Análisis de la biodiversidad de algas marinas situadas entre Uaymitún y Chuburná, Yucatán

Sánchez-Molina I.[1], González-Ceballos J., Zetina-Moguel C.[2], Casanova-Cetz R.

Recibido: 17 de octubre de 2006- Aceptado: 17 de abril de 2007

RESUMEN
Las algas marinas participan en los equilibrios físico-químicos, el ciclo del carbono y sustentan tramas alimenticias de ambientes costeros. A pesar de su importancia los estudios realizados de este grupo de organismos en Yucatán son escasos. El objetivo de este trabajo es contribuir al conocimiento de la biodiversidad de algas marinas en la zona costera de Yucatán, comprendida entre Uaymitún y Chuburná, con la finalidad de fundamentar estudios de ingeniería ambiental. Se hicieron recorridos en la zona intermareal hasta encontrar fondos rocosos. Los muestreos se hicieron en Chelém, Uaymitún, Chuburná y Progreso colectando algas de piedras, concreto, madera, conchas, otras algas, briozoos, tubícolas, esponjas, arena, y algas a la deriva. La identificación se hizo con caracteres morfológicos macroscópicos y microscópicos. Se analizaron las asociaciones de algas por sitios, especies y sustratos mediante análisis de conglomerados, para tal efecto se utilizó el coeficiente de Jaccard. Se determinaron 46 taxas de algas marinas bentónicas en 29 géneros y 19 familias; Rhodomelaceae presentó la mayor riqueza de especies. El análisis de conglomerados indica que las asociaciones de algas marinas en madera y concreto son muy similares; las que crecen en caracol y piedra forman un segundo grupo; las algas a la deriva, asociadas a briozoos, a poliquetos y a otras algas marinas forman un tercer grupo y las algas en esponjas y sobre arena no se asocian. La biodiversidad de algas tiene un comportamiento dinámico relacionado a condiciones de lugar y ciclos temporales. Los sustratos definen agrupaciones y las condiciones oceanográficas otras agrupaciones de deriva.

Palabras clave: Biodiversidad, algas, Yucatán.

Marine algal biodiversity analysis in the Yucatan coast between Uaymitun and Chuburna

ABSTRACT
Marine algae participate in the physical – chemical balance and the carbon cycle; they also sustain trofic nets of coastal environments. In spite of its importance, studies on the marine algae from the Yucatan coast are limited. The objective of this work is to contribute to the knowledge of marine algae biodiversity in the Uaymitun to Chuburna coastal zone from Yucatan, México, in order to help environmental engineering studies. Searches were made on the intertidal zone until the rock-bottom depth was found. The transects were made in Chelem, Uaymitun, Chuburna and Progreso, Yucatan, collecting algae from stones, concrete, construction woods, snail shells, other algae, bryozoa, calcareous tube worms, sponges, sand, and non-fixed algae. The samples were collected and identified to the species level. Macroscopic and microscopic morphologic characters were used for identification. Algae associations were made of the sampling sites, between the species and substrate where they were found through Cluster analysis using Jaccard's coefficient. 46 taxa of bentonic algae were determinate: 29 genera and 19 families, Rhodomelaceae was the group with major specific richness. Cluster analysis indicates that the associations of marine algae from wood and concrete are very similar forming a second group; the non-fixed algae associate with bryozoa, calcareous tube worms and other marine algae form a third group and the algae in sponges, snail shells and sand are not associated. Algal biodiversity in the Yucatan coast has a dynamical behavior that it is determined by location conditions and temporal cycles. Substrate induces clusters and there exist non-fixed algal groups determined by oceanographic conditions.

Keywords: Biodiversity, algae and Yucatan

[1] Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UADY. E-mail: msmolina@uady.mx
[2] Profesor-Investigador. Facultad de Ingeniería-UADY. E-mail: zmoguel@uady.mx

INTRODUCCIÓN

Las comunidades vegetales influyen de una manera muy importante en las características de los ambientes costeros, en la perspectiva física los vegetales sésiles que se fijan al sustrato modifican la dinámica de los medios fluidos y favorecen la sedimentación de material particulado disminuyendo su movilidad (Dawes, 1986). Las algas marinas han desarrollado diversas estrategias para aprovechar las ventajas de cada uno de los ambientes y en diferentes escalas de tiempo se establecen equilibrios entre los organismos y dentro de las comunidades vegetales. La actividad humana altera los equilibrios y como consecuencia modifica las tendencias evolutivas de las comunidades vegetales marinas (Ellison y Farnwort, 1996; Valdez-Lozano, 1995; Monrand y Merceron, 2005).

