

## Biomasa de *Ulva* spp. (Chlorophyta) en tres localidades del malecón de La Paz, Baja California Sur, México

Biomass of *Ulva* spp. (Chlorophyta) in three locations along the bayfront of La Paz, Baja California Sur, México

Ruth N. Aguila-Ramírez\*, Margarita Casas-Valdez\*, Claudia J. Hernández-Guerrero\* y Alejandro Marín-Álvarez

\*Becarios COFAA y EDI.

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marina - Instituto Politécnico Nacional  
Ap. Postal 592. La Paz, Baja California Sur, México  
raguilar@ipn.mx

**Resumen.**- Se determinó la distribución, biomasa y potencial cosechable de *Ulva* spp. en tres localidades del malecón de La Paz, Baja California Sur, durante 2001 y 2002. Algunas especies de este género, antes en el género *Enteromorpha*, tienen una buena demanda en otros países para consumo humano. Se realizó un muestreo sistemático utilizando como unidad de muestreo cuadros de 25 x 25 cm colocados cada 10 m a lo largo de transectos perpendiculares a la línea de costa trazados cada 40 m. En ambos años la mayor biomasa promedio se encontró en El Palmar. La mayor biomasa de *Ulva* spp. se registró durante mayo de 2001 y en febrero de 2002. La biomasa promedio fue de 351 g m<sup>-2</sup> en 2001, mientras que en 2002 fue de 537 g m<sup>-2</sup>. Los máximos valores de biomasa cosechable se encontraron en El Kiwi en ambos años. El gran incremento en substrato que se presentó en 2002 podría explicar los altos volúmenes de cosecha estimados de 115 t húmedas. Recomendamos investigar si hay mercado para esta biomasa que permita su explotación sostenida.

Palabras clave: Algas, cosecha, mantos algales

**Abstract.**- Distribution and standing crop of *Ulva* spp. were measured in three localities along the bayfront of La Paz, Baja California Sur, during 2001 and 2002. Some species of *Ulva*, formerly in the genus *Enteromorpha*, are utilized in some countries for human consumption. We utilized a systematic sampling method, using as sampling unit a 25 x 25 cm square placed every 10 m throughout transects perpendicular to the coastline which were drawn every 40 m. In both years the greatest average biomass was found at El Palmar. The largest biomass of *Ulva* spp. was recorded during May 2001 and February 2002. The average biomass was 351 g m<sup>-2</sup> in 2001 and 537 g m<sup>-2</sup> in 2002. The maximum values of the standing crop were found at El Kiwi in both years. The great increase in substratum in 2002 may explain the large volumes of the standing crop, estimated as 115 t wet. We recommend investigation to see if there is a market for this biomass leading to its sustainable exploitation.

Key words: Seaweed, standing crop, algal beds

---

### Introducción

Las especies de *Ulva* Linnaeus y *Enteromorpha* Link (ahora *Ulva* L., Hayden *et al.* 2003, Shimada *et al.* 2003) tienen demanda en países como Japón, China, Hong Kong, Taiwán, Filipinas, Francia, Escocia, Perú, Chile, Jamaica, entre otros, donde se emplean en la alimentación humana (Zemke-White & Ohno 1999, Haroon & Szaniawska 2000). La demanda de *Ulva* se ha incrementado tanto que se cultiva en grandes volúmenes en Japón (Ohno & Critchley 1993).

En México existen varias especies de algas susceptibles de utilizarse como alimento humano, sin

embargo, hasta la fecha no hay un aprovechamiento para este fin. Actualmente solo se explotan *Macrocystis pyrifera* Linnaeus (C. Agardh) (25000 t peso húmedo), *Gelidium robustum* (Gardner) Hollenberg & Abbott (1000 t peso seco) y *Gracilariopsis lemaneiformis* (Bory de Saint-Vincent) E.Y. Dawson, Acleto & Foldvik (175 t secas) (Casas-Valdez *et al.* 2001, Pacheco *et al.* 2001<sup>1</sup>, Casas-Valdez *et al.* 2003) como

---

<sup>1</sup> Pacheco-Ruiz I, JA Zertuche-González & A Chee-Barragán. 2001. Explotación comercial de *Gracilariopsis lemaneiformis* (Rhodophyta) en el golfo de California, México. Memorias VIII Congreso de la Asociación de Investigadores del mar de Cortés, A. C. Ensenada, B. C., p. 143.

materias primas para la extracción de ficocoloides de uso industrial.

