

131
2e1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES ALGALES DEL SISTEMA ARRECIFAL DE PUERTO MORELOS.

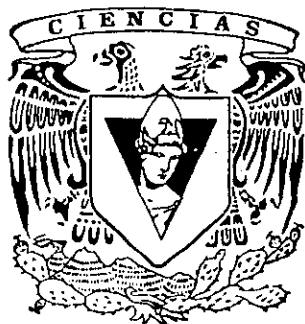
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A

ALEJANDRA PIÑON GIMATE



DIRECTOR DE TESIS: DRA. LIGIA COLLA DO VIDES

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



257316



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 está 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

Estudio de las comunidades algales del Sistema Arrecifal
de Puerto Morelos.

realizado por Alejandra Piñón Gimete

con número de cuenta 9251674-8 , pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario

Dra. Ligia Collado Vides

Ligia Collado Vides

Propietario

Dr. Jorge González González

Propietario

M. en C. Abel Sentíes Granados

Abel Sentíes Granados

Suplente

Biol. Francisco Valades Cruz

Francisco Valades Cruz

Suplente

Dr. Javier Carmona Jiménez

FACULTAD DE CIENCIAS
U.N.A.M.

Consejo Departamental de Biología

[Firma]



M. en C. Alejandro Martínez Meneses DEPARTAMENTO
DE BIOLOGIA

A mis padres por su cariño, amistad y comprensión y sobre todo por haberme apoyado en todo momento.

A mis abuelitos por su cariño y apoyo incondicional.

A mis tíos, primos, sobrinos por su cariño y amistad.

A aquellos compañeros de carrera que más que ser solo esto han sido siempre buenos amigos y confidentes en todo momento.

A todos aquellos buzos con los que he compartido viajes y experiencias que nos llevan siempre de regreso al mar.

A Jorge M. por tu amistad incondicional en las buenas y en las malas.

A Luz María por los mejores momentos que hemos pasado juntas y por los que vendrán.

A mi tío Jorge por compartir conmigo todas sus experiencias.

A Ligia por toda tu amistad, apoyo y comprensión.

A todas las demás personas que son parte importante de mi vida y que seguirán ahí.

...Porque uno será libre cuando el trabajo y la existencia no nos pesen y cuando nuestra vida cotidiana nos envuelva de libertad sin buscarla...

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco al laboratorio de Ficológia de la Facultad de Ciencias de la UNAM del cual se encuentra a cargo el Dr. Jorge González González, que además fue una de las personas que me permitió estar aquí, el apoyo brindado a la elaboración de este trabajo, en cuanto a recursos materiales se refiere y sobre todo por el recurso humano. Debo mencionar que este trabajo es parte del proyecto Flora Ficológica del Caribe Mexicano con número IN205594 a cargo del Dr. Jorge González González y la Dra. Ligia Collado Vides. Agradezco a los integrantes del laboratorio su ayuda en todo momento.

Agradezco al comité evaluador por el tiempo que dedicaron a este trabajo y por sus acertados comentarios sobre el mismo.

Agradezco al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, estación Puerto Morelos, Quintana Roo, las facilidades brindadas para poder llevar a buen término las salidas al campo, tales como son laboratorios, habitación y otros recursos no menos importantes como los recursos humanos.

Un especial agradecimiento al Acuario Xcaret, que prestó una valiosa ayuda material en la última etapa de esta investigación, sin olvidar el importantísimo recurso humano.

Agradezco a Fundación UNAM que me brindó ayuda por parte del programa tesis en proyectos de investigación.

Y particularmente a la Dra. Ligia Collado, que me permitió ingresar al Proyecto Flora Ficológica del Caribe Mexicano y me enseñó las bondades del trabajo con macroalgas bentónicas de este bellissimo lugar Puerto Morelos y que, con su ayuda, me llevó a culminar con éxito esta importantísima etapa de mi vida.

Índice

<i>Resumen</i>	2
1. Introducción	3
1.1. Antecedentes ficoflorísticos.....	3
Objetivo general.....	4
Objetivos particulares.....	5
1.2. Distribución dentro de los sistemas arrecifales.....	5
Sistemas arrecifales.....	5
Comunidades algales.....	6
Estacionalidad.....	7
Factores que determinan la distribución en las comunidades algales.....	7
1.3. Grupos funcionales.....	9
1.4. Características morfológicas	11
2. Área de estudio.....	13
3. Material y métodos	17
3.1. Trabajo de campo	17
3.2. Trabajo de laboratorio.....	18
3.3. Trabajo de gabinete.....	18
4. Resultados.....	20
4.1. Aspecto ficoflorístico.....	20
4.2. Aspecto de la distribución	20
Distribución dentro del arrecife y laguna.....	21
Distribución dentro del arrecife.....	21
Distribución dentro de la laguna.....	21
Estacionalidad.....	22
4.3. Aspecto grupos funcionales.....	22
4.4. Aspecto de características morfológicas	22
5. Discusiones y conclusiones.....	46
5.1. Aspecto ficoflorístico.....	46
5.2. Aspecto de la distribución	47
Distribución dentro del arrecife y laguna.....	47
Distribución dentro del arrecife.....	49
Distribución dentro de la laguna.....	50
Estacionalidad.....	51
5.3. Aspecto grupos funcionales.....	52
5.4. Aspecto de características morfológicas	52
6. Perspectivas.....	55
7. Referencias.....	57

RESUMEN.

Se obtuvieron los datos de una lista ficoflorística para el Sistema Arrecifal de Puerto Morelos, Quintana Roo, con un total de 161 especies, en 1995 y 1996. En 1996 se enlistaron 107 especies. Estos datos se compararon con listados anteriores para Puerto Morelos que sumaban 207 especies registradas. Se discute la diferencia entre los registros de los distintos autores que han trabajado en el Caribe Mexicano y el de este estudio.

Se llevaron a cabo análisis similitud para encontrar un patrón en la distribución de las especies algales en los dos grandes ambientes del sistema arrecifal: arrecife y laguna, a su vez se hicieron análisis de componentes principales (A. C. P.) para las muestras colectadas. Estos dos ambientes deben de considerarse como diferentes en cuanto su composición de especies, aunque no exista ningún tipo de barrera física entre ellos, dándole mayor importancia al sustrato como parte importante de los factores que marcan la distribución de las especies y por lo tanto la delimitación de cada comunidad, aunque no es el único factor físico que se encuentra.

Se siguió el mismo tipo de análisis para encontrar patrones en el arrecife, además de mostrar el índice de similitud de Jaccard para las especies encontradas en este ambiente y el A.C.P., los resultados muestran que el arrecife es un ambiente heterogéneo, susceptible de tener microambientes debidos a las irregularidades del sistema, con una riqueza de especies importante. La laguna arrecifal se muestra como un ambiente homogéneo a simple vista, no obstante los análisis demostraron heterogeneidad ambiental. Por la heterogeneidad encontrada en ambos ambientes, se consideró que existen más comunidades.

Se trató de encontrar un patrón en las comunidades de manera estacional, sin embargo no se reveló que hubiera algún patrón definido en la estacionalidad, por lo menos para las dos épocas del año trabajadas.

Se ubicaron a las algas en la clasificación de los grupos funcionales propuestos por Steneck y Dethier (1994), a esta clasificación se le agregaron los grupos de algas globulares y las algas cenocíticas, además se quitaron los grupos de algas costrosas y unicelulares. Se aplicó una prueba de χ^2 , con la cual se encontró que los grupos se distribuyen de manera diferencial en el sistema arrecifal, en el arrecife predomina el grupo funcional uno (algas filamentosas) y en la laguna el grupo funcional seis (algas cenocíticas).

En laboratorio se hicieron algunas observaciones de características morfológicas de las especies tales como la tamaño, la forma del talo, la ramificación, el gregarismo, el tipo de crecimiento, el sistema de fijación al sustrato, la anatomía y la presencia o no de carbonato de calcio. Estas características se relacionaron con el ambiente en el que se encuentran las algas y se observa que las especies son capaces de modificar algunos atributos morfológicos, como son el sistema de fijación al sustrato y el tamaño. Por otra parte algunas de las características morfológicas que se presentan en cada ambiente son particulares de éste, tal como sería el gregarismo que se presenta frecuentemente en el arrecife y que no se presenta en especies de laguna que generalmente son solitarias.

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes ficoflorísticos.

Los estudios ficológicos en la región del Caribe son en su mayoría listas florísticas donde se mencionan especies presentes así como nuevas para la región. Destacan entre estos el trabajo de Díaz-Pfierrer (1969) quien resume los antecedentes y la flora descrita desde los primeros estudios ficológicos del área, los que se remontan a 1707.

Taylor viaja en 1942 y 1960 a la zona del Caribe y describe el material colectado en la expedición de Allan Hancock (Taylor, 1960). Trabajos posteriores a Taylor en la zona son los realizados por Humm (1964) sobre algas epífitas de pastos en la región de Florida.

En la actualidad existe un marcado interés en la región del Caribe tanto en aspectos ecológicos como taxonómicos de algas, autores como Littler & Littler (1990), Littler et al. (1990), Hay (1986), Taylor & Hay (1984), Hanisak et al. (1988), Norris & Bucher (1989), Bula-Meyer (1980, 1982), Kapraun et al. (1983) y Wynne (1986) entre otros se han dedicado a estos estudios.

En cuanto al Caribe Mexicano, este también ha sido estudiado por ficólogos, en particular sobre la flora del litoral y arrecifal tanto de Puerto Morelos como de zonas aledañas, por ejemplo: Garza Barrientos (1976), Jordán et al. (1978), Mateo-Cid y Mendoza-González (1986, 1987a, b, c, 1991), Huerta et al. (1987), Mendoza-González y Mateo-Cid (1987), Collado-Vides (1992), Collado-Vides y González-González (1993), Suárez et al. (1996), Comba (1996), Dreckman et al. (1996) y Rodríguez (1997).

A pesar de existir una extensa lista ficoflorística, son pocos los trabajos que hablan sobre la distribución de las especies en las diferencias ambientales del sistema y de la relación de las especies con cualquier parámetro ambiental.

Las investigaciones que se han llevado a cabo que se enfocan a la distribución para el Sistema Arrecifal de Puerto Morelos específicamente son:

El primero realizado por León en 1980 que analiza la abundancia, distribución y riqueza específica para la comunidad de macroalgas en la zona posterior y de rompiente del arrecife, en donde encontraron que el número de especies y su importancia relativa tienden a disminuir de la rompiente hacia la laguna arrecifal, presentándose los mayores valores de ambos parámetros en el área de transición entre las zonas de rompiente y posterior y los menores en la laguna.

El segundo el de Torres (1991) que analiza la composición y la distribución específica, así como la diversidad en base a la cobertura relativa de las macroalgas bentónicas en el arrecife de Puerto Morelos. En este trabajo se encontró que la división Chlorophyta tiene una mayor cobertura en las zonas someras y en las zonas profundas la cobertura algal está representada relativamente de igual forma por los grupos de la división Chlorophyta y Phaeophyta. Aquí se sugiere que es posible distinguir un patrón en la distribución, del tipo zonación, de la comunidad algal y este se hace en base a los cambios de profundidad.

Recientemente Collado- Vides et al., (1997), llevaron a cabo un trabajo que analiza por una parte las diferencias en los listados florísticos para esta región del Caribe y por otra parte las diferencias en la composición algal incluyendo a la laguna y el arrecife. Encontraron que ambos tenían un índice de similitud muy bajo (28 %) por lo que estos datos sugieren que deben ser tratados como dos ambientes diferentes.

Fue la intención del presente estudio la de retomar este trabajo y hacer un estudio intensivo, a todo lo largo del sistema arrecifal de Puerto Morelos. Para facilitar la integración de los datos ficológicos es necesario saber que el ambiente posee una fisiografía más o menos definida y delimitable que se puede sectorizar con cierta facilidad utilizando uno o pocos criterios, estos ambientes pueden ser complejos o generales y a su vez estar formados por una serie de ambientes más simples que se pueden presentar por la combinación de gradientes que pueden caracterizar microambientes o pequeñas estaciones. Cada uno de estos puede presentar una comunidad algal diferente que expresa una coincidencia de factores (González-González, 1992).

Debido a las diferencias observadas entre el arrecife y la laguna, se consideraron a estos como dos ambientes distintos, con características físicas y biológicas diferentes aún cuando no se encuentre barrera física que los separe. Basándonos en lo anterior se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general.

Encontrar patrones en la distribución espacial y temporal de las especies, como parte de diferentes comunidades algales a lo largo del Sistema Arrecifal de Puerto Morelos, que permita ubicar a las especies dentro de un grupo funcional y así mismo relacionar las formas de las especies con algunos factores ambientales.

Objetivos particulares.

- Enlistar la ficoflora del sistema arrecifal de Puerto Morelos, Quintana Roo.
- Reconocer el patrón de la distribución de las especies en el sistema arrecifal, dependiendo de los distintos ambientes que se presentan.
- Detectar cambios temporales.
- Analizar el patrón de distribución de las especies utilizando la clasificación de grupos funcionales *sensu* Steneck y Dethier (1994).
- Encontrar las características morfológicas de las especies que se relacionen a los ambientes encontrados.

1.2. Distribución dentro de los sistemas arrecifales.

- *Sistemas arrecifales.*

Dado el papel que desempeñan las algas en los sistemas arrecifales a continuación se describen a éstos y algunas de sus características consideradas como las más importantes para el presente estudio.

Los arrecifes coralinos se encuentran entre los 30° de latitud norte y 30° de latitud sur, en aguas someras que son suficientemente templadas para soportar el crecimiento de los corales, la temperatura del agua en estas zonas rara vez desciende de los 18°C con una variación de entre 20° y 28° C, y suficientemente claras para permitir la fotosíntesis a profundidades moderadas (usualmente menos de 50 m de profundidad), por lo que la visibilidad debajo del agua es de 10 a 20 m (Moyle, 1988), aunque se han encontrado macroalgas a profundidades de hasta 268 m (Kain, 1990).

Los arrecifes están limitados a los mares tropicales y subtropicales que bañan a las costas orientales de los continentes como son el Indo - Pacífico Oeste y Atlántico Occidental (Jordan, 1979). El sistema arrecifal de Puerto Morelos, es parte de los arrecifes del Mar Caribe Mexicano, que se ubican en la costa del Estado de Quintana Roo, al norte de la barrera coralina del Mar Caribe y se localizan en la Región Zoogeográfica del Caribe (Milliman, 1973).

Todos los grupos de corales, algas y otros compiten por espacio, nutrientes y luz (e.g Littler and Doty, 1975); cualquiera de ellos puede predominar bajo condiciones ambientales específicas. Por esta razón, el término que siempre se ha usado "arrecifes coralinos" puede dejarse de lado y utilizarse el término **arrecife biótico** o simplemente **sistema arrecifal**.

Dependiendo del autor se dividen a los arrecifes basados en su localización: los costeros, que se encuentran a partir del litoral proyectándose de la plataforma hacia el mar formando una meseta rocosa de origen calcáreo, con gran variación en su pendiente; los de barrera, que se desarrollan paralelos a la costa y separados de ésta por su laguna arrecifal y los atolones, que se forman alrededor de conos de volcanes sumergidos, por lo general con forma circular u ovalada con una laguna arrecifal en su interior (Milliman, 1973).

Todos los arrecifes tienen básicamente las mismas partes. La porción más externa de un arrecife típico es el declive del arrecife frontal, que tiene un gradiente ascendente desde la plataforma continental hasta la cresta arrecifal y el arrecife frontal somero. La cresta arrecifal puede desarrollarse en una cordillera algal intermareal generalmente dominada por especies de algas coralinas. También las algas no coralinas pueden formar una barrera externa al oleaje que protege al arrecife de la erosión y la destrucción de organismos más delicados. Detrás de la cordillera algal está el arrecife posterior somero, producto de organismos horadores de piedra caliza que causan la desintegración del material calcáreo. En este hábitat se encuentran corales de crecimiento lento y varias algas coralinas y frondosas. El arrecife posterior somero usualmente tiene un gradiente que desciende y luego se eleva hacia la línea de playa para formar una plataforma que se conoce como laguna arrecifal (Littler y Littler, 1988). Cada parte del arrecife antes mencionada se encuentra bajo condiciones físicas particulares, por lo que conforman ambientes distintos dentro del sistema arrecifal. Cada conjunto de condiciones o factores como por ejemplo luz, tipo de sustrato, oleaje, etc. dan como resultado un ambiente (González-González, 1992), cada uno de estos factores puede variar por lo que se formarán distintos ambientes dependiendo de las variaciones que se presenten.

- *Comunidades algales.*

Al ser los arrecifes uno de los sistemas más complejos del ambiente marino (Hutson, 1979, 1985; Jackson y Hughes, 1985), pueden albergar a diferentes comunidades algales dependiendo de las características que se presenten. Los sistemas arrecifales están formados por un conjunto de especies de algas que coexisten en espacio y tiempo (Begon et al., 1986) y por lo tanto conforman una comunidad. La comunidad es una conjunción de individuos y/o poblaciones de varias especies que coexisten e interaccionan bajo ciertas condiciones y circunstancias en una dimensión espacio-tiempo determinada y

delimitada arbitrariamente (Underwood, 1986). La estructura de la comunidad abarca la composición, diversidad, abundancia y distribución espacial de las especies, los cambios temporales y las relaciones de las especies de la misma, que son marcados por la estructura física. Las comunidades expresan una coincidencia de factores que actúan eventualmente (durante cierto tiempo) (González-González, 1992), por lo tanto son los factores abióticos y bióticos los que determinan la distribución de las especies y la morfología, no solo espacialmente, sino también temporalmente (Krebs, 1985).

Hutson (1985) indica que el sistema arrecifal es un medio muy heterogéneo, en donde la riqueza específica y la diversidad se determinan tanto por gradientes físicos y condiciones de microhábitat, como por las complejas interacciones bióticas que tienen lugar en estos sistemas del tipo de la competencia y la depredación. Al respecto Connell (1978) describe a los arrecifes como sistemas en no equilibrio en donde la exclusión competitiva es prevenida por perturbaciones frecuentes.

- *Estacionalidad*

Uno de los principales cambios que sufre la estructura física es la estacionalidad, que se da por los cambios en los factores ambientales a lo largo de los ciclos anuales, las comunidades cambian temporalmente y por lo tanto se pueden modificar notablemente con cada época del año, de modo que su estructura no es constante, por lo que se presentan conjunciones de individuos, poblaciones o asociaciones con interacción biológica (González-González, 1992).

- *Factores que determinan la distribución en las comunidades algales.*

Aunque es difícil de generalizar, hay una tendencia para los grupos de algas calcáreas y no calcáreas de predominar dentro de los diferentes ambientes del arrecife. La distribución de las algas frondosas y calcáreas está relacionado directamente a los factores físicos ambientales, lo que incluye niveles de nutrientes, irradiación, temperatura y acción de las olas, y a factores biológicos tales como competencia y depredación (Littler y Littler, 1988).

La luz es un factor importante ya que proporciona la energía requerida para la fotosíntesis. La habilidad de la luz para penetrar las aguas marinas define la zona fótica, los cambios en su intensidad y calidad con la profundidad determinan el sitio en donde crecen las algas (Dawes, 1986; Round, 1984).

Por otra parte encontramos influencia del oleaje, las olas en sí mismas están determinadas por la extensión de agua sobre la cual son generadas y por la acción del viento y es uno de los tantos factores que determinan el tipo de población local, sobre todo por la intensidad y la dinámica que representa en términos de la resistencia que representa para las algas.

Los factores bióticos que influyen en la distribución y abundancia de las comunidades son la competencia y la depredación, aunque no son tema de estudio del presente trabajo, se considera importante hacer mención a los mismos, ya que su influencia es de igual importancia en la distribución de las especies.

La competencia se define como la capacidad de una especie para usar un recurso que otras especies necesitan también. Por definición, la competencia se da en base a diferentes recursos limitantes, tales como sustrato, luz, nutrientes y, como resultado de las interacciones, también se da la competencia interespecífica (entre individuos de diferentes especies) e intraespecífica (entre individuos de la misma especie) (Begon et al., 1986).

Se observa que la competencia por la luz esta relacionada con diferentes morfologías. Se ha visto que las especies tienden a adoptar formas de crecimiento en donde se aumenta la superficie de captación de luz para optimizar el proceso de fotosíntesis (Connell, 1978; Menge, 1976; Van den Hoek et al., 1977). También se da la competencia por sustrato entre las algas lo cual afecta las tasas de reclutamiento de estos organismos bentónicos (Jackson, 1977), íntimamente relacionadas con la capacidad de los organismos para ganar el sustrato, además de afectar la cantidad de individuos en un área y el tipo de población dominante (Hutson, 1985; Hughes, 1986).

La depredación (también llamada herbivoría) es el otro factor biótico que determina en gran parte la distribución de las especies según los rangos en los que se presente. Esto en gran medida ayuda a que no se tenga gran cantidad de cobertura algal o una sobrepoblación por reclutamiento de esporas, ya el forrajeo evita que las algas crezcan sobre el coral o se de una sobrepoblación sobre cualquier otro tipo de sustrato (Menge, 1976; Van den Hoek et al., 1977).

Específicamente en las zonas tropicales se tiende a una alta herbivoría por la abundancia de peces (Littler et al., 1983), también la depredación por erizos tiene un impacto significativo en la distribución localizada y la abundancia de algas a través de los océanos tropicales del mundo.

Se conocen varias estrategias que utilizan las algas para reducir pérdidas por las presiones de forrajeo, como ejemplo tenemos la agrupación de éstas en "unidades funcionales" que resisten a la herbivoría de peces y erizos de mar (Littler et al., 1983).

1.3. Grupos funcionales.

A partir del estudio de los factores que afectan a la distribución de las macroalgas, así como de las respuestas morfológicas de las mismas a distintas presiones del ambiente, recientemente se ha elaborado una propuesta de clasificación ecológica con la finalidad de estudiar la estructura comunitaria de las algas. Dados los objetivos de este trabajo se considera que los grupos funcionales deben ser considerados como parte descriptiva de la distribución que presenten las algas en el sistema arrecifal.

