

Presencia del género *Caulerpa* en la Bahía de Campeche, Camp.

Presence of genus *Caulerpa* in Campeche Bay, Camp.

Miroslava del Carmen Pacheco Cervera¹, Isai Pacheco-Ruiz^{2*},
Julia Ramos Miranda³, Neidy Pauline Cetz-Navarro⁴
y José Luis Soto Ávila⁵

¹Escuela Preparatoria "Lic. Ermilo Sandoval Campos"-UAC.
Av. Agustín Melgar s/n Col. Buenavista, Campeche, Camp., 24030, México

²Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California,
A.P. 453, Ensenada, B.C., 22800, México

³Centro EPOMEX-UAC,
Av. Agustín Melgar s/n Col. Buenavista, Campeche, Camp., 24030, México

⁴ECOSUR, Apdo. Postal 424, Chetumal, Q. Roo, 77000, México

⁵7a. Zona Naval, Secretaría de Marina Armada de México.
Domicilio conocido. Carretera Lerma-Campeche. Lerma, Camp., 24500, México
e-mail: isai@uabc.mx

Pacheco-Cervera M. C., I. Pacheco-Ruiz., J. Ramos-Miranda., N. P. Cetz-Navarro. y J. L. Soto-Ávila. 2009. Presencia del género *Caulerpa* en la Bahía de Campeche, Camp. *Hidrobiológica* 20 (1): 57-69.

RESUMEN

Se registraron seis taxones del género *Caulerpa* en 12 estaciones de Bahía de Campeche, entre ellas *C. ashmeadii* como un nuevo registro para la región. Sólo una estación mostró el mayor número de especies en las épocas de secas y nortes. La época de secas presentó el mayor número de especies por estación. *C. prolifera* y *C. ashmeadii* fueron las especies más frecuentes en las tres épocas climáticas del año. El mayor número de especies se encontró en las estaciones ubicadas en el noreste, mientras que el menor número en las del suroeste, esto último asociado con probables impactos antropogénicos (aportes de agua caliente de una central termoeléctrica y descargas residuales municipales). Este resultado sugiere aplicar políticas para mejorar la calidad del agua y reducir los desechos orgánicos que se vierten a las costas de Campeche. Con este nuevo registro, el número de taxones de *Caulerpa* para Campeche se incrementa a 25 taxones: 12 especies, siete variedades y seis formas. Los resultados reafirman la necesidad de continuar realizando estudios ficoflorísticos en Campeche.

Palabras clave: Chlorophyta, *Caulerpa ashmeadii*, Golfo de México, macroalgas, nuevo registro.

ABSTRACT

In 12 stations of the Campeche Bay six species of the genus *Caulerpa*, including *C. ashmeadii* as a new record for the region, were found. Just one station had the highest number of species in the dry seasons and north. The dry season had the highest number of species per station. *C. prolifera* and *C. ashmeadii* were the most common species in the three climate seasons. The greatest numbers of species were found at stations in the Northeast and the lowest number in stations of the southwest, the latter associated probably with anthropogenic impacts (inputs of hot water from a thermal power plant and municipal waste discharges). This result suggests the necessity of policies to improve water quality and reduce organic waste dumped off the coast of Campeche. With these new records, the number of

Caulerpa's taxa from Campeche increases to 25: 12 species, seven varieties and six forms. The results endorse the necessity of conduct phycofloristic studies in Campeche.

Key words: Chlorophyta, *Caulerpa ashmeadii*, Gulf of Mexico, macroalgae, new record.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de las algas en la región de Campeche inició con la Cultura Maya; por ejemplo, al género *Sargassum* (Phaeophyta) lo nombraron ta'íl ka'nab (Diccionario Maya Cordemex, 1980; Ortega *et al.*, 2001) y aunque los primeros registros científicos de algas marinas de Campeche se llevaron a cabo desde mediados del siglo XIX por F. M. Liebman y W. H. Harvey (Humm, 1952), los trabajos ficoflorísticos llevados a cabo en las costas de este Estado a la fecha son relativamente escasos (Callejas-Jiménez *et al.*, 2005), lo que respalda el interés de desarrollar trabajos de investigación en ficología marina que incorporen distintos aspectos sobre sistemática básica, ecofisiología, condiciones oceanográficas, climatológicas, geomorfológicas, la aplicación de la biotecnología molecular, así como el impacto humano en el litoral.

La información generada de las investigaciones ficológicas para la zona costera de Campeche, reporta un total de 63 especies de Chlorophyta, de acuerdo con los trabajos de Dreckmann (1998), Ortega *et al.* (2001), Robledo *et al.* (2001), Garduño-Solórzano *et al.* (2005) y Callejas-Jiménez *et al.* (2005). Dicho número, corresponde aproximadamente únicamente a 1/3 de las algas verdes registradas (171) para las costas de Quintana Roo (Cetz-Navarro *et al.*, 2008). Por tal motivo se tiene la expectativa, de que el número de especies de clorofitas de Campeche incrementa.

Dentro de las Chlorophyta, *Caulerpa* es el segundo género con mayor riqueza específica en las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe (Garduño-Solórzano *et al.*, 2005). A pesar de su importancia en esas dos regiones, no existe ningún trabajo que se enfoque exclusivamente en la distribución de este género en el litoral de Campeche. Sólo se han registrado especies de *Caulerpa* como parte de estudios florísticos generales en los trabajos de Callejas-Jiménez *et al.* (2005), Huerta-Múzquiz (1958), Huerta-Múzquiz & Garza-Barriontos (1966), Huerta-Múzquiz *et al.* (1987), Ortega (1995), Ortega *et al.* (2001) y Robledo *et al.* (2001). De acuerdo con la actualización nomenclatural y sistemática de los taxones reportados en los trabajos anteriores, para Campeche se han registrado 11 especies de *Caulerpa*.

En este trabajo se presentan las descripciones de las especies de *Caulerpa* registradas durante las colectas, así como los patrones de distribución espacio-temporales de las mismas, durante un estudio correspondiente a un ciclo bianual en la

Bahía de Campeche. Con los ejemplares ficológicos colectados y determinados, también se integra la primer colección científica de macroalgas de Campeche, depositada en el Herbario UCAM del Centro de Investigaciones Históricas y Sociales de la Universidad Autónoma de Campeche, misma que podrá ser utilizada como base para estudios a mediano y largo plazo de la Familia Caulerpaceae, que podrán permitir evaluar a futuro, el impacto de disturbios naturales o antropogénicos que se presenten en las costas del estado.

MATERIALES Y METODOS

Área de Estudio. El área de estudio se encuentra al sur del Golfo de México en el Estado de Campeche que limita al norte y noreste con el Estado de Yucatán y al sur con el de Tabasco. La zona de muestreo corresponde a Bahía de Campeche, situada en el Municipio de Campeche, Campeche (Fig. 1), entre las coordenadas: 19°47'50.4"- 19°53'31.5" N y 90°37'15.7- 90°30'58.0" O, limitada al noreste, por la Reserva Biosfera "Los Petenes" (RBLP). Corresponde a una zona tropical, la que presenta un clima Aw de Köppen del tipo cálido subhúmedo, donde se pone particular atención a la exposición que esta zona tienen con relación a los "nortes" (García de Miranda, 1988; Gío-Argáez, 1996), con tres estaciones climáticas definidas: la época de lluvias (entre junio-septiembre), donde ocasionalmente se presentan ciclones y tormentas tropicales, la época de nortes o tormentas de invierno (entre octubre y febrero), y la época de secas (entre febrero y mayo; Yáñez-Arancibia & Sánchez-Gil, 1983, 1986).

