Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente 43 (1&2): 33-36 (2004); 1 Fig., 1 Tab.

FASES REPRODUCTIVAS DE *GRACILARIA DAMAECORNIS* J. AGARDH (GRACILARIACEAE: RHODOPHYTA)

LEONOR BRITO L. & SORAIDA SILVA T.

Universidad de Oriente, Postgrado en Ciencias Marinas, Cumaná, Estado Sucre, Venezuela
perbrica@telcel.net.ve

Resumen: Se estudió la fenología reproductiva de *Gracilaria damaecornis* en Punta Arenas, Estado Sucre, Venezuela, desde septiembre 1990 hasta marzo 1991. La especie se presentó fértil durante el periodo de muestreo con la presencia de plantas gametofíticas (carposporofitos y gametofitos masculinos). La proporción de plantas tetrasporofíticas dominó a las gametofíticas, variando desde un mínimo de 36,36% en diciembre a un máximo de 68,84% en febrero. Los valores mas elevados coincidieron con la época de sequía, caracterizada por temperaturas bajas, oleaje y vientos fuertes. Las plantas menos numerosas fueron los gametofitos masculinos. En una misma planta se observó la presencia de fases reproductivas mezcladas, en este caso, tetrasporofitos y carposporofitos.

Palabras claves: *Gracilaria*, fenología reproductiva, algas.

ABSTRACT: This paper reports on the reproductive phenology of *Gracilaria damaecornis* in Punta Arenas, state of Sucre, Venezuela, from September 1990 to March 1991. This species demonstrated fertility during the sampling period with the presence of gametophytic plants (male carposporophytes and gametophytes). The proportion of tetrasporophytic specimens surpassed that of gametophytes, ranging from a minimum of 36.36% in December to a maximum of 68.84% in February. The highest values coincided with the dry season, characterized by low temperatures, rough seas and strong winds. Male gametophytes occurred fewer in number than the other phases. The presence of mixed reproductive phases, namely, tetrasporophytes and carposporophytes, was observed on the same plant.

Key words: *Gracilaria*, reproductive phenology, algae.

INTRODUCCIÓN

El género *Gracilaria* es considerado por muchos autores como uno de los recursos naturales marinos con revelante incidencia social y económica en los últimos años, debido principalmente a la producción de agar y a la viabilidad de sus cultivos, por esto se estudian intensivamente los aspectos biológicos, químicos y ecológicos de las diferentes especies de este taxón como un posible substituto de *Gelidium*, el cual ha representado la fuente principal de agar (CRITCHLEY, 1993).

El manejo bien adecuado de una especie está condicionado al conocimiento de su biología, por lo tanto, el estudio del ciclo de vida de muchas especies de *Gracilaria* ha sido el tema de interés de muchos investigadores (COSTA & PLASTINO, 2001). Se ha señalado que las algas marinas muestran ciclos estacionales definidos en su crecimiento y reproducción, los cuales se correlacionan con fluctuaciones estacionales en la intensidad de luz, temperatura y con menos frecuencia con la concentración de nutrientes (MARSHALL, 1987). Asi mismo, MUDGE & SCROSATI (2003) indican que en algas rojas, la proporción de fases del ciclo de vida es un importante descriptor de la estructura de la población. Sin embargo, DEBOER (1981) señala que la disponibilidad de nutrientes es uno de los principales factores que regulan el crecimiento, reproducción y bioquímica de las algas. En estudios fenológicos realizados en especies tropicales de *Gracilaria* (HOYLE, 1978; PINHEIRO-JOVENTINO & FLOTA BECERRA, 1980; CHIRAPART *et al.* 1992, LUHAN, 1996, ORDUÑA-ROJAS & ROBLEDO, 2002, entre otros) se ha encontrado que las plantas reproductivas están presentes durante todo el año con una ligera dominancia de tetrasporofitos sobre las otras fases de vida.

