

**CRECIMIENTO ESTACIONAL DE *Sargassum horridum* (SETCHELL Y
GARDNER) PHAEOPHYTA, EN LA BAHÍA DE LA PAZ, B.C.S.,
MÉXICO**

**Ma. del Socorro Muñetón-Gómez¹
Gustavo Hernández-Carmona^{2*}**

¹ Departamento de Biología Marina. ² Departamento de Pesquerías. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del I.P.N. Apdo. postal 592. La Paz, B.C.S., México 23000.

Palabras clave: Phaeophyta. *Sargassum* spp. Crecimiento. Tallas. Bahía de La Paz.

RESUMEN

Se estudió el crecimiento de *Sargassum horridum* en tres localidades de La Bahía de La Paz: Malecón de La Paz, San Juan de la Costa y Calerita, durante dos períodos anuales. Se encontró que la especie tiene un patrón de crecimiento similar para las tres zonas de estudio. La mayor tasa de crecimiento para la primera zona fue de 29.5 cm/mes en el período febrero-marzo, en la segunda fue de 60 cm/mes en el mismo período y para la tercera fue de 21.0 cm/mes en el período enero-febrero. Estos valores de máximo crecimiento se presentaron en los meses en que la temperatura del agua fue más baja (21°C-23°C) y un mes después se presentaron las mayores tallas, cuyos valores en 1983 fueron de 82 cm en el Malecón de La Paz en abril, 108 cm en San Juan de la Costa en marzo y 41 cm en Calerita, también en marzo. Estas tallas fueron significativamente menores al siguiente año (1984); se discute una posible falla en el reclutamiento de *S. horridum* durante 1984 en la zona de Calerita. Se encontró que existen diferencias significativas en la talla promedio alcanzada en cada una de las zonas de estudio. El patrón de crecimiento coincide con la generalización de McCourt (1984; J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 74) sobre el máximo crecimiento y desarrollo de especies tropicales. La época de máximo crecimiento coincide con lo encontrado por otros autores para *S. sinicola* en la misma bahía; sin embargo, *S. horridum* tiene una tasa de crecimiento y una talla mayor.

* Becario de la Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas del I.P.N.

Fecha de recibido: 16 de octubre, 1991.

Fecha de aceptación: 23 de julio, 1993.

SEASONAL GROWTH OF *Sargassum horridum* SETCHELL AND GARDNER
(PHAEOPHYTA) IN BAHÍA DE LA PAZ, B.C.S., MEXICO

ABSTRACT

A two year study of the growth of *S. horridum* was done at three sites in Bahía de La Paz. They were along the Malecon in the city of La Paz, at San Juan de la Costa, and at Calerita. The growth patterns throughout each area were similar. The rate of growth was 29.5 cm/month at the Malecon in La Paz and 60 cm/month at San Juan de la Costa, recorded in February-March at each site. It was 21 cm/month at Calerita during January-February. The highest growth rate was observed during the months with the lowest water temperature (21 - 23° C). One month later the largest size was recorded. In 1983, the largest sizes were seen in April at the Malecon in La Paz (82 cm) and in March at both San Juan de la Costa (108 cm) and Calerita (41 cm). In 1984, the largest sizes were significantly smaller. A possible failure of the recruitment of *S. horridum* at Calerita is discussed. There is a significant difference in the average size found at each area. The growing pattern described is in accordance with the results of McCourt (1984; J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 74) for tropical species. The maximum growth period is the same as found by other authors for *S. sinicola* in this bay, though *S. horridum* grows to a larger size with a higher growth rate.

INTRODUCCIÓN

La importancia económica de las algas marinas ha sido reconocida desde hace mucho tiempo y en los últimos 20 años se ha incrementado, diversificado y perfeccionado su utilización industrial (Santelices, 1977). La división de las feofitas es la de mayor importancia por su uso comercial (Chapman & Chapman, 1988); en este grupo destacan en México por su abundancia *Macrocystis pyrifera*, *Egrecia laevigata*, *Eisenia arborea* y *Sargassum* spp. (Huerta, 1961). Este último género presenta gran variedad de especies y domina en número y biomasa a lo largo del Golfo de California (Norris, 1975). El género *Sargassum* cuenta con cerca de 400 especies distribuidas en aguas cálidas y templadas (Abbot & Norris, 1985). Dentro de la Bahía de La Paz, *Sargassum horridum* es una de las Phaeophytas más abundantes; sin embargo, son pocas las investigaciones que se han realizado sobre este género en esta zona, destacando el trabajo realizado por Espinoza y Rodríguez (1989), sobre el crecimiento de *Sargassum sinicola*, y el de Hernández *et al.* (1990), quienes evaluaron la biomasa del género en la Bahía de La Paz. En el caso de estudios sobre esta especie en esta zona, sólo se ha publicado una revisión del género en donde se incluye a *S. horridum* (Rocha & Siqueiros, 1990); Fajardo León (comunicación personal) encontró que esta especie representa en biomasa el 25% de las que conforman el género en la Bahía de La Paz.

