

## El género *Porphyra* (Bangiaceae, Rhodophyta) en la costa Pacífico de México. I. *Porphyra suborbiculata* Kjellman

## The genus *Porphyra* (Bangiaceae, Rhodophyta) in the Pacific coast of Mexico. I. *Porphyra suborbiculata* Kjellman

R. Aguilar-Rosas<sup>1</sup>  
y L. E. Aguilar-Rosas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Apartado Postal 453, 22830, Ensenada, Baja California, México.

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, Apartado Postal 453, 22830, Ensenada, Baja California, México.

---

Aguilar-Rosas, R. y L. E. Aguilar-Rosas, 2003. El género *Porphyra* (Bangiaceae, Rhodophyta) en la costa Pacífico de México. I. *Porphyra suborbiculata* Kjellman. *Hidrobiológica* 13(1): 51-56.

### RESUMEN

Se presenta una descripción extensa de *Porphyra suborbiculata* Kjellman (Bangiaceae, Rhodophyta), especie recientemente registrada para la costa del Pacífico de México, con base en material recolectado en la costa occidental de Baja California, durante 1985-2001. Se describen en forma detallada los caracteres morfo-anatómicos y estructuras reproductoras de los talos; así como su hábitat y distribución en la costa de Baja California.

**Palabras clave:** *Porphyra suborbiculata*, Bangiaceae, Rhodophyta, Costa Pacífico de México, Baja California, México.

### ABSTRACT

*Porphyra suborbiculata* Kjellman (Bangiaceae, Rhodophyta) is described with detail for the Pacific coast of Mexico, where was recently recorded, based on samples collected from western coast of Baja California between 1985 and 2001. We describe details of vegetative and reproductive morpho-anatomic characters of the thallus, as well as habitat and distribution on the Baja California coast.

**Key words:** *Porphyra suborbiculata*, Bangiaceae, Rhodophyta, Pacific coast of Mexico, Baja California, Mexico.

### INTRODUCCIÓN

La familia Bangiaceae (orden Bangiales) está integrada por tres géneros (*Bangia*, *Porphyra* y *Porphyrella*), los cuales se caracterizan por un crecimiento intercalar o difuso, una construcción filamentosa a parenquimatosa y una reproducción asexual y sexual muy sencilla (Abbott y Hollenberg, 1976; Bold y Wynne, 1985). La reproducción asexual comprende la producción de arqueosporas (anteriormente conocidas como

monosporas) y conchosporas, mientras que la reproducción sexual implica la formación de espermacios en espermatangios y zigósporas (anteriormente conocidas como carposporas) en zigosporangios (anteriormente conocidos como carposporangios) (Notoya, 1997).

El género *Porphyra* es un recurso algal de gran importancia económica, debido a su uso como fuente de alimento humano (Aguilar-Rosas *et al.*, 1998). Actualmente, para la

costa Pacífico de México, se reconocen 6 especies de *Porphyra* (Dawson, 1953; Hawkes, 1977; Aguilar-Rosas *et al.*, 1984), de las cuales *P. gardneri* (G. M. Smith *et* Hollenberg) Hawkes, *P. lanceolata* (Setchell *et* Hus) G. M. Smith; *P. perforata* J. Agardh y *P. thuretii* Setchell *et* Dawson, se encuentran registradas para la costa occidental de Baja California. Sin embargo, la información relacionada con la presencia y distribución de las especies, se limita a listados florísticos, sin incluir descripciones morfológicas que confirmen los taxa registrados.

