

ESTUDIO BIOLÓGICO DE *PTEROCLADIA CAPILLACEA* (GMELIN) BORNET IN BORNET & THURET. CRECIMIENTO DE LA PLANTA *IN SITU*

por

CARMEN COS ASENSIO & M.^a ANTONIA RIBERA SIGUÁN*

Resumen

COS ASENSIO, C. & M.^a A. RIBERA SIGUÁN (1989). Estudio biológico de *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Bornet in Bornet & Thuret. Crecimiento de la planta in situ. *Anales Jard. Bot. Madrid* 46(1): 47-54.

Se ha realizado un estudio biológico de *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Bornet in Bornet & Thuret en Estarrit y Rosas (noreste de la Península Ibérica), en el cual se ha cuantificado el crecimiento del talo mediante muestreos mensuales de una población de individuos a los que previamente habíamos cortado la porción ortótropa de su talo en distintas épocas del año. El crecimiento observado es mínimo en invierno y máximo en primavera y principios de otoño. Los resultados obtenidos permiten afirmar que el crecimiento mensual de *P. capillacea* parece depender fundamentalmente de la época del año, y, en menor grado, del estado de desarrollo de la planta.

Palabras clave: *Rhodophyta*, *Pterocladia capillacea*, biología.

Abstract

COS ASENSIO, C. & M.^a A. RIBERA SIGUÁN (1989). Biological study of *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Bornet in Bornet & Thuret. Growth of the plant in situ. *Anales Jard. Bot. Madrid* 46(1): 47-54 (in Spanish).

A biological study of *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Bornet in Bornet & Thuret, in Rosas and Estarrit (northeastern Spain), was carried out. In this study, thallus growth was calculated from monthly samples taken from one population. The orthotropous portion of the thallus of some individuals belonging to this population was previously cut off in different seasons of the year. The monthly growth rate presents a minimum in winter, and a maximum in spring and at the beginning of autumn. The results suggest that the growth of *P. capillacea* depends mainly on the season of the year and, secondarily, on the plant development.

Key words: *Rhodophyta*, *Pterocladia capillacea*, biology.

INTRODUCCIÓN

Pterocladia capillacea (Gmelin) Bornet in Bornet & Thuret (*Rhodophyceae*, Gelidiales) es la única gelidiácea productora de agar que alcanza cierto desarrollo en el Mediterráneo (FISCHER & *al.*, 1987). Por ello, dicha especie ha sido abundantemente estudiada tanto desde el punto de vista morfológico y anatómico (OKAMURA, 1934; AKATSUKA, 1973; OLIVEIRA FILHO & SAZIMA, 1973; SANTELI-

* Laboratorio de Botánica, Facultad de Farmacia, Universidad de Barcelona. 08028 Barcelona.

CES, 1985; FELICINI & PERRONE, 1986) como desde el experimental mediante cultivos en laboratorio (FELICINI & ARRIGONI, 1967; FELICINI, 1970; CALABRESE & FELICINI, 1970; FELICINI & PERRONE, 1972; CALABRESE, 1973). Nosotros hemos creído interesante profundizar en el estudio de su biología. La parte más novedosa de dicho estudio biológico consiste en cuantificar el crecimiento medio mensual *in situ* de *P. capillacea*, con vistas a su posible utilización industrial (PERRONE & FELICINI, 1974; FRALICK & ANDRADE, 1981).

MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo dicho estudio elegimos dos poblaciones de *P. capillacea*, una situada cerca de Rosas (31TEG17) en el extremo norte de la playa de la Almadra. La zona muestreada presentaba una pendiente de 45°, con una cobertura del 90% y estaba situada entre -20 cm y -50 cm de profundidad. El otro punto de muestreo estaba localizado cerca del puerto de Estartit (31TEG15). La superficie muestreada era casi horizontal, orientada hacia el E, entre -25 cm y -35 cm de profundidad, con una cobertura del 100%. El hidrodinamismo era bastante elevado en los dos puntos.

Con el fin de medir el crecimiento mensual de *P. capillacea* realizamos una poda (ROMO & *al.*, 1984), de 300 cm² de superficie, de una población homogénea de dicha especie, en ambas localidades. El talo de *P. capillacea* está constituido por dos porciones bien diferenciadas: unos ejes plagiótropos cilíndricos e irregularmente ramificados, de los que nacen unos ejes ortótropos, cilíndrico-aplanados con abundante ramificación pinnada. Por tanto, entendemos por poda de la planta la sección mediante tijeras de los ejes ortótropos de todos los individuos, dejando las poblaciones reducidas a los ejes plagiótropos. Era fundamental, para una mayor exactitud de los resultados, eliminar totalmente los ejes erectos.

