

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Departamento de Biología

RIQUEZA Y DISTRIBUCIÓN DE MACROALGAS ASOCIADAS A CORALES EN

BAHÍA EL MAGUEY, HUATULCO, OAXACA.

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGO



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

PRESENTA:

Cecilia María Calderón Aguilar

2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Hoja de datos del jurado

1. Datos del alumno
Cecilia María
Calderón
Aguilar
56083117
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
401061907
2. Datos del tutor
Dra. Hilda Patricia León Tejera
3. Datos del sinodal 1
Dr. Javier Carmona Jiménez
4. Datos del sinodal 2
Dr. Gustavo Alberto Montejano Zurita
5. Datos del sinodal 3
Dra. Alicia Cruz Martínez
6. Datos del sinodal 4
M. en C. Carlos Federico Candelaria Silva
7. Datos del trabajo escrito.
Riqueza y Distribución de Macroalgas asociadas a corales en Bahía el
Maguey, Huatulco, Oaxaca.
80 p.
2009

Los enigmas

Me habéis preguntado qué hila el crustáceo entre sus patas de oro

y os respondo: El mar lo sabe.

Me decís qué espera la ascidia en su campana transparente? Qué espera?

Yo os digo, espera como vosotros el tiempo.

*Me preguntáis a quién alcanza el abrazo del alga *Macrocostis*?*

Indagadlo, indagadlo a cierta hora, en cierto mar que conozco.

Sin duda me preguntaréis por el marfil maldito del narwhal, para que yo os conteste

de qué modo el unicornio marino agoniza arponeado.

Me preguntáis tal vez por las plumas alcionarias que tiemblan en los puros orígenes de la marea austral?

Y sobre la construcción cristalina del pólipo habéis barajado, sin duda

una pregunta más, desgranándola ahora?

Queréis saber la eléctrica materia de las púas del fondo?

La armada estalactita que camina quebrándose?

El anzuelo del pez pescador, la música extendida

en la profundidad como un hilo en el agua?

Yo os quiero decir que esto lo sabe el mar, que la vida en sus arcas

es ancha como la arena, innumerable y pura

y entre las uvas sanguinarias el tiempo ha pulido

*la dureza de un pétalo, la luz de la medusa
y ha desgranado el ramo de sus hebras corales
desde una cornucopia de nácar infinito.*

*Yo no soy sino la red vacía que adelanta
ojos humanos, muertos en aquellas tinieblas,
dedos acostumbrados al triángulo, medidas
de un tímido hemisferio de naranja.*

*Anduve como vosotros escarbando
la estrella interminable,
y en mi red, en la noche, me desperté desnudo,
única presa, pez encerrado en el viento.*

Pablo Neruda, Canto General.

A mis padres, a mi hermano, a Pablo y Cecilia, con todo mi corazón.

Agradecimientos

A la Dra. Hilda León por su paciencia y a los miembros del jurado que mejoraron este trabajo con sus comentarios: Dr. Javier Carmona, Dr. Gustavo Montejano, Dra. Alicia Cruz y M. en C. Carlos F. Candelaria.

El M. en C. Carlos F. Candelaria además hizo posible esta trabajo gracias a su apoyo durante los muestreos.

A la M. en C. Laura González Resendiz cuya ayuda ha sido invaluable.

A Tania Tamayo Haro, quién además del apoyo embelleció esta tesis con su trabajo.

A los integrantes del Herbario de Ficología.

A mis amigos que nunca dejaron que me rindiera.

A mi familia que siempre ha creído en mí cuando yo misma no lo hacía.

A Fer, por compartir su vida conmigo y darme valor para terminar.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	Pág. 6
Marco teórico	
Antecedentes	
Justificación	
2. OBJETIVOS.....	Pág. 12
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	Pág. 12
Área de estudio	
Trabajo de campo	
Trabajo de laboratorio	
4. RESULTADOS	Pág.17
Riqueza	
Composición	
Distribución estacional	
Frecuencia	
5. DISCUSIÓN.....	Pág. 30
6. CONCLUSIONES.....	Pág. 33
7. REFERENCIAS.....	Pág. 36

8. APÉNDICES.....Pág. 42

INTRODUCCIÓN

Marco teórico

Las macroalgas marinas si bien están restringidas a las zonas costeras de los océanos del mundo son consideradas, en algunos estudios, como los productores primarios más importantes en aguas poco profundas, además intervienen en los ciclos del carbono y del nitrógeno, reciclan materia orgánica disuelta, forman sustrato para otros organismos y evitan la erosión (Ochoa-Izaguirre *et al.*, 2002). Las algas calcáreas, por ejemplo, contribuyen a la construcción y consolidación de los arrecifes (Díaz-Pulido y Garzón-Ferreira, 2002). También han sido ampliamente utilizadas como un bioindicador de la degradación en diferentes ambientes marinos (Tsai *et al.*, 2004), incluyendo los arrecifes coralinos, ya que ciertos aspectos de la dinámica de las comunidades algales y su estructura están relacionados con efectos de la contaminación o estrés (Ochoa-Izaguirre, 2002). Además, las algas permiten la caracterización y el monitoreo de las comunidades benthicas porque su manifestación diferencial puede considerarse como resultado de los efectos de exposiciones cortas o prolongadas a distintas condiciones (Tsai *et al.*, 2004).

En el caso de los arrecifes coralinos, el estudio de la abundancia y estacionalidad de las macroalgas asociadas a estos ha cobrado particular importancia ya que las comunidades coralinas a nivel mundial se encuentran actualmente amenazadas por una combinación de disturbios naturales o inducidos por actividades humanas. Esto ha provocado el declive de la cobertura de coral vivo, asociado en ocasiones con el incremento de la cobertura y biomasa algal en los arrecifes coralinos (Szmant, 2001; Lirman y Biber, 2000). El tema es de gran relevancia actualmente debido a la atención que ha recibido el detrimento del estado de los arrecifes coralinos en distintas regiones del mundo, ya que se trata de los sistemas marinos

más diversos del planeta y con la mayor productividad en la Tierra junto con las selvas tropicales (Tsai, *et al.*, 2004; Oseguera, 2004).

Los arrecifes tienen un significativo valor comercial y estético, especialmente relacionado con la pesca y las actividades turísticas respectivamente (Hughes, 1994). El por qué de su deterioro es un tema controversial debido a que no existe un acuerdo entre la comunidad de investigadores acerca de cuáles son sus causas. (Szmant, 2001). Algunas de las propuestas son: el aumento de la tasa de sedimentación (Fabricius y De'ath, 2001), mayor disponibilidad de nutrientes, daño mecánico debido al aumento de la presión turística y pérdida de herbívoros (Szmant, 2001). También se ha propuesto una combinación sinérgica de estos factores junto con catástrofes naturales como huracanes, blanqueamiento del coral o la mortalidad en masa de otros herbívoros como el erizo *Diadema antillarum*. Estos eventos, a largo plazo, han derivado (como en el caso de la gran Barrera Arrecifal en Australia), en el crecimiento desmedido de algas que posteriormente impiden el reclutamiento de nuevos corales por lo que impiden a las comunidades coralinas recuperarse (McCook, 1999). Esta es una problemática que enfrentan los arrecifes en países desarrollados y subdesarrollados, y es por ello que se requiere más información acerca de la dinámica de las comunidades algales (Hughes *et al.*, 1999).

Sin embargo, para que las macroalgas puedan ser usadas como indicadores ambientales es necesario conocer su distribución y variabilidad en el tiempo. Hasta el momento, la falta de información básica en algunos sistemas arrecifales hace difícil establecer cualquier tendencia (Costa Jr. *et al.*, 2001) o cambio a lo largo del tiempo (Tribollet y Vroom, 2007) que indique una amenaza para las comunidades coralinas, como es el caso en los arrecifes de Huatulco. El conocimiento inicial de la composición y riqueza de la comunidad algal y sus cambios en el tiempo (un ciclo anual al menos), constituye un punto de referencia para hacer una

primera evaluación de las macroalgas, y permite comparar información con otras regiones o en la misma región en tiempos distintos. Una vez generada esta información, puede complementarse con la derivada del estudio de las comunidades de otros organismos que habitan el arrecife y generarse una propuesta de monitoreo o de modificaciones al plan de manejo del área protegida que permita aplicar medidas para evitar que las poblaciones de corales se vean afectadas y sin posibilidad de recuperación.

Antecedentes

El primer reporte sobre algas marinas mexicanas fue publicado por Agardh en 1847, con el nombre de *Nya alger från Mexico* en donde describe 19 especies, 8 de ellas colectadas en Bahía San Agustín, Oaxaca. Más tarde el mismo autor reporta 31 nuevas especies de algas mexicanas de las cuales 5 pertenecen a Huatulco (León-Tejera, 1996).

Después de estos estudios pasarán casi 60 años hasta que Setchell y Gardner (1920) reporten 2 nuevas especies para Oaxaca. Más tarde Taylor (1945) presenta los resultados de la expedición de la Allan Hancock Foundation a las Islas Galápagos, en donde también se hicieron colectas en dos localidades de Huatulco, Bahía Chachagua y Tangolunda. Posteriormente, Elmer Yale Dawson (1949) elabora un primer inventario de algas marinas para el país en el cual reporta 5 especies para Salina Cruz, Oaxaca. Es importante destacar su serie monográfica sobre algas rojas del Pacífico mexicano en la que proporciona información taxonómica sobre 38 especies de rodofitas con distribución en el estado de Oaxaca. Al final de su obra que abarca de 1949 a 1963, el reporte del total de especies solamente para Oaxaca, es de 56 (10 clorofitas, 5 feofitas y 41 rodofitas). Más tarde Abbot y Hollenberg (1976) reportan tres especies más para Oaxaca.

Siete años más tarde la ficoflora de las costas mexicanas comenzará a ser estudiada por los propios mexicanos. El estudio de L. M. Huerta y J. Tirado (1970) es el primer trabajo específico sobre algas del litoral del Golfo de Tehuantepec y el primero realizado por investigadores nacionales; en él se reportan 71 taxones entre litoral rocoso y sistema lagunar. Huerta (1978) por su parte hace mención de 10 especies que dominan el litoral rocoso y 7 en lagunas costeras.

En los años 80 se realizan varios trabajos que aumentan el conocimiento del litoral oaxaqueño. Chávez (1980) realizó un estudio sobre la distribución del género *Padina*, que incluye 3 especies para Oaxaca; Hurtado (1985) describe las especies de las escolleras de Salina Cruz; un año después, Flores Maldonado (1986) caracteriza una plataforma rocosa de Santa Elena. León-Tejera (1993) y colaboradores hacen una caracterización de las algas en las pozas de marea en las costas del Pacífico Tropical Mexicano. Ese mismo año, León-Tejera y González-González (1993) elaboran una recopilación bibliográfica de la ficoflora marina del estado de Oaxaca, que incluye 30 obras que citan colectas realizadas en 21 localidades del estado, entre ellas bahía el Maguey donde se reportan las siguientes 6 especies de Rodophyta: *Ceramium caudatum* Setchell & N.L. Gardner, *Ceramium gracillimum* var. *byssoideum* Mazoyer, *Erythrocladia pinnata* W.R. Taylor, *Erythrotrichia carnea* (Dillwyn) J. Agardh, *Laurencia subcorymbosa* E.Y. Dawson y *Herposiphonia tenella* (C. Agardh) Ambronn; y una especie de Chlorophyta, *Enteromorpha ligulata* J. Agardh. Estos son los únicos registros hechos hasta la fecha para esta localidad.