Las algas marinas revisten particular importancia ya que además de participar en el establecimiento de equilibrios propicios para la biota acuática, son en si mismo un recurso biótico susceptible de ser aprovechado (Concepción-Alonso et al., 2001) La plataforma peninsular de Yucatán se extiende hasta 160 Km. de la costa con un fondo marino de poca profundidad, niveles de irradiación óptimos en amplias regiones y además un sustrato calcáreo que favorece la fijación y colonización de macrofitas, esto hace propicio el crecimiento de una variada macroflora marina (Robledo-Ramírez, 1996) que a contribuido y contribuye a la formación biogeológica de la Península de Yucatán.

En las costas de Yucatán se han realizado importantes contribuciones en el conocimiento de la biodiversidad de las algas marinas, algunos de estos trabajos se orientaron a la descripción de las especies de algas como son los de Huerta-Muzquiz (1960); Huerta-Muzquiz *et al*. (1987); Mateo-Cid (1988); Mateo-Cid y Mendoza-González (1991); Mendoza-González y Mateo-Cid (1992); otros hacen una evaluaciones de la riqueza específica, entre ellos tenemos los trabajos de Serviere-Saragoza *et al*. (1992); Ortegón y González-González (2001); y otros al estudio de las relaciones entre las asociaciones de algas y los diferentes ambientes acuáticos Collado-Vides y González-González (1987). Por otra parte se han realizado trabajos orientados al uso de las algas marinas para beneficio de las comunidades humanas que habitan las costas de Yucatán, Robledo y Pelegrin (1997). A pesar de las contribuciones sobre este grupo de organismos en las costas de Yucatán nuestro conocimiento sobre la taxonomía y relaciones de las algas con el ambiente costero local, es restringido.

La importancia de conocer la composición taxonómica de especies en el área y las relaciones que guardan entre ellas a nivel de comunidad biótica, radica en que este conocimiento es la base sobre la que se pueden iniciar otros estudios de relaciones entre las especies y las condiciones ambientales y de ahí inferir causas o efectos de alteraciones ambientales de origen antropogénico o de igual manera establecer vías de aprovechamiento de los recursos algales ya sea desde una perspectiva de uso directo como alimentos o fuente de extracción de productos útiles o valiosos para el hombre, cómo desde una perspectiva de aprovechamiento basado en la conservación o inducción de la presencia de las comunidades bióticas para fines de una ingeniería que aproveche de manera integral nuestros conocimientos, físicos, químicos y biológicos de la naturaleza para beneficio del hombre en la perspectiva sustentable. El objetivo de este trabajo es contribuir al conocimiento de la biodiversidad de las algas marinas en una zona costera de Yucatán en la que se realizan actividades navieras, turísticas y de la industria pesquera, con la finalidad de fundamentar estudios de ingeniería ambiental

El área de estudio está situada al norte de la ciudad de Mérida, Yucatán entre el puerto de Chuburná y Uaymitún. Es la franja costera del estado con mayor incidencia de las actividades humanas, en ella se concentran el puerto de abrigo pesquero y turístico más importante, un muelle de más de cinco kilómetros de longitud con una gran actividad marítima, la zona industrial pesquera de mayor importancia en el Estado de Yucatán, así como la franja turística del puerto de Progreso y desarrollos urbanos usados para veraneo a lo largo de todo el área de estudio. Por otra parte constituye, según los modelos hidrológicos de aguas subterráneas, la zona costera que recibiría la descarga de agua subterránea más afectada por la franja de mayor población y más industrializada del estado de Yucatán, (Figura 1). Esta zona ha cobrado un gran interés por que los procesos de erosión y acreción de las playas que han modificado la línea de costa produciendo o amenazando con cuantiosos daños económicos, principalmente relacionados a las actividades recreativas que se realizan en la zona. Las playas de Yucatán en la zona de estudio se pueden considerar una acumulación de material no consolidado compuesto de arena de origen orgánico que se encuentra sobre una placa rocosa confinante o caliche que se prolonga desde tierra adentro hasta una profundidad variable en la que disminuye el espesor del material no consolidado por encima de la roca hasta prácticamente desaparecer.

Es importante señalar que este estudio se inscribe en un esfuerzo por comprender los procesos costeros incluyendo fenómenos biológicos y utilizar los conocimientos adquiridos para un manejo sustentable que incluye la minimización de alteraciones al ambiente cuando se llevan a cabo obras de ingeniería costera.