Es por lo anterior que el objetivo del presente estudio es contribuir al conocimiento taxonómico de las especies de *Porphyra* en la costa Pacífico de México, en este caso de *P. suborbiculata* Kjellman, la cual fue recientemente registrada para México (Broom *et al.*, 2002). Actualmente, a *P. suborbiculata* se le encuentra ampliamente distribuida en aguas templadas de Filipinas, India, Japón, Corea y China, creciendo sobre costa rocosa en mar abierto, donde es utilizada como alimento humano en forma de ensalada o usada como sopa (Arasaki y Arasaki, 1983; Masuda *et al.*, 1991). El resto de las especies reconocidas para el Pacífico de México, serán motivo de publicaciones subsecuentes.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los ejemplares provienen de 18 muestreos realizados durante 1985-2001, en 7 localidades ubicadas en la costa noroccidental de Baja California (Fig. 1). El material se recolectó a mano con ayuda de espátulas y navajas de campo en el nivel intermareal rocoso durante las bajamareas, los ejemplares se fijaron en una solución de formaldehído al 4% en agua de mar. Los caracteres externos fueron observados con un microscopio estereoscópico Southland; los internos mediante cortes transversales hechos con un microtomo de congelación, teñidos con verde luz, montados en preparaciones semipermanentes con una solución de miel Karo al 25% y observados a través de un microscopio compuesto Bausch & Lomb. Las fotografías digitales fueron realizadas con una cámara de video Javelin en un microscopio Meiji (ML2000) y un Scanner marca Hewlett Packard modelo ScanJet 5200C. La identificación del material se basó en las descripciones e ilustraciones presentadas por Krishnamurthy y Baluswami (1984); Masuda *et al.* (1991); Kumar y Panikkar (1995); Miyata y Kikuchi (1997); Kumar y Panikkar (1997); Hwang y Lee (2001). Para definir las estructuras reproductoras se consideró la terminología establecida por Notoya (1997). Las preparaciones y especímenes herborizados quedaron depositados en el Herbario CMMEX de la Facultad de Ciencias Marinas, perteneciente a la Universidad Autónoma de Baja California (Holmgren, 1985).

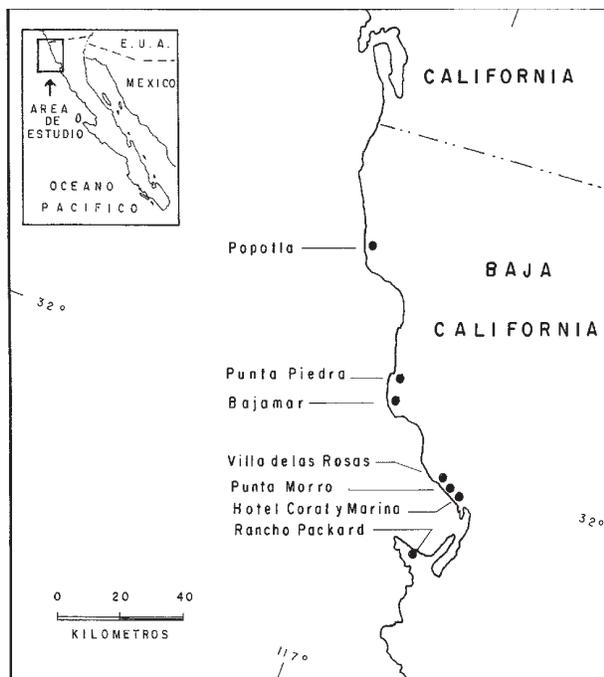


Figura 1. Localización del área de estudio y sitios de recolección.

## RESULTADOS

*Porphyra suborbiculata* Kjellman 1897:11. Lám. 1, f. 1-3; lám. 2, f. 5-9; lám. 5, f. 4-7.

Localidad tipo: Goto-retto, Provincia de Nagasaki, Japón.

**Hábito y estructura vegetativa.** Talo foliar de color rosa claro a rojo púrpura de 1-2 cm de ancho por 1-3 cm de alto, redondo, ovado o reniforme (Fig. 2). Láminas de textura lisa, monostromáticas de 30-40  $\mu\text{m}$  en grosor, con los márgenes ligeramente enrollados hacia adentro, con denticulaciones microscópicas, a veces muy próximos entre sí; cada diente está constituido en su parte más saliente por una célula cónica y 1 o 3 células basales, de 3-10  $\mu\text{m}$  de largo (Fig. 3). Las células vegetativas son poligonales en vista superficial, de 10-18  $\mu\text{m}$  de largo y 5-8  $\mu\text{m}$  de ancho (Fig. 4), en sección transversal son rectangulares con ángulos redondeados y miden de 15-20  $\mu\text{m}$  de largo y 7.5-10  $\mu\text{m}$  de ancho (Fig. 5). Las células rizoidales son angulares a oblongas en vista superficial, de 20-40  $\mu\text{m}$  de largo y 12-20  $\mu\text{m}$  de ancho (Fig. 6), llevan proyecciones filamentosas, hialinas orientadas hacia el substrato (Fig. 7). Reproducción: Plantas monoicas. Los espermatangios y zigospangios se encuentran en la porción marginal de la lámina, generalmente en áreas separadas; los espermatangios contienen 64 espermacios, según la fórmula  $[a/4, b/4, c/4]$  (Fig. 8); los zigospangios en cambio, cada uno contiene 32 zigósporas, según la fórmula  $[a/2, b/4, c/4]$  o