Existen varios estudios taxonómicos en la zona del Pacífico Tropical Mexicano: el de Rodríguez y González-González sobre Gelidieaceas (1993) y los de León-Álvarez y González-González (1993) sobre algas costrosas y la distinción morfológica entre *Ralfsia expensa* y *Ralfsia hancockii* (2003), todos incluyen ejemplares del estado de Oaxaca. También es importante mencionar los estudios de Senties Granados (1993) sobre la evaluación taxonómica del género *Polysiphonia* Greville; la evaluación taxonómica del género *Gracilaria* Greville, por Dreckmann (1999) y el estudio taxonómico del género *Padina* Adanson por Avila Ortiz (2003). Estos estudios abarcaron distintas localidades del Pacífico tropical mexicano, de los estados de Jalisco, Nayarit, Oaxaca y Chiapas. Otros estudios que han aumentado el conocimiento de la ficoflora de Huatulco son los de Ramírez González (1998)

sobre Chlorophyta y Phaeophyta en Bahía Chahué; Mendoza González y Mateo Cid (1997) citan para Oaxaca 15 nuevos registros de Rhodopyta, Chlorophyta y Phaeophyta, uno de ellos para Huatulco y en 1999 contribuyen con ocho nuevos registros de estos mismos grupos algales para las costas del Pacífico, pero únicamente un nuevo registro para Huatulco. Arroyo (2000) hace un estudio ficoflorístico estacional de las rodofitas en 3 bahías de Huatulco. Fragoso-Tejas, D. y D. Rodríguez-Vargas (2003) hacen una revisión de las algas coralinas no geniculadas en las costas del Pacífico Tropical Mexicano; en la que registraron 7 especies para las costas de Oaxaca, 6 de ellas en localidades de Huatulco.

El conocimiento de la ficoflora bentónica marina del Pacífico Tropical Mexicano es aún reducido (Arroyo, 2000) e incompleto para algunas localidades como es el caso de la bahía El Maguey. En general, no se han realizado colectas sistemáticas con el objetivo específico de elaborar un inventario florístico ni de hacer la caracterización ambiental de cada localidad (León-Tejera, 1996). Menos aún, estudios donde se aborde la estructura comunitaria o la dinámica de las macroalgas tanto de litoral como submareales. Los registros de macroalgas han estado restringidos generalmente a colectas en el intermareal rocoso y los menos en ambientes arenosos y raíces de mangle de bahías, lagunas costeras y estuarios, debido en parte a la dificultad de acceder a equipo especializado que permita estudiar el bentos profundo (Galindo-Villegas *et al.* 1997).

Otros estudios en la zona de Huatulco que no están relacionados con algas, pero que aportan información importante sobre los arrecifes coralinos, son los de Mitchell Arana (1994) que hace un perfil del coral y especies asociadas en La Entrega. Glynn y Leyte (1997), Morales-Vallín (2002) y López Pérez y Hernández Ballesteros (2004) sobre estructura y dinámica de las comunidades coralinas en el área de Huatulco. También los de Herrera-Escalante *et al.* (2005) sobre la erosión provocada por el erizo *Diadema mexicanum* en algunas

bahías de Huatulco; y Bautista (2006) sobre diversidad y abundancia de esponjas perforadoras en dos sistemas arrecifales.

Bahías de Huatulco fue decretada Área Nacional Protegida con la categoría de Parque Nacional, el 9 de julio de 1998. Sin embargo, el aumento de la presión turística aunado a la falta de infraestructura, mantenimiento y drenaje dentro del parque pueden poner en peligro la efectividad de su estatus de protección.

Es evidente que hacen falta muchos estudios que amplíen nuestro conocimiento sobre las comunidades coralinas en Huatulco, es por ello que este estudio busca cubrir parte del vacío de información sobre algas arrecifales en la zona. Este trabajo forma parte del proyecto *Uso de la cobertura alga-coral para la evaluación de las comunidades coralinas de Bahías de Huatulco*, que realiza monitoreos periódicos en varias bahías y cuyo objetivo principal es generar información básica que permita lograr una comprensión más amplia de estos sistemas arrecifales y contribuir a su conservación.

Justificación

Huatulco se encuentra al borde de una de las áreas con mayor influencia de surgencias del Golfo de Tehuantepec en el Pacífico Tropical Mexicano, que es una de las zonas con mayor productividad primaria (López Pérez y Hernández Ballesteros, 2004). Sus comunidades coralinas tienen una cobertura de coral vivo muy alta a diferencia de otras zonas del Pacífico Mexicano localizadas en la boca del Golfo de California y Bahía Banderas; y en comparación con el resto del Pacífico Este, desde Costa Rica hasta las Islas Galápagos (López Pérez y Hernández Ballesteros, 2004).

Bahía el Maguey es una de las nueve bahías que conforman el área protegida y se encuentra clasificada como “zona de aprovechamiento sustentable de recursos naturales” por lo que se

permiten una serie de actividades como navegación turística, pesca comercial y pesca deportiva (CONANP, 2003), cuyo impacto sobre la comunidad coralina desconocemos por el momento. Esto hace necesario aumentar el conocimiento acerca de las macroalgas arrecifales para que posteriormente puedan ser usadas como un indicador de la salud de los corales. Sin embargo, como se ha mencionado previamente, para que puedan ser utilizadas para el monitoreo de las comunidades marinas se requiere generar el conocimiento básico, como el contenido en este trabajo, que de pie a estudios posteriores que establezcan si hay tendencias de deterioro en las comunidad coralina y elaborar propuestas que contribuyan a la conservación de los arrecifes.

OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es conocer la riqueza y distribución temporal de las macroalgas presentes en el arrecife coralino de Bahía el Maguey. En tanto que los objetivos particulares son describir la composición, frecuencia y variación estacional de las especies algales, así como contribuir al inventario ficoflorístico submareal del estado de Oaxaca.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

La costa del Pacífico Tropical Mexicano se ubica en los 20° 46' N y 105° 33' O y los 14° 32' N y los 92° 30' O y comprende los estados de Sinaloa (a partir de Mazatlán) hasta el sur de Chiapas (López Gómez, 1996). El clima es predominantemente cálido subhúmedo (Aw) con la temporada de lluvias en verano y una precipitación anual de 800 a 1600 mm.

El litoral del estado de Oaxaca tiene una extensión de 597.51 Km y se localiza entre los 15° 58' y los 16° 2' 15" N y los 97° 47' 20" y los 94° 3' 30" O. Limita al Oeste con el estado de Guerrero y al Este con el de Chiapas (León Tejera, 1996).

Los arrecifes de coral en Huatulco se distribuyen en 17 macizos con 16 especies de corales (Glynn y Leyte-Morales, 1997); y aunque se consideran dentro de los más diversos en el Pacífico mexicano, la riqueza de especies no es homogénea pues varía de 1 a 10 especies por localidad (López Pérez y Hernández Ballesteros, 2004). Como la mayoría de los arrecifes en el Pacífico Tropical Mexicano, estos macizos son relativamente pequeños cubriendo unas pocas hectáreas en áreas planas y a poca profundidad (2 a 14 m). Todos los arrecifes se encuentran dentro de bahías o detrás de islas o rocas que los protegen de la acción directa del oleaje (Glynn y Leyte-Morales, 1997); pero su riqueza, composición y cobertura se ve alterada frecuentemente por perturbaciones ambientales. La zona de Huatulco presenta una precipitación anual de 800-1200 mm. La temperatura superficial del mar fluctúa entre los 26 y 28 °C y la salinidad oscila entre 33.5 y 34.5 ppm (López Perez y Hernández Ballesteros, 2004).

Dentro del plan de manejo del Parque Nacional Bahías de Huatulco (PNH, 2003), las comunidades coralinas se agrupan de acuerdo a la bahía en que se encuentran, en los siguientes 11 conjuntos: San Agustín, Riscalillo, Jicaral, Dos Hermanas, Chachacual-India,

Palo Santo, Cacaluta, Carrizalillo, Maguey, Órgano y Violín. De ellas sobresalen por la extensión de su cobertura coralina, las localidades de San Agustín Jicaral, Cacaluta y el Maguey.

Bahía el Maguey se localiza en el límite oeste del área protegida ($15^{\circ} 43.966' N$ $96^{\circ}08.994' O$) (Fig. 1). Tiene una superficie de 6.9 hectáreas. La profundidad a la que se encuentra su formación coralina va de los 1.3 a 8.5 m aproximadamente, y se caracteriza por presentar un basamento rocoso con cabezos de coral dispersos entre rocas en la periferia del arrecife y un macizo más homogéneo al centro (obs. pers.). Las especies de coral que se han observado son: *Pocillopora damicornis*, *P. eydouxy*, *P. capitata*, y *P. meandrina* (M. Oseguera, com. Pers.). Esta bahía tiene acceso por tierra y por mar, por lo que es una de las más visitadas por turistas dentro del PNH. Sin embargo la comunidad coralina aparentemente se encuentra en buen estado y todavía no ha sido severamente afectada a pesar del elevado número de turistas que recibe (CONANP, 2003).



Fig. 1. Ubicación de bahía el Maguey, bahía el Violín y Chachacual-La India (Fuente: Google Earth).

Trabajo de campo

Se realizaron cuatro muestreos: el 16 de mayo (primavera), 23 de agosto (verano), 13 de diciembre de 2005 (otoño) y el 28 de febrero (invierno) de 2006, utilizando la técnica de buceo autónomo S.C.U.B.A.

En los muestreos del 16 de mayo y el 28 de febrero se trazaron 2 transectos y en los del 23 de agosto y el 13 de diciembre sólo se pudo trazar uno por cuestiones logísticas.

En todos los casos, se utilizó un transecto lineal de 25 m, localizado al azar pero sobre sustrato coralino y perpendicular a la línea de costa. Sobre él se colocaron 5 cuadros de tubo de PVC de 50 x 50 cm (0.25 m²), ubicados al azar por medio de números aleatorios. Se cubrió un área total de 57.50 m² (Figs 2). Los transectos tuvieron una profundidad promedio de 4.27 m con una profundidad máxima de 8.5 m y una mínima de 1.2 m.

Se obtuvieron datos de la temperatura (°C) del agua mediante termógrafos-sensores de luz marca Hobo, los datos se presentan en la gráfica y la tabla del apéndice I.

Los cuadros se fotografiaron con una cámara subacuática marca Olympus E 5050. Se realizó una medición visual en campo de la cobertura de corales y algas dentro de cada cuadro y se colectaron las algas más conspicuas encontradas dentro de cada cuadro.

Adicionalmente, y de forma aleatoria se colectaron algas fuera del transecto, las cuales constituyen muestras generales de la localidad.

A cada cuadro se le asignó una letra correspondiente a la estación donde se tomó y un número para diferenciarlos (P₁, P₂=Primavera 1, 2, etc).

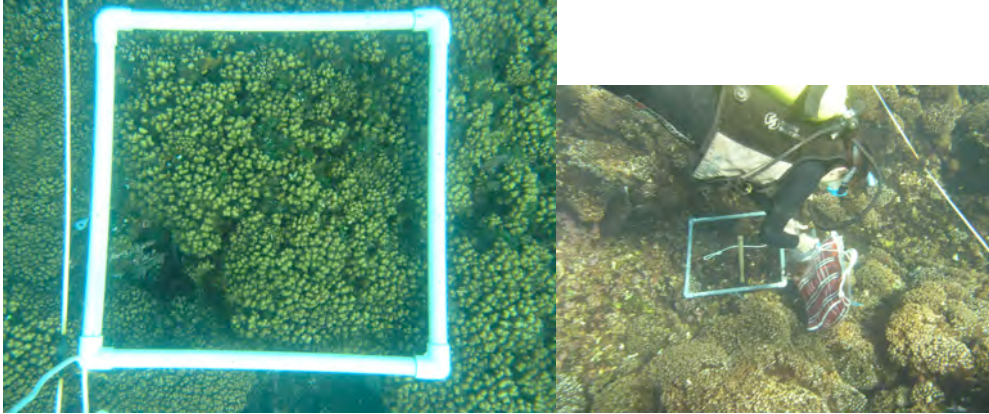


Fig. 2 Cuadro sobre coral y trabajo de colecta.

Trabajo de laboratorio

Las muestras se preservaron en formol glicerinado al 4% con agua marina, se etiquetaron y transportaron para posteriormente ser incorporadas a la Colección de la Sección Ficológica del Herbario Dra. María Agustina Batalla de la Facultad de Ciencias, UNAM (FCME).

Para facilitar la identificación posterior de los taxa reportados en este trabajo, tanto para biólogos como administradores del PNH y público en general, se tomaron fotografías de la mayor parte de los ejemplares y sus preparaciones (ver apéndice V).