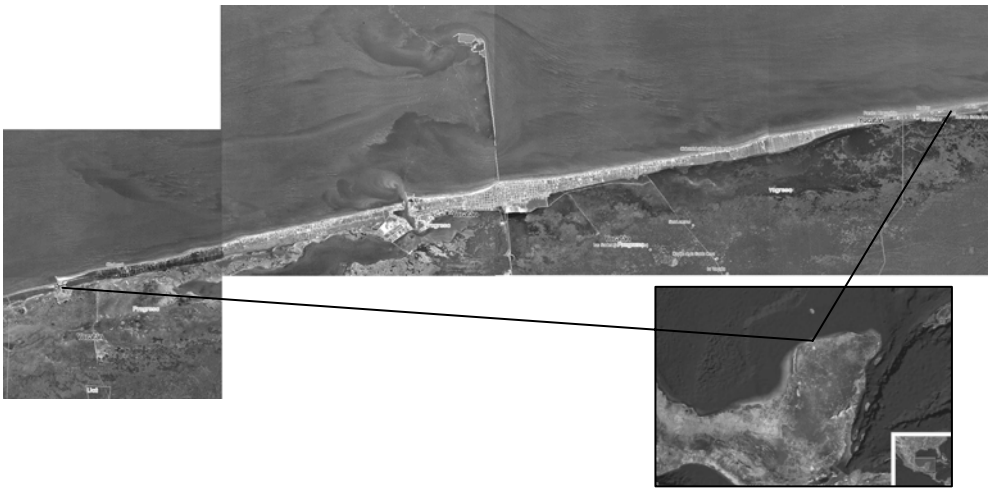

Figura 1. Zona de la costa del estado de Yucatán con mayor crecimiento de actividades humanas.

METODOLOGÍA

Los muestreos se realizaron en la zona costera entre Uaymitún y el puerto de abrigo de Chuburná, en el mes de julio en temporada de lluvia. Se hicieron cuatro transectos en sentido perpendicular a la línea de costa, con una duración aproximada de 1:30 hrs. y una distancia de 1km. El recorrido de los transectos se hizo mediante buceo libre desde la playa hasta una profundidad de más de cuatro metros, se recolectó el material ficológico en las áreas abiertas de la playa arenosa y en las construcciones de protección costera como son escolleras, espolones de madera y piedra, los pilares o pilotes del muelle de Progreso y los costales rellenos de arena que se han usado en la zona intermareal para intentar detener la erosión de las playas. Se consideró el tipo de sustrato y las asociaciones con otras estructuras. Se determinó como sustrato blando todo el entorno del arenal y las estructuras vivas que se desarrollan en él, y como sustrato duro; a las piedras sumergidas y a las estructuras artificiales (muelle, escolleras y espigones). Es importante señalar que en la zona de estudio este método de colecta solo es posible de realizar en los meses en que las aguas costeras permiten una buena visibilidad y lo que ocurre en la temporada de secas (aproximadamente finales de marzo a mayo) o en el verano (aproximadamente junio a septiembre), sin embargo, es durante la época de lluvias cuando puede esperarse un mayor crecimiento y diversidad de especies debido a los aportes de nutrimentos por escurrimientos de agua dulce y debido a las surgencias de aguas profundas provenientes del canal de Yucatán (Valdez-Lozano, 1995; Herrera-Silveira *et al*., 1995; Medina, 1999).

El material se recolectó a mano o desprendidas del sustrato duro con una espátula, se conservaron para su transporte en bolsas de plástico etiquetadas. En el laboratorio se fijaron con formol al 4% preparado con agua de mar. Para la identificación del material se utilizaron las claves de Taylor (1972), Joly (1967) y Littler y Litter (1997), Garduño-Solórzano *et al*. (2002). La actualización nomenclatural se realizó con base a la obra de Wynne (1998). La identificación se basó en los caracteres morfológicos externos y observaciones microscópicas en cortes histológicos. El material procesado se prensó y montó en cartulina bristol para su posterior ingreso a la colección de macroalgas del herbario “Alfredo Barrera Marín” de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Se elaboró una base de datos de presencia ausencia en localidades y sustratos. Esto se hizo utilizando el software EXCEL. Con este mismo software se construyeron tablas y gráficos utilizados para el análisis estadístico de la información.