El objetivo de este trabajo fue realizar un estudio de la fenología reproductiva de *Gracilaria damaecornis* para establecer un programa adecuado de manejo y evitar la sobreexplotación de este valioso recurso natural.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de *G. damaecornis* fueron recolectadas en la localidad de Punta Arenas, situada en el extremo Sur-Occidental de la Península de Araya, Estado Sucre, Venezuela, entre los 10° 31' Lat. N y 64° 14' Long. W, desde septiembre 1990 hasta marzo 1991, los cuales coincidieron con la época de lluvias (julio-diciembre) y con la de sequía (enero-junio), respectivamente. Esta zona presenta sedimentos areno-limosos, con oleaje y corrientes fuertes.

Los ejemplares fueron colocados en bolsas plásticas previamente rotuladas, con suficiente agua de mar y mantenidos en una cava con hielo, hasta su traslado al laboratorio. Luego, fueron aclimatados en acuarios de vidrio con agua de mar y suficiente aireación por el lapso de 1-2 dias. Seguidamente se separaron en porciones de acuerdo a la fase de vida (tetrasporofitos, carposporofitos, gametofitos masculinos, vegetativas y mezcla de éstas) mediante la ayuda de una lupa estereoscópica y microscopio óptico marca Leitz. Posteriormente, previa coloración con anilina azul al 1% y fijación con ácido clorhídrico al 1%, se procedió a efectuar cortes con un micrótomo de congelación marca Leitz entre 25-30 μm, los cuales fueron colocados y fijados en portaobjetos con solución Karo al 50%. Esto se realizó para corroborar las fases reproductivas de los ejemplares. La ocurrencia de cada etapa reproductiva fue expresada como el porcentaje del número total de plantas analizadas mensualmente.

RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos con respecto a la fenología reproductiva de *G. damaecornis*, se encontró que la especie se presentó fértil durante todo el periodo de muestreo, ya que las plantas gametofíticas (carposporofitos y gametofitos masculinos) aparecieron durante todos los meses muestreados, con excepción de marzo en el cual no se encontraron gametofitos masculinos. La fertilidad es corroborada por la poca cantidad de plantas vegetativas, las cuales solo se presentaron en septiembre y enero (TABLA 1; Fig. 1).

En el análisis porcentual de la ocurrencia de las diferentes fases reproductivas de *G. damaecornis* se observó que la proporción de plantas tetrasporofíticas dominó a las gametofiticas, variando desde un mínimo de 36,36% en diciembre a un máximo de 68,84% en febrero, y entre las gametofíticas las menos numerosas fueron los gametofitos masculinos (2,51%) durante febrero (TABLA 1; Fig. 1).

TABLA 1.- Fases reproductivas (%) de *Gracilaria damaecornis* desde septiembre 1990 hasta marzo 1991. N: Tamaño de la muestra; TET: Tetrasporofitos; CAR: Carposporofitos; VEG: Vegetativas; G. MASC.: Gametofitos masculinos; FM: Fases mezcladas (TET & CAR).

MESES	N	FASES REPRODUCTIVAS (%)				
		TET	CARP	VEG	G.MASC.	FM
Septiembre	162	43,83	22,84	12,35	4,32	16,66
Octubre	43	37,21	9,30	—	27,91	25,58
Noviembre	102	44,12	30,39	—	6,86	18,63
Diciembre	88	36,36	25,00	—	19,32	19,32
Enero	189	42,86	33,33	5,82	8,47	9,52
Febrero	199	68,84	9,55	—	2,51	19,10
Marzo	95	60,00	36,84	—	—	3,16

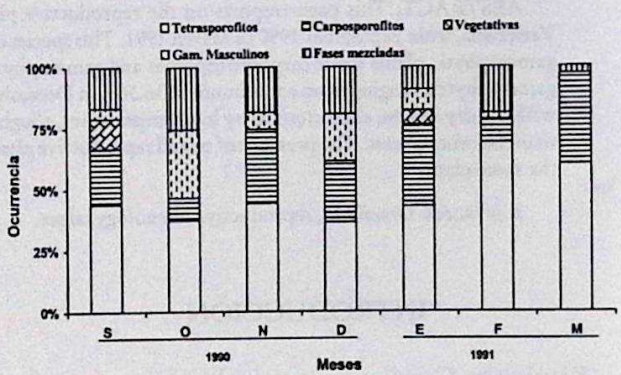


Fig. 1. Variación porcentual de las fases reproductivas de *Gracilaria damaecornis* en Punta Arenas, Península de Araya, Estado Sucre, Venezuela, desde septiembre 1990 hasta marzo 1991.

