

414.
1979

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION



INFORME : PROYECTO CIC 2.08.33

ESTUDIO DE RECURSOS ALGOLÓGICOS MARINOS

GRACILARIA

KRISLER ALVEAL
HECTOR ROMO

Exonerado de costo
06 MAR. 1979
Dr. Carlos Martínez Pavez
DIRECTOR ASISTENCIA TÉCNICA

instituto de BIOLOGIA

50 AÑOS AL SERVICIO DE LA CIENCIA



ESTUDIO DE RECURSOS ALGOLÓGICOS MARINOS.

GRACILARIA.

Proyecto CIC 2.08.33 - Univ. de Concepción.

21 MAR. 1973

Krisler Alveal V.
Héctor Romo D.

Departamento de Biología
Marina y Oceanografía.
Instituto de Biología.
Universidad de Concepción.

RESUMEN:

Se estudió el ciclo anual de la pradera de Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss existente en la Isla de Los Reyes, en base a los parámetros de biomasa, densidad, tamaño de las frondas y estados reproductores de las plantas durante el período comprendido entre Agosto de 1975 y Enero de 1977. Se entrega también información referente a la coexistencia de Gracilaria verrucosa y Desmarestia sp.

Pudo determinarse variaciones marcadas de biomasa durante el año, con máximos en los meses de Septiembre de 1975 y Enero de 1976 (254g/m^2 y 193g/m^2 respectivamente), y mínimos durante los meses de invierno (Mayo a Agosto) e inicio de primavera en el año 1976.

Su densidad presentó valores máximos en los meses de Septiembre y Octubre de 1975 y en Enero de 1976.

El tamaño de las frondas fue declinando continuamente de un máximo de 80 cm. en Agosto de 1975 a un mínimo de 26 cm de promedio en Mayo de 1976.

Estado reproductivo tetraspórico, parece ser la generalidad de esta pradera y con alto porcentaje de plantas fértiles durante todo el año. Otras etapas del ciclo de vida no fueron detectadas durante el período de observaciones.

(*) Proyecto Nº 2.08.33 financiado por la Vice-Rectoría de Investigación Científica, Universidad de Concepción.

INTRODUCCION:

La mayoría de los países ribereños tienen en sus costas variadas especies algológicas que por su abundancia y la utilización que el hombre hace de ellas constituyen importantes recursos renovables.

Países como Japón, Australia, Corea, Argentina, Chile, Filipinas y otros cuentan con algas de interés industrial y con especies de Gracilaria, agarófita de gran demanda a nivel mundial.

Chile es uno de los países que cuenta con este recurso algológico en la costa de tres regiones geográficas.

En Coquimbo ($29^{\circ}56'S$; $71^{\circ}21' W$)

En Concepción-Arauco ($36^{\circ}41' S$; $73^{\circ}06' W$) y

En Llanquihue-Chiloé ($41^{\circ}29'S$; $72^{\circ}58' W$)

Las algas extraídas se secan y se enpaquetan exportando-las posteriormente a Japón. Una cantidad menor es destinada a la elaboración de agar internamente en el país.

Las algas del género Gracilaria han sido explotadas en Chile desde hace aproximadamente 20 años y la actual demanda de esta agarofita y la explotación intensa a la que esta sujeta o derivado en el interés por conocer los procesos biológicos básicos y químicos de estas algas.

Los estudios de carácter biológicos en Gracilaria chilena han sido en general muy pocos en relación a la importancia que esta alga tiene. Investigaciones ecológicas básicas para lograr un adecuado manejo de estos recursos renovables se dejan sentir precisamente en los momentos en que se está efectuando una explotación intensiva de ella y grupos de pescadores subsisten con su venta.

La protección de este recurso tiene entonces carácter importante por su implicancia económica y social y los estudios científicos y tecnológicos que permitan dar las bases para ello, deben llevarse a cabo en forma regular y sostenida.

La mayor parte de los trabajos relacionados con Gracilaria han tenido en este país, un carácter prospectivo pudiéndose mencionar los de Borjes et al. (1965), Kim et al. (1968), Barrales et al. (1969) según cita Dellarossa (1974).

Investigaciones sobre aspectos biológicos y químicos han sido efectuados por Kim (1970), Dellarossa (1974) y Wilkomirsky (1975) este último, sobre nuevas técnicas de extracción de agar-agar.