Una parte del análisis de la información consistió en explorar las relaciones entre los grupos taxonómicos de las algas y los sustratos en que se encontraron, así como el análisis de las agrupaciones de algas en relación a las localidades de colecta. Esto se hizo utilizando un análisis de conglomerados basado en el índice de Jaccard y utilizando como método de agrupación uno denominado UMPGA (Unweited Pair

Group Average Method por sus siglas en inglés) que es un método de no ponderado de promedios entre pares de grupos, el software utilizado fue el MVSP v.3 y con él se hicieron los dendogramas que ilustran los análisis realizados.

RESULTADOS

Se identificaron 46 especies de algas marinas bénticas de las cuales una corresponde a la división Cyanophyta, 15 a la Chlorophyta, 26 a la Rhodophyta y cuatro especies a la división Phaeophyta (Tabla 1). Las rodófitas son las mejor representadas con un 56% del total de las especies encontradas, (Figura 2). Algunos de los ejemplares recolectados se dejaron a nivel de género ya que las características de las mismas no correspondieron al de las claves de identificación, o bien la muestra constaba de fragmentos del ejemplar lo que dificultó su identificación. En relación a las localidades en Chuburná y Chelém se registró el mayor número de especies con 31 para ambas localidades, seguido de Progreso con 17 especies y en Uaymitún solo se encontraron 11. En todas las localidades la familia mejor representada fue la Rhodomelaceae. Ninguna especie se presentó en las cuatro localidades y 11 se encontraron en 3 de las localidades.

Tabla 1. Listado florístico de las algas marinas bentónicas de la zona costera de estudio.

División	Orden	Familia	Género y especie
Cyanoprokariota	Hormogonales	Oscillatoriaceae	*Lyngbya polycroa* (Meneghini)Rabenhorst .
Chlorophyta	Bryopsidales	Bryopsidaceae	*Bryopsis pennaga* Lamouroux
		Codiaceae	*Codium isthmocladum* Vickers
		Halimedaceae	*Halimeda incrassata* (J. Ellis) Lamouroux
		Udoteaceae	*Udotea spinulosa* M. Howe
			Udotea flabellum M. Howe
	Cladophorales	Cladophoraceae	*Chaetomorpha minima* Collins et Hervey
			Cladophora fulginosa Kützing
			Cladophora laetevirens (Dillwyn)Kützing
			Cladophora prolifera (Roth) Kützing
			Cladophora linifornis
			Cladophora sp.
			Rhizoclonium riparium (Roth) Kützing.
		Siphonocladaceae	*Cladophoropsis macromeres* Taylor
			Cladophoropsis membranceae (Hofman Bang ex C. Agardh) Borgesen
	Dasycladales	Polyphysaceae	*Acetabularia crenulata* Lamouroux
Rhodophyta	Corallinales	Corallinaceae	*Jania adherens* Lamouroux
	Gigartinales	Solieriaceae	*Agardiella tenera* (J. Agardh) Schmitz
		Halymeniaceae	*Halymenia floresia* (Clemente y Rubio) C. Agardh
		Hypneaceae	*Hypnea spinella* (C.Agardh) Kützing.
		Gracilariaceae	*Gracilaria sp.*
	Rhodymeniales	Champiaceae	*Champia parvula* L. Williams
		Lomentariaceae	*Lomentaria baileyana* (Harvey) Farlow
	Ceramiales	Ceramiaceae	*Centroceras clavulatum* (C.Agardh in Kunth) Mont. In Durieu de Maisonneuve
			Ceramiun corniculatum Montagne
			Ceramiun flaccidum (Kützing) Ardissone
			Wrangelia sp
		Dasyaceae	*Heterosiphonia crispella* Montagne
			Heterosiphonia gibbessi
	Ceramiales	Rhodomelaceae	*Acantophora spicifera* (Vahl) Börgesen
			Bryothamnion seaforthii
			Bryothamnion triquetum (Gmelin) Howe
			Chondria baileyana
			Digenia simplex (Wulfen) C. Agardh
			Chondrophycus poiteaui (Lamouroux) Nam
			Laurencia microcladia Kützing
			Laurencia gemmifera Harvey
			Laurencia intricata Lamouroux
			Polisyphonia denudata (Dillwyn) Greville ex Harvey
			Polisyphonia exilis Harvey
			Polisyphonia gorgoniae Harvey
			Polysiphonia subtilissima Montagne
Phaeophyta	Dictyotales	Dictyotaceae	*Dictyota cervicornis* Kützing
			Dictyota dichotoma (Hudson)Lamouroux
			Dictyota indica
			Padina santae-crusis Borgesen
Total	10	19	46

En cuanto a su distribución por sustrato el mayor número de especies se encontró en sustrato blando con 41 especies, de las cuales 25 fueron epifitas de otras algas (Tabla 2), 20 algas a la deriva y solamente tres especies se encontraron ancladas a la arena. 21 especies se encontraron en sustrato duro principalmente sobre piedra y 14 especies no presentaron afinidad por ningún sustrato, hallándose indistintamente en ambos tipos de sustrato.