DISCUSIÓN

Con respecto al predominio de las plantas tetrasporofíticas sobre las gametofíticas en *Gracilaria damaecornis*, resultados similares encontraron HOYLE (1978) en *G. bursapastoris* y *G. coronopifolia*; PINHEIRO-JOVENTINO & FROTA-BEZERRA (1980) en *G. domingensis*; WHYTE *et al.* (1981) en *Gracilaria* (tipo "verrucosa"), variando entre 15,60% en mayo a 36,13% en julio;

PINHEIRO-JOVENTINO (1986) en *G. cervicornis;* CHIRAPART *et al.* (1992), ORDUÑA-ROJAS & ROBLEDO (2002) en *G. cornea*. HOYLE (1978) ha señalado varias hipótesis para tratar de interpretar la dominancia de las plantas tetrasporofiticas sobre las gametofíticas, pero al parecer ninguna explica claramente esta dominancia. Al respecto, YOKOYA & OLIVEIRA (1993) indican que esta dominancia puede estar relacionada con la ploidía celular de las fases, puesto que las células diploides se supone que son mas tolerantes que las haploides a las variaciones ambientales. Esta observación puede explicar el predominio de la fase tetrasporofítica en poblaciones naturales. HOYLE (1978) atribuye esta dominancia a fluctuaciones estacionales. En este estudio, uno de los factores que pudo haber influido en la ocurrencia de lo mencionado anteriormente es la dinámica del cuerpo de agua, ya que en el sitio de muestreo se observaron corrientes y oleajes muy fuertes, lo cual podría ocasionar la dispersión de las esporas hacia sitios mas tranquilos donde encontraran las condiciones favorables para adherirse y formar una nueva planta, disminuyendo así el número de plantas gametofíticas. Al respecto, MUDGE & SCROSATI (2003) encontraron en *Mazzaella oregona* una relación inversa en la proporción de gametofitos y tetrasporofitos con respecto al grado de exposición al oleaje, es decir, existió mayor proporción de gametofitos cuando estaban expuestas al oleaje bajo, y viceversa. En este estudio, durante febrero y marzo se presentaron los valores mas elevados para los tetrasporofitos, lo cual se corresponde con la época de sequía (enero-junio), bajas temperaturas (valores mínimos durante el primer trimestre del año (26-27 °C)) y vientos y oleaje fuertes, según lo señalado por APARICIO (2003). Además, también está relacionado con el fenómeno de surgencia costera que afecta la región Nororiental de Venezuela durante los primeros meses del año.

Se observó la presencia de fases reproductivas mezcladas sobre la misma planta, en este caso, tetrasporofitos y carposporofitos. En este sentido, OLIVEIRA & PLASTINO (1984) reportan que al menos cinco mecanismos son responsables para tratar de explicar este hecho: fusión de esporas desarrolladas; germinación de tetrasporas *in situ* sobre los tetrasporofitos originando gametofitos normales aunque algo reducidos; desarrollo directo del contenido del esporangio en gametangio; fallas en la citocinesis durante la meiosis (tetrasporas con 2 ó mas núcleos haploides) y recombinación mitótica. Sin embargo, WEST & HOMMERSAND (1981); AGUILAR & AGUILAR (1984); VAN DER MEER *et al.* (1984) indican que la mezcla de fases repoductivas en *Gracilaria* se debe a situaciones anómalas que ocurren esporádicamente en los órdenes de la clase Florideophyceae.

AGRADECIMIENTO

A todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron para la realización de esta investigación, en particular al Sr. MIGUEL GÓMEZ por su valiosa ayuda en las salidas de campo.

REFERENCIAS

AGUILAR, R. & M. A. AGUILAR. 1984. Presencia de las fases carposporofita y tetrasporofita sobre el mismo talo en *Polysiphonia paniculata* Mont. *Cienc. Mar.* 10:181-183

APARICIO, R. 2003. Revisión de las características oceanográficas de la plataforma nororiental de Venezuela. En: *La sardina (Sardinella aurita), su medio ambiente y explotación en el Oriente de Venezuela.* Ed. P. Freón & J. Mendoza. IRD Éditions Institut de Recherche Pour Le Développement. Paris, Francia : 171-231.

