

CRECIMIENTO Y FENOLOGIA REPRODUCTIVA DE *IRIDAEA CILIATA* KÜTZING (RHODOPHYTA, GIGARTINALES) EN UNA PRADERA SUBMAREAL.

GROWTH AND REPRODUCTIVE PHENOLOGY OF *IRIDAEA CILIATA* KÜTZING (RHODOPHYTA, GIGARTINALES) IN A SUBLITTORAL POPULATION.

Adriana Poblete*, Arturo Candia*, Ingrid Inostroza* & Raúl Ugarte**

RESUMEN

Se describe los cambios fenológicos y de crecimiento de una pradera submareal de *Iridaea ciliata* (Rhodophyta, Gigartinales) en Punta de Parra, Bahía de Concepción. Se postula un comportamiento estacional con máximos valores de densidad, longitud y biomasa en verano-otoño y mínimos en invierno. Se correlaciona este ciclo con algunos factores ambientales encontrando que existe correlación entre el incremento de biomasa desde diciembre a marzo, con la radiación solar y fotoperíodo, mientras que la disminución de la biomasa está en relación con un fenómeno de depositación de arena sobre la pradera y con marejadas. La temperatura y la salinidad aparentemente no influyen en el comportamiento cíclico de esta pradera.

Se observa una baja proporción de tetrasporofitos a lo largo del año.

Se destaca la actividad vegetativa de los discos basales en la formación de nuevas frondas y su resistencia al enterramiento bajo arena por 3-4 meses cada año.

Palabras claves: *Iridaea*, algas bentónicas, fases reproductivas, talos, discos basales.

ABSTRACT

Phenological and growth patterns of a sublittoral population of *Iridaea ciliata* (Rhodophyta, Gigartinales) in Punta de Parra, Concepción Bay, are described, for a study period of twenty months.

A seasonal growth is documented with density, length and biomass maximum in summer autumn, and minimum in winter. This cycle was correlated with several environmental factors, indicating that the amount of biomass between December and March was related to solar radiation and photoperiod. However the low quantity of biomass was associated with sand movement from and toward the beds of *I. ciliata* and with tides (water movement). Seasonal growth of *I. ciliata* was shown not to be affected by temperature or salinity. Throughout the year a small proportion of tetrasporic plants was observed.

In the formation of new blades, regeneration from the vegetative activity of basal discs was remarkable, as was the burial in sand for 3 to 4 months each year.

Key words: *Iridaea*, benthonic algae, reproductive phase, basal discs.

INTRODUCCION

La mayoría de las algas marinas bentónicas revelan pronunciados cambios estacionales en su crecimiento y reproducción. En un intento por explicar esta variación estacional, numerosos investigadores han correlacionado los cambios observados en la vegetación algal con las variaciones de algunos factores ambientales, fundamentalmente luz y tem-

peratura, encontrando que los óptimos de crecimiento y reproducción se producen en los meses de verano temprano, cuando los valores de temperatura del agua y de la radiación solar son más altos (Santelices, 1977; Mathieson & Burns, 1975; Lobban & Wynne, 1981; Round, 1981).

*Departamento de Biología y Tecnología del Mar, Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Talcahuano, Casilla 127 - Talcahuano, Chile.

**Departamento de Biología Ambiental y Poblaciones, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Casilla 114-D, Santiago, Chile.

Actualmente se ha visto que existen otros factores que pueden determinar periodicidad en las algas como es el caso del movimiento de agua en la biomasa algal. Santelices & Fonck (1979), encontraron en una pradera de *Gracilaria lemaneiformis* (Bory) Weber van Bosse que el "ciclo estacional de crecimiento que se correlaciona significativamente con temperatura, es interrumpido toda vez que el número de horas de marejadas incrementa".

Hansen & Doyle (1976) y Hansen (1977) han descrito para *Iridaea cordata* (Turner) Bory, un alga roja del hemisferio Norte, que los valores más bajos de biomasa ocurren en invierno culminando el crecimiento en verano, periodicidad que se correlacionó con fotoperíodo y temperatura.

En las algas de importancia comercial, es de interés conocer en qué período se tiene la máxima productividad, o cuándo las algas están reproductivas, o si el comportamiento de las fases reproductivas es similar a lo largo del año y al mismo tiempo si existe relación entre algunos factores ambientales y los períodos de máximo crecimiento y reproducción. Entre estas algas se encuentran las especies del género *Iridaea*, las que son exportadas desde Chile a EE.UU., Dinamarca, Japón y España, para la extracción de carragenano. En Chile se comercializan tres especies: *I. laminarioides* Bory, *I. membranaceae* J. Ag. e *I. ciliata* Kütz., siendo esta última cuantitativamente de mayor importancia comercial (SERNAP, 1981).