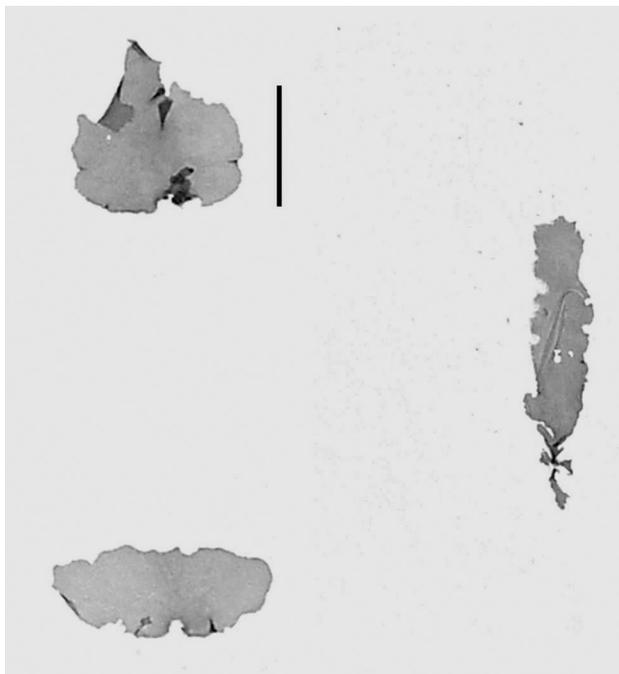


Figura 2. Formas de los talos de *Porphyra suborbiculata* Kjellman recolectados el 10 de febrero de 1998 en Punta Morro, Baja California. Escala = 1 cm.

en algunos casos 16 zigósporas, según la fórmula  $[a/2, b/2, c/4]$  (Fig. 9). En un gran número de especímenes, incluyendo talos muy pequeños, presentan la formación de arquésporas en los márgenes terminales de las láminas (Fig. 10).

**Material revisado.** Punta Popotla, 24.IV.1998, RAR 2416 (CMMEX 3555), epífita sobre *Nemalion helminthoides* (Velley) Batters; Punta Piedra, 1.V.1986, RAR 3185 (CMMEX 4338), sobre roca; Bajamar, 1.III.1999, RAR 2478 (CMMEX 3616), epífita sobre *Gelidium coulteri* Harvey; Villa de Las Rosas, 10.II.1986, RAR 3183 (CMMEX 4336), sobre roca; 24.II.1986, RAR 2340 (CMMEX 3480), sobre roca; 20.I.2000, RAR 2304 (CMMEX 3649), sobre roca; Punta Morro, 3.III.1985, RAR 3182 (CMMEX 4335), sobre roca; 20.III.1986, RAR 1832 (CMMEX 2838), sobre roca; 10.II.1998, RAR 2417 (CMMEX 3556), sobre roca; 31.I.2001, RAR 3187 (CMMEX 4340), sobre roca; 9.II.2001, RAR 3186 (CMMEX 4339), sobre roca; Hotel Coral y Marina, 10.I.1996, RAR 3184 (CMMEX 4337), sobre roca; Rancho Packard, 6.VI.1996, RAR 2366 (CMMEX 3505), epífita en *Hesperophycus californicus* P. C. Silva y *Silvetia compressa* subsp. *deliquescentes* P. C. Silva.

**Hábitat y estacionalidad.** Los talos son encontrados en la parte media y superior de la zona intermareal. Esta especie crece sobre substrato rocoso, como en las muestras de Punta Piedra, Villa de Las Rosas y Punta Morro o se le encuentra

epífita en *Nemalion helminthoides* en Punta Popotla, *Gelidium coulteri* en Bajamar y *Hesperophycus californicus* y *Silvetia compressa* en Rancho Packard. Las poblaciones de *Porphyra* fueron recolectadas en Baja California de enero a junio (Invierno-primavera).