Aguilar-Rosas & Pacheco (1986) realizaron prospecciones de algas verdes en la costa noroccidental de Baja California encontrando las mayores biomásas durante la primavera. Se han realizado evaluaciones de *Ulva lactuca* Linnaeus en la costa oeste del Golfo de California en las que estimaron biomásas potenciales de 360 a 426 t secas (Pacheco-Ruíz *et al.* 2002) las cuales no están sujetas a explotación.

Las especies del género *Ulva* se distribuyen en el malecón de La Paz, B. C. S., México (Cruz-Ayala 1996). Cada año se presenta una gran acumulación de estas algas, causando problemas de imagen y mal olor, generando costos por la limpieza de las playas (Aguilera *et al.* 2005). A la fecha no se ha realizado una evaluación de la biomasa total o cosecha de este recurso en la bahía de La Paz.

Investigaciones realizadas sobre la composición química, microbiológica y toxicológica de las especies del género *Ulva* del malecón de La Paz, las recomiendan para consumo humano y animal (Águila-Ramírez *et al.* 2002, Aguilera-Morales *et al.* 2005). Por lo antes expuesto, se planteó como objetivo de este estudio determinar la distribución, biomasa y potencial cosechable de *Ulva* spp. en tres localidades del malecón de La Paz, B. C. S.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

El muestreo se llevó a cabo en la zona intermareal frente al malecón de la ciudad de La Paz, Baja California Sur, ubicado a lo largo del canal de mareas de la ensenada de La Paz ( $24^{\circ}06'$  y  $24^{\circ}11'N$ ;  $110^{\circ}19'$  y  $110^{\circ}26'W$ ). Esta ensenada es un laguna costera somera (más del 50% del área presenta profundidades  $<2$  m), que se comunica con la bahía de La Paz por un canal de mareas (Fig. 1).

Los mantos de algas están separados por barreras de rocas (espigones), por lo que se decidió considerarlos como mantos independientes para hacer una comparación entre ellos. Estas localidades se denominaron El Kiwi, El Palmar y El Molinito (Fig. 1). El substrato en El Kiwi y El Palmar es arenoso, con presencia de fragmentos de conchas y corales; en El Palmar, además se encuentra material antropogénico (restos de cabos, botellas) en menor cantidad. En el área de El Molinito, de sur a norte, en los primeros 100 m, el substrato es arenoso con presencia de canto rodado, mientras que en los siguientes metros el

substrato está dominado por canto rodado en matriz limo arenoso. El ancho de la planicie de marea en estas localidades está determinado por el canal de mareas, el cual se encuentra más cercano a la costa en el área de El Kiwi y se aleja conforme se acerca a El Molinito (Fig. 1).

Los muestreos se realizaron durante las mareas más bajas, en los meses de mayor abundancia de *Ulva*: febrero, marzo y mayo de 2001 y 2002. Estos meses se determinaron mediante un seguimiento de los mantos a lo largo de ambos años.

