

UNA NOTA SOBRE EL CULTIVO UNIALGAL DE
GRACILARIA PROCEDENTE DE LA ISLA SANTA
MARÍA Y RÍO TUBUL, PROVINCIA DE
ARAUCO, CHILE (*)

POR

DONG HO KIM y ARTURO I. CANDIA (**)

RESUMEN

Cultivos unialgales de plantas de *Gracilaria* procedente de la Isla Santa María y Río Tubul fueron mantenidos durante varios años en diferentes condiciones de temperatura, fotoperíodo e intensidad luminosa. No se observó maduración de esporangios en condiciones de temperatura menores de 15°C y de intensidad luminosa menor de 50 ft-c. hechos que concuerdan con las observaciones en terreno.

Mediante la técnica de cultivo unialgal se comprobó que las plantas de *Gracilaria* de la Isla Santa María y Río Tubul tienen anteridios en conceptáculos cuyas características corresponden a la especie *Gracilaria verrucosa*.

ABSTRACT

Unialgal cultures of *Gracilaria* collected in Santa María and Tubul River were maintained for several years in different conditions of temperature, photoperiod and light intensity. Maturation of sporangia did not take place in temperature conditions lower than 15°C and light intensity lower than 50 ft-c, fact which agrees with field observations.

Through the technique of unialgal culture, it was proved that the plants of *Gracilaria* from Santa María Island and Tubul River, have antheridia in conceptacles of which characteristics agree with those of *Gracilaria verrucosa*.

INTRODUCCION

Gracilaria es un género de alga roja que se encuentra en muchas partes del mundo y sirve para la elaboración de agar-agar, sustancia que se utiliza en grandes cantidades en la industria alimenticia como estabilizador, clarificador, aglutinante o espesante. Su distribución va desde las regiones tropicales (Kim, 1970) a la Antártida (Papenfuss, 1964) y se considera un género cosmopolita. En el caso de Chile, dicho género ocupa, desde hace más de diez años, el primer lugar entre las algas marinas de importancia económica (Jaramillo, 1975) y es interesante ver la factibilidad de efectuar cultivos masivos.

(*) Financiado parcialmente por la Vice-rectoría de Investigación de la Universidad de Concepción.

(**) Laboratorio de Algas, Instituto de Biología, Universidad de Concepción. Casilla 1367 - Concepción.

El propósito del presente trabajo es investigar los factores limitantes de la madurez de los esporangios de *Gracilaria verrucosa*, como asimismo clarificar la identidad de *Gracilaria* de la Isla Santa María y Río Tubul.

Kim (1970) en un trabajo dio cinco especies de *Gracillaria* para Chile, describiendo la especie de *Gracilaria* de la Isla Santa María y Río Tubul como *G. lemanaeformis*. Dicha especie es, según descripciones de otros autores (Dawson *et al.*, 1964) diferente a *G. verrucosa* por carecer de conceptáculo. Mediante la técnica de cultivo unialgal se mantuvieron las plantas de *Gracilaria* de dichas localidades en diferentes condiciones de temperatura, fotoperíodo e intensidad luminosa y se obtuvieron las plantas masculinas con conceptáculos, cuyas características corresponden a *G. verrucosa*.

MATERIALES Y METODOS

Plantas de *Gracilaria* se recolectaron en su fase cistocárpica en Río Tubul (73°27'W; 37°13'S), en la fase tetrasporofítica y vegetativa en Isla Santa María (73°30'W; 37°03'S). Trozos de plantas cistocárpicas fueron lavados con agua dulce bajo llave con chorro suave, para remover epifitas, luego los trozos se secaron en papel toalla. Bajo lupa se realizó un corte oblicuo en el cistocarpo para visualizar la masa de carposporas a través de la lupa. La aislación de las carpósporas se realizó mediante aguja esterilizada; los ápices de las plantas inmaduras o vegetativas se lavaron en la misma forma anterior y se sometieron en 1-1,5% de jalea de agar-agar restregándose para una limpieza más completa.

