

Longitud y biomasa de *Sargassum sinicola* Setchell et Gardner (Phaeophyta) en Bahía Magdalena, B.C.S., México

Ignacio Sánchez-Rodríguez
y Rafael Cervantes-Duarte

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, I.P.N., Apdo. Postal 592, La Paz, B.C.S., México 23000.

Sánchez-Rodríguez, I. y R. Cervantes-Duarte, 1999. Longitud y biomasa de *Sargassum sinicola* Setchell et Gardner (Phaeophyta) en Bahía Magdalena, B.C.S., México. *Hidrobiológica* 9 (2): 117-124.

RESUMEN

En el período de marzo de 1987 a febrero de 1988 se efectuaron diez muestreos en el área de distribución de *Sargassum sinicola* Setchell et Gardner en Bahía Magdalena, B.C.S., con el propósito de determinar las condiciones de temperatura, luz y nutrientes asociadas al cambio de longitud y biomasa de *Sargassum sinicola*. La máxima longitud promedio (0.4 m) es el doble de la reportada en el norte del Golfo de California; sin embargo, se considera pequeña comparada con la de la región central del Golfo (1.4 ± 0.4 m) y de Bahía Concepción (1.97 m). El intervalo promedio de biomasa húmeda (1.2 a 6.5 kg m⁻²) se puede considerar dentro de los límites reportados para el Golfo de California y altos en relación a los presentados en la Laguna de San Ignacio en la costa del Pacífico de Baja California. A diferencia de las especies de *Sargassum* que se presentan en el Golfo de California su mayor longitud y probablemente su mayor biomasa ocurre en los meses de verano y principios de otoño, cuando se registran con mayor frecuencia las surgencias costeras. Durante esta época es común encontrar temperaturas bajas y concentraciones de nitratos y fosfatos por arriba del promedio registrado en la capa superficial. La irradiancia incidente medida no pareció influir de manera determinante en los cambios de longitud y biomasa de estas algas.

Palabras clave: *Sargassum sinicola*, biomasa, longitud, nutrientes, luz, Bahía Magdalena.

ABSTRACT

Ten samplings were carried out between March 1987 and February 1988 in the distribution area of *Sargassum sinicola* in Bahía Magdalena, Baja California Sur. The main objective of this study was to relate the temperature, light and nutrients, with the length and biomass of *Sargassum sinicola*. The maximum mean length (0.4 m) was twice of that reported for the northern Gulf of California populations. However, this maximum was low when compared to the populations from the central part of the Gulf (1.4 ± 0.4 m) and Bahía Concepción (1.97 m). The mean range of wet biomass (1.2 a 6.5 kg m⁻²) was within the values reported for the Gulf of California, but high as compared to those reported from Laguna San Ignacio in the Pacific coast of Baja California for *Sargassum* species. Unlike *Sargassum* species in the Gulf of California, the maximum length and probably high biomass occur in summer and early fall, associated with the high frequency of upwelling. In this season, low temperature, and high nitrate and phosphate concentrations are common in the surface. The measured incident irradiance was not likely to influence directly the length and biomass of *Sargassum sinicola*.

Key words: *Sargassum sinicola*, biomass, length, nutrients, light, Bahía Magdalena.

INTRODUCCION

Las especies del género *Sargassum* (Phaeophyta, Fucales) se encuentran principalmente en aguas marinas poco profundas de zonas tropicales y subtropicales (De Wreede, 1976). Se presentan en grandes mantos de la zona submareal (Pacheco-Ruiz y Zertuche-González, 1996), y habitando diferentes alturas de la zona intermareal y en pozas de marea (McCourt, 1984). Se desarrollan principalmente sobre el sustrato rocoso (Prince y O'Neal, 1979), en afloramientos volcánicos (Pacheco-Ruiz et al., 1998), sustrato pedregoso (Nuñez-López y Casas-Valdéz 1997), sobre rocas de coral (Ang, 1985), en arrecife de coquina (McCourt, 1984), adherida a pequeñas rocas y en sitios de depositación de material terrígeno (Espinoza y Rodríguez, 1987), o en fondos de arena-concha, (Cruz-Ayala et al., 1998).

De acuerdo con McCourt (1984), la población de *Sargassum* generalmente presenta un patrón predecible de fluctuación estacional en su abundancia, en donde los ciclos de crecimiento vegetativo y deterioro están estrechamente relacionados al ciclo de reproducción sexual y capacidad de dispersión y colonización para persistir en un ambiente local.

El intervalo de temperatura que las especies de *Sargassum* son capaces de tolerar es muy amplio y depende del grado de adaptación de las especies y la etapa de crecimiento del alga. En la tabla 1 se presentan algunos intervalos de temperatura en los que se desarrollan las especies de este género en el Golfo de California y en la costa occidental de Baja California.