Con una periodicidad mensual, en cada muestreo se recogieron íntegramente 100 cm² de población regenerada, arrancando los individuos más el sustrato. Como inicialmente se habían podado 300 cm², este proceso pudo repetirse tres veces consecutivas, con lo que obtuvimos ejemplares de un mes, dos meses y tres meses de crecimiento. El elevado hidrodinamismo dificultó en algunas ocasiones el trabajo e hizo imposible en alguna ocasión (12-II-1985, en Rosas) el muestreo, por lo que, a veces, la periodicidad de los mismos se vio alterada.

Cada muestra se llevó al laboratorio para su posterior estudio. Para todos los ejemplares recogidos en los 100 cm² medimos la distancia existente desde la "cicatriz" producida por la poda hasta el ápice del eje principal regenerado. Utilizamos como referencia la "cicatriz" de la poda, en lugar del nacimiento del eje ortótropo. De este modo obtuvimos la longitud media total (en cm) de los individuos alcanzada en uno, dos y tres meses.

Por tanto, el crecimiento medio mensual se calculó mediante la diferencia entre las longitudes medias totales de los individuos de tres, dos y un mes de crecimiento, lo que nos permitió reducir la tasa de crecimiento en cm día⁻¹.

Quisimos comprobar si el crecimiento de *P. capillacea* dependía exclusivamente de la época del año o estaba también relacionado con el efecto de la poda, o sea, demostrar si la poda producía un efecto estimulante o inhibitor (al menos en el primer mes de crecimiento) en la planta. Para ello se realizaron varias podas de 300 cm² a lo largo del año (1.ª poda, 9-IX-1984; 2.ª poda, 4-XII-1984; 3.ª poda,

10-III-1985), repitiéndose en cada una de ellas el proceso comentado anteriormente.

RESULTADOS

Vamos a considerar por separado los resultados obtenidos en cada una de las podas.

Los individuos podados en el mes de septiembre (9-IX-1984) alcanzaron, al cabo de 87 días (4-XII-1984), una longitud total media de $1,78 \text{ cm} \pm 0,04$, en Estartit, y $1,80 \text{ cm} \pm 0,80$, en Rosas (tabla 1, fig. 1).

Después de 29 días (septiembre), los individuos medían $0,96 \text{ cm} \pm 0,03$, en Estartit, y $0,78 \text{ cm} \pm 0,04$, en Rosas; por tanto, la tasa de crecimiento fue $0,0330 \text{ cm día}^{-1}$, respectivamente. Dicho crecimiento fue muy similar al del mes siguiente (octubre), en el que los individuos alcanzaron $1,74 \text{ cm} \pm 0,04$, en Estartit, y $1,56 \text{ cm} \pm 0,06$, en Rosas; de lo que se deduce que el crecimiento medio fue de $0,78$, con una tasa de crecimiento de $0,030 \text{ cm día}^{-1}$ en ambos puntos de muestreo. Por el contrario, durante el tercer mes (noviembre) se observó un claro descenso del crecimiento de la planta en las dos estaciones, obteniéndose valores de $0,04 \text{ cm}$, en Estartit, y $0,24$, en Rosas, ya que los individuos tan solo alcanzaron $1,78 \text{ cm} \pm 0,04$ y $1,80 \text{ cm} \pm 0,08$, respectivamente. Las tasas de crecimiento durante el mes de noviembre fueron, por tanto, de $0,0012 \text{ cm día}^{-1}$ en Estartit, y de $0,0075 \text{ cm día}^{-1}$, valores que corresponden a las tasas de crecimiento mínimas registradas durante todo el estudio (tabla 1, fig. 1).

Al analizar los valores obtenidos a partir de la poda realizada en el mes de diciembre (4-XII-1984), hay que tener en cuenta que el tiempo transcurrido entre las diferentes recogidas de muestras no pudo coincidir, debido a las adversas condiciones meteorológicas, con la periodicidad establecida previamente.

