

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

TAXONOMIA Y VARIACIONES ESPACIO-TEMPORALES DE LAS ALGAS
MARINAS BENTONICAS DE PUERTO MORELOS,
QUINTANA ROO.

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
O C E A N O L O G O.
PRESENTA
ANTONIO GOMEZ-PEDROSO CEDILLO
ENSENADA B.C., OCTUBRE DE 1987.

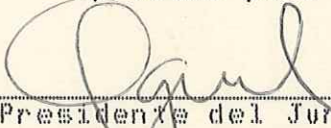
RESUMEN

Las algas marinas bentónicas del Caribe Mexicano han sido poco estudiadas aunque estas representan un papel importante dentro del ecosistema marino. Durante 1986, se realizaron los trabajos de colecta para obtener una lista taxonómica de la flora marina bentónica de la zona de Puerto Morelos, en el estado de Quintana Roo. Se realizaron tres muestreos durante 6 meses, en el período de invierno-primavera, abarcando una extensión de 15 km de costa dentro del área que se conoce como laguna arrecifal. El material biológico se colectó desde el intermareal hasta los 6 m de profundidad. Se presenta la lista sistemática habiéndose identificado 160 especies de las cuales 13 son nuevos registros para el estado; y 96 son nuevos registros para la localidad. El mayor porcentaje de especies encontradas corresponde a las Rhodophyta seguido de las Chlorophyta siendo el más bajo el correspondiente a las Phaeophyta. En general se encontró una alta diversidad para la zona de Puerto Morelos y se observa el efecto de las condiciones de sustrato y del medio ambiente siendo determinante en la composición florística de los sitios de colecta. Finalmente se caracteriza el estado actual de la comunidad algal como antecedente para estudios posteriores.


TAXONOMIA Y VARIACIONES ESPACIO-TEMPORALES
DE LAS ALGAS MARINAS BENTONICAS DE
PUERTO MORELOS, QUINTANA ROO.

TESIS
QUE PRESENTA
ANTONIO GOMEZ-PEDROSO CEDILLO


Aprobada por:



Presidente del Jurado
Ocean. Luis E. Aguilar Rosas.



M.C. Guillermo Villarreal C.
Sinodal propietario



Ocean. Isai Pacheco Ruiz
Sinodal propietario



Ocean. Enrique Baltazar V.
Sinodal suplente



Ocean. Myra Campiona S.
Sinodal suplente

A MIS PADRES Y HERMANOS.

A TI SEÑOR PORQUE NUNCA
ME HAS ABANDONADO.

A TODOS LOS QUE AMAN
AL MAR.

TONY
87.

EL PRESENTE TRABAJO SE REALIZO EN EL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE QUINTANA ROO Y FORMA PARTE DEL ESFUERZO DE MUCHA GENTE CON EL DESEO DE FORMAR EL MEJOR CENTRO DE INVESTIGACION EN EL ESTADO.

A ENRIQUE Y SOCORRO, POR DARME ESTA OPORTUNIDAD; EN ESPECIAL A MIGUEL Y LILY POR SUS CONSTANTES INCENTIVOS Y EJEMPLO.

AL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA POR EL APOYO FINANCIERO A TRAVES DE LA BECA-TESIS OTORGADA PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

A MIS AMIGOS JESUS FERNANDEZ, JOSE MARTIN ATELA, ALEJANDRO LAMBERT Y JORGE NAYA POR EL APOYO Y ENSEÑANZAS ASI COMO SU VALIOSA AYUDA EN EL CAMPO.

A LUIS AGUILAR ROSAS, POR LA IDEA, DIRECCION, APOYO Y SOBRE TODO PACIENCIA INCONDICIONALES PARA LA REALIZACION DE ESTA TESIS.

A LOS SINODALES POR SUS CRITICAS Y COMENTARIOS PARA BIEN DE ESTE TRABAJO.

A MARCO AGUILAR DE FORMA MUY ESPECIAL POR SU ADMIRABLE ETICA Y POR EL DESINTERESADO APOYO QUE SOLO EL SABE LO QUE IMPLICO.

A DANIEL LOYA POR SUS CONSEJOS Y CONOCIMIENTOS QUE A MUCHOS HAN BENEFICIADO.

AL CENTRO DE INFORMATICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS POR EL APOYO BRINDADO, EN ESPECIAL A HUGO, MARTIN Y GUILLERMO.

Y A TODOS LOS SENTIDOS QUE NO APUNTO Y QUE JAMAS VOY A OLVIDAR.

GRACIAS

TONY
87.

INDICE

1.0	.-	Introducción	
1.1	.-	Generalidades.....	1
1.2	.-	Antecedentes.....	3
1.3	.-	Objetivos.....	5
2.0	.-	Localización y descripción del área de estudio.....	6
3.0	.-	Materiales y métodos.....	10
4.0	.-	Resultados	
4.1	.-	Sistematica.....	13
4.2	.-	Distribución.....	27
4.3	.-	Abundancia.....	34
4.4	.-	Diversidad.....	40
5.0	.-	Discusión	
5.1	.-	Distribución.....	44
5.2	.-	Abundancia.....	48
5.3	.-	Diversidad.....	51
6.0	.-	Conclusiones.....	56
7.0	.-	Literatura citada.....	57

LISTA DE TABLAS

Pags.

Tabla I.- Características de los sitios de colecta muestreados en la zona de Puerto Morelos, Quintana Roo.....	9
Tabla II.- Flora algal encontrada en la zona de Puerto Morelos, Q. Roo.....	13
Tabla III.- Lista de especies de algas para Puerto Morelos, Quintana Roo.....	28
Tabla IV.- Lista de especies de algas eventuales para cada período de muestreo en Puerto Morelos, Quintana Roo.....	35
Tabla V.- Abundancia relativa y acumulativa encontrada en el sitio de colecta no. 5.....	36
Tabla VI.- Abundancia relativa y acumulativa encontrada en el sitio de colecta no. 6.....	36
Tabla VII.- Abundancia relativa y acumulativa encontrada en el sitio de colecta no. 8.....	37
Tabla VIII.- Abundancia relativa y acumulativa encontrada en el sitio de colecta no. 10.....	38

LISTA DE FIGURAS

Pags.

Figura 1.- Localización de los sitios de colecta y su distribución, en el área de Puerto Morelos, Quintana Roo.....	7
Figura 2.- Comportamiento del número de especies por división taxonomica a lo largo de la zona de estudio.....	32
Figura 3.- Coeficiente de similitud de Jaccard para los diez sitios de colecta en los tres muestreos (Feb., Abr., Jun.).....	33
Figura 4.- Coeficiente de similitud de Jaccard para los tres periodos de muestreo utilizando los datos de presencia-ausencia.....	33
Figura 5.- Coeficiente de similitud de Jaccard para los sitios de colecta en donde se estimo abundancia.....	39
Figura 6.- Coeficiente de similitud de Morisita para los sitios de colecta en donde se estimo abundancia.....	39
Figura 7.- Coeficiente de similitud de Jaccard para los sitios de colecta utilizando los datos de presencia-ausencia.....	39
Figura 8.- Abundancia relativa de especies encontrada en los sitios de colecta en Puerto Morelos, Quintana Roo.....	41
Figura 9.- Variación del índice de diversidad y dominancia de Shannon a lo largo de la zona de estudio.....	42
Figura 10.- Variación de la diversidad a lo largo de la zona de muestreo utilizando el método de rarefacción de Sanders.....	42

1.0 INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES

El trópico húmedo constituye el ecosistema más complejo que existe en la tierra, a la vez que es el menos estudiado. Las políticas diseñadas generalmente para su explotación, se han basado más que todo en las existentes en áreas templadas, que responden a un ecosistema totalmente diferente, lo cual ha ocasionado la destrucción total de recursos o el deficiente uso de su potencial productivo. Otras veces, la acción así planteada arroja radicales modificaciones en el medio ecológico que impiden, finalmente, el aprovechamiento de tierras y recursos marinos.

Las áreas tropicales susceptibles de abrirse a la producción abarcan una extensión considerable, especialmente los estados de Veracruz, Campeche, Chiapas y Quintana Roo, todos estos con grandes posibilidades dentro del campo del desarrollo, y en el caso del último con un gran potencial para la investigación y estudios básicos en todas las ramas (Restrepo, 1982).

Una parte importante del ecosistema bentónico lo

constituye la flora algal cuyas comunidades han sido poco estudiadas y que proporcionan alimento, protección, y zonas de reproducción y crianza para una amplia variedad de organismos marinos, algunos de importancia comercial Huerta Muzquiz et al (1987).

Mucho del trabajo hecho en ecología de algas ha sido dedicado a la descripción de las mismas; si uno cree en el concepto de comunidades como colecciones de especies que viven juntas y en habitats espaciales separados, entonces es tan esencial el identificar y describir estas especies como lo es el identificar y describir las comunidades constituyentes, además de que se sabe que la clasificación es esencial para una integración conceptual y clara en ecología por lo cual es necesario conocer perfectamente la composición de la comunidad (Round, 1981).

Los trabajos de botánica marina realizados en el Mar Caribe, han sido enfocados principalmente a la descripción y sistemática de las algas. En diversos lugares de la costa de Quintana Roo se han llevado a cabo pocos estudios de este tipo, por lo que el presente trabajo aporta el conocimiento actual de la flora bentónica de Puerto Morelos como base sistemática para estudios posteriores del medio ambiente marino. Así mismo se espera encontrar una diversidad alta y homogénea de especies para Puerto

Morelos y una alta dominancia de especies en las zonas con estructuras portuarias.

1.2 ANTECEDENTES

Los estudios ficológicos en la zona del Mar Caribe dieron comienzo hace unos 300 años aproximadamente, y desde entonces se han llevado a cabo estudios para la descripción y el conocimiento de la flora marina bentónica. La historia de la investigación ficológica de esta zona incluyendo información antes de Montagne y desde 1842 hasta 1959, ha sido resumida por Taylor (1960) en su libro "Marine Algae of the Eastern Tropical and Subtropical Coasts of America".

Hasta 1968 se tienen 272 generos de algas marinas bentónicas del Atlantico Oeste Tropical y subtropical, excluyendo las Cyanophyta; de este total, 223 géneros con 673 especies están presentes en el Caribe lo cual es el 81% de la flora marina bentónica. De este porcentaje, 15.7% está restringido solo al Caribe, 6.7% desde el Caribe hasta el sur del Brazil y 24.8% del Mar Caribe hasta el norte de Florida o Bermuda, el 34.1% se distribuye a lo largo de toda la zona; sin duda este porcentaje se incrementará con las investigaciones (Diaz Piferrer, 1969a).

La costa caribeña es rica en algas, algunas fueron reportadas por J.G. Agardh pero no apareció nada substancial hasta que se estudió y publicó en la "W.C. Steere Collection from Yucatan" en 1935. El mismo estudio reportó algunas especies de las Honduras Británicas colectadas por Lundell (Taylor, 1960). Los estudios ficológicos en el Mar Caribe incluyen además, los de Taylor (1962, 1972); Díaz Piferrer (1963, 1964, 1965, 1969a, 1969b, 1969c, 1969d, 1970); Tsuda (1968, 1974); Almodovar et al (1972); Humm & Kreuzer (1975); Mathieson & Dawes (1975); Schnetter (1978, 1980); y Almodovar & Ballantine (1983), entre otros, los cuales solo son descriptivos ó sistemáticos.

Con respecto a la costa Mexicana, De la Campa de Guzmán (1965), Huerta (1958, 1960, 1961), Huerta y Garza Barrientos (1964, 1966, 1980), Humm (1952, 1963), Humm y Hildebrand (1962), Kornicker et al (1959), Mateo Cid (1986) y Sanchez Rodríguez (1965), han llevado a cabo diversos estudios en el litoral de Veracruz, Campeche y Quintana Roo, haciendo descripciones de colectas e identificaciones de la flora marina de esas zonas.