En regiones tropicales y subtropicales las especies de *Sargassum* son generalmente más abundantes en la parte fría del año (De Wreede, 1976; McCourt, 1984; Espinoza y Rodríguez, 1989), sin embargo, Ang (1985) encontró el pico de máximo crecimiento y longitud durante los meses más cálidos. Los estudios de tolerancia a la salinidad de las especies de *Sargassum* en el noroeste del Pacífico Mexicano son nulos, probablemente debido a que este género prospera en un intervalo de salinidad netamente marino. Asimismo, son pocos los trabajos que abordan la variación de la concentración de nutrientes inorgánicos disueltos y la intensidad luminosa y su relación con el metabolismo de las especies de *Sargassum* (Espinoza y Rodríguez, 1987).

Es reconocido el potencial de *Sargassum* como fuente de ácido algínico, fertilizante y alimento animal (Casas-Valdéz, 1985, Casas-Valdéz et al., 1993; Zertuche-González et al., 1995). *Sargassum sinicola* es la especie más abundante en Bahía de La Paz (Cruz-Ayala et al., 1998), en

Bahía Concepción (Nuñez-López y Casas-Valdéz, 1997) y en la Laguna de San Ignacio (Nuñez-López y Casas-Valdéz, 1998). Algunos reportes de biomasa de *Sargassum* en el noroeste del Pacífico mexicano se presentan en la tabla 2. Las máximas abundancias de *Sargassum sinicola* en la parte sur del Golfo de California ocurren en la estación de primavera (Cruz-Ayala et al., 1998; Nuñez-López y Casas-Valdéz, 1997), mientras que en la Laguna de San Ignacio en el Pacífico se reportan en el verano (Nuñez-López y Casas-Valdéz, 1998). De manera similar, la temporada de máxima longitud de *Sargassum sinicola* varía entre las poblaciones del Golfo y Pacífico de Baja California.

El propósito del presente trabajo es conocer las condiciones de temperatura, luz y nutrientes asociadas al cambio de longitud y biomasa de *Sargassum sinicola* en Bahía Magdalena. Con base en los antecedentes, se espera que en este sitio la mayor biomasa y longitud ocurran en el período de verano.

ÁREA DE ESTUDIO

El sistema lagunar Bahía Magdalena se localiza en la costa occidental de la península de Baja California, entre los 24° 15' y 25° 20' de latitud Norte y los 111° 30' y 112° 15' de longitud Oeste. Tiene un área de 137 km², se divide en tres zonas: la zona noroeste que se caracteriza por tener una gran cantidad de esteros y canales, con profundidades promedio de 3 m; la parte central denominada Bahía Magdalena, unida al mar abierto a través de una boca de aproximadamente 38 m de profundidad; y la zona sureste denominada Bahía Almejas, conectada al mar abierto a través de una boca de 3 m de profundidad (Alvarez-Borrego et al., 1975) (Fig. 1). Las características hidrológicas muestran un patrón estacional de temperatura superficial (Casas-Valdéz, 1987), con un aporte de nutrientes de las zonas someras del interior de la bahía (Acosta-Ruiz y Lara-Lara, 1978; Guerrero-Godínez et al., 1988; Hernández-Trujillo et al., 1997) y de las aguas de surgencia de la zona oceánica adyacente (Alvarez-Borrego et al., 1975). En general es considerado un sistema lagunar antiestuarino de alta productividad (Alvarez-Borrego et al., 1975; Acosta-Ruiz y Lara-Lara, 1978; Nienhuis y Guerrero-Caballero, 1985; Guerrero-Godínez et al., 1988; Hernández-Trujillo et al., 1997), la cual mantiene varias pesquerías de importancia comercial como camarón, langosta, almejas, sardina y otras especies de peces.

De acuerdo con Sánchez-Rodríguez et al. (1989), Bahía Magdalena cuenta con una reserva importante de macroalgas de las cuales el género *Sargassum* es uno de

los más representativos de las feofíceas en la zona. Aunque se ha reportado todo el año, es más abundante en verano y otoño, y se distribuye ampliamente por toda la zona rocosa y pedregosa.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el período de marzo de 1987 a febrero de 1988 se realizaron diez muestreos en seis sitios del área de distribución de *Sargassum sinicola* (Sánchez-Rodríguez *et al.*, 1989) (Fig. 1). Las localidades denominadas 1, 2 y 3 se localizan frente a la Isla Magdalena (grupo A, no indicado como tal en el mapa) y las localidades 4, 5 y 6 frente a la Isla Margarita (grupo B, no indicado como tal en el mapa).

Los parámetros ambientales fueron medidos en cada localidad, aproximadamente entre las 10 y las 16 horas. La temperatura superficial fue medida con un termómetro de cubeta con una resolución de ± 0.1 °C. Mediante una prueba t se determinó si la distribución temporal de temperatura presentaba diferencias significativas entre los grupos A y B. La irradiancia se midió con un irradiómetro Karl Scientific Inst. provisto de un sensor con respuesta angular de coseno. Las mediciones de irradiancia se realizaron de la

superficie (0') a una profundidad de 3 m, a intervalos de 50 cm. Al igual que la temperatura, se aplicó una prueba t para determinar si había diferencias significativas entre los grupos A y B. Para los análisis de nitratos y fosfatos inorgánicos disueltos en el agua se tomaron en cada localidad muestras de superficie y fondo. Las muestras fueron preservadas por congelación (aproximadamente a -30 °C) y analizadas de acuerdo a Strickland y Parsons (1972). Se aplicaron respectivamente pruebas t para determinar diferencias entre las muestras de superficie y fondo y posteriormente entre los grupos A y B.