Algunos autores mencionan que las especies de *Sargassum* presentan su máximo valor de abundancia durante los meses cálidos en zonas templadas y en los meses fríos en zonas tropicales y subtropicales (McCourt, 1984). Espinoza & Rodríguez (1989) encontraron que el crecimiento máximo de *Sargassum sinicola* de la Bahía de La Paz se presenta durante la época fría, difiriendo de lo encontrado por Ang (1985), quien menciona que el crecimiento y longitud de las especies tropicales de *Sargassum* presentan valores máximos durante los meses cálidos.

El objetivo de este trabajo fue verificar si la especie de *Sargassum horridum* presenta el mismo período de máximo crecimiento que el encontrado por Espinoza & Rodríguez (1989) para *S. sinicola* en la Bahía de La Paz y por lo tanto, determinar si coincide con el esquema general de crecimiento propuesto por McCourt (1984). También se planteó determinar los meses en que la especie presenta su talla máxima (que no necesariamente coincide con la época de máximo crecimiento), relacionar estos dos factores con la temperatura superficial del agua y comparar el desarrollo de esta especie en tres zonas de la bahía.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron tres localidades de estudio que se encuentran en la Bahía de La Paz: Malecón de La Paz, localizado al Sur de la bahía, dentro de la Ensenada de La Paz, San

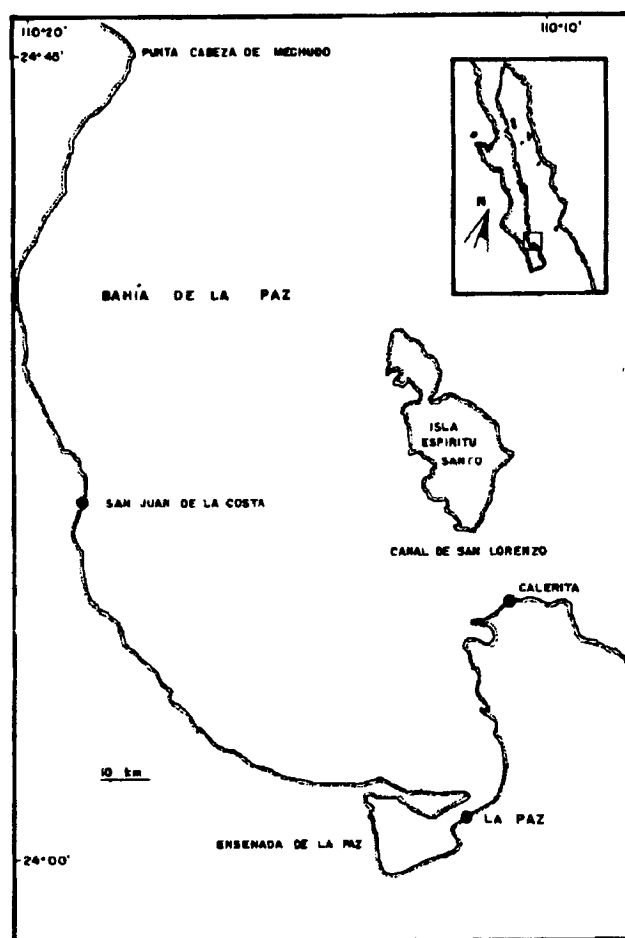


Figura 1. Localización de las zonas de muestreo en la Bahía de La Paz.

Juan de la Costa en el lado Oeste de la bahía y Calerita en la costa Este (Fig. 1).

En cada localidad se realizaron muestreos mensuales de enero de 1983 a agosto de 1984. Durante el primer año se midió la longitud total de por lo menos 30 ejemplares típicos de *Sargassum horridum* recolectados al azar en cada una de las localidades de estudio; durante 1984 se midieron 30 individuos de esta especie en cada una de las tres localidades, lo cual fue determinado como el tamaño mínimo de muestra para un muestreo aleatorio (Cochran, 1981). Los muestreos se realizaron con equipo de buceo libre en el Malecón de La Paz y San Juan de la Costa y con equipo de buceo autónomo en Calerita, donde la especie crece a mayor profundidad.