En lo que se refiere a Puerto Morelos, Quintana Roo, existen dos trabajos enfocados a la sistemática de ésta localidad; el de León Tejera (1980), y el de Huerta

Muzquiz et al (1987), a los que se suma la información presentada en el presente trabajo.

1.3 OBJETIVOS

1.- Determinar la sistemática de las macroalgas marinas bentónicas de Puerto Morelos, Quintana Roo.

2.- Realizar un análisis de la variación espacial de las macroalgas marinas bentónicas de Puerto Morelos, Quintana Roo.

2.0 LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

La zona del Mar Caribe, se caracteriza por estar alimentada por la corriente Yucateca derivada de la Norecuatorial de las Antillas, que baña la plataforma en dirección de sur a norte (SARM, 1961-1980). Carranza (1959), estudió los recursos pesqueros, y supone la influencia de alguna derivación de dicha corriente, que sale por el canal de Panamá. Los vientos dominantes provienen del NE-E-SE a todo lo largo del año (SARM op. cit.), y según la clasificación de Koeppen modificada por García (1964), el clima es tropical lluvioso con precipitaciones en verano y del subtipo Aw₁.

Desde el punto de vista geológico se considera que esta zona forma parte de la plataforma continental de la península de Yucatán, cuyo origen se remonta a la transgresión post-glacial del Holoceno (Logan, 1962).

Puerto Morelos (fig.1) se encuentra localizado a 32 km al sur de la ciudad de Cancón, entre los paralelos 20° 48' y 20° 52' de latitud N y a los 86° 51' de longitud W.

La costa de Puerto Morelos es una zona somera de uno a seis metros de profundidad y se encuentra protegida por un arrecife que corre paralelo a ésta, a una distancia de 700 m aproximadamente formando lo que se conoce como

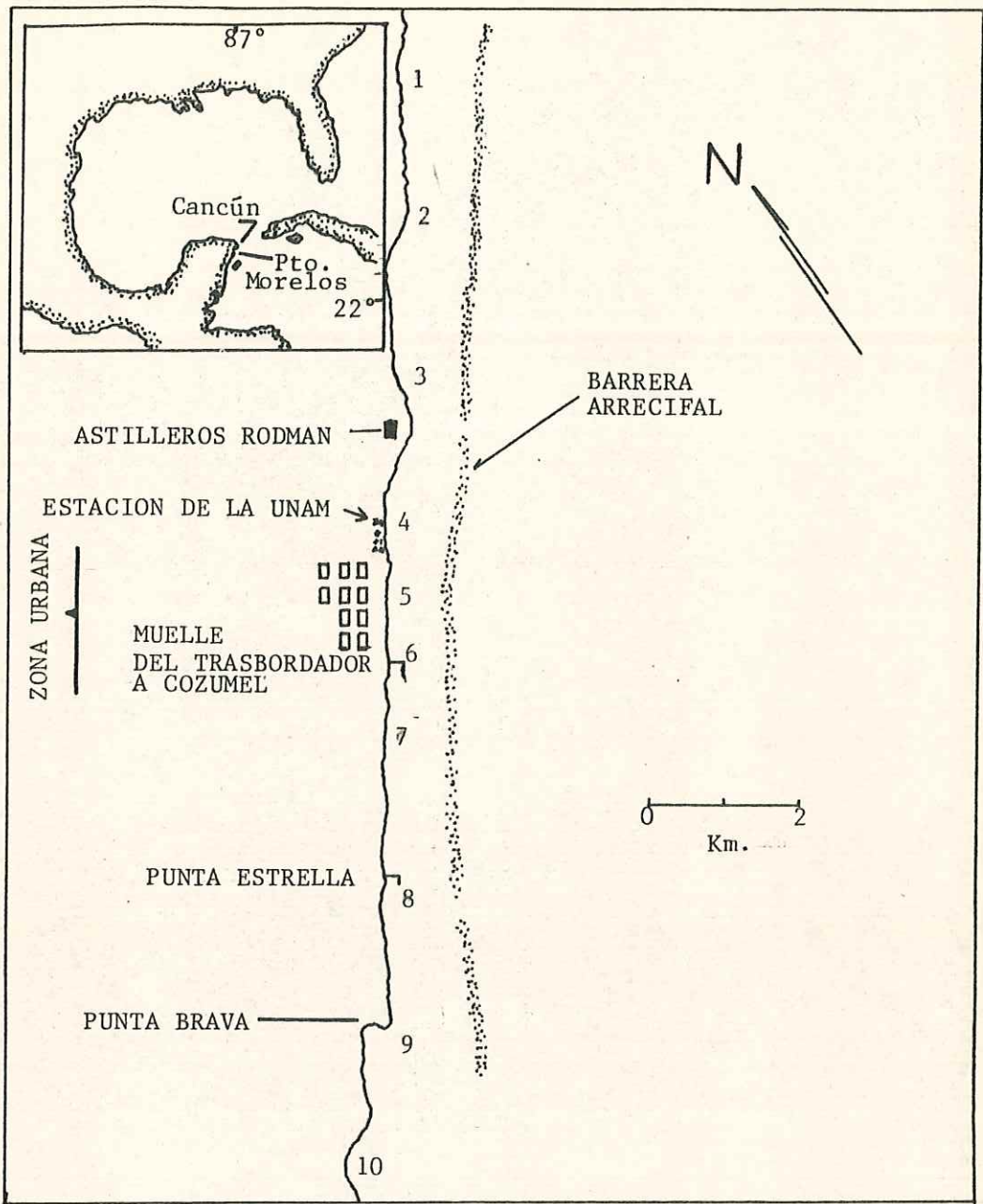


Fig. 1.- Localización de los sitios de colecta y su distribución, en el área de Puerto Morelos, Quintana Roo.

"laguna arrecifal", por lo que el tipo de sedimento acumulado en las playas es calcareo fino.

El área de estudio abarco una extensión de costa de 15 km de costa, con diez sitios de colecta distribuidos cada dos km excepto en la zona urbana de Puerto Morelos en donde los sitios 4, 5, 6 y 7 se encuentran separados por un km.

La descripción de los sitios de colecta con sus principales características se resume en la tabla I. Cabe notar que de los sitios de colecta más sobresalientes son aquellos como el 6 en el que la poca circulación se debe a la presencia del muelle del trasbordador que origina que esta zona presente una acumulación de materia orgánica y basura; en toda su extensión se encuentra cubierto por un manto de Thalasia testudinum. En el sitio de colecta 5 se alcanza una profundidad de 6 m a poca distancia de la costa encontrandose un arenal con manchones de coral; en ésta zona se encontró la mayor profundidad. El sitio 8 es donde se encuentra el desarrollo portuario; este protege una zona rocosa que forma parte de una estructura a manera de estanque el cual presenta en su cara externa una aguda pendiente la cual está expuesta al oleaje, este sitio cuenta con una profundidad de 3 m. El sitio 10 se caracteriza por ser somero, con sustrato duro-arenoso con

una profundidad máxima de 2 m y por tener aguas muy calmadas.

TABLA I.- CARACTERISTICAS DE LOS SITIOS DE COLECTA MUESTREADOS EN LA ZONA DE PUERTO MORELOS, QUINTANA ROO.

CARACTERISTICAS	NUMERO DE SITIO DE COLECTA									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ARENA DOMINANTE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MANTO DE <u>Thalasia</u> CON ARENA	X	X				X				
MANTO DE <u>Thalasia</u> ESCASO					X					X
SUSTRATO DURO			X	X			X	X		X
POCO OLEAJE	X	X	X	X	X	X	X			X
OLEAJE MODERADO								X	X	

3.0 MATERIALES Y METODOS

Se realizaron viajes de prospección en enero de 1986 para determinar los sitios de colecta y localización de los mismos, así como un reconocimiento subacuático, usando los criterios de accesibilidad, presencia de habitats variados y representatividad en cuanto a la vegetación, habiéndose seleccionado 10 sitios de colecta (fig. 1) a lo largo de 15 km de costa.

Se hicieron tres muestreos bimensuales durante las estaciones de invierno-primavera correspondiendo a los meses de febrero, abril y junio de 1986. En cada sitio de colecta se realizaron los siguientes estudios:

Los muestreos se llevaron a cabo con la ayuda de buceo autónomo a lo largo de un transecto de aproximadamente 100 m perpendicular a la línea de costa, desde la zona de entremareas hasta 6 m de profundidad para algunos casos. Sobre el transecto se colectó al menos un ejemplar de cada especie de alga para obtener la sistemática de cada sitio de colecta.

Por otra parte, en agosto de 1986 se efectuó un muestreo en cuatro de los sitios de colecta, seleccionados deliberadamente por presentar condiciones específicas en cuanto a sustrato (5 y 10), y presencia de estructuras

portuarias (6 y 8). Se cuantificó el área cubierta por cada especie por sitio de colecta para conocer la similitud florística, diversidad y dominancia de especies entre los mismos, evaluándose solo las especies más conspicuas sin tomar en cuenta especies raras, como lo requiere el índice de diversidad de Shannon (Brower & Zar, 1977). El tamaño de arte de muestreo y número de réplicas apropiado se determinó para cada sitio mediante el análisis del número de especies acumulativo contra diferentes tamaños de arte, siendo el de 0.625 m² el utilizado. El número mínimo de cuadrantes arrojados para el muestreo se obtuvo tirando 40 lances hasta que el número acumulativo de especie por unidad de arte de muestreo se estabilizó, siendo de 16 réplicas para el sitio 5, 20 para el sitio 6, 18 para el sitio 8 y 32 para el sitio 10. Por razones de estandarización en cuanto al área de muestreo se optó por usar 32 réplicas para cada uno de los sitios. La distribución de las artes de muestreo fue al azar según los requerimientos para un muestreo ecológico (Brower & Zar, op. cit.)

Los ejemplares colectados fueron colocados en bolsas de polietileno, se preservaron en formaldehído al 4 % en agua de mar y se realizaron anotaciones tales como fecha, lugar, sustrato y coloración para su análisis posterior en el laboratorio.

Para identificar los especímenes se utilizaron las claves de Bergesen (1916, 1920); Taylor (1935, 1957, 1960, 1972); Chapman (1961, 1963); Cordeiro-Marino (1978) y Wynne (1986). Finalmente se realizó una colección de referencia para consulta posterior quedando esta a custodia del herbario (CIQRO) del CENTRO DE INVESTIGACIONES DE QUINTANA ROO.

Se hizo una tabla de especies por sitio de colecta y período de la que se obtuvo la información de presencia-ausencia requerida para aplicar el coeficiente de similitud de Jaccard.

Con los datos de porcentaje de cobertura de cada especie encontrada se realizó una tabla de abundancia por especie para cada sitio de colecta, la cual se utilizó para obtener los coeficientes de similitud de Jaccard y Morisita, los índices de diversidad y dominancia de Shannon descritos en Brower & Zar (1977) y la diversidad por el método de rarefracción descrito por Sanders (1968).

4.0 RESULTADOS

La identificación de las algas encontradas en la zona de Puerto Morelos Q.Roo se resume en la tabla II, encontrándose un total de 160 especies pertenecientes a los grupos principales de macroalgas, correspondiendo el mayor porcentaje a las Rhodophyta (algas rojas) con un 55.52% seguido de las Chlorophyta (algas verdes) con 32.50% y finalmente las Phaeophyta (algas pardas) con 11.87%.

Tabla II.- FLORA ALGAL ENCONTRADA EN LA ZONA DE PUERTO MORELOS, Q. ROO.