En este sentido Littler et al (1989) justifican la elaboración de un sistema de clasificación con criterios ecológicos en el hecho de que las formas de las algas son altamente diversas, pero algunas de estas características son comunes a muchos grupos. Por lo tanto, aunque algunos organismos aparenten ser extremadamente similares, pueden pertenecer a diferentes grupos taxonómicos que no están cercanamente relacionados en su clasificación taxonómica. Contrariamente, miembros muy cercanos del mismo taxa (que a menudo se describen en base a caracteres microscópicos reproductivos) pueden tener poca semejanza entre ellos en su forma exterior.

El sistema de clasificación nomenclatural es útil si se quieren conocer las relaciones filogenéticas de las algas de las que se está hablando. No obstante una forma más práctica y visual de comparar a las algas es aquella de los grupos funcionales, que ha probado estar cercanamente relacionado con características fisiológicas y ecológicas que a menudo indican mucho acerca de de la distribución de las algas (Littler et al., 1989).

Los grupos funcionales son divisiones arbitrarias en un continuo, que sirven como sistema de clasificación basado en características anatómicas y morfológicas que a menudo corresponden a características ecológicas (Steneck y Dethier, 1994), con un grupo sobrelapándose con el siguiente aunque los extremos sean inconfundiblemente diferentes uno de otro.




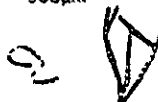




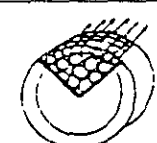

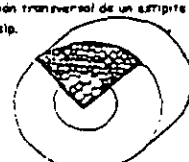



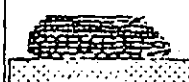
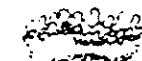
Para facilitar el análisis de los grupos funcionales Steneck y Dethier (1994) propusieron un cuadro que obtuvieron a partir de estudios de productividad primaria y potencial de disturbio. Ellos proponen finalmente 7 grupos funcionales que se describen a partir de características morfológicas para su fácil identificación, éste se muestra en la Tabla 1.

Las formas básicas de los grupos que hacen a su vez más sencilla la clasificación dentro de los grupos funcionales se describen desde formas delicadas a duras, tales como las algas que presentan formas laminares o formas tubulares, las que están finamente ramificadas o son esféricas, las que son gruesas y

esponjadas, las que se encuentran articuladas o unidas (duras pero con uniones flexibles) y formas costrosas (Littler *et al.*, 1989).

La distribución y la abundancia de grupos funcionales se ha asociado a dos parámetros ambientales: 1) potencial en la productividad (factores que contribuyen al rango máximo posible de producción de la biomasa) y 2) al potencial de disturbio (factores responsables para el rango máximo posible de la pérdida de biomasa) (Steneck y Dethier, 1994).

Tabla 1. Cuadro de grupos funcionales, tomado de Steneck y Dethier (1994).

Grupos funcionales	Anatomía comparativa	Tamaño del talo (m)	Morfología
1 Microalgas (células sencillas) <i>Cyanobacterias</i> y <i>diatomeas</i> .	célula sencilla 	$10^{-6} - 10^{-5}$	50 μ m 
2 Algas filamentosas (uniseriadas) <i>Cladophora</i> y <i>Bangia</i> .		$10^{-3} - 10^{-2}$	300 μ m 
3 Algas foliosas (una sola capa) <i>Monostroma</i> , o <i>Porphyra</i> , <i>Ulva</i> con capas múltiples		10^{-1}	3cm 
3.5 Algas foliosas corticadas. <i>Dictyota</i> y <i>Padina</i> .		10^{-1}	5 cm 
4 Macrofitas corticadas (cilíndricas) <i>Chondrus</i> y <i>Gigartina</i> .		10^{-1}	5 cm 
5 Macrofitas "correosas" Kelp y <i>Fucus</i>	Sección transversal de un stripite de Kelp. 	$10^0 - 10^1$	10 cm 50 cm 
6 Algas articuladas calcáreas. <i>Corallina</i> y <i>Halimeda</i> .	Sección transversal de dos segmentos de <i>Corallina</i> 	10^{-1}	1 cm 
7 Algas costrosas <i>Lithothamnion</i> , <i>Peyssonnelia</i> y "Ralfsia".	Sección transversal de un alga costrosa calcárea. 	10^{-1}	3 cm 

Continúa Anatómico Morfológico, creciendo así como tamaño del talo

Crecimiento creciente así como tamaño del talo.

1.4. Características morfológicas.

Otro nivel en el que la morfología ha sido estudiada se refiere a la variación intraespecífica que se empezó a estudiar en las plantas terrestres, pero que es de utilidad al estudio de las macroalgas.

Muchas plantas vasculares son capaces de cambios dramáticos en la morfología en respuesta a la variación en los factores del hábitat tales como temperatura, irradiación, suplemento de agua y la frecuencia de la defoliación. Generalmente se asume que esta plasticidad morfológica hace una importante contribución a la habilidad de ciertas plantas comunes para explotar las condiciones de hábitat contrastantes o persistir cuando la vegetación experimenta fluctuaciones en las condiciones físicas o manejo de la vegetación (Bradshaw 1965, McNauhton et al., 1974).

Crikk (1985) propuso una teoría que explica que la plasticidad morfológica inducida por los cambios en el ambiente es una parte integral de los mecanismos para adquisición de recursos en algunas plantas. Propone que muchas plantas vasculares aún siendo sésiles "tienen la capacidad de producir meristemas nuevos a través de su vida y exhibir una capacidad para la variación estructural inigualada por la mayoría de los animales sésiles".

De acuerdo a la hipótesis de Grime (1979), las respuestas morfológicas rápidas en el desarrollo de las hojas y raíces pueden ser una ventaja selectiva solo para plantas que presentan crecimiento extensivo y su tiempo de vida es largo, en donde el cambio morfológico es el que les va a permitir forrajear los recursos y por lo tanto amplificar su distribución.

Por lo tanto es de esperarse que exista una correlación entre ciertos caracteres morfológicos de las especies si éstas están en ambientes contrastados, y aunque las hipótesis y teorías anteriores sean para plantas terrestres, se asume que la plasticidad también se presenta en las algas, por lo tanto se espera que algunas especies de algas modifiquen su morfología de acuerdo a las condiciones en las que se encuentren.

Dado que el presente estudio se desarrolla en un sistema arrecifal constituido por arrecife y laguna, se seleccionaron una serie de atributos que permitan detectar tanto características asociadas a cada ambiente así como modificaciones intraespecíficas relacionadas a determinadas condiciones.

Los caracteres morfológicos que se tomaron en cuenta para éste estudio fueron: la tamaño, el hábito, la ramificación, el gregarismo, el tipo de crecimiento, la forma de sujeción al sustrato, la anatomía y la presencia o no de carbonato de calcio.

Carrington (1990) menciona que existe una relación biomecánica entre el tamaño y ramificación de las algas y su resistencia a diferentes intensidades de oleaje. El sistema arrecifal tiene ambientes que son significativamente diferentes en cuanto a la intensidad del oleaje, es de esperarse que las especies sujetas a una mayor intensidad en el oleaje presenten tamaños menores y más ramificadas, de la misma manera se espera que algas con hábito postrado sean más frecuentes donde el oleaje es menor.

La calcificación en las macroalgas marinas han sido sugeridas para actuar como defensas estructurales en contra de los herbívoros. No obstante, las observaciones hechas al respecto han sido indirectas, por lo que es punto de debate entre los autores tales como Littler y Littler (1980) y Steneck y Watling (1982) los cuales afirman que la resistencia a la herbivoría esta ligada a los grupos forma-función y autores como Padilla (1989) que han hecho experimentos que demuestran que la calcificación así como la forma no son los únicos factores que influyen la forma de alimentación de los herbívoros. No obstante, y dado que el debate no ha sido resuelto, se sigue considerando este carácter morfológico como atributo importante en este estudio.

La forma de fijación al sustrato no ha sido estudiada anteriormente como una respuesta al tipo de sustrato en el que se encuentran las algas, no obstante si es considerada en este estudio, ya que se sabe que el sustrato en el sistema arrecifal es heterogéneo, y las formas de fijación al sustrato pueden presentar cambio. Por ejemplo en el trabajo de Collado-Vides (1992) en donde se encuentra una distribución de especies en un sistema lagunar relacionada con las diferencias de sustrato, así como con las diferencias en las estructuras de fijación.

Muchas algas que se encuentran en hábitats físicamente estresantes o sujetos a herbivoría moderada tienden a crecer gregariamente, en lugar de preferir espacio, no obstante el gregarismo tiene un costo energético muy alto, previene a las algas de la desecación y de la pérdida de biomasa por herbivoría. Según Hay (1980) las especies de algas que son gregarias están especializadas para ambientes estresantes y con alta presión de herbivoría, además de que responden al daño apical ramificándose todavía mas y compactándose para protegerse mejor, lo cual significa un mejor ajuste en la forma de crecimiento de acuerdo a los diferentes niveles de disturbio que se encuentran en los diferentes hábitats. En este estudio se considera importante el gregarismo como un carácter que puede indicar diferencias del sistema arrecifal.

2. ÁREA DE ESTUDIO.

Puerto Morelos es parte de un sistema arrecifal que se presenta a lo largo de la costa del Caribe, desde Punta Nizuc hasta Punta Maroma al sur en la península de Yucatán. Esta localizado a 20° 48' latitud norte y 86° 52' longitud oeste en el nordeste de la península de Yucatán (Figura 1).

Esta región se encuentra bajo la influencia de los vientos alisios dominantes de dirección E-W desviados ocasionalmente al SE-NW por la presencia del continente (Secretaría de Marina, 1979). Se encuentra en la ruta de paso de numerosos ciclones y tormentas tropicales.

El clima es de tipo Awi(X1)(i1)g, cálido húmedo con lluvias en verano (Köeppen, modificado por García, 1964); un cociente de precipitación-temperatura con una media anual mayor de 22°C y una temperatura media del mes más frío, mayor a 18° C (Jordan, 1979; León, 1980).

La precipitación anual es de 1100-1300 mm, con lluvias distribuidas irregularmente durante el año, presentandose la mayor parte en forma de chaparrones violentos y breves, con 4 ó 5 meses de secas (Dachary y Burne, 1984).

En la zona es posible observar tres estaciones dominantes a lo largo del año denominadas de secas, de lluvias y de nortes. La primera considerada entre los meses de noviembre a marzo, la segunda de abril a julio y la última de agosto a octubre (González, 1982; Jordan, 1979).

El arrecife de Puerto Morelos se considera como un sistema arrecifal de barrera, ya que se desarrolla paralelamente a la costa y se encuentra separado de esta por una laguna (León, 1980). El arrecife ha sido dividido en cuatro zonas principales: laguna, arrecife posterior, cresta y arrecife frontal (Figura 2), basado en las características topográficas, composición específica de hexacorales y octocorales y acción de las olas (Jordan et al., 1981).

Estas zonas tienen características físicas y biológicas diferentes, siendo el arrecife, (frontal, cresta y posterior) el más diferente entre sí comparado con la laguna. La rompiente arrecifal se caracteriza por una gran energía del oleaje, por crecimientos abundantes de corales duros *Millepora complanata* (Lamarck) y *M. alcicornis* (Linnaeus). Forma una franja continua de crecimiento coralino que sobresale con la marea baja, atributo importante en Puerto Morelos, con excepción de la "bocana" casi al frente de astilleros "Rodman" (Gutiérrez et al., 1995).

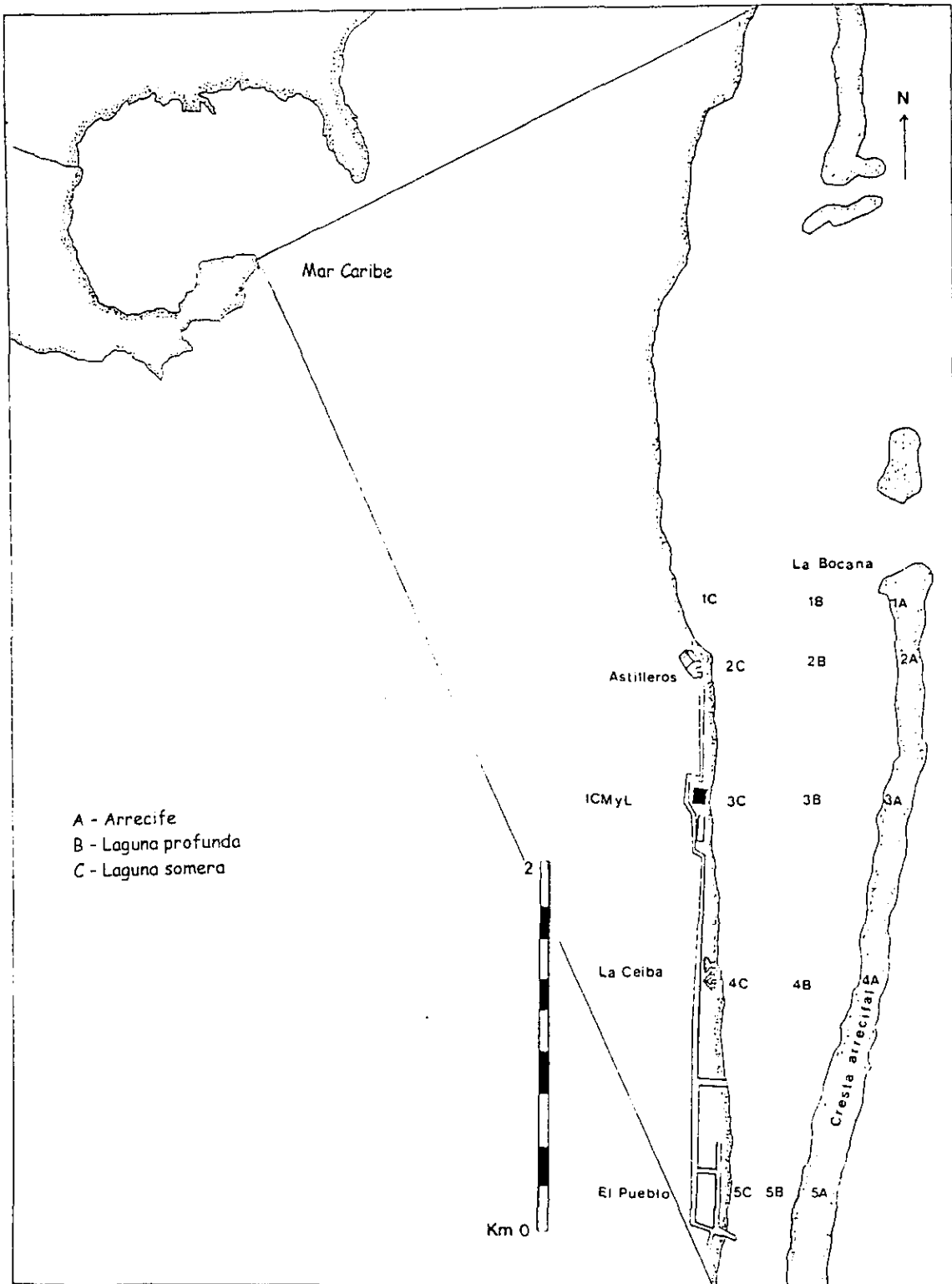


Figura 1. Área de estudio, Sistema Arrecifal de Puerto Morelos, Quintana Roo.

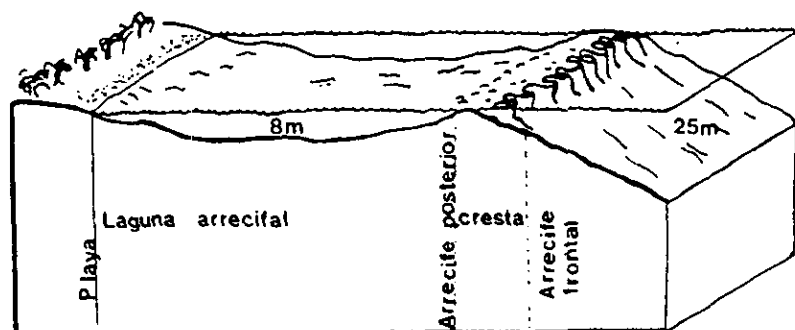


Figura 2. Zonas principales del área de estudio, Sistema Arrecifal de Puerto Morelos.

La zona del arrecife posterior es la que presenta menor energía del oleaje, la variación en la profundidad es desde unos cuantos centímetros en la cresta hasta unos cuantos metros en donde comienza la laguna, se encuentra una alta intensidad lumínica ($2000 \mu\text{m}$) y espacio limitado (Suárez et al., 1996). El sustrato está formado por pedacería de coral y colonias ramificadas de corales escleractinios de las especies *Acropora palmata* (Lamarck), *A. cervicornis* (Lamarck) y *Porites porites* (Pallas), o bien por láminas de *Agaricia tenuifolia* (Dana) y *A. agaricites* (Linnaeus), o colonias masivas de *Montastrea annularis* (Ellis and Solander) y *Diploria clivosa* (Ellis and Solander) y en algunas zonas se encuentra arena (Gutiérrez et al., 1995). Estos crecimientos pueden presentar tejido vivo o simplemente ser exoesqueletos en pie, algunas veces cubiertos por esponjas costrosas o por una gran abundancia de géneros de algas. El tamaño de las algas en el arrecife es pequeño (debajo de 10 cm aproximadamente) con fuertes estructuras de fijación y una elevada diversidad (Suárez et al., 1996).

La laguna arrecifal es el área que se encuentra entre la playa y la formación del arrecife. La amplitud de ésta varía alcanzando una distancia de 1.5 km a la altura de la estación del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL) y de unas centenas de metros a la altura del pueblo de Puerto Morelos. La laguna tiene poco movimiento de agua, fondos arenosos, baja intensidad lumínica ($600 \mu\text{m}$ en promedio) y un rango de uno a ocho metros de profundidad hacia la playa (Suárez et al., 1996). Siguiendo el perfil hacia la playa, los pastos marinos constituyen la comunidad bentónica dominante, *Thalassia testudinum* (Koenig) es la especie más notable, aunque cerca de las playas *Syringodium filiforme* (Kuetzing) es muy abundante. Es común encontrar áreas cubiertas de pastos marinos, alternadas con otras de arena fina y media llamadas "blanquiales" o con "cabezos" de corales escleractinios y/o crecimientos aislados de corales gorgonáceos, esta área se nombra de "parches" y es característica de Puerto Morelos (Gutiérrez et al., 1995). También encontramos algas bentónicas en esta zona, el tamaño que presentan es grande, miden generalmente de 20 a 30 cm con estructuras de fijación rizoidales y una baja

diversidad (Suárez *et al.*, 1996).

Las características antes mencionadas se ubican en general para todo el sistema arrecifal, sin embargo y dados los objetivos del presente estudio se elaboró una tabla resumen con las características específicas de cada estación de colecta, en cuanto a la irradiación (unidades μm), profundidad, sustrato y crecimientos de coral (Tabla 2).

Tabla 2. Datos del ambiente por estación de colecta (profunda se refiere a Laguna profunda y somera a Laguna somera).

	Ambiente	Biota característica	Profundidad	irradiación 1996	irradiación 1997	Sustrato
1 La Bocana	Arrecife	<i>Porites</i>	50 cm	1173	1558	Roca
		<i>Acropora</i>		311 (pared)	68.47	Roca
		<i>Agaricia</i>		172 (cueva)	74.21	Roca
	Profunda	<i>Thalassia</i>	6 m	532	357.4	Arena
	Somera	<i>Syringodium</i>	50 cm	327	1084	Arena
2 Astilleros	Arrecife	<i>Acropora</i>	50 cm a 1m	1022	1065	Roca
	Profunda	Blanquiazal	6 m	572	1382	Arena
	Somera	<i>Thalassia</i>	50 cm	167	730	Arena
3 Estación	Arrecife	<i>Agaricia</i>	1m - 1.50 m	913	491	Roca
		Gorgonáceos		179 (cueva)		Roca
	Profunda	Blanquiazal	6 m	725	637	Arena
	Somera	Pastos	1.5 m	2800	870	Arena
4 La Ceiba	Arrecife	Cementerio de <i>Acropora</i>	1.20 m	1146	2355	Roca
		Algas costrosas		855 (pared)	543	Roca
		<i>Halimeda opuntia</i>		124 (cueva)	135	Roca
	Profunda	Pastos	8 m	230	620.6	Arena
	Somera	Pastos	50 cm	1100	1426	Arena
5 El Pueblo	Arrecife	Cementerio de <i>Acropora</i>	1 m	3470	1943	Roca
		Cabezos y gorgonáceos		133	30.26	Roca
	Profunda	<i>Syringodium</i>	10 m	500	1042	Arena
	Somera	Pastos	1.20 m	2350	1075	Arena

3. MATERIAL Y MÉTODOS.

Se analizaron las muestras colectadas durante 1995 existentes en la colección del herbario de la Facultad de Ciencias. Estas muestras fueron tomadas basándose en la complejidad del sistema arrecifal y las prospecciones realizadas en la zona anteriormente, por lo que se seleccionaron cuatro estaciones de colecta que contemplaban extremos ambientales del sistema: arrecife profundo, arrecife somero y dos estaciones de laguna arrecifal.

Sin embargo en el año de 1996 se agregaron y cambiaron las estaciones de colecta, ya que se propuso un estudio más intensivo, en esta ocasión se usaron cinco puntos de referencia: La Bocana, Astilleros Rodman, ICMYL, La Ceiba, El Pueblo (Figura 1).

Cabe mencionar que las escalas de trabajo utilizadas en el presente estudio, basándose en lo descrito por González- González (1992), fueron los eventos locales, regionales y estacionales.