De cada muestra obtenida se elaboraron preparaciones en fresco y semipermanentes de ejemplares o sus partes, con cortes histológicos transversales o longitudinales cuando era requerido. Las preparaciones semipermanentes se incluyeron en gelatina glicerinada de acuerdo a la fórmula propuesta por el Smithsonian National Museum of Natural History, (2008).

Riqueza y composición

La riqueza se obtuvo mediante la suma del total de especies identificadas a partir de todas las muestras obtenidas en cada una de las estaciones (Apéndice II).

Se construyó una gráfica de curvas acumulativas para determinar si el muestreo fue suficiente para tener adecuadamente representada a la comunidad de macroalgas.

Para conocer la composición de las macroalgas se realizó la determinación de los ejemplares colectados, mediante observaciones con microscopio óptico y estereoscópico, utilizando las claves taxonómicas de Abbot y Hollenberg (1976), Dawson (1949, 1962, 1963a, 1963b,) y Taylor (1960). Además de otros trabajos realizados en el Pacífico: Senties Granados (1993), Dreckmann (1999), Ávila Ortiz (2003), Mateo Cid y Mendoza González (1997, 1999), Arroyo (2000), Fragoso-Tejas, D. y D. Rodríguez-Vargas (2003), Chávez (1980), Galindo-Villegas *et al.* (1997). El listado taxonómico se realizó a partir del *Index Nominum Algarum* compilado por Silva (1997) y AlgaBase (Guiry & Guiry, 2008), tal como se muestra en la Tabla 1. No se incluyeron en este trabajo especies de Cyanophyta ni algas eucariontes microscópicas eventuales.

Para detectar similitud en la composición algal entre las temporadas se realizó un análisis de clasificación, utilizando a las especies presentes como variables. La matriz de similitud para la clasificación fue calculada mediante el índice cualitativo de Sorensen (Krebs 1989). Los resultados se describen gráficamente mediante un dendrograma.

Se realizó un análisis de escalamiento multidimensional (MDS) basado en la matriz de similitud entre las unidades de muestreo (Kruskal y Wish 1978). El coeficiente de estrés de Kruskal fue usado para probar la ordenación obtenida mediante el MDS.

Las muestras generales no se ocuparon para los análisis estadísticos, pero se utilizaron para obtener la riqueza específica y composición florística total de la localidad. Por esto también se señalan en el listado taxonómico los registros que no aparecieron dentro de los cuadros.

Cobertura

Con los datos obtenidos visualmente en campo de los porcentajes de cobertura de las algas y de corales, se hizo la comparación entre estaciones para determinar variaciones estacionales. También se hizo una valoración del sustrato dividiéndolo en sustrato coralino u otro, que puede incluir arena, roca o pedacaría.

Distribución estacional y frecuencia

Para determinar la distribución a lo largo de un ciclo anual se registró la presencia de las especies que se encontraron en cada estación.

Para conocer cuales son las especies que se presentaron con mayor frecuencia se hizo la sumatoria a partir de la matriz de ausencia-presencia de las especies en el total de muestras durante todas las estaciones y se obtuvo un porcentaje de frecuencia (Apéndice III).

RESULTADOS

Riqueza

A partir de la revisión de las 35 muestras obtenidas, 23 de los cuadros y 12 muestras generales, se registró un total de 46 taxa, 8 que pertenecen a la División Chlorophyta, 4 a la División Phaeophyta y 34 a la División Rhodophyta (Tabla 1). Del total de taxa, 29 se presentaron en primavera, 26 en el verano, 25 en el otoño y 23 en el invierno (Fig. 3). Esto indica que no hubo una diferencia importante en el número de especies durante las distintas estaciones. El mayor número de especies de macroalgas se presentó durante los meses de mayo y agosto, que tuvieron temperaturas de 32.28 ± 3.31 y 33.33 ± 2.52 °C con respecto a los meses de diciembre y febrero con temperaturas de 28.41 ± 0.91 y 27.88 ± 0.45 °C. Sin embargo, esta variación de temperatura a lo largo del año no fue significativa.

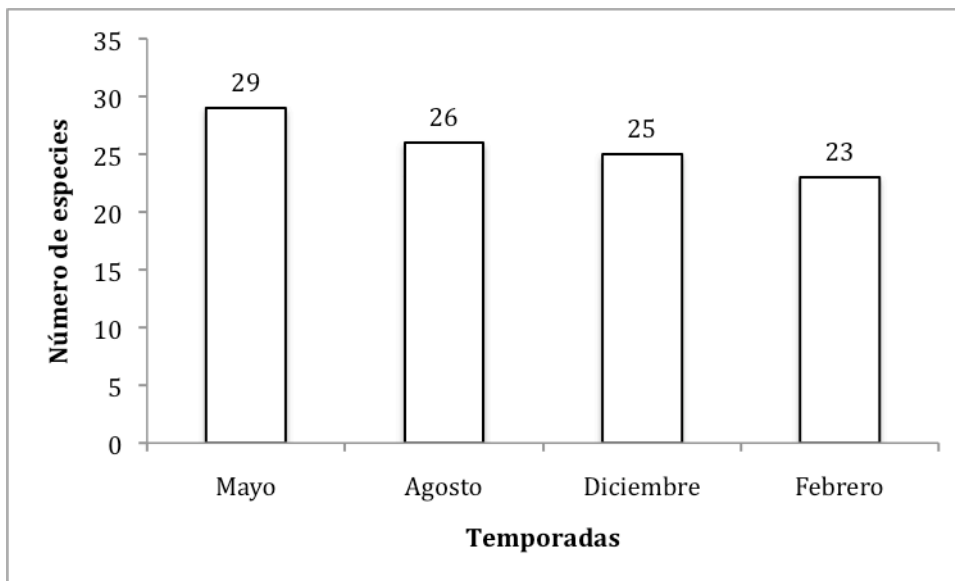


Figura 3. Número de especies por temporada de muestreo.

Las especies *Caulerpa sertularioides* (S.G. Gmelin) M.A. Howe, *Crouania plenospora* W. R. Taylor, *Pterocladiaella caloglossoides* (M.A. Howe) Santelices y *Parviphyicus antipai* (Celan) B. Santelices se añadieron al listado taxonómico, pero no se incluyeron en los análisis estadísticos por ser parte de las muestras generales (Tabla 1).

Tabla 1. Listado taxonómico de algas de bahía el Maguey.

División	
Chlorophyta	
Ulvales	<i>Ulva flexuosa</i> Wulfen
Ulvaceae	
	<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus
Cladophorales	<i>Cladophora</i> sp1
Cladophoraceae	
	<i>Cladophora</i> sp2
Bryopsidales	<i>Caulerpa sertularioides</i> *
Caulerpaceae	
Bryopsidaceae	<i>Bryopsis pennata</i> J.V. Lamouroux
Udoteaceae	<i>Chlorodesmis hildebrandtii</i> A. Gepp & E.S. Gepp
Codiaceae	<i>Codium hubbsii</i> E.Y. Dawson
Phaeophyta	
Dictyotales	<i>Dictyopteris delicatula</i> J.V. Lamouroux

Dictyotaceae

Dictyota dichotoma var. *intricata* (C. Agardh) Greville

Padina sp.

Sphacelariales

Sphacelaria rigidula Kützing

Sphacelariaceae

Rhodophyta

Stylonema alsidii (Zanardini) K.M. Drew

Stylonematophyceae

Stylonematales

Stylonemataceae

Floridophyceae

Acrochaetiales

Acrochaetium microscopicum (Nägeli ex Kützing)

Acrochaetiaceae

Nägeli

Ceramiales

Ceramiaceae

Callithamnion sp.

Centroceras sp.

Gayliella flaccida (Harvey ex Kützing) T.O. Cho &

L.J. McIvor

	<i>Ceramium affine</i> Setchell & N.L. Gardner
	<i>Ceramium clarionense</i> Setchell & N.L. Gardner
	<i>Ceramium</i> sp.
	<i>Griffithsia</i> sp.
Dasiaceae	<i>Dasya rigidula</i> (Kützing) Ardissonne
	<i>Crouania plenospora</i> * W. R. Taylor
Corallinales	<i>Jania capillacea</i> Harvey
Corallinaceae	
	<i>Amphiroa</i> sp1.
	<i>Amphiroa dimorpha</i> M. Lemoine
	<i>Amphiroa</i> sp.3
	<i>Amphiroa</i> sp.4
Corallinaceae	<i>Litophyllum</i> sp.1
	<i>Litophyllum</i> sp.2
Gelidiales	
Gelidiellaceae	<i>Parviphycus antipai</i> *

Gelidiaceae	<i>Gelidium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis
Gelidiellaceae	<i>Gelidiella ligulata</i> E.Y. Dawson
Gelidiaceae	<i>Pterocladia caloglossoides</i> *
Gigartinales	<i>Hypnea pannosa</i> J. Agardh
Hypneaceae	
	<i>Hypnea spinella</i> (C. Agardh) Kützing
Solieriaceae	<i>Wurde mann ia miniata</i> (Sprengel) Feldmann & G. Hamel
Gracilariales	
Rhodymeniales	<i>Champia parvula</i> (C. Agardh) Harvey
Champiaceae	
Ceramiales	<i>Laurencia</i> sp.
Rhodomelaceae	
Dasyaceae	<i>Heterosiphonia crispella</i> (C. Agardh) M.J. Wynne
Rhodomelaceae	<i>Herposiphonia plumula</i> (J. Agardh) Falkenberg
	<i>Polysiphonia subtilissima</i> Montagne
	<i>P.</i> sp.
	<i>P. flaccidissima</i> Hollenberg

Polysiphonia confusa Hollenberg

Nemastomatales *Predaea subpeltata* E.Y. Dawson

Nemastomataceae

*Especies que se registraron en las muestras generales y no se incluyen en los análisis estadísticos.

Esfuerzo de muestreo

La gráfica de acumulación de especies por unidad de muestreo (Fig. 4), indica que el esfuerzo de muestreo total fue el adecuado para tener representada la comunidad de algas en la bahía el Maguey.

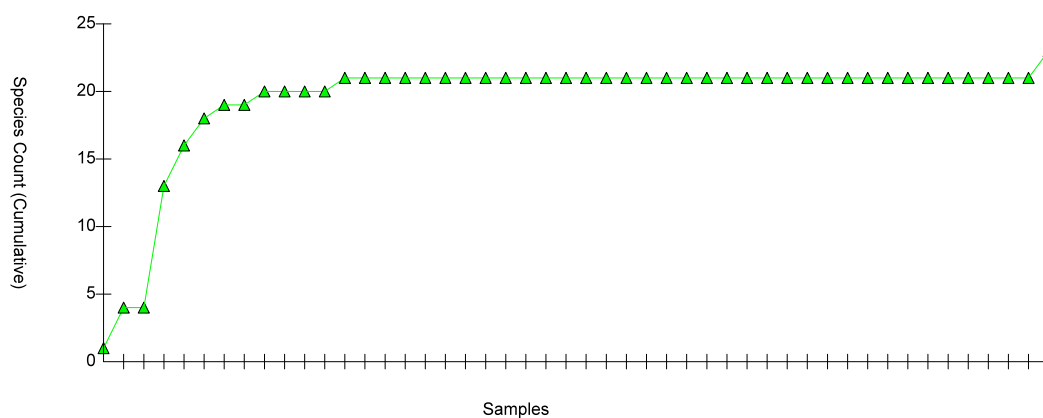


Figura 4. Curva de acumulación de especies por unidad de muestreo.

Composición

El análisis de clasificación (Fig. 5) no muestra un agrupamiento que indique una diferencia importante en la composición de macroalgas en las diferentes temporadas de muestreo. Del total de especies, el 76% se presenta en más de una temporada, por lo que hay un conjunto de especies que tuvieron una presencia constante en todos los muestreos (Ver apéndice IV).

Existe un grupo con una similitud del 100% formado por P4 y I1 en los cuales no se registraron algas debido a que uno de los cuadros presentó 100% de cobertura de coral vivo y otro arena en su totalidad (obs. pers.).