Sargassum horridum presenta un rizoide y un estipe primario o eje central, a partir del cual se desarrollan ramificaciones primarias, y de éstas se originan ramificaciones secundarias más cortas; para determinar la longitud total de la planta, se midió desde la base del rizoide hasta el ápice de la ramificación primaria más larga. Con los datos obtenidos de cada muestra, se calculó la longitud media, la desviación estándar y el intervalo para la media al 95% de confianza. La tasa de crecimiento mensual se determinó por la diferencia en la talla promedio entre cada par de meses consecutivos. En cada localidad de muestreo se tomaron registros de temperatura superficial del agua, empleando un termómetro de cubeta con precisión de 0.1°C . Las determinaciones se realizaron a la misma hora durante todo el

período de estudio para evitar el error por variaciones diurnas. A los datos de temperatura obtenidos, se les aplicó la técnica de promedios móviles (Chatfield, 1985) con el fin de filtrar las variaciones en la serie de datos y tener una mejor interpretación de los mismos. Los valores de crecimiento y talla se graficaron en función del tiempo con los valores de temperatura, para determinar la relación que existe con este factor.

Para probar si existía diferencia significativa entre los valores promedio de las tallas y la tasa de crecimiento de las plantas colectadas en los tres sitios de muestreo, se aplicó un análisis de variancia para muestras de tamaño diferente.

RESULTADOS

Variación Mensual de la Temperatura del Agua

Durante 1983 la temperatura mínima se registró en el mes de febrero con 21.7°C para el Malecón de La Paz, 22.4°C en San Juan de la Costa y 21.5°C en Calerita. La temperatura máxima se registró en el mes de agosto con 28.8°C en el Malecón de La Paz y San Juan de la Costa con 30.8°C, mientras que en Calerita el máximo se registró en julio con 30.0°C. Este mismo patrón de temperatura se mantuvo aproximadamente igual durante 1984 (Figs. 2 a 5) y representa una variación de la temperatura entre 6.6°C (Malecón) y 8.5°C (Calerita) en 1983 y en 1984 entre 4.2°C (San Juan de la Costa) y 6.3°C (Calerita).

Variación Mensual de las Tallas

En el Malecón de La Paz, las plantas alcanzaron su máxima talla durante 1983 en abril con 82 cm y en el mismo mes en 1984 con 69 cm. A partir de ese mes, *Sargassum horridum* presentó tallas menores, debido a la degeneración de las ramificaciones más largas por su estado senil; sin embargo, las plantas continúan su desarrollo sobre las ramificaciones primarias más cortas, que aún se encuentran saludables durante algunos meses más, aumentando paulatinamente su nivel de degradación, hasta que en el mes de octubre desaparecen por completo. A partir de noviembre del mismo año, se observó la presencia de una nueva generación de organismos juveniles, los cuales se desarrollan rápidamente, alcanzando nuevamente su talla máxima en abril del siguiente año con 69 cm (Fig. 2).

En San Juan de la Costa, la talla máxima durante 1983 se obtuvo en marzo con 108.4 cm y para el siguiente año en mayo, con 56 cm. En esta zona *Sargassum horridum* sigue el patrón de desarrollo descrito para la zona del Malecón de La Paz, sin embargo en San Juan de la Costa nunca estuvo ausente y durante el siguiente año la nueva generación también inició su desarrollo a partir de noviembre. En esta zona fue donde se registraron las mayores tallas en comparación con las otras dos zonas de estudio (Fig. 2).

En Calerita también se presentó la máxima talla durante 1983 en el mes de marzo con 41 cm, siendo esta zona la que presentó organismos de menor talla con respecto a las otras. En esta localidad *Sargassum horridum* fue degenerando paulatinamente hasta el mes de septiembre, al igual que en las otras dos zonas y en octubre desapareció por completo; sin embargo, a diferencia de las otras dos zonas, la especie se mantuvo ausente hasta el mes de mayo de 1984, cuando se presentaron algunos organismos juveniles cuya talla sólo se incrementó a 5.6 cm lo cual ocurrió hasta el mes de agosto (Fig. 2).

El error estándar porcentual máximo sobre el promedio de las tallas fue de 2.7 % en el Malecón de La Paz, 7.1 % en San Juan de la Costa y 11.4 % en Calerita, lo que significa que en las tres áreas de estudio las tallas fueron muy similares durante un mismo mes de muestreo.

El análisis de variancia demostró que las tallas promedio de cada localidad fueron significativamente diferentes ($P < 0.001$).

Variación Mensual de la Tasa de Crecimiento

En el Malecón de La Paz, durante 1983, se obtuvo la máxima tasa de crecimiento durante el período febrero a marzo con 29.5 cm/mes y durante el siguiente año también se presentó la máxima tasa de crecimiento durante el mismo período, con un valor de 22.4 cm/mes, el cuál fue ligeramente menor al del año anterior (Fig. 3).

