistemática de estos procedimientos en distintos biotopos y en los diversos medios físicos posibles, hasta que los criterios de laboratorio y de campo sobre las distinciones entre especies sean contundentes, así como su repetibilidad bajo las distintas condiciones del medio físico.
- 4) Las especies pueden ser descritas en términos de su amplio rango de variaciones correlacionadas con el medio físico, según los criterios que las distinguen de las otras especies.

Este procedimiento involucra resultados en forma virtual de un número infinito de experimentos de la naturaleza, en cualquier combinación de especies o de atributos específicos en las variaciones del medio físico. (Veron, 1995).

Es de gran importancia el mencionar que con el advenimiento del buceo autónomo se pudo acceder a la observación *in situ*, permitiendo a los taxónomos ver directamente las variaciones de especies co-ocurrentes, así como las variaciones intraespecíficas, y a través de este proceso, contribuir al conjunto global de conocimientos de las mismas.

Dado que el término especie puede tener un amplio rango de significados, en este trabajo el término especie se refiere a unidades morfológicas operacionales, esto es que las especies son unidades reconocidas por los taxónomos y los usuarios de la taxonomía. Las unidades morfológicas son operacionales con respecto a las revisiones más recientes acerca de los criterios taxonómicos y su aceptación por los mismos taxónomos como por los usuarios de la taxonomía.

Los principales aspectos operacionales de las especies coralinas son los siguientes:

A) Dentro de una misma localidad son:

- 1) Colonias de una especie, morfológicamente distinguibles de otras especies.
- 2) Colonias de una especie, genéticamente semiaisladadas de otras especies.

B) Las especies coralinas en sus rangos de distribución total:

- 1) Presentan variaciones morfológicas y genéticas continuamente,
- 2) No están necesariamente aisladas unas de otras morfológica y genéticamente.

C) Los patrones espaciales de las especies coralinas interactúan con los patrones temporales generando redes de conexiones genéticas. Estas conexiones no son observables puntualmente en dimensiones espacio – temporales de gran escala.

D) Existen muchas especies, todas ellas definidas por los seres humanos como unidades de identificación y no son unidades discretas en la jerarquía sistemática.

2.0.- OBJETIVOS:

2.1.- Objetivo general:

Compilar los criterios y elementos taxonómicos más recientes, que norman en la identificación de los corales formadores de arrecife del Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV).

2.2.- Objetivos particulares:

2.2.1.- Elaborar una clave policotómica actualizada de identificación de los corales hermatípicos de las Clases Hidrozoa y Anthozoa en los Ordenes Milleporina, Stylasterina y Scleractinia reportados en el área.

2.2.2.- Proporcionar un glosario especializado de los términos clave, para la identificación de los corales constructores arrecifales de los taxa del Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV).

2.2.3.- Presentar una herramienta actualizada de identificación utilizando diagnósticos, fotografías e ilustraciones de los especímenes en estudio.

3.0.- ANTECEDENTES.

3.1.- Revisión bibliográfica de los estudios taxonómicos en el SAV

Las fuentes de información que sustentan en mayor o menor grado los procedimientos taxonómicos para la determinación de las especies coralinas son de diverso origen, que puede ser muy específico o en muchas ocasiones multidisciplinario, como son:

Métodos numéricos.-que relacionan información morfológica y otras (especialmente reproductiva y fisiológica) para ordenar especies, crear claves y para elaborar cladogramas a partir de información morfológica. Las clasificaciones numéricas basadas en taxonomía molecular, han sido utilizadas recientemente y están aún en desarrollo.

Sistemática filogenética.- también conocida como cladista, es un método numérico de reconstrucción filogenética en que los taxa se agrupan en árboles filogenéticos o cladogramas.

Estudios en el campo experimental.- algunos basados en las relaciones entre indicadores de fenotipos y de variabilidad genética, estudios de las estrategias reproductivas, estudios fisiológicos, estudios moleculares y genéticos. Estos últimos comprenden; determinación de cariotipos, electroforesis de isoenzimas, técnicas inmunológicas (radioinmunoensayos) , estudios de ADN (RFPLs, hibridación, comparación de secuencias de nucleótidos).

La realización de este trabajo se basa en una revisión de los estudios taxonómicos de escleractinios realizados en dos zonas de diferente magnitud: la primera que es la más extensa, abarca toda la región tropical de América, Indias Orientales y Brasil; la segunda se reduce al área de estudio.

3.1.1.- Estudios taxonómicos en el Atlántico y región zoogeográfica del Caribe, incluyendo el Golfo de México.

Beltrán-Torres y Carricart-Ganivet (1999), en "Lista revisada y clave para los corales pétreos zooxantelados (Hydrozoa: Milleporina; Anthozoa: Scleractinia) del Atlántico mexicano", elaboran un listado revisado de 57 de corales pétreos para la costa oeste de México, que incluye sinonimias y una clave simplificada para las especies de la lista. Realizan observaciones morfológicas y taxonómicas donde diversos autores difieren en la posición y/o identificación de las especies.

Budd, Johnson y Stemann, (2000), en "Zooxantellate Corals", de Neogene Marine Biota of Tropical America (NMITA); base de datos de la Universidad de Iowa, que provee información individual por taxa de la región tropical de América, con caracteres morfológicos, claves de identificación e información en general.

Carricart-Ganivet y Horta- Puga (1993), con "Arrecifes de Coral en México", presentan una descripción general de los arrecifes en México, su localización, tipos y especies encontradas en cada uno.

Castañares (1978), "Corales Pétreos de la costa Noreste de la Península de Yucatán", que trata la problemática del reconocimiento de las especies de coral y provee un medio de

identificación mediante caracteres diagnósticos describiendo distribución incluyendo aspectos zoogeográficos de fauna coralina en la región del Caribe.

Castañares y Soto (1982), en el estudio "Corales Escleractinios hermatípicos de la costa Noreste de la Península de Yucatán", describen las especies presentes en el área, que sirven como punto de comparación y referencia para efectuar el presente trabajo.

Gutiérrez, García, Lara y Padilla (1993), hacen una comparación de los arrecifes del Golfo de México y los de la Península de Yucatán en el estado de Quintana Roo.

Horta-Puga y Carricart-Ganivet (1993), en "Corales Pétreos Recientes (Milleporina, Stylasterina y Scleractinia) de México", presentan una lista de los corales pétreos en México, haciendo registro del total de especies, géneros y familias para las diferentes áreas, además señalan las especies endémicas del territorio mexicano.

Smith, W. F.G. (1971), en "Atlantic Reef Corals" hace un estudio muy completo de múltiples aspectos de los corales de aguas someras y arrecifales de Bermuda, Bahamas, Florida, Indias Orientales y Brasil, proporcionando una clave policotómica para su identificación.

Wells (1973), en "New and old Scleractinian corals from Jamaica", presenta los resultados de estudios realizados *in situ*, que traen a la luz un número de nuevas especies y muestran la ocurrencia de otras a profundidad, que se reportaron de frecuencia rara haciendo uso de criterios taxonómicos.

Zlatarsky y Estalella (1982), en "Los Escleractinios de Cuba", hacen un estudio exhaustivo en el que hacen distinciones para reconocer algunas formas de crecimiento en los corales, en lugar de considerarlas como especies válidas por anteriores taxónomos.

3.1.2.- Estudios taxonómicos en el Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV).

Carricart- Ganivet (1985), en "Descripción de las especies de corales Escleractinios de Isla de En medio, Veracruz" , Tesis Profesional en la que recaba y ordena la información existente sobre el particular, haciendo un recuento con bases taxonómicas en el área.

Lara, Padilla, Espejel y García (1994), aportan estudios de las especies coralinas, estructura y zonación de los arrecifes de Veracruz.

3.2.- Descripción del área de estudio.

3.2.1.- Localización geográfica, patrón climático e hidrología.

La zona de estudio se encuentra en el Atlántico mexicano donde el clima general es subtropical a tropical, con una temperatura media anual entre 26 y 28 °C. El SAV se localiza en el cuadrante definido por las coordenadas 19° 02' a 19° 22' latitud N y 95° 40' a 96° 18' longitud O. Comprende una superficie de 522.476 kilómetros cuadrados, delimitada entre la bahía Vergara al norte, el Río Salado al sur y la isobata de los 40 m de profundidad del declive costero. (Figura No. 1).

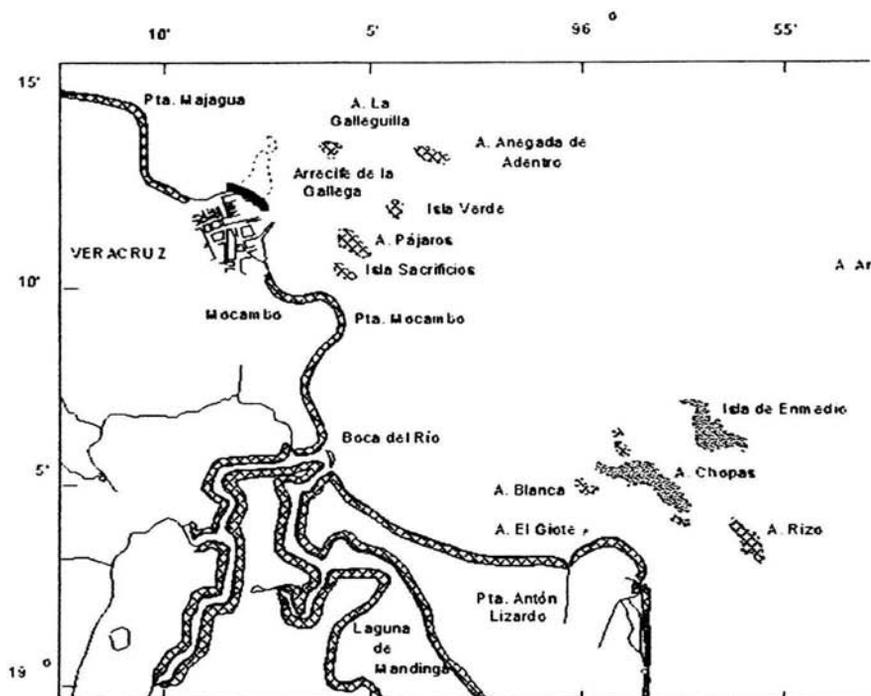


Figura 1.- Zona sur del Golfo de México. Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV). Tomado de [http:// www.buceo.com.mx-veracruz.html](http://www.buceo.com.mx-veracruz.html)

Para las costas de Veracruz, el sur del Golfo de México y las costas suroeste y este de la península de Yucatán, la precipitación anual es de 1100- 2000 mm, (Ferre D'Amare, 1985).

La mayor parte del año los vientos dominantes son del noreste y el este, aunque pueden ser del sureste durante el verano; de octubre a marzo se presentan unas 15 invasiones de aire polar conocidas como "nortes", con una duración de 2- 6 días de cada una y velocidades de 12- 45 km/h, con rachas hasta de 110- 120 km/h (Centro de Previsión del Golfo de México, SARH, Comisión Nacional del Agua, Servicio Meteorológico Nacional, 1990- 1991). De agosto a octubre la zona sufre un promedio de nueve huracanes, que proveen la mayoría de las lluvias durante ese período (Ferre-Dámare *op.cit.*).

Las temperaturas medias mínimas del agua son mas bajas en enero (Tuxpan: 15.6 °C ; Veracruz 19.8 °C) y son más altas en julio (Tuxpan: 31.1 °C) agosto (Veracruz: 31 °C). Las salinidades medias anuales son de 20.6‰ y 34.5‰, respectivamente en las localidades antes citadas.(Grivel-Piña, 1979).

El Golfo de México es básicamente un área de sedimentación terrígena, no obstante presenta formaciones arrecifales que se pueden describir en tres diferentes zonas:

- 1) **Veracruz norte**, al sureste de cabo Rojo, frente a la laguna de Tamiahua donde están los arrecifes Blanquilla, Medio y Lobos. Al noreste de la desembocadura del río Tuxpan, los arrecifes Tangüijo, En medio y Tuxpan.
- 2) **Veracruz sur**, representada por el SAV, el cual se divide en dos grupos por la desembocadura del río Jamapa- Atoyac, quedando al norte los arrecifes de punta Gorda y punta Majagua, Galleguilla, Anegada de Adentro, La Blanquilla, la Gallega, Pájaros, isla Verde, Hornos, isla Sacrificios y punta Mocambo; al sur la Anegada de Afuera, Topetillo, Santiaguillo, Anegadilla, Polo, isla De Enmedio, Blanca, Chopas, El Rizo y Cabezo.
- 3) **Banco de Campeche**, con los arrecifes Alacrán, cayo Arenas, Triángulos Oeste, Este, Sur y cayo Arcas.

Aunque el Golfo de México es un mar semicerrado, contiene varias características de las grandes cuencas oceánicas. La circulación en el Este del Golfo esta dominada por las corrientes de Yucatán, del Lazo y de Florida. La corriente del Lazo se estrangula y desprende un remolino anticiclónico de gran magnitud (500 km de diámetro); pico espectral de 8 meses; (Sturges y Evans, 1983), el cual migra hacia el suroeste del Golfo (Walker et al., 1993). Remolinos ciclónicos de pequeña magnitud (100 km) existen también y están, al parecer, igualmente asociados a los anticiclónicos que se desprenden de la corriente del Lazo; se pueden formar durante la génesis de la corriente del Lazo, durante el desprendimientos de los remolinos anticiclónicos o cuando un remolino anticiclónico choca contra la frontera oeste del Golfo de México (Vidal et al., 1994).

Vidal y colaboradores (1992) señalan que la vorticidad relativa de un anticiclón disminuye por efecto del choque de este contra el talud continental Oeste del Golfo. Este choque transfiere vorticidad ciclónica a remolinos subsidiarios y genera corrientes a lo largo de la plataforma continental del Golfo Oeste.

En el Sur del Golfo de México, o Golfo de Campeche, la presencia de giros ciclónicos fue detectada por Vázquez de la Cerda (1975) y Padilla Pilotze et al. (1990), y su migración hacia la costa del Estado de Veracruz fue simulada numéricamente por Monreal- Gómez y Salas de León (1990). Estos remolinos de núcleo frío probablemente se desplazan hacia las costas del Estado de Veracruz, generando, al igual que los anticiclónicos, corrientes de agua que cambian sensiblemente las características oceanográficas de las regiones costeras donde inciden.

El área de estudio se encuentra al sur de la Ciudad y Puerto de Veracruz. El área del mar adyacente a la zona conurbada, comprende arrecifes, algunos accidentes de la costa, muelles, espigones y rompeolas, lo que establece playas semicerradas con menor circulación. En la región de estudio hay islas arrecifales que proveen protección a la costa ante el mar abierto. Al norte de la zona de estudio se localiza el emisor de agua proveniente de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras, de la Comisión Regional de Aguas y Saneamiento del Municipio de Veracruz. Existen, a lo largo de la región de estudio, un sinnúmero de sitios donde fluye el drenaje pluvial y algunas descargas de aguas negras. Los ríos más próximos a la región de estudio son el Jamapa- Atoyac que desemboca en la Ciudad de Boca del Río, y la Antigua, que desemboca cerca del poblado del mismo nombre. El primero de estos ríos nace en las proximidades de Córdoba y fluye a un lado del parque industrial "Bruno Pagliai". El río La Antigua nace en las inmediaciones de Jalapa, pasa por Actopan y desemboca en La Antigua. (Sánchez-Juárez, 1993).

3.2.2.- Breve descripción de los arrecifes que conforman el SAV.