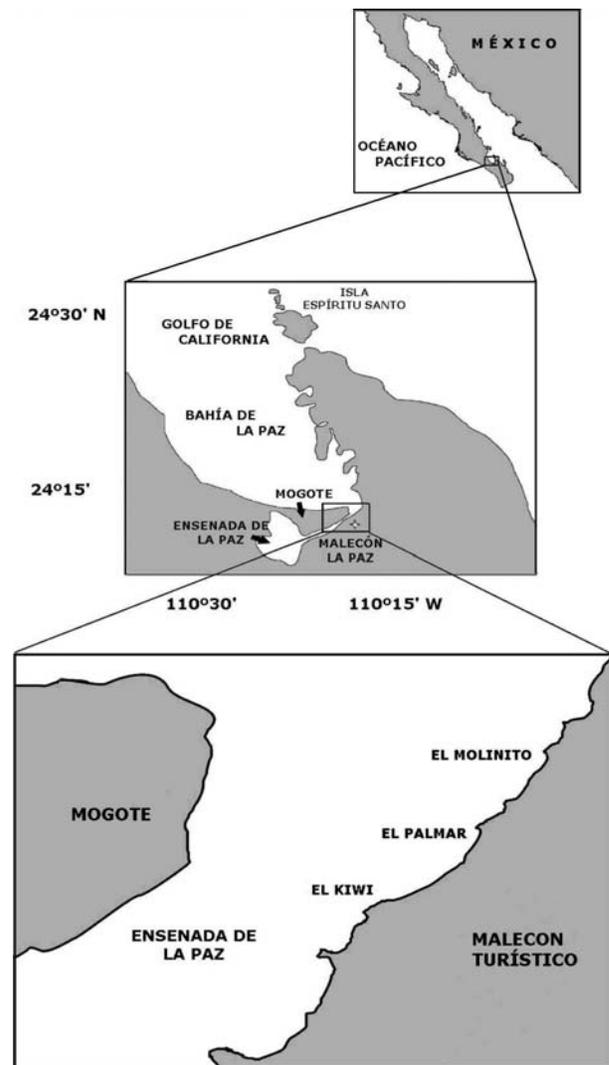


Figura 1

Localización del área de estudio

Location of the study area

El área de cada manto se midió directamente con una cinta métrica ( $\pm 1$  cm). El método de muestreo que se siguió fue sistemático, empleando como unidad de muestreo un cuadro de 25 x 25 cm, determinado después de un muestreo piloto (Downing & Anderson 1985). Para estimar la biomasa ( $\text{g m}^{-2}$ ), sobre los mantos se colocaron transectos perpendiculares a la línea de costa, cuya longitud fue variable dependiendo del ancho de cada manto (70 - 240 m) y con una separación de 40 m entre sí. La unidad de muestreo se colocó cada 10 m sobre los transectos y se recolectaron manualmente todas las algas del género *Ulva* contenidas en él, las cuales estaban fijadas en un sustrato. Éstas se colocaron en bolsas de polietileno previamente etiquetadas.

Las macroalgas contenidas en cada uno de los cuadrantes se dejaron escurrir y posteriormente se pesaron para obtener la biomasa húmeda, utilizando una balanza electrónica ( $\pm 0,1$  g). Con estos valores se estimó mensualmente la biomasa para cada manto, la biomasa promedio por manto y la biomasa cosechable, que se estimó multiplicando la biomasa promedio de cada manto por el área de dicho manto.

Para determinar si existía diferencia significativa entre los valores de biomasa mensuales, promedio y entre los mantos, se realizó un análisis de variancia (ANOVA) de una vía ( $\alpha = 0,05$ ), utilizando el programa estadístico STATISTICA (Statsoft 2003).

Durante cada muestreo y en cada localidad se tomó la temperatura superficial del agua con un termómetro de cubeta con precisión de  $\pm 0,1^\circ \text{C}$ .

## Resultados

Se determinó que los mantos de la ensenada de La Paz, estaban constituidos por *Ulva lactuca* (28,5%), *U. rigida* C. Agardh (26,1%), *U. clathrata* (Roth) C. Agardh (17,5%), *U. intestinalis* Linnaeus (13,1%), *U. prolifera* Muller (5,2%), *U. flexuosa* Wulfen (4,4%) y *U. expansa* (Setchell) Setchell & Gardner (5,2%), todas ellas, con excepción de la última, de la que no se cuenta con información, son consumidas en varios países. Estas especies desaparecen del área de estudio, de mediados de julio a fines de noviembre.