En San Juan de la Costa la tasa máxima de crecimiento durante 1983, también se presentó durante el período febrero a marzo

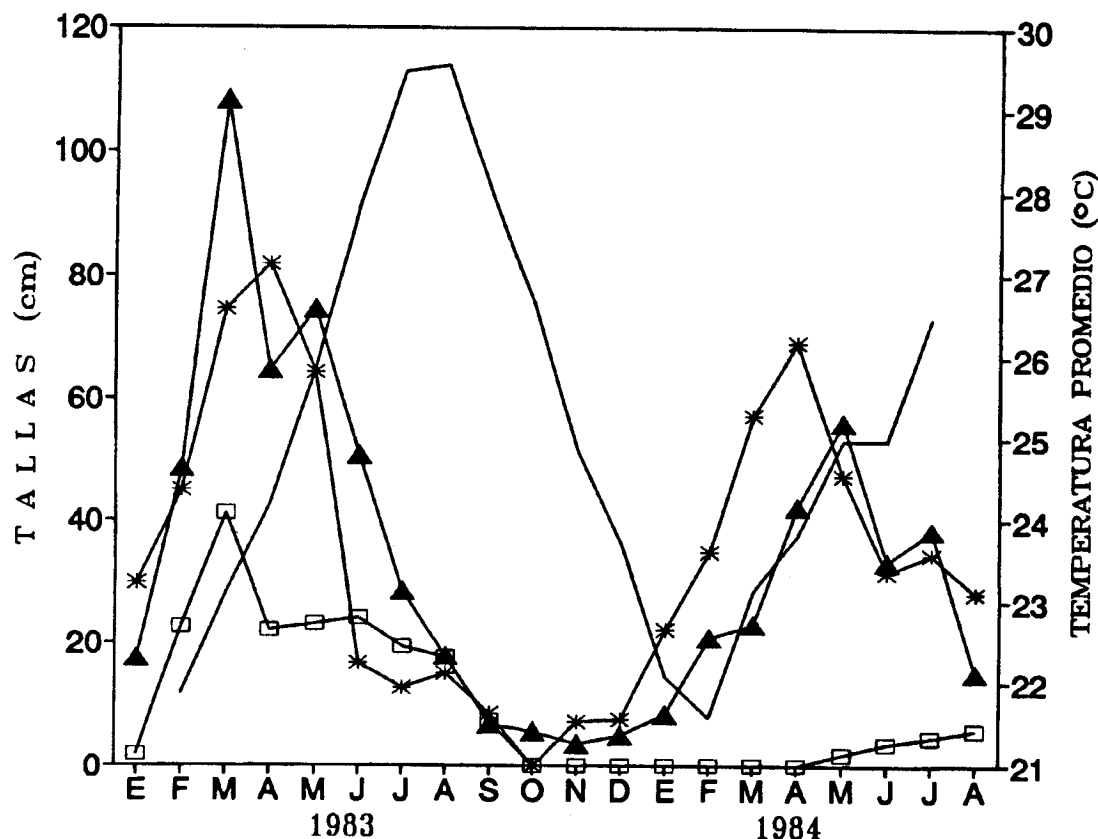


Figura 2. Relación entre la talla de *Sargassum horridum* y la temperatura superficial del agua (—) en: (*) Malecón de La Paz, (▲) San Juan de la Costa y (□) Calerita.

con 60 cm/mes y durante 1984 el máximo ocurrió durante el período marzo a abril con 19.2 cm/mes, la cual fue notablemente menor que durante el primer año de estudio (Fig. 4).

En Calerita la tasa máxima de crecimiento durante 1983 ocurrió durante el período enero a febrero con 21 cm/mes y durante 1984 la tasa máxima de crecimiento se presentó en el período abril a mayo con 1.65 cm/mes el cual fue significativamente menor que el del año anterior (Fig. 5).

DISCUSIÓN

En las tres zonas de estudio se observaron las mayores tasas de crecimiento cuando se presentaron los menores valores de temperatura superficial del agua. De acuerdo con el patrón de temperatura anual descrito, las plantas de *Sargassum horridum* inician su desarrollo durante los primeros meses del año, cuando la temperatura del agua es baja e inicia una etapa de rápido crecimiento. Este comportamiento

coincide con la generalización planteada por McCourt (1984) quien encontró que las especies de *Sargassum* en zonas tropicales y subtropicales, presentan sus valores de máximo crecimiento durante los meses fríos.

Espinoza & Rodríguez (1989) también encontraron que *Sargassum sinicola* en la Bahía de La Paz presenta sus valores máximos de crecimiento durante los meses fríos (marzo y abril).