La zona costera de Campeche está conformada principalmente por sedimentos de composición calcárea y margosa (Gío-Argáez, 1996). Dado que la dirección e intensidad de la circulación costera presenta un cambio estacional, no se presenta un cambio brusco en la temperatura de mar, por lo que se establece un gradiente fisicoquímico semipermanente de salinidad, pH, oxígeno disuelto y materia orgánica, principalmente debido al aporte de aguas epicontinentales y estuarinas propias de la zona costera (Yáñez-Arancibia & Sánchez-Gil, 1986). Las máxima temperatura registrada en el agua de mar es de 35°C durante el mes de septiembre y la mínima de 24°C en febrero (SEMAR, 2006), la marea en el municipio de Campeche es mixta-semidiurna (Yáñez-Arancibia & Sánchez-Gil, 1986).

Los muestreos de algas se realizaron en 12 estaciones de monitoreo permanente, ubicadas de manera perpendicular a la costa en la Bahía de Campeche, para la identificación de sitios

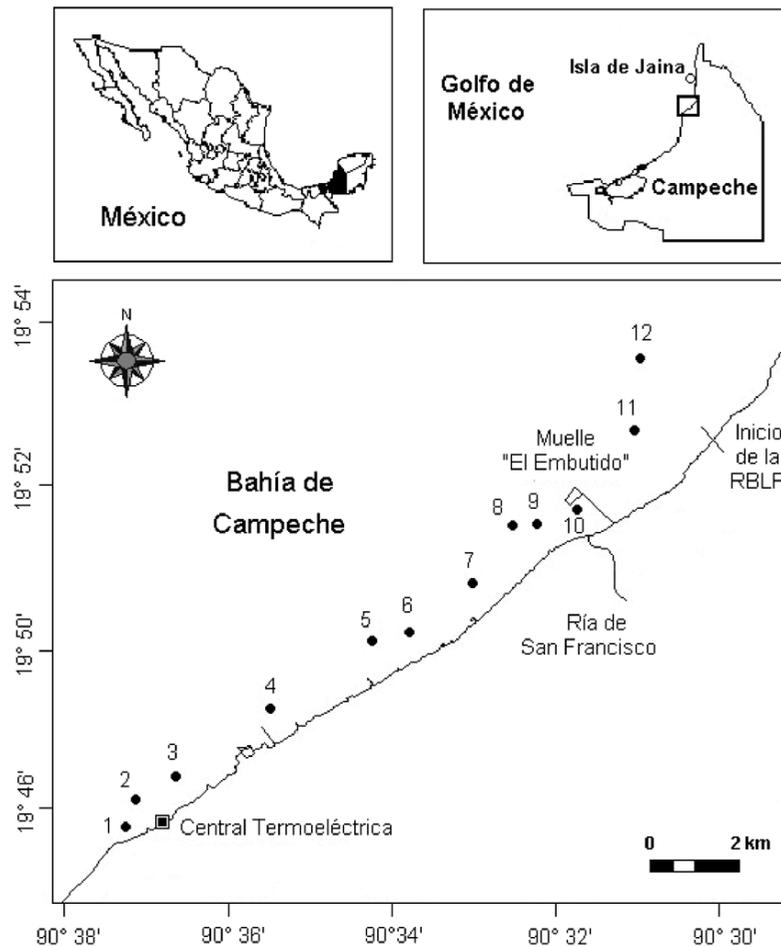


Figura 1. Localización de las estaciones de muestreo en la Bahía de Campeche.

con contaminación bacteriológica, por parte de la Secretaría de Marina, Armada de México, en coordinación con la CONAGUA y el Laboratorio de Salud Pública.

Para las colectas, se tomó como criterio la existencia de diferentes ambientes, tales como: sitios protegidos, expuestos, con diferentes tipos de sustrato, efecto de contaminación antropogénica y zonas prístinas. Todas las estaciones de colecta fueron geo-referenciadas con GPS.

Descripción de las estaciones de muestreo. Las primeras tres estaciones de muestreo corresponden a sitios expuestos al oleaje, con sustrato arenoso, poca roca, y una profundidad promedio de ≈ 4 m. Dichas estaciones se ubican cerca de la Central Termoeléctrica, y por ende están influenciadas por el agua caliente que se vierte al ambiente. Las estaciones cuatro y cinco son áreas semiprotegidas, con sustrato arenoso y rocoso, y una profundidad promedio de 3.8 m. Estas dos estaciones al igual que las tres anteriores, están afectadas regularmente por el impacto antropogénico de los desechos vertidos al mar

provenientes de restaurantes, zonas habitacionales, así como derrames de hidrocarburos de los muelles de PEMEX, astilleros y el tránsito marítimo. Las estaciones seis, siete y ocho, son áreas dominadas por sustratos arenosos y lodoso y algo de limo con olor fuertes a ácido sulfhídrico, y una profundidad de 3 a 2 m, siendo la estación seis más profunda y la ocho más somera. En los tres sitios, la vegetación circundante es *Thalassia testudinum* Banks ex K. D. Koenig, siendo escasa en la estación seis y abundante en la ocho y también presentan impacto antropogénico, por desechos vertidos al mar provenientes de industrias, restaurantes, unidades habitacionales, hoteles y desechos vertidos al mar por la descama de los pescadores de la zona. Las estaciones nueve y 10 son zonas expuestas, conformadas por arena, con poco limo, arcilla y lodo, de 1.7 y 1.1 m de profundidad promedio respectivamente. La vegetación circundante es *Ruppia marítima* Linnaeus y *Thalassia testudinum*. Las estaciones 11 y 12 están influenciadas por la materia orgánica de la zona de manglar, la vegetación circundante es *Ruppia marítima* y *Thalassia testudinum*. El sustrato es arenoso

Tabla 1. Localización de los sitios de muestreo y valores promedios de los factores ambientales obtenidos de la Bahía de San Francisco de Campeche, Cam.

| No. Estaciones | Latitud | Longitud | Prof. (m) | Salinidad | Temperatura (°C) | Secchi (m) | Sustrato |
|---|--------------|--------------|-----------|-----------|------------------|------------|-------------------------|
| 1. Balneario Playa Bonita | 19°47'50.4'' | 90°37'15.7'' | 4.1 | 36.8 | 26.8 | 2.1 | Arena-roca |
| 2. Desembocadura Termoeléctrica | 19°48'09.3'' | 90°37'08.8'' | 4.3 | 36.7 | 27.3 | 2.4 | Arena |
| 3. Congeladoras de Lerma | 19°48'26.8'' | 90°36'39.1'' | 3.8 | 36.6 | 27.2 | 2.6 | Arena-roca |
| 4. Depósitos de PEMEX | 19°49'15.0'' | 90°35'29.1'' | 3.8 | 36.5 | 27.1 | 2.1 | Arena-roca |
| 5. Monumento al Resurgimiento | 19°50'06.0'' | 90°34'14.9'' | 3.5 | 35.8 | 26.8 | 2.1 | Arena-roca |
| 6. Concesionaria Volkswagen | 19°50'10.3'' | 90°33'47.3'' | 3.3 | 35.9 | 26.9 | 1.7 | Arena-limo-lodo |
| 7. Muelle de San Román | 19°50'47.1'' | 90°33'00.6'' | 2.9 | 35.7 | 26.4 | 1.7 | Arena-limo-lodo |
| 8. Zona de Hoteles | 19°51'28.8'' | 90°32'30.9'' | 2.1 | 35.8 | 26.4 | 1.8 | Arena-limo-lodo |
| 9. Plaza Akim-Pech | 19°51'30.3'' | 90°32'12.9'' | 1.7 | 35.1 | 26.4 | 1.5 | Arena-limo-lodo |
| 10. Desembocadura Ria de San Francisco | 19°51'40.7'' | 90°31'45.1'' | 1.1 | 34.7 | 26.9 | 0.8 | Arena-limo-arcilla-lodo |
| 11. Frente al parque deportivo de béisbol | 19°52'38.9'' | 90°31'02.5'' | 2.2 | 35.5 | 26.4 | 2.2 | Arena-limo-arcilla-lodo |
| 12. Una milla mar adentro | 19°53'31.5'' | 90°30'58.0'' | 2.5 | 35.2 | 26.5 | 2.5 | Arena-limo-arcilla-lodo |

y fangoso y presentan una profundidad promedio de 2.2 m y 2.5 m respectivamente. La 12 parece ser la única estación de muestreo no influenciada por el impacto antropogénico de la ciudad de Campeche (Fig. 1).