3.1. Trabajo de campo.

Se trazaron tres transectos imaginarios paralelos a la playa, que se encuentran en laguna somera, laguna profunda y arrecife, y se colectó en los cinco puntos mencionados anteriormente (Figura 1), por lo que se obtuvieron en total 15 estaciones de colecta. Se mantuvo el muestreo en cuanto a dos épocas del año: mayo (secas) y noviembre (nortes). En cada uno de estos puntos se colectaron cuatro cuadrantes, cada uno de los cuales se tiró al azar, para la laguna los cuadrantes fueron de 25 * 25 cm (en este ambiente, según lo citado anteriormente, las algas son de tamaño más grande), para el arrecife se utilizaron cuadrantes de 15 * 15 cm debido a que las algas son más pequeñas. Se tomaron datos ambientales como tipo de sustrato, profundidad, irradiación y temperatura.

Para llegar a las áreas de colecta se dispuso de una lancha con motor fuera de borda. Las colectas se hicieron con ayuda de equipo SCUBA o buceo autónomo, guantes, cuchillo y bolsas previamente marcadas. Se tomaron diapositivas de los lugares de colecta con la ayuda de una cámara Nikkonos. Los datos de luz fueron tomados con un irradiómetro *Licor 1000*.

Una vez realizada la colecta las muestras se llevaron al laboratorio de la estación del ICMYL de Puerto Morelos, en donde fueron fijadas para su conservación en formaldehído al 4% y agua de mar para evitar su distorsión morfológica en frascos etiquetados adecuadamente para su posterior traslado al Laboratorio de Ficología, las muestras obtenidas tienen número de CAR (número de referencia para el Caribe en el herbario) del 727 al 919.

3.2. Trabajo de laboratorio.

En el Laboratorio de Ficología cada muestra fue revisada en el microscopio estereoscópico y en el microscopio óptico para determinar las especies de los ejemplares colectados, con la ayuda de las siguientes claves: Joly, (1953); Abbot, (1978); Taylor (1976); Littler, *et al.* (1989); Woelkerling, (1976).

Cada especie revisada se ubicó en la fecha de muestreo para poder tomar los datos de estacionalidad.

Para poder ubicar a las especies dentro de grupos funcionales se utilizó la tabla 1 *sensu* Steneck y Dethier (1994).

Los datos fueron vaciados en hojas de laboratorio para después procesar la información en las hojas de cálculo adecuadas. A su vez de cada muestra se tomaron datos para análisis morfológico, tales como: tamaño, forma del talo, ramificación, gregarismo, tipo de crecimiento, sistema de fijación al sustrato, anatomía y presencia de carbonato de calcio (Apéndice 1).

3.3. Trabajo de gabinete.

Se trabajaron los datos de 1995 y 1996 para los listados florísticos, sin embargo solo se utilizaron las especies encontradas en 1996 en el resto de los análisis.

Los datos obtenidos en el laboratorio se vaciaron en una matriz de datos de presencia-ausencia, para el total de las especies obtenidas en el arrecife, en la laguna y en ambos. A ésta matriz se le aplicó un análisis de componentes principales (A.C.P.), se usó la técnica de doble centrado de Gower (1966) sobre datos no estandarizados, para observar agrupaciones. En base a las evaluaciones hechas por Ezcurra (1984) Ezcurra *et al.*, (1988), se descartó la utilización de otras técnicas de análisis, así mismo el trabajo de Collado (1992) da la pauta para utilizar este tipo de análisis en cuanto a distribución algal se refiere. Con los resultados se elaboró una gráfica para las muestras utilizando los ejes que reunieron mayor variación, y se describieron las tendencias de los datos. La muestra fue la unidad de trabajo para comparación.

Se utilizó el programa **ANACOM** (Análisis de Comunidades) de donde se obtuvieron dendrogramas que muestran el índice de Jaccard para las especies, una vez obtenidos los gráficos, se importaron al procesador de imágenes Corel Photopaint. Cada lista de especies y muestras se trabajo por separado, para el arrecife, la laguna y para todo el sistema arrecifal. La especie fué la unidad de trabajo referida

al número de muestra en la que apareció.

Por otra parte se hicieron los análisis de los grupos funcionales, para lo cual se obtuvo una tabla de contingencia a la cual se le aplicó una prueba estadística de X^2 , la cual se utiliza para encontrar concordancia entre las observaciones y las proporciones que uno esperaba encontrar, dando por resultado que la hipótesis nula sea aceptada o rechazada (Elliot, 1983).

En cuanto a las morfologías y morfometrías se utilizaron porcentajes de aparición para caracteres tales como: tamaño, tipo de talo, ramificación, gregarismo, y la presencia de carbonato de calcio en las 119 especies.

4. RESULTADOS.

4.1. Aspecto ficoflorístico.

Se enlistaron un total de 161 especies, de las cuales 2 pertenecen a la División Cyanophyta, 67 se encuentran dentro de la División Chlorophyta, 25 en la División Phaeophyta y 67 en la División Rhodophyta (Tabla 3, figura 3).

Se tienen 21 especies que no habían sido registradas anteriormente para el Caribe Mexicano y 6 nuevos registros para Puerto Morelos (Tabla 3).

Se encontraron 107 especies en el año de 1996, dos de estas especies pertenecen a la División Cyanophyta, 48 especies a la División Chlorophyta, 18 especies a la División Phaeophyta y 39 especies de Rhodophyta (Tabla 4).

Es interesante notar que hay mayor riqueza de especies en el arrecife, donde hay un total de 82 especies, en tanto que en la laguna solo hay 42 especies. Así mismo se observa que hay mayor número de especies de algas rojas en el arrecife y que en la laguna son las algas verdes sifonales las que predominan (Tabla 4, figura 4)

Es importante señalar que hubo ejemplares que solo pudieron ser determinados a nivel de género, estos fueron 14 que no están incluidos en los listados ficoflorísticos, dada la dificultad de reconocerlos como especies y que si se consideraron para el resto de los análisis.

4.2. Aspecto de la distribución.

En la Tabla 4 se enlista el total de especies del sistema arrecifal, se muestra cuál fue el ambiente en el que se colectaron, el total de veces que se encontraron, su frecuencia de aparición con respecto al número de veces que se encontraron en por ambiente y su frecuencia de aparición relativa a las 128 muestras que se obtuvieron. En la figura 4 se observa el número de especies por división que se encuentran en cada ambiente.

Cabe mencionar que aunque la riqueza de especies en el arrecife es mayor, la frecuencia de aparición es poca, contrariamente a lo que sucede en la laguna arrecifal, en donde hay menor número de especies con una frecuencia de aparición mayor.

- Distribución dentro del arrecife y laguna

Para el análisis de distribución ambiental se incluyeron un total de 119 especies y 128 muestras. Los resultados muestran una clara diferencia entre la laguna y el arrecife. Esto se puede observar en el dendrograma (Figura 5), en donde hacia la izquierda se agrupan las especies que están presentes en su gran mayoría en el arrecife y hacia la derecha las de laguna. Si comparamos estos datos con los que tenemos en el A.C.P. (Figura 6) para las muestras podemos observar una clara separación entre las colectas del arrecife y las de laguna en el mismo orden.

Se observan claras agrupaciones de especies, hay nueve grupos con un nivel de similitud del 100%, las especies que forman estos grupos pertenecen al arrecife, dos grupos en un nivel de 50%, también pertenecientes al arrecife, las demás especies en su conjunto están por debajo de este índice de similitud y pertenecen tanto al arrecife como a la laguna arrecifal.

- Distribución dentro del arrecife.

Para el análisis de la distribución en el arrecife se incluyeron un total de 95 especies y 44 muestras. Se encontraron claras similitudes entre las especies al analizar el dendrograma (Figura 7), hay nueve grupos que tienen un índice de similitud del 100%, dos grupos con un nivel de similitud del 66.7%, las que se encuentran en el 50% están en dos grupos, las demás especies tienen una similitud por debajo de este 50%.

Estas agrupaciones están conformadas por especies que se encontraron con las mismas características. No obstante que el índice de similitud entre estas especies es del 100%, tienen una frecuencia de aparición baja, como se puede apreciar en la tabla 3.

Para el análisis de componentes principales (Figura 8) no se encuentra ninguna asociación clara entre las estaciones de colecta del arrecife.

- Distribución dentro de la laguna.

En el análisis de distribución para la laguna arrecifal se utilizaron un total de 48 especies y 98 muestras. No se encuentran agrupaciones entre las especies, estas tienen un índice de similitud por abajo del 50%. Ninguno de los dos análisis aplicados muestra alguna asociación entre las estaciones de colecta de la laguna, las especies que aquí se encuentran tienen un índice de similitud muy bajo (Figura 9). En el A.C.P. (Figura 10) no se presentan agrupaciones claras en laguna somera y profunda.

Cabe mencionar que en el dendrograma se observa que solo dos especies tienen un índice de similitud del 50%, las siguientes especies están por debajo del 40% en similitud, lo cual resulta interesante, ya que éstas presentan una alta frecuencia de aparición relativa, tal como se ve en la tabla 3.

- Estacionalidad.

Las colectas se realizaron en los meses de mayo y noviembre de 1996, con esto se tienen dos épocas del año para el muestreo, época de secas y de lluvias, de aquí se obtuvo una lista de especies (Tabla 5) que muestra el mes de colecta en el que apareció cada una de ellas. No me fue posible detectar ningún patrón de estacionalidad.

4.3. Aspecto grupos funcionales.

Se analizaron las especies desde la perspectiva de los grupos funcionales. Sin embargo fué evidente que algunas especies, en particular las cenocíticas, no quedaban en ninguna de las categorías existentes. Siguiendo la propuesta de Phillips et al., (1997) se generaron dos grupos más: las cenocíticas y las globulares, y se omitieron dos grupos que no fueron trabajados, las unicelulares y las costrosas, en total se obtuvieron 8 grupos funcionales resultado de los análisis de este trabajo (Tabla 6).

De esta manera se asignó a cada especie un grupo funcional, además de asociar a éste con el ambiente en el que se encontraron a las especies (Tabla 7), con el fin de poder realizar una tabla de contingencia (Tabla 8).

Para conocer si existe un patrón de distribución de los grupos en los ambientes trabajados se aplicó una prueba no paramétrica: X^2 , donde la H_0 = los grupos funcionales se distribuyen de manera equivalente en los ambientes trabajados. H alternativa: los grupos funcionales se distribuyen de manera diferencial en los ambientes trabajados. Los resultados muestran un $X^2 = 63.37$ con 14 grados de libertad, por lo que se rechaza la H_0 con un $p < 0.0001$. Estos análisis se muestran en el apéndice 2.

4.4. Aspecto de características morfológicas.

En la tabla 9 se sintetizan los valores morfológicos y morfométricos (tamaño) analizados en este estudio. Se obtuvieron los valores máximos y mínimos de los caracteres morfométricos para las especies de cada ambiente, así como las proporciones de los caracteres morfológicos. Los caracteres de anatomía, hábito y sistema de fijación al substrato no se incluyeron en esta tabla dado que son

analizados a nivel de grupos funcionales.

Los resultados muestran que las tallas son menores en el arrecife (1.2-7.2 cm) que en la laguna (2.1-21.9 cm), sin embargo la forma del talo no se diferencia, dado que el 87.5% y 84.6% son talos erectos en la laguna y en el arrecife respectivamente. A nivel de ramificación, el 55.7% de las especies presenta ramificación regular en el arrecife, en tanto que la laguna un 75% de las especies no presentan ramificación. Por otro lado el gregarismo es mayor en el arrecife con un 44% de las especies crecen altamente gregarias y en la laguna un 54.9% de las especies crecen solitarias. La presencia de CaCO_3 , que se sugiere sirve de defensa contra los herbívoros, mostró un patrón opuesto a lo esperado, el 85.9% de las especies del arrecife no presentaron CaCO_3 , en tanto que el 53.6% de las especies de la laguna si lo tienen.

En la tabla 10 se presentan las especies características de los ambientes trabajados. Cinco especies características del arrecife que no se encontraron en la laguna, cinco especies de laguna y tres que se presentan en ambos ambientes.

Tabla 3.- Listado de especies presentes en Puerto Morelos en los años de 1995 y 1996

ESPECIE

CYANOPHYTA

- 1 *Oscillatoria lutea* C. Agardh
- 2 *Schizotrix mexicana* Gomont

CHLOROPHYTA

- 1 *Anadyomene saldanhae* Joly & Oliveira
- 2 *A. stellata* (Wulfen) C. Agardh
- 3 *Avrainvillea longicaulis* (Kützing) Murray & Boodle
- 4 *A. nigricans* Decaisne
- 5 *A. rawsoni* (Dickie) Howe
- 6 *Batophora oerstedii* J. Agardh
- 7 *Bryopsis plumosa* (Hudson) C. Agardh
- 8 *Caulerpa cupressoides* (Vahl) C. Agardh
- 9 *C. lanuginosa* J. Agardh
- 10 *C. mexicana* Sonder ex Kützing
- 11 *C. microphyta* (Weber - van Bosse) J. Feldemann *
- 12 *C. paspaloides* (Bory) Greville
- 13 *C. prolifera* (Forsskål) Lamouroux
- 14 *C. racemosa* (Forsskål) J. Agardh
- 15 *C. racemosa* var. *peltata* (Lamouroux) Eubank
- 16 *C. verticillata* J. Agardh
- 17 *Cladophora brasiliiana* Martens
- 18 *C. catenata* (C. Agardh) Ardissonne *
- 19 *C. delicatula* Montagne **
- 20 *C. fuliginosa* Kützing **
- 21 *Cladophora* sp.
- 22 *Cladophoropsis membranacea* (C. Agardh) Borgesen
- 23 *Codium decorticatum* (Woodward) Howe *
- 24 *C. isthmocladum* Vickers *
- 25 *Dasycladus vermicularis* (Scopoli) Krasser
- 26 *Derbesia osterhoutii* L. R. H. Blinks ***
- 27 *Dictyosphaeria cavernosa* (Forsskål) Borgesen
- 28 *D. ocellata* (Howe) Olsen - Stolkovich ***
- 29 *D. versluisii* Weber - Van Bosse ***
- 30 *D. vanbosseae* Weber - Van Bosse ***
- 31 *Enteromorpha marginata* J. Agardh **
- 32 *Halimeda copiosa* Goreau & Graham ***
- 33 *H. discoidea* Decaisne
- 34 *H. favulosa* Howe ***
- 35 *H. goreauii* W. R. Taylor
- 36 *H. gracilis* Harvey ex J. Agardh ***
- 37 *H. incrassata* (Ellis & Solander)
- 38 *H. monile* (Ellis & Solander) Lamouroux
- 39 *H. opuntia* (Linnaeus) Lamouroux
- 40 *H. scabra* Howe
- 41 *H. simulans* Howe

ESPECIE

CHLOROPHYTA

- 42 *H. tuna* (Ellis & Solander) Lamouroux
 43 *Neomeris annulata* Dickie *
 44 *P. capitatus* Lamarck
 45 *P. dumetosus* (Lamouroux) Blainville
 46 *P. lamourouxii* Decaisne
 47 *P. pyriformis* A. & E. S. Gepp
 48 *R. oblongus* (Decaisne) Kützing
 49 *R. phoenix* (Ellis & Solander) Kützing
 50 *R. phoenix f. brevifolius* A. & E. S. Gepp
 51 *Siphonocladus rigidus* Howe
 52 *Udotea abbotiorum* M. Littler, D. Littler, S. Reed *
 53 *U. caribaea* D. Littler, M. Littler, B. Brooks **
 54 *U. conglutinata* (Ellis & Solander) Lamouroux
 55 *U. cyatiformis* Decaisne
 56 *U. dixonii* D. Littler, M. Littler, B. Brooks **
 57 *U. dotyii* D. Littler, M. Littler, B. Brooks **
 58 *U. flabellum* (Ellis & Solander)
 59 *U. goreauii* D. Littler, M. Littler, B. Brooks **
 60 *U. loensis* D. Littler, M. Littler, B. Brooks **
 61 *U. luna* A. & E. S. Gepp **
 62 *U. occidentalis* Howe
 63 *U. wilsonii* Linnaeus
 64 *Valonia aegagropila* C. Agardh *
 65 *V. macrophysa* Howe
 66 *V. uticularis* J. Agardh
 67 *Ventricaria ventricosa* (J. Agardh) Olsen & J. West

PHAEOPHYTA

- 1 *Dictyopteris delicatula* Lamouroux
 2 *D. jamaicensis* W. Taylor ***
 3 *Dictyota bartayresiana* Lamouroux
 4 *D. cervicornis* Kützing
 5 *D. ciliolata* Kützing
 6 *D. dichotoma* (Hudson) Lamouroux
 7 *D. divaricata* Lamouroux
 8 *D. linearis* (C. Agardh) Greville **
 9 *D. mertensii* (Martius) Kützing *
 10 *D. volubilis* Kützing sensu Vickers **
 11 *Lobophora variegata* (Lamouroux) Womersley
 12 *Padina sanctae-crucis* Borgesen **
 13 *Padina* sp.
 14 *Rosenvigea intricata* (J. Agardh) Borgesen
 15 *Sargassum filipendula* C. Agardh
 16 *S. fluitans* Borgesen
 17 *S. hystrix* var. *buxifolium* Chauvin in J. Agardh

ESPECIE

PHAEOPHYTA

- 18 *S. natans* (Linnaeus) Thivy en W. Taylor *
- 19 *S. platycarpum* Montagne *
- 20 *S. polyceratium* Montagne *
- 21 *Sargassum* sp.
- 22 *Styopodium zonale* (Lamouroux) Papenfuss
- 23 *Turbinaria* sp.
- 24 *T. tricostata* Barton
- 25 *T. turbinaria* (Linnaeus) Kuntze *

RHODOPHYTA

- 1 *Acantophora spicifera* (Vahl) Børgesen
- 2 *Amphiroa fragilissima* (Linnaeus) Lamouroux
- 3 *A. rigida* var. *antillana* Børgesen
- 4 *A. tribulus* (Ellis and Solander) Lamouroux
- 5 *Asterocystis ramosa* (Thwaites) Gobi
- 6 *Bryothamnion triquetrum* (S. G. Gmelin)
- 7 *Centroceras clavatum* (Ag. en Kunth) Montagne en Durley
- 8 *Ceramium byssoideum* Harvey
- 9 *C. fastigiatum* (Roth) Harvey
- 10 *C. fastigiatum* f. *flaccida* H. E. Petersen
- 11 *C. nitens* (C. Agardh) J. Agardh
- 12 *C. rubrum* (Hudson) C. Agardh
- 13 *C. tenuissimum* (Roth) Areschoug
- 14 *Champia parvula* (C. Agardh) Harvey
- 15 *Chondria cnicophylla* (Melvill) De Toni
- 16 *C. dasyphylla* (Woodward) C. Agardh
- 17 *C. floridiana* (Collins) Howe
- 18 *C. tenuissima* (Goodenough & Woodward) C. Agardh
- 19 *Coelothrix irregularis* (Harvey) Børgesen
- 20 *Crouania* sp.
- 21 *Digenia simplex* (Wulfen) C. Agardh
- 22 *Falkenbergia hillebrandii* (Bornet) Falkenberg
- 23 *Galaxaura cylindrica* (Ellis & Solander) Lamouroux
- 24 *G. marginata* (Ellis & Solander) Lamouroux
- 25 *G. oblongata* (Ellis & Solander) Lamouroux
- 26 *G. obtusata* (Ellis & Solander) Lamouroux
- 27 *G. rugosa* (Ellis & Solander) Lamouroux
- 28 *G. subverticillata* Kjellman
- 29 *Gelidiella acerosa* (Forsskal) J. Feldmann & Hamel
- 30 *Gelidium pusillum* (Stackhouse) Le Jolis
- 31 *Gracilaria cornea* J. Agardh
- 32 *G. crassissima* (P. & H. Crouan) P. & H. Crouan
- 33 *G. lemaneiformis* (Bory) Weber - Van Bosse
- 34 *Griffithsia globulifera* Harvey ex. Kützing
- 35 *G. radicans* Kützing

ESPECIE

RHODOPHYTA

- 36 *Griffithsia* sp.
 37 *G. tenuis* (J. Agardh) J. Agardh
 38 *Halpilton cubense* (Ellis & Solander) Johansen
 39 *Herposiphonia secunda* (C. Agardh) Falkenberg
 40 *H. secunda f. tenella* (C. Agardh) Falkenberg
 41 *Herposiphonia* sp.
 42 *Heterosiphonia crispella* (C. Agardh) Wynne
 43 *H. gibbesii* (Harvey) Falkenberg
 44 *H. wurdemanni* (Bailey ex Harvey) Falkenberg
 45 *Hypnea cervicornis* J. Agardh
 46 *H. spinella* (Harvey) J. Agardh
 47 *Jania adherens* Lamouroux
 48 *J. capillacea* Harvey
 49 *J. pumila* (Linnaeus) Lamouroux
 50 *Laurencia implicata* Kützing
 51 *L. obtusa* (C. Agardh) Greville
 52 *L. papillosa* (Lamouroux) Howe
 53 *L. poiteau* (Lamouroux) Howe
 54 *Liagora ceranoides* Lamouroux
 55 *L. farinosa* Lamouroux
 56 *Lomentaria rawistcheri* Joly
 57 *Polysiphonia howei* Hellenberg en. W. Taylor
 58 *P. fracta* Harvey
 59 *P. subtilissima* Montagne
 60 *Porphyra roseana* Howe
 61 *Pterocladia capillacea* (S. G. Gmelin) Bornet & Thuret
 62 *Spyridia filamentosa* (Wulfen) Harvey en Hooker
 63 *Taenioma macrourum* Thuret
 64 *Trichogloeopsis* sp. (Howe) Abbot and Doty
 65 *Wrangelia argus* (Montagne) Montagne
 66 *W. bicuspidata* Bergessen
 67 *Wrangelia* sp. C. Agardh

* Registro nuevo para el Caribe Mexicano

** Registro nuevo para Puerto Morelos

*** Registrado por Collado-Vides *et al.* (1997) en 1995.

Tabla 4.- Se muestra el ambiente en el que aparecen las especies, el número de veces que aparece, la frecuencia de aparición y la frecuencia de aparición relativa por ambiente.