La presente investigación fue realizada en la pradera de Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss en la zona submareal de Isla de los Reyes en el interior de Bahía Concepción ($36^{\circ}44'$ lat. S; $73^{\circ}02'$ long. W) durante el período comprendido entre los meses de Agosto de 1975 y Enero de 1977. El área presenta fondo de arena y arena-fangosa, pendiente suave y aguas calmas, excepto en épocas invernales, cuenta además con un aporte regular de agua dulce por influencia del río Andalien que desemboca en el extremo este de la bahía. Todas estas características conforman un ambiente bastante favorable para el desarrollo de esta especie, aunque se reconoce que la bahía está expuesta a una alta contaminación producida por la evacuación de desechos industriales y de aguas residuales del Puerto de Talcahuano y otras ciudades que se encuentran en la ribera oriente de ella. (Fig. 1)

El presente trabajo tuvo como finalidad:

- Conocer el comportamiento en el tiempo de la población de Gracilaria existente en Isla de los Reyes en Bahía Concepción.
- Conocer la secuencia de aparición de elementos reproductores en las diferentes épocas del año.
- Evaluar la actividad (ciclo de abundancia) de Demarestia, importante especie acompañante de Gracilaria a lo largo del tiempo.

MATERIAL Y METODOS:

Los muestreos se efectuaron en forma periódica (aproximadamente cada 30 días) sobre dos transectos perpendiculares a la costa con un total de 10 muestras de 1 m^2 cada una. Se utilizó lancha oceanográfica LUND, embarcaciones menores obteniéndose las muestras mediante escafandra autónoma. Rastreos y dragados complementarios fueron efectuados en toda la extensión de la pradera.

Para medir el parámetro de densidad, se utilizó una unidad-planta la cual fue definida como "el conjunto de talos que emergen del sustrato en forma agrupada", cada unidad-planta se colectó separadamente reuniendo todos los talos que la componían e individualizándola por medio de una banda elástica. Los resultados fueron expresados como número de plantas/ m^2 .

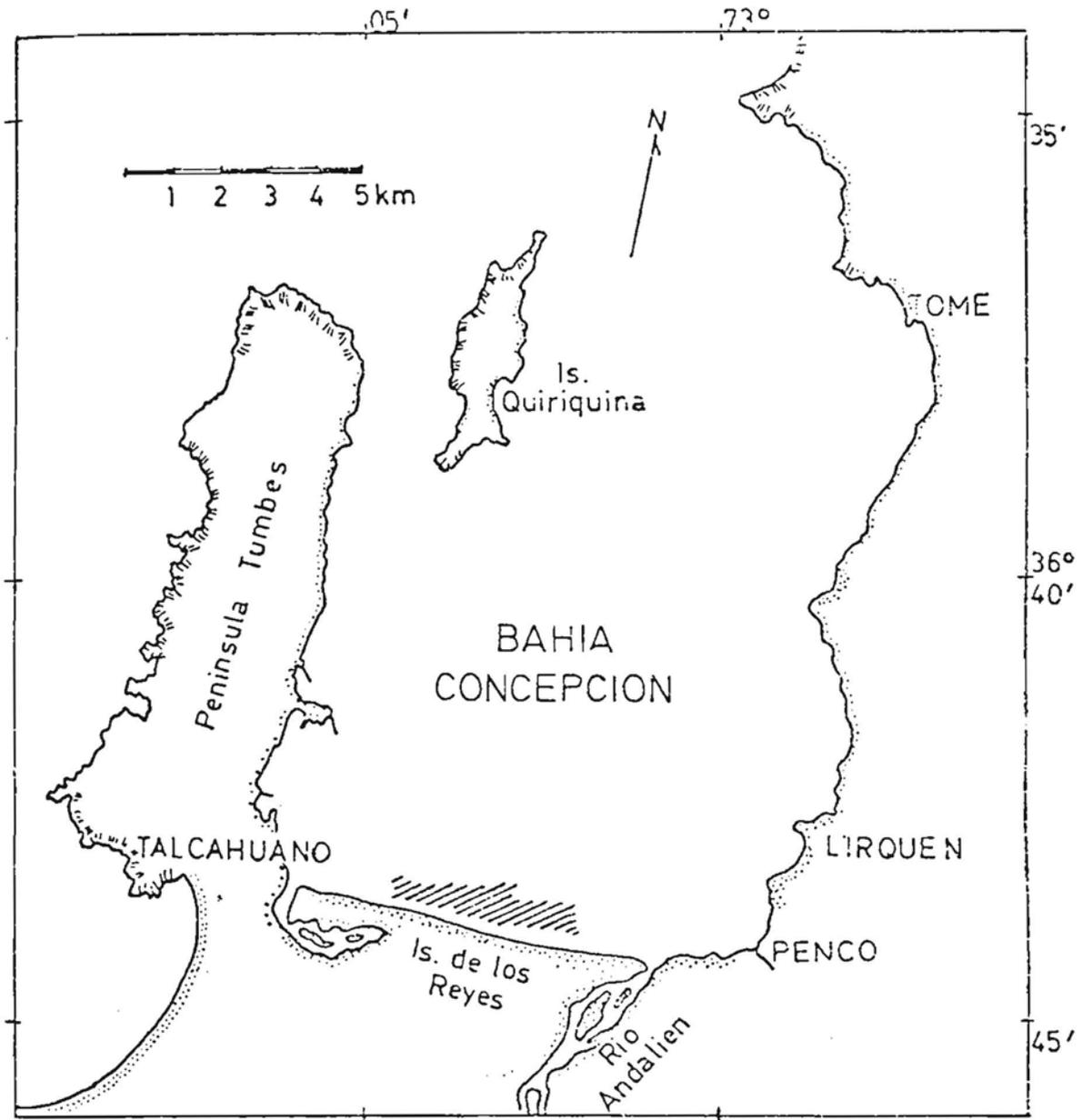


Fig. 1 Ubicación de la pradera de *Gracilaria* estudiada (frente a Isla de los Reyes) en Bahía Concepción.