Los arrecifes de esta zona tienen un origen post glacial (Kulman 1975), y se encuentran más cercanos a la costa, desarrollados sobre fondos de material bioclástico a unos 35 m de profundidad (Emery 1963); son muy parecidos a los de la zona precedente, aunque con un desarrollo arrecifal mayor. En general la profundidad en las plataformas oscila entre 0.5 y 2.0 m; están formadas por arena de origen coralino y restos de moluscos principalmente, presentando pequeños parches de *Thalassia testudinum*, zonas de coral y zonas de restos esqueléticos de los mismos ; las especies coralinas mas frecuentes son *Diploria clivosa*, *Diploria Strigosa*, *Siderastrea radians*, *Porites astreoides* y *Porites porites*. En el caso particular de los arrecifes Anegada de afuera, Topetillo y Santiaguillo poseen gran cantidad de restos esqueléticos de *Acropora cervicornis* sin que contengan ceibadales en ellas. (Horta-Carricart, 1993)

No existe una zonación marcada en los taludes arrecifales; las mayores profundidades de éstos van desde los 12 hasta los 24 ó 26 m en barlovento y de 9 a 20 m en sotavento. Las pendientes de los taludes son variables, desde pendientes suaves que van generalmente inclinándose conforme aumenta la profundidad, hasta paredes abruptas a 18 a 26 m en barlovento. Las especies coralinas frecuentes aquí son: *Diploria clivosa*, *Diploria strigosa*, *Colpophyllia natans*, *Undaria agaricites*, *Montastrea annularis* y *Montastrea cavernosa*.

Los sedimentos y materia orgánica que provienen del río Jamapa-Atoyac se depositan frecuentemente hacia el norte de su desembocadura (Hernández y Tinoco, 1988); es quizá por esto que el desarrollo arrecifal es mayor en el grupo sur, con arrecifes más grandes y vigorosos que en el grupo norte.

Además de los arrecifes descritos a continuación existen parches, en los que se cuentan las especies anteriormente señaladas y a los que los lugareños les denominan también como arrecifes, como es el caso de el Giote que se localiza frente a Antón Lizárdo sobre la línea de costa a los 19°03'58"N y 95°59'00"W, y el de otro entre los arrecifes isla de Enmedio y Cabezo.

De los contados esfuerzos por conservar el recurso se pueden mencionar el de La Blanquilla que fue declarado área natural protegida con carácter de reserva de la flora y fauna marina (Gob. Fed. 1975) y el de la Secretaría de Marina (1991) que hizo la propuesta de declarar todo el SAV como parque marino nacional; entrando en vigor posteriormente (Gob. Fed. 1992).

Descripción de los arrecifes que conforman el SAV o Grupo sur:

Anegada de afuera. Es un arrecife de tipo plataforma y se localiza a los 19°10'33" N y 95°52'14"W, a 16 km de la costa; su eje más largo es en dirección NW-SE con 4.37 km y su parte más ancha mide 1.25 km; no presenta porción emergida.

Topetillo. Es de tipo plataforma localizado a los 19°08'36" y 95°50'07" W, a 17.37km de la costa, su eje más largo es en dirección NW-SE con 35 m y su parte más ancha mide 100m; no presenta porción emergida.

Santiaguillo. Arrecife de tipo plataforma localizado a los 19°08'30" N y 95°48'35" W, a 19.75 km de la costa, su eje más largo es en dirección NW-SE con 375 m y su parte más ancha mide 250 km; presenta un pequeño cayo en su porción sur.

Anegadilla. Arrecife tipo plataforma y se localiza a los 19°08'12" N y 95°47'12"W, a 20 km de la costa, su eje más largo es en dirección NW-SE con 625 m y su parte más ancha mide 125 m; sin porción emergida.

Polo. Es de tipo plataforma con localización a los 19°06'05" N y 95°58'38" W, a 4.8 km de la costa; tiene forma circular con un diámetro de 500 m; no presenta porción emergida.

Isla De Enmedio. Arrecife de tipo plataforma localizado a los 19°16'00" N y 95°56'19" W, con una distancia a la costa de 6.25 km; el eje más largo con dirección NW-SE con 2.25 km y la parte más ancha es de 1.8 km; presenta porción emergida en su parte sur conocida como la isla De Enmedio.

Blanca. Del tipo plataforma y se localiza a los 19°05'06" N y 95°59'57" W, a 2.62 km de la costa; su eje más largo es en dirección NW-SE con 875 m y su parte más ancha mide 500 m; sin porción emergida.

Chopas. Localizado a los 19°04'37" N y 95°57'15" W, a 3.25 km de la costa, su eje más largo es en dirección NW-SE con 5 km y su parte más ancha mide 1.62 km; en su extremo sur presenta un pequeño cayo que los lugareños conocen como isla Salmedina.

El Rizo. Es un arrecife de plataforma localizado a los 19°N y 95°55'14" W, a 5.25 km de la costa, su eje más largo es en dirección NW-SE con 2.87 km y su parte más ancha mide 875 m; no hay porción emergida.

Cabezo. Plataforma arrecifal con localización a los 19°03'11" N y 95°57'15" W, a 15.25 km de la costa; su eje más largo es en dirección NW-SE con 6.2 km y su parte más ancha mide 2.5 km; no hay porción emergida.

4.0.- MATERIAL Y MÉTODO.

En la realización de este estudio se desarrollaron los siguientes puntos:

4.1.-Revisión de los antecedentes sobre los criterios de la taxonomía y la sistemática de los corales hermatípicos de la región zoogeográfica del Caribe y Golfo de México.

4.2.- Determinación de las especies de los corales hermatípicos de las Clases Hidrozoa y Anthozoa en los Ordenes Milleporina, Stylasterina y Scleractinia reportados en el área.

Con revisiones bibliográficas de estudios efectuados hasta fechas recientes por diferentes autores, se llevó a cabo una selección de trabajos relacionados con el tema, ya sea en el área de estudio o en otras localidades, tomando en cuenta que la información contenida en éstos, sean de niveles y criterios relacionados, con elementos útiles que apliquen en la determinación de las especies presentes en el área.

- Se elaboró un listado taxonómico de los especímenes reportados como presentes en el SAV.

- Se confirmó y corroboró la lista haciendo una inspección de campo y el uso de un registro fotográfico. También se revisaron las colecciones científicas existentes en la Escuela de Ciencias Biológicas del IPN y de la Facultad de Ciencias de la UNAM que cuentan con especímenes provenientes de la zona.

4.3.- Elaboración de una clave policotómica actualizada de identificación de los corales hermatípicos incluidos en la lista.

En la elaboración de la clave para el reconocimiento de las especies y formas se tomaron en consideración las siguientes características morfológicas: dimensión de los cálices; el número, arreglo, detalles estructurales de los septos y costillas; características del coenosteum; tipo de crecimiento en el caso de corales coloniales y la forma en los solitarios; de la columnella, la presencia o ausencia, dimensiones y características.

En la identificación de las especies, su nomenclatura y forma se empleó la diagnosis de Wells (1973), las bases de datos del ICRI, NMITA e ITIS, por lo que para cada especie se indica el nombre y autor originales, los nombres de las especies y la de los autores son las que actualmente son reconocidos como válidos en la literatura y bases de datos más recientes.

4.4.- Elaboración del glosario especializado de los términos clave.

Una vez conformada la clave de las especies incluidas en el presente trabajo; se hizo un listado de los términos citados en ésta; se definieron los parámetros y las correspondientes dimensiones de las características consideradas, tales como: grande, mediano, chico, grueso, ancho, diámetro, también se menciona el número de estructuras, según sea el caso, y se les ordenó en orden alfabético.

4.5.- Elaboración de fotografías e ilustraciones de los especímenes en estudio:

Mediante el buceo libre y con equipo autónomo, se han realizado hasta los 40 metros de profundidad, inspecciones, muestreos, algunas colectas de ejemplares y fotografías de los corales hermatípicos de los arrecifes coralinos pertenecientes al parque marino: SAV.

Las ilustraciones son una interpretación personal de la morfología, basado en lo observado *in situ*, en el laboratorio y en literatura especializada.

Los corales pétreos fueron identificados y fotografiados *in situ*. Con fotografías de los cálices, se corroboraron los caracteres taxonómicos diagnósticos de los especímenes de la localidad, que han sido depositados a lo largo de 50 años, en los museos zoológicos de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, y de la Facultad de Ciencias, UNAM.

5.0.- RESULTADOS.

Según diversos autores la riqueza específica total reportada para el Golfo de México es de 117 especies de corales pétreos, correspondiendo al Sistema Arrecifal Veracruzano, 34 especies. (Horta y Carricart, 1993). Considerando que durante este estudio, se han revisado las bases de datos más recientes en la materia como: el Neogene Marine Biota of Tropical America (NMITA), International Coral Reef Initiative que reporta 43 especies para el SAV y el Integrated Taxonomic Information System (ITIS); se procedió a revisar cada una de las especies verificando su validez actual y autores que las reportan presentes, al final de lo cual el listado taxonómico de los corales formadores de arrecifes del SAV, se redujo a 38 especies de las cuales 36 pertenecen a la clase Anthozoa y 2 a la clase Hidrozoa. El inciso siguiente expone los argumentos que sustentan al listado taxonómico aquí propuesto.

5.1.- Consideraciones taxonómicas para la elaboración del listado de composición de especies de escleractinios del SAV.

La primera especie en ser reconsiderada fue *Millepora complanata* que resulta de ser una variación en el crecimiento de *Millepora alcicornis* como lo menciona Walton Smith en su trabajo ATLANTIC REEF CORALS (1971), considerada como sinonimia en trabajos más recientes (Zlatarski y Martinez, 1982), por lo que no aparece como especie válida en las bases de datos más recientes.

La especie *Agaricia agaricites forma agaricites*, resulta ser la sinonimia de *Undaria agaricites* como aparece en el NMITA (revisión febrero 1997). Mientras que en el ITIS se continúa con la primera clasificación por Stephen D. Cairns (1999), sin afectar esto último a la familia perteneciente. Un caso similar dentro de la misma familia *Agariciidae* se presenta a *Helioseris cuculata* que aparece como especie válida en la base de datos actualizada resultando como sinonimia de *Leptoseris cuculata*.

En la Familia Faviidae la especie *Favia conferta* no está contemplada dentro de ésta por el NMITA, aunque se hace una mención de su clasificación taxonómica en el ITIS sin aportar ninguna clase de información adicional, por lo que se recomienda tomar a esta con reservas hasta que nueva información sea aportada. Es mencionada como nuevo registro por Horta-Puga y Carricart-Ganivet (1993) en el SAV.

Para *Isophyllia sinuosa* se da la sinonimia *Isophyllia multiflora* Cairns (1982), aunque Beltrán-Torres y Carricart- Ganivet (1998) en el Caribe mexicano hacen distinción entre ambas especies (1998) a nivel morfológico, sin aclarar en que consisten las diferencias ni verificar a otros niveles, por lo que se toma con reserva hasta que este punto sea apoyado por otro tipo de estudios.

Un caso especial es el de *Acropora prolifera*, especie hasta la fecha considerada como tal. No obstante, mediante estudios de análisis nucleares de secuencias de ADN, se sugiere que esta especie es el resultado de la hibridación entre las especies *Acropora cervicornis* y *Acropora palmata*. Mismas que poseen diferente composición alélica para el intrón Pax-C 46/47 y del espaciador interno transcrito de DNA ribosomal (ITS1 e ITS2), así como regiones 5.8S. En conclusión los fenotipos considerados como *A. Prolifera*, son los híbridos de F(1) de estas dos especies progenitoras, que muestran morfologías que dependen de la situación de cual de estas especies progenitoras aporta el óvulo durante la hibridación. Estos individuos pueden reproducirse asexualmente formando híbridos longevos potencialmente inmortales con morfologías únicas. Volmer, Palumbi, (2002), Oppen, Willis, Vugt, Miller, (2002). En el presente trabajo se le incluye dentro de la clave de identificación con el fin de evitar confusiones, mas no se le considera especie válida, para lo cual se incluye una nota aclaratoria al mencionarla en la lista (sin asignarle número) y también se encuentra en el registro fotográfico.

Se propone la existencia de dos formas de crecimiento para *Manicina areolata* forma *areolata* y *Manicina areolata* forma *mayori*, Wells (1973). Se diferencian porque la forma *areolata* presenta un valle central continuo y un pedúnculo, mientras que la forma *mayori* se da con valles laterales cortos y una base plana.

En el Caribe, se ha dado continuamente desacuerdos en el sentido de que si *Porites porites*, *Porites divaricata* y *Porites furcata* son especies diferentes o formas de la misma especie, Cairns (1982). En el presente trabajo se consideran especies diferentes basados en Weil (1992), quien efectuó un estudio morfométrico multivariado combinándolo con técnicas moleculares en que concluye que se trata de especies separadas. Se hace mención de lo anterior en esta sección, porque en este género en particular, parece ser que la diversificación en la morfología refleja una diferenciación genética, por lo que podemos por ahora asumir que las especies de este género reportadas en el SAV, (*porites*, *asteroides* y *branneri*) son en efecto diferentes entre sí.

Con base en las anteriores consideraciones, se propone el siguiente listado taxonómico en orden sistemático de los corales formadores de arrecifes, pertenecientes a los Ordenes *Scleractinia* e *Hydrozoa*, presentes en el parque marino Sistema Arrecifal Veracruzano, Golfo de México. En esta lista se indica el registro fotográfico, tanto de laboratorio como de campo y en algunos casos, cuando fue necesario se incluyeron dibujos de los especímenes comprendidos en este estudio, con la finalidad de facilitar su identificación visual.

Aunque en la base de datos del ICRI se mencionan especies azoxanteladas como *Cariophyllia ambrosia*, *Deltocyathus italicus* y *Deltocyathus eccentricus*, éstas se eliminaron al no encontrar sustento en ningún reporte o trabajo en que algún autor las identificara e incluyera específicamente en el área de estudio.

5.2.- Lista de los corales hermatípicos del parque marino SAV del Golfo de México:

Clase Hydrozoa, Owen 1843.

Orden Milleporina Hickson, 1901.

Familia Milleporidae Fleming, 1828

1. *Millepora alcicornis* (Linnaeus, 1758)

Orden Stylasterina.

Familia Stylasteridae.

Subfamilia Stylasterinae.

2. *Stylaster roseus* (Pallas, 1766)

Clase Anthozoa Eherenberg, 1843.

Orden Scleractinia Bourne, 1900.

Suborden Astrocoeniina Vaughan y Wells, 1943

Familia Astrocoeniidae Koby, 1890.

Subfamilia Astrocoeniinae Koby, 1890.

3. *Stephanochoenia intersepta* (Lamarck, 1816)

Familia Pocilloporidae Gray, 1842

4. *Madracis decactis* (Lyman, 1859)

Familia Acroporidae Verrill, 1902

5. *Acropora cervicornis* (Lamarck, 1816)

6. *Acropora palmata* (Lamarck, 1816)

Acropora prolifera (Lamarck, 1816) *

Híbrido de *A. Palmata* y *A. cervicornis*

Suborden Fungiina Verrill, 1865.

Superfamilia Agariciidae Gray, 1847

Familia Agariciidae, Gray, 1847.

7. *Undaria agaricites* forma *agaricites* (Linnaeus, 1758)

8. *Agaricia fragilis* forma *fragilis* (Dana, 1848)

9. *Agaricia lamarcki* (Milne Edwards y Haime, 1851)

10. *Helioseris cucullata* (Ellis y Solander, 1786)

Familia Siderastreidae Vaughan y Wells, 1943

11. *Siderastrea siderea* (Ellis y Solander, 1876)

12. *Siderastrea radians* (Pallas, 1766)

Superfamilia Poriticae Gray, 1842

Familia Poritidae Gray, 1842

13. *Porites porites* (Pallas, 1766)

14. *Porites astreoides* (Lamarck, 1816)

15. *Porites branneri* (Rathbum, 1887)

Suborden Faviina Vaughan y Wells, 1943

Superfamilia Faviicae Gregory, 1900

Familia Faviidae, Gregory, 1900

Subfamilia Faviinae, Gregory, 1900

16. *Colpophyllia natans* (Houttuyn, 1772)

17. *Diploria strigosa* (Dana, 1848)

18. *Diploria clivosa* (Ellis y Solander, 1786)

19. *Diploria labyrinthiformis* (Linnaeus, 1758)

20. *Favia conferta* (Verril, 1868)

21. *Favia fragum* (Esper, 1795)

22. *Manicina areolata* (Linnaeus, 1758)

Subfamilia Montastreinae Vaughan y Wells, 1943

23. *Montastrea annularis* (Ellis y Solander, 1786)

24. *Montastrea faveolata* (Ellis y Solander, 1786)

25. *Montastrea franksi* (Gregory, 1895)

26. *Montastrea cavernosa* (Linnaeus, 1767)

Familia Rhizangiidae.