ESPECIE

CYANOPHYTA	Arrecife/Laguna	total	Frecuencia	Frecuencia por ambiente
<i>Oscillatoria lutea</i>	A	2	1.56	100
<i>Schizotrix mexicana</i>	A	3	2.34	100
CHLOROPHYTA				
<i>Anadyomene stellata</i>	A	1	0.78	100
<i>Avrainvillea longicaulis</i>	L	22	17.19	100
<i>A. nigricans</i>	L	7	5.47	100
<i>A. rawsoni</i>	L	11	8.59	100
<i>Batophora oerstedii</i>	L/A	2	1.56	50/50
<i>Caulerpa cupressoides</i>	A	1	0.78	100
<i>C. lanuginosa</i>	L	8	6.25	100
<i>C. paspaloides</i>	L	2	1.56	100
<i>C. prolifera</i>	L	2	1.56	100
<i>C. racemosa</i>	A	1	0.78	100
<i>C. racemosa var. peltata</i>	A	1	0.78	100
<i>C. verticillata</i>	A	4	3.13	100
<i>Cladophora delicatula</i>	A	1	0.78	100
<i>C. fuliginosa</i>	A	1	0.78	100
<i>Cladophora. sp.</i>	A	1	0.78	100
<i>Cladophoropsis membranacea</i>	A	1	0.78	100
<i>Derbesia osterhoutii</i>	A	1	0.78	100
<i>Dictyosphaeria cavernosa</i>	A	2	1.56	100
<i>Enteromorpha marginata</i>	A	1	0.78	100
<i>Halimeda discoidea</i>	A	1	0.78	100
<i>H. goreauii</i>	A	4	3.13	100
<i>H. incrassata</i>	L/A	38	29.69	94.7/ 5.3
<i>H. monile</i>	L	23	17.97	100
<i>H. opuntia</i>	A	4	3.13	100
<i>H. scabra</i>	L/A	26	20.31	92.3/ 7.7
<i>H. simulans</i>	L	21	16.41	100
<i>H. tuna</i>	A	8	6.25	100
<i>Penicillus capitatus</i>	L	30	23.44	100
<i>P. dumetosus</i>	L	11	8.59	100
<i>P. lamourouxii</i>	L/A	22	17.19	95.4/4.6
<i>P. pyriformis</i>	L/A	15	11.72	86.6/13.4
<i>Rhipocephalus oblongus</i>	L	2	1.56	100
<i>R. phoenix</i>	L/A	43	33.59	76.7/23.3
<i>Siphonocladus rigidus</i>	A	2	1.56	100
<i>Udotea caribaea</i>	L	8	6.25	100
<i>U. conglutinata</i>	L	1	0.78	100
<i>U. dixonii</i>	L/A	25	19.53	92/8
<i>U. dotyii</i>	L	5	3.91	100
<i>U. flabellum</i>	L	6	4.69	100
<i>U. goreauii</i>	L	1	0.78	100
<i>U. looensis</i>	L	1	0.78	100
<i>U. luna</i>	L	1	0.78	100
<i>U. occidentalis</i>	L	1	0.78	100
<i>U. wilsonii</i>	L/A	12	9.38	91.6/8.4
<i>Valonia aegagropila</i>	A	1	0.78	100
<i>V. macrophysa</i>	A	1	0.78	100
<i>V. uticularis</i>	A	3	2.34	100

Tabla 4. Continuación...

ESPECIE

CHOLOROPHYTA	Arrecife/Laguna	total	Frecuencia	Frecuencia por ambiente
<i>Ventricaria ventricosa</i>	L	1	0.78	100
PHAEOPHYTA				
<i>Dictyopteris delicatula</i>	A	3	2.34	100
<i>Dictyota bartayresiana</i>	L/A	26	20.31	11.5/88.5
<i>D. cervicornis</i>	L/A	28	21.88	32.1/67.9
<i>D. ciliolata</i>	A	4	3.13	100
<i>D. dichotoma</i>	L	1	0.78	100
<i>D. divaricata</i>	L/A	23	17.97	47.8/52.2
<i>D. linearis</i>	L/A	21	16.41	28.5/71.5
<i>D. volubilis</i>	A	1	0.78	100
<i>Lobophora variegata</i>	L/A	34	26.56	97/3
<i>Padina sanctae-crucis</i>	A	2	1.56	100
<i>Padina</i> sp.	A	1	0.78	100
<i>Rosenvigea intricata</i>	A	1	0.78	100
<i>Sargassum fluitans</i>	A	3	2.34	100
<i>S. hystrix</i> var. <i>buxifolium</i>	A	1	0.78	100
<i>Sargassum</i> sp.	A	1	0.78	100
<i>Styopodium zonale</i>	L/A	4	3.13	25/75
<i>Turbinaria</i> sp.	A	1	0.78	100
<i>T. tricostrata</i>	A	4	3.13	100
RHODOPHYTA				
<i>Amphiroa fragilissima</i>	L/A	15	11.72	26.6/73.4
<i>A. rigida</i> var. <i>antillana</i>	L/A	12	9.38	33/67
<i>A. tribulus</i>	A	10	7.81	100
<i>Asterocystis ramosa</i>	A	1	0.78	100
<i>Centroceras clavatum</i>	A	1	0.78	100
<i>Ceramium byssoideum</i>	L/A	19	14.84	10.5/89.5
<i>C. fastigiatum</i>	L/A	5	3.91	20/80
<i>C. fastigiatum</i> f. <i>flaccida</i>	A	4	3.13	100
<i>Champia parvula</i>	L/A	11	8.59	9.0/91
<i>Chondria dasyphylla</i>	A	1	0.78	100
<i>C. floridiana</i>	A	1	0.78	100
<i>Coelothrix irregularis</i>	A	10	7.81	100
<i>Crouania</i> sp.	A	1	0.78	100
<i>Falkenbergia hillebrandii</i>	A	2	1.56	100
<i>Galaxaura oblongata</i>	A	2	1.56	100
<i>Gelidiella acerosa</i>	A	6	4.69	100
<i>Griffithsia globulifera</i>	L/A	5	3.91	20/80
<i>G. radicans</i>	A	1	0.78	100
<i>Griffithsia</i> sp.	A	1	0.78	100
<i>G. tenuis</i>	A	2	1.56	100
<i>Haliptilon cubense</i>	A	1	0.78	100
<i>Hypnea cervicornis</i>	A	5	3.91	100
<i>H. spinella</i>	A	1	0.78	100
<i>Jania adherens</i>	A	15	11.72	100
<i>J. capillacea</i>	A	15	11.72	100
<i>Laurencia obtusa</i>	L	1	0.78	100
<i>L. papillosa</i>	A	2	1.56	100
<i>L. poiteaui</i>	L/A	20	15.63	80/20

Tabla 4. Continuación...

ESPECIE

RHODOPHYTA	Arrecife/Laguna	total	Frecuencia	Frecuencia por ambiente
<i>Liagora ceranoides</i>	A	1	0.78	100
<i>L. farinosa</i>	A	1	0.78	100
<i>Lomentaria rawistcheri</i>	A	1	0.78	100
<i>Polysiphonia howei</i>	A	1	0.78	100
<i>P. fracta</i>	A	1	0.78	100
<i>P. subtilissima</i>	A	1	0.78	100
<i>Porphyra roseana</i>	A	1	0.78	100
<i>Taenioma macrourum</i>	A	1	0.78	100
<i>Trichogloeopsis</i> sp.	A	1	0.78	100
<i>Wrangelia argus</i>	A	2	1.56	100
<i>Wrangelia</i> sp.	A	1	0.78	100

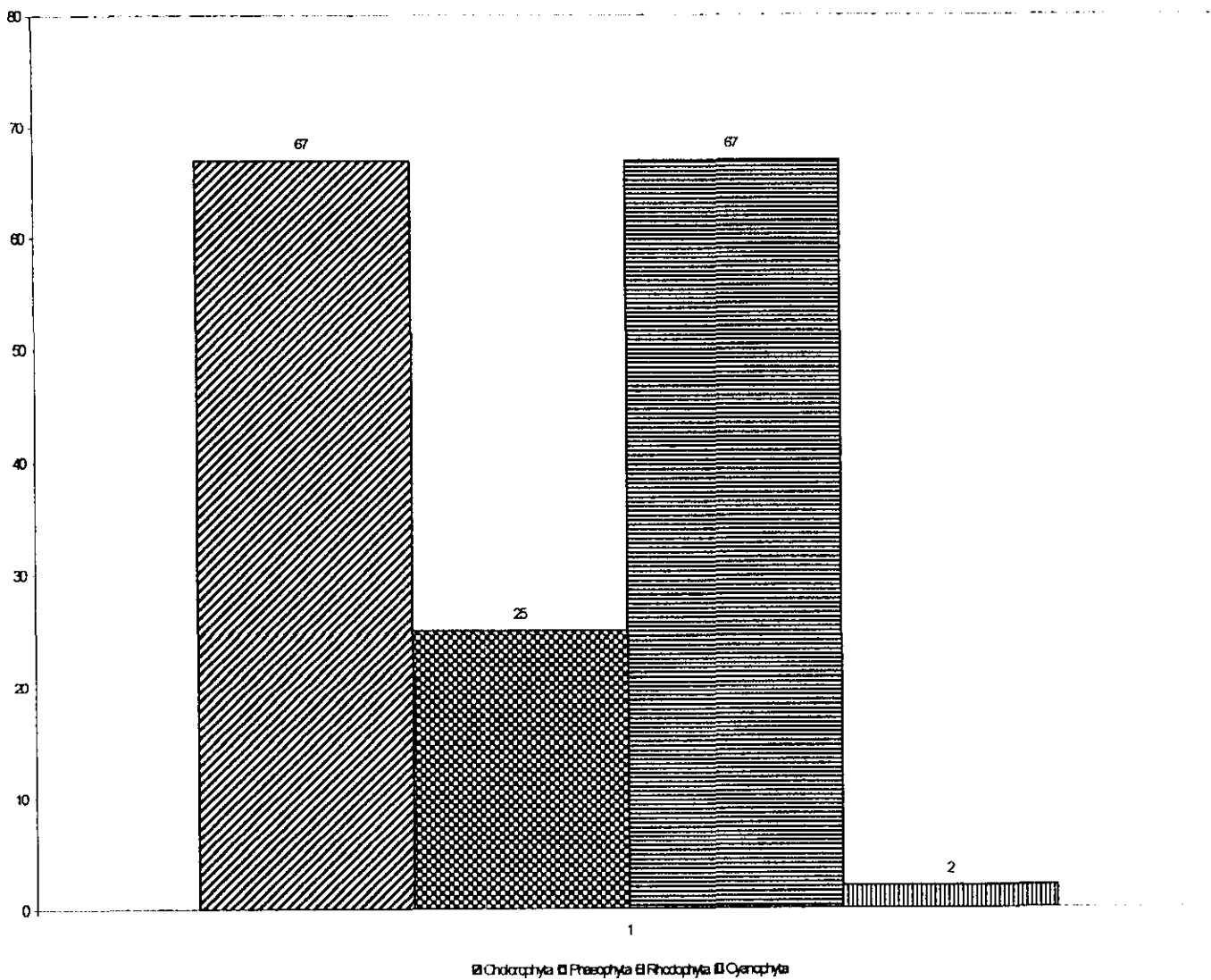


Figura 3. Se muestran el número de especies presentes por división.

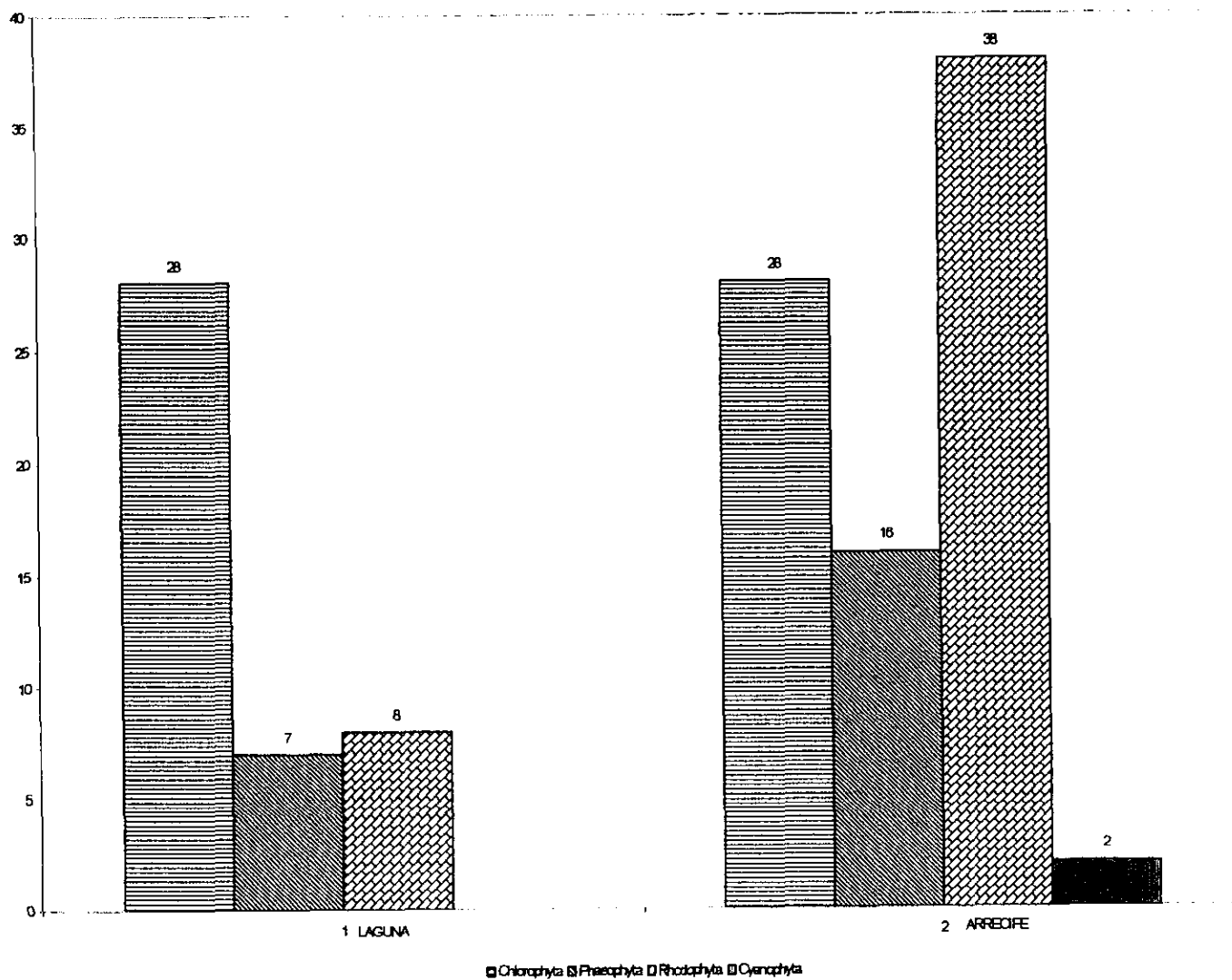
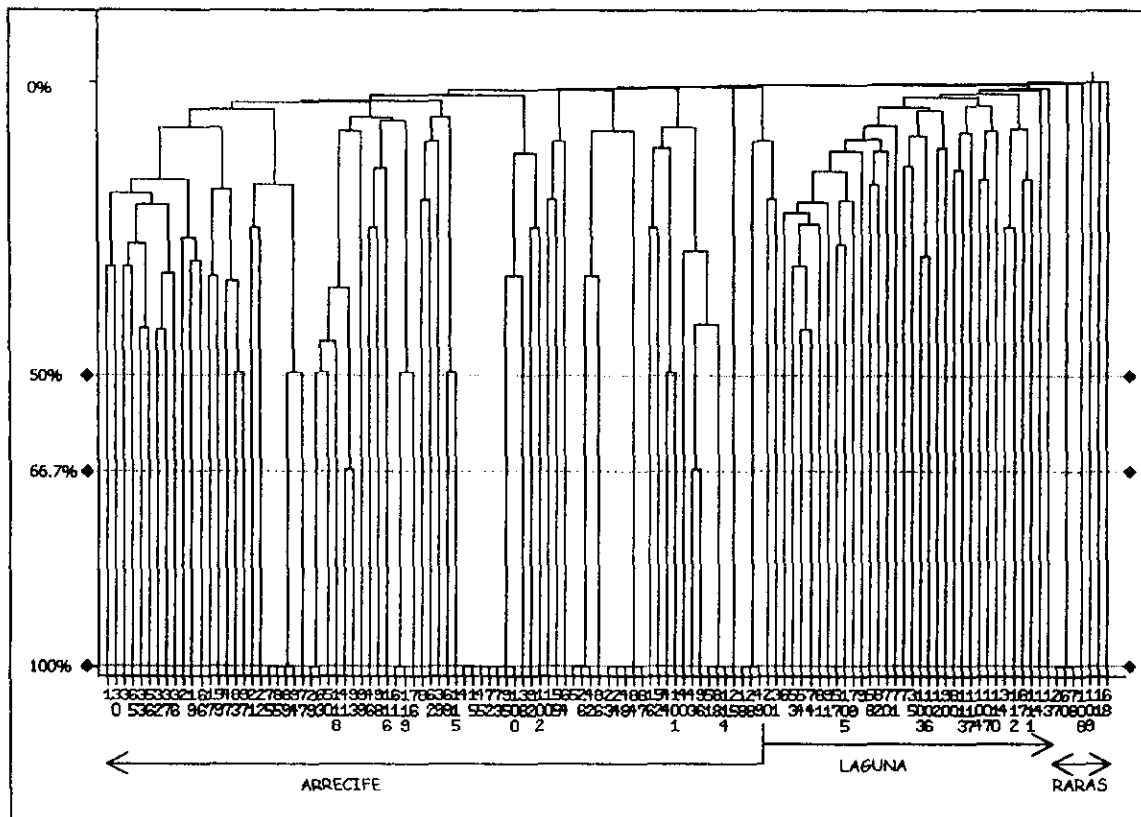


Figura 4. Número de especies presentes por división y ambiente en el que se encuentran.



Lista total de especies presentes en el sistema arrecifal, mayo y noviembre, 1996.

- | | | | |
|--|--------------------------------------|-------------------------------------|--|
| 1 <i>Amphiroa fragilissima</i> | 29 <i>Cladophoropsis membranacea</i> | 60 <i>Halocystis oersterhoutii</i> | 91 <i>Rhipocephalus phoenix</i> |
| 2 <i>Amphiroa rigida</i> var. <i>antillana</i> | 30 <i>Coelothrix irregularis</i> | 61 <i>Halocystis</i> sp. | 92 <i>Rosenvigea intricata</i> |
| 3 <i>Amphiroa tribulata</i> | 31 <i>Crouania</i> sp. | 62 <i>Hypnea cervicornis</i> | 93 <i>Sargassum fluitans</i> |
| 4 <i>Anadyomene stellata</i> | 32 <i>Dictyota bartayresii</i> | 63 <i>Hypnea spinelle</i> | 94 <i>Sargassum hystrix</i> var. <i>buxifolium</i> |
| 5 <i>Asterocystis ramosa</i> | 33 <i>Dictyota cervicornis</i> | 64 <i>Hypnea</i> sp. | 95 <i>Sargassum</i> sp. |
| 6 <i>Avrainvillea longicaulis</i> | 34 <i>Dictyota ciliolata</i> | 65 <i>Jania adherens</i> | 96 <i>Schizothrix mexicana</i> |
| 7 <i>Avrainvillea nigricans</i> | 35 <i>Dictyota dichotoma</i> | 66 <i>Jania capitata</i> | 97 <i>Siphonocladus rigidus</i> |
| 8 <i>Avrainvillea</i> sp. | 36 <i>Dictyota divaricata</i> | 67 <i>Jania</i> sp. | 98 <i>Stypopodium zonale</i> |
| 9 <i>Avrainvillea rawsoni</i> | 37 <i>Dictyota linearis</i> | 68 <i>Laurencia obtusa</i> | 99 <i>Taenioma macroaurum</i> |
| 10 <i>Balophora oerstedii</i> | 38 <i>Dictyota</i> sp. | 69 <i>Laurencia papillosa</i> | 100 <i>Trochogloeopsis</i> sp. |
| 11 <i>Caulerpa cupressoides</i> | 39 <i>Dictyota volubilis</i> | 70 <i>Laurencia poiteawii</i> | 101 <i>Turbinaria</i> sp. |
| 12 <i>Caulerpa lanuginosa</i> | 40 <i>Dictyopteris delicatula</i> | 71 <i>Laurencia</i> sp. | 102 <i>Turbinaria tricornata</i> |
| 13 <i>Caulerpa paspaloides</i> | 41 <i>Dictyosphaeria cavernosa</i> | 72 <i>Liagora ceranoides</i> | 103 <i>Udotea caribaea</i> |
| 14 <i>Caulerpa prolifera</i> | 42 <i>Enteromorpha marginalis</i> | 73 <i>Liagora farinosa</i> | 104 <i>Udotea conglutinata</i> |
| 15 <i>Caulerpa racemosa</i> | 43 <i>Falkenbergia hillebrandii</i> | 74 <i>Lobophora variegata</i> | 105 <i>Udotea dixonii</i> |
| 16 <i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>peltata</i> | 44 <i>Galaxaura oblongata</i> | 75 <i>Lomentaria rawitcheri</i> | 106 <i>Udotea dotyii</i> |
| 17 <i>Caulerpa verticillata</i> | 45 <i>Galaxaura</i> sp. | 76 <i>Oscillatoria lutea</i> | 107 <i>Udotea flabellum</i> |
| 18 <i>Centroceras clavatum</i> | 46 <i>Gelidiella acerosa</i> | 77 <i>Padina sanctae-crucis</i> | 108 <i>Udotea goreauii</i> |
| 19 <i>Ceramium byssoides</i> | 47 <i>Griffithsia globulifera</i> | 78 <i>Padina</i> sp. | 109 <i>Udotea locensis</i> |
| 20 <i>Ceramium fastigiatum</i> | 48 <i>Griffithsia radicans</i> | 79 <i>Penicillus capitatus</i> | 110 <i>Udotea luna</i> |
| 21 <i>Ceramium fastigiatum</i> f. <i>flaccidum</i> | 49 <i>Griffithsia</i> sp. | 80 <i>Penicillus dumetosus</i> | 111 <i>Udotea</i> sp. |
| 22 <i>Champia parvula</i> | 50 <i>Griffithsia tenuis</i> | 81 <i>Penicillus lamourouxii</i> | 112 <i>Udotea occidentalis</i> |
| 23 <i>Chondria dasiphylla</i> | 51 <i>Halimeda discoidea</i> | 82 <i>Penicillus pyriformis</i> | 113 <i>Udotea wilsonii</i> |
| 24 <i>Chondria floridiana</i> | 52 <i>Halimeda goreauii</i> | 83 <i>Penicillus</i> sp. | 114 <i>Valonia aegagropia</i> |
| 25 <i>Chondria</i> sp. | 53 <i>Halimeda incrassata</i> | 84 <i>Polysiphonia howei</i> | 115 <i>Valonia macrophysa</i> |
| 26 <i>Cladophora delicatula</i> | 54 <i>Halimeda monile</i> | 85 <i>Polysiphonia fracta</i> | 116 <i>Valonia uticulans</i> |
| 27 <i>Cladophora fuliginosa</i> | 55 <i>Halimeda opuntia</i> | 86 <i>Polysiphonia</i> sp. | 117 <i>Ventricaria ventricosa</i> |
| 28 <i>Cladophora</i> sp. | 56 <i>Halimeda scabra</i> | 87 <i>Polysiphonia subtilissima</i> | 118 <i>Wrangelia argus</i> |
| | 57 <i>Halimeda simulans</i> | 88 <i>Porphyra roseana</i> | 119 <i>Wrangelia</i> sp. |
| | 58 <i>Halimeda</i> sp. | 89 <i>Halipiton cubense</i> | |
| | 59 <i>Halimeda tune</i> | 90 <i>Rhipocephalus oblongus</i> | |

Figura 5. Índice de Jaccard, dendrograma, para el total de especies presentes en el sistema arrecifal de Puerto Morelos.