COSTA, V. & E. PLASTINO. 2001. Histórico de vida de espécimens selvagens e variantes cromáticas de *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta). *Rev. Brasil. Bot.* 24(4): 491-500.

CRITCHLEY, A. 1993. *Gracilaria* (Rhodophyta, Gracilariales): An economically important agarophyte. In: *Seaweed Cultivation and Marine Ranching.* Ed. M. Ohno & A. T. Critchley. JICA, Japan : 89-112.

CHIRAPART, A., K. LEWMANOMONT & M. OHNO. 1992. Seasonal variation of reproductive states of the agar-producing seaweed *Gracilaria changii* (Xia and Abbott) Abbott, Zhang and Xia in Thailand. *Bull. Mar. Sci. Fish., Kochi Univ.* 12:9-16.

DEBOER, J. A. 1981. Nutrients. In: LOBBAN, C. S. & M. J. WYNNE (eds.) The Biology of Seaweeds. Blackwell, Oxford & Univ. Calif. Press., Berkeley.USA. : 356-392.

HOYLE, M.D. 1978. Reproductive phenology and growth rates in two species of *Gracilaria* from Hawaii. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 35 : 273-283.

LUHAN, M.R. 1996. Biomass and reproductive states of *Gracilaria heteroclada* Zhang *et* Xia collected from Jaro, Central Philippines. *Bot. Mar.* 39 : 207-211.

MARSHALL, W. 1987. *Biología de las algas. Enfoque fisiológico*. Edit. Limusa, México. 518 pp.

MUDGE, B. & R. SCROSATI. 2003. Effects of wave exposure on the proportion of gametophytes and tetrasporophytes of *Mazzaella oregona* (Rhodophyta: Gigartinales) from Pacific Canada. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 83 : 701-704.

OLIVEIRA, E.C. & E.M. PLASTINO. 1984. The life history of some species of *Gracilaria* (Rhodophyta) from Brazil. *J. Phycol.* 32:203-208.

ORDUÑA-ROJAS, J. & D. ROBLEDO. 2002. Studies on the tropical agarophyte *Gracilaria cornea* J. Agardh (Rhodophyta, Gracilariales) from Yucatán, México. II. Biomass assessment and reproductive phenology. *Bot. Mar.* 45:459-464.

PINHEIRO-JOVENTINO, F. 1986. Ecological studies of *Gracilaria cervicornis* (Turn.) J. Ag. in Ceará State, Brazil. *Proc. Int. Seaweed. Symp.* 12: 87.

_____ & C.L FROTA-BEZERRA. 1980. Estudo de fenologia e regeneracao de *Gracilaria domingensis* Sonder (Rhodophyta, Gracilariaceae), no Estada do Ceará Brasil. *Arq. Cienc. Mar.* 20:33-41.

VAN DER MEER, J.P., M.V. PATWARY & C.J. BIRD. 1984. Genetics of *Gracilaria tikvahiae* (Rhodophyceae). X. Studies on a bisexual clone. *J. Phycol.* 20:42-46.

WEST, J.A. & M.H. HOMMERSAND. 1981. Rhodophyta: Life histories. In: The Biology of Seaweeds, Lobban, C.S. & M.J. Wynne (eds.) Blackwell Scientific Publ. London. UK. :133-193.

WHYTE, J.N., J.R. ENGLAR., R.G. SAUNDERS & J.C. LINDSAY. 1981. Seasonal variations in the biomass, quantity and quality of agar, from the reproductive and vegetative stages of *Gracilaria* (verrucosa type). *Bot. Mar.* 23:493-501.

YOKOYA, N. & E. OLIVEIRA. 1993. Effects of temperature and salinity on spore germination and sporeling development in South American agarophytes (Rhodophyta). *Jpn. J. Phycol.* 41: 283-293.

RECIBIDO: 16 de diciembre 2004
ACEPTADO: 25 de marzo 2005