27. *Astrangia solitaria* (Lesueur, 1817)

28. *Phyllangia americana* (Milne-Edwards and Haime, 1849)

Familia Oculinidae Gray, 1847.

Subfamilia Oculininae Gray, 1847.

29. *Oculina diffusa* (Lamarck, 1810)

30. *Oculina valenciennesi* (Milne-Edwards y Haime, 1849)

Familia Meandrinidae Gray, 1847.
Subfamilia Dichocoeniinae (Vaughan y Wells, 1943)
31. *Dichocoenia stockesi* (Milne Edwards, 1848)

Familia Mussidae Ortmann, 1890.
32. *Mussa angulosa* (Pallas, 1766)
33. *Isophyllia sinuosa* (Ellis and Solander, 1786)
34. *Mussismilia hartii* (Verril, 1902)
35. *Mycetophyllia danana* (Milne Edwards y Haime, 1849)
36. *Mycetophyllia lamarckiana* (Milne Edwards y Haime, 1848)
37. *Scolymia cubensis* (Milne Edwards y Haime, 1849)

Suborden Caryophylliina, Vaughan y Wells, 1943.
Superfamilia Caryophyllicae Gray, 1847.
Familia Caryophyllidae Gray, 1847.
Subfamilia Eusmiliinae Milne Edwards y Haime, 1857.
38. *Eusmilia fastigiata* forma *fastigiata* (Pallas, 1766)

5.3.- Clave policotómica simplificada para la identificación de las especies coralinas hermatípicas del SAV. (Incluye fotografías de campo, de laboratorio y dibujos de algunos de los especímenes).

1	No hay septos, sin copas. Superficie lisa con finas oquedades. Colonia masiva, ramificada o formando una placa.	<i>Millepora alcicornis</i> Linnaeus. (Lámina 1)
1a	Ramificaciones con proyecciones en forma de copa con salientes radiales que van de la pared hacia el centro. Coral arborescente muy ramificado en un plano de color rosa intenso.	<i>Stylaster roseus</i> Pallas. (Lámina 1)
1b	Superficie del coral presentando arreglo de una o muchas copas con septos radiales o hendiduras o surcos con septos paralelos.	(2)
2	Consiste de una sola copa. La estructura general nunca es ramificada o masiva. Copa muy grande (más de 20 mm. de diámetro), con septos radiales dentados irregularmente a lo largo de sus márgenes.	<i>Scolymia cubensis</i> Milne, Edwards & Haime. (Lámina 2)
2a	Consiste de muchas copas y la colonia presenta estructura ramificada, masiva o incrustante. Las copas al juntarse forman surcos o hendiduras.	(5)
2b	Varias copas que pueden darse en grupos, crecimiento sobre rocas o conchas. Cada copa es pequeña (menos de 10 mm en diámetro).	(3)
3	Copas de aproximadamente 1 cm de diámetro. Columnella discreta (menor a ¼ del ancho del corallite).	<i>Phylangia americana</i> Milne Edwards & Haime. (Lámina 2)
3a	Copas de 5 mm o menos de diámetro. Columnella bien desarrollada.	(4)
4	Copas con separación muy estrecha, de incrustación gruesa. Márgenes de los septos internos casi perpendiculares con cavidad central profunda y estrecha.	<i>Astrangia solitaria</i> Lesueur. (Lámina 3)
5	Coral ramificado.	(6)
5a	Coral masivo en forma de hoja o incrustante que nunca se ramifica.	(20)
6	Las copas están dispuestas sólo al final de las ramificaciones.	(7)
6a	Las copas se encuentran distribuidas en toda la superficie de las ramificaciones.	(10)
7	Copas de mas de 1 cm de diámetro.	(8)
8	Márgenes de los septos no dentados. Copas normalmente ovales de mas de 3.5 cm de diámetro, algunas veces con 2 ó 3 centros. Las colonias forman masas redondeadas de más de 23 cm en diámetro, el aspecto de las copas semejan una flor.	<i>Eusmilia fastigiata</i> Pallas. (Lámina 3)
8a	Márgenes de los septos profusamente dentados.	(9)
9	Mas de 12 septos delgados por cm, con denticiones irregulares y finas. Copas de aproximadamente 2.5 cm de diámetro.	<i>Mussismilia hartii</i> Verril. (Lámina 4)
9ª	Copas de 12 septos, compuesta de 1 a 4 espinas verticales porosas, ligeramente unidas.	(32)

9b	Normalmente 9 septos por cm, la colonia que puede alcanzar una talla muy grande (mas de 30 cm), ancho del valle de las copas mayor a 15 mm y de menos 12 mm de profundidad.	(25)
9c	Presenta 8 septos gruesos por cm con dentaciones toscas copas de aproximadamente 5 cm de diámetro.	<i>Mussa angulosa</i> Pallas. (Lámina 4)
10	Copas cónicas o cilíndricas, que se proyectan por encima de la superficie de las ramificaciones.	(11)
10a	Copas que no sobrepasan la superficie de las ramificaciones.	(16)
11	Copas formando proyecciones cilíndricas pequeñas de menos de 2 mm de ancho, con paredes perforadas que pueblan densamente las ramificaciones.	(12)
11a	Copas cónicas y bajas en las proyecciones de paredes sólidas bien separadas.	(14)
12	Ramificaciones aplanadas o en forma de abanico semejando una cornamenta de alce.	<i>Acropora palmata</i> Lamarck. (Lámina 5)
12a	Ramificaciones cilíndricas.	(13)
13	Ramificaciones divergentes, raramente fusionadas, formando marañas arborescentes.	<i>Acropora cervicornis</i> Lamarck. (Lámina 5)
14	Coral semejante a un arbusto con numerosas ramificaciones cortas que comúnmente son menores a 5 mm de grosor, frecuentemente fusionadas. Copas de 3 a 4 mm de diámetro.	<i>Oculina difusa</i> Lamarck. (Lámina 6)
14a	Coral esparcido y abierto con ramificaciones largas y retorcidas de mas de 9.5 mm en grosor. Copas de 3 mm o menos de diámetro.	(15)
15	Ramificaciones principales menores a 2 mm de diámetro. Copas usualmente deprimidas alrededor de la base con menos de 3 mm en diámetro.	<i>Oculina valenciennesi</i> Milne Edwards & Haime. (Lámina 6)
16	Copas separadas en la superficie del coral. Septos bien definidos.	(17)
16a	Copas con estrecho contacto entre unas y otras, presentando paredes comunes. Septos y paredes porosos.	(18)
17	Colonia masiva de lóbulos columnares erectos, ramas gruesas y romas de 1 a 1.5 cm de diámetro, a menudo en grupos como abanicos. Copas separadas por crestas en forma de rosario y distribuidas en arreglo poligonal.	<i>Madracis decactis</i> Lyman. (Lámina 7)
18	Las puntas de las ramificaciones son romas y engrosadas de mas de 12 mm de ancho. Copas de relieve bajo, de aproximadamente 2 mm de diámetro.	<i>Porites porites</i> Pallas. (Lámina 7)
19	Coral aplanado, formando macizos o grupos que pueden tener forma de hoja aplanada o bien racimos delicados de proyecciones laminares o de plato hondo, fijado al fondo por un pie central o a lo largo de uno de los márgenes.	(20)
19a	Coral incrustante, masivo nunca en láminas, forma cabezos.	(23)
20	Las copas se encuentran a ambas caras de las laminas.	<i>Undaria agaricites</i> Oken. (Lámina 8)
20a	Las copas se encuentran de un solo lado de la lamina.	(21)
21	Coral grueso en forma laminar, que se fija al sustrato por un margen o por un área. de la parte inferior.	(22)
21a	Coral delgado y con forma cóncava ancha, anclado por un	<i>Agaricia fragilis</i>

	corto pedúnculo.	Dana. (Lámina 8)
22	Series largas de cálices bajos. Columnella bien desarrollada.	<i>Agaricia lamarcki</i> Milne, Edwards & Haime. (Lámina 9)
22a	Series de cálices altos. Columnella poco desarrollada o ausente.	<i>Helioseris cucullata</i> Ellis & Solander. (Lámina 9)
23	Coral de menos 15 cm de diámetro, circular u oval, forma cabezo, con un pie pequeño cónico y corto cuando juvenil mientras que no se encuentra anclado al estar completamente desarrollado.	(24)
23a	Coral que forma cabezos esferoidales o irregulares, algunas ocasiones aplanado y en otras con lóbulos y columnas, permanentemente anclados al sustrato.	(26)
24	Márgenes de los septos dentados. El fondo del valle presenta hileras esponjosas y retorcidas.	<i>Manicina areolata</i> Linnaeus. (Lámina 10)
24a	Los márgenes septales poco aserrados, granuloso, no espinosos. Copas circulares algunas veces, pero normalmente elongadas, de aproximadamente 10 mm, ocasionalmente alcanzan 30 mm.	<i>Dichocoenia stokessi</i> Edwards & Haime.. (Lámina 10)
25	Paredes no dobles, aunque pueden presentar una hendidura poco profunda.	(27)
26	El fondo del valle no presenta material esponjoso y retorcido, no hay placas.	<i>Colpophyllia natans</i> Houttuyn. (Lámina 11)
26a	El fondo del valle presenta una columnella central bien desarrollada que se entrelaza con los procesos septales.	(34)
27	Finas placas dentadas que corren a todo lo largo del fondo del valle, colinas continuas con valles continuos y profundos. Las colinas se distribuyen uniformemente por toda la colonia.	<i>Mycetophyllia danaana</i> Milne, Edwards & Haime. (Lámina 11)
27a	Con valles anchos y poco profundos. Las colinas se distribuyen radialmente estando ausentes en la parte central de la colonia.	<i>Mycetophyllia lamarckiana</i> Edwards & Haime. (Lamina 12.)
27b	No presenta placas. Material esponjoso en el fondo del valle.	(28)
28	Valles largos y sinuosos de menos de 1 cm de ancho. Dentaciones septales finas y numerosas.	(29)
28a	Valles cortos lobulados, mas de 1.5 cm de ancho. Dentición septal burda y escasa.	(31)
29	Coral de formas aplanadas y de masas no uniformes, con protuberancias o montículos cerca del centro. Las paredes entre los valles con crestas agudas, sin surcos. Mas de 30 septos por cm.	<i>Diploria clivosa</i> Ellis y Solander. (Lámina 12)
29a	La forma de la colonia es regularmente esferoidal o de masas redondeadas a forma de domo. Paredes redondeadas o aplanadas, en ocasiones con surcos.	(30)
30	Paredes siempre con surcos en la parte superior.	<i>Diploria labyrinthiformis</i> Linnaeus. (Lámina 13)
30a	Paredes sin surcos, excepcionalmente y rara vez en el margen de la colonia.	<i>Diploria strigosa</i> Dana. (Lámina 13)
31	El ancho del valle en promedio de 1.5 cm. Alrededor de 12 septos por cm.	<i>Isophyllia sinuosa</i> Ellis y Solander. (Lámina 14)

32	Copas de 0.9 a 1.2 mm de diámetro.	<i>Porites branneri</i> Rathbun. (Lámina 14)
32a	Copas de mas de 1.2 a 1.5 mm de diámetro.	(33)
32b	Copas bajas y paredes de menos de 0.4 mm de grosor.	<i>Porites asteroides</i> Lamarck. (Lámina 15)
33	Copas de 2.5 a 3.5 mm de diámetro. Septos con márgenes internos casi perpendiculares haciendo una depresión estrecha con paredes rectas.	<i>Siderastrea radians</i> Pallas. (Lámina 15)
33a	Copas de 3.5 a 5.0 mm de diámetro. Márgenes septales inclinados ligeramente haciendo una oquedad o depresión no muy pronunciada.	<i>Siderastrea siderea</i> Ellis y Solander. (Lámina 16)
34	Copas con una columnella cilíndrica como eje en el centro.	(35)
34a	Copas con estructura lamelar en el centro.	(36)
35	Septos normalmente en número de 24, extendiéndose como surcos mas allá de la copa. Copas de 2.6 a 3.0 mm de diámetro.	<i>Stephanocoenia intersepta</i> Lamarck. (Lámina 16)
35a	Septos en número de 10, sin surcos mas allá de la copa. Copas separadas por hileras (en forma de rosario). Copas de 1.5 a 2.5 mm de diámetro. (forma lobulada).	<i>Madracis decactis</i> Lyman. (Lámina 7)
36	Copas amontonadas, unidas por paredes comunes fusionadas.	(37)
37	Paredes comunes prominentemente dobles. Copas redondas u ovals, que se lobulan al tener varios centros (policéntricas), de 5 a 8 mm de diámetro.	<i>Favia fragum</i> Esper. (Lámina 17)
37a	Copas de 3 a 4 mm de diámetro, frecuentemente elongadas hasta 20 mm o más en series meandroides cortas.	<i>Favia conferta</i> Verrill. (Lámina 17)
38	Costae bien desarrollado con textura tabular o rectangular. Gemación extramural. Diámetro del corallite menor de 4 mm formando colonias columnares.	<i>Montastrea annularis</i> Ellis y Solander. (Lámina 18)
38a	Diámetro del corallite menor de 4 mm montículos que bordean o dan vuelta.	<i>Montastrea faveolata</i> Ellis y Solander. (Lámina 18)
38b	Diámetro del corallite menor de 4 mm formando colonias con protuberancias irregulares.	<i>Montastrea franksi</i> Gregory. (Lámina 19)
38c	Diámetro del corallite mayor a 4 mm.	<i>Montastrea cavernosa</i> Linnaeus. (Lámina 19)

5.4.- Glosario especializado de los términos clave para la identificación de los corales hermatípicos del SAV.

Como parte complementaria se incluyen en el anexo 1, diagramas e ilustraciones que sirven como referencia de la disposición general de las estructuras que se mencionan en la clave y en el glosario. (Figuras 2 y 3).

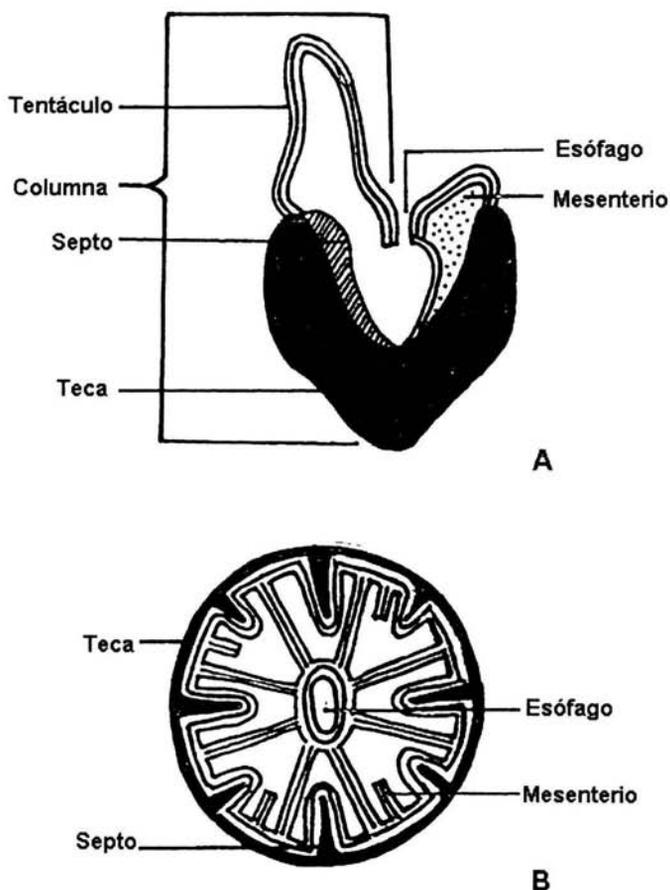


Figura 2.- Diagrama de un coral simple. A, Corte longitudinal; B, Corte transversal.