Se observan 3 subconjuntos con 65% de similitud. El primero formado por I2 y O3 que comparten las especies: *Acrochaetium microscopicum*, *Gayliella flaccida*, *Litophyllum* sp2. y *Goniotrichum alsidii*. El segundo está formado por O4 y el I7, ya que únicamente en estas dos muestras se presentó la especie *Predaea subpeltata*. El tercero agrupa al V5, V2 y V4, que comparten la presencia de *Ceramium affine*, *Gayliella flaccida*, *Goniotrichum alsidii*, *Hypnea pannosa*, *Jania capillacea*, *Bryopsis pennata*, *Cladophora* sp1 y *Ulva flexuosa*. El V3 se separa del resto de los veranos por la presencia de *Gelidiella ligulata* y se une con el I6 porque ambas muestras presentaron las dos especies del género *Cladophora* reportadas en este estudio.

El resto de las unidades de muestreo tuvieron una similitud menor al 60 %.

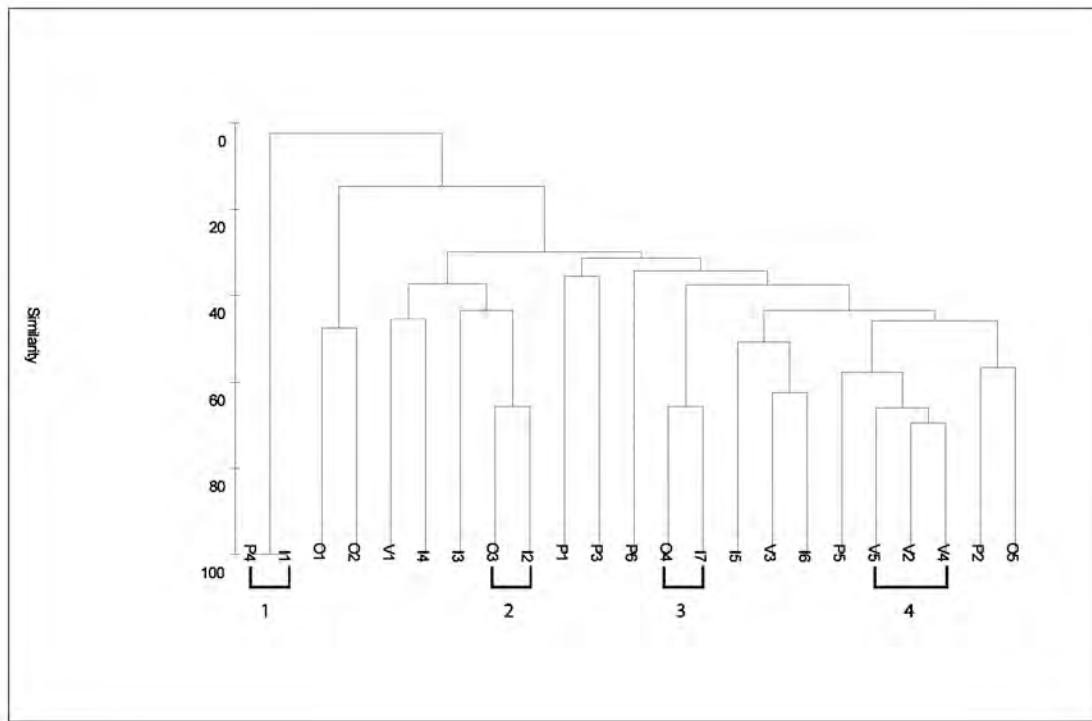


Figura 5. Dendrograma de las unidades de muestreo basado en el promedio de agrupamiento utilizando el índice de similitud de Sørensen en la matriz de presencia y ausencia de especies.

El análisis MDS (Fig. 6) se llevó a cabo comparando el total de cuadros muestreados (estrés = 0.16). Se observa que, en general, todos los cuadros se encuentran alejados unos de otros. Únicamente se puede observar un agrupamiento en el caso de los veranos 2, 4 y 5. Las tres unidades de muestreo de veranos que se agrupan en el Cluster también se presentan en este análisis. El V3 se separa del resto de los veranos y se acerca más a la P2. El 50% de las unidades de muestreo de primavera están agrupadas, se desprenden P2, P4 y P1, en la que se registró una especie única en todo el año, *Dasya rigidula*.

Los cuadros P4 y I1 se agrupan en el análisis debido a que no se encontraron algas en los cuadros, únicamente coral vivo o arena (obs. pers).

El análisis MDS presenta un agrupamiento entre los cuadros de verano y los de primavera, lo que sugiere un parecido en la composición de macroalgas de una misma temporada. Sin embargo, estas agrupaciones no se presentan en todas las temporadas ya que el resto de los cuadros en las temporadas de otoño e invierno se encuentran dispersos.

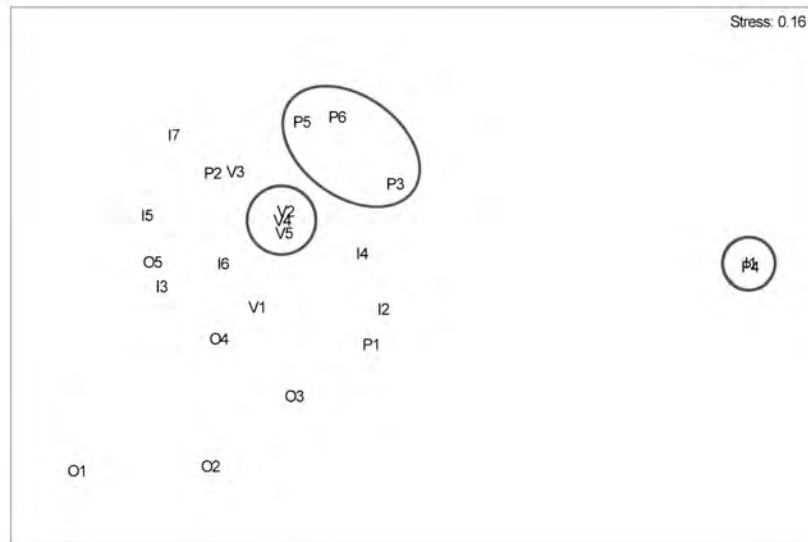


Figura 6. Análisis de ordenación de escala multidimensional del total de unidades de muestreo basado en la matriz de similitud de especies establecido por el índice de Sorensen (estrés = 0.16)

Cobertura

El promedio de la cobertura de coral vivo durante las diversas temporadas de muestreo no mostró diferencias significativas. Sin embargo, mayo presentó la cobertura de coral vivo más baja durante todo el año. En esta temporada se obtuvo un promedio de 30% de cobertura de coral, mientras que en el resto de las temporadas el promedio fue de 95%, 70% y 75% respectivamente (Fig. 7). En el caso de la cobertura de algas, el promedio más alto se

presentó en mayo con un porcentaje promedio de 6.66%, mientras que en el resto de las temporadas fue de 2.6% para agosto y de 2.5% para diciembre y febrero (Fig. 8). Sin embargo estas diferencias tampoco son significativas.

El promedio del porcentaje de sustrato de coral vivo respecto a otros sustratos como: arena, roca o pedacera de coral muerto, no presentó diferencias significativas entre los distintos muestreos. Cabe destacar que en mayo se obtuvo menos sustrato coralino total con 32.4% y mayor porcentaje de otro sustrato: 67.6%. Durante agosto se obtuvo el mayor porcentaje de coral vivo de todas las temporadas, 98% y durante diciembre y febrero tuvo un valor aproximado de 72.6% y 72.5% (Figura 9).

La profundidad promedio en la que se colocaron los transectos durante las distintas temporadas de muestreo no presento diferencias significativas, la profundidad mínima en la que se trabajó fue de 1.2 m y la máxima de 8.5 m (Figura 10).

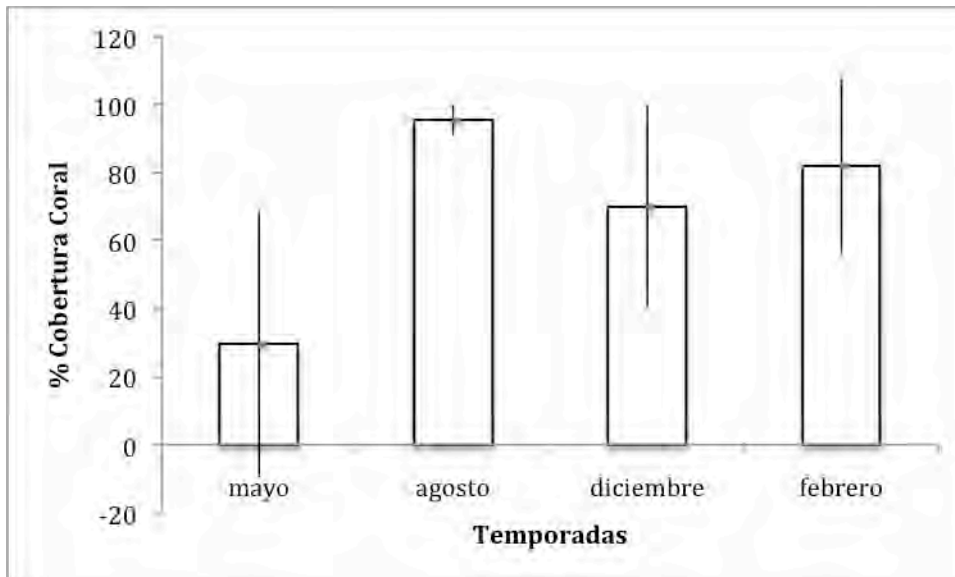


Figura 7. Porcentaje de cobertura de coral vivo en las distintas temporadas de muestreo (primavera n=6, verano n=5, otoño n=5, invierno n=7).

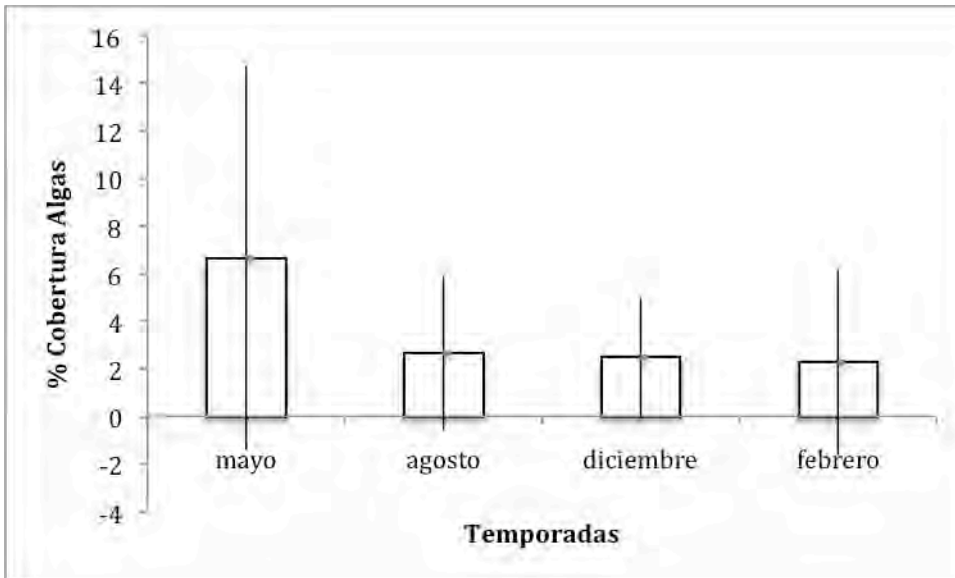


Figura 8. Porcentaje de cobertura de algas en las distintas temporadas de muestreo (primavera n=6, verano n=5, otoño n=5, invierno n=7).