La valoración del cambio temporal de la longitud de las algas se inició en el mes de marzo en la localidad 2 (Fig. 1); en principio se midieron 100 organismos y posteriormente en un intervalo entre 30 y 90. Debido al fuerte deterioro que presentaron las algas en agosto de 1987 en la localidad 2, el seguimiento se continuó en la localidad 5 (Fig. 1) con una nueva serie de 100 organismos. La longitud de las plantas se determinó desde la base del estipe hasta el ápice de la rama primaria más larga. La fenología asociada a los cambios de longitud de las algas se basó principalmente en los cambios de su apariencia externa (presencia o ausencia de sus diferentes estructuras como filoides, aerocistos y receptáculos), de acuerdo a la nomenclatura de Jensen (1974).

Para la cuantificación de la biomasa se efectuó un transecto de 60 m perpendicular a la costa en cada localidad, tomando muestras cada 5 m con un cuadrante de 0.25 m². Para la determinación del peso húmedo de las algas se les eliminó el exceso de agua. Para estimar el peso seco las algas fueron lavadas, secadas en una cámara a 60° C por 72 horas y luego pesadas hasta alcanzar un peso constante en una balanza granataria con una precisión de ± 0.1 g. Por medio de una prueba t se determinó si había diferencias significativas entre los grupos A y B.

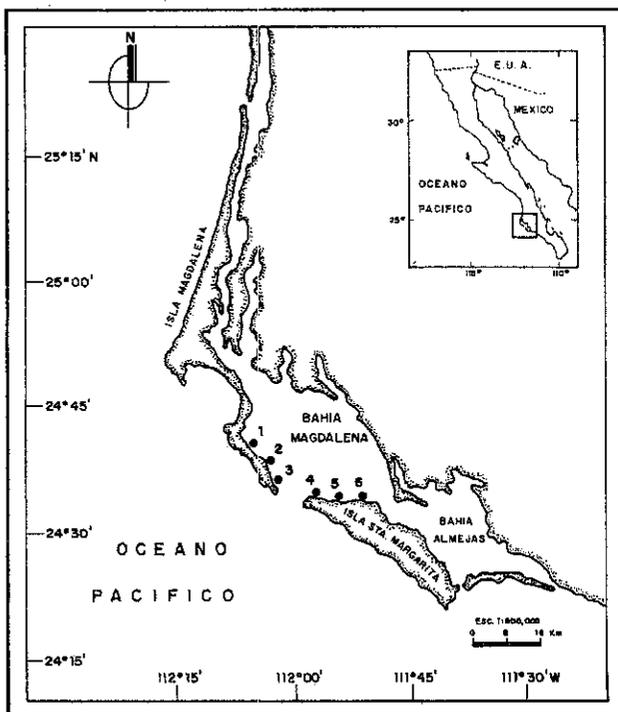


Figura 1. Área de estudio y localidades de muestreo.

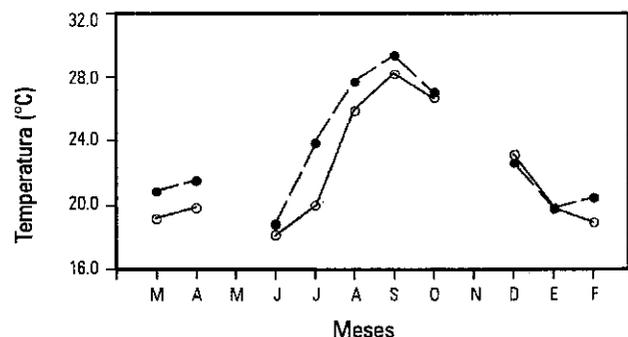


Figura 2. Variación temporal de temperatura superficial promedio en las localidades 1, 2 y 3 (-o-) y 4, 5 y 6 (-.-).

RESULTADOS

Temperatura

El intervalo de temperatura registrado fue de 16.5 a 29.5 °C. El mayor incremento ocurrió de julio a septiembre, para después disminuir el resto del año. Se observó una menor temperatura en las estaciones de las localidades 1, 2 y 3 en relación a las localidades 4, 5 y 6 (Fig. 2). Sin embargo, la diferencia no fue significativa ($p < 0.191$ y 58 g.l.).

Nitratos

Las concentraciones de nitratos de superficie y de fondo en cada localidad no presentaron diferencias significativas ($0.232 < p < 0.927$); sin embargo, la comparación entre los promedios de las localidades 1, 2 y 3 respecto a 4, 5 y 6 si presentaron diferencias significativas ($p < 0.038$ y 58 g.l.), mayor en las primeras localidades (Fig. 3).