El período de máximo crecimiento encontrado para *Sargassum horridum* en las tres zonas de estudio determina que, en general, un mes después se presentan las mayores tallas de las plantas. Esta diferencia entre uno o dos meses entre la máxima tasa de crecimiento y la talla máxima ha sido reportada para otras especies de *Sargassum* (Prince & O'Neal, 1979; Umezaki, 1984; Espinoza & Rodríguez, 1987 y Espinoza & Rodríguez, 1989) y considerando la variación de temperatura que se presentó en

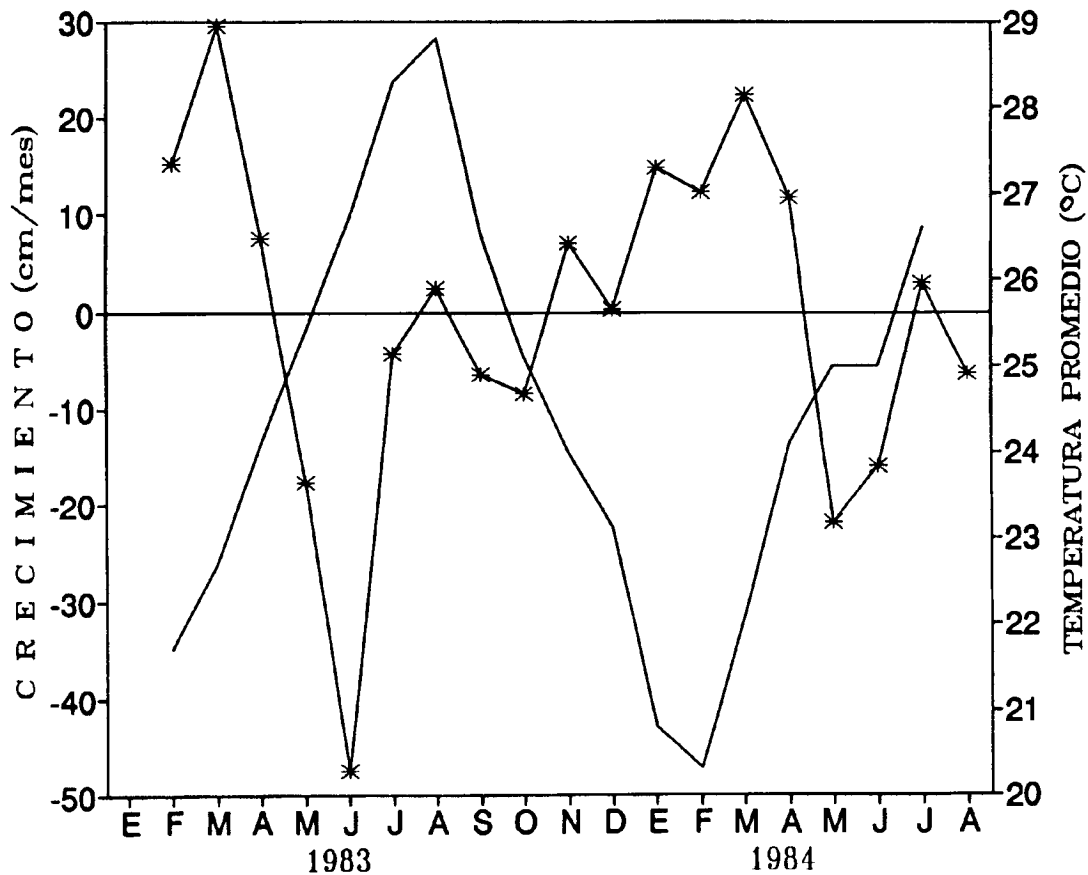


Figura 3. Tasa de crecimiento de *Sargassum horridum* (*) y la temperatura superficial del agua (—) en el Malecón de La Paz.

las tres zonas de estudio se puede concluir que el crecimiento y la talla, presentan sus máximos durante los meses más fríos del año. Esto difiere con lo encontrado por Ang (1985), quien observó que las especies tropicales de *Sargassum* crecen principalmente en verano, lo cual demuestra que en esta zona la fenología de esta especie es diferente a la encontrada para las especies tropicales estudiadas por ese autor.