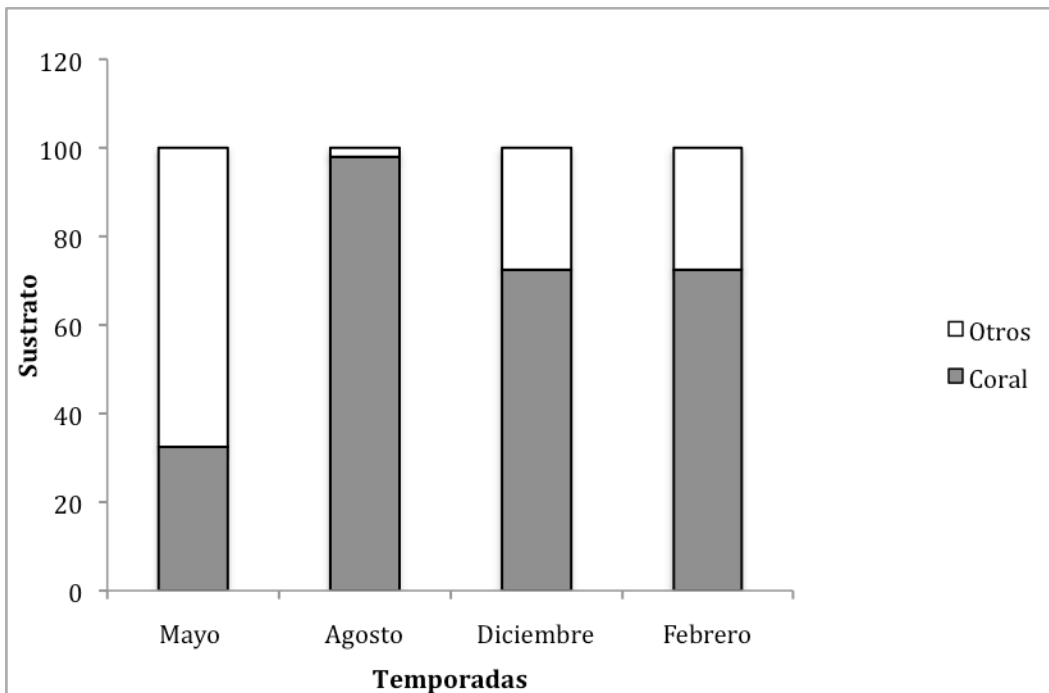


Figura. 9 % del sustrato coralino comparado con otros tipos de sustrato (arena, roca o pedacería) identificados en cada temporada (primavera n=6, verano n=5, otoño n=5, invierno n=7).

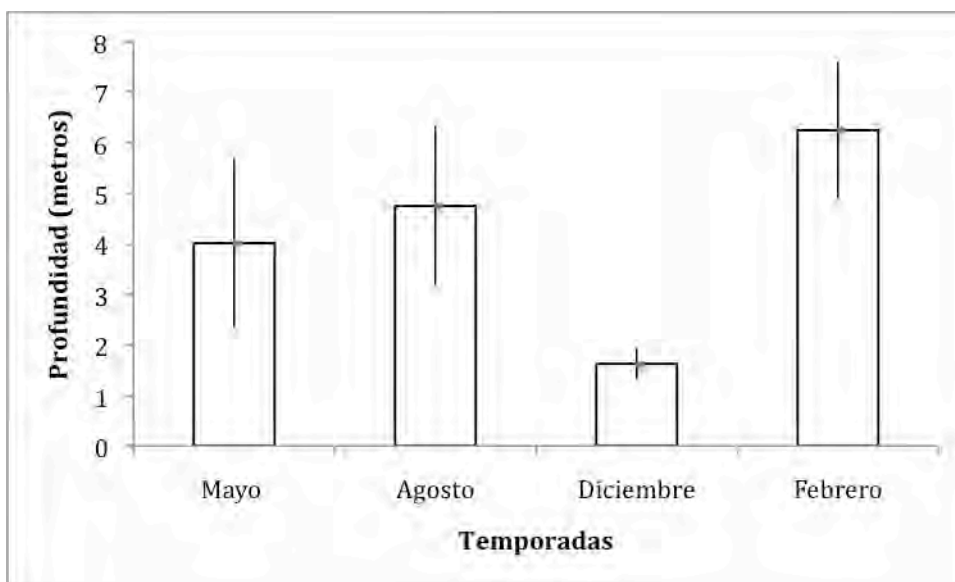


Figura 10. Profundidad promedio \pm desviación estándar, en las distintas temporadas de muestreo (primavera n=6, verano n=5, otoño n=5, invierno n=7).

Distribución estacional

Las especies que tuvieron una distribución amplia a lo largo de todo el año (Fig. 11), fueron: *Gayliella flaccida*, *Callithamnion* sp, *Acrochaetium microscopicum* y *Stylonema alsidii*; estas dos últimas suelen ser epífitas de otras algas. También se registraron en todas las estaciones, *Amphiroa* sp.3, *Hypnea panosa*, *Ulva flexuosa* y *Sphacellaria furcigera*. Mientras que las especies que se registraron en tres temporadas fueron: *Amphiroa* sp.4, *Ceramium affine*, *Litophyllum* sp2., *Champia parvula*, *Gelidiella ligulata*, *Heterosiphonia crispella*, *Hypnea spinella*, *Jania capillacea*, *Polysiphonia flaccidissima*, *Wurdemanian minneata*, *Cladophora* sp1., *Cladophora* sp2., y *Dyctiota dichotoma*. Las especies reportadas en dos estaciones fueron: *Amphiroa* sp2., *Amphiroa dimorpha*, *Ceramium clarionense*, *Ceramium* sp, *Gelidium pusillum*, *Laurencia* sp., *Polysiphonia subtilissima*, *Polysiphonia* sp., *Bryopsis pennata*, *Dyctiopteris delicatula* y *Predaea subpeltata*.

Del total de especies, 10 se presentaron durante una sola temporada. Únicamente en la primavera *Chlorodesmis hildebrandi*, *Padina* sp., *Griffithsia* sp y *Dasya rigidula*. En el verano se reportó *Herposiphonia plumulla*. Durante el otoño se presentaron *Codium hubbsi*, *Polysiphonia confusa* y *Litophyllum* sp1. Finalmente en el invierno, *Ulva lactuca* y *Centroceras* sp. Debido a que se presentan durante una temporada y no se registran en el resto de los muestreos, se consideraron especies efímeras. En el caso de *Litophyllum* sp1 es probable que esté subrepresentada en las otras estaciones por las características propias de su forma de crecimiento, que es fácil de confundir con otras coralinas costrosas.

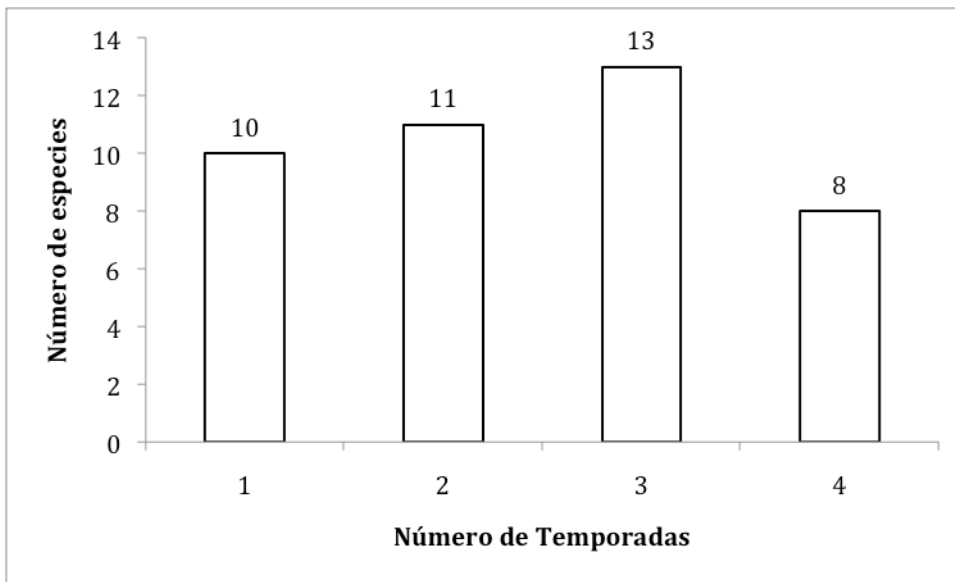


Figura 11. Distribución de especies de acuerdo al número de temporadas en las que se presentaron.

Frecuencia

La única especie que tuvo una frecuencia alta ($\geq 60\%$) fué *Stylophoma alsidii* que se presentó en el 78.26% de todas las muestras y se encuentra en todas las estaciones. Las especies con una frecuencia intermedia (30% a 60%) fueron: *Ulva flexuosa* 56.52%, *Gayliella flaccida* 52.17%;

Sphacellaria furcigera, *Cladophora* sp1, *Wurdemannia mineata*, y *Amphiroa* sp3 se presentaron en el 43.47% de todas las muestras. *Ceramium affīne* y *Cladophora* sp2 se encontraron en el 39.13%. *Callithamnion* sp. y *Litophyllum* sp2. se presentaron en el 34.78%. *Hypnea panosa* y *Jania capillacea* tuvieron una frecuencia de 30.43%. El resto de las especies (31) presentaron una frecuencia baja (<30%), con los siguientes porcentajes:

A. microscopicum, *P. flaccidissima* y *Bryopsis pennata*, 26.08%. *C. clarionense*, *Champia parvula*, *H. crispella* y *D. divaricata* 21.73%.

Amphiroa sp4., 17.39%.

Amphiroa sp1., *Litophyllum* sp2., *G. ligulata*, *Laurencia* sp y *D. delicatula* 13.04%.

P. subpeltata, *Padina* sp., *Polysiphonia* sp., *G. pusillum* y *A. dimorpha* 8.69%.

Centroceras sp., *Dasya.*, *H. plumulla.*, *P. confusa*, *Ch. hildebrandtii*, *U. Lactuca*, *C. hubbsi* y *Griffitsia* sp. 4.34%

DISCUSIÓN

Riqueza

Del total de especies, la mayor parte de la riqueza pertenece a la división Rhodophyta, seguida por la división Chlorophyta y Phaeophyta.

La zona de Huatulco tiene un régimen tropical, donde el promedio de la superficie del agua en las costas y alrededores es de 28.0 + 1.5°C, por lo que es sumamente adecuado para el desarrollo de arrecifes de coral en el Pacífico Tropical Mexicano (López Pérez y Hernández Ballesteros, 2004).

En el trabajo realizado por González Resendiz (2008) en las Bahías de San Agustín y Cacaluta se reportan 64 especies de algas para San Agustín que tiene un área aproximada de 20 ha, y es donde se encuentra el arrecife más extenso de todo el parque. Mientras que bahía Cacaluta tiene un área de 6.8 h y se reportaron 39 especies. Esto indica que el Maguey, aunque es de una extensión similar a la de Cacaluta, tiene mayor riqueza de macroalgas (46 especies).

Bahía el Maguey comparte más especies que fueron reportadas como exclusivas en la bahía de San Agustín que con Cacaluta; estas especies son: *Ceramium clarionense*, *Parviphycus antipai*, *Gelidium pusillum*, *Pterocladia calogloides* y *Wurdemanina miniata*. Mientras que con Cacaluta la única especie que comparte, reportada previamente como exclusiva, es *Champia parvula*. El resto de los taxa en las tres bahías son en general similares.

No se encontró una diferencia importante entre el número de especies durante las temporadas de muestro. Las temporadas con mayor número de especies fueron primavera y verano. En el caso de las bahías de San Agustín y Cacaluta, el mayor número de especies se obtuvo durante el invierno y la primavera para la primera y únicamente en primavera para la segunda. En el trabajo de González Resendiz (2008) se atribuyó esta tendencia a las surgencias provocadas por los vientos tehuanos durante el otoño e invierno que incrementan la disponibilidad de nutrientes en la zona de Huatulco. Sin embargo, hacen falta estudios que demuestren esta influencia, porque acorde a los resultados obtenidos en este trabajo, las fluctuaciones de temperatura no varían de una manera significativa, como para indicar una mayor afluencia de aguas frías que afectarían a la comunidad de macroalgas o de corales.

Composición

La composición de las especies no tuvo una variación importante durante las temporadas de muestreo. Los análisis de similitud MDS y Cluster, no mostraron un agrupamiento claro por estaciones. En el MDS se forman algunos subconjuntos que agrupan cuadros de distintas temporadas con una similitud del 65% y el Cluster mostró que la composición de macroalgas en su totalidad tiene una similitud menor al 60%. Esto indica que la composición es homogénea, porque el conjunto de especies se mantiene similar a lo largo del año.