Dichos individuos alcanzaron, al cabo de 95 días (10-III-1985), una longitud total media de $1,68 \text{ cm} \pm 0,06$, en Estartit, y $2,16 \text{ cm} \pm 0,05$, en Rosas (tabla 1, fig. 1).

Transcurridos 53 días (27-I-1985), el crecimiento medio de los individuos fue de $1,04 \text{ cm} \pm 0,05$, en Estartit, y $0,89 \text{ cm} \pm 0,03$, en Rosas; vemos, por tanto, que la tasa de crecimiento correspondiente a los meses de diciembre y enero continuó siendo baja ($0,0196 \text{ cm día}^{-1}$, en Estartit, y $0,0167 \text{ cm día}^{-1}$, en Rosas), pero superior a la observada en noviembre. Igualmente, las tasas de crecimiento de los intervalos de tiempo posteriores fueron bajas, con valores de $0,0081 \text{ cm día}^{-1}$, y $0,0196 \text{ cm día}^{-1}$, en Estartit. La imposibilidad de obtener muestras en Rosas el 12-II-1985 a causa del oleaje hizo que la siguiente muestra no fuera recogida hasta pasados 42 días (10-III-1985), por lo que los valores obtenidos ($1,27 \text{ cm}$ de crecimiento) no son comparables (tabla 1, fig. 1).

Los individuos podados en el mes de marzo (10-III-1985) alcanzaron en 84 días (2-VI-1985) una longitud total media de $2,36 \text{ cm} \pm 0,08$, en Estartit, y $2,08 \text{ cm} \pm 0,07$, en Rosas (tabla 1, fig. 1).

El seguimiento de dichos individuos se efectuó con una periodicidad constante (28 días). En el primer mes (marzo), el tamaño alcanzado fue de $0,32 \text{ cm} \pm 0,02$, en Estartit, y $0,24 \text{ cm} \pm 0,02$, en Rosas, siendo la tasa de crecimiento de $0,0114 \text{ cm día}^{-1}$ y $0,0085 \text{ cm día}^{-1}$, respectivamente. Durante el segundo mes, los individuos alcanzaron un tamaño de $1,45 \text{ cm} \pm 0,08$, en Estartit, y $1,15 \text{ cm} \pm 0,05$, en Rosas; lo que indica que, en dicho mes (abril), el crecimiento fue de $1,13 \text{ cm}$ y $0,91 \text{ cm}$,

TABLA I
LONGITUD Y TASA DE CRECIMIENTO DE LOS INDIVIDUOS DE *PTEROCLODIA CAPILLACEA* PODADOS
EL 9-IX-1984, EL 4-XII-1984 Y EL 10-III-1985

	7-X-1984	3-XI-1984	4-XII-1984	27-I-1985	12-II-1985	10-III-1985	7-IV-1985	5-V-1985	2-VI-1985
Estartit									
N.º de ejemplares	56	80	43	41	69	50	49	42	48
Long. máxima (cm)	1,50	2,70	2,70	1,50	1,60	3,60	0,70	3,60	3,60
Long. mínima (cm)	0,60	0,90	1,40	0,20	0,80	1,00	0,10	0,60	0,90
Long. media (cm)	0,96	1,74	1,78	1,04	1,17	1,68	0,32	1,45	2,36
Desviación	0,22	0,35	0,27	0,30	0,19	0,42	0,14	0,55	0,57
Error st.	0,03	0,04	0,04	0,05	0,02	0,06	0,02	0,08	0,08
Crecimiento (cm)	0,96	0,78	0,04	1,04	0,13	0,51	0,32	1,13	0,91
Tasa de crecimiento (cm día ⁻¹)	0,0330	0,0300	0,0012	0,0196	0,0081	0,0196	0,0114	0,0403	0,0325
Rosas									
N.º de ejemplares	84	46	56	53		90	46	52	46
Long. máxima (cm)	2,30	2,30	3,50	1,40		2,90	0,60	2,30	3,10
Long. mínima (cm)	0,10	0,80	1,00	0,50		0,20	0,10	0,60	0,90
Long. media (cm)	0,78	1,56	1,80	0,89		2,16	0,24	1,15	2,08
Desviación	0,34	0,42	0,59	0,21		0,52	0,13	0,36	0,50
Error st.	0,04	0,06	0,08	0,03		0,05	0,02	0,05	0,07
Crecimiento (cm)	0,78	0,78	0,24	0,89		1,27	0,24	0,91	0,93
Tasa de crecimiento (cm día ⁻¹)	0,0268	0,0300	0,0075	0,0167		0,0302	0,0085	0,0325	0,0332