Fosfatos

La concentración de fosfatos de superficie y de fondo no presentaron diferencias significativas ($0.420 < p < 0.877$); tampoco se observaron diferencias significativas entre los promedios de los grupos A y B ($p < 0.363$ con 58 g.l.) (Fig. 4).

Irradiancia

Los valores de la superficie al fondo variaron de aproximadamente 100 a 10 $W m^{-2}$ (Fig. 5), que corresponden a niveles entre 50 y 10% de la luz incidente. Se compararon las mediciones a 0, 0.1, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 y 3 m de cada localidad y no se encontraron diferencias significativas ($p < 0.269$ y 114 g.l.). En general la desviación estándar tendió a disminuir con la profundidad. Los valores promedio mensuales en la superficie mostraron una alta variabilidad en el período de estudio (Fig. 6), fluctuando entre 52 y 95 $W m^{-2}$ como valores extremos.

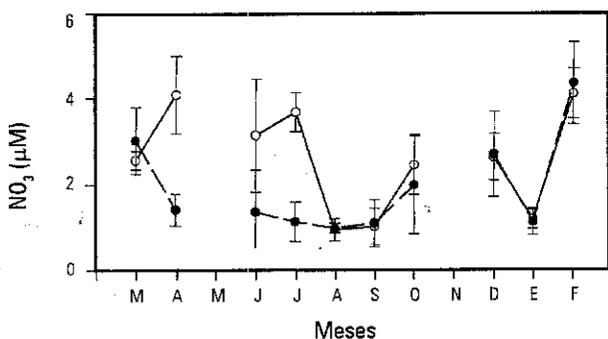


Figura 3. Variación temporal de nitratos promedio \pm desviación estándar en las localidades 1, 2 y 3 (-o-) y 4, 5 y 6 (-●-).

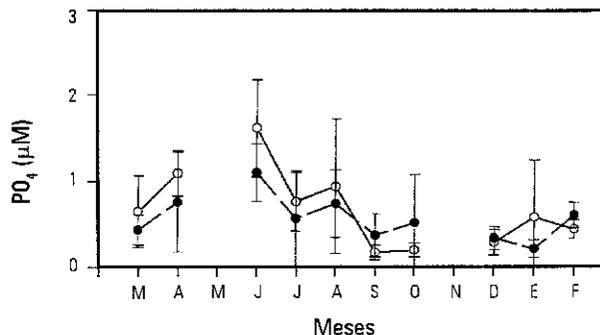


Figura 4. Variación temporal de fosfatos promedio \pm desviación estándar en las localidades 1, 2 y 3 (-o-) y 4, 5 y 6 (-●-).

Longitud

La longitud promedio inicial medida en la localidad 2 fue de 9 cm en el mes de marzo (Fig. 7). El alga presentó entonces un color verde olivo, con disco de fijación, un estipe con ramificaciones primarias y filoides pequeños; no presentó aerocistos ni reproductores. A partir de abril se observaron organismos con tallas promedio de 16 cm, con

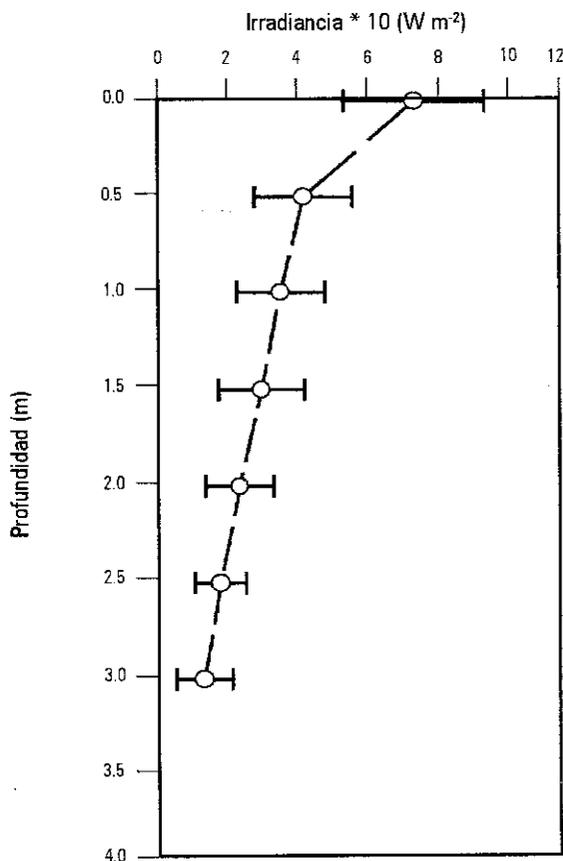


Figura 5. Distribución vertical de irradiancia promedio \pm desviación estándar.