La altura de las plantas se midió con una huincha centimetrada, anotando la longitud máxima de los talos que componían cada unidad.

Para calcular la biomasa, la muestra obtenida de cada m^2 se llevó a una estufa secadora Hereus y se mantuvo a una temperatura de $60^{\circ}C$ hasta peso constante, expresándose las mediciones en Gr. de peso seco/ m^2 .

Para medir el estado reproductivo de la pradera, se realizó un examen microscópico de muestras de algas determinando la presencia o ausencia de elementos reproductores.

Con el objeto de investigar el rol que cumplen los elementos reproductores de Gracilaria en la mantención de la pradera, se fondeó en el centro de ella una plataforma de estructura metálica de 2 m de largo, 0,80 m de ancho y provista de soportes de 0,60 m de altura para afianzarla al sustrato. Sobre esta plataforma se fueron colocando periódicamente, cajas de plástico de 625 cm^2 y de 10 cm de altura con arena, conchuela y piedras como sustrato con el objeto de observar la captación de esporas y su posterior desarrollo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Fluctuación anual de la densidad y tamaño de las plantas.

Al considerar el parámetro densidad, se estimó útil definir una unidad-planta o individuo, debido a que es imposible distinguir en terreno a cada individuo por separado. Es por eso que se definió a dicha unidad como aquel conjunto de talos agrupados que emergen del sustrato arenoso. Estos talos crecen juntos en número que fluctúa de 4 a 5 alcanzando a veces valores de alrededor de 10 a 15 talos en cada agrupación, por lo tanto, ellos pueden pertenecer a una sola planta cuyo eje principal esté enterrado en el sustrato, o bien, ellos están conformados por más de una planta, pero que por su cercanía espacial han sido definidos como una unidad.

El parámetro densidad utilizado según la definición ofrece posibilidades de error, de tal manera que solo debe dársele el alcance dado por definición pretendiéndose solamente incursionar en la búsqueda de un procedimiento que nos permita obtener alguna

TABLA Resumen de los promedios de Densidad, Altura de las plantas, Biomasa de Gracilaria y Biomasa de Desmarestia.

Meses	Densidad (Plantas/m ²)	Altura de las plantas (cm)	Biomasa de <u>Gracilaria</u> (gr/m ²)	Biomasa de <u>Desmarestia</u> (gr/m ²)
				0
1975				
AGOSTO	9,8	80,1	142,8	0,0
SEPTIEMBRE	10,6	60,3	254,3	0,0
OCTUBRE	9,4	56,3	186,0	8,2
NOVIEMBRE	---	38,4	62,4	133,6
DICIEMBRE	8,3	40,1	78,8	53,5
1976				
ENERO, 6	9,3	40,1	193,4	5,6
ENERO, 30	6,6	48,2	187,5	0,0
FEBBERO	4,6	41,7	181,2	63,0
MAYO	2,3	26,4	5,0	0,0
JULIO	1,7	28,6	5,8	0,0
AGOSTO	4,2	35,2	8,3	0,0
SEPTIEMBRE	5,4	29,0	7,0	6,2
NOVIEMBRE	5,8	53,7	75,1	7,4
DICIEMBRE	---		103,8	6,3
1977				
ENERO	---		25,6	27,2

medida de comparación en el estado de o de las praderas, de época en época y de sector en sector.

La posibilidad de establecer una metódica para tener valores de densidad de especies que tienen el modo y forma de vida como los de Gracilaria debe lograrse mediante un programa experimental de muestreo incluyéndolo en él, el comportamiento de las praderas a lo largo del tiempo y sus variaciones en el espacio.

Los datos obtenidos por Dellarossa (1974) en sus estudios de Gracilaria en Lençá y Dichato y nuestros propios datos obtenidos en la pradera de Bahía Concepción indican que el comportamiento de cada pradera sigue un patrón particular con cambios en las estaciones del año y cambios de año en año.

La pradera estudiada mostró un comportamiento diferente en los años 1975 y 1976 en cuanto a valores de densidad (Fig. 2). Se observó un período de estabilidad desde marzo a julio de 1976 iniciándose un período de incremento en el mes de Agosto. Valores máximos de densidad se obtuvieron desde Agosto-October de 1975 con un promedio máximo de 10,6 plantas por m^2 en Septiembre del mismo año.