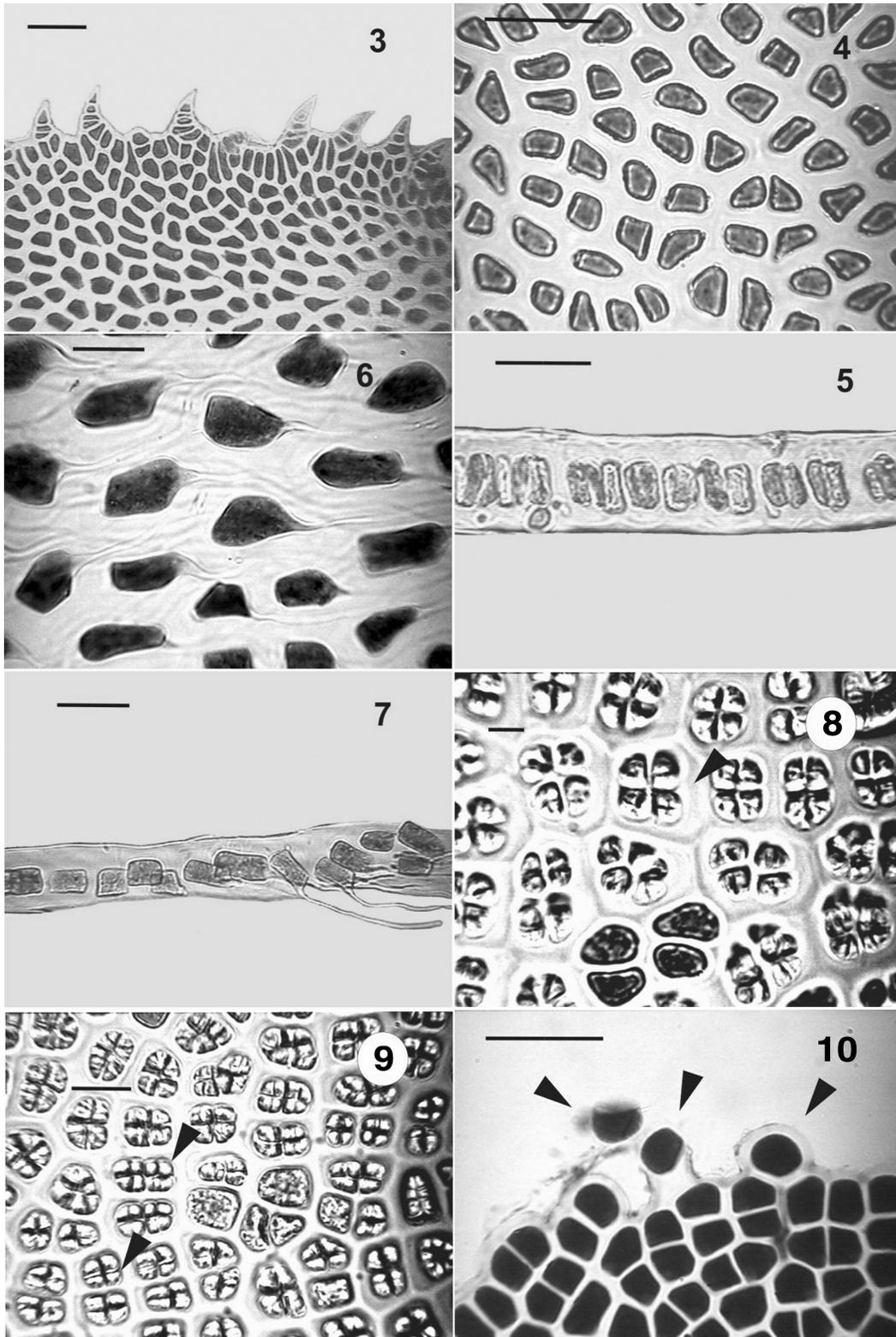
**Distribución.** Costa noroccidental de Baja California (Fig. 1).

## DISCUSIÓN

En general, las plantas mexicanas de *Porphyra suborbiculata* presentan las mismas características morfo-anatómicas y reproductoras determinadas para otras poblaciones localizadas en Japón, China, Filipinas, India y Corea. Las tallas de nuestras plantas corresponden a las descritas para Filipinas y la India en el intervalo de 0.5-3 cm de alto, a diferencia de las plantas de China, Japón y Corea que son de 2-15 cm de alto. El grosor del talo, las dimensiones de las células vegetativas en vista superficial y en corte transversal, corresponden a los intervalos determinados para otras poblaciones que habitan en aguas asiáticas (Tanaka 1952; Tseng 1983; Masuda *et al.* 1991; Kumar y Panikkar 1997; Hwang y Lee 2001).