Tabla 2. Número de especies de macroalgas por sustrato y su asociación

Sustrato	Duro				Blando				
Asociación	Piedra	Concreto	Madera	Caracol	Alga	Briozoos	Poliquetos	Arena	Deriva
No.Especies	14	4	3	8	25	17	18	3	3

El análisis de conglomerados de los sustratos con base en la presencia ausencia de las especies indica que las asociaciones de algas marinas en madera y concreto son muy similares (Figura 3), que las algas en deriva, asociadas a briozoos, a tubícolas y a otras algas marinas forman un segundo grupo y que las algas en esponjas, caracoles y piedras se asocian en un tercer grupo.

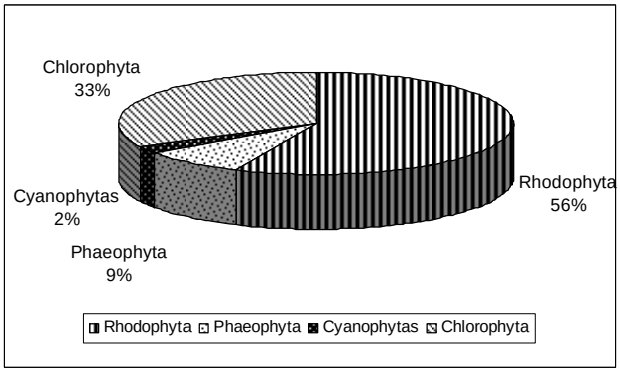

Figura 2. Porcentaje de los grupos de macroalgas de la zona costera de estudio**.**

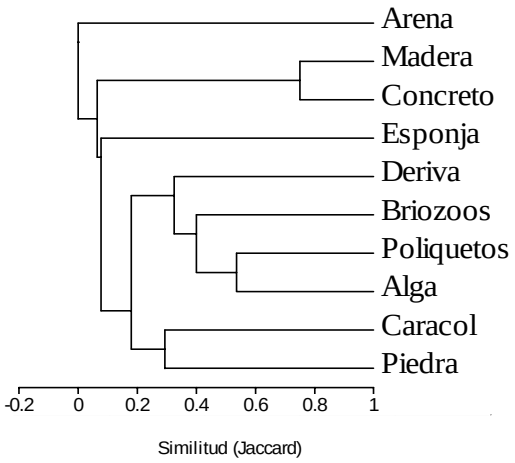

Figura 3. Dendograma de asociaciones de las especies de algas según el tipo de sustrato de donde se colectaron

Por otra parte la agrupación de las algas marinas en relación a su presencia en los diferentes sustratos con un coeficiente de similitud mayor a 0.84 muestra los siguientes grupos principales en orden de número de especies en cada grupo:

La agrupación más importante incluye 14 especies: *Rhizoclonium riparium, Polisyphonia denudata, Lyngbya polychroa, Laurencia intricata, Laurencia microcladia, Heterosiphonia gibbessi, Halymenia sp, Gracilaria sp., Dictyota indica, Dictyota dichotoma, Cladophora prolifera, Champia parvula, Bryothamnion seaforthii, Agardhiella tenera*.

Otra agrupación incluye a las siguientes seis: *Wrangelia sp., Laurencia microcladia, Jania sp., Cladophoropsis macromeres, Cladophora fulginosa, Bryopsis pennata*.

Las siguientes cinco especies: *Hypnea spinella, Dictyota cervicornis, Ceramium corniculatum, Centrocera clavulatum, Bryothamnion triquetrum.*

Dos agrupaciones incluyen cuatro especies:-la primera se conforma por *Laurencia microcladia, Laurencia geminifera, Chondria baileyana y Chondriophycus poiteaui* y la segunda *Polisyphonia subtissima, Polisyphonia exilis, Padina santae-crusis, Cheatomorpha minima.*

Una agrupación de tres especies: *Cladophora ditricotomica, Cladophora leatevirens, Ceramium flaccidum.*

Cuatro agrupaciones de especies: **A)** *Halimeda incrassata, Digenia simplex.* ***B)*** *Cladophoropsis membranacea, Cladophora linifornis.* ***C)*** *Udotea flabellum, Acetabularia creanulata. y* **D)** *Udotea spinulosa, Acanthophora spiciphera.*

Dos especies no se agrupan: *Heterosiphonia crispella* y *Lomentaria baileyana*.