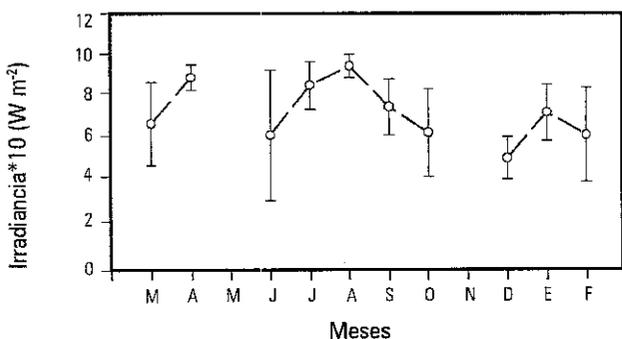


Fig. 6. Variación temporal de irradiancia promedio \pm desviación estándar.

coloración verde oscuro, con ramificaciones primarias y secundarias bien definidas, filoides alargados y aerocistos en la parte media, pero sin reproductores. Durante junio-agosto los organismos adquirieron su mayor talla (25-27 cm); su aspecto fue más frondoso y su color café claro; se presentó el mayor número de filoides, además de aerocistos y receptáculos. En septiembre ya no fue posible observarla. El registro de la longitud en la localidad 5 se inició en el mes de agosto, con un valor promedio de 15 cm (Fig. 7). El aspecto de las plantas fue similar al observado en junio y julio en localidad 2. Durante septiembre y octubre las plantas alcanzaron una talla de 29 cm conservando su mismo aspecto. Las observaciones de diciembre a febrero mostraron un deterioro gradual de las algas, llegando a una talla promedio mínima de 15 cm en febrero. Se presentó la pérdida de filoides, la disminución del volumen de aerocistos, ausencia de estructuras reproductoras y el obscurecimiento gradual de su pigmentación.

Biomasa

La variación temporal de la biomasa como peso húmedo y peso seco, en general presentó la misma

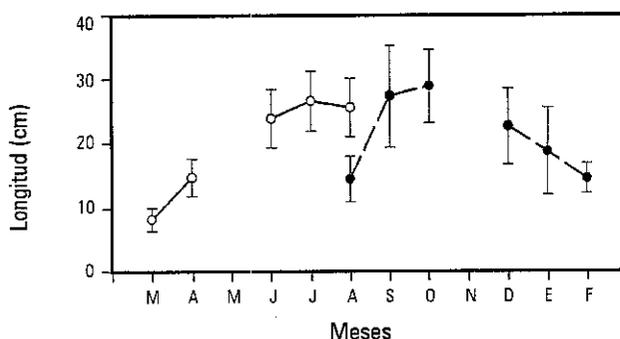


Figura 7. Variación temporal de longitud promedio \pm desviación estándar en las localidades 2 (-o-) y 5 (-●-).

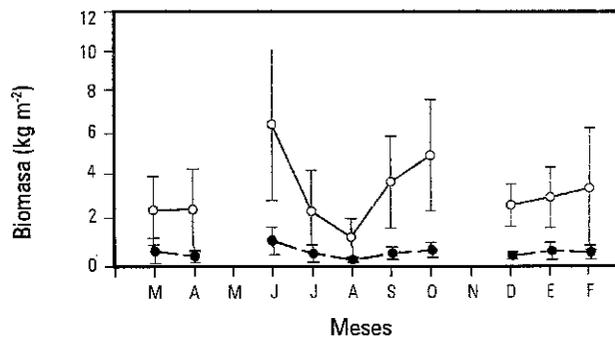


Figura 8. Variación temporal de biomasa húmeda promedio \pm desviación estándar (-o-) y biomasa seca promedio \pm desviación estándar (-●-).

tendencia. Los valores muestran una alta variabilidad entre las localidades y entre los meses (Fig. 8). No se encontraron diferencias significativas entre las localidades 1, 2 y 3 en relación a las localidades 4, 5 y 6 en peso seco y peso húmedo respectivamente ($p < 0.237$, 48 g.l y $p < 0.051$, 48 g.l.). El intervalo promedio de peso húmedo estuvo entre 1.2 y 6.5 Kg m⁻² en los meses de agosto y junio, respectivamente y el peso seco representó entre 13 y 26% del peso total.

DISCUSIÓN

El análisis general de los parámetros medidos en los dos mantos de *Sargassum sinicola* de Bahía Magdalena muestran que su variación temporal es similar. Lo anterior se basa en que no se encontraron diferencias significativas entre las variaciones de temperatura, concentración de fosfatos, irradiancia de 0 a 3 m y biomasa de *Sargassum sinicola* de las localidades 1, 2 y 3 respecto a las localidades 4, 5 y 6. La única diferencia significativa se registró en la concentración de nitratos promedio. El patrón de temperatura muestra valores altos en verano y bajos en invierno; sin embargo, en los meses de abril a junio se presentan temperaturas bajas como en invierno. De acuerdo a Bakun y Nelson (1976) los índices de surgencia costera para el área frente a Bahía Magdalena son mayores en los meses de marzo a junio. Con base en lo anterior, se supone que las aguas frías de surgencia del área oceánica adyacente a la bahía, pueden entrar por advección durante el período de flujo de la marea (Acosta-Ruiz y Lara-Lara, 1978; Guerrero-Godínez *et al.*, 1988). Esto explica las diferencias de temperatura y la mayor concentración de NO₃ y PO₄ en los meses indicados. Es conocido que las aguas de surgencias al provenir de las capas subsuperficiales del océano son más frías y llevan concentraciones altas de material

Tabla 1. Intervalos de temperatura reportados para ambientes de *Sargassum spp.* del Golfo de California y la Costa del Océano Pacífico de Baja California.