La distribución de *Ulva* spp. varió en las tres localidades de estudio en 2002 con respecto de 2001. En los tres casos se amplió considerablemente su distribución en 2002 hacia mar adentro, llegando casi hasta el límite del canal de mareas.

Por lo que respecta a la biomasa promedio por localidad, la mayor biomasa se presentó en El Palmar en

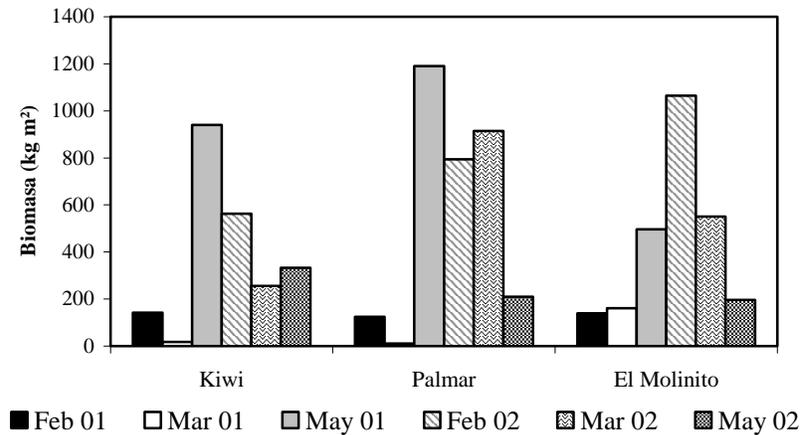
ambos años; aunque en 2001 ésta no fue significativamente diferente ( $P > 0,05$ ) a las otras dos localidades, mientras que en 2002 fue significativamente diferente ( $P < 0,05$ ) con respecto al Kiwi (Tabla 1); esto se debe a que en El Palmar, además de la presencia de fragmentos de conchas y coral, los cuales están distribuidos en toda la zona, se tiene la presencia de material antropogénico, lo cual incrementa la superficie para la fijación de las algas. Comparativamente, la localidad de El Kiwi es la que presenta menor cantidad de sustrato para la fijación de estas algas y El Molinito es una localidad donde la presencia de sustrato duro presenta mayor variación anual (Tabla 1).

La mayor biomasa de *Ulva* spp. en 2001 se detectó durante mayo, en las tres localidades (Fig. 2). Mientras que en 2002, la mayor biomasa se presentó durante febrero en El Kiwi y El Molinito, y durante marzo en El Palmar (Fig. 2). Se observó una gran variabilidad en los valores de biomasa promedio para el área de estudio en los diferentes meses de muestreo. En 2001, la mayor biomasa se presentó en mayo ( $875 \text{ g m}^{-2} \pm 72$ ), siendo significativamente diferente ( $P < 0,05$ ) a febrero ( $180 \text{ g m}^{-2} \pm 60$ ) y a marzo ( $170 \text{ g m}^{-2} \pm 50$ ). Mientras que en 2002, la biomasa obtenida en febrero ( $792,3 \text{ g} \pm 38$ ) fue significativamente diferente ( $P < 0,05$ ), con respecto a marzo ( $574 \text{ g m}^{-2} \pm 40$ ) y mayo ( $246 \text{ g m}^{-2} \pm 40$ ). La biomasa promedio en el área de estudio fue de  $351 \text{ g m}^{-2}$  en 2001, mientras que en 2002 fue de  $537 \text{ g m}^{-2}$ , encontrándose diferencia significativa entre ambas ( $P < 0,05$ ). Este aumento en la biomasa fue aportado principalmente por El Molinito, que fue en donde se encontró diferencia significativa entre años ( $P < 0,05$ ). El incremento en la biomasa promedio, aunado al incremento en el área de los mantos en 2002 se reflejó en una biomasa cosechable tres veces superior a la del año anterior.