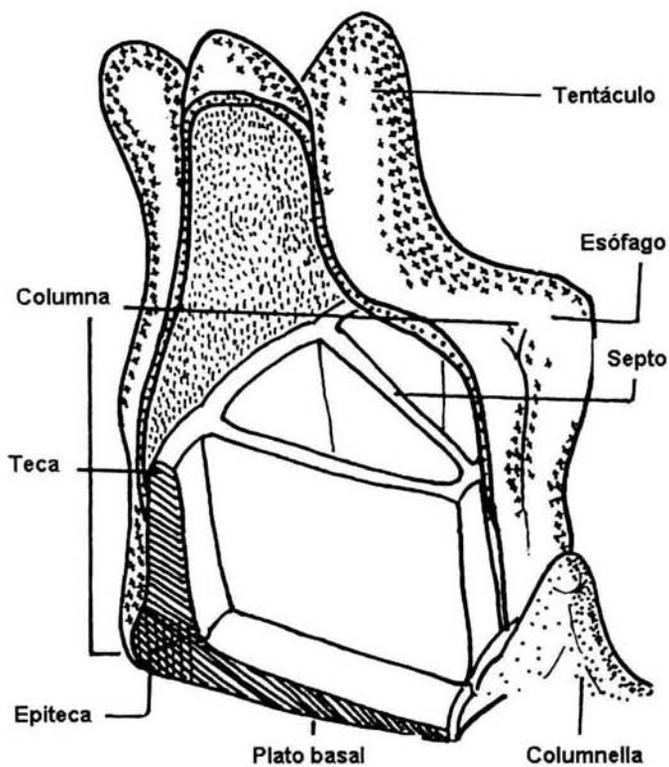


Figura 3.- Diagrama en tercera dimensión mostrando la estructura de un coral simple.

Basado en: Castañares (1978), Veron (1995), Smith (1971), Wells (1973), NMITA (1998).

Brote: Primera manifestación que da lugar a un brote al inicio de la gemación, que puede ser intramural o extramural o no presentarse.

Cálize: Superficie interna de la copa, o también a veces empleado como borde superior de la copa. Puede ser alto o superficial; circular y la forma del fondo del valle en forma de **V** o de **U**.

Columna: Sección cilíndrica que comprende desde el plato de la base (disco pedal) hasta el disco oral.

Columnella: Estructura axial calcárea formada por modificaciones de los bordes internos de los septos. Comúnmente se proyecta al interior del cáliz para formar una protuberancia en la parte central. Puede ser *trabecular* (de apariencia esponjosa, formada por trabéculas entrelazadas dispuestas flojamente), *discontinua* (formada por la fusión de los extremos centrales de los escleroseptos), bien desarrollada, *estiliforme* (que se proyecta hacia el interior del cálize en forma de estípite), *papilosa* (formada por numerosas y pequeñas prominencias).

Coenosteum (diseipimentos extratecales): Depósitos formados entre las copas de una colonia, fusionándolas

Copa (o corallite): Estructura individual o colonial del exoesqueleto de forma de copa con arreglo radial de crestas (septos) que presentan distribución uniforme. Pequeño = menor de 1.5 mm, mediano = 1.5- 10 mm, grande= 10- 15 mm, muy grande= más de 15 mm.

Corallum (coral, polípero): Exoesqueleto de una colonia, que puede presentar forma masiva, ramificada, amontonado de plato. La estructura puede ser *placoide* (corallites más o menos cilindricos con paredes bien diferenciadas), *cerioide* (los corallites están yuxtapuestos, la pared entre ellos no está bien diferenciada), *solitario* (formado por un solo individuo), *flabeloide* (corallites arreglados en series simples), *faseloide* (los corallites se encuentran separados por espacios muy amplios), *meandroide* (corallites arreglados en series múltiples).

Costae (o costilla): Prolongación del septo fuera de la copa. Puede ser tabular o rectangular.

Diseipimentos: Pequeñas placas que se depositan en la región periférica de la copa o fuera de ella.

Extramural (o extratecal): Que ocurre fuera de la pared de la copa.

Encrustante: Coral que forma delgadas capas continuas directamente sobre el sustrato.

Basado en: Castañares (1978), Veron (1995), Smith (1971), Wells (1973), NMITA (1998).

Brote: Primera manifestación que da lugar a un brote al inicio de la gemación, que puede ser intramural o extramural o no presentarse.

Cálíce: Superficie interna de la copa, o también a veces empleado como borde superior de la copa. Puede ser alto o superficial; circular y la forma del fondo del valle en forma de **V** o de **U**.

Columna: Sección cilíndrica que comprende desde el plato de la base (disco pedal) hasta el disco oral.

Columnella: Estructura axial calcárea formada por modificaciones de los bordes internos de los septos. Comúnmente se proyecta al interior del cáliz para formar una protuberancia en la parte central. Puede ser *trabecular* (de apariencia esponjosa, formada por trabéculas entrelazadas dispuestas flojamente), *discontinua* (formada por la fusión de los extremos centrales de los escleroseptos), bien desarrollada, *estiliforme* (que se proyecta hacia el interior del cálíce en forma de estípite), *papilosa* (formada por numerosas y pequeñas prominencias).

Coenosteum (disepimentos extratecales): Depósitos formados entre las copas de una colonia, fusionándolas

Copa (o corallite): Estructura individual o colonial del exoesqueleto de forma de copa con arreglo radial de crestas (septos) que presentan distribución uniforme. Pequeño = menor de 1.5 mm, mediano = 1.5- 10 mm, grande= 10- 15 mm, muy grande= más de 15 mm.

Corallum (coral, polípero): Exoesqueleto de una colonia, que puede presentar forma masiva, ramificada, amontonado de plato. La estructura puede ser *placode* (corallites más o menos cilíndricos con paredes bien diferenciadas), *cerioide* (los corallites están yuxtapuestos, la pared entre ellos no está bien diferenciada), *solitario* (formado por un solo individuo), *flabeloide* (corallites arreglados en series simples), *faseoide* (los corallites se encuentran separados por espacios muy amplios), *meandroide* (corallites arreglados en series múltiples).

Costae (o costilla): Prolongación del septo fuera de la copa. Puede ser tabular o rectangular.

Disepimentos: Pequeñas placas que se depositan en la región periférica de la copa o fuera de ella.

Extramural (o extratecal): Que ocurre fuera de la pared de la copa.

Encrustante: Coral que forma delgadas capas continuas directamente sobre el sustrato.

Hermatípico: Literalmente organismo que forma arrecifes, pero comúnmente usado para describir invertebrados marinos que simbióticamente poseen en sus tejidos algas fotosintéticas. Es también sinónimo de pétreo, zooxantelado y constructor de arrecife para el caso particular de los corales.

Intramural (o intratecal): Que ocurre dentro de la pared de la copa.

Lamelar: Columnella plana, orientada a lo largo del eje longitudinal del corallite o a series de estos (horizontal).

Lóbulo: Estructuras que se forman de una proyección de las trabéculas en el borde del septo, difiere del pali en no estar formado como resultado de una sustitución.

Masivo: Corallum compacto, compuesto de copas dispuestas una junto a otra.

Meándrico (o meandroide): Corallum caracterizado por copas continuas a manera de meandros (ornamentaciones sinuosas y complicadas).

Mesenterio: Lámina de tejido de disposición radial y vertical dentro de la cavidad gastrovascular, unida a la superficie del disco oral y a la pared de la columna del pólipo.

Pali: Extremos hacia en interior de los septos por separado.

Pared, (teca o muralla): Depósitos esqueléticos que encierran a la columnella del pólipo y que unen a los bordes exteriores de los septos. Pueden ser de tres tipos, *sinapticuloteca* (pared del corallite formada por anillos de segmentos horizontales entre los septos), *septotecal* y *paratecal* (la pared es formada por el engrosamiento de los septos o de los disepimentos).

Placoide (en forma de placa): Corallum masivo en el cual las copas tienen paredes separadas y unidas por costillas, disepimentos o coenosteum.

Pólipo: Coral individual, que incluye los tejidos blandos y el esqueleto.

Septo (o tabique): Partición dispuesta radialmente en una copa y que ocurre entre los mesenterios.

Trabécula: Series verticales de esclerodermes o centros de calcificación.

6.0.- DISCUSIÓN.

6.1.- Sobre la composición de especies de corales formadores de arrecifes presentes en el SAV.

En el presente trabajo se hace mención de 38 especies y no de 43 como se indica en la base de datos del ICRI. Se hace hincapié en diversos aspectos con el propósito de poner en claro cuales fueron las especies eliminadas, cuales añadidas y las razones:

-*Millepora complanata*. No es una especie válida actualmente, se considera una sinonimia porque es una variación en el crecimiento de *Millepora alcicornis*. (Walton Smith ,1948), (Zlatarsky y Martinez, 1982).

-*Acropora prolifera*. Por estudios moleculares, se le considera ahora un híbrido de *A. cervicornis* y *A. palmata*. (Vollmer, Palumbi, 2002), (Oppen, Willis, Vust y Miller, 2002).

-*Cariophyllia ambrosia*, , *Deltocyathus eccentricus* y *D.italicus*. Tienen en común, que no se les encontró reporte válido de su presencia en el SAV por ningún autor, aunque aparecen en la base de datos del ICRI en la parte de "Arrecifes y Comunidades de coral del Golfo de México, Veracruz". Estas especies azoxantheladas se les atribuyen a Guillermo Horta y a Juan Pablo Carricart, cosa que no concuerda con lo reportado por ellos en diversos trabajos. Por lo que se estableció contacto personal con los autores antes mencionados, resultando que no tienen conocimiento de su existencia en el área en cuestión; por lo que se eliminan en el actual listado.

Phylangia americana. Se integra a la lista por ser reportada por Domínguez (1993) como presente.

Se encontraron diferencias en el número y nombres incluidos de especies, con otro trabajo realizado por Aurora Beltrán y Juan Pablo Carricart, (1999) que se denomina "Lista revisada y clave para los corales pétreos zooxantelados del Atlántico mexicano"; Al revisar el trabajo se detectaron los siguientes puntos:

El número de especies consideradas por ellos para el SAV es de 36.

Stylaster roseus.- No está siendo considerada, siendo que está perfectamente detectada y reportada sin dar una explicación del porqué se omite.

Acropora prolifera.- Está incluida por los autores y ya se explicó anteriormente que es un híbrido por lo que no se toma en cuenta como válida.

Porites divaricata y *P.furcata*.- No se encontró razón del porqué se incluyeron en el SAV sin anteriores registros. Aunque si se encuentran bien identificados para el Caribe.

Scolimia lacera, *Mycetophyllia ferox*, *Colpophyllia breviserialis*. Son especies que no se han reportado anteriormente en el área, así que se optó por no añadirlas en el presente listado, hasta encontrar una justificación o la cita del trabajo que justifique su inclusión.

Diploria labyrinthiformis y *Eusmilia fastigiata*- Han sido incluidas y descritas anteriormente por diversos autores incluyendo al mismo J.P.Carricart, por lo que no se explica la omisión de ellas en el trabajo que hacemos referencia. A juicio personal se incluyen en el presente listado.

Las discordancias anteriores hacen surgir invariablemente dudas de si hay especies que están desapareciendo y otras están ocupando los nichos vacantes o si se deban a errores humanos al reportar la información; lo que induce a estar de acuerdo con la siguiente afirmación: "Aunque el sistema arrecifal es un ambiente cambiante por causas naturales, hay evidencias claras del impacto humano, que combinadas con fenómenos naturales, reducen la recuperación de los arrecifes. Por lo tanto es importante considerar de manera especial, aquellos arrecifes utilizados intensamente, por su importancia económica local: Muchas de las amenazas provienen de las densas poblaciones costeras (IUCN, 1988). Debido al poco conocimiento del SAV hasta fechas recientes, no es posible hacer una comparación de los cambios en el arrecife por el desarrollo de actividades humanas". (Gutiérrez, García, Lara y Padilla, 1993). *En realidad, independientemente de los métodos empleados, los taxónomos deben comprender como difieren las especies intraespecíficamente y como difieren las especies unas de otras en una localidad determinada.*

En el caso de las plataformas coralinas del Golfo de México, no existen suficientes estudios realizados a la fecha que permitan un acceso a un conocimiento coordinado y global para la comprensión biogeográfica y de diversidad de los corales constructores de esta localidad, así como de su estrecha relación con otras especies. Los trabajos realizados por Chávez e Hidalgo (1985-1987) pueden servir como ejemplo o referencia de un estudio interdisciplinario del tipo de investigaciones que son necesarios en esta zona. Otro buen ejemplo es el trabajo de Lara, Padilla, Espejel y García (1994), que es una inspección de las estructuras llevado a cabo de Agosto 1986 a Octubre 1989. En el que se registraron especies de Coral, la composición de las comunidades del bentos y la composición del sustrato. Más recientemente el taller promovido por el INE de "Diagnóstico Ambiental del Golfo de México" realizado del 20 a 22 de Agosto, 2003.

Es importante promover un mejor conocimiento de la flora y la fauna asociada a los arrecifes coralinos de la región, en razón de que este ecosistema ha padecido fuertes impactos antropogénicos y ninguna práctica de manejo durante muchas décadas. Esto debido principalmente a la carencia de información disponible para las autoridades e instituciones conservacionistas en turno, sobre la distribución de los centros de alta, media y baja diversidad de los organismos arrecifales de estas costas, así como de su vulnerabilidad ante los usos e impactos humanos, en particular las actividades industriales petroleras y portuarias. El uso tradicional de estas plataformas arrecifales como resguardos portuarios y fuentes de materiales de construcción en la localidad, es contradictorio a un decreto de parque marino emitido en el Diario Oficial de la Federación Mexicana (Agosto, 1994). No obstante, en atención al modelo de uso sustentable de los recursos arrecifales coralinos, es necesario determinar las zonas coralinas que pueden sujetarse a conservación por su alta diversidad orgánica, así como a la caracterización de la estructura y diversidad de aquellas sometidas a varios tipos de impactos.

La riqueza específica total reportada hasta la fecha para el Golfo de México es de 117 especies de corales pétreos, correspondiendo al Sistema Arrecifal Veracruzano 38 especies. Algunos lugares arrecifales en este parque, que no necesariamente presentan alta diversidad, están sujetos a ciertas reglas para su protección, en tanto que otras regiones diversas y con especies amenazadas de extinción no cuentan con reglas de protección y manejo. La mayoría de los estudios para determinar la diversidad específica de los corales constructores arrecifales

en este parque, se han abocado a algunas de las plataformas como Isla Verde, La Blanquilla, Isla En medio, Anegada de Afuera, Cabezo, Chopas, Rizo, Santiaguillo y Anegadilla y no han revisado las restantes plataformas emergidas que conforman la totalidad del parque.

Por lo general, la diversidad de corales hermatípicos reportada para las plataformas arrecifales del Golfo de México no rebasa las 40 especies, situación que no refleja la complejidad de estos ecosistemas. Las plataformas arrecifales de este parque requieren la aplicación de estudios sistemáticos sobre la estructura genética de las poblaciones coralinas, de su ámbito geográfico y de la distribución y la diversidad de los hábitat coralinos característicos de las formaciones arrecifales recientes.

Mediante estos trabajos, se podría establecer un conocimiento integrado de los factores físicos y biológicos que intervienen en la dispersión regional de las larvas de las especies constructoras arrecifales clave de la región.

Las investigaciones actuales en filogenia de corales hermatípicos, sugiere la revisión de varios niveles y criterios en que se fundamenta la descripción de las especies. Se hace necesaria reconsiderar la taxonomía coralina de la provincia y de las localidades arrecifales del Golfo de México, a fin de establecer un marco de referencia para las evaluaciones de diversidad específica y para la aplicación de procedimientos de protección y manejo de las especies, determinando las que estén en peligro de extinción y que lugares de arrecifes deberán ser sometidos a conservación, protección o manejo.