Durante el verano de 1976 los valores fueron algo menores, pero durante el período de invierno de ese mismo año la densidad disminuyó rápidamente hasta llegar a un mínimo en el mes de Julio, en el cual se detectó una densidad de 1,7 plantas / m^2 . (Tabla 1 Fig. 2).

Con respecto a las fluctuaciones en el tamaño de las plantas, se ha observado una caída casi continua de los valores de este parámetro desde el mes de Agosto de 1975, fecha en que se iniciaron las observaciones y en la cual se registró un promedio de 80,1 cm de altura, hasta el mes de Mayo de 1976 en el cual el tamaño promedio alcanzó solamente un registro de 26,4 cm. (Tabla 1 Fig. 2)

Este comportamiento, del tamaño de las plantas de Gracilaria, concuerda con la tendencia observada por Dellarossa (1974) para las praderas de Lençá y Dichato en esta misma región, aunque este autor expresó sus resultados en base a la longitud de las frondas individuales que emergen del sustrato y en nuestro caso estos resultados están referidos a la altura máxima de la unidad-planta.

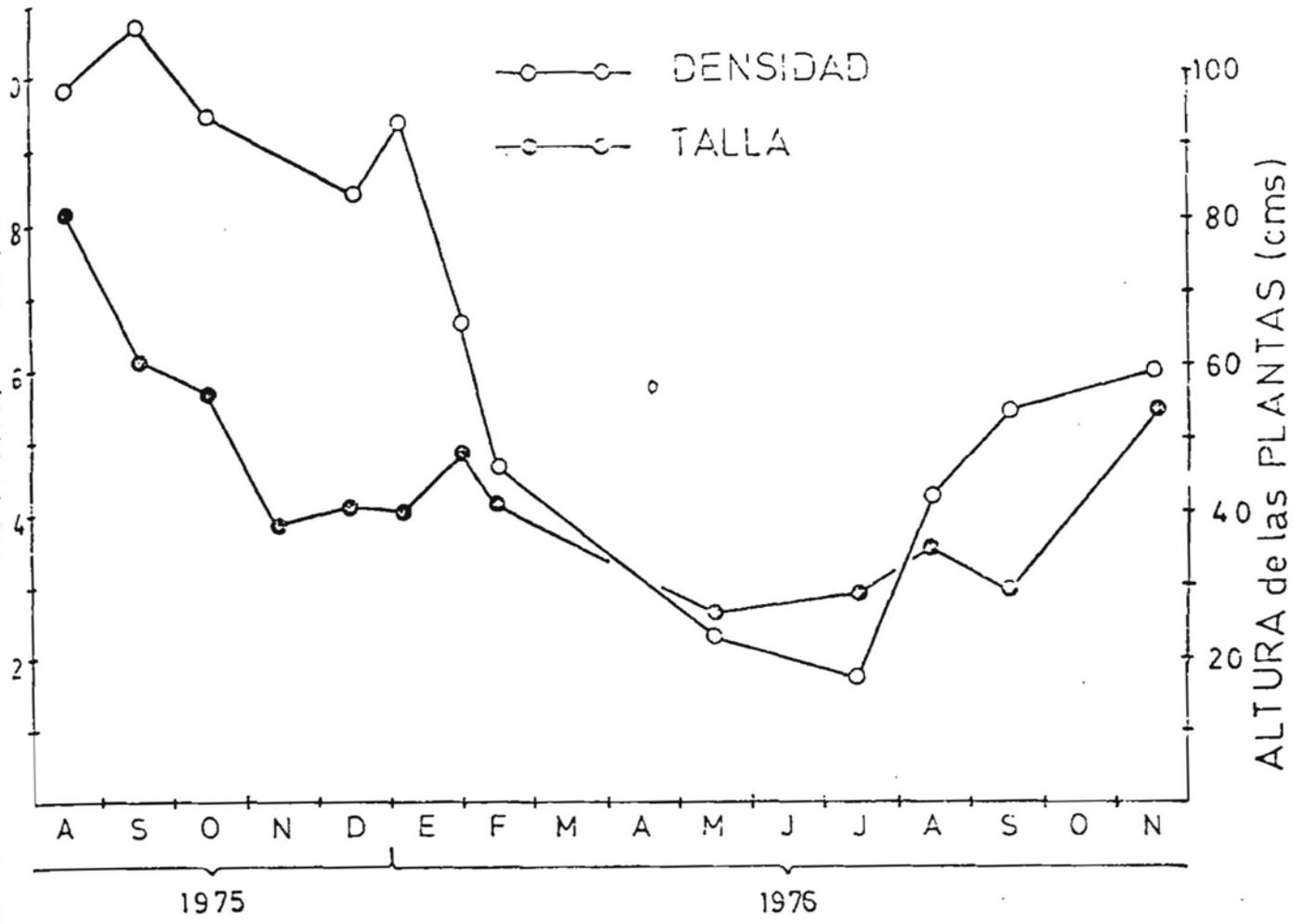


Fig. 2 Fluctuación de los valores promedio de densidad y altura de las plantas durante el período de observación.