Tanto en 2001 como en 2002, los máximos valores de biomasa cosechable se encontraron en El Kiwi, a pesar de que la mayor biomasa promedio fue en El Palmar, esto es debido a que el manto de El Kiwi tiene la mayor extensión de todos, mientras que El Palmar es el manto de menor área (Tabla 1).

La temperatura superficial del mar registrada en el área del malecón durante los muestreos en 2001 varió de  $22^\circ \text{C}$  a  $24^\circ \text{C}$ , con el mínimo en febrero y el máximo en mayo, mientras que en el 2002 la menor temperatura fue de  $18^\circ \text{C}$  y la máxima de  $25^\circ \text{C}$  (Tabla 1). En 2002 la temperatura disminuyó de febrero a marzo para volver a incrementarse en mayo.





**Figura 2**

**Biomasa promedio mensual de *Ulva* spp. en cada manto durante 2001 y 2002**

Monthly average biomass of *Ulva* spp. in each bed during 2001 and 2002

**Tabla 1**

**Biomasa de *Ulva* spp. en el área del malecón de La Paz, B. C. S. durante 2001 y 2002 (Intervalo de confianza  $\pm 95\%$ )**

Biomass of *Ulva* spp. along the bayfront of La Paz, B.C.S. during 2001 and 2002 (Confidence interval  $\pm 95\%$ )

2 0 0 1

Localidad	Long. (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Mes	Temp. (°C)	N° Muestras	Biomasa promedio por localidad (g m <sup>-2</sup> )	Biomasa cosechable (t)
El Kiwi	760	70	53200	Feb	22	133	345,6 $\pm$ 104,1	18,4 $\pm$ 5,5
				Mar	23	133		
				May	23	119		
El Palmar	200	70	14000	Feb	23	35	441,8 $\pm$ 184,4	6,18 $\pm$ 2,6
				Mar	23	35		
				May	24	35		
El Molinito	280	130	36400	Feb	23	56	265,5 $\pm$ 97,6	9,66 $\pm$ 3,5
				Mar	23	56		
				May	23	56		
Total			103600					34,24 $\pm$ 11,6

2 0 0 2

El Kiwi	680	200	136000	Feb	24	205	383,5 $\pm$ 6,8	52,15 $\pm$ 9,2
				Mar	18	205		
				May	24	205		
El Palmar	200	180	36000	Feb	24	87	624,6 $\pm$ 141,6	22,5 $\pm$ 5,09
				Mar	19	87		
				May	25	87		
El Molinito	280	240	67200	Feb	24	146	603,9 $\pm$ 133,1	40,58 $\pm$ 8,9
				Mar	19	146		
				May	25	146		
Total			239200					115,18 $\pm$ 23,2

## Discusión

En El Molinito se encontró diferencia significativa en la biomasa promedio entre años. Ésto se relaciona con que es la zona que está mayormente expuesta a los escurrimientos de las aguas pluviales, ya que en ésta descarga un arroyo. En septiembre de 2001 se tuvo la presencia del huracán Juliette en las costas de la península lo cual produjo gran cantidad de lluvias en la ciudad de La Paz, por lo que la localidad antes mencionada fue afectada por las corrientes de agua que incidieron en ella (Nava-Sánchez *et al.* 2002<sup>2</sup>). Ésto debió dejar una mayor presencia de minerales y materia orgánica la cual, con el tiempo y por acción bacteriana, liberó nutrientes esenciales. Aunado a lo anterior, se observó una modificación en el sustrato presente, ya que después de este fenómeno se incrementó ampliamente la cantidad de cantos rodados en la zona (Tabla 1). En 2001, el sustrato duro se extendía hasta los 130 m de la línea de costa, mientras que en 2002 alcanzó los 240 m (Tabla 1). Ésto fue aprovechado por estas algas para su fijación y se vio reflejado en los valores de biomasa y cosecha, ya que estas algas son consideradas organismos oportunistas, capaces de una rápida colonización y crecimiento debido a su frecuencia y velocidad de reproducción cuando las condiciones son favorables y a su capacidad para absorber los nutrientes disponibles en el medio (Steffensen 1976, Soulsby *et al.* 1985).