Colectas. La colecta de macroalgas se realizó mensualmente durante un periodo de 2 años (septiembre de 2001 a julio de 2003). La obtención de las muestras se llevó a cabo mediante el método de arrastre durante 10 min., con una red de prueba camaronesa de 5 m de largo, 2.5 m de abertura y 1.905 cm de luz de malla, a una velocidad promedio de 2 nudos, cubriendo un área aproximada de 1,500 m².

En cada estación se tomaron datos fisicoquímicos de temperatura y salinidad con una sonda multiparamétrica Hydrolab, así como la transparencia del agua con disco de Secchi y el tipo de sustrato (Tabla 1).

Las macroalgas se depositaron en bolsas plásticas etiquetadas y posteriormente fueron llevadas al laboratorio para su identificación y herborización, incorporando los ejemplares al Herbario UCAM. Para el análisis e identificación de la ficoflora se utilizaron las referencias de Littler & Littler (2000). Para la actualización de la nomenclatura y sinonimia se utilizó la revisión de Wynne (2005) y la base de datos "AlgaeBase" (Guiry & Guiry, 2008).

Para determinar la similitud entre las diferentes estaciones de muestreo, se aplicó un análisis Cluster o dendrograma por

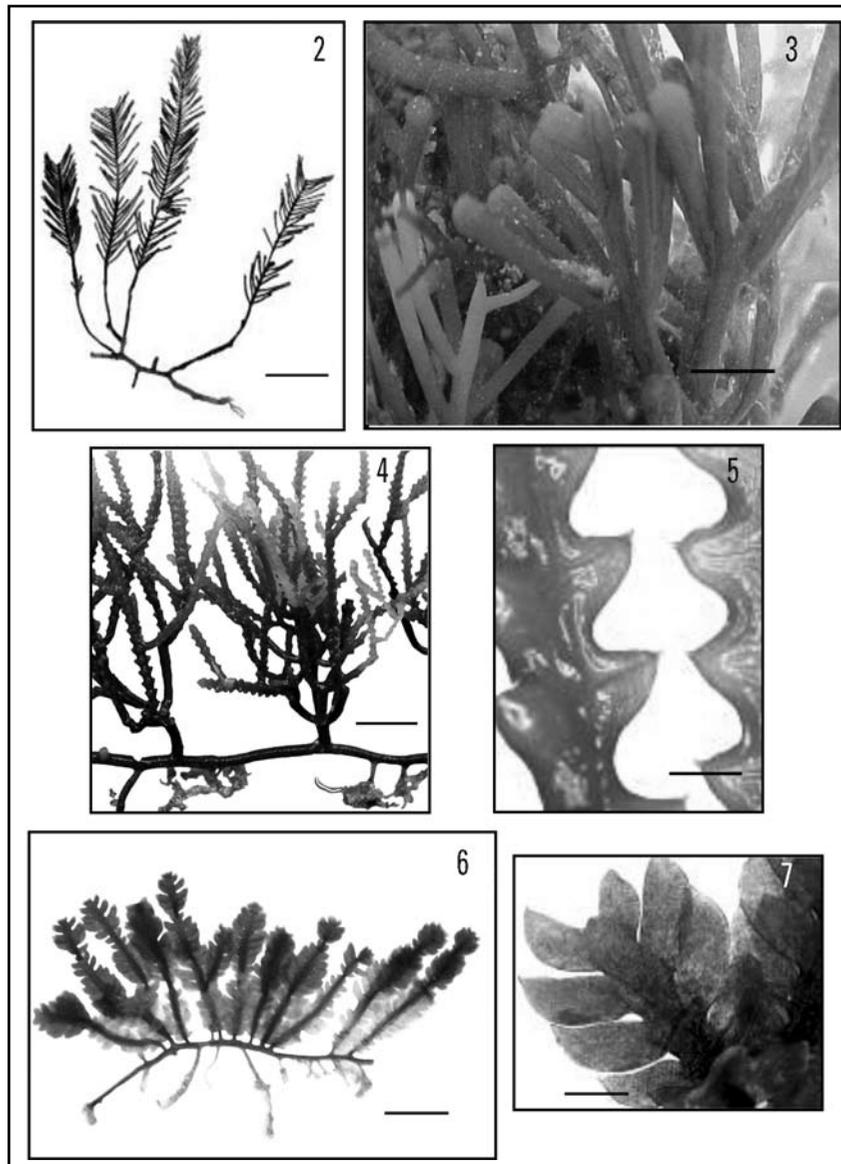
distancias euclidianas, utilizando la presencia o ausencia de especies, (Brower & Zar, 1977; Zar, 1996). El análisis se realizó con el programa Matlab 7.3.0.

RESULTADOS

Los siguientes seis taxones del género *Caulerpa* fueron registrados en la Bahía de Campeche: *Caulerpa ashmeadii* Harvey, *C. cupressoides* var. *flabellata* Børgesen, *C. mexicana* Sonder ex Kützing, *C. paspaloides* (Bory de Saint-Vincent) Greville, *C. prolifera* (Forsskål) J.V. Lamouroux y *C. racemosa* (Forsskål) J. Agardh. Todas las especies se clasifican en la División Chlorophyta, el Orden Bryopsidales y la Familia Caulerpace, según el esquema de clasificación de Littler y Littler (2000). Las algas no se encontraron en reproducción.

Las especies encontradas, aunadas a las registradas previamente, conforman una ficoflora de 25 taxones de *Caulerpa* (12 especies, 7 variedades y 6 formas). *C. ashmeadii* corresponde a un nuevo registro para la región (Tabla 2). Con ello, el número de taxones de *Caulerpa* para Campeche se incrementó de 11 a 12 especies, mientras que el conjunto de especies de algas clorofitas se incrementó de 63 a 64.

De manera comparativa, las características y formas de expresión usadas para la delimitación, e identificación de las especies del género *Caulerpa*, registradas en el presente estudio se resumen en la Tabla 3.



Figuras 2-7. Especies de *Caulerpa* del Estado de Campeche. Figs. 2-3. *Caulerpa ashmeadii*. Fig. 2. Talo erecto, grueso ramificado. Eje central cilíndrico. Escala = 2 cm. Fig. 3. Ápices de las pinnulas no ramificadas y con terminaciones redondeadas. Escala = 10 mm; Figs. 4-5. *Caulerpa cupressoides* var. *flabellata*. Fig. 4. Ramificaciones del talo erecto resistentes, erectas, rígidas y cortas. Escala = 1 cm. Fig. 5. Ápices semejando espinas de 0.8-1.0 mm de diámetro y de 0.5 mm de longitud. Escala = 1 mm; Figs. 6-7. *Caulerpa mexicana*. Fig. 6. Fronda erecta, ramificación opuesta, parecidas a plumas. Escala = 1 cm. Fig. 7. Eje principal plano, con ramificaciones planas que terminan en punta o en espina de 2-4 mm de ancho y de 2-10 mm de longitud. Escala = 5 mm.

A continuación se describen los taxones de *Caulerpa* por orden alfabético.