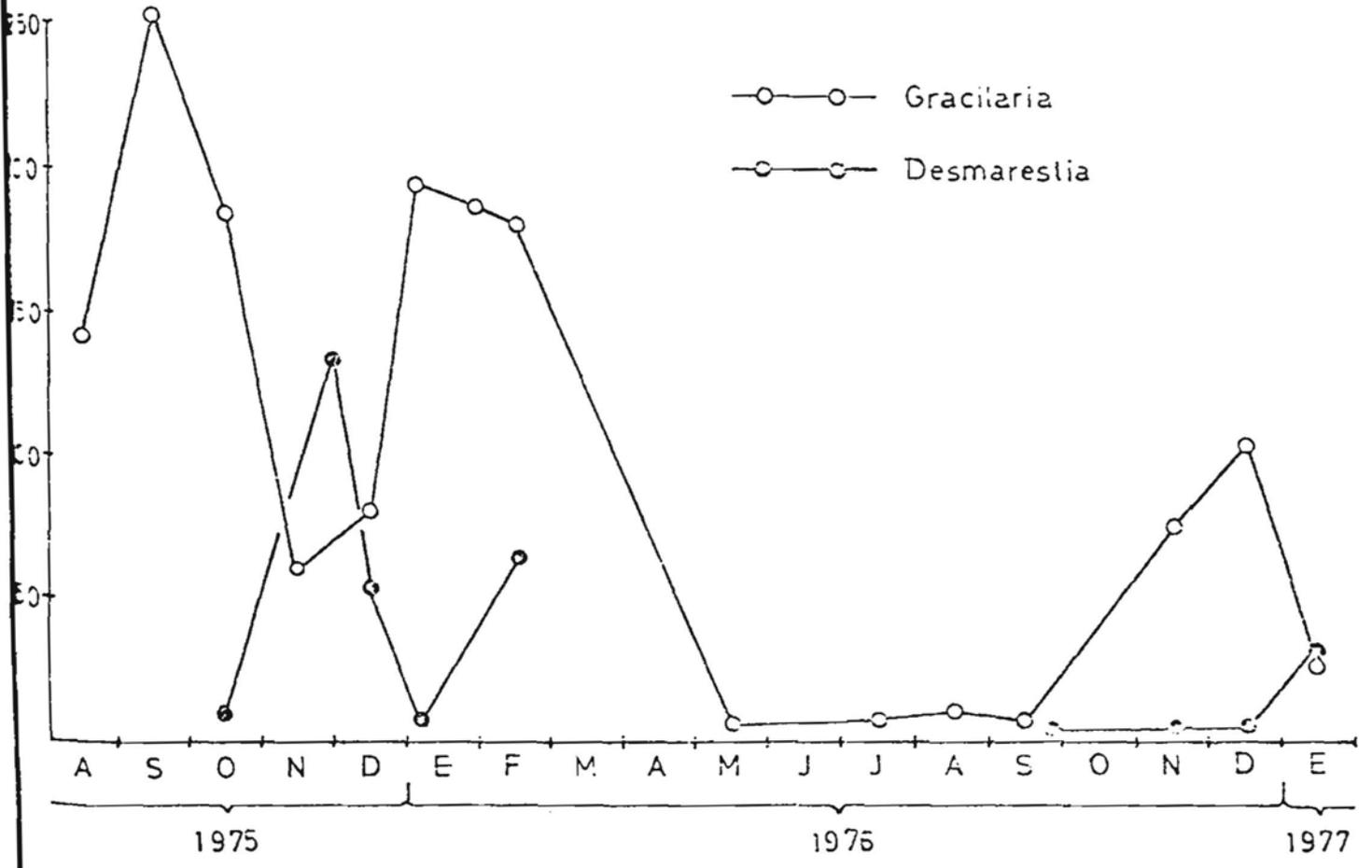


Fig. 3 Fluctuación de los valores promedio de biomasa de Gracilaria verrucosa y Desmarestia sp. durante el período de estudio.

Cabe destacar que el tamaño promedio de las frondas en el mes de Agosto de 1975 fué de 80,1 cm. mientras que en la misma fecha del año siguiente solo fue aproximadamente 35 cms. De igual manera los valores de biomasa (parámetro al cual nos referiremos luego) en el mes de septiembre de ambos años alcanzó valores totalmente opuestos (Fig. 2).

Fluctuaciones de la Biomasa

La pradera presentó fluctuaciones de biomasa bastante acentuadas con valores máximos durante la Primavera de 1975 ($193,4 \text{ g/m}^2$) y los meses de Verano de 1976 ($193,4 \text{ g/m}^2$). Durante el Invierno y Primavera de 1976 la biomasa tendió a bajar, pero encontrándose valores relativamente altos en los meses de Noviembre y Diciembre de 1976 ($193,4 \text{ g/m}^2$) pero sin igualar los valores que se observaron en el mismo período en el año anterior (Tabla 1 Fig. 3).