Cultivos de una tetráspora fueron establecidos utilizándose las tetrásporas obtenidas en el cultivo unialgal como una segunda generación. Las esporas después de liberadas se asientan en el fondo del frasco y mediante una micropipeta se aisló una sola espora en cada operación. Las esporas y ápices aisladas se colocaron en frascos de 75 ml (Fig. 1) con medio de cultivo diluido a la mitad de Provasoli's Enrichment Solution (Provasoli, 1968). Se cambió el medio aproximadamente cada 15 días realizando una poda. Las condiciones de cultivo eran:

10 ± 1°C, 16 : 8*, 400 ft-c; 15 ± 1°C, 16 : 8*, 400 ft-c; 21 ± 3°C, 12 : 12*, 20 - 50 ft-c; 21 ± 3°C, 12 : 12*, 400 ft-c; 22 ± 2°C, 16 : 8*, 400 ft-c; 25 ± 5°C, 12 : 12*, 400 ft-c. La iluminación fue hecha con los tubos fluorescentes de "cool-white" o "day-light" 40 W de la Cía. General Electric.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

El desarrollo de las plantas juveniles de *Gracilaria verrucosa* fue estudiado por varios investigadores (Jone, 1956; Komiya y Sasamoto, 1957; Mitrakos, 1965; Oza y Krishnamurthy, 1968; Tsekos y Karataglis, 1974); los resultados del presente estudio indican que las plantas chilenas siguen el mismo patrón ya señalado por autores men-

cionados. Las plantas en cultivo tenían muchos pelos hialinos, siendo iguales en estructura externa e interna a las plantas de terreno. Las plantas crecidas bajo una intensidad luminosa relativamente alta se ponen de un color café oscuro más intenso que las cultivadas con baja intensidad luminosa.

Las plantas de la Isla Santa María demoraron siete meses en esporular tetrásporas maduras y las plantas desarrolladas desde las carpósporas de Río Tubul esporularon tetrásporas después de seis meses aproximadamente (Fig. 2). Las plantas mantenidas en condiciones de temperatura menores de 15° y de intensidad luminosa menor de 50 ft-c no formaron tetrasporangios maduros (Tabla 1). Dicha observación concuerda con las observaciones en el terreno, en donde las plantas en aguas con baja temperatura no logran la maduración de sus esporangios, aún cuando hay formación de ellos.

Tetrásporas esporuladas desarrollaron en la mayoría, plantas gametófitas. Las plantas masculinas formaron en ramificaciones, que se presentan globosas hacia los ápices (Fig. 3), anteridios en conceptáculos (Ogata *et al.*, 1972), 15-51 μ en profundidad, cuyas características corresponden a la especie *Gracilaria verrucosa*. Las plantas desarrolladas de las esporas formaron órganos de fijación cuya forma es discoide. Cada órgano de fijación da varios nuevos brotes (Fig. 4).

TABLA 1

EFFECTOS DE TEMPERATURA, FOTOPERIODO E INTENSIDAD LUMINOSA EN LA MADURACION DE LOS TETRASPORANGIOS DE *GRACILARIA VERRUCOSA*

Temperatura (°C)	CONDICIONES DE CULTIVO		Maduración
	Fotoperíodo	Intensidad luminosa (**) (ft-c)	
10 \pm 1	16 : 8*	400	inmaduro
15 \pm 1	16 : 8*	400	inmaduro
21 \pm 3	12 : 12*	20-50	inmaduro
21 \pm 3	12 : 12*	400	maduro
22 \pm 2	16 : 8*	400	maduro
25 \pm 5	12 : 12*	400 (**)	maduro

* Corresponde a período de oscuridad.

(**) La iluminación fue hecha con los tubos fluorescentes de "daylight". Otros con los tubos de "cool-white".

Ogata y sus colaboradores (1972) informaron que esta especie tiene un ciclo de vida del tipo *Polysiphonia flexicaulis*. Sin embargo, Church (1919) encontró en una planta todos los órganos reproductores y Kim (1970) descubrió tetrasporangios en una planta cistocárpica. En el presente trabajo, se ha encontrado que una planta crecida de tetráspora produce nuevamente tetrásporas, mostrando una anomalía del ciclo vital.