DIVISION	Familia	Genero	Especie	% de especies
CLOROPHYTA	9	20	52	32.50
PHAEOPHYTA	3	9	19	11.87
RHODOPHYTA	18	49	89	55.52
TOTAL	30	78	160	100.00

4.1 SISTEMATICA

El listado florístico de macroalgas para Puerto Morelos, Quintana Roo, siguiendo la guía sistemática de algas tropicales y subtropicales del Atlántico oriental de Wynne (1986), es el siguiente:

CHLOROPHYTA

SIPHONOCLADALES

SIPHONOCLADEACEAE

Cladophoropsis macromeres W. Taylor

C. membranacea (C. Agardh) Bergesen

Siphonocladus rigidus Howe

VALONIACEAE

Dictyosphaeria cavernosa (Forsskål) Bergesen

Ernodesmis verticillata (Kützing) Bergesen

Valonia macrophisa Kützing

V. ocellata Howe

V. utricularis (Roth) C. Agardh

V. ventricosa J. Agardh

CLADOPHORALES

ANADYOMENACEAE

Anadyomene stellata (Wulfen) C. Agardh

CLADOPHORACEAE

Cladophora catenata (Linnaeus) Kützing

C. vagavunda (Linnaeus) Van den Hoek

CAULERPALES

CODIACEAE

Codium decorticatum (Woodward) Howe

C. isthmocladum Vickers

CAULERPACEAE

Caulerpa cupressoides (West in Vahl) C. Agardh

C. lanuginosa J. Agardh

C. mexicana Sonder ex Kützing

C. paspaloides (Bory) Greville

C. prolifera (Forsskål) Lamouroux

C. racemosa (Forsskål) J. Agardh

C. sertularoides (S.G. Gmelin) Howe

C. verticillata J. Agardh

UDOTEACEAE

Avrainvillea asarifolia Bergesen

A. longicaulis (Kützing) Murray & Boodle

A. nigricans Decaisne

A. rawsoni (Dickie) Howe

Cladocephalus luteofuscus (Howe) Bergesen

Halimeda discoidea Decaisne

H. incrassata (Ellis) Lamouroux

H. lacrimosa Howe

H. monile (Ellis & Solander) Lamouroux

H. opuntia (Linnaeus) Lamouroux
H. scabra Howe
H. simulans Howe
H. tuna (Ellis & Solander) Lamouroux
Penicillus capitatus Lamarck
P. dumetosus (Lamouroux) Blainville
P. lamourouxii Decaisne
P. pyriformis A. & E.S. Gepp
Rhipilia tomentosa Kützing
Rhipocephalus oblongus (Decaisne) Kützing
R. phoenix (Ellis & Solander) Kützing
Udotea conglutinata (Ellis & Solander)
Lamouroux
U. cyathiformis Decaisne
U. flabelum (Ellis & Solander) Lamouroux
U. occidentalis A. & E.S. Gepp
U. sublitoralis Taylor
U. wilsoni Gepp & Howe

DASYCLADALES

DASYCLADACEAE

Batophora oerstedii J. Agardh
Dasycladus vermicularis (Scopoli) Krasser
Neomeris annulata Dickie

POLYPHYSACEAE

Acetabularia crenulata Lamouroux

Polyphysa polyphysoides (P. & H. Crovan in
Mazé & Schramm) Schnetter

PHAEOPHYTA

CHORDARIALES

CHORDARIACEAE

Cladosiphon occidentalis Kylin

DICTYOTALES

DICTYOTACEAE

Dictyopteris delicatula Lamouroux

D. justii Lamouroux

Dictyota bartayresii Lamouroux

D. cervicornis Kützing

D. ciliolata Kützing

D. dichotoma (Hudson) Lamouroux

D. divaricata Lamouroux

D. jamaicensis W. Taylor

D. mertensii (Martius) Kützing

Dilophus alternans J. Agardh

D. guineensis (Kützing) J. Agardh

Lobophora variegata (Lamouroux) Womersley

Padina gymnospora (Kützing) Sonder

P. jamaicensis (Collins) Papenfuss

P. pavonica (Linnaeus) Thivy in W. Taylor

Styopodium zonale (Lamouroux) Papenfuss

FUCALES

SARGASSACEAE

Sargassum polyceratum Montagne

CYTOSEIRACEAE

Turbinaria turbinata (Linnaeus) Kuntze

RHODOPHYTA

BANGIOPHYCIDAE

PORPHYRIDIALES

GONIOTRICHACEAE

Stylonema alsidii (Zanardini) Drew

FLORIDEOPHYCIDAE

NEMALIALES

ACROCHAETIACEAE

Acrochaetium sp.

NEMALIACEAE

Trichogloeopsis pedicellata (Howe)

Abbott & Doty

HELMINTHOCLADIACEAE

Liagora ceranoides Lamouroux

L. farinosa Lamouroux

L. mucosa Howe

L. valida Harvey

GALAXAURACEAE

Galaxaura rugosa (Ellis & Solander)

Lamouroux

GELIDIALES

GELIDIACEAE

Gelidium americanum

GELIDIELLACEAE

Gelidiella acerosa (Forsskål)

J. Feldmann & Hamel

BONNEMAISONIALES

BONNEMAISONIACEAE

Asparagopsis taxiformis (Delile)

Trevisan

CORALLINALES

CORALLINACEAE

Amphiroa fragilissima (Linnaeus)

Lamouroux

A. rigida Lamouroux

A. tribulus (Ellis & Solander) Lamouroux

Fosliella sp. Howe in Britton &

Millsbaugh, 1920

Haliptilon cubense (Montagne ex Kützing)

Garbary

H. subulatum (Ellis & Solander)

Johansen & Johansen

Jania adhaerens Lamouroux

Lithothamnion occidentale (Foslie)

Foslie

Neogonolithon strictum (Foslie)

Setchell & Mason

GIGARTINALES

HYPNEACEAE

Hypnea cervicornis J. Agardh

H. musciformis (Wolfen in Jacquin)

Lamouroux

H. spinella (C. Agardh) Kützing

WURDEMANNIACEAE

Wurdemannia miniata (Duby)

J. Feldmann & Hamel

SOLIERIACEAE

Eucheuma gelidium (J. Agardh) J. Agardh

GRACILARIACEAE

Gracilaria cervicornis (Turner) J. Agardh

G. crassissima (P. & H. Crouan in

Schramm & Mazé) P. & H. Crouan in

Schramm & Mazé

G. cylindrica Bergesen

RHODYMENIALES

CHAMPIACEAE

Champia parvula (C. Agardh) Harvey

C. salicornioides Harvey

Gastroclonium parvum (Hollenberg)

Chang & Xia

CERAMIALES

CERAMIACEAE

Anotrichium tenue (C. Agardh) Nägeli

Antithamnion cruciatum (C. Agardh) Nägeli

Callithamnion cordatum Bergesen

C. Halliae Collins

Centroceras clavulatum (C. Agardh in
Kunth) Montagne in divrien de maisonneuve

Ceramium nitens (C. Agardh) J. Agardh

Crouania attenuata (C. Agardh) J. Agardh

Dohrniella antillara (W. Taylor) Feldmann

Mazoyer

Grallatoria reptans Howe

Griffithsia globulifera Harvey ex

Kützing

Spyridia filamentosa (Wulfen) Harvey in

Hooker

S. hypnoides (Bory in Belanger) Papenfuss

Tiffaniella sp. Doty & Meñez, 1960

Wrangelia argus (Montagne) Montagne

W. bicuspidata Bergesen

W. penicillata (C. Agardh) C. Agardh

DELESSERIACEAE

Hypoglossum tenuifolium (Harvey) J. Agardh

Taenioma nanum (Kützing) Papenfuss

DASYACEAE

Dasya baillouviana (S.G. Gmelin) Montagne

D. caraibica Bergesen

D. collinsiana Howe

D. corymbifera J. Agardh

D. mollis Harvey

D. rigidula (Kützing) Ardissonne

Dasyopsis antillarum Howe

Heterosiphonia crispella (C. Agardh) Wynne

H. gibbesii (Harvey) Falkenberg

RHODOMELACEAE

Acanthophora spicifera (Vahl) Bergesen

Bryothamnion triquetrum (S.G. Gmelin) Howe

Chondria atropurpurea Harvey

C. baileyana (Montagne) Harvey

C. curvilineata Collins & Harvey

C. littoralis Harvey

C. platiramea Joly & Ugadim in Joly
et al
C. polyrhiza Collins & Harvey
C. sedifolia Harvey
C. tenuissima (Goodenough & Woodward)
C. Agardh
Digenia simplex (Wulfen) C. Agardh
Dipterosiphonia dendritica (C. Agardh)
Schmitz in Engler & Prantl
Herposiphonia secunda f secunda
(C. Agardh) Falkenberg
H. secunda f tenella (C. Agardh) Wynne
H. pecten-veneris (Harvey) Falkenberg
Laurencia flagellifera J. Agardh
L. filiformis (C. Agardh) Montagne
L. intricata Lamouroux
L. microcladia Kützing
L. obtusa (Hudson) Lamouroux
L. papillosa (C. Agardh) Greville
L. poitei (Lamouroux) Howe
Lophocladia trichoclades (C. Agardh)
Schmitz
Lophosiphonia cristata Falkenberg
Micropeuce mucronata (Harvey) Kylin

Polysiphonia breviararticulata (J. Agardh)

Zanardini

P. eastwoodae Setchell & Gardner

P. ferulacea Suhr ex J. Agardh

P. gorgoniae Harvey

P. scopulorum Harvey

P. sertularoides (Grateloup) J. Agardh

P. sphaerocarpa Bergesen

4.2 DISTRIBUCION

En la tabla III se presentan las especies de algas por sitios y fecha de colecta. La distribución por división taxonómica se presenta en la figura 2, en donde se puede observar que existe el mayor número de especies para el sitio de colecta 3. Mientras que cuatro de los sitios de colecta se encuentran dentro del rango de 70-80 especies, los restantes a menos de 65 especies teniendo el mínimo en el sitio 6. Así mismo el menor número de especies y quizá el más constante para todos los sitios de colecta corresponde a las Phaeophyta. También se puede observar que las Rhodophyta y Chlorophyta presentan un comportamiento similar a lo largo de la zona muestreada excepto para el sitio 6 en donde las Rhodophyta decrecen significativamente.

A partir de los datos de presencia-ausencia de especies de algas por sitio de muestreo y tiempo contenidos en la tabla III, se obtuvo el dendrograma (fig. 3), en el que se muestra la similitud que existe en cuanto a la composición florística en los diez sitios de colecta. También se observa que las mayores similitudes aunque son bajas, se encontraron entre sitios de colecta 3 y 7 con valor de 0.518 y 8 y 9 con 0.520, además se tienden a formar cuatro grupos, uno entre los sitios 1, 2 y 6; el

Polyphysa polyphysoides		X		X		
Rhipilia tomentosa		XXXXX XX		XX XX		XX XXXX
Rhipocephalus oblongus		X X XXXX		X		XX
R. phoenix		XXXXXXXXXX		XXXXXXXXXX		XXXXX X
Siphonocladus rigidus		X		X		X
Udotea conglutinata		XX		XXX XX		X XXXXX
U. cyathiformis		X XX		X X		X
U. flabellum		XX XX XX		XXXX		XXXXXX
U. occidentalis				X		
U. wilsoni		XXXX		XXXX		XXXXX
Valonia macrophysa		XXXX XXX X		XX XXX X		XX XX X
V. ocellata				X		XXX
V. utricularis		X		X		
V. ventricosa		XX XX		XX XXX		XXXXXXXX
<u>PHAEOPHYTA</u>						
Cladosiphon occidentalis		X				
Dictyopterus delicatula				X		
D. justii		X		X X X X		XX X
Dictyota bartayresii		X		X		X X X XXX
D. cervicornis		X		X		X X X
D. ciliolata		X				
D. mertensii		X X X		X		
D. dichotoma		X X				XX X
D. divaricata		XXX XXXX		XXXXX XX		XXXX XXX X
D. jamaicensis						X X X
Dilophus alternans		XXX X		X X		X X
D. Guineensis		XXXX XX		XX X X		XXX X XX
Lobophora variegata		XXXXXXXX X		XXXXX XXX		XXXXXX X
Padina pavonica				X		X
P. jamaicensis		XX XXXXX		XX X X		XX XX X
P. gymnospora				X		
Sargassum polyceratum						X
Styopodium zonale		XXXX		XX X X		XX
Turbinaria turbinata		X X X		X X		X
<u>RHODOPHYTA</u>						
Acanthophora spicifera		X		X X X X		XX X
Acrochaetium sp.				X		
Amphiroa fragilisima		XX XX		XX XXX X		X X X
A. rigida		X XX		XX XX X		XXXX
A. tribulus				X		X
Anotrichium tenue		X XX		X XXX		X XX
Antithamnion cruciatum						X
Asparagopsis taxiformis		X X X X		X X		X X
Bryothamnion triquetrum		X X		X XX X		X X
Callithamnion cordatum		X				
C. halliae		X				
Centroceras clavulatum		X		X X		
Ceramium nitens		X		XX		XX
Champia parvula		X X XX X		X		X X X
C. salicornoides		X		X X		
Chondria atropurpurea				X		