DISCUSIÓN

El número de especies hallada durante las colectas en este trabajo es alta si se toma en cuenta que en Laguna costera de Celestún, Ortegón (1993) reporta 23 especies y Casanova (2006) reporta para Chelém 54 especies. El mayor número de especies reportado en la Laguna de Chelém, en comparación con las halladas en el presente trabajo, se debe a que en la laguna se estudió un ciclo anual abarcando las tres épocas climáticas impactantes en nuestra región, lo que permite colectar un mayor número de especies: en términos teóricos todas las especies susceptibles o flora potencial (González, 1987); por otra parte las lagunas costeras presentan mayor variedad de habitats (Aguilar 1982) y la diversidad de hábitats se asocia a una mayor riqueza especifica (Cotrim DaCunha y Wasserman, 2003; Hsing-Juh y Jia-Jang, 2004).

La riqueza de especies encontrada se explica también por las condiciones oceanográficas prevalecientes en esta época del año que se caracterizan por la presencia de aguas más frías y transparentes en el fondo marino costero, descargas de agua dulce procedentes del acuífero subterráneo peninsular (Medina, 1999; Herrera-Silveira *et al*. 1995) y muy poca o nula turbulencia debida al oleaje. La consecuencia de estas condiciones oceanográficas por una parte favorece el crecimiento y desarrollo de un mayor número de especies de macroalgas en los diferentes sustratos y por otra parte permiten la observación directa de las agrupaciones algales en los ambientes que se recorrieron. Es probable que el número de especies en el área varíe de manera considerable durante otras épocas del año, por ejemplo durante la época de nortes o ante la presencia de perturbaciones ciclónicas que producen un incremento en la movilidad de las masas de agua sobre todo con una orientación que va desde las aguas más profundas hacia la línea de costa.

Bajo estas condiciones algunas especies fijas a sustratos duros del fondo marino en aguas de mayor profundidad se desprenden y derivan en dirección a la orilla. Muchas veces se trata de fracciones de macroalgas y otras de organismos prácticamente intactos. Un aspecto importante de este proceso es que la presencia de estas especies de algas se convierte en un componente natural de los ecosistemas arenosos costeros durante un tiempo considerable del ciclo anual. De cualquier forma un incremento en el esfuerzo de muestreo seguramente arrojará nuevas especies a la lista encontrada aunque si se toma en cuenta el número de especies reportado por Casanova (2006) se está cerca del máximo asintótico para el área en que se realizó el muestreo.

La importancia de los resultados obtenidos en este trabajo en términos de la riqueza específica radica en que se encontraron un gran número de especies de algas que pueden considerarse residentes de playas arenosas y estructuras duras naturales o artificiales ubicadas en estas playas. La identificación taxonómica de las especies proporciona el fundamento de estudios orientados a la comprensión de la estructura y función de las agrupaciones algales pero también permite encauzar una exploración más precisa del aprovechamiento de las algas de las costas arenosas de Yucatán y de las estrategias de manejo de este grupo taxonómico como un recurso natural.

El análisis de conglomerados de las especies, considerando la presencia en los diferentes sustratos, muestra un grupo interesante por el número de especies que lo conforman, se trata de las especies *Rhizoclonium riparium, Polisyphonia denudata, Lyngbya polychroa, Laurencia gemmifera, Laurencia intrincata, Heterosiphonia gibbessi, Halymenia floresia., Gracilaria sp., Dictyota indica, Dictyota dichotoma, Cladophora proliphera, Champia parvula, Bryothamnion seaforthi* y *Agardhiella tenera.* Debido a que varias de las especies son algas de talos robustos arrancados de su hábitat por las corrientes y las otras son pequeños talos de algas epifitas, o que viven sobre las anteriores. El análisis de los conglomerados o agrupaciones de algas en las diferentes localidades y en los diferentes sustratos fundamenta la adopción de métodos de colecta eficiente y orientada a estudios a nivel de población, comunidad biótica o ecosistema. Por ejemplo la presencia de grupos de algas que derivan en las zonas arenosas en asociaciones con briozoos hace difícil la evaluación de biomasa en un área con técnicas de colecta convencionales como los cuadrantes y tal vez requieran de técnicas de colecta diferentes como arrastres con redes o transectos de un tamaño considerable sobre las áreas de estudio. Un aspecto importante en este sentido es que los sustratos vivos tuvieron la mayor presencia de especies y que las especies en deriva son más que las especies que aparecieron en sustratos duros artificiales o fijos.