Chiappone *et al.*(1996), explican que la diversidad de los corales hermatípicos es probablemente semejante y equitativamente distribuida en la regiones centrales y occidentales del Caribe. Las máximas diversidades específicas de escleractinios reportadas en la región zoogeográfica del caribe, rara vez excede a las 50 especies. Esto sugiere que los centros regionales y locales de alta diversidad específica no están determinados con precisión.

En el parque marino SAV, se requiere de una red de pequeñas reservas con los sitios de mayor diversidad y libres de impacto humano, lo cual debe ser considerado, si se persiguen genuinos intentos de conservación de la diversidad. Tal vez de este modo podemos garantizar la permanencia de las especies y su intercambio genético a lo largo de la región.

6.2.- Alcances y limitaciones de esta clave

Ofrecer una alternativa a los no Taxónomos.

El objetivo primordial del presente trabajo, es poner a disposición del público en general y de los investigadores de las ciencias biológicas, una herramienta para la identificación de los corales hermatípicos del SAV. Esto con la finalidad de homogeneizar los criterios taxonómicos mas recientes que norman actualmente; ya que este tipo de información se encuentra dispersa y en muchos casos como el de las claves, que al estar elaboradas en otro idioma pierden sentido en el contenido al ser deficientemente trducidas. Este trabajo es un ejemplo de cómo resolver la necesidad de este tipo de trabajos, con la que hasta el momento no se contaba para esta zona y que se requieren para otras del territorio nacional.

Valorar la real utilidad de la lista y clave que se presentan.

La utilidad que se le puede otorgar al presente trabajo, es de muy diversa índole y de múltiples aplicaciones. La lista de especies resultado de este trabajo, es una contribución a la biogeografía de los arrecifes coralinos y la base para la descripción de los sitios de alta

diversidad en el parque marino SAV. En el dominio de la vida orgánica, el trabajo taxonómico es un empirismo biológico que constituye uno de los primeros objetos de la biología, que es proponer un agrupamiento racional de las diversas formas vivas observadas, mediante la aplicación actualizada de los criterios taxonómicos y la correspondiente ubicación sistemática del conjunto de organismos en estudio.

Limitantes para un estudio de este tipo.

En el presente estudio se consultaron diferentes y diversos trabajos relacionados al tema de como delimitar con validez el concepto de especie para diversos organismos y para los corales, para que con criterios y elementos recientes, se elaborara la clave que aquí se presenta, que pudiera en cierto momento llegar a no tener total vigencia. Ya que el debate entre los taxónomos continúa por ahora, pero al contar con los elementos innovadores que aportan las técnicas de Biología y Genética Molecular, estas diferencias irán en decremento conforme se empleen con mayor frecuencia.

6.3.- Síntesis de los principales aspectos ecológicos y evolutivos de las especies formadoras de arrecifes del SAV.

Para entender la complejidad involucrada en el estudio de los corales, es necesario un enfoque interdisciplinario; que para este caso en particular, se pudiera considerar que la Taxonomía ordena, la Genética explica y la Biología Molecular afirma o desecha.

La combinación de las observaciones de campo sobre la taxonomía, biogeografía, paleontología y la biología de los corales, dan cabida a los siguientes conceptos que explican algunos procesos evolutivos de estos organismos. El primer problema conceptual es que las especies permanecen como unidades discretas en amplios rangos geográficos y es una premisa básica de la taxonomía aplicada. En los corales formadores de arrecifes esto genera un conflicto en la explicación entre la variación geográfica intraespecífica observada y los conceptos sobre las especies actualmente en uso. (Veron,1995).

El conocimiento en la variación de los caracteres morfológicos es fundamental para delimitar una especie de coral, porque facilita aceptar criterios que dividan y diferencien las especies y formas de crecimiento. La delimitación de las especies de corales presenta un problema taxonómico que no es necesariamente consecuencia de una pobre metodología, si no el resultado de las propiedades intrínsecas, genéticas y ecológicas de las poblaciones, las cuales se reflejan en la plasticidad fenotípica de éstos. (Brackel, 1977)

Esto ha puesto a prueba algunas explicaciones de los patrones biogeográficos en los corales y de los principales elementos de su especiación y ha dado lugar a la revisión del concepto de especie en los corales y en los aspectos centrales que controlan su evolución.

En los niveles taxonómicos inferiores, los corales se fusionan y separan perpetuamente en el espacio y en el tiempo. Estas especies comúnmente conforman redes evolutivas o arborescencias ramificadas. Las especies individuales forman parte de un entramado. Estas pueden tener varias barreras internas que los aíslan entre las razas y poblaciones de que son parte, o establecen conexiones reproductivas y genéticas entre otras especies del mismo género o tal vez más. En cada sitio las especies son relativamente distintas. Estas distinciones rompen con la distancia geográfica y con el tiempo evolutivo.

El fenómeno arriba explicado se le conoce recientemente como evolución reticulada que en el caso de corales esta influenciada por ciclos paleoclimáticos causantes de mayor efecto de los vectores de circulación superficial, aunque son solo una parte del proceso, siendo a la vez gran parte de este. Estos ciclos son traducidos en composiciones genéticas de especies por mediación de las fluctuaciones en los patrones de circulación oceánica, los cuales inevitablemente promueven fluctuaciones de cambio constante en la conectividad genética. Este proceso simultáneamente conduce los procesos de hibridación y especiación.

Los intervalos geológicos de circulación oceánica débil reducen la conectividad genética y se separan los componentes del entramado reticular, los intervalos de circulación fuerte producen el efecto inverso. Las fluctuaciones en los vectores de circulación oceánica, afectan a todas las especies coralinas simultáneamente. Cuando la circulación es fuerte, hay intervalos de convergencia de masas de las especies (hibridación); cuando la circulación es débil, hay intervalos de divergencia de especies y puede haber procesos de especiación y de extinción.

La diversidad específica entonces cambia continuamente y de manera gradual. Este es un proceso de sincronía de masa orgánica no determinado por fuerzas biológicas.

La diversidad regional de las especies es resultado de una amplia expansión pan ecuatorial y de la sobrevivencia regional. La diversidad específica local, es resultado de la disponibilidad local de especies en un lugar y de su sobrevivencia. Esto es una serie progresiva de relaciones de contacto e interrupciones, donde la última fuerza de diversificación específica esta limitada por las diversificaciones del nicho, la conectividad genética y las interacciones específicas.

7.0.- CONCLUSIONES

El trabajo taxonómico requiere de la observación meticulosa de la complejidad orgánica en un determinado nivel de organización, siempre sujeta a la dinámica evolutiva, en este caso los corales hermatípicos. Esta tarea ha consistido principalmente de la observación de las formas, tamaños y estructuras que en particular, conforman un rango de variaciones entre éstas características, que como resultado, permiten delimitar los criterios que se utilizan para describir e identificar a cada especie. Este tipo de trabajo ha resultado de las contribuciones de estudiosos a diferentes tiempos y condiciones, dando como resultado una estructura artificial, que intenta hacer comprensible la diversidad biológica mediante la descripción de las especies. Esto es intentar explicar un fenómeno natural que existe por sí mismo, y que la clasificación taxonómica, emplea para comprender y en caso dado utilizar a los seres vivos.

Esta clave pretende simplificar la identificación de las especies hermatípicas reportadas en el SAV, especialmente para aquellos que no necesariamente sean especialistas en Taxonomía para lo cual la clave se complementa con fotografías *in situ* o dibujos de las especies y diagramas de las principales estructuras, así como un glosario que explica los términos utilizados en la misma.

En general, este tipo de estudios se han realizado en zonas muy extensas por lo que resultan muy generales. Un conocimiento a nivel local es necesario porque sirve de base a otros tipos de estudios como por ejemplo de Biodiversidad y distribución por citar algunos; que a su vez proveen los elementos necesarios a los organismos gubernamentales para implementar acciones concretas reales de conservación, manejo y creación de reservas y zonas de parques naturales.

Esta zona presenta una gran diversidad de ecosistemas costeros que son sistemas abiertos e interconectados como lo son bahías, deltas de ríos, lagunas costeras y estuarios, humedales, pastos marinos y arrecifes de coral. Todos estos ecosistemas son perturbados por factores muy diversos como la sobrecarga de nutrientes por aportes fluviales y la emisión de contaminantes de la industria del petróleo, las actividades portuarias, los desarrollos turísticos, la introducción de especies exóticas y la desecación de humedales.

El uso tradicional de las plataformas arrecifales del Golfo de México, ha sido como infraestructura portuaria y como fuente de materiales de construcción. Esto es contradictorio a un decreto de parque marino emitido en Agosto de 1994. No obstante, en atención al modelo de uso sustentable de los recursos arrecifales coralinos, es necesario determinar las zonas coralinas que pueden sujetarse a conservación por su alta diversidad orgánica, así como a la caracterización de la estructura y diversidad de aquellas sometidas a varios tipos de impactos.

El mar es un recurso que ofrece un potencial aún desconocido, que gradualmente se ha ido revalorizando por los nuevos descubrimientos que recientemente se han desarrollado en el campo de la Farmacología. Cuando se analiza la estructura química de los compuestos que conforman el sistema inmune de los organismos marinos, salta a la vista que no existe nada similar en el medio terrestre.

La biología molecular abre un campo de muchas expectativas, ya que actualmente se han iniciado nuevas terapias para el tratamiento de leucemias, el melanoma y ciertos tipos de cáncer, basadas precisamente en organismos marinos como las esponjas, tunicados y moluscos que tienen la coincidencia de estar asociados a los arrecifes coralinos.

Por todo lo anterior es importante proveer investigaciones de tipo técnico y científico para poder implementar la protección ambiental y ejercer un uso adecuado de los recursos naturales, así como tener la información necesaria para la toma de decisiones.

8.0.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Beltrán-Torres A.U. y Carricart-Ganivet, 1999. Lista revisada y clave para los corales pétreos zooxantelados (Hydrozoa: Milleporina; Anthozoa: Scleractinia) del Atlántico mexicano. *Revista Biología Tropical* 47 (4): 813-829.
- Booolootian R.A. 1975. *Biología de los Atolones de Coral*. C.E.C.S.A. México. 36 pp.
- Britton, J.C., and B. Morton, 1979. *Shore Ecology of the Gulf of México*. University of Texas press, Austin, Texas.
- Budd, A.F., K. G. Johnson, and T. A. Stemann. 1996 - 2000. Zooxantellate Corals, in Budd and C. T. Foster Jr. (Coordinators), *Neogene Marine Biota of Tropical America, a World Wide Web Taxonomy Database*, University of Iowa, Iowa City IA.
- Budd, A. F., T. A., Stemann, and K. G. Johnson,. 1994. Stratigraphic distributions of genera and species of Neogene to Recent Caribbean reef corals. *Journal of Paleontology*, Vol: 68:951-977.
- Budd, A. F. and B. D. Mishler. 1990. Species and evolution in clonal organisms, summary and discussion. *Systematic Botany* 15:166–171.
- Cairns, S.D.1999. Species richness of recent Scleractinia. *Atoll Research Bulletin*, no. 59: 1-59.
- Cairns, S.D. 1982. Stony corals (Cnidaria, Hidrozoa, Scleractinia of Carrie Bow Cay, Belize. *Smith. Contr. Mar. Sci.* 12: 271-302.
- Capurro, A. *et.al.*, 1988. *Atlas de los corales Escleractinios de la Península de Yucatán*. Informe Técnico CINVESTAV - IPN. Mérida, Yucatán.
- Castañares, L. y L.Soto, 1982. Estudio sobre los corales Escleractinios hermatípicos de la costa Noreste de la Península de Yucatán. México I. Sinópsis Taxonómica de 38 especies. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología - UNAM*. 9: 295-344.
- Carricart- Ganivet, J.P. 1985. Descripción de las especies de corales Escleractinios de Isla de Enmedio, Veracruz. Tesis Profesional. UNAM - ENEP Iztacala. México.
- Castañares L. 1978. TESIS: Corales Pétreos de la Costa Noreste de la Península de Yucatán, México. 84 pp.
- Chávez, E.A. y E. Hidalgo. 1987. Los Arrecifes Coralinos del Caribe Noroccidental y Golfo de México en el contexto Socioeconómico. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. UNAM. 10 pp.
- Chiappone, M, K. M. Sullivan and C. Lott. 1996. Hermatipic scleractinian corals of the southeastern Bahamas: A comparison to western Atlantic reef systems. *Carib. J. Sci.* 32:1 –13.
- Clinton, J. 1986. *Botánica Marina*. Noriega-Limusa. México. 477-499.
- CONABIO. 1998. *Regiones Prioritarias Marinas de México*. CONABIO. México. 98 pp.

- Duarte P.P. 1961. Corales de los Arrecifes Cubanos. Acuario Nacional Marianao. Cuba. 85 pp.
- Fenner, D. P. 1993. Species distinctions among several Caribbean stony corals. Bull. Mar. Sci. 53: 1099–1116.
- Foster, A:B: 1986. Neogene paleontology in the Northern Dominican Republic. 3. The family Poritidae (Anthozoa: Scleractinia: Astrocoediidae). Bulletins of American Paleontology , 90: 47-120.
- Goreau, T. F. and J. W. Wells. 1967. The shallow - water Scleractinia of Jamaica: Revised list of species and their vertical distributinos range. Bull. Mar. Sci. 17: 442-453.
- Horta-Puga, G., and J.P. Carricart_ Ganivet. 1993. Corales petreos recientes (Milleporina, Stylasterina y Scleractinia) de México S. I. Salazar-Vallejo and N.E. Gonzalez, editors. Biodiversidad Marina y Costera de México . CONABIO/CIQRO; México, D. F. 64-78.
- Gutiérrez D., M. Lara y C. Padilla 1993. Comparación de Arrecifes Coralinos: Veracruz y Q. Roo. 787-806 p. Biodiversidad Marina y Costera de México. 5: 1. Salazar –Vallejo (Eds.) Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO. 865 pp.
- Hernández C.- D. Tinoco. 1988. Sedimentos del SAV. Departamento de Geología Marina de la Estación de Investigación Oceánica de Veracruz. D.G.O.N. Secretaría de Marina. 50 pp.
- Knowlton, N., E. Weil, L. A. Weigt, and H.M. Guzman. 1992. Sibling species in *Montastrea annularis*, coral bleaching, and the coral climate record. Science, 255: 330 - 333.
- Jones O.A. y R. Endeau. 1973. Biology and Geology of Coral Reefs. Vol II. Academic Press, INC. USA. 450 pp.
- Lara M., C. Padilla., J. Espejel . and C. García . 1994. Coral Reefs of Veracruz, México I. Zonation and Community Structure. Proceedings of the VII International Coral Reef Symposium. Mangilao, GUAM. 1: 535-544.
- Palmer, R. H. 1928. Fossil and Recent corals and coral reefs of western Mexico. American Philosophical Society Proceeedings, 68: 21-31.
- Rioja E. 1964. La Vida en el Mar. Pomarca. México. 258 pp.
- Sánchez- Juárez A. J.M. y J. Aldeco, 1995. Masas de agua en la costa de la Ciudad de Veracruz, Ver. Ocean. Física. Instituto de Investigación Oceanográfica Golfo y Mar Caribe, DGON. SecMar. 58 pp.
- Schuhmacher H. 1978. Arrecifes Coralinos. Su extensión, mundo animal y ecología. OMEGA. Barcelona, España. 288 pp.
- Smith, W. 1971. Atlantic Reef Corals. University of Miami, Coral Gables, Florida, USA. 164 pp.
- Veron, J.E.N. 1995. Corals in space and time. The biogeography and evolution of the Scleractinia. Cornell University. Nueva York. 321 pp.

Wallace, C. C. and B. L. Willis. 1994. Systematics of the genus *Acropora*: Implications of new biological finding for species concepts. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 25: 237– 262.

Weihaupt, J.G. 1984. Exploración de los Océanos. Introducción a la Oceanografía. C.E.C.S.A. México. 640 pp.