Los resultados presentados demuestran que existe una diferencia de crecimiento y talla a nivel intraespecífico en las tres zonas de estudio. En el caso de San Juan de la Costa se obtuvo la mayor tasa de crecimiento (60 cm/mes), respecto a las otras dos y explica por que en esta zona también se obtuvieron las mayores tallas (108.4 cm). Un caso especial se presentó en Calerita en donde durante 1983 se obtuvo la tasa de crecimiento más baja (20 cm/mes) y la menor talla (41 cm) con respecto a las otras dos zonas

de estudio; al siguiente año (1984) presentó un retraso significativo (6 meses) en la aparición de la siguiente generación y cuando los organismos juveniles iniciaron su desarrollo (mayo), su tasa de crecimiento fue anormalmente lenta y en el mes de agosto habían alcanzado una talla de sólo 5.6 cm, además de que su presencia fue muy escasa. Esto significa que en este caso ocurrió una falla en el reclutamiento y posiblemente cuando se presentaron los nuevos organismos, las condiciones ambientales ya no eran adecuadas para lograr un desarrollo completo. Umezaki (1984) y Espinoza & Rodríguez (1987) mencionan varios ejemplos de diferencias intraespecíficas en morfología y fenología de las especies de *Sargassum*, sugiriendo que pueden existir diferencias genotípicas en la misma especie, una influencia por las especies epífitas de las plantas o del factor luz, cuyas variaciones suelen ser significativas. Estos factores pueden

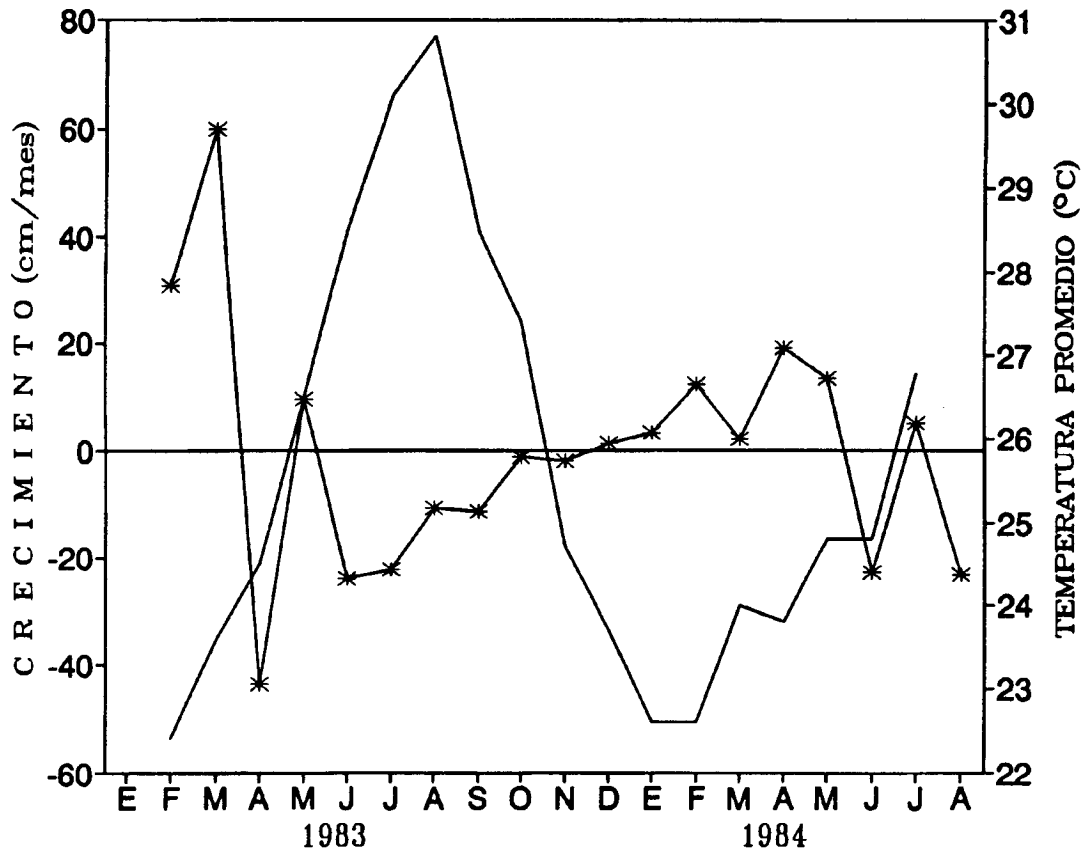


Figura 4. Tasa de crecimiento de *Sargassum horridum* (*) y la temperatura superficial del agua (—) en San Juan de la Costa.

explicar las diferencias intraespecíficas de las poblaciones de *Sargassum horridum* en el Malecón de La Paz y San Juan de la Costa, sin embargo en Calerita debió ocurrir algún fenómeno oceanográfico que impidió el desarrollo normal de estas algas.

Las diferencias encontradas no pueden ser atribuidas a los parámetros de salinidad u oxígeno, ya que Muñetón (1987) encontró que existe poca variación estacional de estos parámetros en las mismas zonas de estudio, por lo que se concluye que otro factor fue el que causó esta diferencia.