<i>C. bailiyana</i>								X		
<i>C. curvilineata</i>								X		X
<i>C. littoralis</i>		X	X		XXX			XX		X
<i>C. platyrhamea</i>			X X					X		X
<i>C. polyrhiza</i>			X X			XXX		X		XXX
<i>C. sedifolia</i>					IX					
<i>C. tenuissima</i>					IX			IX		
<i>Crouania attenuata</i>		X X	XXX		X X	X		X X	X X	
<i>Dasya bailloouviana</i>		X X	X X		X X	X		X		X
<i>D. caraibica</i>			X X		X XXX	X				
<i>D. collinsiana</i>		X	XXX X					XXX	X	
<i>D. corymbifera</i>		X			XXX	XX		X		
<i>D. mollis</i>					IX					
<i>D. rigidula</i>		XX	X X		XX	XX X		XXXX	XXX	X
<i>Dasyopsis antillarum</i>			X		X X	XX		X	X	X
<i>Digenia simplex</i>			X		X	X		X		XX
<i>Dipterosiphonia dendritica</i>										X
<i>Dohrniella antillara</i>						X				
<i>Eucheuma gelidium</i>			X							X
<i>Fosliella</i> sp.						X		X		
<i>Galaxaura rugosa</i>						X				
<i>Gastroclonium parvum</i>		X				XX		X	X	
<i>Gelidium americanum</i>						X				
<i>Gelidiella acerosa</i>		X	X			X X		X		XX
<i>Gracilaria cervicornis</i>		X			IX			X	X	X
<i>G. crassissima</i>			X		X	XX				XX
<i>G. cylindrica</i>		X			XX	X X		X		
<i>Grallatoria reptans</i>			X			X				X
<i>Griffithsia globulifera</i>			X			X		X		X
<i>Halptilon cubense</i>		X	XX			X X				XX
<i>H. subulatum</i>			X			X				
<i>Herposiphonia pecten-veneris</i>			X		IX			X		XX
<i>H. secunda</i> f. <i>secunda</i>		XX	XX		X X	XXX		X		XX
<i>H. secunda</i> f. <i>tenella</i>			X		X				X	
<i>Heterosiphonia crispella</i>		XX	X XXX		X X	XXXX		X		XXX
<i>H. guibbesii</i>		IX			X X	X XX		X		XX
<i>Hypnea cervicornis</i>		X						X		
<i>H. musciformis</i>			X		X	X			X	X
<i>H. spinella</i>		X	X		XXX	XX X		X		X
<i>Hypoglossum tenuifolium</i>			X			X				
<i>Jania adhaerens</i>		XX	X XXX		XX	XX X		XX	XXXXX	
<i>Laurencia flagellifera</i>						X				
<i>L. intricata</i>		XXXXX	X		X XXX	X XX		XXXXX	X X	
<i>L. microcladia</i>		XX	X		X X	X			X XX	
<i>L. obtusa</i>					XX	X				
<i>L. papillosa</i>						X X			XXXX	
<i>L. poitei</i>		X	X X X		XXX	X XX		X X	X	
<i>L. filiformis</i>										XX
<i>Liagora ceranoides</i>			X						X	
<i>L. farinosa</i>		X	X		X	X			X X	
<i>L. mucosa</i>						X				

<i>L. valida</i>				X		X
<i>Lithothamnion occidentale</i>		X				
<i>Lophocladia trichoclados</i>				X		
<i>Lophosiphonia cristata</i>				X X		
<i>Micropeuce mucronata</i>				X		
<i>Neogonolithon strictum</i>				XX		X
<i>Polysiphonia breviarticulata</i>				X		
<i>P. eastwoodae</i>				X		
<i>P. ferulacea</i>				X		XX
<i>P. gorgoniae</i>		XXX		X X X X		X
<i>P. scopulorum</i>		X		X		X
<i>P. sertularoides</i>				X		
<i>P. sphaerocarpa</i>				X		
<i>Spyridea hypnoides</i>						X
<i>S. filamentosa</i>		X X		X X		X X
<i>Stylonema alsidii</i>				X		
<i>Taenioma nanum</i>				X		X
<i>Tiffaniella sp.</i>						X
<i>Trichogloeopsis pedicelata</i>				X X		X
<i>Wrangelia argus</i>		X XX		X X X		
<i>W. bicuspidata</i>				X		X X
<i>W. penicillata</i>						X
<i>Wurdermannia miniata</i>				X		X

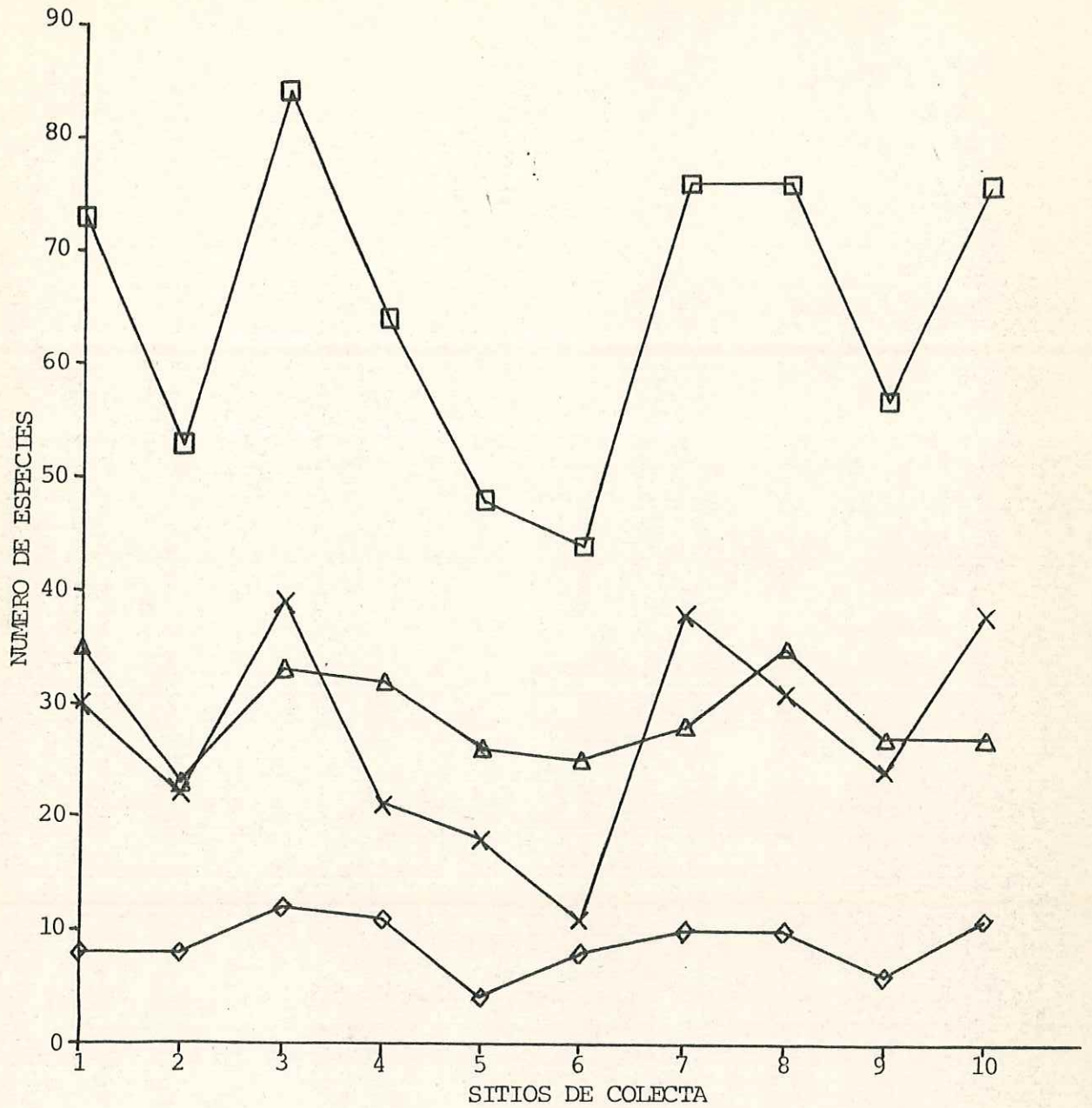


Fig. 2.- Comportamiento del número de especies por división taxonomica a lo largo de la zona de estudio.
 (□ Número total de especies, △ Algas verdes, ◇ Algas pardas, × Algas rojas).

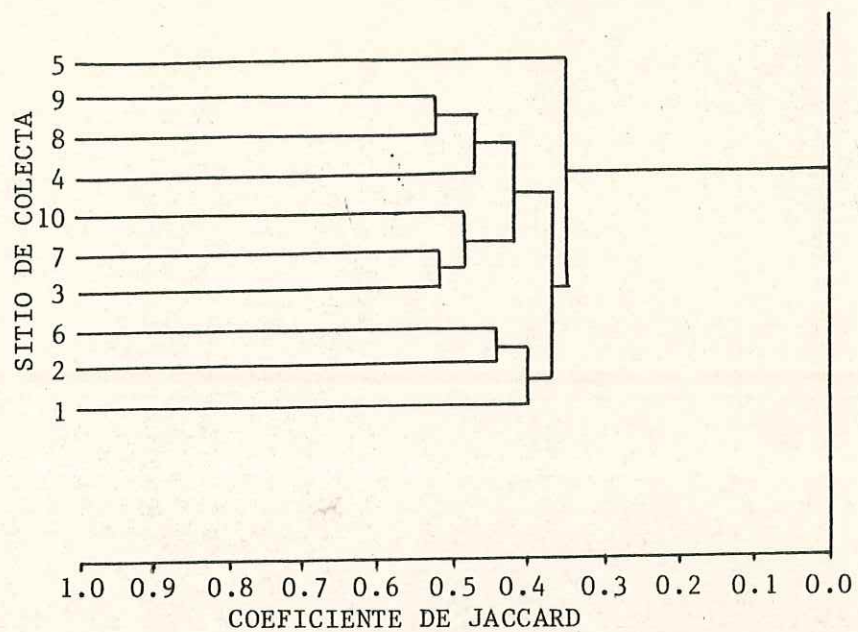


Fig. 3.- Coeficiente de similitud de Jaccard para los diez sitios de colecta en los tres muestreos (Feb., Abr., Jun.).

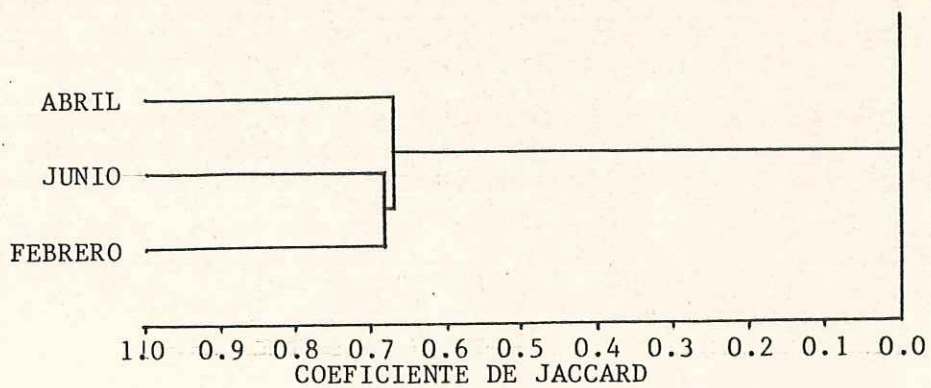


Fig. 4.- Coeficiente de similitud de Jaccard para los tres periodos de muestreo utilizando los datos de presencia-ausencia.

segundo entre los sitios 3, 7 y 10; y el último con los sitios 4, 8 y 9; quedando fuera de estos agrupamientos, el sitio de colecta 5.