Weil, E. and N. Knowlton. 1994. A multicharacter analysis of the Caribbean coral *Montastrea annularis* (Ellis y Solander, 1786) and its two sibling species *M. faveolata* (Ellis y Solander, 1876) y *M. Franksi* (Gregory, 1895). *Bull. Mar. Sci.* 55: 151–175.

Wells, J. W. 1936. The nomenclature and type species of some genera of recent and fossil corals. *American Journal of Science, Series 5*, 31: 97-134.

Wells, J. W. 1973. New and old Scleractinian corals from Jamaica. *Bulletin of Marine Science*, 23: 16 - 55.

Wells, J. W. and J. C. Lang. 1973. Systematic list of Jamaican shallow – water Scleractinia. *Bull. Mar. Sci.* 23: 55 – 58.

Wells, J.W. 1974. Late Cenozoic corals from South Florida. *Bulletins of American Paleontology*, 66: 259 - 543.

Yáñez- Arancibia, A. 1986. Ecología de la zona costera, análisis de siete Tópicos. AGT Editor. México. 189 pp.

Zlatarsky, V.N. and L. Estatella. 1982, Los Escleractinios de Cuba. Academia Búlgara de Ciencias, Sofia, Bulgaria. 472 pp.

9.0.- SITIOS DE INTERNET.

Arrecifes de Coral. El estado de los arrecifes de coral de México.
(http://www.marenostrum.org/coralreef/america_tropical/mexico.html)

El Sistema Arrecifal Norveracruzano. (<http://www.uv.mx/extension/ecobuceo/index.html>)

Florida Marine Research Institute
(http://www.floridamarine.org/gallery/image_details.asp?id)

International Coral Reef Initiative. 1997. The Status of Coral Reefs in Mexico and the U.S. Gulf of Mexico. (Geography, ecology, management, legislation, monitoring and bibliography). (<http://www.icriforum.org>)

ITIS (Integrated Taxonomic Information System) (<http://www.itis.usda.gov>)

Longino-Jácome. Puerto de Veracruz
(<http://www.iztapalapa.uam.mx/iztapalapa/www/cdelm/inzoco/sav.html>)

Miralles J. Manual de Educación Medio Ambiente. Mares y Océanos. El desarrollo del litoral marino. (<http://www.unescoeh.org/manual/html/mares.html>)

NCBI. Pub Med.
Vollmer S.V, Palumbi S.R. Hybridization and the evolution of reef Coral diversity.

Open M.J, Willis B.L, Vugt H.W, Miller D.J. Examination of species boundaries in the *Acropora cervicornis* group (Scleractinia, cnidaria) using nuclear DNA sequence analyses.
(http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=pubMed&list_uids)

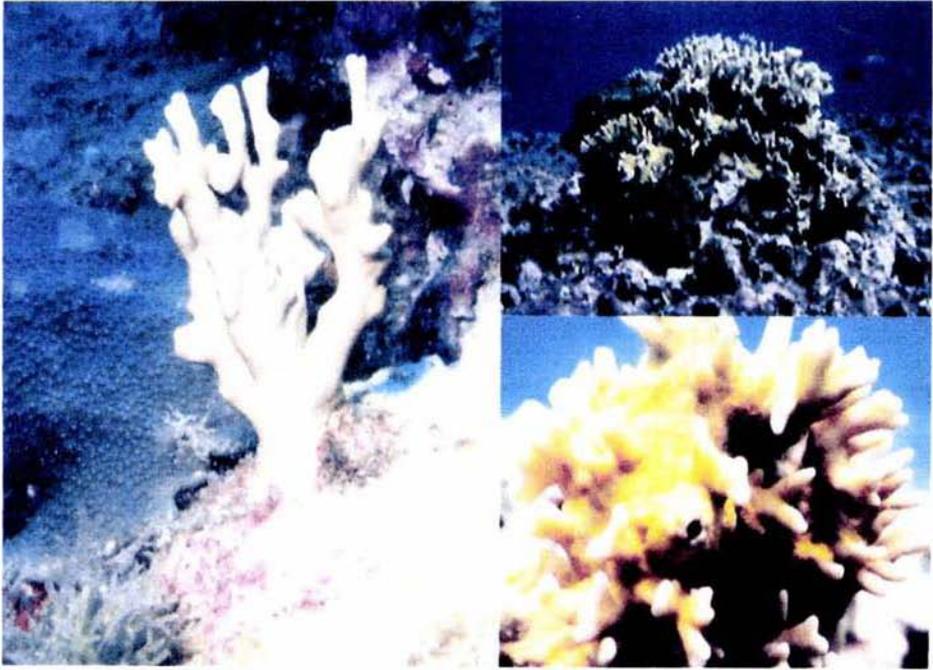
NMITA(Neogene Marine Biota of Tropical America). (<http://www.nmita.geology.uiowa.edu>)

Sistema Arrecifal Veracruzano. (<http://www.buceo.com.mx-veracruz.html>)

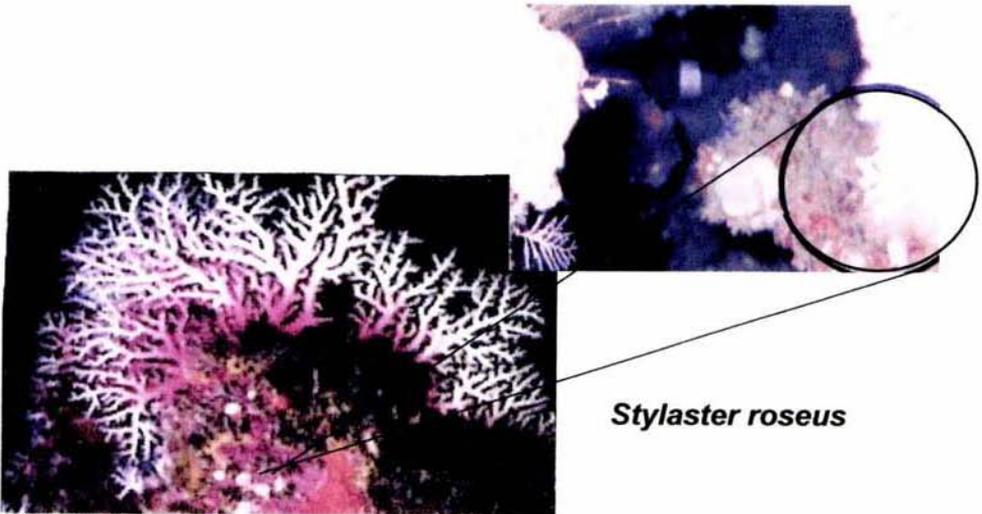
NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). Catálogo de Imágenes.
(<http://www.photolib.noaa.gov/reef/reef2512.htm>)

10.0.- ANEXO.

Lámina 1



Millepora alcicornis

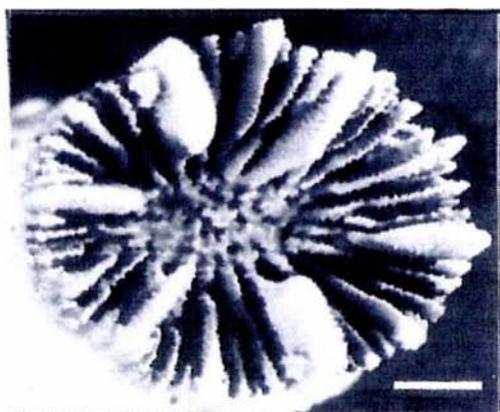
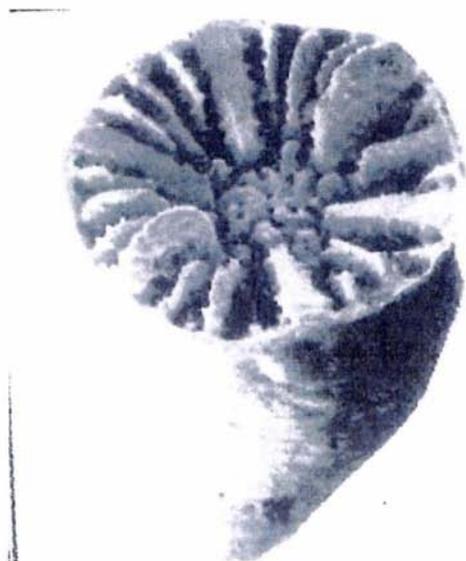


Stylaster roseus

Lámina 2

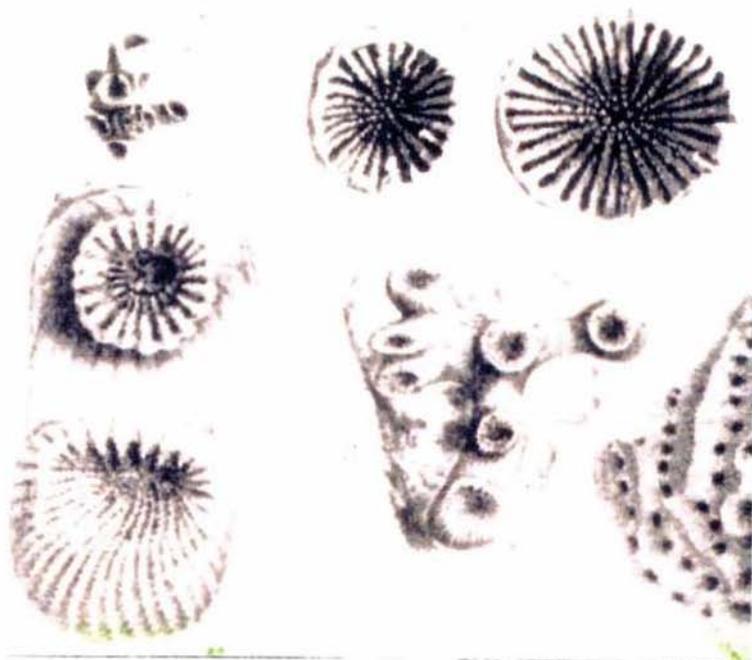


Scolymia lacera

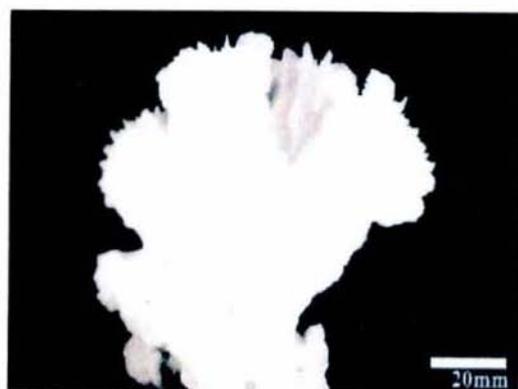
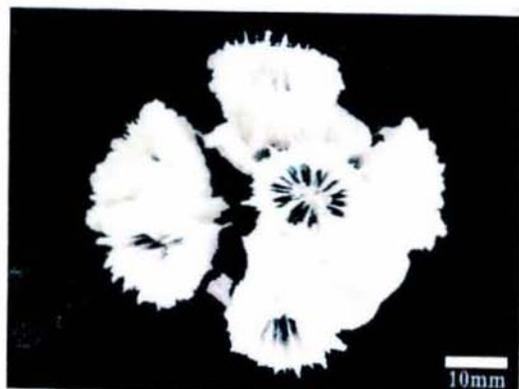


Phylangia americana

Lámina 3

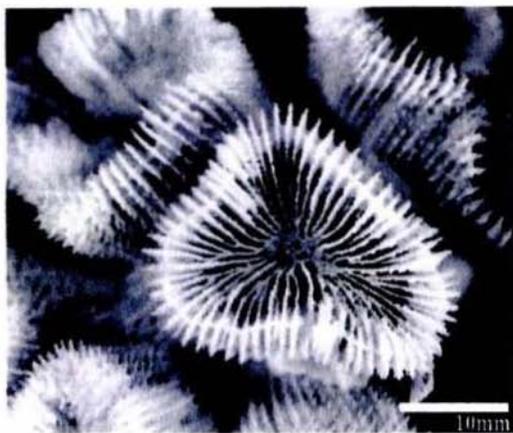


Astrangia solitaria



Eusmylia fastigiata

Lámina 4



Mussismillia hartii

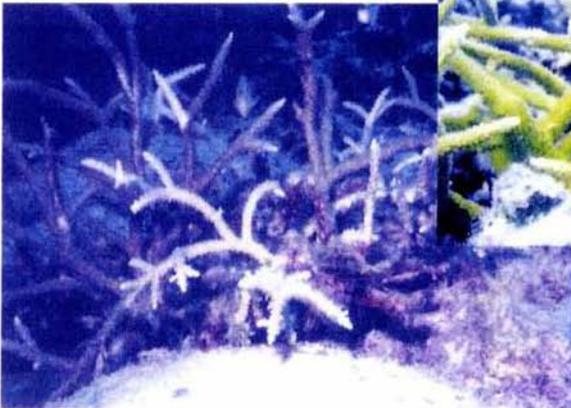


Mussa angulosa

Lámina 5



Acropora palmata



Acropora cervicornis

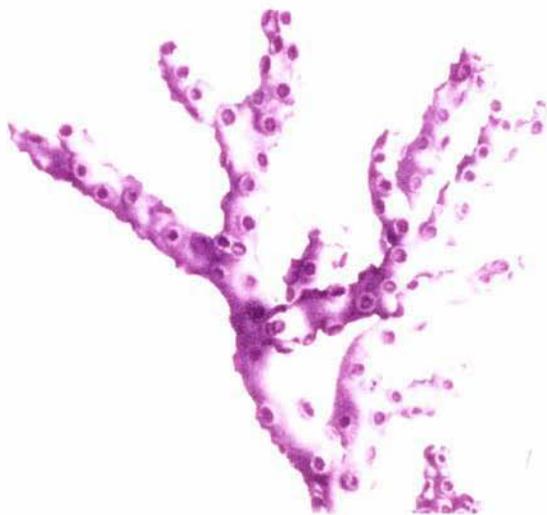
Acropora prolifera



Lámina 6

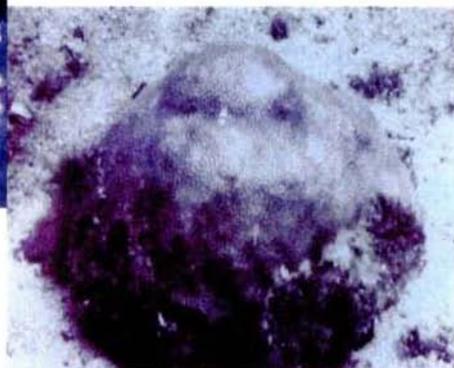
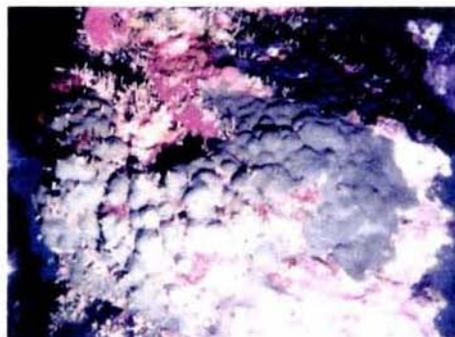