Cobertura

Los resultados obtenidos indicaron que no hay una variación significativa en la cobertura de coral a lo largo del año. Sin embargo, durante el muestreo de mayo se detectó una cobertura menor de coral respecto a las otras temporadas, esto se debió a que el transecto se dispuso cercano al final del arrecife por lo que no todos los cuadros tuvieron coral y en cambio presentaron arena, roca o pedacería de coral muerto.

La cobertura de algas tampoco tuvo una diferencia significativa, se mantuvo por debajo del 3% durante la mayor parte de las temporadas, pero durante mayo aumentó al 7%. Esto parece estar relacionado con el tipo de sustrato, ya que como se indicó anteriormente el transecto del muestreo de mayo se ubicó en una zona con poco sustrato coralino vivo y mayor cantidad de roca o pedacería de coral, al cual se encontraban fijadas las algas. En cambio en las temporadas con una mayor cantidad de sustrato coralino vivo, la cobertura de algas se mantuvo por debajo del 3%. Esto indica que las algas tienen una mayor preferencia por otros sustratos que por el coral vivo y que en el coral vivo tienen una cobertura baja. Existen reportes de que la cobertura de algas en corales sanos no sobrepasa el 5%. Así

mismo el sobrecrecimiento de algas en corales se produce cuando hay corales muertos disponibles como sustrato (Díaz-Pulido y McCook, 2002).

Estos resultados coinciden con el estudio de González Resendiz (2008), en los que la cobertura de algas en bahía Cacaluta no mostró una diferencia significativa y también obtuvo una cobertura de algas baja, entre el 2% y el 9.8%.

En este estudio la cobertura más alta se obtuvo en mayo de 2005 al igual que el mayor número de especies de entre todas las temporadas, este mismo patrón se encontró en el trabajo de González Resendiz, donde la temporada con mayor número de especies fue la temporada con más cobertura de algas.

Distribución estacional y frecuencia

Se encontraron las especies *Gayliella flaccida*, *Hypnea panosa* y *Ulva flexuosa*, durante las cuatro temporadas del año en Bahía el Maguey. González Resendiz (2008) reportó estas mismas especies durante las cuatro temporadas en San Agustín, por lo que podrían ser un componente permanente en estos arrecifes. Así mismo se ha reportado a las especies de *Ulva* como particularmente tolerantes al estrés, lo que puede explicar su presencia permanente en el arrecife (Littler y Littler, 1980).

De las diez especies obtenidas en una sola temporada para este trabajo, tres de ellas: *Dasysia rigidula*, *Herposiphonia plumula* y *Griffithsia sp.* también fueron reportadas como efímeras por González Resendiz (2008).

Dentro de las especies permanentes en todas las temporadas, solamente *Stylophora alsidii* tiene una frecuencia alta en las muestras, el resto de las especies permanentes tuvo una frecuencia

intermedia que varía entre el 30 y 60% de las muestras. En general las especies que se encuentran en más de dos temporadas se agrupan en este rango de frecuencia. Las especies que se reportaron sólo en una o dos temporadas, tuvieron una frecuencia baja menor del 30% en el total de muestras.

CONCLUSIONES

Se registraron 46 especies de algas, 8 pertenecen a la División Chlorophyta, 4 a la División Phaeophyta y 34 a la División Rhodophyta. Todos ellos son nuevos registros para bahía el Maguey. La mayor parte de la riqueza pertenece a la División Rhodophyta.

En la comunidad algal del arrecife de bahía El Maguey no se encontró una variación significativa en la riqueza de especies. La estación con mayor riqueza fue la de primavera, con 29 especies y la de menor fue el invierno, con 23 especies.

El Maguey tuvo un mayor número de especies que Cacaluta, aún cuando ambas bahías tienen una extensión similar. También se encontró en El Maguey, más de la mitad del número de especies reportado para San Agustín, cuya extensión es casi dos veces mayor.

Las tres bahías albergan una ficoflora similar, sin embargo en El Maguey se encontró un mayor número de algunas de las especies reportadas como exclusivas para la Bahía de San Agustín.

El análisis de similitud (Cluster) y el MDS muestran una comunidad homogénea donde la composición de cada estación es similar, pero las especies raras o efímeras hacen que no haya un agrupamiento visible en el análisis. Esto coincide con el estudio de González-Resendiz (2008) en Bahía Cacaluta y San Agustín, que concluye que la composición y distribución temporal no presentaron gradientes marcados o diferencias evidentes.

Los análisis de cobertura de coral y algas no mostraron diferencias significativas entre las diversas temporadas. El porcentaje de cobertura de algas no sobrepasa el 3% en el coral vivo por lo que podemos afirmar que el coral se encuentra en buen estado. El menor porcentaje de coral durante el muestreo de mayo se debió a la localización del transecto en el extremo del arrecife por lo que presentó menos coral vivo y más sustrato rocoso o pedacería, que son

más adecuados para el establecimiento de algas. El porcentaje de cobertura de algas relativamente mayor en esta misma temporada, se debió a la mayor disponibilidad de sustrato rocoso.

La presencia de un mayor número de especies de macroalgas en mayo coincide con el reporte de una mayor cobertura algal en esta misma fecha. Estos resultados a su vez son similares a los de González Resendiz que encuentra más especies y mayor cobertura en Cacaluta para esta misma temporada, aunque ni la cobertura ni el número de especies varían significativamente a lo largo del año.

Los especies que tuvieron una distribución amplia a lo largo de todo el año fueron las epífitas: *Gayliella flaccida*, *Callithamnion* sp, *Acrochaetium microscopicum* y *Stylonema alsidii*, esta última tiene la frecuencia más alta. Otras especies que se registraron en todas las estaciones, fueron *Sphacellaria furcigera* y *Ulva flexuosa*. Esta última reportada como con gran tolerancia al estrés y a cambios ambientales, por lo que se explica su amplia distribución en el tiempo (Littler y Littler, 1980). Aunque *U. lactuca* también se reporta en la bibliografía como de amplios rangos de tolerancia ambientales, su baja frecuencia y talla pequeña pueden originar que sólo se haya encontrado en una sola estación.

En Bahía el Maguey, la presencia de especies de los géneros *Polysiphonia* spp, *Cladophora* spp, *Dyctota* spp y *Jania* spp no son registros inusuales ya que forman parte de la ficoflora que permanece constante a lo largo del año, como lo demuestra el estudio de González Resendiz (2008) para las bahías de San Agustín y Cacaluta.

Diez especies del total de taxa registrado pueden considerarse como “estacionales” o efímeras en la localidad debido a que se presentaron únicamente en una temporada. Estas fueron: *Chlorodesmis hildebrandi*, *Dictyopteris deliculata*, *Padina* sp, *Griffithsia* sp, *Gelidiella ligulata*,

Codium hubbsi, *Laurencia* sp, *Polysiphonia confusa*, *Ulva lactuca* y *Centroceras* sp, algunas de las cuales también se reportaron efímeras para San Agustín y Cacaluta.

Las especies que se encuentran en más de dos temporadas presentan una frecuencia de entre el 30 y 60% en el total de muestras, mientras que las especies efímeras tienen una frecuencia baja.

Perspectivas

Este es un estudio descriptivo que aporta la primera información sobre la composición y riqueza de las macroalgas asociadas a corales de Bahía el Maguey dentro de un ciclo anual. Para futuros estudios que aborden aspectos ecológicos de las macroalgas arrecifales se recomienda aumentar el número de replicas en cada transecto y efectuar una medición en cada cuadro de los parámetros físicos que puedan ser relevantes como la temperatura, luz, salinidad, nutrientes, profundidad, sustrato y corrientes. Esta información permitirá conocer que factores influyen en la dinámica de las macroalgas y posteriormente determinar si hay un proceso de cambio que pueda afectar a la comunidad coralina, la cual es de incalculable valor, y de esta forma ofrecer propuestas para un mejor manejo de los recursos naturales marinos dentro del Parque Nacional Bahías de Huatulco.

REFERENCIAS

- Abbott I. y G. J. Hollenberg. 1976. *Marine Algae of California*. Stanford University Press. Stanford, CA. 827 pp.
- Arroyo A. M. 2000. *Estudio ficoflorístico estacional de las Rhodophyta en el litoral del municipio de Santa María Huatulco, Oaxaca*. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana. 60pp.
- Avila Ortiz A. 2003. “Una variedad nueva de Padina Mexicana (Dyctyotaceae) para el Pacífico Tropical Mexicano.” *Hidrobiológica* 13 (1): 69-74.
- Bautista G. E. 2006. *Diversidad y abundancia de esponjas perforadoras en dos sistemas arrecifales de Bahías de Huatulco (Oaxaca, México)*. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Unidad Mazatlán. UNAM. 101 pp.
- Costa Jr O.S., M. J. Attrill., A. G. Pedrini y J. C. De-Paula. 2001. “Benthic Macroalgal Distribution in Coastal and Offshore Reefs at Porto Seguro Bay, Brazilian Discovery Coast”. *Proc. Int Coral Reef Symp* 9:1-9.
- CONANP. 2003. *Programa de Manejo Parque Nacional Huatulco*. 205 pp.
- Chávez-Barrera, M. L. 1980. “Distribución del género Padina en México.” *An. Esc. Nac. Cien. Biol. Méx.* 23:45-51.
- Dawson, E. Y. 1949. “Resultados preliminares de un reconocimiento de las algas marinas de la costa Pacífica de México.” *Rev. Soc. Mex. His. Nat.* 9(3-4): 215-255.
- Dawson, E. Y. 1962. “Marine Red Algae of Pacific Mexico VII. Ceramiales; Ceramiaceae, Delesseriaceae.” *Allan Hancock Pacific Expeditions*. 26(1): 1-207.

- Dawson, E. Y. 1963a. "Marine Red Algae of Pacific Mexico VI. Rhodymeniales." *Nova Hedwigia*. 5: 437-476.
- Dawson, E. Y. 1963b. "Marine Red Algae of Pacific Mexico VIII. Ceramiales, Dasyaceae, Rhodomelaceae." *Nova Hedwigia*. 6: 401-481.
- Diaz-Pulido G. y J. Garzón-Ferreira. 2002. "Seasonality in Algal Assemblages on Upwelling-influenced Coral Reefs in the Colombian Caribbean." *Botanica Marina* 45: 284-292.
- Diaz-Pulido G. y L. J. McCook. 2002. "The Fate of Bleached Corals: Patterns and Dynamics of Algal Recruitment." *Marine Ecology Progress Series* 232: 115-128.
- Dreckmann 1999. "El género *Gracilaria* (Rhodophyta) en el Pacífico Centro-Sur de México. I. *Gracilaria parvispora* I. A. Abbott." *Hidrobiológica* 9 (1): 71-76.
- Fabricius K. y G. De'ath. 2001. "Environmental Factors Associated with the Spatial Distribution of Crustose Coralline Algae on the Great Barrier Reef." *Coral Reefs* 19: 303-309.
- Flores Maldonado, M. C. 1986. *Patrón de distribución de la ficolflora de las plataformas de Santa Elena, Oax.* Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México, D.F. 82 pp.
- Fragoso-Tejas, D. y D. Rodríguez-Vargas. 2003. "Coralinas no geniculadas en las costas del Pacífico Tropical Mexicano." *Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica*. 73(2):97-136.
- Galindo-Villegas, J., J. A. Gamboa y K. M. Dreckmann. 1997. "Estudio de las macroalgas marinas del Puerto de Salina Cruz, Oaxaca; Redescubrimiento de *Predaea*

- Subpeltata y nuevo registro de cryptonemia Angustata para el Golfo de Tehuantepec, Pacífico Tropical Mexicano.” *Polibotánica* 4: 1-9.
- Glynn, P.W. y G.E. Leyte Morales. 1997. “Coral Reefs of Huatulco, México: Reef Development in Upwelling Gulf of Tehauntepec.” *Revista Biología Tropical* 45: 1033-1048.
 - González-Resendiz, M.L. 2008. *Estructura comunitaria de Macroalgas en dos sistemas arrecifales de Bahías de Huatulco, Oaxaca, México*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. 59pp.
 - Guiry, M.D. y Guiry, G.M. 2008. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 13 November 2008.
 - Herrera-Escalante, T., R. A. López-Pérez y G. E. Leyte-Morales. 2005. “Bioerosion Caused by the Sea Urchin *Diadema mexicanum* (Echinodermata: Echinoidea) at Bahías de Huatulco, Western Mexico.” *Rev. Biol. Trop.* 53(3): 263-273.
 - Huerta, M. L. 1978. “Vegetación marina litoral.” En: J. Rzedowky. *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México, D.F. pp 328-340.
 - Huerta M. L., y J. Tirado. 1970. Estudio florístico ecológico de las algas marinas de la costa del Golfo de Tehuantepec, México. *Bol. Soc. Bot. México* 31:113-137.
 - Hughes P. T., A. M. Szmant, R. Steneck, R. Carpenter y S. Miller. 1999. “Algal Blooms on Coral Reefs: What are the Causes?” *Limnology and Oceanography*. 44:1583-1586.