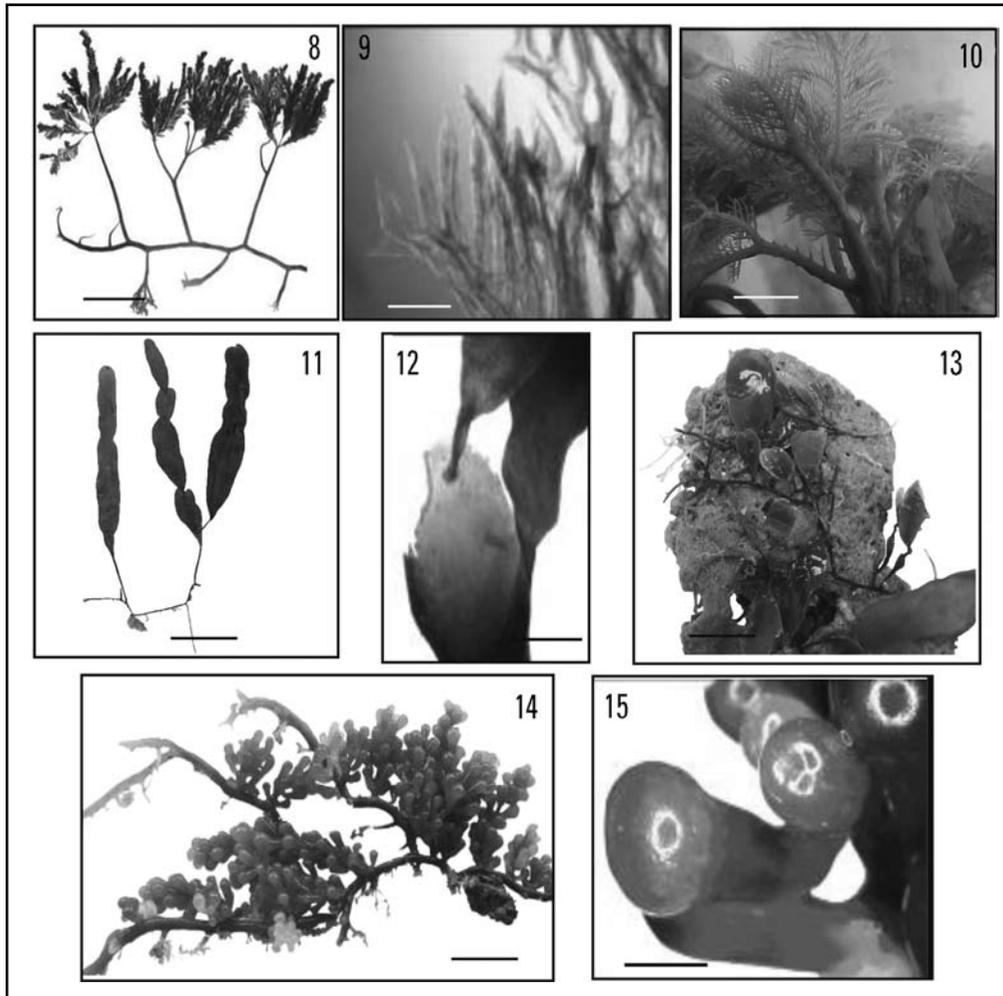
***Caulerpa ashmeadii* Harvey**

Descripción. Fronda erecta, gruesa, parecida a una pluma, de color verde claro, 20 cm de alto, raramente ramificada. Ramificaciones cilíndricas en forma de cachiporra, 0.5-1.5 mm de diámetro, 7-18 milímetros de largo, curvadas, opuestas en dos filas verticales; ápices obtusos-redondeados. Ejes centrales

cilíndricos, 1.5-2.0 mm de diámetro. Estolón rastrero, 2.0-2.5 mm diámetro, a 2 m de largo, extendido a lo ancho; numerosos rizoides, pedúnculos densos, ramificándose en ápices delgados.

Material de herbario: PACM64-007.

Observaciones ecológicas. *C. ashmeadii* es una especie perenne, que se localizó en áreas tranquilas (psammófila/lodoso), superficiales cercanas al mangle o mezclándose entre las camas de pastos; a 1.45m de profundidad, a pesar de que Littler



Figuras 8-15. Especies de *Caulerpa* del Estado de Campeche. Figs. 8-10. *Caulerpa paspaloides*. Fig. 8. Fronda erecta, estípote desnudo y bifurcado. Eje principal cilíndrico. Escala= 2 cm. Fig. 9. Ápices de las pínulas ramificadas en forma pectinada, con terminaciones dicotómicas y en punta. Escala= 1 mm. Fig. 10. Talo ramificado, estrictamente pinnado opuesto y en forma de pluma. Escla= 1 cm. Figs. 11-13. *Caulerpa prolifera*. Fig. 11. Talo erecto en forma laminar no ramificado. Escala= 3 cm. Fig. 12. Láminas secundarias que aparecen a menudo de la proliferación de la vena del centro de la lámina progenitora. Escala= 4 mm. Fig. 13. Forma de vida epilíptica. Escala = 3 cm; Figs. 14-15. *Caulerpa racemosa*. Fig. 14. Talo ramificado, polístico y ramas con variada morfología. Escala = 1 cm. Fig. 15. Ramificaciones con forma uvífera, con ápices obtusos que pueden presentar o no pedicelo. Escala = 3 mm.

& Littler (2000), la reporten en la zona submareal, hasta los 36 m de profundidad.

***Caulerpa cupressoides* (Vahl) C. Agardh var. *flabellata* Børgesen**

Descripción. Fronda erecta, escasa (poco densa) y rígida, con espinas marginales o ramificaciones muy cortas, de 10 cm de alto. Ramificaciones irregularmente bifurcadas a dicotómicas, resistentes, firmes, a menudo parecidas a espinas de 0.8-1.0 mm de diámetro, a 0.5 (-1.5) mm de largo curvadas hacia arriba, con ápices puntiagudos. Eje central comprimido o aplanado, 1-2 mm de ancho, se puede bifurcar varias veces, las ramificaciones basales se encuentran desnudas, sin ramificaciones ni espinas. Estolones rastreros, bifurcados en los ápices, de 2.0-2.5 mm de diámetro., rizoides numerosos de 2 mm de diámetro

Material de herbario: PACM64-003, 059, 060.

Observaciones ecológicas. *C. cupressoides* var. *flabellata*, es un taxón perenne anclada en sedimentos finos de arena (psammófila /lodoso), se le encontró aislada con respecto a la vegetación circundante; también en zonas cercanas al manglar y zonas rocosas cubiertas por arena. Se colectó entre los 0.8-4.4 m de profundidad.

***Caulerpa mexicana* Sonder ex Kützing**

Descripción. Frondas erectas, de color verde, parecidas a plumas, de altura variable; en zonas expuestas al oleaje plantas pequeñas, de hasta 2 cm de alto y 4-10 mm de ancho. En hábi-

Tabla 2. Distribución de especies reportadas para Campeche.