La época del año en que se presentaron los mayores valores de biomasa para toda el área de estudio varió de un año a otro. Tal variación estacional de estas especies ha sido reportada en varios trabajos; Hernández *et al.* (1997), De Casabianca & Posada (1998) y Pacheco-Ruíz *et al.* (2002) notaron que *Ulva* inicia su crecimiento en invierno, alcanza su máxima biomasa a finales de primavera (mayo-junio) y decae en verano-otoño. Asimismo, Cruz-Ayala (1996) encontró los valores máximos de biomasa de *Ulva* y *Enteromorpha* a fines de invierno y en primavera en la bahía de La Paz, patrón que también se encontró en el presente estudio. De aquí que la diferencia interanual encontrada respecto a la época de mayor abundancia, pudiera estar determinada por variaciones en la composición específica de los mantos y ésta, a su vez, estar influenciada, entre otros factores, por la temperatura (De Casabianca & Posada 1998) y la concentración de

nutrientes (Sfrisco & Marcomini 1997). Respecto a la temperatura en la ensenada de La Paz, Romero-Bañuelos (2003) señala que ésta presenta variabilidad para la misma época en diferentes años.

Pacheco-Ruíz *et al.* (2002) registraron valores de biomasa de *Ulva lactuca* de mantos localizados en la costa este de Baja California, los cuales tampoco son explotados, y que variaron entre 1 kg m<sup>-2</sup> y 5 kg m<sup>-2</sup>. Dichos valores son superiores a los encontrados en las tres localidades de muestreo del malecón de La Paz. Esta diferencia puede deberse a que la zona estudiada por dichos autores está influenciada por el Canal de Ballenas, con temperaturas relativamente bajas y con altas concentraciones de nutrientes (Bray & Robles 1991) mientras que el área del presente estudio tiene características de una zona tropical. Estos altos valores de biomasa determinados para *U. lactuca*, aunados a las dimensiones reportadas de los mantos (4,9 x 10<sup>5</sup> a 19,2 x 10<sup>5</sup> m<sup>2</sup>) explica la gran diferencia encontrada en cuanto a los volúmenes de potencial cosechable estimados en la costa oeste de Baja California y el malecón de La Paz.

En la región suroeste del golfo de California ha sido evaluada la biomasa de *Sargassum* spp.; Hernández-Carmona *et al.* (1990) determinaron para la bahía de La Paz, 8 kg m<sup>-2</sup> mientras que Cruz-Ayala (1996) encontró valores de 7,5 kg m<sup>-2</sup>. En bahía Concepción se estimaron 3,4 kg m<sup>-2</sup> (Casas-Valdez *et al.* 1993), estos valores son superiores a los reportados para *Ulva* debido a que éstas son plantas foliosas que alcanzan grandes tallas (1 a 4 m). Cruz-Ayala (1996) señala que *Spyridia filamentosa* (Wulfen) Harvey y *Caulerpa sertularioides* (Gmelin) Howe también son abundantes en la bahía de La Paz, con biomásas promedio de 3,1 kg m<sup>-2</sup> y 1,6 kg m<sup>-2</sup> (peso húmedo) respectivamente, valores que también son superiores a los encontrados en el presente estudio para *Ulva*. Ésto se debe a que la primera especie crece tanto sobre sustrato duro como arenoso, mientras que la segunda se desarrolla tanto en sustrato arenoso como limoso, y estos últimos son los dominantes en la bahía (Romero-Bañuelos 2003). Para *Ulva* y *Enteromorpha*, dicho autor encontró una biomasa promedio en peso húmedo de 618 g m<sup>-2</sup> y 281 g m<sup>-2</sup> respectivamente, valores que son similares a los encontrados en el presente estudio.