El área de estudio presenta zonas en las que se puede esperar condiciones diferentes, por ejemplo la zona de Uaymitún situada más al oriente del área de estudio se puede considerar la menos afectada en términos de concentraciones humanas y de actividades pesqueras, navieras o industriales, si bien en ella se encuentran localizados los desarrollos urbanos de mayor tamaño. El área cercana al puerto de Progreso es un área de

mayor concentración poblacional y turística, de tal manera que se podría suponer que recibe un mayor impacto de contaminación orgánica procedente de los núcleos poblacionales. Más al poniente está Chelem y debido a la dirección de la corriente y a la presencia del muelle de Progreso y el puerto de abrigo de Yucalpetén, se puede esperar mayores perturbaciones en la constitución de los sedimentos (una mayor presencia de sedimento fino), en la presencia de contaminantes derivados de la industria pesquera, de la actividad naviera, tal vez los núcleos poblacionales y turísticos sean menos numerosos que en la zona de Progreso y menos constantes que en la zona de Uaymitún, pero la presencia durante el verano de turismo si es considerable. Chuburná es la zona de estudio situada más al poniente y aunque las corrientes costeras van de las zonas más afectadas hacia este sitio las distancias que le separan de los núcleos poblacionales, y las zonas de mayor actividad naviera y de la industria pesquera es de varios kilómetros. Esta distribución de afectaciones explica la presencia de un mayor número de especies en Chelém y Chuburná, sin embargo los métodos de colecta y análisis utilizados en este trabajo no son contundentes como para fundamentar conclusiones en este sentido. Los resultados del trabajo permitieron identificar a la mayor parte de las especies que ocurren en el área y esta información es básica para el diseño de estudios comparativos ya sea en el espacio o en el tiempo y relacionados a perturbaciones naturales o inducidas por la actividad humana. Las especies reportadas para sustratos duros son las que se pueden comparar con mayor facilidad y dadas las experiencias obtenidas en la zona, es recomendable hacerlo durante la época del año en que las condiciones oceanográficas son más propicias, es decir en secas (abril-junio), o lluvias (julio-septiembre); abordar esta comparación durante la temporada de nortes es impráctico debido a la turbulencia y poca visibilidad subacuática en la zona costera abierta.

CONCLUSIONES

El número de especies de macroalgas encontradas en este trabajo es relativamente alta si se consideran los estudios más recientes en hábitats cercanos.

La biodiversidad de algas en las costas de Yucatán, tiene un comportamiento dinámico que responde a las condiciones de lugar y a ciclos temporales. Los sustratos definen agrupaciones pero por otra parte existen agrupaciones algales de deriva cuya presencia está determinada principalmente por las condiciones oceanográficas.

RECONOCIMIENTOS

Al apoyo brindado por el fondo FOMIX: CONACyT-Yucatán mediante el proyecto No: YUC-2005-C04-21289. A Emmanuel Santos May por el apoyo brindado durante las colectas, a Rita Vermount Ricalde y a Paty Chablé Castillo por su valiosa ayuda en la revisión del documento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar D. M. (1982).Estudio hidrográfico de la Laguna de Chelém, Yucatán. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Casanova Cetz R. H. (2006). Macroalgas de la laguna de Chelém, Yucatán. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Collado Vides L., González-González J., Gold Morgan M. (1994). A descriptive approach to the floating mases of algae of a Mexican Caribbean Coastal Lagoon. Botánica Marina, Vol. 37, 391-396

Concepción Alonso A.R., Fernández Pérez M.D., Fernández Reyes A., Mata-Mayo A., Del Vallin Cruz T. (2001). Evaluación de extractos de algas marinas, con actividad antioxidante y reorganizadora de la fibra colágena. Revista Cubana Invest. Biomed. 20 (1), 6-11.

Cotrim Da Cunha L., Wasserman J. C. (2003). Relationships Between Nutrients And Macroalgal Biomass In A Brazilian Coastal Lagoon: The Impact Of A Lock Construction. Chemistry and Ecology, Vol. 19(4), 283–298

Dawes, C.J. (1986). Botánica Marina. Limusa, México, D.F..