| Especie | Distribución y Referencia |
|---|---|
| * <i>Caulerpa ashmeadii</i> Harvey | Bahía de Campeche (ES: 1,3,4,5,7,8,9,10,11 y 12) ¹⁰ |
| <i>C. cupressoides</i> (West) C. Agardh | Campeche ⁹ . Champotón: Playa Preciosa ⁸ |
| <i>C. cupressoides</i> var. <i>flabellata</i> Børgesen | Bahía de Campeche ¹⁰ |
| <i>C. cupressoides</i> var. <i>mamillosa</i> (Mont.) Weber Bosse | Cayo Arcas, Triángulo Oeste ^{4,6} |
| <i>C. cupressoides</i> var. <i>serrata</i> (Kützinger) Weber-van Bosse | Campeche ^{4,6} |
| <i>C. cupressoides</i> var. <i>turneri</i> Weber-van Bosse | Campeche ^{4,6} . Lerma: Playa Bonita ³ . Banco de Campeche ⁷ |
| <i>C. fastigiata</i> Montagne | Campeche ^{4,6,9} . Laguna de Términos: Boca de Puerto Real ⁵ |
| <i>C. fastigiata</i> var. <i>confervoides</i> P.L. Crouan et H.M. Crouan ex Weber-van Bosse | Sabancuy ³ . Laguna de Términos: Punta Gorda ^{5,6} |
| <i>C. fastigiata</i> Montagne var. <i>fastigiata</i> | Campeche ⁶ |
| <i>C. macrophysa</i> (Sonder ex Kützinger) G. Murray | Campeche ^{4,6} |
| <i>C. mexicana</i> Sonder ex Kützinger | Campeche ⁹ . Faro Santa Rosalía. Playa Preciosa ⁸ . Laguna de Términos: Boca de Puerto Real ⁵ . Bahía de Campeche ¹⁰ |
| <i>C. mexicana</i> Sonder ex Kützinger f. <i>mexicana</i> | Laguna de Términos: Boca de Puerto Real ⁵ . Campeche: Faro Santa Rosalía. Playa Preciosa ⁸ . |
| <i>C. mexicana</i> f. <i>pectinata</i> (Kützinger) W.R. Taylor | Banco de Campeche ⁷ . Laguna de Términos: Boca de Puerto Real ^{5,6} |
| <i>C. microphysa</i> (Weber-van Bosse) J. Feldmann | Banco de Campeche ⁶ |
| <i>C. paspaloides</i> (Bory de Saint-Vincent) Greville | Campeche ⁹ . Bahía de Campeche ¹⁰ |
| <i>C. paspaloides</i> var. <i>wurdemannii</i> Weber-van Bosse | Campeche ^{4,6} |
| <i>C. peltata</i> J.V. Lamouroux | Laguna de Términos: Boca de Puerto Real ⁵ |
| <i>Caulerpa prolifera</i> (Forsskål) J.V. Lamouroux | Campeche ⁹ . Banco de Campeche ^{4,7} . Laguna de Términos: Boca de Puerto Real ^{5,6} . Playa Preciosa ⁸ . Bahía de Campeche ^{4,5,10} |
| <i>C. prolifera</i> f. <i>obovata</i> J. Agardh | Campeche ^{1,4} . Playa Bonita. Banco de Sabancuy (Bajo de Sabancuy) ^{3,6} |
| <i>C. prolifera</i> f. <i>zosterifolia</i> Børgesen | Banco de Campeche ⁷ . Laguna de Términos: Boca de Puerto Real ^{5,6} |
| <i>Caulerpa racemosa</i> (Forsskål) J. Agardh | Campeche ^{4,9} . Playa Preciosa ⁸ . Cayo Arcas ^{2,4} . Triángulo Oeste ^{4,6} . Bahía de Campeche ¹⁰ |
| <i>C. racemosa</i> var. <i>occidentalis</i> (J. Agardh) Børgesen | Campeche ¹ . Laguna de Términos: Boca de Puerto Real ^{5,6} . Isla del Carmen ⁵ . Banco de Campeche ⁷ |
| <i>C. sertularioides</i> (S.G. Gmelin) M.A. Howe | Campeche ⁹ . Cayo Arcas ⁴ . Triángulo Oeste ^{4,6} . Playa Preciosa ⁸ . |
| <i>C. sertularioides</i> f. <i>brevipes</i> (J. Agardh) Svedelius | Cayo Arcas ² . Triángulo Oeste ^{4,6} . Laguna de Términos ⁵ . Boca de Atasta. Laguna de Términos: Boca de Puerto Real ⁶ |
| <i>C. sertularioides</i> f. <i>corymbosa</i> W. R. Taylor | Laguna de Términos: canal de manglar que atraviesa Isla del Carmen y Puerto Real ^{5,6} |
| <i>C. sertularioides</i> f. <i>longiseta</i> (Bory de Saint-Vincent) Svedelius | Campeche ⁴ . Laguna de Términos: al E de Isla del Carmen, Boca de Puerto Real, canal de manglar que atraviesa Isla del Carmen e Isla del Carmen ⁵ . Laguna de Términos: Punta Gorda ⁶ . Banco de Campeche ⁷ |
| <i>C. verticillata</i> J. Agardh | Campeche ^{4,9} |

ES= Estación de colecta, * = Nuevo registro.

Referencias: ¹ Humm (1952); ² Huerta- Múzquiz (1958); ³ Huerta- Múzquiz y Garza-Barrientos (1966); ⁴ Huerta-Múzquiz et al. (1987); ⁵ Ortega (1995); ⁶ Ortega et al. (2001); ⁷ Robledo et al., (2001); ⁸ Callejas-Jiménez et al. (2005); ⁹ Garduño-Solórzano et al. (2005); ¹⁰ Este estudio.

tats protegidos, formas largas de 15-25 cm de alto y 5-25 mm de ancho. Su ramificación es opuesta, curvadas en la parte inferior de la parte apical, de 2-4 mm de ancho, 2-10 mm de longitud; con

ápices que se estrechan o afilan, terminando en punta, la base es estrecha y delgada. Los ejes centrales son aplanados, de 1-3 mm de ancho, hacia las partes basales se presentan pedúnculo

Tabla 3. Información ecológica, morfológica y morfométrica de las especies del género *Caulerpa* colectadas en la Bahía de Campeche.

| | <i>C. ashmeadii</i> | <i>C. cupressoides</i> var. <i>flabellata</i> | <i>C. mexicana</i> | <i>C. paspaloides</i> | <i>C. prolifera</i> | <i>C. racemosa</i> |
|-------------------------------------|---------------------------|--|---------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|
| a) Ecológica y Geográfica | | | | | | |
| 1. Estacionalidad | Perenne | Perenne | Abr/jun/2002 | Perenne | Perenne | Ene/may/2003 |
| 2. Hábitat/sustrato | Psamófila/lodoso | Psamófila/lodoso | Epilítica/psamófila | Psamófila/lodoso | Epilítica/psamófila | Epilítica/psamófila |
| 3. Distribución Vertical | Submareal | Submareal | Submareal | Submareal | Submareal | Submareal |
| 4. Distribución geográfica | Noreste | Noreste | Suroeste | Noreste | Noreste/Suroeste | Suroeste |
| b) Morfológica vegetativa | | | | | | |
| 5. Color del talo | Verde-amarillo | Verde oscuro | Verde oscuro | Verde oscuro | Verde oscuro | Verde oscuro |
| 6. Margen | Lineal | Aserrado | Liso | Liso | Liso | Liso |
| 7. Matriz/textura | Rígida | Rígida | Rígida | Rígida | Rígida | Rígida |
| 8. Ramificaciones | Presencia | Presencia | Presencia | Presencia | Ausencia | Presencia |
| 9. Sujetador | Estolón/rizoides | Estolón/rizoides | Estolón/rizoides | Estolón/rizoides | Estolón/rizoides | Estolón/rizoides |
| 10. Células de género | Sifonal | Sifonal | Sifonal | Sifonal | Sifonal | Sifonal |
| 11. Crecimiento meristemo | Difuso | Difuso | Difuso | Difuso | Lineal | Lineal |
| c) Anatomía vegetativa | | | | | | |
| 12. Forma del talo | Ramificado pinado opuesto | Ramificado bifurcadas a dicotómicas | Ramificado pinado opuesto | Ramificado pinado opuesto | No ramificado | Ramificado pinado opuesto |
| 13. Forma del eje Principal | Cilíndrico | Cilíndrico | Plano | Cilíndrico | Plano | Cilíndrico |
| 14. Forma de la Rama | Espina/pluma | Cilíndrica tetrástico | Plana en punta/pluma | Cilíndrica/pluma | Plana | Vesícula columna |
| 15. Arreglo de la rama sobre el eje | Regulares | Regulares | Regulares | Regulares | -- | Racimos |
| 16. Densidad de la rama | Abundante | Abundante | Medianamente abundante | Abundante | -- | Abundante |
| 17. Ramificación de la pinnula | Pinnada opuesta | Opuesta polística | Pinnada opuesta | Pectinada | Simple | Polística |
| 18. Pedicelo en Ramas | Presente | Presente | Presente | Presente | Ausente | Presente |
| 19. Longitud relativa del pedicelo | Largo | Largo | Corto | Largo | -- | Corto |
| 20. Forma ápice | Redondeado | Espina | Punta/espina | Dicotómica/punta | Ovalada | Ovoide |
| d) Morfológica reproductiva | | | | | | |
| 21. Reproducción asexual | Fragmentación | Fragmentación | Fragmentación | Fragmentación | Fragmentación | Fragmentación |
| 22. Sexualidad | No se observó | No se observó | No se observó | No se observó | No se observó | No se observó |
| e) Morfométrica | | | | | | |
| 23. Longitud del talo | 11.5-22 cm | 5-9.5 cm | 2-3.5 cm | 12-20 cm | 4-15 cm | 3-5.1 cm |
| 24. Anchura del talo | 2-3 mm | 1-2. mm | 2-3 mm | 2-3 mm | 1.5-2.5 cm | 0.5-1 mm |
| 25. Grosor del talo | 1-1.5 mm | 0.5-1 mm | 0.5-1 mm | 2-3 mm | 0.5-1 mm | 1.5-2 mm |

de 1.8-1.18 mm de diámetro; rizoides delicados y numerosos, un pedúnculo de 0.2-1.0 mm de diámetro en el estolón, ramas con ápices delgados.