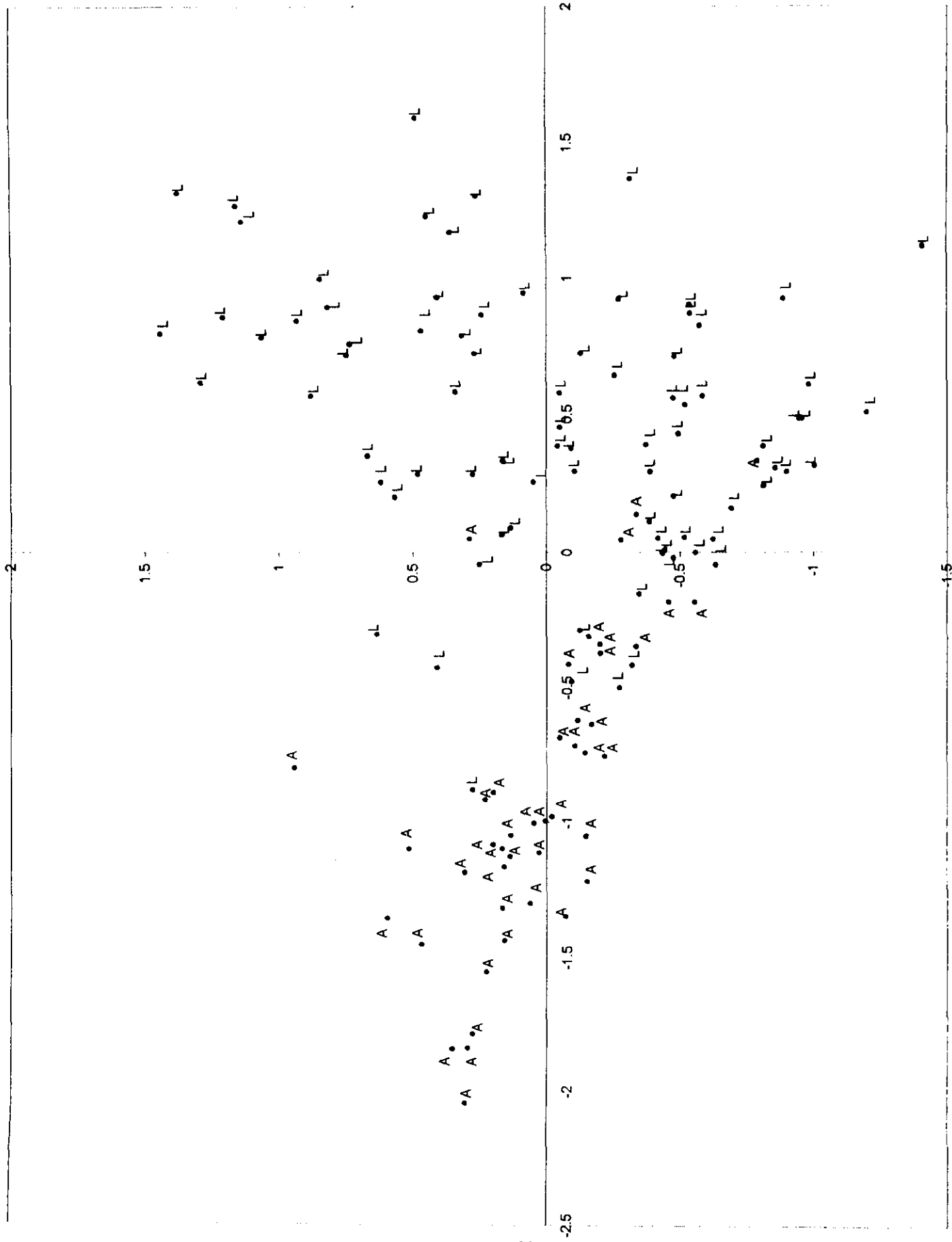
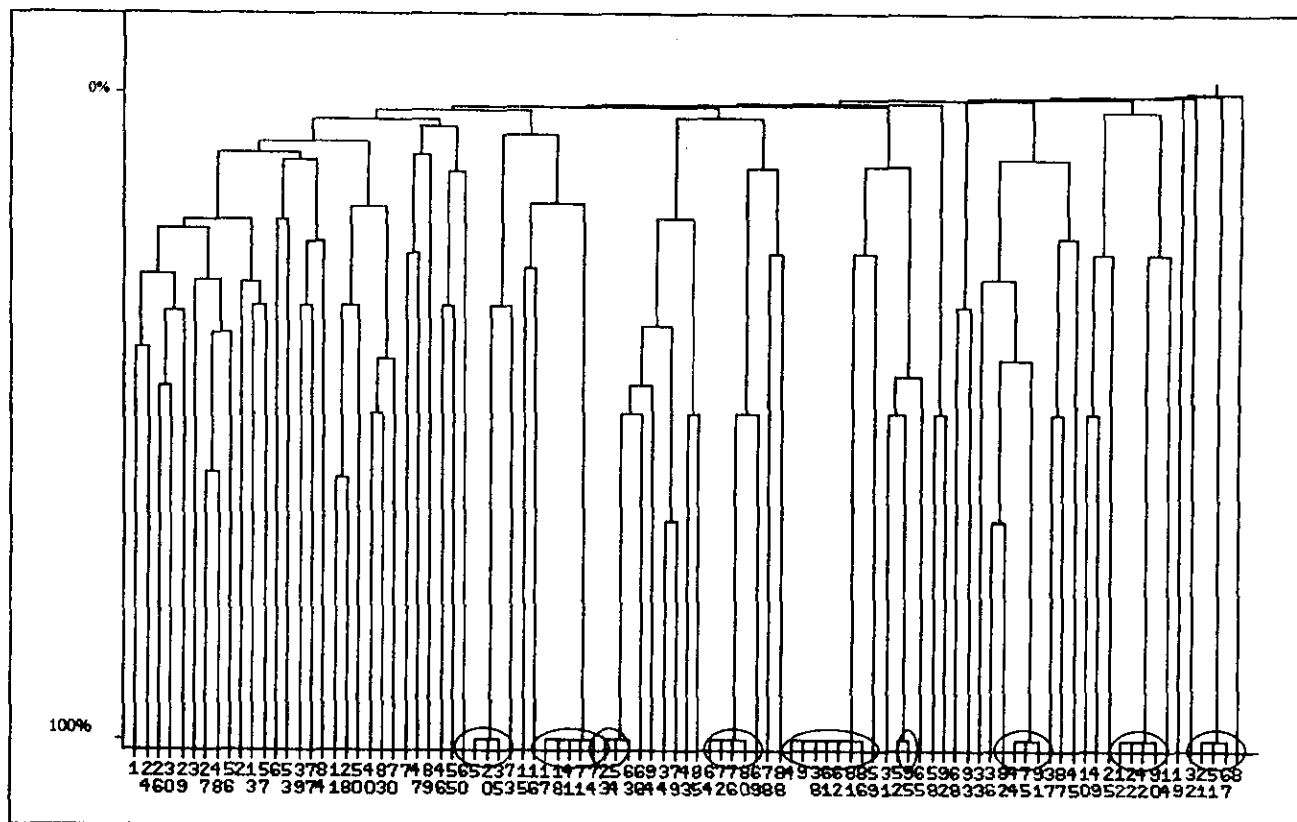


Figura 6. A.C.P. Total de muestras colectadas en el arrecife (A) y la laguna (L), en los meses de mayo y noviembre, 1996.



Lista total de especies presentes
en arrecife, mayo y noviembre,
1996

- 1 *Amphiroa fragilissima*
- 2 *Amphiroa rigida* var. *antillana*
- 3 *Amphiroa tribulus*
- 4 *Anadyomene stellata*
- 5 *Asterocystis ramosa*
- 6 *Avrainvillea* sp.
- 7 *Batophora oerstedii*
- 8 *Caulerpa cupressoides*
- 9 *Caulerpa racemosa*
- 10 *Caulerpa racemosa* var. *pettata*
- 11 *Caulerpa verticillata*
- 12 *Centroceras clavatum*
- 13 *Ceramium byssoides*
- 14 *Ceramium fastigiatum*
- 15 *Ceramium fastigiatum* f. *flaccida*
- 16 *Champia parvula*
- 17 *Chondria dasiphylle*
- 18 *Chondria floridiana*
- 19 *Chondria* sp.
- 20 *Cladophora delicatula*
- 21 *Cladophora fuliginosa*
- 22 *Cladophora* sp.
- 23 *Cladophoropsis membranacea*
- 24 *Coelothrix irregularis*
- 25 *Crouania* sp.
- 26 *Dictyota bartayresii*
- 27 *Dictyota cervicornis*
- 28 *Dictyota ciliolata*
- 29 *Dictyota divaricata*
- 30 *Dictyota linearis*

- 31 *Dictyota* sp.
- 32 *Dictyota volubilis*
- 33 *Dictyoptera delicatula*
- 34 *Dictyosphaera cavernosa*
- 35 *Enteromorpha marginata*
- 36 *Falkenbergia hillebrandii*
- 37 *Galaxaura oblongata*
- 38 *Galaxaura* sp.
- 39 *Gelidium acerosa*
- 40 *Griffithsia globulifera*
- 41 *Griffithsia radicans*
- 42 *Griffithsia* sp.
- 43 *Griffithsia tenuis*
- 44 *Halimeda discoidea*
- 45 *Halimeda goreauii*
- 46 *Halimeda incrassata*
- 47 *Halimeda opuntia*
- 48 *Halimeda scabra*
- 49 *Halimeda* sp.
- 50 *Halimeda luna*
- 51 *Halocystis oersterhoutii*
- 52 *Halocystis* sp.
- 53 *Hypnea cervicornis*
- 54 *Hypnea spinella*
- 55 *Hypnea* sp.
- 56 *Jania adherens*
- 57 *Jania capitata*
- 58 *Laurencia papillosa*
- 59 *Laurencia poiteawii*
- 60 *Laurencia* sp.
- 61 *Liagora ceranoides*
- 62 *Liagora farinosa*
- 63 *Lobophora variegata*

- 64 *Lomentaria rawistcheri*
- 65 *Oscillatoria lutea*
- 66 *Padina sanctae-crucis*
- 67 *Padina* sp.
- 68 *Penicillium lamourouxii*
- 69 *Penicillium pyriformis*
- 70 *Penicillium* sp.
- 71 *Polysiphonia floccidissima*
- 72 *Polysiphonia fracta*
- 73 *Polysiphonia* sp.
- 74 *Polysiphonia subtilissima*
- 75 *Porphyra roseana*
- 76 *Haloptilon cubense*
- 77 *Rhipocephalus phoenix*
- 78 *Rosenvingei intricate*
- 79 *Sargassum fluitans*
- 80 *Sargassum hystrix* var. *buxifolium*
- 81 *Sargassum* sp.
- 82 *Schizothrix mexicana*
- 83 *Siphonocladus rigidus*
- 84 *Stypopodium zonale*
- 85 *Taenioma macrorum*
- 86 *Trochogloeopsis* sp.
- 87 *Turbinaria* sp.
- 88 *Turbinaria tricastata*
- 89 *Udotea dixonii*
- 90 *Udotea wilsonii*
- 91 *Valonia aegagropila*
- 92 *Valonia macrophyta*
- 93 *Valonia ventricosa*
- 94 *Wrangalia argus*
- 95 *Wrangalia* sp.

Figura 7. Índice de Jaccard, dendrograma, para las especies presentes en el arrecife.

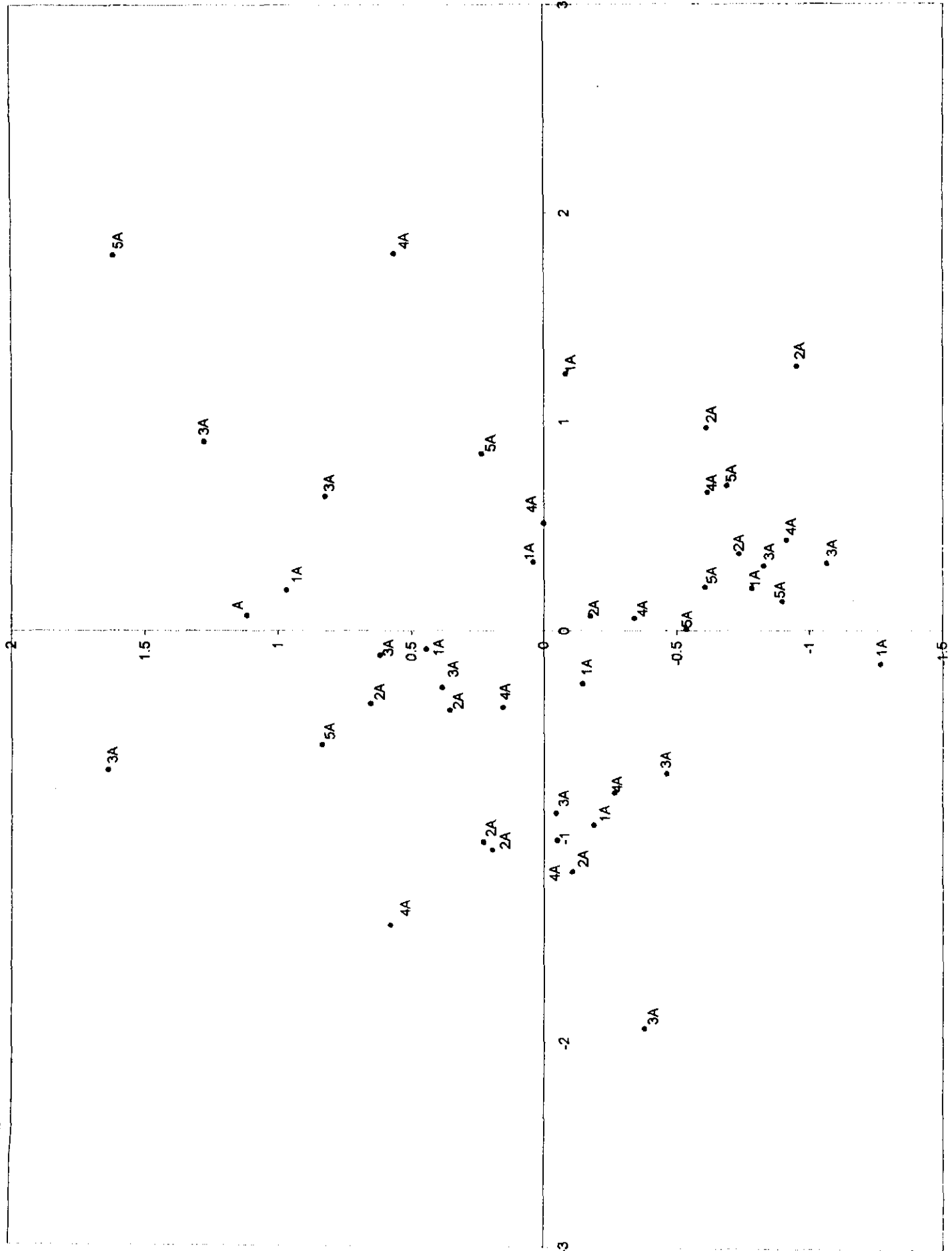
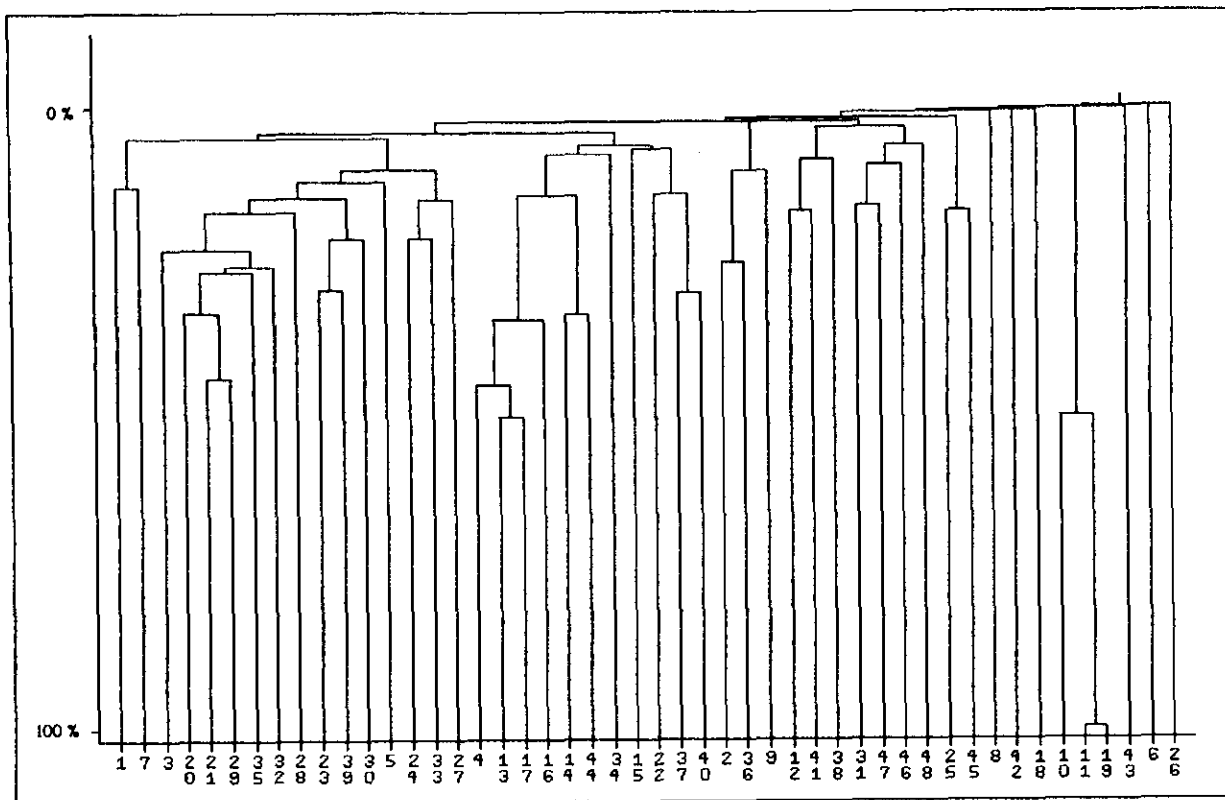


Figura 8. A.C.P. Muestras colectadas en las estaciones de arrecife: 1- la Bocana, 2-Astilleros, 3- la Estación, 4- la Ceiba y 5- el Pueblo.



Lista total de especies
presentes en laguna arrecifal,
mayo y noviembre 1996

- 1 *Amphiroa rigida* var. *antillana*
- 2 *Amphiroa fragilissima*
- 3 *Avrainvillea longicaulis*
- 4 *Avrainvillea nigricans*
- 5 *Avrainvillea rawsoni*
- 6 *Balophora cerstedii*
- 7 *Caulerpa lanuginosa*
- 8 *Caulerpa paspaloides*
- 9 *Caulerpa prolifera*
- 10 *Ceramium byssodeum*
- 11 *Ceramium fastigiatum*
- 12 *Champia parvula*
- 13 *Dictyota cervicornis*
- 14 *Dictyota bertayresii*
- 15 *Dictyota dichotoma*
- 16 *Dictyota divaricata*
- 17 *Dictyota linearis*
- 18 *Dictyota* sp.
- 19 *Griffithsia globulifera*
- 20 *Halimeda incrassata*
- 21 *Halimeda monile*
- 22 *Halimeda scabra*
- 23 *Halimeda simulans*

- 24 *Halimeda* sp.
- 25 *Jania* sp.
- 26 *Laurencia obtusa*
- 27 *Laurencia poiteawii*
- 28 *Laurencia* sp.
- 29 *Lobophora variegata*
- 30 *Penicillus capitatus*
- 31 *Penicillus dumetosus*
- 32 *Penicillus lamourouxii*
- 33 *Penicillus pyriformis*
- 34 *Rhipocephalus oblongus*
- 35 *Rhipocephalus phoenix*
- 36 *Styopodium zonale*
- 37 *Udotea caribaea*
- 38 *Udotea conglutinata*
- 39 *Udotea dixonii*
- 40 *Udotea dotyii*
- 41 *Udotea flabellum*
- 42 *Udotea goreauii*
- 43 *Udotea locensis*
- 44 *Udotea luna*
- 45 *Udotea* sp.
- 46 *Udotea occidentalis*
- 47 *Udotea wilsonii*
- 48 *Ventricaria ventricosa*

Figura 9. Índice de Jaccard, dendrograma, para las especies presentes en laguna arrecifal.