- Hughes P. T. 1994. "Catastrophes, Phase Shifts, and Large-Scale Degradation of Caribbean Coral Reef." *Science*. Vol. 265. 1547-1551.
- Hurtado Moreno 1985. *Ficoflora de las escolleras del Puerto de Salina Cruz, Oaxaca*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México, D.F. 152 pp.
- Index Nominum Algarum, University Herbarium, University of California, Berkeley. Compiled by Paul Silva. <http://ucjeps.berkeley.edu/INA.html>
- Krebs, C. 1989. *Ecology: the Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Harper and Row Publishers, New York. 800pp.
- Kruskal, J. y Wish, C. 1978. *Multidimensional Scaling*. Sage Publications. Newbury Park, CA. 132pp.
- León-Alvarez D. y J. González-González. 1993. Algas costrosas del Pacífico tropical 456-474. En: S.I. Salazar Vallejo y N. E. González (eds.) *Biodiversidad marina y costera de México*. CONABIO y Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México, D.F. pp 456-474.
- León-Alvarez D. y J. González-González. 2003. "The Morphological Distinction of *Ralfsia expansa* and *R. hancockii* (Ralfsiaceae, Phaeophyta) from Mexico." *Phycologia* 42 (6), 613-621.
- León-Tejera H. P. 1996. *Caracterización ficoflorística del límite sur del Pacífico Tropical Mexicano: El litoral rocoso de Oaxaca*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F. 146 pp.

- León-Tejera, H., D. Fragoso, D. León, C. Candelaria, E. Serviere y J. González-González. 1993. "Characterization of Tidal Pool Algae in the Mexican Tropical Pacific Coast." *Hydrobiology* 260/261:197-205.
- León-Tejera H. P. y J. González-González. 1993. Macroalgas de Oaxaca. En: S.I. Salazar Vallejo y N. E. González (eds.) *Biodiversidad marina y costera de México*. CONABIO y Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México, D.F. pp 486-498.
- Lirman D. y P. Biber. 2000. "Seasonal Dynamics of Macroalgal Communities of the Northern Florida Reef Tract." *Botanica Marina*. 43: 305-314.
- Littler, M. M y D. S. Littler. 1980. "The Evolution of Thallus Form and Survival Strategies in Benthic Marine Macroalgae: Field and Laboratory Tests of a Functional Form Model." *Am. Nat.* 116:25-44.
- López Gómez N. A. 1996. *Comunidades de macroalgas submareales de la Costa Grande de Guerrero, México*. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F. 162 pp.
- López Pérez R. A y L. M. Hernández Ballesteros. 2004. "Coral Community Structure and Dynamics in the Huatulco area, Western Mexico." *Bulletin of Marine Science* 75(3) 453-472.
- Mateo-Cid L. E. y A. C. Mendoza-González. 1997. Nuevos registros de algas marinas para Oaxaca. *Polibotánica* 4: 54-57.
- Mateo-Cid L. E. y A. C. Mendoza-González. 1999. Adiciones a la Ficoflora marina bentónica de las costas de Oaxaca, México. *Polibotánica* 10: 39-58.

- Mitchell Arana, L. M. 1994. *Perfil del coral y especies asociadas en La Entrega, Bahías de Huatulco, Oaxaca*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 78 pp.
- Morales-Vallín, L.E. 2002. *Estructura de tallas, distribución espacial y sobrevivencia de colonias juveniles del coral Pocillopora Lamarck 1816 (Anthozoa: Scleractinia), en Bahías de Huatulco, Oaxaca*. Tesis de Licenciatura. Universidad del Mar, México. 86 pp.
- McCook L. 1999. "Macroalgae, Nutrients and Phase Shifts on Coral Reefs: Scientific Issues and Management Consequences for the Great Barrier Reef." *Coral Reefs* 18: 357-367.
- Ochoa-Izaguirre M. J., J.L. Carballo y F. Páez-Osuna. 2002. "Qualitative Changes in Macroalgal Assemblages Under Two Contrasting Climatic Conditions in a Subtropical Estuary." *Botanica Marina* 45, 130-138.
- Oseguera Cruz J. M. 2004. *Estructura comunitaria de corales hermatípicos en Caleta de Chon, Zibuatanejo, Guerrero, México*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F. 92 pp.
- Ramírez Gonzáles, A. 1998. *Las macroalgas de Bahía Chahué, Huatulco, Oaxaca: Chlorophyta y Phaeophyta*. Tesis de Licenciatura. UNAM. 140 pp.
- Rodríguez-Vargas, D., J. González-González y E. Serviere-Zaragoza. 1993. Gelidieaceas (Rhodophyta) en el Pacífico tropical. En: S.I. Salazar Vallejo y N. E. González (eds.) *Biodiversidad marina y costera de México*. CONABIO y Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México, D.F. pp 444-445.
- Senties Grandos A. 1993. *Evaluación taxonómica del género Polysiphonia Greville (Ceraiales Rhodophyta) en el Pacífico Tropical Mexicano*. Tesis de Maestría. UNAM. 79 pp.

- Setchell W. A. y Gardner N. L. 1920. The marine algae of the Pacific coast of North America. Part 2, Chlorophyceae. *University of California Publication in Botany* 8 (2) 284.
- Silva, P. C. 1997. Index Nominum Algarum. University Herbarium, University of California, Berkeley.
- Smithsonian National Museum of Natural History. Preparation of Semi-permanent Slides. <http://botany.si.edu/projects/algae/collpres/slides.htm>
- Szmant A. M. 2001. "Introduction to the Special Issue of Coral Reefs on "Coral Reef Algal Community Dynamics." *Coral Reefs*. 19 : 299-302.
- Taylor, W. R. 1945. *Pacific Marine of the Allan Hancock Pacific Expedition to the Galapagos Islands*. Allan Hancock. Pacific Expeditions. 12: 1-528 pp.
- Taylor, W. R. 1960. *Marine Algae of the Eastern Tropical and Subtropical Coasts of the Americas*. University of Michigan Press, Ann Arbor. 870 pp.
- Tribollet A. D. y P.S. Vroom. 2007. "Temporal and Spatial Comparison of the Relative Abundance of Macroalgae Across the Marian Archipelago between 2003 and 2005." *Phycologia* 46(2) 187-197.
- Tsai Chuan-Chuan, Saou-Lien Wong, Jui-Sheng Chang, Ray-Lien Hwang, Chang-Feng Dai, Yi-Chuan Yu, Yuang-Tay Shyu, Fuu Sheu y Tse-Min Lee. 2004. "Macroalgal Assemblage Structure on Coral Reef in Nanwan Bay in Southern Taiwan." *Botanica Marina* 47: 439-455.
- Underwood, A. J. 1997. *Experiments in Ecology*. Cambridge University Press. 504 pp.