Material de herbario: PACM64-006.

Observaciones ecológicas. *C. mexicana* se observó sólo entre los meses de abril y junio en arena, rocas cubiertas por arena y en

Tabla 4. Presencia temporal de las especies por época del año.

| Especies | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|---|----------|-----|---------|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|----------|-----|-----|
| | (Nortes) | | (Secas) | | | (Lluvias) | | | | (Nortes) | | |
| <i>C. ashmeadii</i> | + | + | - | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| <i>C. cupressoides</i> var. <i>flabellata</i> | + | + | + | + | + | - | + | - | - | + | - | - |
| <i>C. mexicana</i> | - | - | - | + | - | + | - | - | - | - | - | - |
| <i>C. paspaloides</i> | + | - | + | + | + | + | + | - | + | + | + | - |
| <i>C. prolifera</i> | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| <i>C. racemosa</i> | + | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - |

+ = presencia de la especie; - = ausencia de la especie

lodo (epilítica/ psammófila); se reporta también sobre fragmentos de pequeños corales o guijarros entre los 2 y 4 m; sin embargo, Littler y Littler (2000), la reportan hasta los 15 m de profundidad.

***Caulerpa paspaloides* (Bory de Saint-Vincent) Greville**

Descripción. Fronda erecta, de color verde oscuro, 7-25 cm de alto; con las partes superiores muy ramificadas, de 3-6(8) cm de largo, cubiertas con gran densidad de finas ramas verticales, triangulares, dispuestas en filas de 3-4. Ramificación opuesta, aunque al terminar alterna, con ramas de 2-3 mm de longitud; aunque en ocasiones y por su ángulo de ramificación, dan la apariencia de tener ramificación unilateral. Estípites desnudos, de color verde, dicotómico o bifurcado cerca del punto medio. Terminación en espiral o verticilos, con 3-5 ramas. Estolón rastrero, de 3 mm de diámetro; numerosos rizoides, de color blanco-amarillo o casi incoloros, gruesos, que se desarrollan densamente, con un diámetro de 1 mm.

Material de herbario: PACM64-004, 008, 009, 061 y 062.

Observaciones ecológicas. Forma comunidades perennes con el pasto marino, cercana del mangle (psammófila/lodoso). Se colectó entre los 1.0 a 2.5 m de profundidad, sin embargo, Littler y Littler (2000), la reporta en la zona submareal, hasta los 12 m de profundidad.

***Caulerpa prolifera* (Forsskål) J.V. Lamouroux**

Descripción. *C. prolifera* presenta frondas erectas, delicadas, delgadas, planas, de color verde oscuro, individuales, con elongación ovalada, de 6-15 cm de longitud, (3-)15-25 mm de ancho, posteriormente, proliferan hojas secundarias (filoides) de la parte central de la hoja progenitora; se observa un pedúnculo corto, delgado, de 1.0-1.4 mm de diámetro, (0.5-)1-2 cm de longitud; estolón rastrero de 1.0-1.5 mm de diámetro; rizoides de 0.7-1.0 mm de diámetro surgiendo del estolón.

Material de herbario: PACM64-018, 070, 071, 072, 073, 074, 075 y 076.

Observaciones ecológicas. Es un alga perenne, con forma de vida epilítica y psammófila, que se colectó en las

camas de pastos marinos y arena, entre los 1.0 y 6.2 m de profundidad. Littler y Littler (2000), la reportan hasta los 15 m de profundidad.

***Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh**

Descripción. Porción basal, con estolón 1.5-2.7 mm diámetro, del que surgen numerosos rizoides finos. La parte erecta es altamente variable. Pínnulas de 10-50 mm de altura, con un eje principal cilíndrico, pueden ser poco o densamente ramificadas. Las ramas presentan una variada morfología: vesículas, trompetas, discos, turbinadas, con ápices hinchados, obtusos o planos, que pueden presentar o no un pedicelo; en una misma pínnula se pueden encontrar las diferentes variantes. El patrón de ramificación es polístico. Anatómicamente con trabéculas similares a las otras especies, de 5-7.5 µm en diámetro. Se observa la red citoplásmica y los tubos de liberación de gametos. Especie altamente variable en su morfología (Ortuño, 2006).

Material de herbario: PACM64-001 y 013.

Observaciones ecológicas: Se observó sólo entre enero y mayo, con características epilítica y psammófila, entre los 3.3 a 4.5 m de profundidad. Littler & Littler (2000), la reportan en la zona submareal, hasta los 50 m de profundidad.

Patrones de distribución de las especies. El mayor número de especies se encontró en las estaciones de colecta localizadas en la zona noreste (7 - 12), sobre todo en las épocas climáticas de lluvias y nortes, con excepción de secas cuando se localizaron cuatro y tres especies en las estaciones 3 y 4 (Fig. 16). Solamente una o incluso ninguna especie se detectó en las dos primeras estaciones durante las tres épocas de muestreo. Las estaciones 3 y 10 fueron las que mostraron el mayor número de especies; la primera con la presencia de *Caulerpa ashmeadii*, *C. cupressoides* var. *flabellata*, *C. prolifera* y *C. racemosa* en la época de secas y la segunda con *C. ashmeadii*, *C. cupressoides* var. *flabellata*, *C. paspaloides* y *C. prolifera* en el período de nortes. En general, la época de secas presentó el mayor número de especies por

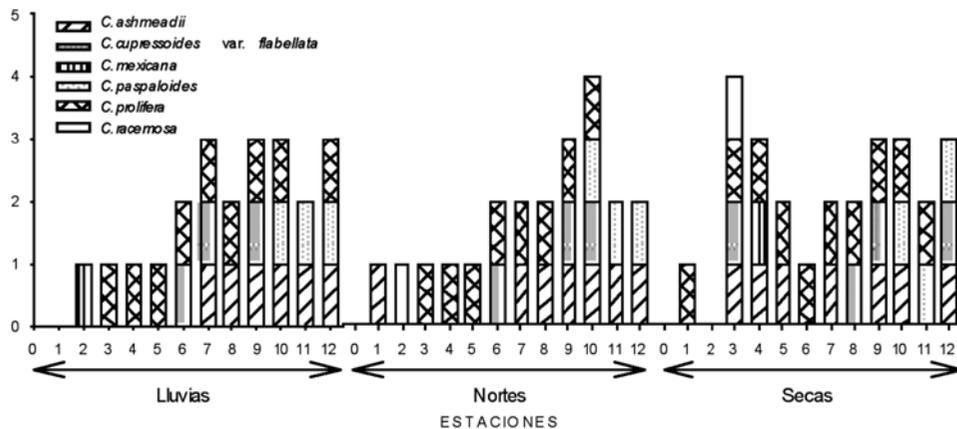


Figura 16. Distribución de las especies de *Caulerpa* por épocas climáticas en las estaciones de muestreo.

estación, cinco de ellas (3, 4, 9, 10 y 12) con un número igual o superior a tres especies. *C. prolifera* fue el taxón más frecuente por estación y época de muestreo (Fig. 16, y Tablas 4 y 5).

El análisis de disimilitud evidenció que la estación 2 es totalmente diferente a todas las demás; adicionalmente se formaron tres grupos de estaciones muy similares entre sí: 7-8-9, 5-1 y 10-12 (Fig. 17).