Durante el período de Octubre, Noviembre y Diciembre de 1975 que debe corresponder al período de máximo (florecimiento) de Gracilaria, se observa una baja en la producción de esta alga, destacando en cambio una alta biomasa del alga parda Desmarestia sp. (Fig. 3), hecho importante ya que entre ambas especies existiría una interacción competitiva, proceso aún no dilucidado.

El bajo pH presente en los fondos de esta alga (por liberación de ácido sulfurico) o algún proceso inhibitorio debe ser el responsable de las alteraciones de la curva de biomasa de Gracilaria ya que ambas viven juntas y entremezcladas durante la permanencia de Desmarestia. Este mismo hecho determina que Gracilaria colectada de estas condiciones se descompone rapidamente y resulta inservible para la industrialización.

Durante la primavera de 1976 se observaron nuevamente indicios de Desmarestia en la pradera y en Enero de 1977 se encontró cantidades suficientes para hacer una estimación encontrándose una brusca declinación en la biomasa de Gracilaria de la misma manera que en el año anterior.

Esta interacción entre Gracilaria y Desmarestia no ha sido reportada anteriormente para este tipo de praderas ni se había valorado el gran significado ecológico y económico que tiene ya que su presencia puede utilizar totalmente la producción de una área.

En bahía Coquimbo, Kim (1970) señala la coexistencia de Gracilaria y Acardhiella pero no se ha estudiado el comportamiento de ambas especies a lo largo del año. En Lengua Dellarossa (1974) observó que al final del período de máxima producción de Gracilaria, la epífita Ceramium rubrum proliferaba abundantemente y al parecer causa un debilitamiento en la fronda del huésped y durante marejadas fuertes puede haber gran desprendimiento de alga con la consiguiente baja en la producción final de biomasa de Gracilaria. En la pradera de Isla de los Reyes este fenómeno es de secundaria importancia ya que esta forma de epifitismo es escasa.

Varios autores (Stokke 1957; Kim 1970; Orris y Taylor 1973) han señalado la existencia epifítica de Ceramium sobre Gracilaria en diversas partes del mundo.

En el área estudiada varias especies, además de las mencionadas, acompañan a Gracilaria en alguna época del año y en realidad pueden ser consideradas como especies de secundaria importancia. Pueden mencionarse algas de los géneros Rhodymenia, Ectocarpus, Callophyllis y en menor cantidad Ulva esta última posiblemente proveniente de regiones adyacentes a la pradera o del litoral cercano, pero que en todo caso no ejercen acción competitiva con Gracilaria.

Alga del género Acardhiella se encontró en el extremo oeste de la pradera pero en escasa cantidad y restringida a las proximidades de la desembocadura del Estero el morro (fig. 1) en donde existe fondo de arena, fango y pedruzco.

ESTADO REPRODUCTIVO DE LA PRADERA.

A través de los 17 meses de estudios continuados de la pradera de Gracilaria en Isla de los Reyes se constató el alto porcentaje de plantas tetraspóricas existiendo valores que fluctuaron entre el 70.3% y el 100% de las plantas analizadas (Tabla 2), por lo que debe considerarse que en este lugar no se cumple naturalmente el ciclo trifásico típico de la especie confirmando entonces que las praderas podrían mantenerse mediante procesos de fragmentación y/o renovación vegetativa.

Con el objeto de valorar la influencia del sustrato como factor condicionante en la aparición de las otras fases del ciclo vital, se instalaron cerca del fondo, bandejas conteniendo are-

TABLA Estado reproductivo de la pradera de Gracilaria de
Isla de los Reyes

Meses	% de plantas tetraspóricas	% de plantas estériles
1975		
SEPTIEMBRE	70,3	29,7
OCTUBRE	98,2	1,8
DICIEMBRE	99,0	1,0
1976		
ENERO, 6	95,4	4,6
ENERO, 30	97,2	2,8
FEBRERO	100,0	0,0
MAYO	98,0	2,0
JULIO	100,0	0,0
AGOSTO	100,0	0,0
SEPTIEMBRE	100,0	0,0
NOVIEMBRE	100,0	0,0

na, conchuela y piedras. Los resultados fueron negativos no encontrándose sobre los diferentes tipos de sustrato indicios de talos nuevos provenientes de esporas. Las bandejas se encontraban con abundantes Crepidulas (193 ejemplares cantidad máxima sobre bandejas) Además de Balanus, (5-6 por cada 25 cm²), Pyura y Crustaceos Decapoda.

El control de cada bandeja se hizo en forma mensual, transportando al laboratorio sustrato, con 30 o más días de permanencia en el mar, para controlar un posible desarrollo de Gracilaria. Como ya se dijo los resultados obtenidos tanto en terreno como en el laboratorio fueron negativos.