División Chlorophyta

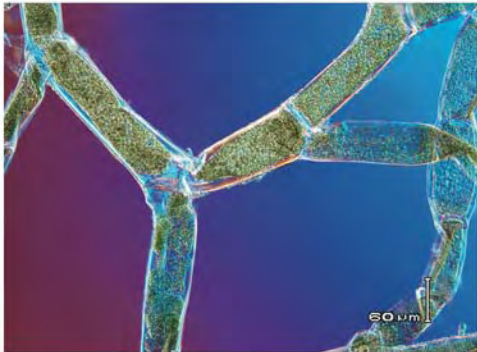
Ulinales



1a



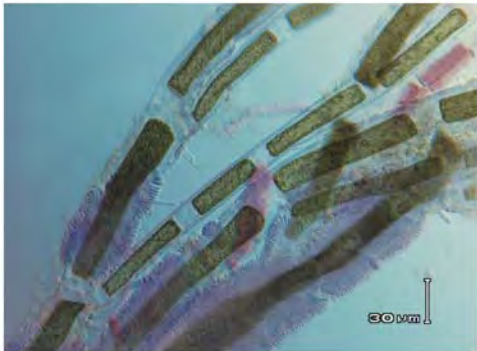
1b



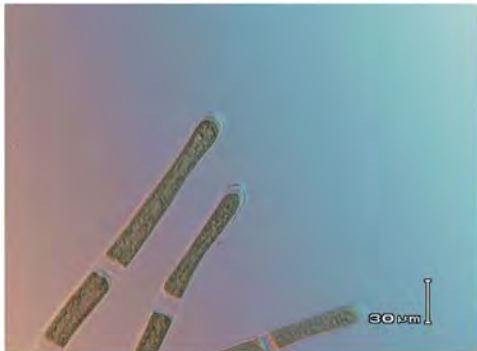
2a



2b



3a

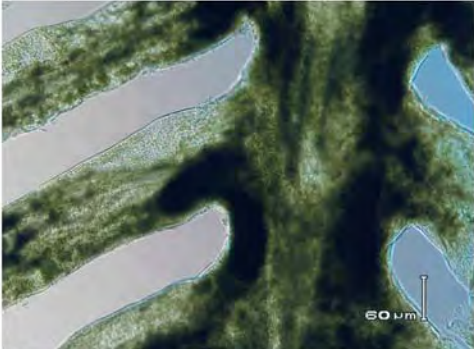


3b

Cladophorales

División Chlorophyta

Bryopsidales



■4a



■4b



■5a



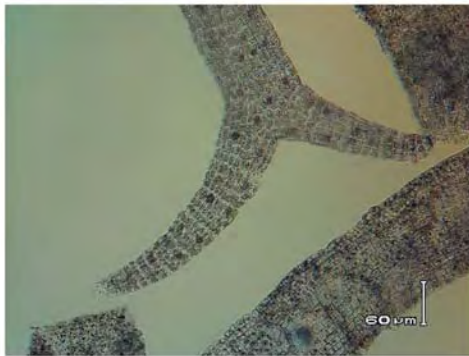
■6a

División Phaeophyta

Dictyotales



■7a



■8a



■8b



■9a



■10a

Sphaeliariales

División Rhodophyta

Goniotrichales

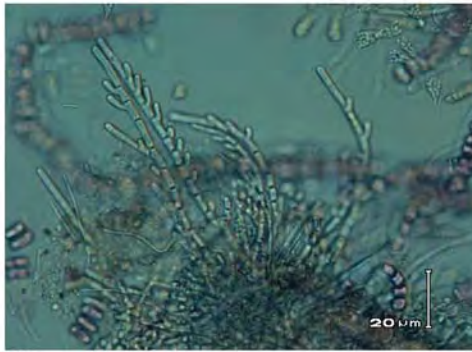


11a

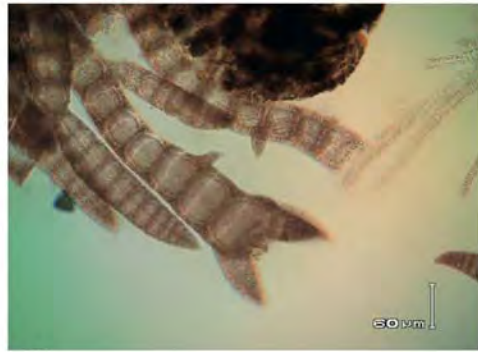


12a

Acrochaetiales

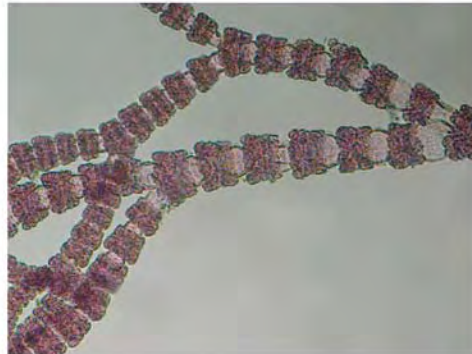


13a



14a

Ceramiales



15a



15b

División Rhodophyta

Ceramiales



■16a



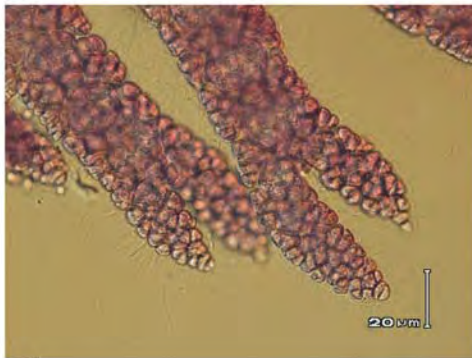
■16b



■17a



■17b



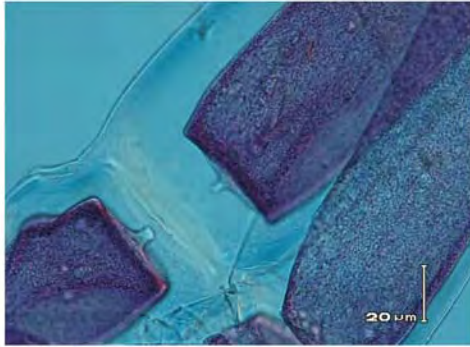
■18a



■18b

División Rhodophyta

Ceramiales



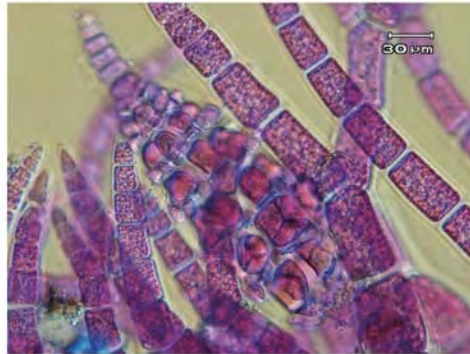
■19a



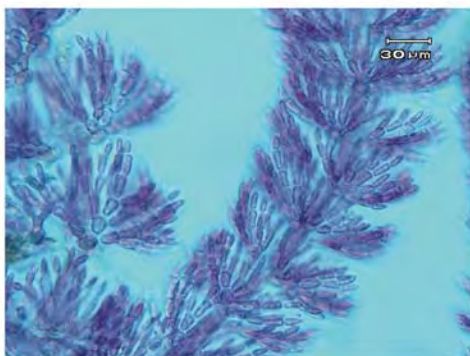
■19b



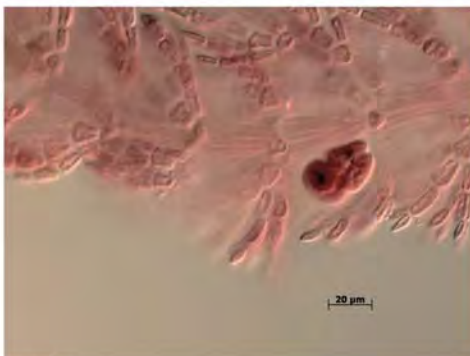
■20a



■20b

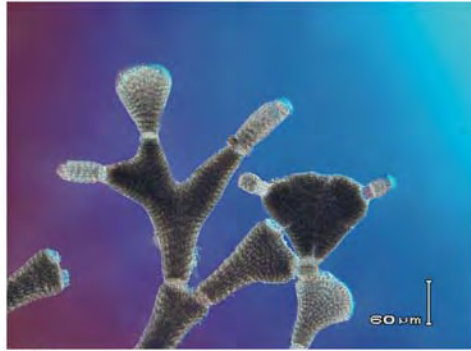


■21a

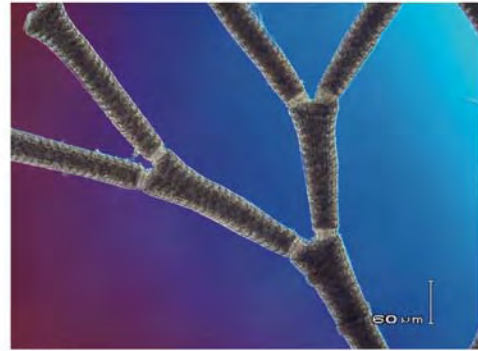


■21b

División Rhodophyta



■22a



■22b

Corallinales



■23a



■24a



■25a



■26a

División Rhodophyta

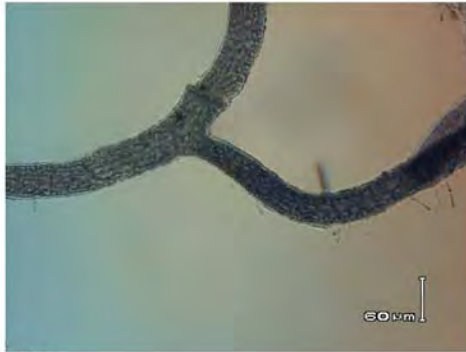
Gelidiales



■27a



■27b



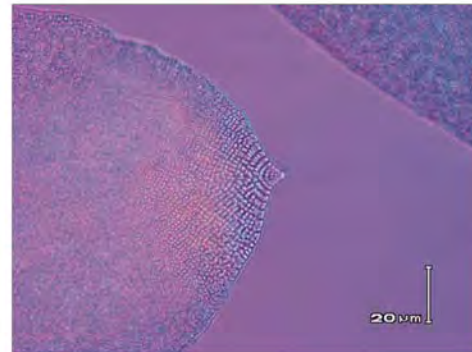
■28a



■28b



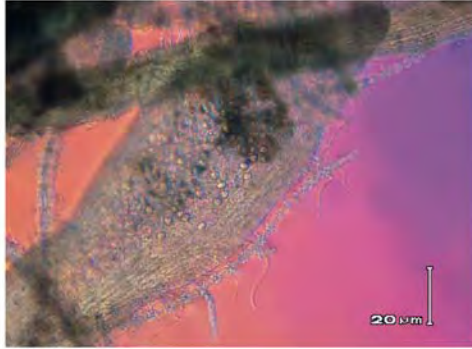
■29a



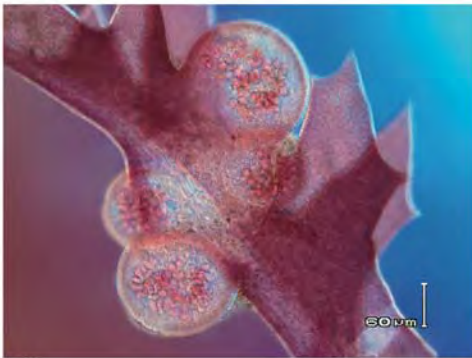
■29b

División Rhodophyta

Gelidiales



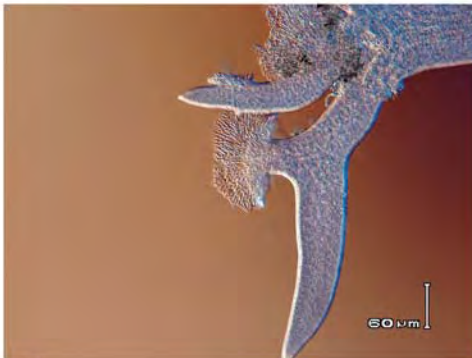
■30a



■31a



■31b



■32a



■32b

Gigartinales

División Rhodophyta

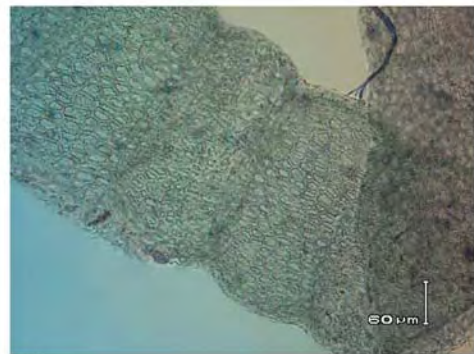


■33a



■33b

Gigartinales



■34a



■34b

Rhodhymeniales



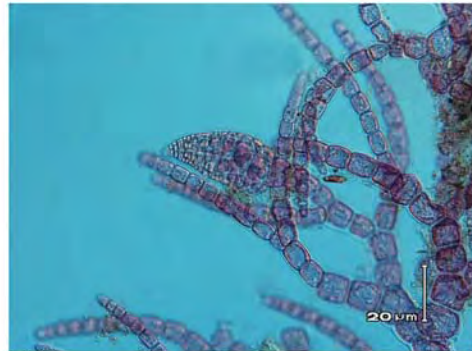
■35a

División Rhodophyta

Rhodhymeniales



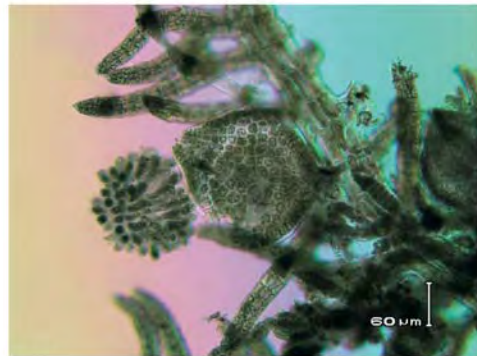
■36a



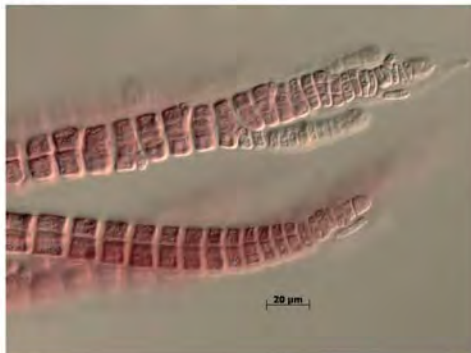
■36b



■37a



■37b



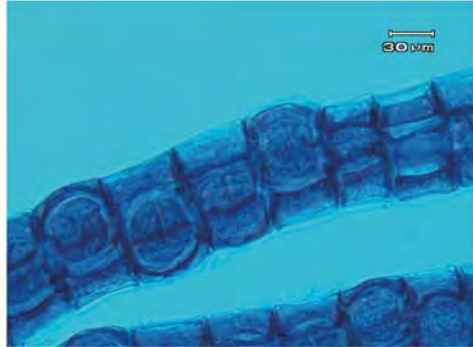
■38a



■38b

División Rhodophyta

Rhodhymeniales



■ 39a



■ 39b



■ 40a



■ 40b



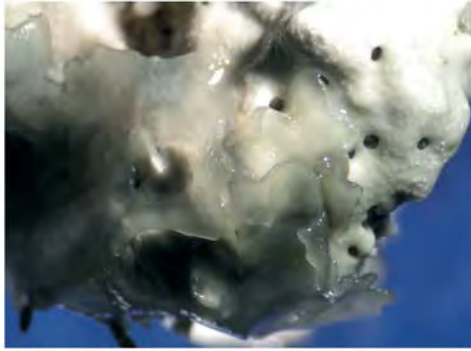
■ 41a



■ 41b

División Rhodophyta

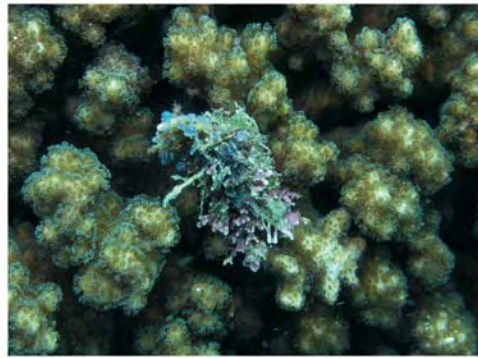
Rhodhymeniales



■42a



■43a



■44a



■45a

■46a

Fotografía de ambientes