Intervalo de T°C	Golfo de California	Referencias
<14 a 30	Norte	McCourt, 1984
14 a 20	Central (W)	Pacheco-Ruíz <i>et al.</i> , 1998
20 a 32.8	Central. Bahía Concepción	Nuñez-López y Casas-Valdéz, 1997
23 a 31	Sur. Bahía de La Paz	Espinoza y Rodríguez, 1989
19 a 31	Sur. Bahía de La Paz	Espinoza y Rodríguez, 1987
Costa Pacífico		
14 a 24	Tijuana y Ensenada	Aguilar-Rosas y Machado-Galindo, 1990
16 a 26	Bahía Tortugas	Espinoza, 1990
17 a 29.5	Bahía Magdalena	este trabajo

particulado y disuelto como nutrimentos (nitratos y fosfatos). La distribución temporal de nitratos y fosfatos presenta una alta variabilidad relacionada con la compleja dinámica física y biológica que se establece en el interior de la bahía (Hernández-Trujillo *et al.*, 1997). La irradiancia no muestra un patrón temporal simple; las variaciones tienden a estar fuertemente relacionadas con las condiciones ambientales locales más que por un cambio en la época del año. Los valores superficiales (0) o medidos debajo de la superficie del agua, pueden considerarse como típicos de estos ambientes costeros (Lüning, 1981).

Los cambios en la talla de *Sargassum sinicola* están estrechamente relacionados con los cambios morfológicos externos y con los diferentes estadios del alga (Nuñez-López y Casas-Valdéz, 1996; Nuñez-López y Casas-Valdéz, 1997). Las menores tallas se presentan cuando las algas están en estado juvenil y senescente y las mayores cuando la planta es madura (Nuñez-López y Casas-Valdéz, 1996). La máxima longitud promedio registrada en este estudio (0.4 m) es el doble de la reportada por McCourt (1984) en el norte del Golfo de California, sin embargo, se considera pequeña comparada con los registros de Pacheco-Ruíz *et al.* (1998) en la región central del lado oriental del Golfo de California de 1.4 ± 0.4 m y de Bahía Concepción 1.97 m (Nuñez-López y Casas-Valdéz, 1997). Se desconoce hasta que punto las condiciones ambientales en diferentes latitudes pueden modificar la tasa de crecimiento y la longitud máxima de *Sargassum sinicola*. El cambio temporal de la longitud muestra las mayores tallas de junio a agosto en el grupo A y en septiembre-octubre en el grupo B. Estos resultados apoyan parcialmente la hipótesis general que la mayor longitud de *Sargassum sinicola* de la costa del Pacífico de B.C.S., se presentan exclusivamente en verano, ya que en septiembre y octubre se observaron organismos con tallas mayores.

Debe enfatizarse que durante la estación de verano en esta región la temperatura del agua no es la más cálida como ocurre en el Golfo de California, más bien tiende a ser tan baja como en invierno, dependiendo de la frecuencia de los eventos de surgencia en estas latitudes. Aunque no se observaron diferencias significativas en las condiciones ambientales ni en la morfología externa de las algas en las localidades del grupo A respecto al grupo B (excepto en las concentraciones promedio de nitratos), si se presentaron diferencias entre las tallas medidas en el mes de agosto. Espinoza y Rodríguez (1987) reportaron diferencias en longitud y presencia de receptáculos en dos poblaciones de *Sargassum sinicola* separadas por aproximadamente una distancia de 7 km; consideraron que la luz fue el factor que probablemente causó las diferencias. Debido a que no se siguió simultáneamente el cambio de la longitud en ambos grupos de localidades, desconocemos si la diferencias en las condiciones ambientales son responsables de la diferencia de tallas, o si se presenta un segundo pico en la longitud de *Sargassum sinicola* como lo reporta McCourt (1984) en la región norte del Golfo de California.