Calerita es una zona poco protegida, expuesta a un mayor oleaje, a diferencia de las zonas del Malecón de La Paz y San Juan de la Costa en donde *Sargassum horridum* crece en zonas intermareales y aguas relativamente protegidas (en el primer caso, por la barra arenosa conocida como "El Mogote", y en el segundo, por el espigón de

la empresa Rofomex). Norton (1977) y Nicholson *et al.* (1981) mencionan que *S. muticum* se desarrolla mejor en aguas protegidas y Critchley *et al.* (1983) mencionan que los movimientos intensos del agua pueden impedir la fijación de nuevos individuos al sustrato. A pesar de que no se tienen mediciones oceanográficas relativas a este parámetro, se observó que en la zona de Calerita el oleaje fue notablemente mayor en 1984 que en 1983, lo cual puede explicar la falla en el reclutamiento de esta especie durante 1984.

Los valores de crecimiento máximo de *Sargassum horridum*, fueron significativamente mayores a los reportados por Espinoza & Rodríguez (1989), ya que si transformamos nuestros valores a cm/día, en el Malecón de La Paz se obtuvo un crecimiento máximo de 0.95 cm/día, en San Juan de la Costa 1.93 cm/día y en Calerita 0.67 cm/día, en comparación con el crecimiento de *S. sinicola* también en la Bahía

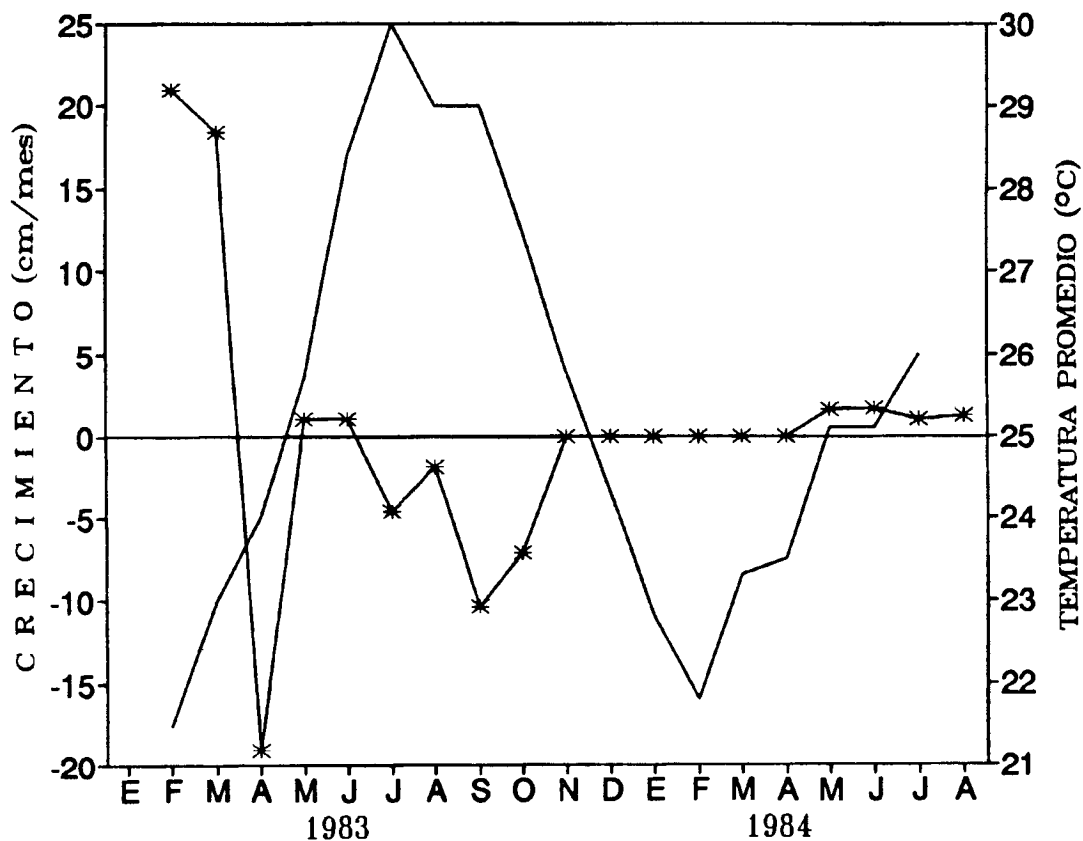


Figura 5. Tasa de crecimiento de *Sargassum horridum* (*) y la temperatura superficial del agua (—) en Calerita.