El fenómeno del fotoperiodismo en el desarrollo de las algas marinas bentónicas fue reclamado por varios investigadores (Leving, 1956; Powell, 1964; Knagg, 1969; Vadas, 1972) pero Dixon y Richardson (1970) advierten que no hay que confundir con el efecto de la fotosíntesis. Considerando los resultados del presente trabajo y de Ogata *et. al.* (1972), *Gracilaria verrucosa* es aparentemente una planta neutral.

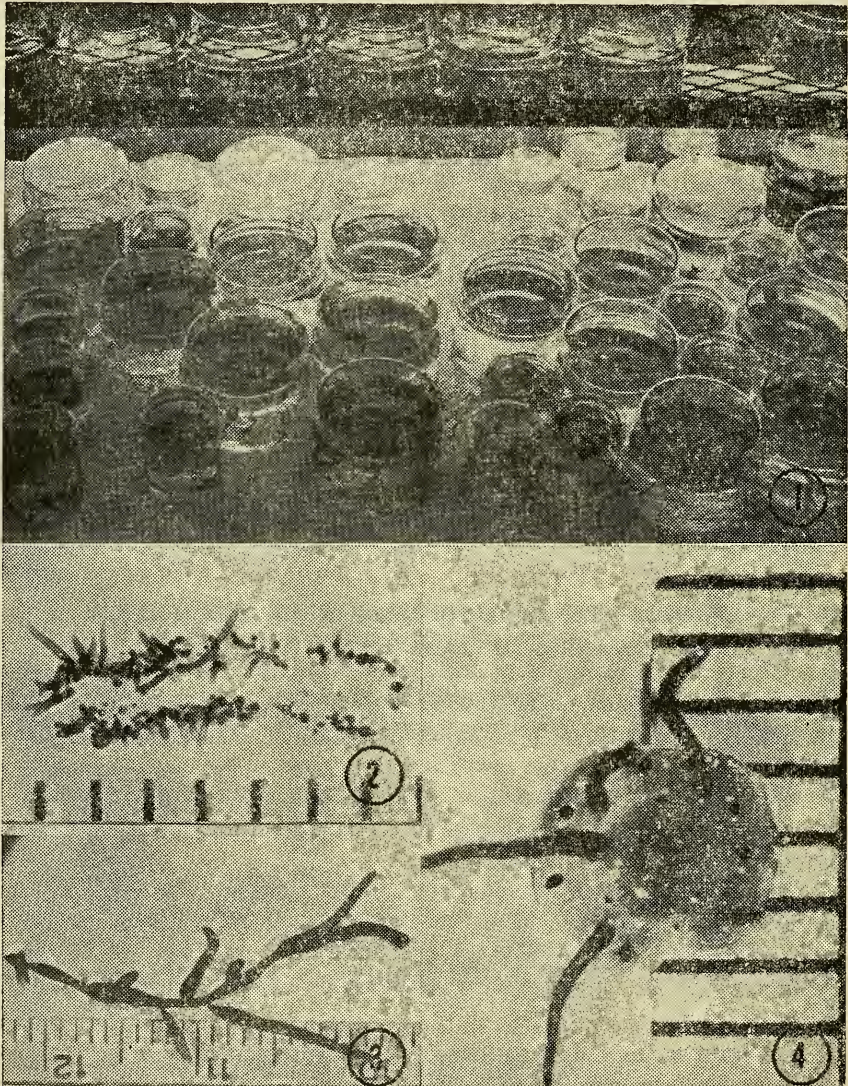


Fig. 1.— Parte de incubadora con frascos de cultivos de *Gracilaria*.
Fig. 2.— Desarrollo de esporas después de esporulación (escala en mm).
Fig. 3.— Plantas masculinas con ramificaciones globosas hacia los ápices (escala en mm).
Fig. 4.— Planta de *Gracilaria* desarrollada desde espora, presentando órgano de fijación (discoide) del cual se forman nuevos brotes (escala en mm).