Aguilera-Morales *et al.* (2005) recomiendan el uso de *Enteromorpha* spp. del malecón de La Paz para consumo humano ya que posee componentes benéficos como minerales, principalmente calcio y fósforo, proteínas, aminoácidos esenciales, ácidos grasos esenciales, fibra y es baja en calorías. Asimismo, Carrillo-Domínguez *et al.* (2002) por la composición

<sup>2</sup> Nava-Sánchez E, J Murillo-Jiménez, L Godínez-Orta & P Rojo-Gracia. 2002. Efectos del Huracán Juliette (2001) en tres localidades del sur de la península de Baja California. III Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra. Puerto Vallarta, Jalisco, México, pp. 317-318.

química de *Ulva* spp. la recomiendan para consumo humano y animal.

Los volúmenes de biomasa cosechable estimados en este trabajo para *Ulva* spp., aunados a las recomendaciones de Aguilera-Morales *et al.* (2005) y Carrillo-Domínguez *et al.* (2002) permiten concluir que se debe promover el aprovechamiento sustentable de las especies de este género en el área del malecón de La Paz.

## Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo otorgado por CGPI del Instituto Politécnico Nacional para la realización de este proyecto, así como a COFAA y EDI. Nuestro agradecimiento al M. C. Mario Beltrán López y M. C. Ignacio Sánchez Rodríguez por su ayuda en el trabajo de campo, al M. C. Lucio Godínez Orta por su ayuda para redactar las características del área de estudio y al colega Dr. David Siqueiros Beltrones por la revisión del manuscrito.

## Literatura citada

- Aguila-Ramírez RN, CJ Hernández-Guerrero, AM Ramírez-Ornelas, A Marín-Álvarez, M Beltrán-López & M Casas-Valdez. 2002.** Empleo de las algas marinas *Ulva* spp. y *Enteromorpha* spp. en la elaboración de pan. Boletín CICIMAR-IPN N° 90, p. 1.
- Aguilar-Rosas L & I Pacheco-Ruíz. 1986.** Variaciones estacionales de las algas verdes (Chlorophyta) de la costa Noroccidental de la Península de Baja California. Ciencias Marinas 12(1): 73-78.
- Aguilera-Morales M, M Casas-Valdez, S Carrillo-Domínguez, B González-Acosta & F Pérez-Gil. 2005.** Chemical composition and microbiological assays of marine algae *Enteromorpha* spp. as a potencial food source. Journal of Food Composition and Analysis 18(1): 79-88.
- Bray NA & JM Robles. 1991.** Physical oceanography of the Gulf of California. En: Dauphin JP & BR Simoneit (eds), The Gulf and Peninsular Province of the California. 834 pp. Tulsa, Oklahoma. American Association of Petrology and Geology.
- Carrillo-Domínguez S, M Casas-Valdez, F Ramos, F Pérez-Gil & I Sánchez-Rodríguez. 2002.** Algas marinas de Baja California Sur, México: Valor nutrimental y perspectivas de aprovechamiento en la alimentación animal. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 52(4): 115-125.
- Casas-Valdez M, I Sánchez-Rodríguez & G Hernández-Carmona. 1993.** Evaluación de mantos de *Sargassum* spp. en Bahía Concepción, B. C. S. Investigaciones Marinas CICIMAR 8: 61-69.
- Casas-Valdez M, E Serviere-Zaragoza, S Ortega-García, D Lora-Sánchez & CJ Hernández-Guerrero. 2001.** The harvest per unit effort (cpue) of *Gelidium robustum* along Baja California Peninsula and its relationship with temperature and upwelling. Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas 47(1): 73-84.
- Casas-Valdez M, E Serviere-Zaragoza, D Lluch-Belda, R Marcos & RN Aguila-Ramírez. 2003.** Effects of climatic change on the harvest of the kelp *Macrocystis pyrifera* at the Mexican Pacific coast. Bulletin of Marine Science 73(3): 545-556.
- Cruz-Ayala MB. 1996.** Variación espacio-temporal de la ficoflora y su abundancia relativa en la Bahía de La Paz, B. C. S., México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marina, Instituto Politécnico Nacional, La Paz, Baja California Sur, México, 99 pp.
- De Casabianca ML & F Posada. 1998.** Effect of environmental parameters on the growth of *Ulva rigida* (Thau Lagoon, France). Botanica Marina 41: 157-165.
- Downing J & R Anderson. 1985.** Estimating the standing biomass of aquatic macrophytes. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 42: 1860-1869.
- Haroon AM & A Szaniawska. 2000.** The biochemical composition of *Enteromorpha* spp. from the Gulf of Gdansk coast on the southern Baltic sea. Ocenologia 42(1): 19-28.
- Hayden HS, J Blomster, CA Maggs, PC Silva, MJ Stanhope & JR Waaland. 2003.** Linnaeus was right all along: *Ulva* and *Enteromorpha* are not distinct genera. European Journal of Phycology 38: 277-294.
- Hernández-Carmona G, M Casas-Valdez, C Fajardo-León, I Sánchez-Rodríguez & YE Rodríguez-Montesinos. 1990.** Evaluación de *Sargassum* spp. en la Bahía de la Paz, B. C. S., México. Investigaciones Marinas CICIMAR 17(3): 91-107.
- Hernández I, G Peralta, J Pérez-Lloréns, J Vergara & X Niell. 1997.** Biomass and dynamics of growth of *Ulva* species in Palmones River Estuary. Journal of Phycology 33: 764-772.
- Ohno M & C Critchley. 1993.** Cultivation of the green algae *Monostroma* and *Enteromorpha* "anori". Chapter 2. Seaweed cultivation in marine ranching. International Agency Cooperation. Japon, 151 pp.