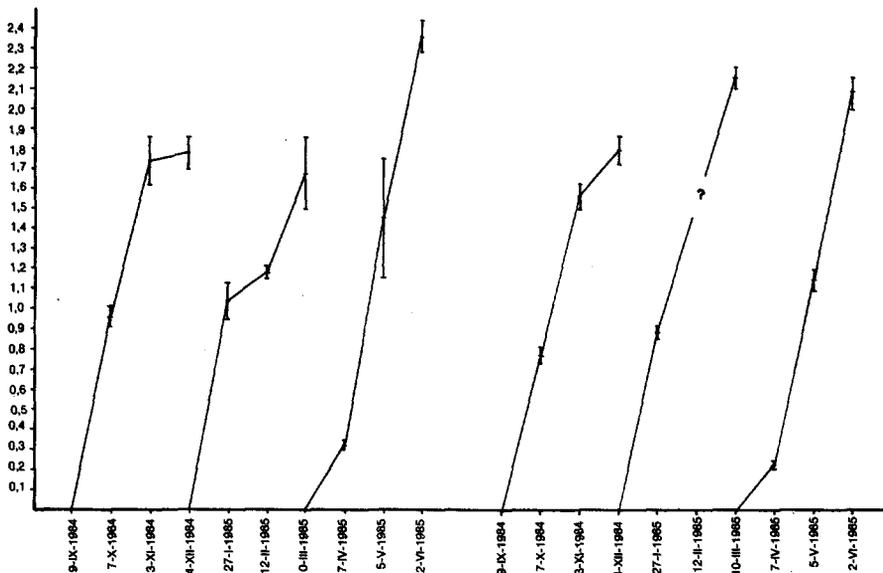


Fig. 1.—Incremento medio de la longitud, observado en cada muestreo, de los individuos de *Pterocladia capillacea* podados el 9-IX-1984, el 4-IX-1984 y el 10-III-1985.

respectivamente; siendo, por tanto, la tasa de crecimiento bastante elevada: $0,0403 \text{ cm día}^{-1}$ y $0,0325 \text{ cm día}^{-1}$, respectivamente. En el tercer mes (mayo), los ejemplares median $2,36 \text{ cm} \pm 0,08$, en Estartit, y $2,08 \text{ cm} \pm 0,07$, en Rosas; lo que representó un crecimiento de $0,91 \text{ cm}$ y $0,93 \text{ cm}$, respectivamente, y una tasa de crecimiento elevada de $0,0325 \text{ cm día}^{-1}$ y $0,0332 \text{ cm día}^{-1}$. Por lo tanto observamos un brusco aumento de dicha tasa en los meses de abril y mayo (tabla 1, fig. 1).

CONCLUSIONES

Podemos resaltar en primer lugar que el crecimiento de *Pterocladia capillacea* no es homogéneo, ya que observamos como la tasa de crecimiento varía según las épocas del año.

Los valores máximos de la tasa de crecimiento corresponden a los meses de abril ($0,0403 \text{ cm día}^{-1}$, en Estartit, y $0,0325 \text{ cm día}^{-1}$, en Rosas), mayo ($0,0325 \text{ cm día}^{-1}$, en Estartit, y $0,0332 \text{ cm día}^{-1}$, en Rosas), septiembre ($0,033 \text{ cm día}^{-1}$, en Estartit, y $0,0268 \text{ cm día}^{-1}$, en Rosas) y octubre ($0,030 \text{ cm día}^{-1}$, en Estartit y en Rosas), o sea, durante la primavera e inicios del otoño (fig. 1). Dichos valores son similares a los obtenidos en *Gelidium sesquipedale* (SEOANE-CAMBA, 1969). Al no haber sido posible realizar una poda durante el mes de junio, no disponemos de valores de crecimiento para los meses de verano, pero podemos arriesgarnos a decir que el crecimiento mensual durante este período estival podría continuar siendo alto, si tenemos en cuenta que el desarrollo máximo de la especie se alcanza en verano-principios de otoño (RIBERA SIGUÁN & COS ASENSIO, 1986).

Observamos igualmente que el comportamiento de *P. capillacea*, en cuanto a

crecimiento, es similar en las dos poblaciones, lo que corrobora la validez de los valores obtenidos.