En la figura 4 se compara la similitud florística entre cada período de muestreo, mostrando que las similitudes son bajas y presentan un comportamiento ó tendencia hacia una similitud entre muestreo y muestreo con valores de 0.681 y 0.670. En la tabla IV se presentan las especies que solo aparecieron una vez por muestreo para cada período, siendo 9 en el mes de Febrero, 17 en Abril y 11 para Junio.

4.3 ABUNDANCIA

Los datos de abundancia expresados en % de cobertura promedio por especie y por sitio de colecta se presentan en las tablas V, VI, VII y VIII, en las que la mayor abundancia relativa está representada en general en las tres primeras especies, no siendo necesariamente las mismas en cada sitio.

En la figura 5 se observa como el índice agrupa los cuatro sitios de colecta con una muy baja similitud (0.244). En forma particular se forman dos grupos, el primero que agrupa los sitios 5 y 6 mostrando un índice de similitud de 0.412, y el segundo grupo uniendo los sitios

TABLA IV.- LISTA DE ESPECIES DE ALGAS EVENTUALES
 PARA CADA PERIODO DE MUESTREO EN
 PUERTO MORELOS, QUINTANA ROO.

FEBRERO	ABRIL	JUNIO
Cladosiphon occidentalis	Cladophora vagabunda	Halimeda opuntia
Dyctiopteris ciliolata	Udotea occidentalis	Dictyota jamaicensis
Dyctiota bartayresii	Dictyopteris delicatula	Sargassum polyceratum
Callithamnion halliae	Padina gymnospora	Antithamnion cruciatum
C. cordatum	Acrochaetium sp.	Chondria baileyana
Lithothamnion occidentale	Chondria atropurpurea	Dipterosiphonia den-
Lophocladia trichoclados	C. sedifolia	drítica
Polysiphonia sphaerocarpa	Dasya mollis	Laurencia filiformis
Micropeuce mucronata	Dohrniella antillara	Spyridea hypnoides
	Galaxaura rugosa	Tifaniella spospidata
	Laurencia flagellifera	Wrangelia Bicuspidata
	L. obtusa	
	Liagora mucosa	
	Lophosiphonia cristata	
	Polysiphonia breviarticulata	
	Gelidium americanum	
	Stylonema alsidii	

TABLA V.- ABUNDANCIA RELATIVA Y ACUMULATIVA
ENCONTRADA EN EL SITIO DE COLECTA
NO.5.

ESPECIE	abundancia relativa	abundancia acumulativa
Halimeda incrassata	31.96	31.96
Caulerpa paspaloides	23.55	55.51
Avrainvillea longicaulis	20.93	76.44
Penicillus dumetosus	7.07	83.51
P. capitatus	5.88	89.39
P. pyriformis	4.71	94.10
Rhipocephalus phoenix	3.53	97.63
Udotea wilsoni	2.35	99.98

TABLA VI.- ABUNDANCIA RELATIVA Y ACUMULATIVA
ENCONTRADA EN EL SITIO DE COLECTA
NO.6.

ESPECIE	abundancia relativa	abundancia acumulativa
Udotea flabellum	22.36	22.36
Caulerpa paspaloides	16.99	39.35
Dyctiota bartayresii	10.99	50.34
Halimeda incrassata	7.92	58.26
D. divaricata	6.77	65.03
Avrainvillea nigricans	5.36	70.39
A. rawsoni	5.11	75.50
C. cupresoides	4.47	79.97
Penicillus capitatus	4.35	84.32
P. dumetosus	3.71	88.03
Lobophora variegata	3.58	91.61
P. pyriformis	2.24	93.85
A. longicaulis	2.04	95.89
Rhipilia Pomentosa	1.79	97.68
P. lamoureuxii	1.41	99.09
Rhipocephalus phoenix	0.89	99.98

TABLA VII.- ABUNDANCIA RELATIVA Y ACUMULATIVA
 ENCONTRADA EN EL SITIO DE COLECTA
 NO.8.

ESPECIE	abundancia relativa	abundancia acumulativa
<i>Jania adhaerens</i>	29.00	29.00
<i>Laurencia microcladia</i>	25.38	54.38
<i>Halimeda scabra</i>	6.89	61.27
<i>Dyctiota divaricata</i>	5.08	66.35
<i>L. papillosa</i>	4.53	70.88
<i>Dilophus alternans</i>	3.63	74.51
<i>Rhipilia tomentosa</i>	3.53	78.04
<i>Halimeda incrassata</i>	2.31	80.35
<i>Agrainvillea rawsoni</i>	2.03	82.38
<i>Caulerpa paspaloides</i>	2.03	84.41
<i>Penicillus dumetosus</i>	1.96	86.37
<i>L. obtusa</i>	1.81	88.18
<i>A. nigricans</i>	1.67	89.85
<i>C. cupresoides</i>	1.52	91.37
<i>L. intricata</i>	1.14	92.51
<i>Amphiroa rigida</i>	1.10	93.61
<i>Ceramium nitens</i>	1.02	94.63
<i>Udotea conglutinata</i>	1.02	95.65
<i>Valonia macrophysa</i>	0.76	96.41
<i>Dictiosphaeria cavernosa</i>	0.67	97.08
<i>P. pyriformis</i>	0.63	97.71
<i>P. capitatus</i>	0.54	98.25
<i>C. verticillata</i>	0.51	98.76
<i>Acetabularia crenulata</i>	0.36	99.12
<i>Liagora ceranoides</i>	0.36	99.48
<i>Rhipocephalus oblongus</i>	0.25	99.73
<i>Neomeris anulata</i>	0.25	99.98

TABLA VIII.- ABUNDANCIA RELATIVA Y ACUMULATIVA
 ENCONTRADA EN EL SITIO DE COLECTA
 NO.10.

ESPECIE	abundancia relativa	abundancia acumulativa
Laurencia intricata	18.21	18.21
L. papillosa	12.35	30.56
Rhipilia tomentosa	10.38	40.94
Gracilaria cervicornis	9.25	50.19
Dyctiota divaricata	8.99	59.18
Hypnea musciformis	6.58	65.76
Caulerpa sertularoides	5.49	71.25
C. paspaloides	4.84	76.09
C. cupresoides	3.82	79.91
Halimeda scabra	3.05	82.96
H. incrassata	3.00	85.96
C. prolifera	2.86	88.82
Dictiosphaeria cavernosa	2.25	91.07
Amphiroa fragilissima	1.43	92.50
G. crassissima	1.43	93.93
H. opuntia	1.29	95.22
Neogonoliton strictum	0.95	96.17
A. rigida	0.95	97.12
Penicilus capitatus	0.76	97.88
Rhipocephalus phoenix	0.67	98.55
Udotea flabellum	0.48	99.03
P. dumetosus	0.48	99.51
L. poitei	0.48	99.99

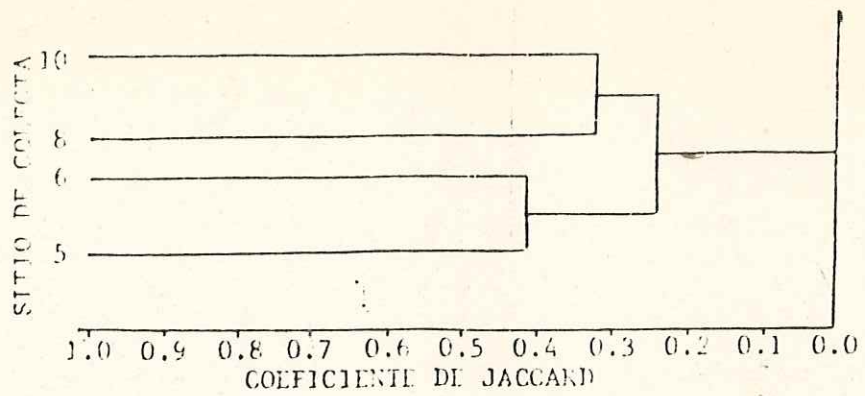


Fig. 5.- Coeficiente de similitud de Jaccard para los sitios de colecta en donde se estimó abundancia.

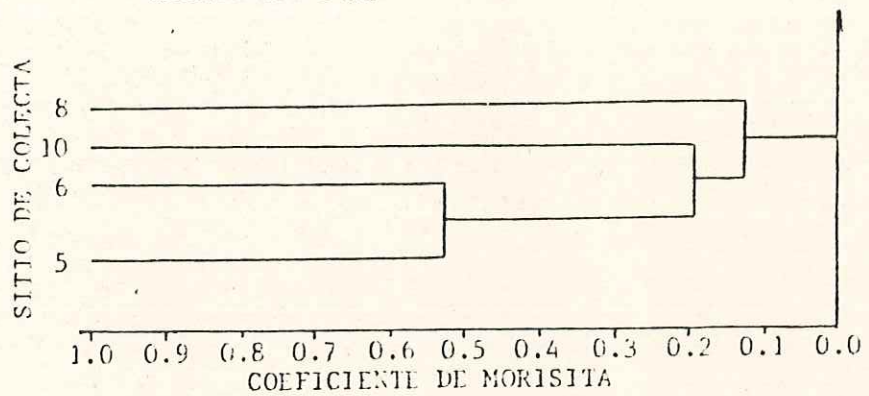


Fig. 6.- Coeficiente de similitud de Morisita para los sitios de colecta en donde se estimó abundancia.

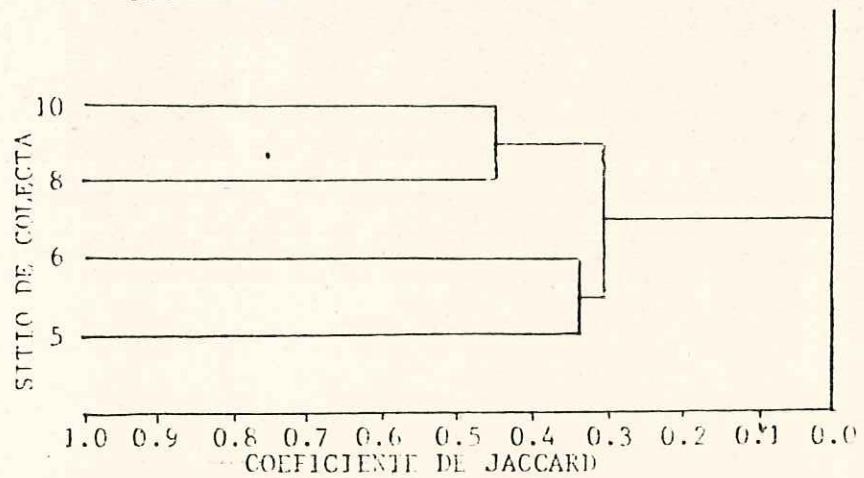


Fig. 7.- Coeficiente de similitud de Jaccard para los sitios de colecta utilizando los datos de presencia-ausencia.

8 y 10 con un valor de similitud de 0.324.

Con la misma información de % de cobertura por especie, los valores del índice de Morisita (fig. 6) en general muestran disimilitud entre los cuatro sitios de colecta, aunque se tienda a formar un grupo entre los sitios 5 y 6 con una similitud de 0.524 separandolos de los otros dos sitios.