No debe descartarse en este experimento, un factor que no fué controlado y que dice relación con la posible acción de pastoreo de la población de Crepidula sobre las esporas o estados de desarrollo iniciales de Gracilaria fenómeno que pudo ser el causante de la ausencia de estados jóvenes de Gracilaria en las bandejas. Si a este aspecto se suma la acción filtradora balánidos y piures, el resultado tiende a ser más negativo aún.

Al respecto, nos da tranquilidad el hecho de que el sustrato existente en la pradera de Lença (en Bahía San Vicente) es igual al existente en Isla de los Reyes y sin embargo allí la fase cistocárpica se presenta con bastante fuerza, pero está también presente durante algunas épocas del año, la fase tetrasporofítica (Dellarossa 1974).

Cabe concluir entonces que la naturaleza del sustrato tendría una influencia secundaria en la manifestación de las diferentes fases del ciclo vital de Gracilaria debiéndose valorar en cambio la influencia de otra clase de factores.

Las poblaciones de Gracilaria por lo general se encuentran en las proximidades de desembocadura de agua dulce de tal manera que los cambios de salinidad del medio deberían tener cierta influencia en la fisiología y comportamiento general de la especie.

Kim (1970) en su revisión sobre los aspectos ecológicos de Gracilaria señala que el ritmo de liberación de esporas en condiciones experimentales se incrementa cuando el material ha estado sumergido en agua de diferentes salinidades, debido a cambios en la presión osmótica de los tejidos.

El material proveniente de Isla de los Reyes liberó esporas después de permanecer algún tiempo en agua dulce y en condiciones de oscuridad.

. Las aguas de Bahía Concepción en sus niveles superficiales presentan salinidades de hasta un 26‰ como valor mínimo encontrado en las proximidades del área estudiada (Ahumada 1976).

° La influencia de la salinidad en la maduración y desarrollo de esporas en el medio natural no ha sido demostrada. La pradera existente en Bahía Concepción tiene poca influencia de agua dulce siendo el Estero Andalien el aporte más importante en la Bahía.

Según los estudios de Dellarossa, Gracilaria a pesar de vivir en áreas mixohalinas se mantiene en ambiente de vida estrictamente marino en los niveles sumergidos. En otras praderas locales como en Isla Santa María y en Isla Quiriquina, la influencia de agua dulce es nula o casi nula. Es importante indicar que en la pradera estudiada, la fase carposporófitas está prácticamente ausente. Lo contrario sucede en la pradera de Lengua, con influencia de agua dulce, en donde se ha señalado la presencia de gran porcentaje de carposporófitas. (Dellarossa 1972).

Las observaciones irregulares efectuadas en Isla Santa María indican de igual modo que ejemplares con cistocarpos están prácticamente ausentes, concluyéndose que la mantención de estas praderas pareciera ser por vía vegetativa. La posible existencia de ciclos largos (más de un año) deben ser comprobados con muestreos rutinarios en años consecutivos.

En esta latitud las temperaturas litorales medias del mar se mantienen en torno a los 12°C, temperatura que disminuye hacia los niveles profundos habitados por Gracilaria.

Estudios efectuados por Kim (1970), Ogata, Matsui y Nakamura (1972), señalan que temperaturas sobre los 20°C son favorables para el desarrollo de esporas de Gracilaria. Los autores Tsekos y Karataçlis (1974) demostraron experimentalmente en Gracilaria confervoides que la temperatura óptima para la maduración de esporas era 21°C.

La influencia de este factor en la maduración y desarrollo de elementos de reproducción ha sido bien comprobada por diferentes autores. En el litoral regional, sin embarco, no se registran temperaturas tan altas, pero la existencia de ejemplares cistocárpicos ha sido indicada para Lengua y sectores costeros de Dichato (Dellarossa 1974), para Cerro Verde (Kim, comunicación personal) y en algunos sectores de Tubul.

Debería pensarse entonces que en ciertas áreas se producirían temperaturas suficientemente altas que permitirían la maduración y desarrollo de tetrásporas con la consiguiente generación de la fase carposporofítica. Entre los ambientes que pueden presentar temperaturas altas cabe mencionar las cubetas y pozas litorales, aguas someras de lugares sin oleaje y en el interior de ríos con influencia marina. Es justamente en estos ambientes en donde se han encontrado ejemplares de Gracilaria con cistocarpos.

En la pradera de Isla de los Reyes, Bahía Concepción las temperaturas encontradas por Ahumada (1976) varían en un rango que va desde 12,5 °C a 14,4 °C, temperaturas adversas a la maduración y germinación de esporas.

Condiciones excepcionales, como ya se dijo, pueden darse localmente y que posibilitarían la alternancia de generaciones en sectores restringidos pero que de ningún modo podrían influir en la totalidad de una pradera (excepto Lengua). Durante 17 meses de observaciones continuadas la pradera estudiada presentó solamente una fase del ciclo vital.