Los valores promedio de biomasa húmeda de *Sargassum sinicola* encontrados en este estudio se pueden considerar en el intervalo de los reportados para el Golfo de California y altos en relación a los presentados en la Laguna de San Ignacio (tabla 2). El cambio temporal de la biomasa promedio no presentó un patrón simple y su desviación estándar fue alta. El máximo de biomasa esperado en el verano aparentemente se encubre por un probable artefacto de su evaluación. Como se mencionó anteriormente en las estimaciones de longitud, a partir de agosto la talla de las algas en el grupo A comenzó a disminuir y para septiembre el fuerte pastoreo ejercido por los herbívoros bentónicos como el opistobranquio *Aplysia californica* y el erizo *Echinometra vanbrunti* (Sanchez-

Tabla 2. Valores de biomasa húmeda reportados para especies de *Sargassum* del Golfo de California y la costa del Océano Pacífico de Baja California.

biomasa húmeda [kg m ⁻²]	Golfo de California	Referencias
4.6 a 22	Golfo Central (W)	Pacheco-Ruiz <i>et al.</i> , 1998
3.42	Bahía Concepción	Casas-Valdés <i>et al.</i> , 1993
0.02 a 4.2	Bahía Concepción	Núñez-López y Casas-Valdés, 1997
3.4 a 13.5	Bahía de La Paz	Hernández-Carmona <i>et al.</i> , 1990
	Costa Pacífico	
0.002 a 0.029	Laguna San Ignacio	Núñez-López y Casas-Valdés, 1998
1.2 a 6.5	Bahía Magdalena	este trabajo

Rodríguez, 1996), disminuyeron considerablemente la contribución a la biomasa para verano.

El cambio temporal de la longitud y biomasa de *Sargassum sinicola* en Bahía Magdalena se debe a las diferentes etapas de desarrollo que experimentan estas algas a lo largo de su historia de vida. A diferencia de las especies de *Sargassum* que se presentan en el Golfo de California, su mayor longitud y posiblemente su mayor biomasa se produce en los meses de verano y principios de otoño (Sánchez-Rodríguez, 1996), cuando se registran con mayor frecuencia las surgencias costeras. Durante esta época es frecuente encontrar temperaturas bajas y concentraciones de nitratos y fosfatos por arriba del promedio registrado en la capa superficial. La irradiancia incidente medida no parece influir de manera determinante en los cambios de longitud y biomasa de estas algas. Algunos procesos biológicos observados, pero no cuantificados en este trabajo, que juegan un papel determinante en la ecología de *Sargassum* en la región pueden ser la competencia interespecífica, el epifitismo que soportan y la presión de pastoreo.

LITERATURA CITADA

- ACOSTA-RUIZ, M. DE J. y J. R. LARA-LARA, 1978. Resultados físico-químicos en un estudio de variación diurna en el área central de Bahía Magdalena, B.C.S. *Ciencias Marinas* 5(1): 37-46.
- AGUILAR-ROSAS, R., y A. MACHADO-GALINDO, 1990. Ecological aspects of *Sargassum muticum* (Fucales, Phaeophyta) in Baja California, México: reproductive phenology and epiphytes. *Hydrobiologia* 204/205: 185-190.
- ALVAREZ-BORRERO, S., A. GALINDO-BECT y A. CHEE-BARRAGÁN, 1975. Características hidroquímicas en Bahía Magdalena, B.C.S. *Ciencias Marinas* 2(2): 94-109.
- ANG, P. O., 1985. Phenology of *Sargassum siliquosum* J. Ag. y *S. paniculatum* J. Ag. (Sargassaceae, Phaeophyta) in the reef flat of Balibago (Calatagan, Philippines). *Inter. Coral Reef. Congr.* 5: 51-57.
- BAKUN, A. y G. S. NELSON, 1976. Climatology of upwelling related processes off Baja California. *CALCOFI Reports Vol. XIX*: 107-127.
- CASAS-VALDÉZ, M., I. SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ y G. HERNÁNDEZ-CARMONA, 1993. Evaluación de *Sargassum* spp en la costa oeste de Bahía Concepción, B.C.S., México. *Inv. Mar. CICIMAR* 8: 61-69.
- CASAS-VALDÉZ, M., 1987. Distribución en tiempo y espacio de las especies de sardina y macarela en Bahía Magdalena, B.C.S., México. *Inv. Mar. CICIMAR* 3(2): 12-30.
- CASAS-VALDÉZ, M., 1985. Cuantificación y caracterización parcial de alginatos de algunas especies de algas feofitas de las costas de México. *Inv. Mar. CICIMAR* 2(1): 46-58.
- CRUZ-AYALA, M. B., MA. M. CASAS-VALDÉZ y S. ORTEGA-GARCÍA, 1998. Temporal and spatial variation of frondose benthic seaweeds in La Paz Bay, B.C.S., México. *Botánica Marina* 41(2): 191-198.
- DE WREEDE, R. E., 1976. The phenology of three species of *Sargassum* (Sargassaceae, Phaeophyta) in Hawaii. *Phycologia* 15: 175-183.
- ESPIÑOZA, J., 1990. The southern limit of *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt (Phaeophyta, Fucales) in the Mexican Pacific. *Botánica Marina* 33: 193-196.
- ESPIÑOZA, J. y H. RODRÍGUEZ, 1989. Crecimiento de *Sargassum sinicola* Setchell et Gardner (Phaeophyta) en la parte sur del Golfo de California, México. *Ciencias Marinas* 15(4): 141-149.
- ESPIÑOZA, J. y H. RODRÍGUEZ, 1987. Seasonal phenology and reciprocal transplantation of *Sargassum sinicola* Setchell et Gardner in the Southern Gulf of California. *Journal Exp. Marine Biology Ecol.* 110: 183-195.