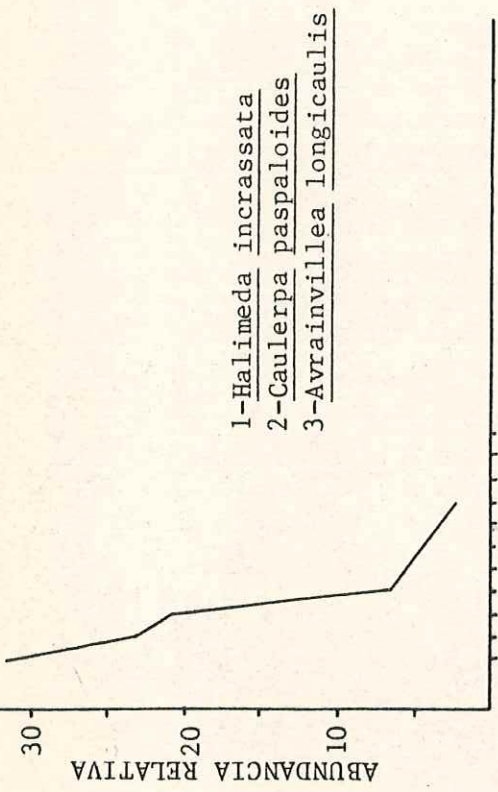
La figura 7 muestra el dendrograma de la comparación entre los sitios de colecta 5, 6, 8 y 10 utilizando los datos de presencia-ausencia en donde se observa que el coeficiente de Jaccard nos agrupa estos sitios en forma similar a los agrupamientos de las figuras 6 y 7.

En la figura 8 se presenta la abundancia relativa de cada una de las especies por sitio de colecta, referidas en las tablas V, VI, VII y VIII, en las que se indican las especies que representan el 50% de la abundancia y por consiguiente las más representativas para cada sitio de colecta.

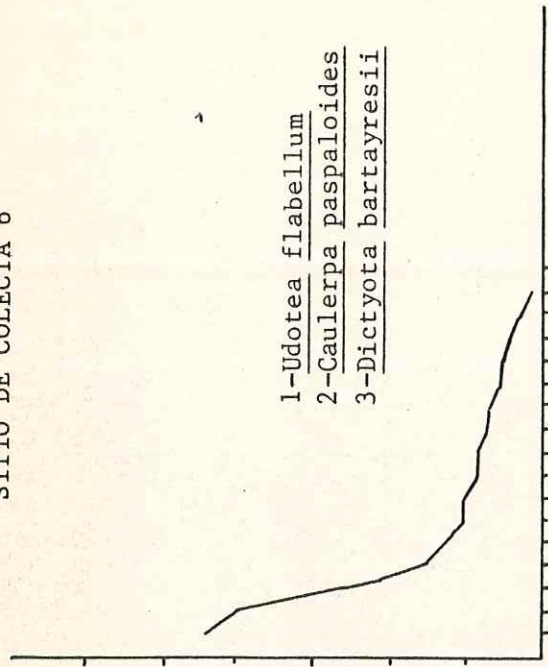
4.4 DIVERSIDAD

En la figura 9 se encuentran graficados los valores de diversidad y dominancia de Shannon observandose que el máximo de diversidad se obtuvo en el sitio de colecta 10 y el mínimo en el sitio 5, y la dominancia se presentó en

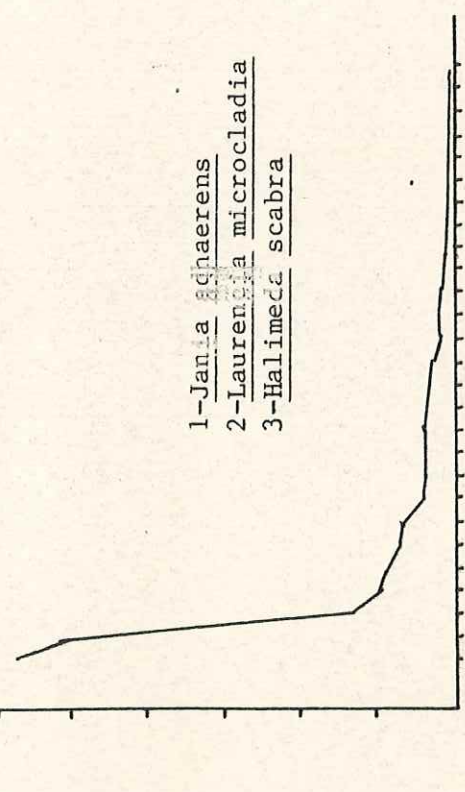
SITIO DE COLECTA 5



SITIO DE COLECTA 6



SITIO DE COLECTA 8



SITIO DE COLECTA 10

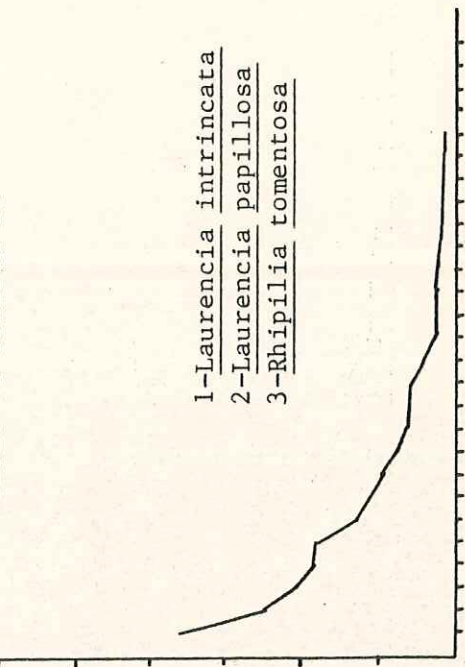


Fig. 8.- Abundancia relativa de especies encontrada en los sitios de colecta en Puerto Morelos, Quintana Roo.

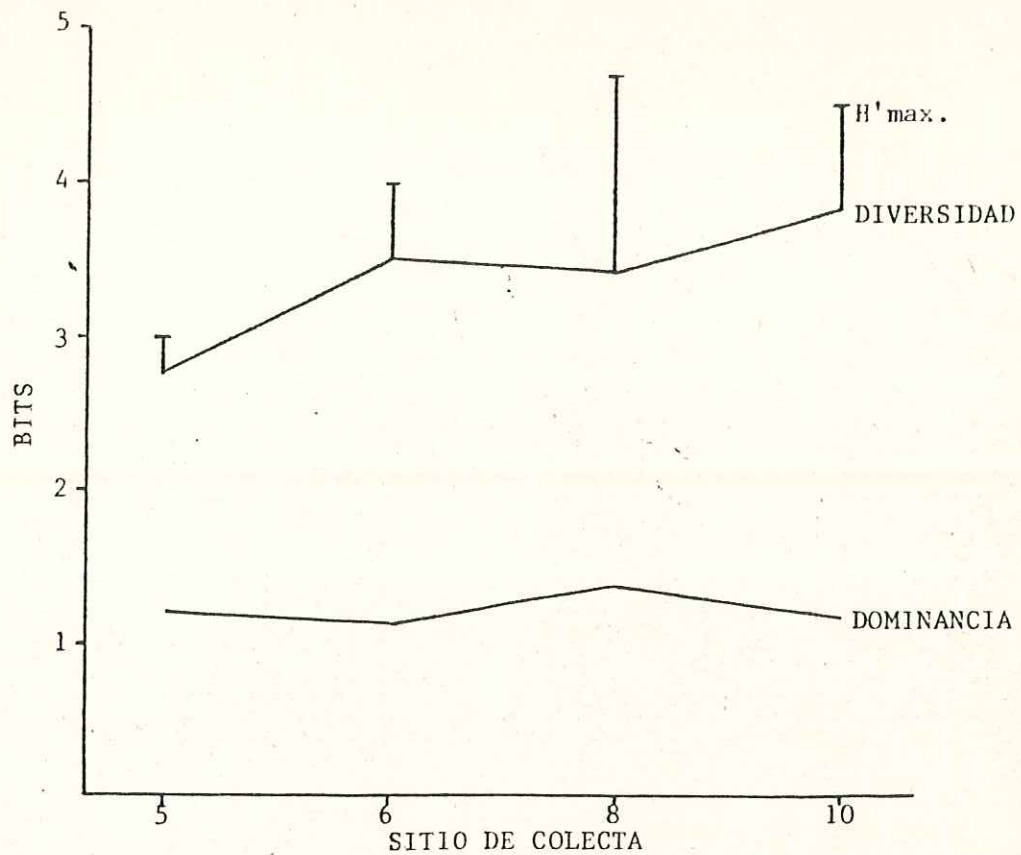


Fig. 9.- Variación del índice de diversidad y dominancia de Shannon a lo largo de la zona de estudio.

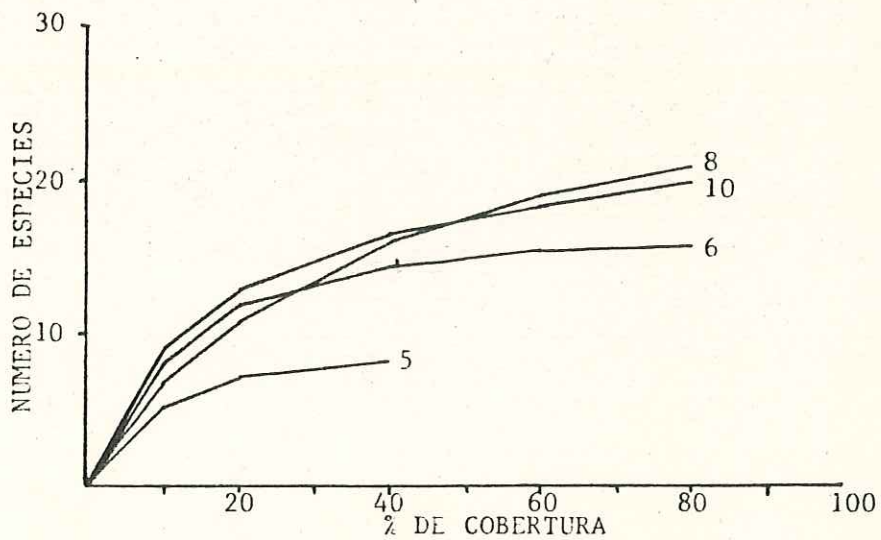


Fig. 10.- Variación de la diversidad a lo largo de la zona de muestreo utilizando el método de rarefacción de Sanders.

general constante para los cuatro sitios.

En la figura 10 se muestran las curvas de rarefacción para los mismos sitios de colecta, en donde se contempla que los sitios 8 y 10 presentan una diversidad similar y mayor que la encontrada para el sitio 6 y esta a su vez, muy por encima de la correspondiente al sitio 5.

5.0 DISCUSION

5.1 DISTRIBUCION

El número total de especies (160) encontradas en el presente estudio es más del doble de las reportadas para Pto. Morelos por León Tejera (1980) y Huerta Muzquiz et al. (1987) y representa el 39.56% de las registradas para la península de Yucatán, lo cual nos indica la existencia de una alta riqueza de especies.

Dentro de éste número se encontraron 13 nuevos registros para el estado de Quintana Roo, los cuales son: Caulerpa lanuginosa, Cladosiphon occidentalis, Chondria platyramea, Dasyopsis antillarum, Gastroclonium parvum, Grallatoria reptans, Haliptilon subulatum, Hypoglossum tenuifolium, Lophosiphonia cristata, Polysiphonia breviarticulata, P. eastwoodeae, P. scopulorum, Wrangelia penicillata.

Así mismo, al comparar los registros de algas marinas que se tienen para Puerto Morelos (León Tejera, op cit; Huerta Muzquiz et al., op cit.) con la nueva información obtenida, se muestra un incremento de 96 nuevos registros para esta localidad, aumentando la sistemática de 89 a 185 especies de algas.

Estos nuevos registros eran de esperarse debido por

una parte a la escasés de trabajos realizados en Quintana Roo (Taylor, 1972; Huerta Mozquiz et al., 1987), y por otra porque mediante el muestreo con buceo SCUBA realizado en varias localidades de un área, nos permite encontrar una mayor cantidad de especies.