Tal como hemos indicado anteriormente, nos interesaba ver si la poda influía en el crecimiento mensual, favoreciéndolo o inhibiéndolo. Para ello hemos comparado las poblaciones crecidas a partir de la poda del 9-IX-1984, que se han desarrollado durante el otoño, y las de la poda del 10-III-1985, que se han desarrollado durante la primavera, ya que en ellas la periodicidad de muestreo fue similar.

Podemos ver que, en la población podada en septiembre, el crecimiento mensual medio fue máximo (0,96 cm, en Estartit, y 0,78 cm, en Rosas) durante el primer mes, recién podada la planta. Dicho crecimiento fue disminuyendo, siendo mínimo (0,04 cm en Estartit, y 0,24 cm en Rosas) en el tercer mes, cuando la

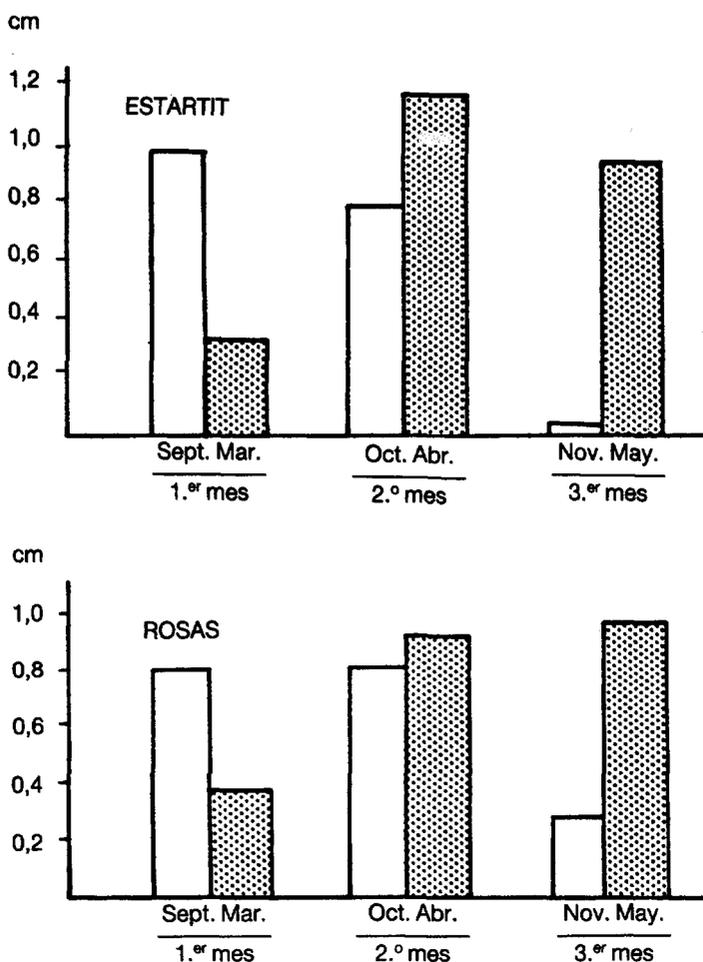


Fig. 2.—Comparación de los incrementos medios de la longitud de los individuos de *Pterocladia capillacea* en los tres meses posteriores a su poda. □ población podada el 9-IX-1984 y ▨ población podada el 10-III-1985.

planta ya tenía un cierto desarrollo. Por el contrario, en la población podada en marzo observamos el proceso inverso. El crecimiento en el primer mes, recién podada la población, fue bajo (0,32 cm, en Estarrit, y 0,24 cm, en Rosas), mientras que en los meses siguientes alcanzó valores altos (1,13 cm, 0,91 cm, en Estarrit, y 0,91 cm, 0,93 cm, en Rosas). Por tanto, vemos que el crecimiento de la planta recién podada fue máximo en el mes de septiembre y mínimo durante el mes de marzo; lo que nos permite suponer que la poda no influye en el primer mes de crecimiento de la planta. A pesar de esta última afirmación, observamos que el crecimiento de la planta recién podada fue, durante el primer mes (diciembre), más elevado que el experimentado por la planta podada en septiembre, en su tercer mes de crecimiento (noviembre); lo que podría indicar que la poda en invierno, época en la que el crecimiento de la planta es mínimo, estimularía ligeramente dicho crecimiento (fig. 2).