Oculina difussa

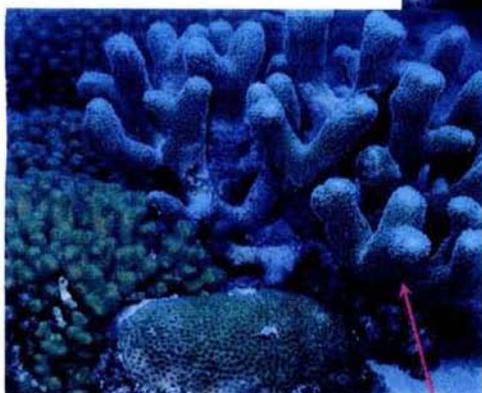


Oculina valenciennesi

Lámina 7

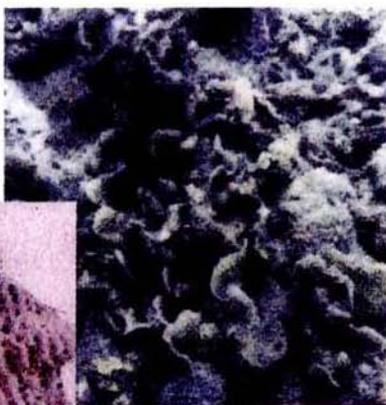
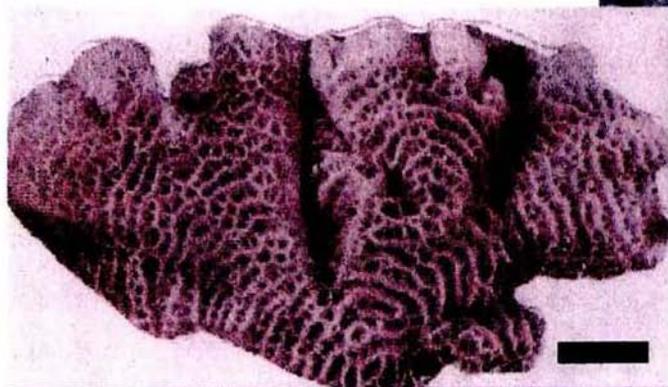


Madracis decactis

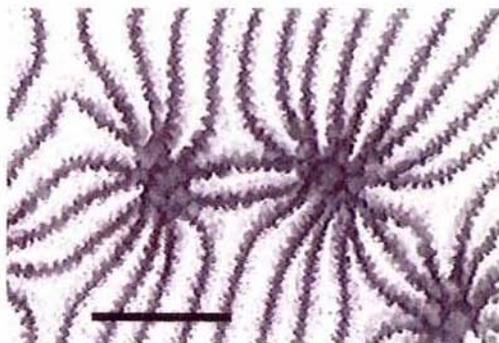
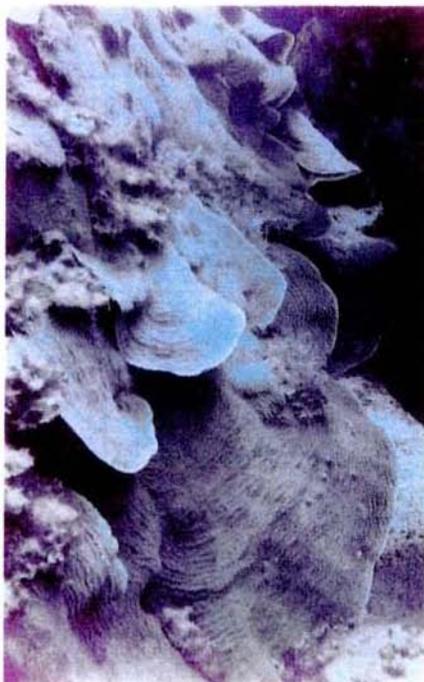


Porites porites

Lámina 8



Undaria agaricites

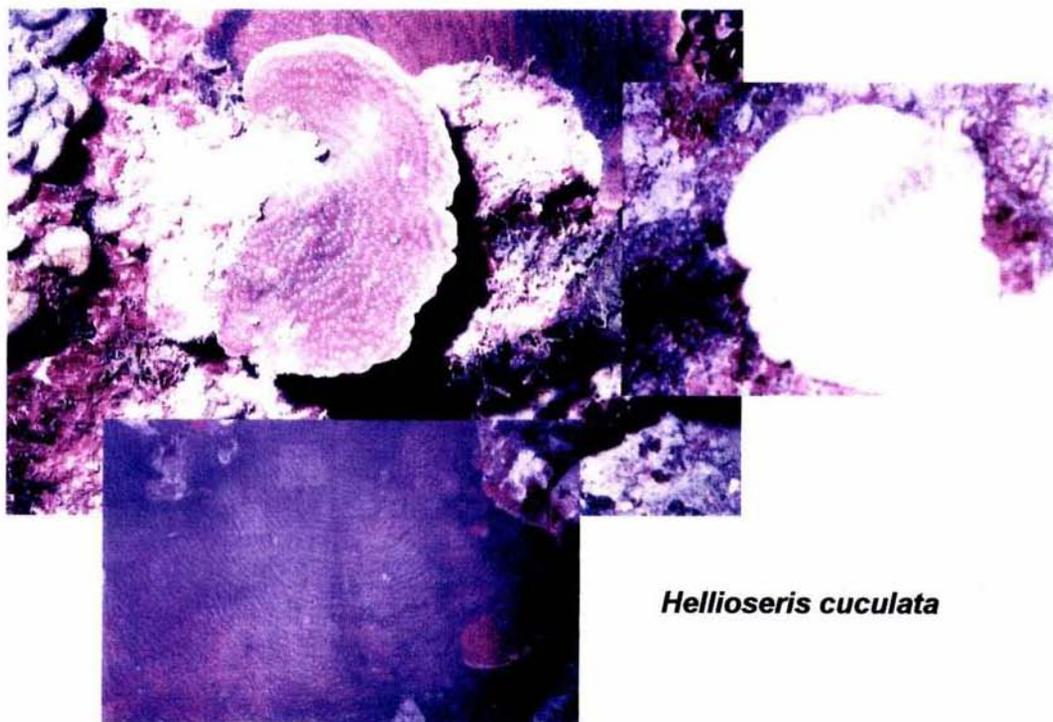
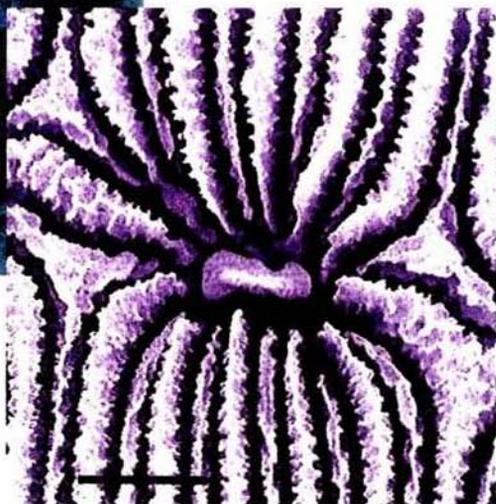


Agaricia fragilis

Lámina 9

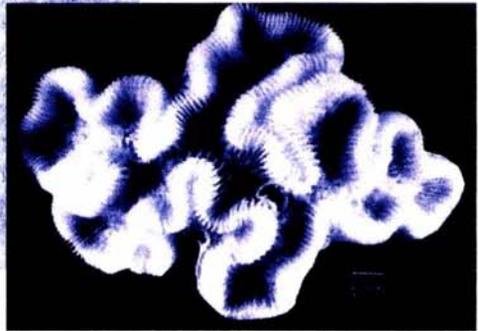
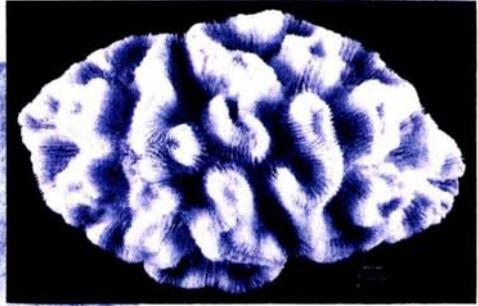
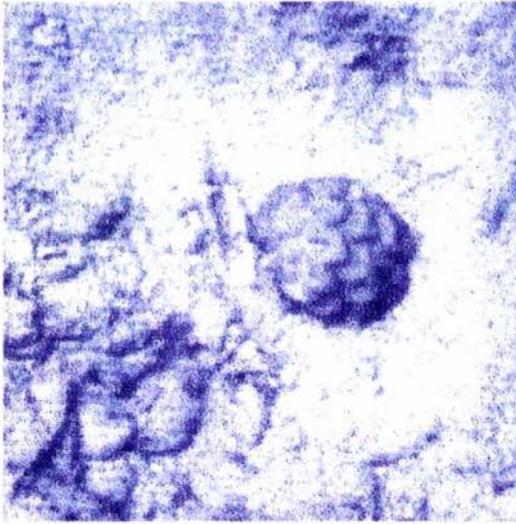


Agaricia lamarcki

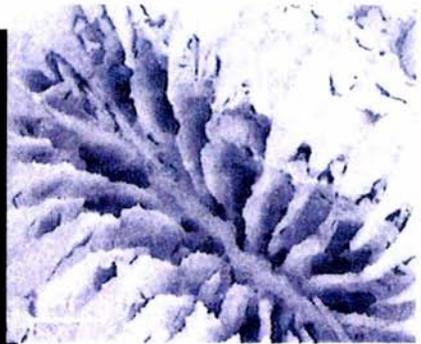
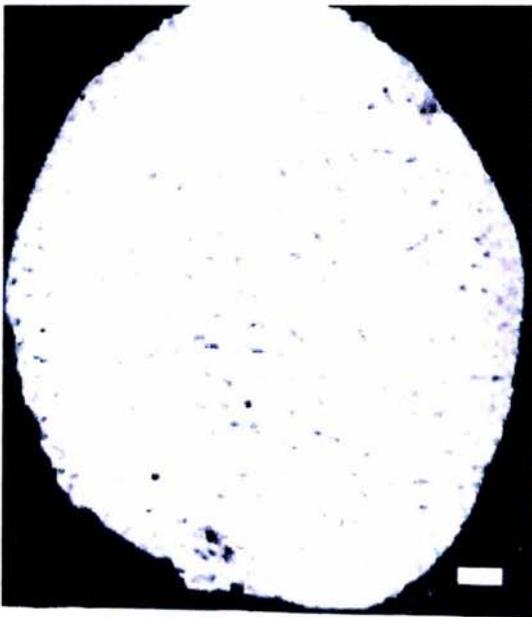


Helioseris cuculata

Lámina 10

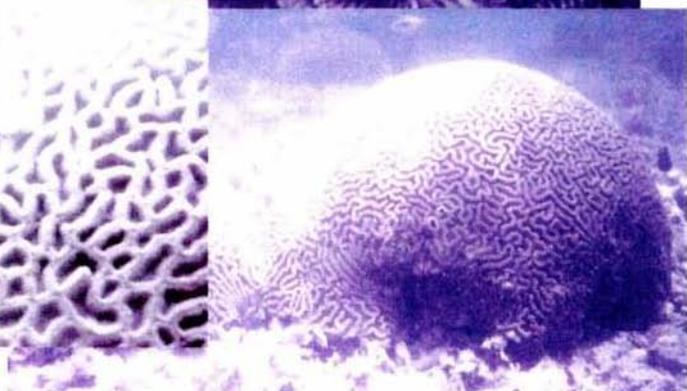
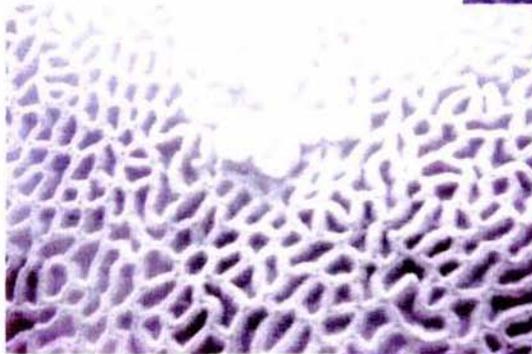
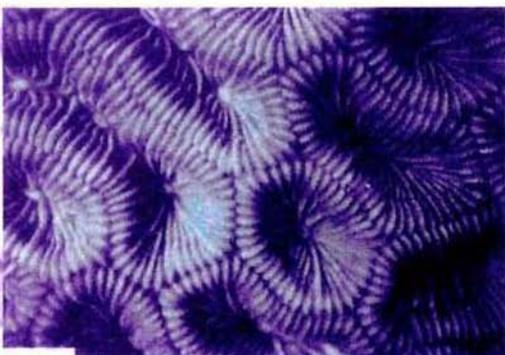


Manicina areolata



Dichocoenia stokesi

Lámina 11

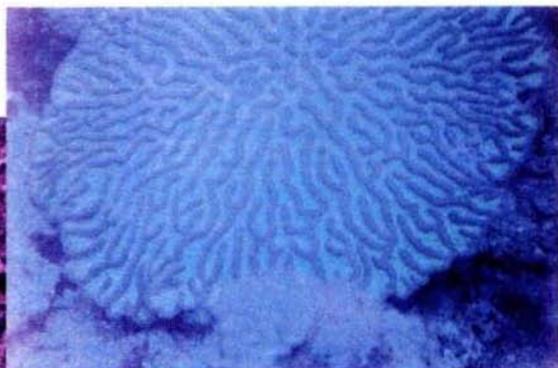
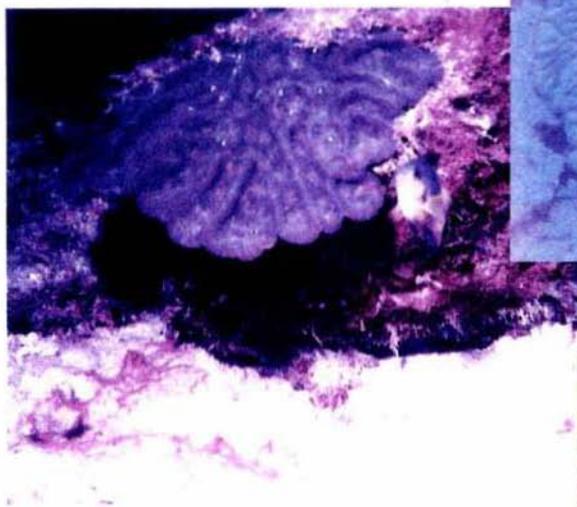


Colpophyllia natans



Micetophyllia danaana

Lámina 12



Micetophyllia lamarckiana



Diploria clivosa

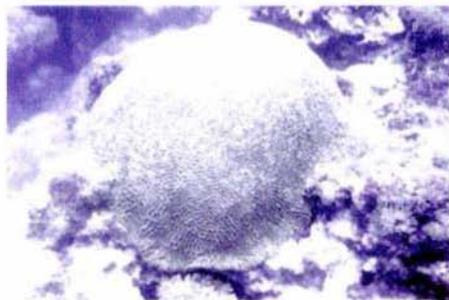
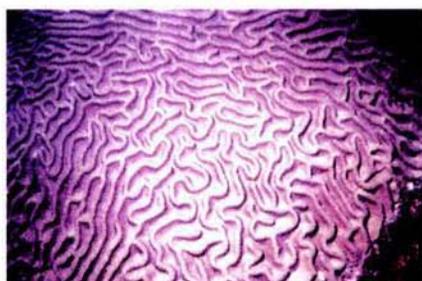
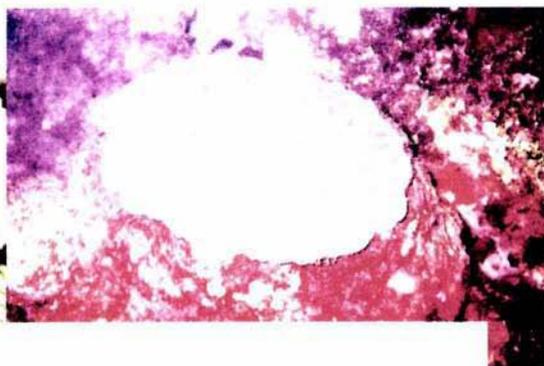
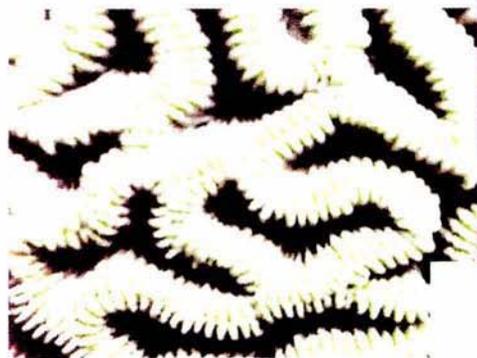