Los valores de temperatura y salinidad analizados, correspondieron a los valores promedio mensuales de las 12 estaciones de muestreo. Las temperaturas mínimas de 22.7° C y 21.6° C se detectaron en febrero de 2002 y enero de 2003 respectivamente. Las máximas en agosto de 2002 con 30.1 °C; entre mayo y junio de 2003, las temperaturas fueron ligeramente superiores a los 30.0 °C (Fig. 18). Respecto de la salinidad la mínima se detectó en noviembre de 2002, con un valor de 27.2‰ y la máxima en abril de 2003, con un valor de 41.8‰ (Fig. 18, Tabla 1).

DISCUSIÓN

La flora potencial del género *Caulerpa* en el estado de Campeche es de 12 especies, siete variedades y seis formas,

es decir 25 taxones; de las cuales sólo seis (53.8%) fueron colectadas dentro de la Bahía de Campeche. Lo trascendente es que esta investigación contribuyó con un nuevo registro para las costas del Estado de Campeche: *Caulerpa ashmeadii*.

Los resultados de esta investigación evidencian además, que las costas de Campeche presentan un porcentaje alto (92.85%) del total de las especies de *Caulerpa* ($n = 14$), reportadas para las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe (Ortega *et al.*, 2001). El hecho de que en este trabajo se reporten 7 variedades y 6 formas y que este dato se pueda extrapolar para todo el Estado, hace evidente la diversidad del género *Caulerpa* en Campeche.

El mayor número de taxones fue registrado en la época de secas y el mínimo en lluvias y nortes, lo que concuerda con lo encontrado por otros investigadores (Mateo-Cid *et al.*, 1996; Ortégón-Aznar *et al.*, 2001) y regularmente se relaciona con una mayor irradiación *in situ* (Mateo-Cid & Mendoza-González, 1991), característico de las zonas denominadas "B", o de ambientes típicamente marinos (Yáñez-Arancibia & Sánchez-Gil, 1983).

Tabla 5. Presencia espacio-temporal de las especies por estación de muestreo.

| Especies | Estaciones | | | | | | | | | | | |
|---|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 | E7 | E8 | E9 | E10 | E11 | E12 |
| <i>C. ashmeadii</i> | - | - | + | + | + | - | + | + | + | + | + | + |
| <i>C. cupressoides</i> var. <i>flabellata</i> | - | - | + | - | - | - | + | + | - | - | - | + |
| <i>C. mexicana</i> | - | + | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>C. paspaloides</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | + | + |
| <i>C. prolifera</i> | + | - | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| <i>C. racemosa</i> | - | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

+ = presencia de la especie; - = ausencia de la especie

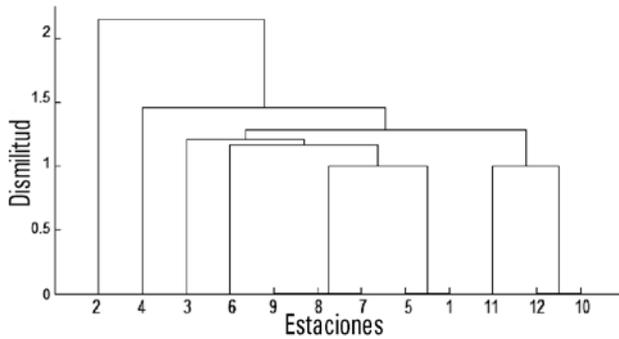


Figura 17. Dendrograma de similitud entre las estaciones de muestreo por especies de *Caulerpa*, correspondiente al período de muestreo.

El ambiente en donde se desarrollan las algas, juega un papel muy importante en la diversidad, ya que la naturaleza física del sustrato influye en el establecimiento, distribución y composición de la flora marina (Dawes 1991; Garduño-Solórzano *et al.*, 2005). Huerta-Múzquiz *et al.* (1987, 1994), afirman que las características del sustrato, aunado al modo protegido y expuesto al que están sometidas las algas, juegan un papel importante en su distribución. El efecto del sustrato y de la influencia antropogénica se evidenció al aplicar el análisis de similitud entre las estaciones de muestreo. Las estaciones 10 y 12, con menor influencia antropogénica y en cambio, con influencia natural de la materia orgánica de la zona de manglar adyacente, fueron agrupadas. Otro grupo muy evidente fue el conformado por las estaciones 7 a la 9, cuya influencia antropogénica es de las más severas de la zona de muestreo y cuyos sustratos fueron arena y lodo, con

una vegetación circundante homogénea dominada por pastos marinos (*Ruppia maritima* y *Thalassia testudinum*). La estación dos, fue totalmente diferente a todas las demás, lo cual puede atribuirse a la influencia del agua caliente que se vierte de la termoeléctrica de la zona, permitiendo únicamente el desarrollo de las especies *Caulerpa mexicana* y *C. racemosa*.

Considerando la clasificación ambiental propuesta por Ortiz Pérez & Espinosa Rodríguez (1991; *vide in* Ortega *et al.*, 2001), cabe resaltar que la Bahía de Campeche, queda comprendida como una costa acumulativa (potamogénica y marismas), debido a sedimentos interiores provenientes de los ríos; y la consecuente depositación se hace a través de los humedales, estuarios, llanuras de inundación, manglares y/o pantanos marinos. El producto de todos estos ambientes favorecen la presencia de una amplia riqueza de taxones de *Caulerpa*: 12 especies, siete variedades y seis formas, evidenciando la diversidad del género en Campeche. Sin embargo, es importante resaltar que aunque este estudio no tenía como objetivo medir el impacto antropogénico de la zona en la vegetación, los resultados evidenciaron que es necesario tomar las medidas pertinentes, antes de que esto influya negativamente en la biodiversidad algal de la zona.

Adicionalmente y aunque en este momento sólo se tienen observaciones del tipo de sedimento para los sitios muestreados, el estudio más cercano al área de trabajo (Sánchez, 1992), evidencia que los sedimentos en el Banco de Campeche, presentan límites texturales dominantes de arena fina, y se reconoce al Banco como eminentemente carbonatado. Es quizás la dominancia de sedimentos finos lo que favorece que en estas costas se

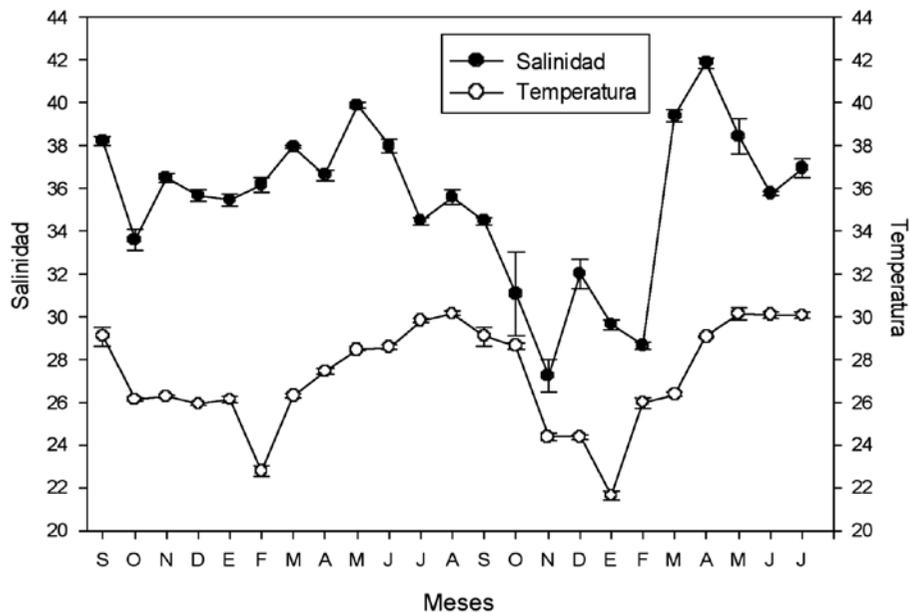


Figura 18. Variación del promedio mensual de la Temperatura (°C) y Salinidad de septiembre de 2001 a julio de 2003 (la barra indica el error estándar; n=12).

presente el 92.85%, de todas las especies de *Caulerpa* (n = 14), reportadas para las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe (Ortega *et al.*, 2001).