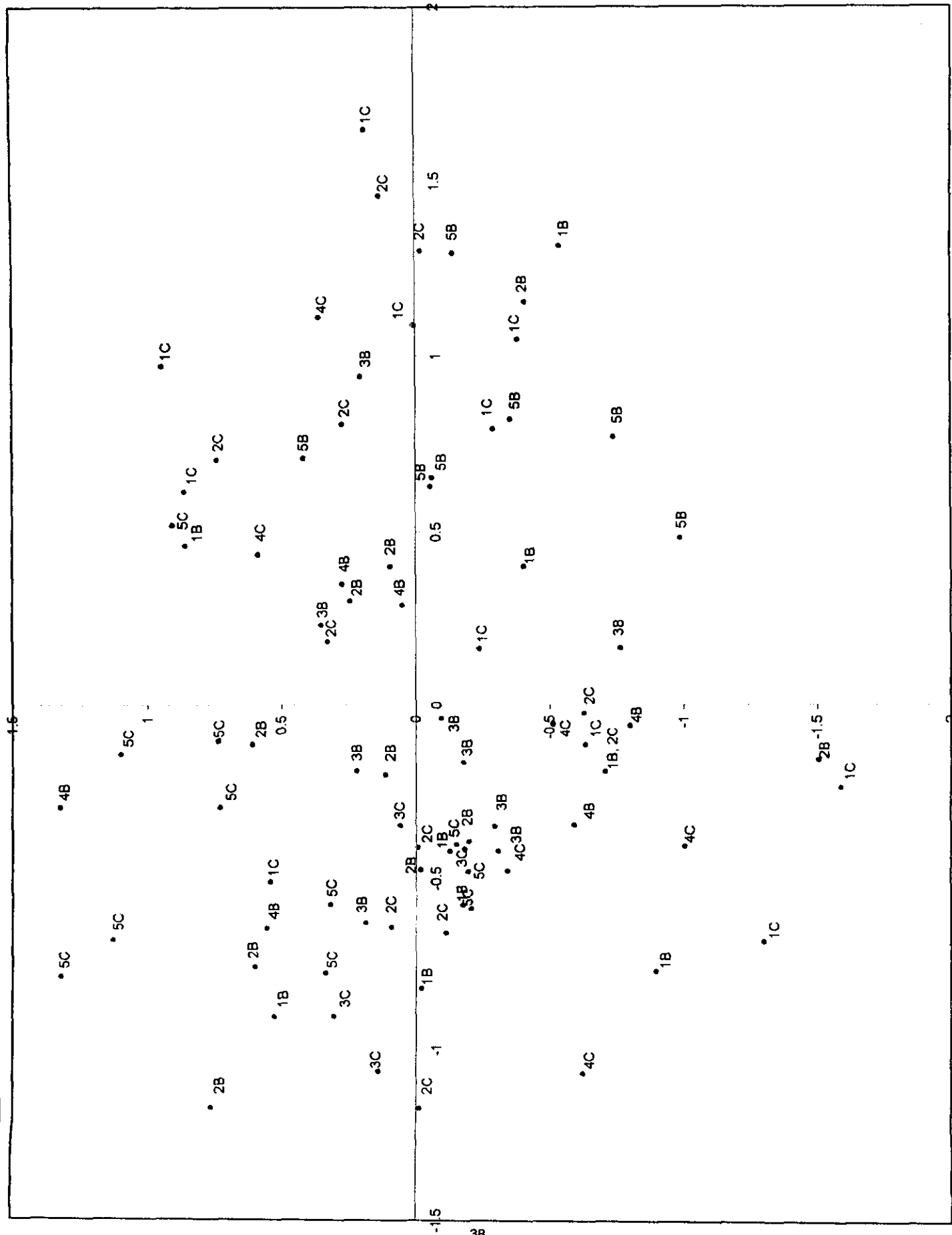


Figura 10. A.C.P. Muestras colectadas en la laguna profunda (B) y somera (C).

Tabla 5. Presencia de especies en los meses de mayo (M) y noviembre (N).

Especie	M	N	Especie	M	N
<i>Amphiroa fragilissima</i>	*	*	<i>Falkenbergia hillebrandi</i>	*	
<i>A. rigida</i> var. <i>antillana</i>	*	*	<i>Galaxaura oblongata</i>	*	
<i>A. tribulus</i>	*	*	<i>Galaxaura</i> sp.		*
<i>Anadyomene stellata</i>		*	<i>Gelidiella acerosa</i>	*	*
<i>Asterocystis ramosa</i>		*	<i>Griffithsia globulifera</i>	*	*
<i>Avrainvillea longicaulis</i>	*	*	<i>Griffithsia radicans</i>		*
<i>A. nigricans</i>	*	*	<i>Griffithsia</i> sp.	*	
<i>Avrainvillea</i> sp.	*		<i>Griffithsia tenuis</i>	*	
<i>A. rawsoni</i>	*	*	<i>Halimeda discoidea</i>	*	
<i>Batophora oerstedii</i>	*	*	<i>Halimeda goreauii</i>	*	
<i>Caulerpa cupressoides</i>	*		<i>Halimeda incrassata</i>		*
<i>C. lanuginosa</i>	*		<i>Halimeda monile</i>	*	*
<i>C. paspaloides</i>		*	<i>Halimeda opuntia</i>		*
<i>C. prolifera</i>		*	<i>Halimeda scabra</i>	*	*
<i>C. racemosa</i>		*	<i>Halimeda simulans</i>	*	*
<i>C. racemosa</i> var. <i>peltata</i>	*		<i>Halimeda</i> sp.	*	
<i>C. verticillata</i>	*		<i>Halimeda tuna</i>	*	
<i>Centroceras clavatum</i>	*		<i>Halicystis</i> stage of <i>Derbesia oersterhoutii</i>		*
<i>Ceramium byssoideum</i>	*		<i>Halicystis</i> sp.	*	
<i>C. fastigiatum</i>	*		<i>Hypnea cervicornis</i>	*	*
<i>C. fastigiatum</i> f. <i>flaccida</i>	*		<i>Hypnea spinella</i>		*
<i>Champia parvula</i>	*		<i>Hypnea</i> sp.		*
<i>Chondria dasiphylla</i>		*	<i>Jania adherens</i>	*	*
<i>C. floridiana</i>		*	<i>Jania capillacea</i>	*	*
<i>Chondria</i> sp.		*	<i>Jania</i> sp.	*	
<i>Cladophora delicatula</i>	*		<i>Laurencia obtusa</i>		*
<i>C. fuliginosa</i>		*	<i>Laurencia papillosa</i>	*	*
<i>Cladophora</i> sp.	*		<i>Laurencia poiteawii</i>	*	*
<i>Cladophoropsis membranacea</i>		*	<i>Laurencia</i> sp.	*	*
<i>Coelothrix irregularis</i>	*		<i>Liagora ceranoides</i>		*
<i>Crouania</i> sp.	*		<i>Liagora farinosa</i>		*
<i>Dictyota bartayresiana</i>	*		<i>Lobophora variegata</i>		*
<i>D. cervicornis</i>	*		<i>Lomentaria rawistcheri</i>		*
<i>D. ciliolata</i>	*		<i>Oscillatoria lutea</i>	*	
<i>D. dichotoma</i>	*		<i>Padina sanctae-crucis</i>		*
<i>D. divaricata</i>	*		<i>Padina</i> sp.		*
<i>D. linearis</i>	*		<i>Penicillus capitatus</i>	*	*
<i>Dictyota</i> sp.	*		<i>Penicillus dumetosus</i>	*	*
<i>D. volubilis</i>		*	<i>Penicillus lamourauxii</i>	*	*
<i>Dictyopteris delicatula</i>	*	*	<i>Penicillus pyriformis</i>	*	*
<i>Dictyosphaeria cavernosa</i>		*	<i>Penicillus</i> sp.	*	*
<i>Enteromorpha marginata</i>	*		<i>Polysiphonia howei</i>	*	

Tabla 5. Continuación...

Especie	M	N
<i>Polysiphonia fracta</i>	*	
<i>Polysiphonia</i> sp.	*	*
<i>P. subtilissima</i>		*
<i>Porphyra roseana</i>	*	
<i>Haliptilon cubense</i>		*
<i>Rhipocephalus oblongus</i>	*	*
<i>R. phoenix</i>	*	*
<i>Rosenvigea intricata</i>		*
<i>Sargassum fluitans</i>	*	*
<i>S. hystrix</i> var. <i>buxifolium</i>		*
<i>Sargassum</i> sp.		*
<i>Schizothrix mexicana</i>	*	
<i>Siphonocladus rigidus</i>	*	
<i>Stypopodium zonale</i>	*	*
<i>Taenioma macrourum</i>	*	
<i>Trochoglaeopsis pedicillata</i>		*
<i>Turbinaria</i> sp.	*	
<i>T. tricostrata</i>	*	*
<i>Udotea caribaea</i>	*	*
<i>U. conglutinata</i>	*	
<i>U. dixonii</i>		*
<i>U. dotyii</i>	*	*
<i>U. flabellum</i>	*	*
<i>U. goreauii</i>	*	
<i>U. loensis</i>	*	
<i>U. luna</i>	*	
<i>Udotea</i> sp.		*
<i>U. occidentalis</i>	*	
<i>U. wilsonii</i>	*	
<i>Valonia aegagropila</i>	*	
<i>V. macrophysa</i>	*	
<i>V. uticularis</i>	*	
<i>Ventricaria ventricosa</i>		*
<i>Wrangelia argus</i>	*	*
<i>Wrangelia</i> sp.	*	

Tabla 7. Listado de especies por ambiente en el que se encuentran y el grupo funcional al que pertenecen.

Especie	ambiente	grupo funcional	Especie	ambiente	grupo funcional
<i>Amphiroa fragilissima</i>	3	5	<i>Dictyota divaricata</i>	3	2.5
<i>Amphiroa rigida</i> var. <i>antillana</i>	3	5	<i>Dictyota linearis</i>	3	2.5
<i>Amphiroa tribulus</i>	1	5	<i>Dictyota</i> sp.	3	2.5
<i>Anadyomene stellata</i>	1	2	<i>Dictyota volubilis</i>	1	2.5
<i>Asterocystis ramosa</i>	1	1	<i>Dictyopteris delicatula</i>	1	2.5
<i>Avrainvillea longicaulis</i>	2	6	<i>Dictyosphaeria cavernosa</i>	1	7
<i>Avrainvillea nigricans</i>	2	6	<i>Enteromorpha marginata</i>	1	2
<i>Avrainvillea</i> sp.	1	6	<i>Falkenbergia hillebrandi</i>	1	1
<i>Avrainvillea rawsoni</i>	2	6	<i>Galaxaura oblongata</i>	1	5
<i>Batophora oerstedii</i>	3	1	<i>Galaxaura</i> sp.	1	5
<i>Caulerpa cupressoides</i>	1	6	<i>Gelidiella acerosa</i>	1	3
<i>Caulerpa lanuginosa</i>	2	6	<i>Griffithsia globulifera</i>	3	3
<i>Caulerpa paspaloides</i>	2	6	<i>Griffithsia radicans</i>	1	3
<i>Caulerpa prolifera</i>	2	6	<i>Griffithsia</i> sp.	1	3
<i>Caulerpa racemosa</i>	1	6	<i>Griffithsia tenuis</i>	1	3
<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>peitata</i>	1	6	<i>Halimeda discoidea</i>	1	5
<i>Caulerpa verticillata</i>	1	6	<i>Halimeda goreauii</i>	1	5
<i>Centroceras clavatum</i>	1	1	<i>Halimeda incrassata</i>	3	5
<i>Ceramium byssoideum</i>	3	1	<i>Halimeda monile</i>	2	5
<i>Ceramium fastigiatum</i>	3	1	<i>Halimeda opuntia</i>	1	5
<i>Ceramium fastigiatum</i> f. <i>flaccida</i>	1	1	<i>Halimeda scabra</i>	3	5
<i>Champia parvula</i>	3	3	<i>Halimeda simulans</i>	2	5
<i>Chondria dasiphylla</i>	1	3	<i>Halimeda</i> sp.	3	5
<i>Chondria floridana</i>	1	3	<i>Halimeda tuna</i>	1	5
<i>Chondria</i> sp.	1	3	<i>Halicystis stage of Derbesia oersterhoutii</i>	1	7
<i>Cladophora delicatula</i>	1	1	<i>Halycistis</i> sp.	1	7
<i>Cladophora fuliginosa</i>	1	1	<i>Hypnea cervicornis</i>	1	3
<i>Cladophora</i> sp.	1	1	<i>Hypnea spinella</i>	1	3
<i>Cladophoropsis membranacea</i>	1	1	<i>Hypnea</i> sp.	1	3
<i>Coelothrix irregularis</i>	1	3	<i>Jania adherens</i>	1	5
<i>Crouania</i> sp.	1	1	<i>Jania capillacea</i>	1	5
<i>Dictyota bartayresiana</i>	3	2.5	<i>Jania</i> sp.	2	5
<i>Dictyota cervicornis</i>	3	2.5	<i>Laurencia obtusa</i>	2	3
<i>Dictyota ciliolata</i>	1	2.5	<i>Laurencia papillosa</i>	1	3
<i>Dictyota dichotoma</i>	2	2.5	<i>Laurencia poiteaui</i>	3	3

Tabla 7. Continuación...

Especie	Ambiente	Grupo funcional	Especie	Ambiente	Grupo funcional
<i>Laurencia sp.</i>	3	3	<i>Udo tea goneauii</i>	2	6
<i>Liagora ceranoides</i>	1	3	<i>Udo tea locoensis</i>	2	6
<i>Liagora farinosa</i>	1	3	<i>Udo tea luna</i>	2	6
<i>Lobophora variegata</i>	3	2.5	<i>Udo tea sp.</i>	2	6
<i>Lomentaria rawitscheri</i>	1	3	<i>Udo tea occidentalis</i>	2	6
<i>Oscillatoria lutea</i>	1	1	<i>Udo tea wilsonii</i>	3	6
<i>Padina sanctae-crucis</i>	1	2.5	<i>Valonia aegagropila</i>	1	7
<i>Padina sp.</i>	1	2.5	<i>Valonia macrophyssa</i>	1	7
<i>Penicillus capitatus</i>	2	6	<i>Valonia utricularis</i>	1	7
<i>Penicillus dumetous</i>	2	6	<i>Ventricaria ventricosa</i>	2	7
<i>Penicillus lamourouxii</i>	3	6	<i>Wrangelia argus</i>	1	1
<i>Penicillus pyriformis</i>	3	6	<i>Wrangelia sp.</i>	1	1
<i>Penicillus sp.</i>	1	6			
<i>Polysiphonia howei</i>	1	1			
<i>Polysiphonia fracta</i>	1	1			
<i>Polysiphonia sp.</i>	1	1			
<i>Polysiphonia subtilissima</i>	1	1			
<i>Porphyra roseana</i>	1	1			
<i>Halptilon cubense</i>	1	3			
<i>Rhizocephalus oblongus</i>	2	6			
<i>Rhizocephalus phoenix</i>	3	6			
<i>Rosenvigea intricata</i>	1	4			
<i>Sargassum fluitans</i>	1	4			
<i>Sargassum hystrix var. buxifolium</i>	1	4			
<i>Sargassum sp.</i>	1	4			
<i>Schizothrix mexicana</i>	1	1			
<i>Siphonocladus rigidus</i>	1	1			
<i>Stypodium zonale</i>	3	2.5			
<i>Taenioma macrourum</i>	1	1			
<i>Trochogloeopsis pedicillata</i>	1	3			
<i>Turbinaria sp.</i>	1	4			
<i>Turbinaria tricastata</i>	1	4			
<i>Udo tea caribaea</i>	2	6			
<i>Udo tea conglutinata</i>	2	6			
<i>Udo tea dixoni</i>	3	6			
<i>Udo tea dotyii</i>	2	6			
<i>Udo tea flabellum</i>	2	6			

Tabla 6. Cuadro de grupos funcionales.

1. Algas filamentosas (uniseriados)
2. Algas foliosas (una sola capa)
2.5 Algas corticadas foliosas
3. Macrofitas corticadas
4. Macrofitas correosas
5. Algas calcáreas articuladas
6. Algas cenocíticas
7. Algas globulares

Tabla 8. Tabla de contingencia en donde se muestran las agrupaciones de los grupos funcionales por ambiente, 1- Arrecife, 2- Laguna arrecifal y 3- Ambos.

Gpo. Funcional/Ambiente	1	2	3	Total
1	20	0	3	23
2	2	0	0	2
2.5	5	1	7	13
3	17	1	4	22
4	6	0	0	6
5	9	3	5	17
6	6	18	5	29
7	6	1	0	7
total	71	24	24	119

Tabla 9. Valores morfológicos y morfométricos para todas las especies según ambiente.

Caracter Morfológico/ ambiente	Arrecife	Laguna	Ambos
Tamaño	1.2 - 7.2 cm	2.9 - 21.9 cm	1.7 - 9.1 cm
Forma del talo	E-84.6%	E- 87.5%	E- 0%
Ramificación	N- 18.03 %	N- 75 %	N- 25%
Gregarismo	S- 37.2 %	S- 54.9%	S-42.1 %
Presencia de CaCO ₃	no/ 85.9 %	no/ 46.4 %	no/ 58.3
	P- 15.4%	P- 12.5%	P- 100%
	R- 55.7 %	R- 16.6 %	R- 54.1%
	R- 18.6 %	R- 37.5 %	R- 31.5 %
	si/ 14.1 %	si/ 53.6 %	si/ 41.7 %
	M- 26.2 %	M- 8.4 %	M- 20.8 %
	M- 44 %	M- 8.3 %	M- 20.8 %

E- erecto, P- postrado, N- nada, S- solitario, R- regular, M- mucho (a).

Tabla 10. Especies características por ambientes trabajados en donde se muestran los caracteres estudiados.

Carácter morfológico / Especie	Tamaño (cm)			Forma del talo	Ramificación	Gregarismo	Crecimiento	Sistema de fijación	Anatomía	CaCO3
	Chico	Mediano	Grande							
Arrecife										
<i>Amphiroa tribulus</i>	1.2	4.6	7.2	erecto	mucho	mucho	unitario	Pie de fijación	Medular	si
<i>Caulerpa verticillata</i>	2.9	3.2	4.1	hetero	mucho	mucho	clonal	Estolones	Medular	no
<i>Gelidella acerosa</i>	2.1	3.6	6.1	hetero	mucho	mucho	clonal	Prolongación celular	Medular	no
<i>Halimeda goreauii</i>	3.2	4.1	5.1	erecto	mucho	poco	unitario	Sistema rizoidal	Cenocítica	si
<i>Hypnea cervicornis</i>	2.3	4.4	5.2	erecto	mucho	mucho	unitario	Pie de fijación	Medular	no
Laguna										
<i>Avrainvillea longicaulis</i>	3.7	12.3	21.9	erecto	ninguna	mucho	unitario	Sistema rizoidal	Cenocítica	no
<i>Caulerpa lanuginosa</i>	2.9	5.2	6.5	hetero	poca	poco	clonal	Estolones	Cenocítica	no
<i>Halimeda monile</i>	3.7	7.8	10.9	erecto	poca	mucho	unitario	Sistema rizoidal	Cenocítica	si
<i>Penicillus capitatus</i>	5	7.3	13.5	erecto	ninguna	regular	unitario	Sistema rizoidal	Cenocítica	si
<i>Udotea caribaea</i>	3.7	5.2	8.6	erecto	ninguna	regular	unitario	Sistema rizoidal	Cenocítica	si
Ambos ambientes										
Laguna										
<i>Rhypocephalus phoenix</i>	2.3	4.1	5.8	erecto	ninguna	regular	unitario	Sistema rizoidal	Cenocítica	si
<i>Styopodium zonale</i>	1.7	2.95	7.6	erecto	ninguna	solitario	unitario	Pie de fijación	Laminar	no
<i>Udotea dixonii</i>	3	5.4	7.55	erecto	ninguna	poco	unitario	Sistema rizoidal	Cenocítica	si
Arrecife										
<i>Rhypocephalus phoenix</i>	5	8	12	erecto	ninguna	solitario	unitario	Pie de fijación	Cenocítica	si
<i>Styopodium zonale</i>	2	3.5	8.1	erecto	ninguna	poco	unitario	Pie de fijación	Laminar	no
<i>Udotea dixonii</i>	2.6	4.5	9.1	erecto	ninguna	solitario	unitario	Pie de fijación	Cenocítica	si

5. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES.

5.1. Aspecto ficoflorístico.

Se encontró una diferencia sustancial entre el número de especies registradas anteriormente (263 spp) para el arrecife de Puerto Morelos (Collado-Vides, et al., 1997) y las encontradas en este trabajo (107 spp).