Asimismo constatamos que la tasa de crecimiento mínima observada corresponde al tercer mes de desarrollo (noviembre), mientras que los valores máximos también se han obtenido en el segundo y tercer mes (abril y mayo). Esto, por tanto, parece demostrar que el crecimiento de los individuos de *P. capillacea* depende fundamentalmente de la época del año y no del estado de desarrollo vegetativo de la planta (fig. 2).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKATSUKA, I. (1973). Male organs of *Pterocladia capillacea* (Gelidiaceae, Rhodophyta). *Jap. J. Bot.* 48(2): 53-55.
- CALABRESE, G. (1973). Ricerche sui pigmenti delle alghe rosse. 6. Effetto di alcune fonti minerali di azoto sulla crescita e sulla formazione dei pigmenti in segmenti intercalari di *Pterocladia capillacea*. *Pubbl. Centro Sperim. Agric.* 12: 53-60.
- CALABRESE, G. & G. P. FELICINI (1970). Ricerche sui pigmenti delle alghe rosse. I: Analisi qualitativa e quantitativa dei pigmenti di *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Born. & Thur. coltivata in presenza di alcune fonti minerali di azoto. *Giorn. Bot. Ital.* 104: 81-89.
- FELICINI, G. P. (1970). Ricerche sulla rigenerazione in coltura di *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Born. & Thur. II. Influenza della intensità luminosa sulla morfologia del tallo. *Giorn. Bot. Ital.* 104: 35-47.
- FELICINI, G. P. & O. ARRIGONI (1967). Ricerche sulla rigenerazione in coltura di *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Born. & Thur. *Giorn. Bot. Ital.* 101(4): 199-217.
- FELICINI, G. P. & C. PERRONE (1972). Sulla formazione di galle nella rigenerazione di *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Born. & Thur. in coltura. *Giorn. Bot. Ital.* 106(6): 351-358.
- FELICINI, G. P. & C. PERRONE (1986). Une étude en lumière polarisée sur le parcours des hyphes dans le thalle de *Pterocladia capillacea* (Gelidiaceae, Rhodophyta). *Phycologia* 25(1): 37-46.
- FISCHER, W., M. SCHNEIDER & M. L. BAUCHOT (1987). *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et mer Noire*. Vol. 1. 760 pp.
- FRALICK, R. A. & F. ANDRADE (1981). *The growth, reproduction, harvesting and management of Pterocladia capillacea (Rhodophyceae) in the Azores, Portugal*. Xth. International Seaweed Symposium.
- OKAMURA, K. (1934). On *Gelidium* and *Pterocladia* of Japan. *J. Fish. Inst. Tokyo* 29: 47-67.
- OLIVEIRA FILHO, E. C. & I. P. SAZIMA (1973). Estudos sobre a Biologia de algas agarofitas. I. Recoloniização, brotamento e fenologia em populações naturais de *Pterocladia capillacea* (Rhodophyta-Gelidiaceae). *Bol. Zool. Biol. Mar. São Paulo* 30: 667-690.
- PERRONE, C. & G. P. FELICINI (1974). Ricerche di base per la coltivazione di Floridee marine di interesse economico. *Sci. Tec. Agraria* 14(6): 3-19.
- RIBERA SIGUÁN, M. A. & C. COS ASENSIO (1986). *Estudio biológico de la especie, productora de agar, Pterocladia capillacea (Gmelin) Born. in Born. & Thur. (Rhodophyceae, Gelidiales) tanto en vivo como en cultivo*. Memoria del Ajut a la Investigació, 1985. Barcelona. 80 pp.
- ROMO, H., K. ALVEAL & M. ÁVILA (1984). El efecto de la poda en sobrevivencia, tamaño y rendimiento de *Macrocystis pyrifera* (L.) Ag. (Lessoniaceae) de la isla Navarino. Chile. *Gayana, Bot.* 41(1-2): 127-135.

SANTELICES, B. (1985). Patterns of ecological responses in the species of *Gelidium* and *Pterocladia*. *Abstracts Second International Phycology Congress*.

SEOANE CAMBA, J. A. (1969). Crecimiento, producción y desprendimiento de biomasa en *Gelidium sesquipedale* (Clem.) Thuret. *Proc. Int. Seaweed Symp.* 6: 365-374.

Aceptado para publicación: 17-VI-1988