Con respecto a la distribución encontrada en los diez sitios de colecta observamos que el número de especies correspondientes a las Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta no son similares a lo largo de la zona muestreada (fig. 2); de hecho, estas diferencias se basan en las características propias de cada sitio de colecta como podemos observar en el 7 y 10 donde la proporción de Rhodophyta es mayor que la de las Chlorophyta a diferencia del sitio de colecta 6 en el cual la proporción de Chlorophyta es la mayor y la de Rhodophyta es menor. Dadas las características del sitio de colecta 6 y la presencia del muelle, es factible pensar que la causa de ésta diferencia se atribuya, si no a una contaminación ya que no se tienen mediciones al respecto, si, a las observaciones hechas in situ en donde la baja circulación y la acumulación de basura y desechos orgánicos lo condicionan. Al respecto, Munda (1974), sugiere que la contaminación orgánica provoca cambios en la composición y biomasa de especies de algas bentónicas, siendo las Chlorophyta favorecidas por ser más tolerantes a este

efecto que las Rhodophyta y Phaeophyta. También en ésta figura podemos observar que la proporción de Phaeophyta en el sitio de colecta 5 es la menor de todas y esto quizá se deba al tipo de sustrato arenoso dominante el cual no es el más adecuado para esta división, como lo podría ser para las Chlorophyta, en las que se observó que se desarrollan con una gran variedad de especies y mayor éxito en estas condiciones, siendo esto característico para la zona de estudio.

De la comparación por especies de cada uno de los sitios de colecta, figura 3, el coeficiente de similitud de Jaccard nos indica que los sitios de colecta 3 y 7 al igual que los sitios 8 y 9, se encuentran con una similitud del 50% lo cual nos quiere decir que al menos la mitad de las especies se encuentran presentes en ambos grupos. El resto de las agrupaciones se tienen a valores menores del 50%. Haciendo una comparación de esta figura con la tabla I en donde se resumen las características de los sitios de colecta se observan las siguientes relaciones: el grupo de los sitios 3, 7 y 10 son zonas con una presencia de sustrato duro y arena, de poco oleaje; en este caso, aunque se tiene una baja similitud la agrupación se debe al tipo de sustrato, que es distinto del que presentan los sitios 1, 2 y 6, con una gran abundancia de Thalassia testudinum. El agrupamiento de los

sitios 4, 8 y 9 probablemente se debe a que el 8 y 9 son sitios expuestos a un oleaje moderado y el sitio 4 encuentra mejor expresada su similitud con estos dos sitios sin necesidad de tener un oleaje moderado. El sitio de colecta 5 queda aislado por la gran abundancia de substrato arenoso no presente en ningún otro. Para nuestro caso (fig. 3) se tiene una muy baja similitud entre los diez sitios de colecta, aunque cabe señalar que existe en general una correlación de la similitud florística entre ciertos sitios y las características ambientales de las mismas. Al respecto, algunos trabajos realizados en la Bahía de Todos Santos B.C. como los de Baltazar Valenzuela (1984) y Martínez Pizeno (1985), han encontrado una estrecha relación entre la composición florística y los sitios con las mismas características ambientales aislando a otros que tuviesen una condición o característica que los hace particularmente diferentes.

En la figura 4 la variación que existe entre los períodos de muestreo en cuanto a la composición florística no es muy marcada obteniéndose valores de similitud de 0.67 y 0.68 entre ellos; esto se debe básicamente a dos razones, la primera es que la estimación de presencia-ausencia de especies no es tan diferente a nivel cualitativo entre los períodos de muestreo, y la segunda es que el hecho de tener pocas especies eventuales en los

muestreos (tabla IV) genera mínimas posibilidades de disimilitud entre cada período de muestreo. La homogeneidad ambiental que predomina en esta región del Caribe permite que los cambios estacionales sean muy leves pues las principales corrientes tienden a dispersar las condiciones tropicales hacia el norte y sur de sus límites estrictos (Taylor, 1960).

En general la flora de Puerto Morelos es la característica de la región del Caribe Mexicano y tiene mucha similitud con la reportada por Huerta Mozquiz *et al.* (1987) tanto para las zonas norte y sur del estado así como la encontrada por Mateo Cid (1986) para la Isla de Cozumel. Esto era de esperarse pues todas estas localidades se encuentran dentro de la Región Fitogeográfica Tropical del Atlántico Oriental (Hoek, 1975).

5.2 ABUNDANCIA

Para conocer la abundancia de la comunidad algal en Puerto Morelos, se escogieron 4 sitios de colecta de una manera deliberada intentando hacer más marcadas las diferencias que con la observación eran evidentes. Estas se encuentran resumidas en la tabla I, y los sitios de colecta fueron el 5, 6, 8 y 10. El sitio de colecta 5 como ya se ha dicho, por el sustrato arenoso que presenta

en su mayor parte lo coloca en una posición especial, ya que este tipo de sustrato es en cierto modo poco favorable para la fijación de organismos como como las algas, y quizás esta sea la razón por la que en las figuras 5 y 6 se muestre que presenta similitud con el sitio 6. Lo mismo se asume para los sitios 8 y 10 en donde el sustrato duro es la característica por la cual la composición florística tendió a ser similar, aunque a veces los valores obtenidos hayan sido bajos. Para corroborar que estos agrupamientos no se ven afectados por la presencia de especies eventuales, se generó un dendrograma (fig. 7) con los datos de presencia-ausencia de la tabla III para los mismos sitios de colecta. Se puede observar que a diferencia de la figura 5, los dos sitios que presentan una mayor similitud son el 8 y el 10 seguidos del 5 y 6, aunque de todos modos se agrupen de forma similar. La idea de usar dos índices como el de Jaccard y el de Morisita es sólo para corroborar cualquier discrepancia sabiendo que el índice de Morisita confiere mayor peso a la similitud en cuanto a abundancia por especies que Jaccard el cual cuantifica especies comunes y no tanto la proporción con que existen en la comunidad.

Las gráficas de abundancia relativa (fig. 8) nos dan una idea de como en todos los casos la abundancia relativa disminuye de forma súbita en las primeras 3 especies, y a

partir de estas su pendiente se suaviza; también se puede observar cómo el comportamiento de las especies cuantificables coincide en los dos sitios de colecta que cuentan con un sustrato duro, y cómo en estos dos casos la mayor abundancia corresponde a cuatro Rhodophyta que son, Jania adhaerens, Laurencia intricata, L. microcladia y L. papillosa; a diferencia de los sitios de colecta 5 y 6 en donde las Chlorophyta mas abundantes son: Halimeda incrassata, Udotea flabellum, y Caulerpa paspaloides, concordando esto con las observaciones de Taylor (1960), que establece que tanto la naturaleza química del sustrato tiene un efecto principal en la fijación de esporas así como su naturaleza física para no desprenderse y alcanzar la madurez.

El comportamiento de la abundancia relativa por especie para cada sitio de colecta nos indica que existe una ligera dominancia de ciertas especies para cada uno de los sitios, la cual no es tan marcada como se pudiese encontrar en un sitio disturbado. Algunos estudios florísticos como los de Golubic (1970) y Skeen de Alba (1985), han encontrado en sitios de colecta que presentan un disturbio, que los valores para las especies dominantes alcanzan hasta un 70% de abundancia relativa, para el presente estudio los valores de abundancia relativa fueron mucho mas bajos comparados con los trabajos anteriores,

indicando que la dominancia está más repartida entre la totalidad de las especies, y la causa de esto probablemente sea la estabilidad de condiciones ambientales típica de las costas del Caribe.

5.3 DIVERSIDAD

Uno tiene la posibilidad de escoger varias medidas complejas, algunas basadas en una relación teórica entre las especies e individuos, y otras no. Todas estas son medidas heurísticas y la mejor es la que prueba ser en la práctica la más confiable dando la mejor predicción ecológica y la mayor introspección (Lloyd, 1968).

Los índices de diversidad y dominancia de Shannon mostraron ser los más adecuados para este trabajo, ya que asumen que la comunidad es lo suficientemente grande de tal forma que cada muestra colectada no afecta en ningún modo a las poblaciones componentes (Pielou, 1977), y a que toma en cuenta tanto la riqueza de especies así como la proporción que presentan dentro de la comunidad (Brower & Zar, 1977).

A partir de las tablas V, VI, VII y VIII, se calculó el índice de diversidad (fig. 9) donde podemos observar que la más alta diversidad se presentó en el sitio 10, que corresponde al tipo de sustrato y condiciones ambientales

más favorables para el asentamiento de algas, por presentar un sustrato duro. Se observa que el sitio de colecta 8 tiene una menor diversidad que el sitio 6; como se puede apreciar en la misma figura en donde se indican las diversidades máximas calculadas para cada sitio, la mayor se encuentra en el 8 y esto es lógico pues los datos utilizados para el cálculo de la diversidad solo incluyeron aquellas especies más conspicuas y evaluables, sin embargo el hecho de que este sitio tenga una alta diversidad es también de acuerdo a las características que presenta y que son muy similares a las encontradas en el sitio 10. La diversidad de los sitios de colecta 5 y 6 refleja de igual manera las condiciones prevaletientes en cada uno de los mismos; particularmente en el sitio 6 la diversidad debiera ser menor a la encontrada a causa de la poca circulación en la zona del muelle y que tiene como consecuencia la acumulación de materia orgánica y basura; sin embargo, posiblemente este efecto no sea determinante aun. El cuestionamiento ahora es por que la diversidad máxima calculada del sitio 6 no es mayor que la del sitio 8. Esto se debe al efecto de baja circulación y stress ya mencionado que tiende a disminuir la riqueza de especies. La realización de estudios de dominancia y diversidad en el sitio 6 a la par con una medición de parametros fisico-químicos podria arrojar buenos resultados para una

prevención de problemas ecológicos. Las algas marinas bentónicas se pueden utilizar como un buen indicador de contaminación, ya que representan una parte importante del nivel trófico más bajo, y cualquier cosa que las afecte debe tener influencia a niveles tróficos más elevados (Borowitzka, 1972). En particular el sitio de colecta 5 presenta la menor diversidad la cual está muy cerca de la diversidad máxima calculada; esto indica la baja riqueza de especies de este sitio. Ahora bien, esta riqueza probablemente se debe a la predominancia del sustrato arenoso, que es móvil y cambiante, y a la presencia de un ojo de agua (afloramiento de agua dulce en el fondo marino proveniente del manto freático), el cual no es determinante pero puede tener influencia en la diversidad y dominancia al presentar estas características.

También en esta figura podemos observar como el comportamiento de la dominancia es inverso a la diversidad pero no en el mismo grado. Esto quiere decir que la comunidad algal se encuentra distribuida de una manera homogénea, o bien, que la dominancia de ciertas especies aun no se hace muy clara por existir una alta riqueza de especies. Utilizando el método de rarefacción descrito por Sanders (1968) se observa que la diversidad para los mismos datos (fig. 10) es similar en los sitios 8 y 10 que presentan mejores condiciones de sustrato que las de

los sitios 6 y 5. El sitio 6 está estresado por algun factor por lo que la diversidad disminuye, aunque la presencia de pradera de Thalassia testudinum disminuye la movilidad de arena creando un mejor sustrato para la fijación de algas. El sitio 5 es el menos diverso apoyando lo ya discutido anteriormente pues el sustrato arenoso poco consolidado desfavorece la presencia de algas.

Sabemos que bajo condiciones de disturbios extremos las comunidades algales muestran diversidad de especies reducida y aumento de abundancia de aquellas algas que son oportunistas (Murray & Littler, 1984). Esto no es muy claro en el presente estudio pero los resultados indican que sin un cuidado adecuado se puede deteriorar el ecosistéma marino.

Puerto Morelos al igual que muchas otras localidades en el estado, atraviezan por un período de crecimiento acelerado, que sin duda las obliga a planear de una manera eficaz su desarrollo para prevenir los efectos que éste pueda causar contemplando la necesidad de estudios encaminados a la protección del medio ambiente.