El presente estudio se compara con el trabajo de Collado-Vides, et al., (1997) que registra una lista completa de especies obtenida de la conjunción de listados de 10 autores diferentes. Entre los autores recopilados y el presente estudio autores se encuentran diferencias considerables en el número de registros, estos pueden deberse principalmente a la errónea determinación de las especies, sobre todo aquellas que tienen problemas taxonómicos, tales como serían *Polysiphonia* (Greville), *Laurencia* (Lamouroux), *Udotea* (Lamouroux) o *Halimeda* (Lamouroux), que al tiempo del presente estudio, no se ha resuelto la ubicación taxonómica de los géneros antes mencionados. Otra diferencia importante es la intensidad del trabajo taxonómico llevado a cabo, en algunos estudios solamente las algas conspicuas fueron determinadas, mayores de 3 cm (Torres, 1990), en contraste de otros que incluyeron especies pequeñas de difícil determinación (Gómez - Pedrozo, 1987, y otros). En este estudio no se incluyeron especies unicelulares ni costrosas, lo que aumenta una diferencia más en los listados que si las incluyen.

Cabe señalar que los métodos de colecta se hicieron en diferentes épocas y meses del año, por lo que es difícil discernir entre una ausencia de las especies por su propia estacionalidad o a su ausencia en el arrecife. Así mismo algunos estudios se han llevado a cabo después de perturbaciones intensas, como es el caso de Torres (1991) que hizo sus colectas después de pasado el Huracán Gilberto (Septiembre, 1988), por lo que las diferencias en las especies enlistadas pueden ser sustanciales antes y después del disturbio. También el presente estudio considera este tipo de diferencias, ya que las colectas de 1995 se llevaron a cabo meses después del paso del Huracán Roxana, no obstante este tipo de disturbio no se presenta para el año de 1996, sin embargo la diferencia significativa es la época del año en la que se hizo la colecta. Consideramos que la escala a la que se llevo a cabo el presente estudio fue la adecuada en cuanto a la obtención de las especies para cubrir los objetivos, ya que incluye dos años de determinación de ejemplares y dos épocas del año diferentes.

Se observa en estos listados la diferencia que hay entre las especies que componen a cada ambiente. La División Rhodophyta es la que se encuentra mejor representada en el arrecife y la División Chlorophyta en la laguna.

El enlistar la ficoflora del Sistema arrecifal de Puerto Morelos resulta de importancia para los objetivos de este trabajo ya que según lo propuesto por González-González (1992) el conocimiento de la composición ficoflorística de cada conjunto de condiciones (ambiente) permite no sólo la descripción y el entendimiento de las interacciones particulares y globales de la dinámica de la comunidad como un evento de diversidad, sino que también se incrementa la posibilidad de hacer predicciones más precisas, por la cantidad de información que trae detrás el listado de especies que tipifica cierto conjunto de condiciones y características del ambiente.

5.2. Aspecto de la distribución.

Un análisis de la estructura comunitaria de los organismos arrecifales debe contemplar los parámetros físicos más importantes que pueden afectar su distribución y abundancia y que pueden servir de base para comparar e interpretar las relaciones que existen entre los diferentes tipos de organismos que forman el ambiente arrecifal (Jacome, 1992).

- Distribución dentro del arrecife y laguna.

Las especies que se encuentran en el arrecife son distintas de las de laguna, no obstante, hay algunas que se comparten en los dos ambientes. Merino y Otero, 1991 proponen que el arrecife y la laguna, que no tienen ningún tipo de barrera física entre ellos, presentan características físicas similares, no obstante, la composición florística que se presenta en ambos ambientes es distinta, por lo tanto estos se deben de considerar como dos ambientes diferentes, lo cual concuerda con las observaciones que se llevaron a cabo con buceo autónomo.

Es interesante señalar que la frecuencia de aparición es baja en el arrecife, se sabe que los lugares con alta heterogeneidad espacial esto es frecuente, lo cual se cumple para este sistema arrecifal, ya que el arrecife es altamente heterogéneo contrariamente a lo que sucede en la laguna.

Contrariamente a lo propuesto en este trabajo, en donde solo se ubican dos grandes ambientes está el trabajo de Torres (1991) que propone que en este sistema arrecifal es posible distinguir 5 zonas física y biológicamente diferentes entre sí, dos de las cuales están a su vez divididas en subzonas. Los parámetros físicos que delimitan su zonación son: profundidad, tipo y textura del sustrato y los factores bióticos tales como flora y fauna más conspicua (y las interacciones inherentes a la comunidad).

El estudio de Torres (1991) indicó diferencias aún dentro de las mismas zonas delimitadas por lo que no es claro un patrón de zonación. Con el tipo de colecta utilizado en el presente estudio se muestra que existen ambientes diferentes que no reflejan la zonación propuesta. Por otra parte también León (1980) divide por gradientes y zonas, solo coincidimos en el punto de que es el sustrato un elemento fundamental para la distribución de las especies.

Sin embargo no todas las especies son exclusivas de algún ambiente, se puede observar en la tabla 3 que especies tales como *Ceramium byssoideum*, *Champia parvula*, *Dictyota divaricata*, *Halimeda scabra*, *H. incrassata*, *Laurencia poiteaui*, *Penicillus lamouroux*, *Rhipocephalus phoenix*, *Udotea dixonii* se encuentran compartidas en ambos lugares, esto es interesante ya que esto significaría que tanto en la laguna como en el arrecife hay condiciones que se asemejan y que permiten a estas especies encontrarse en los dos ambientes, por ejemplo *C. byssoideum* se considera como un alga epífita, que encuentra en donde epifitarse tanto en el arrecife en otras especies de algas, como en la laguna, cuyo sustrato ideal pueden ser las algas cenocíticas o los pastos marinos, se conoce que algunos autores tales como González-González (1992) encontraron a las algas epífitas conformando comunidades "especiales" epífitas cuya abundancia y conspicuidad es mayor en microambientes o cuando el vigor de las algas que sirven de sustrato disminuyen notablemente su tamaño y su vigor. Contrariamente *P. Lamouroux* se encuentra típicamente en laguna, sin embargo se puede tener en el arrecife sedimentación de arena y si además ésta presenta plasticidad se podrá encontrar en el arrecife.

Por otra parte tenemos especies que predominan en un ambiente específico, como ejemplo podemos nombrar a *Caulerpa racemosa*, que se encuentra recurrentemente en el arrecife (Observación personal), no obstante que en los muestreos solo apareció una vez, ya que esta especie se encuentra en áreas de difícil acceso como son paredes verticales que en raras ocasiones caen en los cuadrantes.

Cabe mencionar que en estudios anteriores se ha mencionado la preferencia que presentan las especies por el tipo de sustrato, León (1980) propone que para la mayoría de las especies el sustrato rocoso es el idóneo, no obstante cada especie tiene requerimientos de sustrato específicos. Esto hace suponer que el factor determinante para indicar una diferencia entre la composición de especies entre el arrecife y la laguna sea el sustrato que se encuentra en cada ambiente, siendo el sustrato rocoso característico del arrecife y el sustrato arenoso característico de la laguna arrecifal.

De esta manera podemos nombrar que hay dos comunidades: la comunidad de arrecife que se encuentra sobre sustrato duro y la comunidad de laguna que se encuentra en sustrato arenoso.

Es evidente que la escala y tipo de muestreo permiten visualizar distintos patrones de distribución. Con el presente estudio se logró detectar diferencias a nivel de arrecife y laguna, y observar algunas diferencias de composición que pueden caracterizar microambientes.

Esto es porque se ha observado que dentro de cada uno de los ambientes antes mencionados, las condiciones como tipo de sustrato, desniveles, pendientes, sedimentación, fuerza del oleaje, pueden presentar variaciones, originando con ello la presencia de patrones más particulares en el ambiente, si éste a su vez se visualiza como una unidad espacio-temporal donde se expresa una determinada comunidad algal en conjunto con las condiciones ambientales que posibilitan su aparición, el tamaño de los ambientes va a depender de la homogeneidad y continuidad de los valores de los gradientes de los microfactores. Entre los microfactores que más influyen se encuentran el efecto del oleaje, iluminación, microrelieve, tipo de sustrato, profundidad, a lo cual llamamos microambientes.

- Aspecto de la distribución dentro del arrecife.

Las observaciones realizadas en campo y la posterior observación de las fotografías, nos muestran que el arrecife es un ambiente heterogéneo que presenta cuevas, formadas por los diferentes crecimientos de coral, que a su vez representan rugosidades diferentes en la topografía, así como sedimentación de arena y cada uno de estos lugares presenta un grado de irradiación, profundidad y oleaje diferente. Esto conforma diferentes microambientes relacionados con una distribución heterogénea de los parámetros ambientales, tanto abióticos como bióticos, lo cual concuerda con León (1980). Estas diferencias en la microtopografía del lugar hacen que la distribución de las especies se presente conforme a los requerimientos de cada una de ellas.

Por ejemplo, se sabe que las algas rojas (que se encuentran en una mayor proporción en el arrecife), prefieren los sustratos duros sobre los sustratos arenosos en su gran mayoría, además se conoce de su mejor crecimiento en zonas en donde la acción de las olas es consistente, si bien la perturbación no es muy grande, y en donde crecen con mayor facilidad que en otros ambientes, así mismo la colonización por esporas es mayor en medios en donde las irregularidades de la microtopografía del sustrato retienen a estas.

Por otra parte tenemos que uno de los factores determinantes de la riqueza de especies en diferentes comunidades es de acuerdo con Pianka (1974) y Menge y Sutherland (1976) la heterogeneidad espacial ya que en sitios en que esta se presenta, además de encontrarse un mayor número de microhábitats, la disminución en la eficiencia de la depredación permite la sobrevivencia de especies poco frecuentes o abundantes. Si se considera además, que algunos de los parámetros de mayor importancia que

determinan la heterogeneidad espacial en las comunidades bentónicas (Denhartog, 1972; Dahl, 1973), son la topografía local y la diversidad de sustratos, se puede esperar que en lugares donde esto es claro se observe una mayor riqueza de especies. Los datos obtenidos muestran que hay en estos puntos se encuentran asociaciones, éstas son la mínima expresión de una conjunción eventual de individuos y poblaciones de varias especies, siendo la mínima unidad estructural, funcional y operativa que permite hacer relaciones, analogías y comparaciones de unidades equivalentes (González-González, 1992), sin embargo, en este punto es importante considerar que las especies que marcan estas asociaciones aparecen escasamente, por lo que es difícil que sean consideradas como tales, ya que no tienen el mismo valor estas especies de presencia aislada, por lo que considero que la escala no permite hablar de asociaciones que tipifiquen algún ambiente característico que nos lleve a algún patrón en las asociaciones.

No obstante es claro que se puede hablar de una serie de multifactores que a su vez varían, por lo que se puede pensar que cada vez se pueden conformar microambientes que pueden contener comunidades que se traslapen entre sí.

- *Aspecto de la distribución dentro de la laguna.*

La diferencia más notable entre la laguna somera y la laguna profunda es la profundidad, sin embargo no hay una clara asociación entre las especies y las estaciones de colecta que se denoten un límite entre éstas dos, por lo que se puede pensar que también la laguna arrecifal, a pesar de presentar las mismas condiciones ambientales en la mayoría de sus puntos tales como son el sustrato y la cantidad de luz, es un ambiente heterogéneo.

La heterogeneidad de la laguna se da por los "blanquiales" de arena que se presentan y por los "parches" de pastos de diferentes especies, también se presentan parches de gorgonáceos que pueden influir en las diferencias ambientales del sistema, ya que estos representarían un sustrato ideal para algas que requieran de un sustrato duro, así mismo las propias algas sifonales calcáreas de la laguna, tales como *H. incrassata* o *H. monile*, representan un sustrato duro para ciertas algas características del arrecife o por ejemplo *Avrainvillea* sp. que es un sustrato excelente para *Lobophora variegata* (Rodríguez, 1997).

Por otra parte hay algas que son de sombra y estas son por ejemplo *Caulerpa lanuginosa* y *C. cupressoides*, en donde esta última es considerada como de sombra y crece donde hay mayor cantidad de pastos que la protejan de la irradiación, al contrario de *C. cupressoides* que crece en blanquiales de arena en donde la irradiación es alta (Collado-Vides y Robledo, 1997).

La comunidad de laguna fue delimitada por el sustrato, sin embargo parece no ser éste el factor que delimite a la comunidad dentro de la propia laguna, ya que hay heterogeneidad el factor determinante puede ser la flora acompañante, que en este caso son los parches de *Thalassia* y *Siryngodium* y a su vez la ausencia de éstos en los blanquizales, lo cual formaría un mosaico de pequeñas comunidades.

- *Estacionalidad.*

Fué difícil encontrar un patrón en la estacionalidad de las especies para las épocas de muestreo de este trabajo, sin embargo se tienen referencias anteriores de estas épocas del año.

Como se mencionaba en la descripción del área de estudio, en Puerto Morelos se presenta la época de lluvias, de secas y de nortes, es posible pensar que estas épocas del año no estén tan bien delimitadas en cuanto a la flora ficológica se refiere.

Se conoce que en los trópicos en invierno el número de especies de algas es mucho mayor, y estos aumentos en el número parecen no estar relacionados con latitud ni temperatura, por lo que se piensa que estas son perennes, por otra parte es importante mencionar que la incidencia de la luz en el submareal esta relacionada con la época del año, ya que es menor su incidencia en invierno, por lo tanto la flora consiste de anuales estacionales. Así mismo los disturbios estacionales en el sustrato tienen un efecto similar (Kain, 1990)

Hay que mencionar que el hecho de que no se registraron cianofitas en el mes de noviembre, puede ser claramente un error en la determinación de las especies, así como la ausencia de otras especies pertenecientes a las clorofitas como son las pertenecientes al género *Udotea* pueden ser también de error en la determinación, al no aparecer estas en el mes de noviembre, y si estar reportadas en trabajos anteriores (Collado-Vides, Et al. 1997) además de ser especies de dificultad taxonómica.

La manera en que se presenta la estacionalidad dentro de las comunidades es notoria, cuando se llevan a cabo estudios que permitan observarla, sin embargo, no se puede nombrar a una comunidad propia de algún tiempo, ya que no se consideran suficientes las observaciones hechas en este sentido. Sin embargo se propone que las comunidades, así como cambian especialmente deberán presentar algún cambio en la estacionalidad, que se asocie a determinado factor que puede ser tanto biótico como abiótico.

5.3. Aspecto grupo funcional.

Los grupos funcionales utilizados en el presente estudio muestran una distribución según el ambiente, aún cuando Phillips *et al.* (1997) no recomiendan su uso para comunidades ubicadas en ambientes de alta heterogeneidad espacial. Para éstos autores los grupos funcionales resultan insuficientes en la interpretación de los datos. Sin embargo, ellos también proponen que estos grupos pueden y deben ser revisados si es que son utilizados en este sentido. Por lo tanto consideramos que el incluir otros dos grupos funcionales a la clasificación realizada por Steneck & Dethier (1994) resultaba importante para poder continuar con el análisis, de tal manera que todas las morfologías fueran incluidas.

En la escala en la que se realizó este estudio, es evidente que existe una distribución diferencial de estos grupos y que no es casual, ya que en el arrecife las formas más importantes fueron las filamentosas y en la laguna las algas cenocíticas, de donde se infiere que las características de cada ambiente son preponderantes en esta distribución. A nivel microambiental la caracterización no pudo ser hecha dado que el método de colecta no fue diseñado con este fin.

Incidentalmente los grupos funcionales parecen coincidir con las divisiones, sin embargo, esto sería contradictorio a la teoría propuesta en los grupos funcionales, por lo que propongo que las especies encontradas en este trabajo pueden todavía ser complementadas y ampliar las observaciones de los grupos.

5.4. Aspecto de características morfológicas.

Resulta interesante el hecho de que a pesar de no existir una barrera física entre la laguna y el arrecife ambos ambientes presenten diferencias notables tanto en la composición de las especies como en los caracteres morfológicos de las mismas según el ambiente en el que se encuentren.

En el arrecife las algas son de tamaño pequeño (menos de 10 cm de alto) con fuertes estructuras de fijación al sustrato, tales como discos basales en *Laurencia papillosa* y *Halimeda discoidea*, o fuertes prolongaciones celulares de tamaño corto tales como *Caulerpa racemosa* y *C. verticillata*. Algunos talos arbustivos se encuentran creciendo sobre los corales como *Gelidiella acerosa* que es un alga estolonífera, siempre más pequeña que aquellas de laguna. *Turbinaria turbinata*, y *T. tricostata* son excepciones en la tamaño, ya que pueden medir mas de 10 cm. Pero su talo es flexible y tiene haptera muy fuertes que las fijan al sustrato. La laguna está caracterizada por algas verdes cenocíticas (Figura 4, tabla 4) de tamaño larga (arriba de 30 cm), con buenos sistemas rizoidales que les permiten crecer en arena, tales como *Penicillus capitatus*, *Avrainvillea nigricans*, *Udotea* spp, *Halimeda* spp. y algas

estoloníferas tales como *C. prolifera*. Estas especies crecen en parches de diferentes densidades, mezclados con pastos marinos, las algas que tienen pie de fijación son encontradas en corales o rocas distribuidas azarosamente en la laguna, estas son como *Laurencia* spp. *Dictyota dichotoma* puede crecer postrada cubriendo diferentes extensiones de sustrato duro.

En esta tabla se observan mas claramente las diferencias entre las características de las algas, sin embargo, el tipo de crecimiento no muestra algún patrón que se diferencie en ambos los ambientes. Es notorio que las especies que están en ambos ambientes modifican algunos caracteres morfológicos al presentarse en cada ambiente. Por ejemplo especies como *Udotea dixonii* y *Rhipocephalus phoenix*, presentan en la laguna sistema rizoidal en tanto que en el arrecife presentan pie de fijación.

Los resultados muestran una clara diferencia de los caracteres morfológicos asociados a cada ambiente. Por ejemplo, el arrecife se caracteriza por especies pequeñas y ramificadas con estructuras de fijación al sustrato de tipo de disco basal y/o prolongación celular. En contraste la laguna se caracteriza por especies de tamaños mayores, con poca o nula ramificación y sistemas rizoidales como estructuras de fijación al sustrato.

Observando detenidamente la tabla de morfología de las algas puedo encontrar un patrón claro en el tamaño que presentan las algas que describo, las de arrecife son de tamaño más pequeño que las encontradas en la laguna y viceversa. Al tomar en cuenta que la intensidad de oleaje es mayor en el arrecife, las especies de tamaño menor pueden tener mejor sobrevivencia (Carrington, 1990).

Se tiene que las algas están mas ramificadas en el arrecife, contrariamente a la laguna en donde la ramificación es muy poca, esto se explica por la alta intensidad del oleaje que hay en el arrecife, lo cual concuerda con lo consultado en la bibliografía para otros arrecifes de este tipo (Kane, 1990). La ramificación da a las algas la capacidad de reflejar el oleaje, además de que les confiere mayor flexibilidad, contrariamente a lo que sucede en la laguna en donde, debido a la profundidad, la intensidad del oleaje puede ser despreciada.

El gregarismo, que se presenta con un porcentaje muy alto en el arrecife, confiere a las algas capacidad para prevenir perdida de tejidos por la alta intensidad del oleaje y además protege contra el forrajeo, que se supone intensivo en el arrecife, contrariamente en laguna las algas tienden a crecer solitarias, entremezcladas con los pastos marinos. Por otro lado en el arrecife las intensidades lumínicas son altas y el gregarismo es una forma de evitar la fotoinhibición o fotodestrucción (Hay, 1981).

No obstante que se pensaba que es el arrecife el que presenta una alta intensidad en el forrajeo, la presencia de carbonato de calcio no es importante en él y si se presenta en la laguna, por lo que es necesario hacer estudios de herbivoría para este arrecife en particular. Algunas observaciones realizadas en campo y comunicaciones personales, sugieren que la laguna puede ser objeto de intenso forrajeo durante algún momento del día, lo que hace que las algas que allí habitan presenten este mecanismo de protección. Por otro lado en el arrecife las especies presentes pueden presentar defensa contra la herbivoría de tipo químico. Puerto Morelos es la localidad de las costas de México hasta ahora estudiadas que presenta el valor mas alto en especies con actividad biológica (De Lara, 1997). La razón por la cual es mayor la presencia de carbonato de calcio en la laguna que en el arrecife, es por un intenso forrajeo, sin embargo, no se debe de olvidar que aún se debate la posibilidad de que este carácter morfológico no tenga ninguna influencia de la presión de herbivoría.

De las especies que se presentan en ambos ambientes es notorio que *Rhipocephalus phoenix* y *Udotea dixonii* tienen una morfología distinta dependiendo del lugar en el que se encuentren, esto sugiere que su forma cambia acorde al ambiente en el que se encuentren. Al encontrarse esta en arrecife el sustrajo es duro, la intensidad del oleaje fuerte y hay mucha luz, contrariamente a lo que se tiene en la laguna en donde el sustrato es arenoso y presenta una masa rizoidal bien desarrollada, además de una tamaño más grande. Esta capacidad de modificar su morfología favorece que estas especies amplifiquen su patrón de distribución (Crikc 1985).

Por el contrario *Stypopodium zonale* no cambia su morfología por encontrarse en la laguna, esto me indica que esta especie es típica de arrecife y que al encontrarla en la laguna probablemente se encontraba en una zona de sustrato duro igualando las características que se encuentran en el arrecife.

El arrecife es un ambiente altamente heterogéneo, con una gran riqueza de especies y poca frecuencia de aparición de las mismas, por el contrario en la laguna encontramos que la riqueza es poca y que la frecuencia de aparición de las algas es mucha, sin embargo la laguna no se encuentra como un ambiente del todo homogéneo, por lo que creo que es el sustrato el que marca estas notables diferencias en la escala trabajada. Toda homogeneidad o heterogeneidad de las comunidades algales y toda continuidad o discontinuidad florística del lugar, explican y son explicadas por la homogeneidad o heterogeneidad ambiental de la misma región y por la propia capacidad de respuesta de las especies, lo cual puede llevarlas y agruparlas funcionalmente, de igual forma la variación de la forma de expresión puede caracterizar los dos ambientes contrastantes.