En relación al factor temperatura, los resultados indican que aunque a Gracilaria verrucosa se le asigne un tipo de vida trifásico (tipo Polysiphonia) según Ogata, Matsui y Nakamura (1972), en la pradera de Isla de los Reyes se mantendría por vía vegetativa de la fase tetráspora, ya que a nuestro entender, la falta de temperaturas elevadas en el ambiente natural, impediría la aparición de las otras fases del ciclo de Gracilaria.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-

- 1.- En Isla de los Reyes el área factible de sustentar una pradera de Gracilaria se extiende desde la desembocadura del Río Andalien por el este hasta el Estero El Morro, por el oeste en una extensión de 6.000 mts., hasta la iscbata de 5 mts., que se ubica a 400 mts., de la playa.

La pradera existente en esta localidad es pequeña y producción anual bastante baja.

Debe intentarse la plantación o incremento artificial con cepas seleccionadas y ampliar la pradera especialmente hacia el sector oeste de las playas. Las ventajas y desventajas de un proyecto de esta índole deben ser previamente calculados.

- 2.- Los estudios ecológicos en la pradera de Bahía Concepción indican que existe interacción importante entre Gracilaria y Desmarestia en algunas épocas del año, interacción que queda de manifiesto al invertirse los valores de biomasa de ambas especies. La coexistencia con Desmarestia, alga que produce un ambiente ácido determina una baja en la calidad de Gracilaria, dejándola no apta para la comercialización.

Es necesario efectuar podas artificiales de Gracilaria en el momento en que Desmarestia inicia el crecimiento evaluando el rendimiento obtenido y controlando el comportamiento de ambas especies en los meses siguientes.

- 3.- Los estudios poblacionales indican que la pradera se mantiene y se desarrolla anualmente por vía vegetativa de la fase tetrasporofítica, proceso bastante general en las praderas de Gracilaria.

Es conveniente mantener en observación la pradera por varios años consecutivos con el objeto de verificar la posible existencia de ciclos reproductivos largos. De igual forma es conveniente inducir, en forma experimental, la aparición de otras fases tendientes a lograr con ellas, la colonización de sectores sin Gracilaria.

- 4.- La explotación de recursos marinos renovables debe ser una actividad organizada y controlada por organismos estatales. El recolector de algas, así como el comprador y el exportador deben poner periódicamente a disposición de los organismos de control la información referente a especie y cantidades colectadas, localidad, fecha y destino del alga.

Las instituciones de control deben aplicar reglamentaciones y normas basadas en el conocimiento científico y técnico aportado por los investigadores.

LITERATURA CITADA

- Ahumada, R. 1976. Contribución al conocimiento de las condiciones hidrográficas de la Bahía de Concepción y áreas adyacentes (Chile). Tesis para optar al título de Licenciado en Biología. Universidad de Concepción. 135 pp.
- Barrales, H., W. Wilkomirsky, D. H. Kim, G. Sanhueza y E. Kretzschmar. 1969. Estudios sobre el crecimiento y reproducción de Gracilariopsis en Isla Santa María. Convenio Universidad de Concepción e Instituto de Fomento Pesquero. Comunicación Nº 4, 22 pp.
- Bories, A. M. Carreño y C. Baez. 1965. Prospección de algas agarófitas (Gracilaria) en la costa chilena. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. 25 pp.
- Dellarossa, V. 1974. Estudios ecológicos sobre Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss, 1950, en Bahía San Vicente y Bahía Dichato, Chile. Tesis para optar al título de Licenciado en Biología. Universidad de Concepción 143 pp.
- Kim, D. H. 1970. Economically important seaweeds in Chile. I Gracilaria Bot. Mar. 2(2): 140-162.
- Kim, D. H., H. Mendoza, W. Wilkomirsky, U. Ohme y L. Overdick 1968. Resultados preliminares sobre el crecimiento de Gracilaria lemaneiformis y contribución a la industrialización de esta alga y otras agarófitas. Convenio Universidad de Concepción e Instituto de Fomento Pesquero. Comunicación Nº 3, 28 pp.
- Ogata, E., T. Matsui and H. Nakamura. 1972. The life cycle of Gracilaria verrucosa (Rhodophyceae, Gracilariinales) in vitro. Phycologia 11: 75-80.
- Cris, F and J. Taylor. 1973. A floristic and ecological survey. The benthic macro-algae of Rehoboth Bay. Delaware. Bot. Mar. 16(4): 226-228.

- Stokke, K. 1957. The red algae Gracilaria verrucosa in Norway. Nytt. Magasin Bot. 5: 101-111.
- Tsekos, I und S. Karataçlıs. 1974. Der Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von Karposporen-Keimlingen der Rhodophyceae Gracilaria confervoides (L.) Grev. Bot. Mar. 17(4): 226-226.
- Wilkomirsky, W. 1975. Controles de calidad en Gracilaria lemaneiformis (Bory) Weber van Bosse. Bol. Soc. Biol. de Concepción. 49: 219-22.