Considerando los criterios anteriores, esa pudiera ser la razón de que en esta investigación se encontrara la menor cantidad de especies de *Caulerpa* en las estaciones de la región suroeste (1 a 6) cuyos sedimentos que están constituidas principalmente por material de sedimento más grueso y roca (Huerta-Múzquiz & Garza-Barrientos, 1966) y son zonas más profundas en comparación con las ubicadas en la región noreste (7 a 12), que presentan mayor riqueza de *Caulerpa*, y cuyos sitios son más someros, con menor influencia antropogénica y sustrato constituido de limo con mucha materia orgánica producto de las zonas de manglar (Rico-Gray & Palacios-Ríos, 1996).

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio formó parte del proyecto "Variabilidad espacio temporal del necton en las costas de Campeche, sur del Golfo de México", financiado por la Secretaría de Marina. Se agradece a J. Espinoza-Ávalos y Alberto Gálvez Télles por el apoyo taxonómico y los comentarios sobre el manuscrito. A FUNDEC-Campeche y al Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la UABC por el apoyo económico. A la Secretaría de Ecología Gobierno del Estado de Camp. A todos aquellos que participaron en esta investigación. Un agradecimiento especial a Carlos Candelaria Silva por los excelentes comentarios al manuscrito que dieron lugar a que este artículo tuviera un mejor enfoque científico.

REFERENCIAS

- BROWER, J. & J. ZAR. 1977. *Field and laboratory methods for general ecology*. Wm. C Brown Co. Pub. Iowa. 194 p.
- CALLEJAS-JIMÉNEZ, M. E., A. SENTÍES-GRANADOS & K. M. DRECKMANN. 2005. Macroalgas bentónicas de Puerto Real, Faro Santa Rosalía y Playa Preciosa, Campeche, México, con algunas consideraciones florísticas y ecológicas para el estado. *Hidrobiológica* 15: 89-96.
- CETZ-NAVARRO, N. P., J. ESPINOZA-AVALOS, A. SENTÍES-GRANADOS & L. I. QUAN-YOUNG. 2008. Nuevos registros de macroalgas para el Atlántico mexicano y riqueza florística del Caribe mexicano. *Hidrobiológica* 18: 11-19.
- DAWES, C. J. 1991. *Botánica Marina*. Limusa. México, D.F. 673 p.
- DRECKMANN, K.M. 1998. *Clasificación y nomenclatura de las macroalgas bentónicas del Atlántico mexicano*. CONABIO, México, D.F. 140 p.
- DICCIONARIO MAYA CORDEMEX. 1980. *Maya-Español, Español-Maya*. Cordemex, Mérida, México. 360 p.
- GARCÍA DE MIRANDA, E. 1988. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. México. Instituto de Geografía, UNAM. 252 p.
- GARDUÑO-SOLÓRZANO, M., J. L. GODÍNEZ & M. M. ORTEGA. 2005. Distribución geográfica y afinidad por el sustrato de las algas verdes (Chlorophyceae) bénticas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 76: 61-78.
- GIO-ARGÁEZ, F. R. 1996. Campeche y Sus Recursos Naturales. *Revista Sociedad Mexicana Historia Natatural*. Vol. Esp. 247.
- GUIRY, M. D. & G. M. GUIRY. 2008. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; revisada en junio 06 de 2008.
- HUERTA-MÚZQUIZ, L. 1958. Contribución al conocimiento de las algas de los Bajos de la Sonda de Campeche, Cozumel e Isla Mujeres. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 9: 115-123.
- HUERTA-MÚZQUIZ, L., A. C. MENDOZA GONZÁLEZ & L. E. MATEO CID. 1987. Avance sobre un estudio de las algas marinas de la Península de Yucatán. *Phytologia* 62: 23-53.
- HUERTA-MÚZQUIZ, L. & M.A. GARZA-BARRIENTOS. 1966. Algas marinas del litoral del estado de Campeche. *Ciencia Pesquera* 24: 193-200.
- HUERTA-MÚZQUIZ, L., A. C. MENDOZA-GONZÁLEZ & L. E. MATEO-CID. 1987. Avance sobre un estudio de las algas marinas de la Península de Yucatán. *Phytologia* 62: 23-53.
- HUERTA-MÚZQUIZ, L., A. C. MENDOZA-GONZÁLEZ & L. E. MATEO-CID. 1994. Flora marina de los arrecifes coralinos del sureste de México. *Oceanología* 3: 55-68.
- HUMM, H. J. 1952. *Marine algae from Campeche Banks*. Florida State University Studies No 7, 27 p.
- LITTLER, D. S. & M. M. LITTLER. 2000. *Caribbean reef plants: an identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico*. Off Shore Graphics Inc., Washington DC. 542 p.
- MATEO-CID, L. E. & A. C. MENDOZA-GONZÁLEZ. 1991. Algas marinas bénticas de la isla Cozumel, Quintana Roo, México. *Acta Botánica Mexicana* 16: 57-87.
- MATEO-CID, L. E., A. C. MENDOZA-GONZÁLEZ & C. GALICIA-GARCÍA. 1996. Algas marinas de Isla Verde, Veracruz, México. *Acta Botánica Mexicana* 36: 59-75.
- ORTEGA, M. M. 1995. Observaciones del fitobentos de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 66: 1-36.
- ORTEGA, M. M., J. L. GODÍNEZ & G. GARDUÑO-SOLÓRZANO. 2001. *Catálogo de algas bénticas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F. 594 p.
- ORTEGÓN-AZNAAR, I., J. GONZÁLEZ-GONZÁLEZ & A. SENTÍES-GRANADOS. 2001. Estudio ficoflorístico de la laguna de Río Lagartos, Yucatán, México. *Hidrobiológica* 11: 97-104.

- ORTUÑO, A. C. 2006. *Taxonomía de las especies del Género **Caulerpa** (Bryopsidales: Chlorophyta) para el Golfo de California*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Área Interdisciplinaria de Ciencias del Mar. Posgrado en Ciencias Marinas y Costeras. La Paz, B.C.S., México. 78 p.
- RICO-GRAY, V. & M. PALACIOS-RÍOS. 1996. Salinidad y el nivel del agua como factores en la distribución de la vegetación en la ciénaga del NW de Campeche, México. *Acta Botánica Mexicana* 34: 53-61.
- ROBLEDO, D., Y. FREILE-PELEGRIN & I. SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ. 2001. Marine benthic algae from the Campeche Banks, México. *Proc. Intern. Seaweed Symposium*. 17: 257-262.
- SÁNCHEZ, V. J. 1992. Contribución al estudio de sedimentos recientes del Banco de Campeche, México. *Secretaría de Marina. Dirección General de Oceanografía Naval. Estación de Investigación Oceanográfica de Campeche*. 2:10-31.
- SEMAR. 2006. *Registro anual de temperatura y salinidad de la Bahía de Campeche. Informe Técnico*. Secretaría de Marina Armada de México. 7a. Zona Naval. Lerma, Campeche. México. 22 p.
- WYNNE, M. J. 2005. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: Second Revision. *Nova Hedwigia* 123: 1-150.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. & P. SÁNCHEZ-GIL. 1983. Environmental behavior of Campeche Sound ecological system, off Terminos Lagoon, México: Preliminary results. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 10: 117-136.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. & P. SÁNCHEZ-GIL 1986. The Demersal Fishes of the Southern Gulf of Mexico Shelf: Environment, Ecology and Evaluation. *Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. U.N.A.M. Press México*. Publ. Esp. 9: 1-230.
- ZAR, J. H. 1996. *Biostatistical analysis*. Third edition. Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey, USA. 662 p.

Recibido: 08 de septiembre de 2008.

Aceptado: 14 de diciembre de 2009.