Sin embargo, creemos que las comunidades no pueden ser delimitadas arbitraria y tajantemente, ya que la naturaleza siempre se encuentra en constante movimiento, pero la delimitación de éstas en el papel posibilitan la transmisión del conocimiento para poder relacionar, discriminar, generalizar y de ésta forma tratar de entender como funcionan las comunidades en la naturaleza.

6. PERSPECTIVAS.

Dada la importancia de los sistemas arrecifales como grandes productores primarios y al mismo tiempo como grandes recursos turísticos, considero importante hacer todos los estudios que nos lleven a un mejor entendimiento de estos sistemas.

Así pues, el hecho de complementar listados ficoflorísticos con estudios de las comunidades que nos enseñen la distribución de las macroalgas en estos lugares, sugiere que siempre está la posibilidad de encontrar nuevas especies antes no registradas.

Considero que es sumamente interesante hacer estudios de la distribución en algas, ya que debido a su importancia antropogénica son los peces y los corales los organismos mas estudiados dentro de los sistemas arrecifales, sin embargo, al igual que los corales, las algas son las que dan estructura al sistema arrecifal y por lo tanto son la base del funcionamiento del mismo. Por otro lado son las algas las que realzan la belleza de estos paisajes naturales.

Propongo la elaboración de varios estudios a corto, mediano y largo plazo y que consideren diferentes escalas de estudio, así como escalas de los factores ambientales.

A corto plazo, propongo la realización de un estudio que involucre las relaciones de depredación en esta parte específica del Caribe, para poder complementar la información de la distribución de las especies algales. Esto se requiere para entender la presencia de CaCO_3 en la laguna y no así en el arrecife.

Por otro lado el estudio intensivo de los grupos morfo-funcionales, complementaria de igual forma a estos estudios de distribución ya que a través de ellos podemos entender el valor funcional de las morfologías encontradas.

Considero que los estudios en una escala semejante a la utilizada en este estudio no aportarían mucha información relevante, sin embargo, recomiendo el estudio detallado de zonas características y específicas que incluyan varios niveles de observación, tal como sería llevar a cabo un mapeo intensivo en

alguna zona del arrecife, lo cual indique detalladamente las condiciones para las especies en este arrecife y permita reconocer los diversos microambientes que lo conforman.

A mediano plazo estudiar la estructura de las poblaciones que conforman a la comunidad resulta de importancia para entender las interacciones que se llevan a cabo con el medio y con los demás organismos.

De la misma forma, un proyecto intensivo que cubra la estacionalidad de las especies es propuesto. Para esto la observación detallada en cuadrantes fijos serviría para estos fines, además de ser estudios a largo plazo que incluyan las diferentes épocas del año sugeridas para Puerto Morelos, lo cual incluiría también las perturbaciones ocasionadas por nortes y huracanes.

Sería importante también encontrar la forma de estudiar los ciclos de vida algales para poder hablar entonces de su estacionalidad.

7. REFERENCIAS.

- Abbott, A. I. 1978. How to know the seaweeds. U.S.A. Second edition. 142 pp.
- Begon, M; J. L. Harper & Townsed, R.C. 1986. Ecology: Individuals, population, and communities. Fac. Ciencias. U.N.A.M. 1530 pp.
- Bradshaw, A. D. 1965. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Adv. Gente.* 13:115-55.
- Bula-Meyer, G. 1980. *Cladophyllum schnetteri*, a new genus and species for Sargassaceae (Fucales, Phaeophyta) from the Caribbean Coast of Colombia. *Botánica Marina* Vol XXIII:555-562.
- Carmona, J. J., M. A. Hernández. 19???. Ficología. Manual de términos ilustrados. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, UNAM. 81 pp.
- Carrington, E. 1990. Drag and dislodgment of an intertidal macroalga: consequences of morphological variation in Mastocarpus papillatus Kutzing. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 139:185-200.
- Collado-Vides, L. 1992: Estudio arquitectónico-fisionómico de las lagas del Sistema Laguna de Nichupté, Q. Roo, México. Tesis doctoral, Fac. Ciencias, UNAM, México, 74 pp.
- Collado-Vides, L. y J. González- González. 1993. Macroalgas del Sistema Lagunar de Nichupté, Quintana Roo. 752-760 pp. In *Biodiversidad Marina y Costera de México*. S. I. Salazar- Vallejo y N. E. González (eds.) Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO, México, 865 pp.
- Collado-Vides, L. y J. González- González y E. Ezcurra. 1995. Patrones de distribución ficoflorística en le sistema lagunar de Nichupté, Quintana Roo. *Acta Botánica Mexicana.* 31:19-32.
- Collado-Vides, L., I. Ortigón, L. Comba- Barrera, A. Senties, J- González-González. *Enviado 1997.* Macroalgae of Puerto Morelos Reef, Quintana Roo, Mexican Caribbean.
- Collado-Vides, L. y D. Robledo. (enviado *J. of Phycology*). Morphology and photosynthesis of Caulerpa in relation to growth strategies.
- Comba-Barrera, L. 1996. Estudio Morfo-Anatómico del Género *Udotea* (Lamouroux) en algunas

- localidades del Caribe Mexicano y la Plataforma Noroccidental de Cubana. Tesis. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. 72pp.
- Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forest and coral reef. *Science*. 199:1302-1310.
- Craik, W., R. Kenchington y G. Kelleher. 1990. Coral Reefs. In: Dubinsky, Z. (Ed.) *Ecosystems of the World. Coral Reef*. Elsevier. New York. 533pp.
- Crick, J. C. 1985. The Role of Plasticity in Resource Acquisition by Higher plants. University of Sheffield: PhD Thesis.
- Dahl, A. L. 1973. Benthic algae ecology in a deep Reef and Sand habitat of Puerto Rico. *Botánica Marina*. 16:171-175.
- Dawes, C. J. 1986. *Botánica marina*. Limusa. México. 673 pp.
- Dachary, D. M. y H. Burne. 1984. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. Wiley International edition. U.S.A. 547 pp.
- De Lara, I. G. 1997. Las macroalgas marinas como fuente de sustancias biológicamente activas, una evaluación para las costas Mexicanas. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. U. N.A.M. 146pp.
- Díaz-Pfierner, 1969. Distribution of the marine benthic flora of the Caribbean sea. *Carib. J. Sci.* 9(3-4):151-178.
- Dreckman, K., I. Stout, A. Senties . 1996. Lista actualizada de las algas marinas bentónicas de Puerto Morelos, Quintana Roo, Caribe Mexicano. *Polibotánica*. 3:1-17.
- Elliot, J. M. 1983. Statistical Analysis of samples of Benthic Invertebrates. *Freshwater Biological Association. Scientific Publication no. 25*. 159pp.
- Ezcurra, E. 1984. The vegetation of El Pinacate, Sonora. A quantitative study. Unpublished Ph. D. Thesis, Univ. Coll. Of North Wales, Bangor, U.K. 117 pp.
- Ezcurra, E., R. Felger, A. Russell y M. Equihua. 1988. Freshwater Islands in a Desert Sand Sea: The Hidrology, Flora, and Phytogeography of the Gran Desierto Oases of Northwestern Mexico. *Desert Plants* 9:35-44/55-63.

- García, E. 1964. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen Adaptada para la República Mexicana. Instituto de Geología, U.N.A.M. México.
- Garza- Barrientos, A. M. 1976. Primeras consideraciones referentes a la flora marina del sureste de la República Mexicana. Memorias del II Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica. Universidad de Oriente, Cumana, Venezuela p. 7-25.
- Gómez-Pedrozo, C.A. (1987). Taxonomía y variaciones espacio-temporales de las algas marinas bentónicas de Puerto Morelos, Quintana Roo. Tesis profesional, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada. 65pp.
- Gómez, P. Y G. Green. 1984. Sistemática de las esponjas marinas de Puerto Morelos, Quintana Roo, México. An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. De México. 11(1):65-90.
- González, R. I. 1982. Interacción de la Ecología en el desarrollo. C.I.Q.R.O. Pto. Morelos, Quintana Roo. 197 pp.
- González-González, J. 1992. Estudio florístico ecológico de ambientes y comunidades algales del litoral rocoso del pacífico tropical mexicano. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. 167 pp.
- González -González, J. M. Gold-Morgan, H. León-Tejera, C. Candelaria, D. León -Alvarez, E. Serviere-Zaragoza y D. Fragoso. (1996): Catálogo Onomástico y Bibliografía indexada de las Algas Bentónicas Marinas de las Costas de México. Laboratorio de Ficología, Fac. Ciencias, UNAM.
- Goreau, T.F. 1979. Corales y arrecifes coralinos. Investigación y Ciencia. 37:48-60.
- Gower, J. C. 1966. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. Biometrika. 53:323-338.
- Green, G. 1977. Antibiosis in Marine Sponges. FAO. Fish. Rep. 200:199-205.
- Grime, J. P. 1979. Plant Strategies and Vegetation Processes. Wiley, Chichester.
- Gutiérrez - Carbonell, D. Lara-Pérez, M. Padilla- Souza, C. Pizaña- Alonso, J. García -Beltrán, G. Loreto-Viruel, R. M. Camarena - Luhrs, T. 1995. Caracterización de los arrecifes coralinos en el corredor

"Cancún-Tulum", Quintana Roo, México. Sian Ka'an serie de documentos. 4:3-39.

Hay, M. 1981. The functional morphology of turft-forming seaweeds: persistence stressful marine habitats. *Ecology*. 62:739-750.

Hay, M. E. 1986. Functional Geometry of seaweeds: ecological consequences of thallus layering and shape in constraining light environments. En: Givnish T. J. (ed.) *On the economy of plant form and function*. 17:635-666.

Hughes, R. G. 1985. Population dynamics based on individual size rather than age: a general model with a reef coral example. *Am. Nat.* 123(4):778-795.

Hughes, R. G. 1986. Theories and Models of species abundance. *Am. Nat.* 128(6):879-899.

Hutson, M. A. 1979. A general hypothesis of species diversity on coral reefs. *Am. Nat.* 113:81-110.

Hutson, M. A. 1985. Patterns of Species diversity on Coral Reefs. *Ann. Rev. Ecol.* 16:149-177.

Huerta, M. L. C. Mendoza -González y L.E. Mateo- Cid .1987. Avance sobre un estudio de las lagas marinas de la Península de Yucatán. *Phytología*. 62 (1):23-53.

IUCN/UNEP. 1988. Coral reefs of the world. In: Susan M. Wells. (Ed.). Vol. 1:Atlantic and Eastern Pacific. United Nations Environment Program. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN).

Jackson, J. B. 1977. Competition on marine hard substrate: The adaptative significances of solitary and colonial strategies. *Am. Nat.* 11(998):743-767.

Jackson, J. B. & R. G. Hughes. 1985. Adaptative strategies of coral reefs invertebrates. *Am. Sci.* 73: 265-274.

Jacome, L. P. 1992. Análisis de las comunidades malacológicas asociadas al arrecife Anegada de Afuera, Veracruz, México. Tesis. Facultad de Ciencias, UNAM.

Joly, A. B. 1953. Scientific results of the "Balpendi" and "Vega" cruise to the Trinidad Island. *Bol. Inst. Oceanog.* SP 4(1-2): 147-156.

Jordan, E. 1979. Estructura y composición de arrecifes coralinos en la región noroeste de la Península de Yucatán, México. An. Inst. Ciencias del Mar y Limnología. Univ. Nal. Aut.México. 6 (1):69-86.

Jordan, E. M. Angot y R. De la Torre. 1978. Prospección biológica de la Laguna de Nichupté (Cancún), Q. Roo, México. An. Inst. Ciencias del Mar y Limnología. Univ. Nal. Aut.México, 5(1):179-188.

Jordan, E. 1980. Arrecifes coralinos del noroeste de la Península de Yucatán: estructura comunitaria, un estimador del desarrollo arrecifal. Tesis Doctoral, UA.C.P.yP del CCH, UNAM.

Jordan, E. M. Merino, O. Moreno y M. Martín. 1981. Community structure of coral reefs in the Mexican Caribbean. In: Proceedings of the IV International Coral Reef Symposium, Manila, Vol. 2.

Kain, J. Y T. Norton. (1990) Marine Ecology. En: Cole, M. y R.G. Sheath. Biology of the red algae. Cambridge University from Cambridge. U.S.A. 377-422.

Krebs, J. CH. 1985. Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia. Harla. México. 754 pp.

Lara, P. M. 1989. Zonación y caracterización de los escleractinios en el Arrecife Anegada de Afuera; Veracruz, México. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. U.N.A.M.

León, T. H. 1980. Abundancia y distribución de algunas macroalgas arrecifales del Caribe Mexicano. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 50 pp.

Lewis, J. B. 1977. Processes of organic production on coral reefs. Biol. Rev. 52, 305- 47.

Littler, M. M. y M. S. Doty. 1975. Ecological components structuring the seaward edges of tropical Pacific reefs: the distribution, communities and productivity of *Porolithon*. J. Ecol. 63:117-129.

Littler, M. M. 1981. The relationship between thallus form and the primary productivity of seaweeds. P. 398-403. In G.E. Fogg and W. E. Jones, eds. Proceedings of the eighth international seaweed symposium, Bangor, North Wales, 18- 23 August 1974.

Littler, M. M. Y D. S. Littler. 1988. Structure and role of algae in tropical reef communities. P. 29 - 56. In: Lembi, A. Y R. Waaland. Algae and Human affairs. Cambridge University Press.

- Littler D. S. Y M. M. Littler. 1990. Systematics of "Udotea" species (Bryopsidales, Chlorophyta) in the Tropical Western Atlantic. *Phycologia* 29(2): 206-252.
- Littler, D. Littler, M. Bucher, K. & Norris, J. 1990. *Marine plants of the Caribbean*. Smithsonian Institution Pres. 263 pp.
- Mateo- Cid, L. E. Y A. C. Mendoza- González. 1986. Algas marinas poco comunes de las costas mexicanas (I). *Phytología* 60(6): 428-433.
- Mateo- Cid, L. E. Y A. C. Mendoza- González. (1987): Algas marinas poco comunes de las costas mexicanas (VI). *Phytología* 62(1): 13-16.
- Mateo- Cid, L. E. Y A. C. Mendoza- González. (1987^a): Algas marinas poco comunes de las costas mexicanas (VII). *Phytología* 62(1):17-19.
- Mateo- Cid, L. E. Y A. C. Mendoza- González.(1987b): Algas marinas poco comunes de las costas mexicanas (VIII). *Phytología* 62(1):20-22.
- Mateo- Cid, L. E. Y A. C. Mendoza- González.(1987b): Algas marinas bénticas de la Isla de Cozumel, Quintana Roo, México. *Acta Bot. Mex.* 16:57-87.
- McNaughton, S. J et al., 1974. Heavy metal tolerance in *Thypha latifolia* without the evolution of tolerant races. *Ecology*. 55:1163-5.
- Merino, I. M. y L. Otero. 1991. Atlas ambiental costero, Puerto Morelos, Quintana Roo. Centro de Investigaciones de Quintana Roo. 80 pp.
- Milliman, J. D. 1973. Caribbean coral reefs. In. O. A. Jones & R. Endean. *Biology and Geology of Coral Reefs*. Vol. I. pp. 1-50.
- Moyle, P. 1988. *Fishes: and Introduction to Ichthyology*. Prentice Hall. U.S.A. pp. 442- 445.
- Norris, J. & K. Bucher. 1989. Rhodogongon an anomalous new red algae genus from the caribbean sea. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 102(4):1050-1066.
- Secretaría de Marina. 1979. Atlas oceanográfico del Golfo de México y Mar Caribe. Dirección General

de Oceanografía y Sen. Mar. México, 78 pp.

Suárez, A. M. L. Collado- Vides y J. González- González. 1996. Estudio comparativo de la ficoflora del Caribe de México y Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas Cuba-México*. Falta fecha.

Padilla, K. D. 1989. Algal structural defenses: form and calcification in resistance to tropical limpets. *Ecology*. 70(4):835-842.

Phillips, J. C., G. A. Kendrick, P. S. Lavery. 1997. A test of a functional group approach to detecting shifts in macroalgal communities along a disturbance gradient. *Marine Ecology Progress Series*. 153:125-138.

Taylor, W. R. 1960. *Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas*. The University of Michigan Press. U. S.A. 840 pp.

Underwood, A. J. 1986. What is a community? In: Raup, D. M., Jablonski, D. (Eds) *Patterns and process in the history of life*. Springer-Verlag. Berlin. 351-357.

Woelkerling, W. J. 1976. *South Florida Marine Algae. Keys and Comments*. Sedimenta V. Miami Florida.

Wray, J. L. 1971. Algae in reefs through time. *Proc. N. Amer. Paleont. Soc. convention (Chicago, 1969)*, 1:1358-73.

APÉNDICE 1. Hoja utilizada en el laboratorio.

HOJA DE LABORATORIO

Fecha: _____

Muestra: _____

CAR: _____

Ambiente: _____

ESPECIE: _____

1 tamaño _____

2 forma del talo: erecto postrado: heterotálico homotálico

3 ramificación: nada regular mucha

4 Gregarismo: nada regular mucho

5 Crecimiento: unitarioclonal (estolonífero)

6 sistema de fijación al sustrato: sistema rizoidal pie de fijación

estolones prolongación celular

7 anatomía: medular cenocítica laminar

8 CaCO₃ presente ausente.

OBSERVACIONES: _____

Apéndice 2. Análisis utilizados para la tabla de contingencia de X^2 para los grupos funcionales de la tabla 8.

Gpo. Funcional/Ambiente	1	2	3	Total
1	20	0	3	23
Esperada	13.72	4.6	4.6	
2	2	0	0	2
Esperada	1.19	0.4	0.4	
2.5	5	1	7	13
Esperada	7.75	2.62	2.62	
3	17	1	4	22
Esperada	13.12	4.43	4.43	
4	6	0	0	6
Esperada	3.57	1.21	1.21	
5	9	3	5	17
Esperada	10.14	3.42	3.42	
6	6	18	5	29
Esperada	17.3	5.84	5.84	
7	6	1	0	7
Esperada	4.17	1.41	1.41	
Total	71	24	24	119

Grupo funcional/ambiente	1	2	3
1	1.97	4.6	0.55
2	0.55	0.4	0.4
2.5	0.97	2.62	7.32
3	1.14	2.65	0.04
4	1.65	1.21	1.21
5	0.12	0.05	0.72
6	7.38	25.31	0.12
7	0.8	0.11	1.41
	14.58	36.95	11.77
			63.37
			14 grados

Se rechaza la H_0 con $p < 0.0001$

Apéndice 3.

Definición de algunos términos utilizados y otros.

ANATOMÍA: Ciencia que estudia la estructura y morfología interna de los seres vivos.

ESCALA: La escala tiene obvias implicaciones y consecuencias en los trabajos florísticos. Las magnitudes y dimensiones del espacio, del tiempo y de las relaciones entre las áreas y períodos son elementos en muchas discusiones ecológicas.

El tiempo, el espacio y la relación espacio-tiempo son un continuum que puede ser dividido arbitrariamente en eventos con escala de diferente orden de magnitud. El espacio puede tratarse de un punto, una estación, una localidad. Una unidad de tiempo también puede ser de distintas magnitudes, la unidad de tiempo biológica puede ser cíclica y a su vez estacional (González-González, 1992).

EVENTO ESTACIONAL (en la doble acepción de *estatio*=espacio y *estacionalis*=tiempo): Escala de capacidad de respuesta y desarrollo de conjunto de individuos que coexisten e interactúan, con la diferencia de microfactores. Espacio-tiempo particulares apropiados a conjunciones de individuos, poblaciones o asociaciones, con conectividad, interacción y resonancia biológica.

EVENTO LOCAL: Escala de capacidad de respuesta y desarrollo de conjuntos de especies que coexisten e interactúan, con la influencia de mesofactores. Espacio-tiempo apropiados para la coexistencia de varias especies con conectividad, interacción y resonancia biológica.

EVENTO REGIONAL: Escala de capacidad de respuesta y desarrollo de conjuntos de individuos de comunidades que interactúan con la influencia de mesofactores. Espacio-tiempo lo suficientemente grande para incluir muchas áreas y períodos locales o comunidades con conectividad y resonancia.

FORMA DE CRECIMIENTO: Coincidencia de distintas especies (IOPES) que conforman una unidad de crecimiento como por ejemplo un tapete o mucilago.

FORMA DE MANIFESTACIÓN: Cómo se presenta un talo en las condiciones en donde fue colectado.

FORMA DE VIDA: Es el resultado de procesos Ecológico- Evolutivos que dan como resultado una serie de adaptaciones a determinado medio. Por ejemplo la forma de vida bentónica o planctónica, donde los organismos sésiles bentónicos presentan estructuras de fijación como el pie de fijación, y los planctónicos estructuras de flotabilidad como las espinas.

FORMAS: Modo de presentarse externamente la materia. *Sensu* Aristóteles, los caracteres necesarios que constituyen a la cosa en su ser.

GREGARISMO: Propensión a crecer de manera gregaria, en cercanía con otros organismos de la misma especie.

GRUPO FUNCIONAL: Sistema de clasificación basado en contextos ecológicos. Los criterios que se utilizan en éste sistema son dos:

Forma: externa y anatomía;

Función: productividad y resistencia al disturbio (herbivoría).

Los atributos morfológicos se relacionan con una función, por ejemplo área/volumen y eficiencia fotosintética, para poder describir a los grupos en términos sencillos. No obstante, la clasificación puede ocasionalmente coincidir con otras clasificaciones, por ejemplo los niveles de organización.

MORFOLOGÍA: Ciencia que estudia la forma.

NIVEL DE ORGANIZACIÓN: Grado de complejidad morfológica y fisiológica de un organismo.

TIPO DE CRECIMIENTO: En este trabajo se utilizó para separar a los organismos clonales de los unitarios *sensu* Harper y Bell (1979).