Se ha demostrado en cultivo de laboratorio que *Porphyra suborbiculata* se desarrolla con un ciclo típico bifásico, el cual incluye un talo gametofítico folioso que produce espermacios y zigósporas (reproducción sexual), alternando con una fase filamentosa conchocelis que produce conchosporas; además los talos foliosos producen arquésporas (Notoya *et al.*, 1993; Matsuo *et al.*, 1994). Los espermatangios producen comúnmente 64 espermacios, según la fórmula  $a/4, b/4, c/4$ ; y los zigosporangios producen 32 zigósporas, según la fórmula  $a/2, b/4, c/4$  (Tanaka, 1952; Tseng, 1983; Masuda *et al.*, 1991; Kumar y Panikkar, 1997; Hwang y Lee, 2001). Además, en las poblaciones de *P. suborbiculata* localizadas en Filipinas y Corea, los espermatangios pueden llegar a producir 128 espermacios, según la fórmula  $a/4, b/4, c/8$  y los zigosporangios 16 zigósporas, según la fórmula  $a/2, b/2, c/4$  o  $a/4, b/2, c/2$ , con divisiones oblicuas (Masuda *et al.*, 1991; Hwang y Lee, 2001). Para algunas especies de *Porphyra*, incluyendo *P. suborbiculata*, se han referido algunas diferencias en el número de divisiones en los espermatangios y zigosporangios que tienen relación con ciertas variaciones geográficas (Miura, 1968; Kumar y Panikkar, 1995; Hwang y Lee, 2001).

En el material recolectado en Baja California fue común observar la liberación de arquésporas en los márgenes terminales de las láminas. Las arquésporas tienen una apariencia redonda y son liberadas a partir del rompimiento de la pared celular (Fig. 10). Se ha demostrado que las arquésporas en *P. suborbiculata* son producidas a temperaturas altas (25°C), de



Figuras 3-10. *Porphyra suborbiculata* Kjellman. Fig. 3. Vista superficial de la porción marginal del talo, mostrando la denticulación microscópica. Fig. 4. Vista superficial de la porción vegetativa del talo. Fig. 5. Corte transversal de la porción vegetativa, mostrando las células rectangulares con ángulos redondeados. Fig. 6. Vista superficial de las células basales. Fig. 7. Corte transversal de la porción basal, mostrando los filamentos rizoidales. Fig. 8. Vista superficial de los espermatangios, compuestos de 16 espermacios (a/4, b/4). Fig. 9. Vista superficial de los zigosporangios, compuestos de 8 zigósporas (a/2, b/4) y 4 zigósporas (a/2, b/2). Fig. 10. Liberación de arquésporas en la porción marginal. Escala = 30  $\mu$ m.

la misma manera que se observa en poblaciones naturales en aguas japonesas, durante el periodo cálido de otoño y una reproducción sexual con la producción de espermacios y zigósporas durante el periodo de temperaturas bajas (15°C). La producción de arquésporas se presenta en un gran número de especies de *Porphyra* y es considerada una estrategia efectiva para incrementar la biomasa de la fase sexual (Notoya *et al.*, 1993).

Estudios florísticos realizados con anterioridad en la costa noroccidental de Baja California, informan de la presencia de *Porphyra lanceolata* en Barco Hundido y de *P. perforata* en Faro San Miguel, Punta Morro y Cabo Punta Banda en la Bahía de Todos Santos (Aguilar-Rosas, 1981; Pacheco-Ruiz y Aguilar-Rosas, 1984; Mendoza-González y Mateo-Cid, 1985). Estos estudios fueron realizados entre el periodo 1979 a 1983 en la zona intermareal, tiempo en el cual no se evidenció la presencia de *P. suborbiculata* en el área. La primera recolecta de especímenes realizada en Punta Morro (Bahía de Todos Santos) en marzo de 1985, nos hace suponer que esta especie representa una introducción reciente en aguas mexicanas, con un comportamiento estacional. Hasta la fecha, se desconoce la manera de como llegaron las primeras plantas de *P. suborbiculata* a la costa de Baja California. El área de distribución geográfica de ésta especie en Baja California (Fig. 1), comprende a una línea de costa influenciada por procesos antropogénicos, incluyendo áreas portuarias que tienen contacto con el ingreso de embarcaciones extranjeras, los cuales son considerados como vectores potenciales para la introducción de especies (Ribera y Boudouresque, 1995). Probablemente el tamaño tan pequeño y carácter epifítico de las plantas, sean las causas del porque no se haya registrado con anterioridad, ya que la mayoría de los especímenes recolectados de *P. suborbiculata* consisten de plantas muy pequeñas (< 12 mm de alto).