Definitivamente se puede argumentar a partir de las diversidades encontradas; que la comunidad algal se encuentra determinada por el tipo de sustrato y por

efectos que propicien condiciones extremas como es la presencia de estructuras portuarias.

Con este trabajo se cuenta ya con el estado actual de la flora marina bentónica de Puerto Morelos, y es seguro que se vea modificada a medida que se tenga un mayor impacto en el ecosistema marino.

Una continuidad de los estudios de este tipo permitira determinar el grado de deterioro que sufren dichas comunidades, para evaluar las posibles alternativas de protección y una mejor planeación, teniendo en cuenta las efectos que en otros sitios no se han podido evitar a causa de no contar con evaluaciones previas a dichos impactos.

6.0 CONCLUSIONES

1.- Se identificaron 160 especies de macroalgas marinas bentónicas en la localidad de Puerto Morelos.

2.- Se reportan 96 nuevos registros para Puerto Morelos y 13 para el Estado de Quintana Roo.

3.- La diversidad de algas en el área de Puerto Morelos se puede considerar como alta.

4.- Se encontro, que principalmente el tipo de sustrato determina la composición florística y diversidad de una zona así como las condiciones del medio ambiente que predominen.

5.- La dominancia actual no presenta valores significativos que puedan indicar un stress a causa de la presencia de estructuras portuarias.

6.0 LITERATURA CITADA

Almodovar L.R. & D.L. Ballantine. 1983. Checklist of benthic marine macroalgae plus additional species records from Puerto Rico. *Carib. J. Sci.*, 19(1-2):7-20.

Almodovar, R.L., H.L. Blomquist, A. Ortiz, and E. Ortiz. 1972. A key to the genera of the marine Chlorophyta from Puerto Rico. *Carib. J. Sci.*, 12(3-4):205-213.

Baltazar-Valenzuela, E. 1984. Estudio de algas marinas bentónicas de la rada portuaria de Ensenada, Baja California, México. Tesis Profesional. E.S.C.M. U.A.B.C., 41 p.p.

Børgesen, F. 1916. The marine algae of the Danish West Indies. Part III. Rhodophyceae 2. *Dan. Bot. Ark.* 3: 81-144.

----- 1920. The marine algae of the Danish West Indies. Part III Rhodophyceae 6. *Dan. Bot. Ark.* 3: 369-498.

- Brower, E.J. & J.H. Zar, 1977. Field laboratory methods for general ecology. W.M.C. Brown Company Publishers 149 p.p.
- De la Campa de Guzmán, S. 1965. Notas preliminares sobre un reconocimiento de la flora marina del estado de Veracruz. An. Inst. Nal. Invest. Biol. Pesq. 1:7-49, 28 mapas.
- Carranza, J. 1959. Pesca y recursos pesqueros. en: Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento. IMERNAR.
- Chapman, V.J. 1961. The marine algae of Jamaica. Part 1 Myxophyceae and Chlorophyceae. Publ. Inst. Jamaica, Sci. Ser. Vol. 12, No. 1.
- 1963. The marine algae of Jamaica. Part 2. Phaeophyceae and Rhodophyceae. Publ. Inst. Jamaica, Sci. Ser. Vol. 12, No. 2.
- Cordeiro-Marino, M. 1978. Rodofíceas bentónicas marinhas do Estado de Santa Catarina. Rickia, 7: 1-243.
- Díaz-Piferrer, M. 1963. Adiciones a la flora marina de Puerto Rico. Carib. J. Sci., 3(4):215-235.
- 1964. Adiciones a la flora marina de Cuba. Carib. J. Sci. 4(2-3):253-371

- 1965. Notas sobre el genero *Cryptonemia*
(Rhodophyta) en Puerto Rico. *Carib. J. Sci.*,
5(1-2):1-7.
- 1969a. Distribution of the marine benthic flora of
the Caribbean sea. *Carib. J. Sci.* 9(3-4):
151-178.
- 1969b. *Ceramiella joly*, a new species of Rhodophyta
from Puerto Rico. *Carib. J. Sci.*, 8:119-205.
- 1969c. The genus *Ceramiella* in the Caribbean and
its biogeographical significance. *Carib. J.*
Sci., 9:53-58.
- 1969d. Corrective note on a previously published
paper on the genus *Ceramiella*. *Carib. J. Sci.*,
9:179-180.
- 1970. Nuevas adiciones a la flora marina de Puerto
Rico. *Carib. J. Sci.*, 10(1-2):9-15.
- García, E. 1964. Modificaciones al sistema de
clasificación climática de Koeppen para adaptarlo
a las condiciones particulares de la República
Méxicana. Offset Larios. México D.F..

- Golubic, S. 1970. Effects of organic pollution on benthic communities. Mar. Poll. Bull. 1:56-57.pp.
- Hoek, C. Vanden 1975. Phytogeographic provinces along the coasts of the Northern Atlantic Ocean. Phycologia,14:317-330.
- Huerta, M.L. 1958. Contribución al conocimiento de las algas de los bajos de la Sonda de Campeche, Cozumel e Isla Mujeres. An. Esc. Nal. de Cienc. Biol. I.P.N. 9(1-4): 115-131.
- 1960. Lista preliminar de las algas del litoral del Estado de Veracruz. Bol. Soc. Bot. México. 25: 39-45.
- 1961. Flora marina de los alrededores de la Isla Pérez, Arrecife Alacranes, Sonda de Campeche, México. An. Esc. Nal. de Cienc. Biol. I.P.N. 10(1-4): 11-22.
- Huerta M.L., y A.M. Garza-Barrientos. 1964. Algas marinas de la barra de Tuxpan y de los arrecifes Blanquilla y Lobos. An. Esc. Nal. de Cienc. Biol. I.P.N. 13(1-4): 5-21. 1 mapa.

- 1966. Algas marinas del litoral del Estado de Campeche, *Ciencia (México)*, 24(5,6): 193-200.
- 1980. Contribución al conocimiento de la flora marina de la zona sur del litoral de Quintana Roo. *México. An. Esc. Nal. de Cienc. Biol. México*, 23: 25-44.
- Huerta M.L., A.C. Mendoza-González, y L.E. Mateo-Cid. 1987. Avance sobre un estudio de las algas marinas de la Península de Yucatán. *Phytologia*, 62(1): 23-53.
- Humm, H.J. 1952. Marine Algae from Campeche Banks. *Oceanogr. Inst. Florida State Univ. Stud.* 7:27
- 1963. Algae of Southern Gulf of Mexico. *Proc. Int. Seaweed Symp.* 4: 202-206. Pergamon Press, Oxford.
- Humm, H.J. & H.H. Hildebrand. 1962. Marine algae from the Gulf coast of Texas and Mexico. *Publs. Inst. Mar. Sci. Univ. Tex.* 8: 227-268, 6 tex-figs.
- Humm, H.J. & J. Kreuzer. 1975. On the growth rate of the red alga *Hypnea musciformis*, in the Caribbean Sea. *Carib. J. Sci.*, 15(1-2):1-4.

- Kornicker, I., S.F. Bonet, R. Cann, & C.M. Hoskin.
1959. Alacran reef, Campeche bank, Mexico. Publ.
Inst. Mar. Sci. 6: 1-22.
- León-Tejera, H.P. 1980. Abundancia y distribución de
algunas macroalgas arrecifales del Caribe
Mexicano. Tesis Profesional Fac. de Cienc.
U.N.A.M. 50 p.p..
- Lloyd, M. 1968. On the Calculation of
Information-theoretical Measures of Diversity.
Amer. Mid. Nat. 79(2): 257-272.
- Logan, B.W. 1962. Submarine Topography of the Yucatan
Platform. in: New Orleans Geol. Soc. (ed.)
Guidebook field trip to Peninsula of Yucatan.
- Martinez-Pizeno, F. 1985. Variación anual de la
macroflora de entre mareas en una zona contaminada
de la Bahía de Todos Santos, B.C., Tesis
Profesional, E.S.C.M. U.A.B.C., 68 p.p.
- Mateo-Cid, L.E. 1986. Estudio Florístico de las algas
marinas bentónicas de Isla Cozumel, Quintana Roo,
México. Tesis profesional, E.N.C.B., I.P.N.

- Mathieson, A.C. & C.J. Dawes. 1975. Seasonal studies of Florida sublittoral marine algae. *Bull. Mar. Sci.*, 25(1):46-65.
- Munda, I. 1974. Changes and succession in the benthic algal association of slightly polluted habitats. *Rev. Int. Oceanogr. Med.* 34: 37-52.
- Murray, S.N., & M.M. Littler. 1984. Analysis of seaweed communities in a disturbed rocky intertidal environment near Whites Point, Los Angeles, Calif., U.S.A. *Hydrobiologia* 116/117, 374-382.
- Norris, J.N. & K.E. Bucher. 1982. Marine Algae and seagrasses from Carrie Bow Cay, Belize. pp.167-223 in Rutzler, K. and I.G. Macintyre (eds.) *The Atlantic Barrier reef Ecosystem at Carrie Bow Cay, Belize 1: Structure and communities. Smithsonian Contributions to the Marine Sciences*, 12: XIV-539pp.
- Pielou, E.C. 1977. *Mathematical Ecology*. John C. Wiley & Sons. New York.
- Restrepo, F.I. 1982. *Ecodesarrollo y Desarrollo Agropecuario*, en, *Integración de la Ecología en el desarrollo*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, A.C., 197 p.p.

- Round, F.E. 1981. The Ecology of Algae. Cambridge University Press N.Y. U.S.A.
- Sánchez-Rodríguez, M.E. 1965. Flora marina de Monte Pio, Edo. de Veracruz, Mexico. An. Esc. Nac. de Cienc. Biol. Méx. 14: 9-18.
- Sanders, H.L. 1968. Marine benthic diversity, a comparative study Am. Natur. 102:243-282.
- Schnetter, R. 1978. Botryocladia monoica (Rhodymeniales, Rhodophyceae), a new species from the Caribbean coast of Colombia. Phycologia 17(1):13-15.
- 1980. Algas marinas nuevas para los litorales Colombianos del Mar Caribe. Carib. J. Sci., 15(3-4):121-125.
- Secretaria de Agricultura y Recursos Hidraulicos.
1961-1980. Datos de las estaciones meteorologicas de Felipe Carrillo Puerto, Palmas, Señor, Xpichil, y Tampak en el Estado de Quintana Roo. Servicio Meteorologico Nacional. México D.F..

- Skeen de Alba, L.M. 1985. Variaciones estacionales y espaciales de la macroflora marina del intermareal rocoso semiexpuesto de la Bahía de Todos Santos, Baja California, México. Tesis profesional, F.C.M., U.A.B.C., 73 p.p.
- Taylor, W.R. 1935. Marine Algae from Yucatan Peninsula. *Publs. Carnegie Inst. No. 461*: 115-124.
- 1957. Marine Algae of the Northeastern Coast of Northamerica. 2nd. revised ed. The University of Michigan Press. U.S.A. 520 p.p.
- 1960. Marine Algae of the Eastern Tropical and Subtropical Coasts of the Americas. The University of Michigan Press. U.S.A. 840 p.p.
- 1962. Marine Algae from the Tropical Atlantic Ocean: V algae from the lesser Antilles. *Contr. U.S. Nat. Herb. 36*:43-62
- 1972. Marine algae of the Smithsonian-Bredin expedition to Yucatan. *Bull Mar. Sci. 22*: 34-44.
- Taylor, W.R. & C.F. Rhyne. 1970. Marine Algae of Dominica. *Smithson. Contrib. Bot. No.3*

- Tsuda, R.T. 1968. Additional records of marine benthic algae from Costa Rica. *Carib. J. Sci.*, 8(1-2):103-104.
- Tsuda, R.T. & C.J. Dawes. 1974. Preliminary checklist of the marine benthic plants from Glover's Reef, British Honduras. *Atoll. Res. Bull.* 173:1-13.
- Wynne, M.J. 1986. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic. *Can. J. Bot.* 64: 2239-2281.