Las plantas de *G. verrucosa* en diferentes fases posiblemente producen diferentes tipos de agar-agar en su ciclo de vida (Kim y Henríquez, en prensa). Los resultados del presente trabajo sobre las diferentes condiciones de temperatura, fotoperíodo e intensidad luminosa en la maduración de los tetrasporangios contribuirían a programar proyectos de cultivo masivo de esta alga con el objeto de obtener un tipo específico de agar-agar.

AGRADECIMIENTOS

Los estudios del presente trabajo fueron realizados, en gran parte, en el Departamento de Botánica de la Universidad de Washington, Seattle, Washington 98105 U.S.A. El investigador principal (DHK) desea expresar sus agradecimientos al Dr. Richard Norris por sus sugerencias.

Los autores también desean expresar, muy especialmente, su agradecimiento a los Sres. J. Cid y R. Castillo que, de una u otra forma, han hecho posible este trabajo y al Prof. K. Alveal por su ayuda en la corrección del español.

BIBLIOGRAFIA

- Church, A. H. 1919. Historical review of the Florideae I and II. *J. Bot.*, London, 57 : 297-304, 329-334.
- Dawson, E. Y., Acleto, C. and Foldvik, N. 1964. The seaweeds of Peru. *Beihefte zur Nova Hedwigia*, 13, 111 p., 81 pls.
- Dixon, P. S. and Richardson, W. N. 1970. Growth and reproduction in red algae in relation to light and dark cycles. *En* Fredrick, J. F. and Klein, R. M. (Ed.) *Phylogenesis and morphogenesis in the algae*. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 175 (2) : 764-777.
- Jaramillo, M. O. 1975. Las algas en Chile. División de Pesca y Caza, Servicio Agrícola y Ganadero, Santiago, 114 p.
- Jones, W. F. 1956. Effect of spore coalescence in the early development of *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenfuss. *Nature*, London, 178 : 426-427.
- Kim, D. H. 1970. Economically important seaweeds in Chile. I. *Gracilaria*. *Bot. Mar.*, 13 : 140-162.
- Knags, F. W. 1969. A review of Florideophycidean life histories and of the culture techniques employed in their investigation. *Nova Hedwigia*, 18 : 293-330.
- Komiya, T. and Sasamoto, M. 1957. Studies on the propagation of *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss. I. On the settling of the spores and development of the early stage. *Ariakekai Kenkyu Hokoku*, Nº 4, 25-34.
- Levring, T. 1956. Some modern aspects of growth and reproduction in marine algae in different regions. *Ann. Biol.*, 33(1-2) : 57-65.
- Mitrakos, K. 1965. Zum Wachstum von Karposporen-Keimlinge der Rotalge *Gracilaria confervoides* (L.) Grev. *Bot. Mar.*, 7:64-65.
- Ogata, E., Matsui, T. and Nakamura, H. 1972. The life cycle of *Gracilaria verrucosa* (Rhodophyceae, Gigartinales) *in vitro*. *Phycologia*, 11(1) : 75-80.

Oza, R. M. and Krishnamurthy, V. 1968. Carpospore germination and early stages of development in *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenf. Phycos, 6(1, 2) : 84-85.

Papenfuss, G. F. 1964. Catalogue and bibliography of Antarctic and Sub-antarctic benthic marine algae. Antarctic Res. Ser. Vol. 1, 76 p.

Powell, J. 1964. The life-history of a red alga, *Constantinea*. Ph. D. thesis. Univ. of Wa., Seattle, U.S.A., 154 p.

Provasoli, L. 1968. Media and prospects for the cultivation of marine algae. *En* Watanabe, A. and Hattori, A. (Ed). Cultures and Collections of algae. Proc. U. S. Japan Conf. Hakone, Sept. 1966, Jap. Soc. Plant. Physiol., pp. 63-75.

Tsekos, I. und Karataglis, S. 1974. Der Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von Karposporen-Keimlingen der Rhodophyceae *Gracilaria confervoides* (L.) Grev. Bot. Mar., 17 : 223.

Vadas, L. 1972. Ecological implications of culture studies on *Nereocystis luetkeana*. J. Phycol., 8 (2) : 196-203.