*Porphyra suborbiculata* difiere de todas las especies de *Porphyra* citadas para la costa Pacífico de México, en la forma y tamaño de los talos, en el número de espermacios (64 [a/4, b/4, c/4]) y zigósporas (32 [a/2, b/4, c/4]) producidos por los espermatangios y zigosporangios, respectivamente y la presencia de márgenes dentados, siendo este último carácter el distintivo de la especie (Fig. 3). Los márgenes dentados han sido utilizados como un carácter para separar y reconocer a un gran número de especies de *Porphyra* en todo el mundo; como *P. crispata* Kjellman, *P. denticulata* Leving, *P. marcosii* Cordero, *P. dentata* Kjellman, *P. dentimarginata* Chu *et* Wang, *P. guangdongensis* Tseng *et* Chang, *P. haitanensis* Chang *et* Zheng, *P. okamurae* Ueda, *P. tanegashimensis* Shimura y *P. vietnemensis* Tanaka *et* Ho (Masuda *et al.*, 1991; Silva *et al.*, 1996). Cabe señalar que la identidad de *P. suborbiculata* se confirmó a través de un análisis molecular

(rDNA) con muestras de Punta Popotla, Bajamar y Villa de Las Rosas (Broom *et al.*, 2002).

Las poblaciones de *Porphyra suborbiculata* en aguas de la India se presentan en la estación de verano, con la aparición de plantas en julio y su desaparición en septiembre (Kumar y Panikkar, 1995; Kumar y Panikkar, 1997), mientras que para Japón se presentan poblaciones en las estaciones de otoño-primavera, siendo más abundante durante los meses de diciembre a abril (Arasaki y Arasaki, 1983; Miyata y Kikuchi, 1997). Si consideramos las fechas de recolecta, al parecer las poblaciones de *P. suborbiculata* en Baja California se presentan en los meses de invierno-primavera, cuando la temperatura del agua es relativamente baja en comparación con los meses cálidos del verano.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Facultad de Ciencias Marinas y al Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California, el apoyo económico brindado para la realización del presente trabajo. Al Sr. Ramón Moreno por la elaboración del mapa.

## LITERATURA CITADA

- ABBOTT, I. A. y G. J. HOLLENBERG. 1976. *Marine algae of California*. Stanford University Press, Stanford, California. 827 p.
- AGUILAR-ROSAS, L. E. 1981. Algas rojas (Rhodophyta) de la Bahía Todos Santos, B. C., Durante el ciclo anual 1978-1979. *Ciencias Marinas* 7 (1): 85-101.
- AGUILAR-ROSAS, R., I. PACHECO-RUIZ y L. E. AGUILAR-ROSAS. 1984. Nuevos registros y algunas notas para la flora algal marina de la costa noroccidental de Baja California, México. *Ciencias Marinas* 10 (2): 149-158.
- AGUILAR-ROSAS, R., J. ESPINOZA-AVALOS y L. E. AGUILAR-ROSAS. 1998. Uso de las algas marinas en México. *Ciencia y Desarrollo* 24 (143): 65-73.
- ARASAKI, S. y T. ARASAKI. 1983. *Vegetables from the Sea*. Japan Publications, Inc., Tokyo. 196 p.
- BOLD, H. C. y M. J. WYNNE. 1985. *An introduction to the algae*. 2nd ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 720 p.
- BROOM, J. E., W. A. NELSON, C. YARISH, W. A. JONES, R. AGUILAR-ROSAS y L. E. AGUILAR-ROSAS. 2002. A reassessment of the taxonomic status of *Porphyra suborbiculata*, *Porphyra carolinensis* and *Porphyra liliputiana* (Bangiales, Rhodophyta) based on molecular and morphological data. *European Journal Phycology* 37: 227-235.