de La Paz, que presenta un máximo de 0.5 cm/día (Espinoza & Rodríguez, *Op. cit.*); sin embargo, coinciden en los meses en que alcanzan su longitud y crecimiento máximo. Esto también ocurre con otras especies de *Sargassum* que crecen en la Bahía de La Paz (Fajardo León, comunicación personal), lo que representa que a nivel de género se presenta un desarrollo similar en esta zona. Esto adquiere especial importancia si se piensa en el aprovechamiento de las especies de *Sargassum* que crecen en la bahía, ya que podrían ser cosechadas durante la misma época cuando alcanzan su talla máxima. A nivel genérico se ha estimado que en la Bahía de La Paz se cuenta con un potencial de 18,901 toneladas con un intervalo de confianza del 95% de 17,973 a 19,828 toneladas (Hernández *et al.* 1990), lo que refleja la importancia de esta especie, que puede ser aprovechada para la obtención de alginatos o como complemento alimenticio para animales.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer a la Biól. Catalina Mendoza de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, por su valiosa colaboración en la identificación de la especie, al Dr. Ellis Glazier por su ayuda en la corrección del resumen en inglés, así como a los biólogos Liduvina Perezgómez e Ismael Gárate Lizárraga por sus comentarios y sugerencias al trabajo.

REFERENCIAS

- ABBOTT, I & N. NORRIS, 1985. **Taxonomy of Economic Seaweeds with Reference to some Pacific Caribbean Species.** California Sea Grant Collage Program, La Jolla, California. 167 p.

- ANG, P. P., 1985. Phenology of *Sargassum siliquosum* J. Ag. and *S. paniculatum* J. Ag. (Sargassaceae, phaeophyta) in the reef flat of Balibago (Calatagan, Philippines). *Inter. Coral Reef. Congr.*, 55:51-57.
- CHAPMAN, D. J. & V. J. CHAPMAN, 1988. *Seaweeds and Their Uses*. Chapman y Hall, London. 333 p.
- CRITCHLEY A.T., W.F. FARNHAM & S.L. MORRELL, 1983. A chronology of new European sites of attachment for the invasive brown algae, *Sargassum muticum*, 1973-1981. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 63: 799-811.
- CHATFIELD, O. C., 1985. *The Analysis of Time series: An introduction*. 3a. Edición Chapman y Hall, London. 268 p.
- COCHRAN, G. W., 1981. *Técnicas de Muestreo*. 2a. Edición. Continental, México. 513 p.
- ESPINOZA, J. & H., RODRÍGUEZ, 1987. Seasonal phenology and reciprocal transplantation of *Sargassum sinicola* Setchell and Gardner in the Southern Gulf of California. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 110: 183-185.
- ESPINOZA, J. & H., RODRÍGUEZ, 1989. Crecimiento de *Sargassum sinicola* Setchell et Gardner (Phaeophyta) en la parte sur del Golfo de México. *Ciencias Marinas*, 15(4): 141-149.
- HERNÁNDEZ-CARMONA, G. M. M. CASAS-VALDEZ, 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. *Investigaciones Marinas CICIMAR*, 5(1): 11-18.
- HUERTA, M. L., 1961. Especies aprovechables de la Costa Occidental de Baja California. *Acta Politécnica Mexicana*, 10(12): 401-405.
- MCCOURT, M. R., 1984. Seasonal pattern of abundance, distributions, and phenology in relation to growth strategies of three *Sargassum* species. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 74: 141-156.
- MUÑETÓN, G.M., 1987. Fenología de *Sargassum horridum* (Setchell y Gardner), en tres localidades de la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. 71 p.
- NICHOLSON, N., H. HOSMER, K. BIRD, L. HART, C. SANDLIN, C. SHOEMAKER & C. SLOAN, 1981. The biology of *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt at Santa Catalina island, California. *Proc. Int. Seaweeds Symp.*, 8: 416-424.
- NORRIS, J. N., 1975. Marine Algae of the northern Gulf of California. Tesis Doctoral, University of California, Sta. Bárbara. 755 p.
- NORTON, T. A., 1977. Ecological experiments with *Sargassum muticum*. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 57: 33-43.
- ROCHA-RAMÍREZ, V. & D. SIQUEIROS-BELTRONES, 1990. Revisión de las especies del género *Sargassum* C. Agardh registradas para la Bahía de La Paz, B.C.S., México. *Ciencias Marinas*, 16(3): 15-26.
- SANTELICES, B., 1977. Ecología de las algas marinas bentónicas. Efectos ambientales y poblacionales. Tesis Doctoral. Ins. de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile. 488 p.
- PRINCE, J.S. & S.W. O'NEAL, 1979. The ecology of *Sargassum teropleuron* Grunom (Phaeophyceae, Fucales) in the water of South Florida. I. Growth, reproduction and population structure. *Phycologia*, 18: 109-114.
- UMEZAKI, I., 1984. Ecological studies of *Sargassum homeri* (Turner) C. Agardh in Obama Bay, Japan Sea. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 50: 1193-1200.