Ellison M. A., Farnwort E. J. (1996). Atropogenic disturbance of Caribbean mangrove ecosystems: past impacts, present trends, and future predictions. Biotropica 28(4a), 549-565.

Garduño Solórzano G., Godínez J.L., Ortega M. M. (2002). Una clave de campo para las algas verdes de las costas mexicanas del golfo de México y mar caribe. AGT Editor S.A., México, D.F.

González González, J. (1987). Las algas de México. CIENCIAS, Vol.: 16-25

Herrera Silveira J. A., Ramírez J., Sánchez D. (1995). Lagunas Costeras de Yucatán. Avance y perspectiva, Vol. 14, 219-230.

Hsing Juh L., Jia Juh H. (2004). Factors affecting macroalgal distribution in a eutrophic tropical lagoon in Taiwan. Marine Biology, Vol. 144, 653 –664.

Huerta Muzquiz L. (1960). Flora marina de los alrededores de la isla Pérez, Arrecife Alacranes, sonda de Campeche, México. Trabajo presentado en el I Congreso Nacional de Botánica celebrado del 24- al 26 de octubre de 1960.

Huerta Muzquiz L., Mendoza González C., Mateo Cid L. E. (1987). Avance sobre un estudio de las algas Marinas de la Península de Yucatán. Phytologia. Vol., 62 (1), 23- 53

Joly, A. B. (1967). Géneros de algas marinhas da costa atlántica latino-americana. ED. Universidad de Sao Paolo, Brasil, 461.

Littler D, S., Littller M. M. (1997). An illustrated marine flora of the pelian cays, Belize. Bulletin of the Biological Society of Wasshington.

Mateo Cid L. E. (1988). Estudio florístico de las algas marinas bentónicas de isla Cozumel. Quintana Roo México. Tesis de licenciatura, Instituto Politécnico Nacional, México D.F.

Mateo Cid L. E., Mendoza González C. (1991). Algas Marinas Bénticas de isla Cozumel, Quintana Roo, México. Acta Botánica Mexicana, Vol. 16, 57-87

Medina G. I. (1999). Intercambio de biomasa fitoplantónica entre la laguna costera de Chelém y la zona marina adyacente durante la época de lluvias de 1996. Tesis de licenciatura, Licenciatura en Biología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. p 71.

Mendoza González C., Mateo Cid L. E. (1992). Algas Marinas Bénticas de isla Mujeres; Quintana Roo, México. Acta Botánica Mexicana Vol., 19, 37-61

Monrand P., Merceron M. (2005). Macroalgal population and sustainability. Journal of Coastal Research, 21(5), 1009-1020.

Ortegón A. I. (1993). Estudio florístico-ecológico de las macroalgas en la laguna de Celestún, Yucatán. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Ortegón A. I., González González J. (2001). Estudio ficofloristico de la laguna de Río lagartos, Yucatán, México. Hidrobiologica 11(2), 97-104.

Robledo Ramírez D. (1996). Conocimiento de la macroflora marina de interés económico de las Costas de Yucatán. Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados-Mérida, Departamento de Recursos del Mar, Laboratorio de Ficología Mérida, Yucatán, México. Informe final* del Proyecto B077.

Robledo D., Freile Pelegrin Y. (1997).Composición química y mineral de seis algas potenciales de Yucatán. Botánica Marina, Vol. 40, 301-306.

Serviere Zaragoza E., Collado Vides L., Gonzáles González J. (1992). Caracterización Ficológica de la laguna de Bojórquez, Quintana Roo, México. Caribean Journal Science. 28 (3-4), 126-136.

Taylor, W. R. (1972). Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the americas. The University of Michigan press.USA.

Valdez Lozano D. S. (1995). Procesos que regulan el nitrógeno inorgánico y variaciones estaciónales de la hidrología en la laguna de Chelém Yucatán. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciencias y Humanidades, México D.F.

Wynne, M. J. (1998). A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical werstern Atlantic: First revision..Nova Hedwigia Beiheft 116.J. Cramer in der Gebr. Borntraeeger Verlagsbuchhandlung. Berlín.

Este documento se debe citar como:
Sánchez-Molina, I., González-Ceballos, J., Zetina-Moguel, C. y Casanova-Cetz, R. (2007). **Análisis de la biodiversidad de algas marinas situadas entre Uaymitún y Chuburná, Yucatán**. Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY, 11-1, pp.43-51, ISSN: 1665-529X.