- DAWSON, E. Y. 1953. Resumen de las investigaciones recientes sobre algas marinas de la costa pacífica de México, con una sinopsis de la literatura, sinonimia y distribución de las especies descritas. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 13: 97-197.
- HAWKES, M. 1977. A field, culture and cytological study of *Porphyra gardneri* (Smith y Hollenberg) comb. nov., (= *Porphyrella gardneri* Smith y Hollenberg), (Bangiales, Rhodophyta). *Phycologia* 16: 457-469.
- HOLMGREN, P. K. 1985. Additions to index Herbariarum, Part I. The Herbaria of the World, Edition 7(III). *Taxon* 34 (4): 735-738.
- HWANG, M. S. y I. K. Lee. 2001. Taxonomy of the genus *Porphyra* (Bangiales, Rhodophyta) from Korea. *Algae* 16 (2): 233-273.
- KJELLMAN, F. R. 1897. Japanska arter af släktet *Porphyra*. *Bihang till Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar* 23 (4): 1-34.
- KRISHNAMURTHY, V. y M. BALUSWAMI. 1984. The species of *Porphyra* from the Indian region. *Seaweed Research and Utilization* 7: 31-38.
- KUMAR, C. A. y M. V. N. PANIKKAR. 1995. The species of *Porphyra* C. A. Agardh from Kerala. *Seaweed Research and Utilization* 17: 151-160.
- KUMAR, C. A. y M. V. N. PANIKKAR. 1997. Indian species of *Porphyra* (Rhodophyceae, Bangiales). *Feddes Repertorium* 108: 419-423.
- MASUDA, M., M. OHNO y G. C. TRONO JR. 1991. A taxonomic assessment of *Porphyra suborbiculata* Kjellman, a food species from the Philippines. *Japanese Journal of Phycology* 39: 375-380.
- MATSUO, M., M. NOTOYA y Y. ARUGA. 1994. Life history of *Porphyra suborbiculata* Kjellman (Bangiales, Rhodophyta) in culture. *La mer* 32: 57-63.
- MIYATA, M. y N. KIKUCHI. 1997. Taxonomic study of *Bangia* and *Porphyra* (Bangiaceae, Rhodophyta) from Boso Peninsula, Japan. *Natural History Research* 3: 19-46.
- MENDOZA-GONZÁLEZ, A. C. y L. E. MATEO-CID. 1985. Contribución al estudio florístico ficológico de la costa occidental de Baja California, México. *Phytologia* 59 (1): 17-33.
- MIURA, A. 1968. *Porphyra katadai*, a new species from Japanese coast. *Journal Tokyo University of Fisheries* 54: 55-59.
- NOTOYA, M. 1997. Diversity of life history in the genus *Porphyra*. *Natural History Research* 3: 47-56.
- NOTOYA, M., N. KIKUCHI, M. MATSUO, Y. ARUGA y A. MIURA. 1993. Culture studies of four species of *Porphyra* (Rhodophyta) from Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi* 59 (3): 431-436.
- PACHECO-RUIZ, I. y L. E. AGUILAR-ROSAS. 1984. Distribución estacional de Rhodophyta en el noroeste de Baja California. *Ciencias Marinas* 10 (3): 67-80.
- RIBERA, M. A. y C. F. BOUDOURESQUE. 1995. Introduced marine plants, with special reference to macroalgae: mechanisms and impact. In: F. E. ROUND y D. J. CHAPMAN, (Eds.). *Progress in Phycological Research* 11: 187-268.
- SILVA, P. C., P. W. BASSON y R. L. MOE. 1996. Catalogue of benthic marine algae of the Indian Ocean. *University of California Publications in Botany* 79. 1259 p.
- TANAKA, T. 1952. The systematic study of the Japanese Protofloridae. *Memories of the Faculty of Fisheries, Kagoshima University* 2(2): 1-92.
- TSENG, C. K. (ed.). 1983. *Common seaweeds of China*. Science Press, Beijing [Kugler Publications, Amsterdam]. x + 316 p.

Recibido: 24 de abril de 2002.

Aceptado: 2 de septiembre de 2002.