Lámina 13



Diploria labyrinthiformis



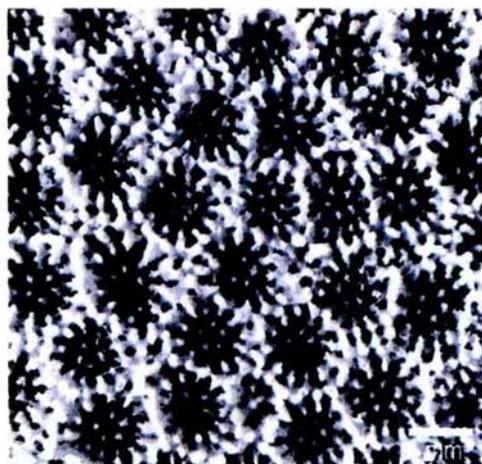
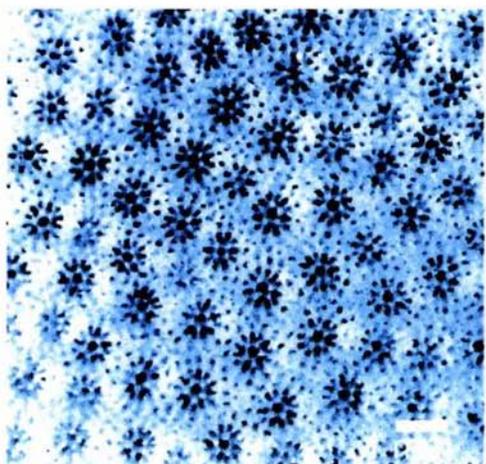
Diploria strigosa



Lámina 14

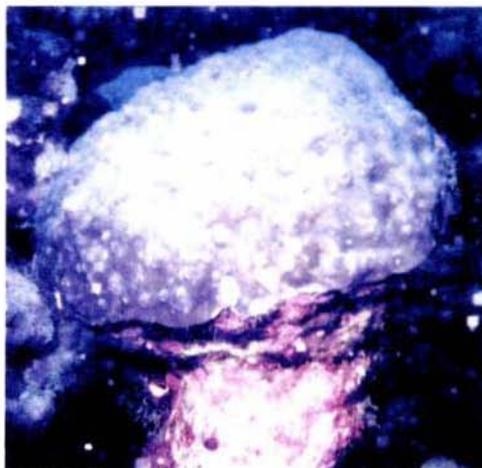


Isophyllia sinuosa

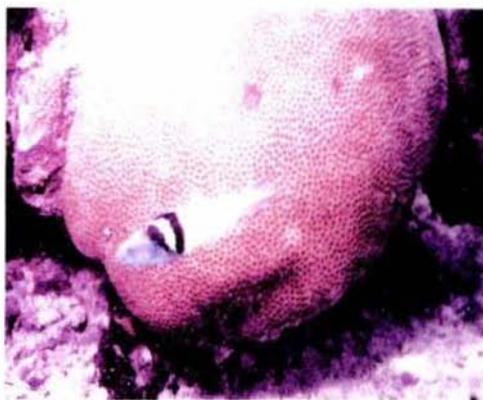
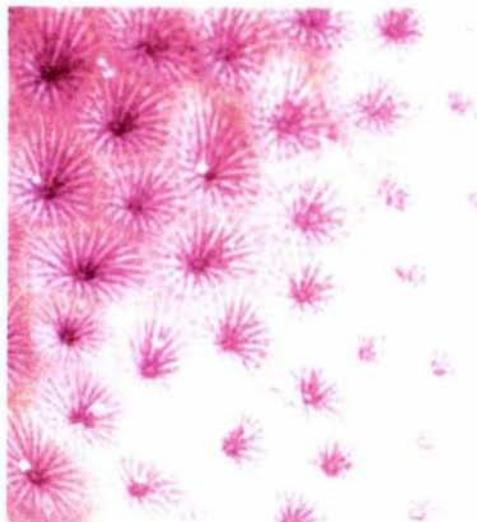


Porites branneri

Lámina 15

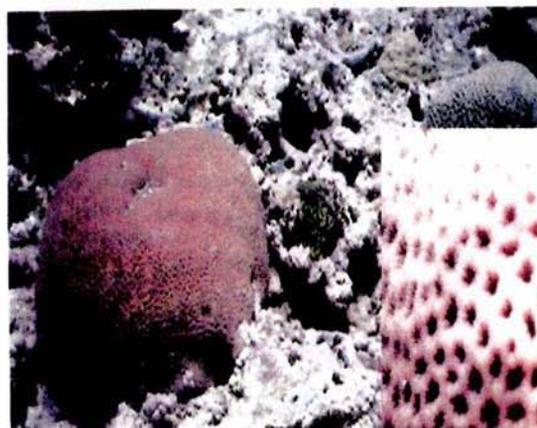


Porites astreoides

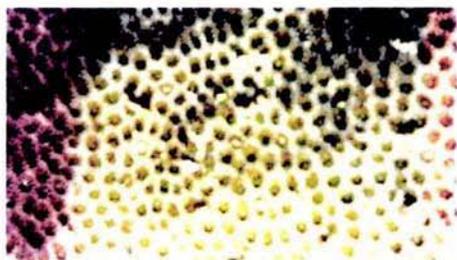
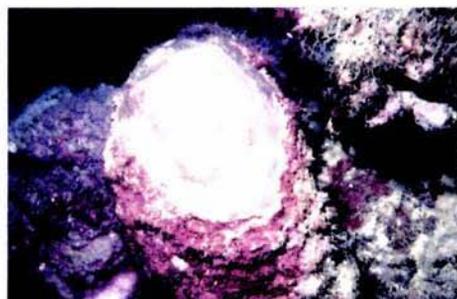


Siderastrea radians

Lámina 16

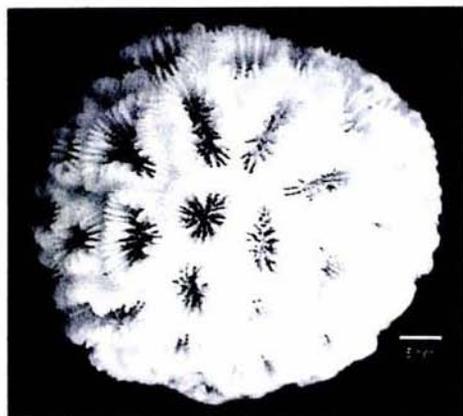


Siderastrea siderea

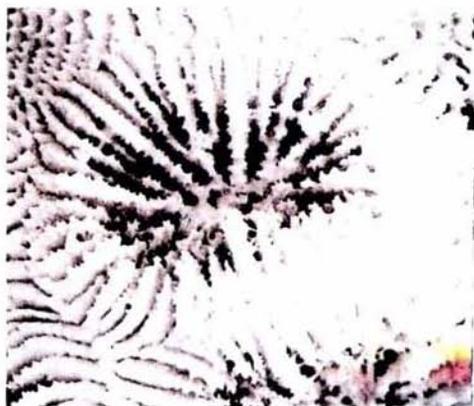


stephanochoenia intersepta

Lámina 17

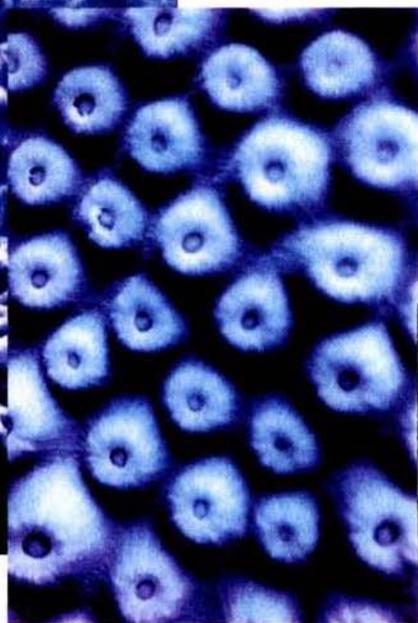
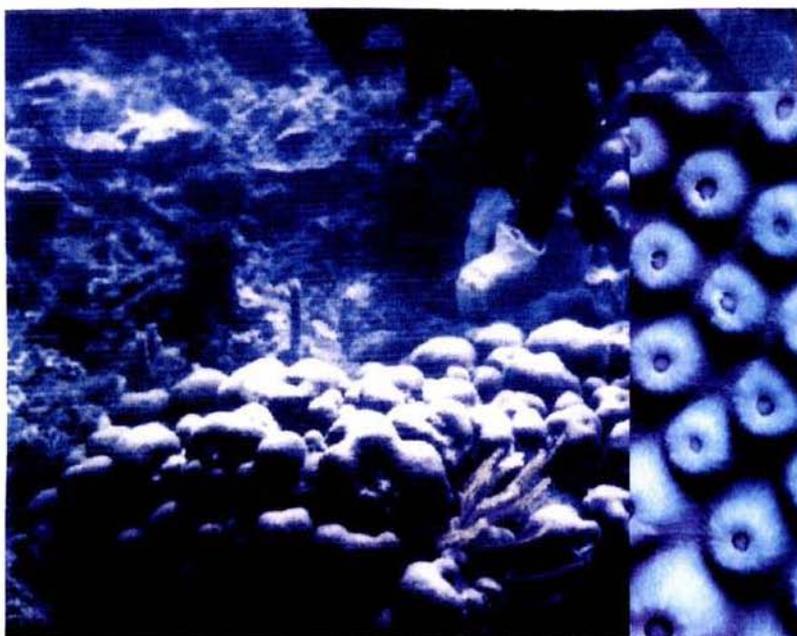


Favia fragum



Favia conferta

Lámina 18

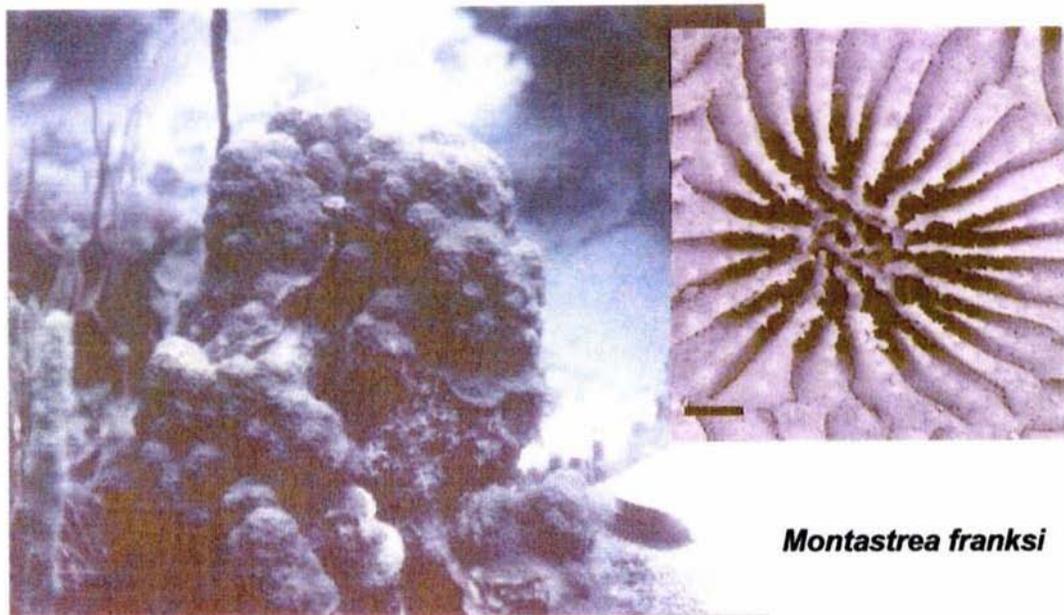


Montastrea annularis

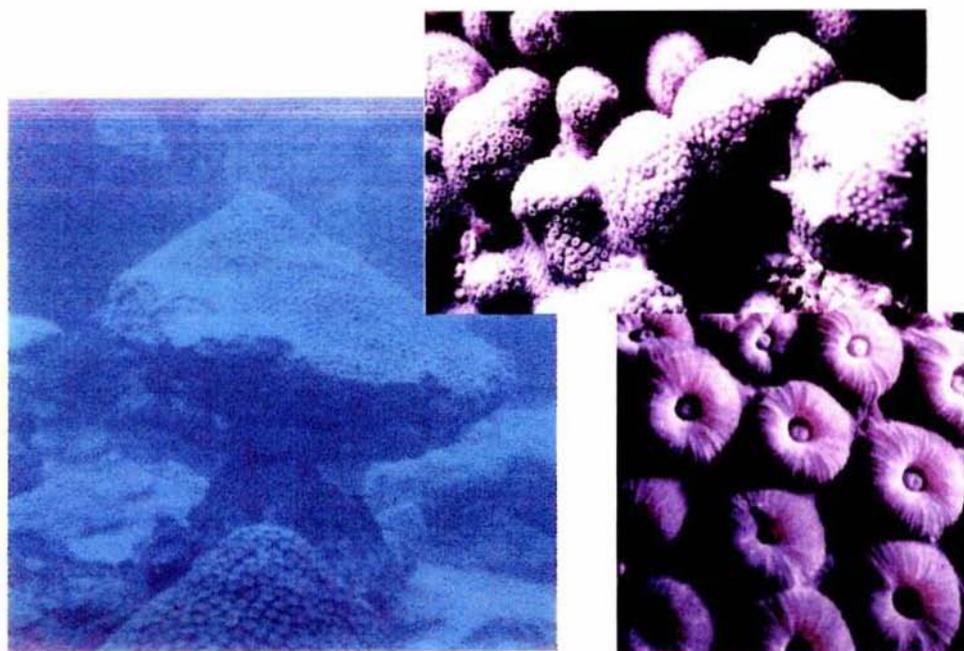


Montastrea faveolata

Lámina 19



Montastrea franksi



Montastrea cavernosa

Fé de erratas

Al editar fotografías e imágenes, involuntariamente se omitieron la autoría o el sitio de donde se obtuvieron, por lo que se añade esta nota aclaratoria.

LÁMINA 1.- *Millepora alcicornis* AUTOR Juan José Espejel M. (JJE).

Stylaster roseus sacado de in@uenos.lq y (JJE).

LÁMINA 2.- *Scolymia lacera* (JJE)

Phylangia americana tomado del [NMITA](#)

LÁMINA 3.- *Astrangia solitaria* tomado del [NOOA](#).

Eusmylia festigiata tomado del [NMITA](#).

LÁMINA 4.- *Mussismilia hartii* [NMITA](#).

Mussa angulosa (JJE).

LÁMINA 5.- *Acropora palmata*, *Acropora cervicornis* y *Acropora prolifera* (JJE).

LÁMINA 6.- *Oculina difusa* (JJE).

Oculina valenciennesi tomado del [NOOA](#).

LÁMINA 7.- *Madracis decactis* (JJE)

Porites porites tomado del [NMITA](#) macro (JJE) y [floridamerina.org](#).

LÁMINA 8.- *Undaria agaricites* [NMITA](#)

Agaricia fragilis (JJE), macro del [NMITA](#).

LÁMINA 9.- *Agaricia lamarcki* (JJE), macro tomado del [NMITA](#).

Hellioseris cuculata (JJE).

LÁMINA 10.- *Manicina areolata* [NMITA](#).

Dichocoenia stokesi [NMITA](#)

LÁMINA 11.- *Colpophyllia natans* (JJE)

Mycetophyllia danaana [floridamerina.org](#)

LÁMINA 12.- *Micetophyllia lamarckiana* (JJE)

Diploria clivosa (JJE).

LÁMINA 13.- *Diploria labyrinthiformis* (JJE)

Diploria strigosa (JJE).

LÁMINA 14.- *Isophyllia sinuosa* (JJE)

Porites branneri tomado del [NMITA](#)

LÁMINA 15.- *Porites astreoides* (JJE)

Siderastrea radians (JJE).

LÁMINA 16.- *Siderastrea siderea* (JJE)

Stephanochoenia intersepta (JJE).

LÁMINA 17.- *Favia fragum* [NMITA](#)

Favia conferta tomado del Atlantic reef Corals (Smith, W., 1971).

LÁMINA 18.- *Montastrea annularis* [NMITA](#) macro (JJE).

Montastrea faveolata (JJE), macro [NMITA](#).

LÁMINA 19.- *Montastrea franksi* [NMITA](#).

Montastrea Cavemosa (JJE)