- GUERRERO-GODINEZ, R., R. CERVANTES y A. JIMÉNEZ-ILLESAS, 1988. Nutrient variation during a tidal cycle at the mouth of coastal lagoon in the Northwest of México. *Indian, J. Mar. Sci.* 17: 235-237.
- HERNÁNDEZ-CARMONA, G., M. M. CASAS-VALDÉZ, C. FAJARDO-LEÓN, I. SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ y E. RODRÍGUEZ-MONTESINOS, 1990. Evaluación de *Sargassum* spp en la Bahía de La Paz, B.C.S., México. *Inv. Mar. CICIMAR 5(1)*: 11-18.
- HERNÁNDEZ-TRUJILLO, S., R. CERVANTES-DUARTE y S. AGUÍGUA-GARCÍA, 1997. Variación espacial y temporal de algunas variables físicas, químicas y biológicas en Bahía Magdalena, Baja California Sur. (julio-agosto, 1988). *Rev. Inv. Cient. Ser. Cienc. Mar. UABCS, 8(1-2)*: 1-13.
- JENSEN, J. B., 1974. Morphological studies in Cystoseiraceae and Sargassaceae (Phaeophyceae) with special reference to apical organization. *Univ. Calif. Berkeley Publ. Bot.* 68: 1-71.
- LÜNING, K., 1981. Ligth. In: *The biology of seaweeds*. (C. S. Lobban y M. J. Wynne eds). Blackwell, Oxford, pp. 326-355.
- MCCOURT, R. M., 1984. Seasonal patterns of abundance, distributions, and phenology in relation to growth strategies of three *Sargassum* species. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 74: 141-156.
- NIENHUIS, H. y R. GUERRERO-CABALLERO, 1985. A quantitative analysis of the annual phytoplankton cycle of Magdalena lagoon complex (México). *Journal of Plankton Res.* 7(4): 427-441.
- NUÑEZ-LÓPEZ, R. A. y M. M. CASAS-VALDÉZ, 1998. Seasonal variation of seaweed biomass in San Ignacio Lagoon, Baja California Sur, México. *Botanica Marina* 41: 421-426.
- NUÑEZ-LÓPEZ, R. A. y M. M. CASAS-VALDÉZ, 1997. Variación estacional de la biomasa y talla de *Sargassum* spp. (Sargassaceae, Phaeophyta) en Bahía Concepción, B.C.S., México. *Hidrobiológica* 7: 19-25.
- NUÑEZ-LÓPEZ, R. A. y M. M. CASAS-VALDÉZ, 1996. Fenología de las especies de *Sargassum* (Fucales: Sargassaceae) en tres zonas de Bahía Concepción, B.C.S., México. *Rev. Biol. Trop.* 44(2): 455-464.
- PACHECO-RUIZ, I., J. A. ZERTUCHE-GONZÁLEZ, A. CHEE-BARRAGÁN y R. BLANCO-BETANCOURT, 1998. Distribution and quantification of *Sargassum* beds along the west coast of the Gulf of California, México. *Botanica Marina* 41: 203-208.
- PACHECO-RUIZ, I. y J. A. ZERTUCHE-GONZÁLEZ, 1996. Brown algae (Phaeophyta) from Bahía de los Angeles, Gulf of California, México. *Hydrobiologia* 326/327: 169-172.
- PRINCE, J. S. y S. W. O'NEAL, 1979. The ecology of *Sargassum pteropleuron* Grunow (Phaeophyceae, Fucales) in the waters off South Florida. I. Growth, reproduction and population structure. *Phycologia* 18: 109-114.
- SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, I., 1996. Fenología de *Sargassum sinicola* (Setchell et Gardner) en Bahía Magdalena, B.C.S., México. *Tesis de Maestría CICIMAR-IPN*, pp. 84.
- SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, I., C. FAJARDO y O. PANTOJA, 1989. Estudio florístico estacional de las macroalgas en Bahía Magdalena, B.C.S., México. *Inv. Mar. CICIMAR 4(1)*: 35-48.
- STRICKLAND, J. D. y T. R. PARSONS, 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Fisheries Research Board of Canada, Bulletin* 167, 311 pp.
- ZERTUCHE-GONZÁLEZ, J. A., I. PACHECO-RUIZ y J. GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, 1995. Macroalgas. pp. 9-82. En: (W. FISCHER, F. KRUPP, W. SCHNEIDER, C. SOMMER, K. E. CARPENTER y V. H. NIEM (Comps). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca Pacífico Centro-Oriental*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.

Recibido: 28 de octubre de 1998.

Aceptado: 12 de julio de 1999.