- Pacheco-Ruiz I, JA Zertuche-González, A Chee-Barragán & E Arroyo-Ortega. 2002.** Biomass and potential commercial utilization of *Ulva lactuca* (Chlorophyta, Ulvaceae) beds along the North West coast of the Gulf of California. *Phycologia* 41(2): 199-201.
- Pacheco-Ruiz I, F Becerril-Bobadilla, JA Zertuche-González, A Chee-Barragán, A Gálvez-Telles & R Blanco-Betancourt. 2003.** Effects of El Niño on beds of *Ulva lactuca* along the northwest coast of the Gulf of California, Mexico. *Geofísica Internacional* 42(3): 447-453.
- Romero-Bañuelos CA. 2003.** Hidrología y metales pesados en la material particulada suspendida del agua superficial de la porción sur de la Bahía de La Paz, B. C. S., México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, Baja California Sur, México, 100 pp.
- Sfrisco A & A Marcomini. 1997.** Macrophyte production in a shallow coastal lagoon. Part I: Coupling with chemico-physical parameters and nutrient concentrations in waters. *Marine Environmental Research* 44(4): 351-375.
- Shimada S, M Hiraoka, S Nabata, M Lima & M Masuda. 2003.** Molecular phylogenetic analyses of the Japanese *Ulva* and *Enteromorpha* (Ulvales, Ulvophyceae), with special reference to the free-floating *Ulva*. *Phycology Research* 51(2): 99-108.
- Soulsby PG, D Lowthion, M Houston & H Montgomery. 1985.** The role of sewage effluent in the accumulation of macroalgal mats on intertidal mudflats in two basins in southern England. *Netherlands Journal of Sea Reserch* 19: 257-263.
- StatSoft Inc. 2003.** STATISTICA (data analysis software system), version 6. www.statsoft.com.
- Steffensen DA. 1976.** Morphological variation of *Ulva lactuca* in the Avon-Heathcote Estuary, Christchurch. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 10: 329-341.
- Zemke-White WL & M Ohno. 1999.** World seaweed utilization: An end-of-century summary. *Journal of Applied Phycology* 11(4): 369-376.

*Recibido en noviembre de 2004 y aceptado en abril de 2005*