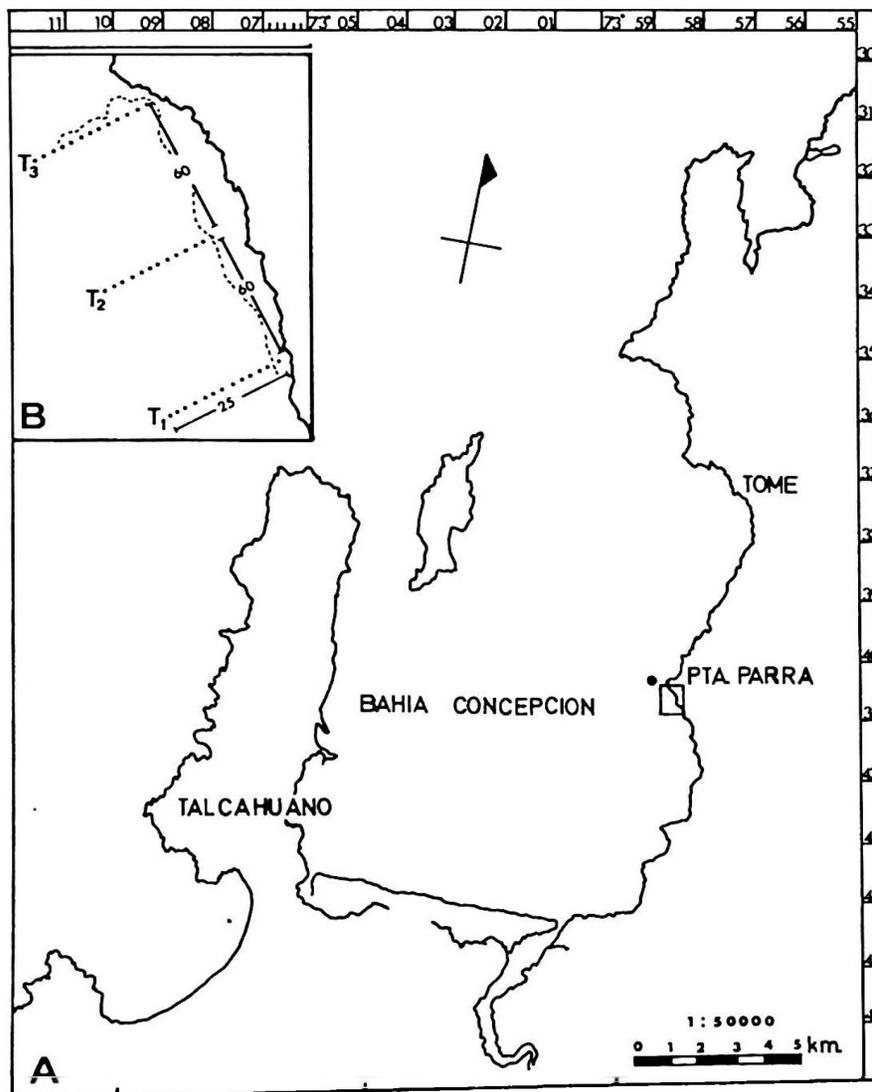


Figura 1. A: Ubicación geográfica del área de estudio
B: Transectos y puntos de muestreo sobre la pradera de *I. ciliata*

I. ciliata se distribuye en Chile, desde Valparaíso al Estrecho de Magallanes (Levring, 1960; Papenfus, 1964; Alveal & Romo, 1971). Ocupa niveles mareales que van desde el intermareal medio a niveles submareales donde forma praderas sobre sustratos rocosos. Existen escasos estudios sobre esta especie. Algunos la describen y entregan información sobre su morfología externa (Kützing, 1849; en Kim, 1976; Setchell & Gardner, 1937; Etcheverry *et al.*, 1981). Otros se refieren a morfología vegetativa y aspectos reproductivos (Kim, 1976). También existe información sobre la composición química del carragenano extraído y sobre la variación estacional del rendimiento del gel en relación a las fases reproductivas del alga (Matsuhira y Zanlungo, 1975, 1976; Rojas *et al.*, 1984). Sin embargo, no hay antecedentes sobre los factores ambientales que regulan el crecimiento de esta especie.

Sobre la base de las observaciones realizadas en terreno, se postula para una población de *I. ciliata*, ubicada en Punta de Parra, Bahía de Concepción, Chile, un comportamiento cíclico con un mayor porcentaje de frondas reproductivas en verano, época en que también debería ser mayor su crecimiento influenciado por factores ambientales.

Este trabajo describe los cambios fenológicos y de biomasa de la pradera submareal de *I. ciliata* y correlaciona estos cambios con algunos factores ambientales.

MATERIALES Y METODOS

Los estudios se realizaron en la localidad de Punta de Parra (36°40'S; 72°59'W), en el sector oriente de la Bahía de Concepción (Figura 1A).

El lugar es una playa con roqueríos formados por grandes y pequeños bloques, cuya naturaleza corresponde a filitas de posible origen paleozoico (González & Parra, 1975). Entre los bloques y bajo la superficie del agua, se observa una gran cantidad de cascajos y bolones, dispuestos al azar sobre una plataforma arenosa de aproximadamente 25 m de ancho por 120 m de largo. Sobre esta superficie, y entre los 2 y 6 metros de profundidad se encuentra una pradera discontinua de *Iridaea ciliata* de aproximadamente 3.000 m². Las algas adheridas a las rocas permanecen constantemente sumergidas. Junto a *I. ciliata* hay una gran variedad de otras macroalgas entre las cuales se destaca *Ulva* sp., *Iridaea membranaceae*, *Iridaea lami-*

narioides, *Gigartina chamissoi*, *Trematocarpus dichotomus*, *Puggetia chilensis*, *Grateloupia lanceola* y *Ceramium rubrum* (Figura 2). Los invertebrados más comúnmente encontrados en este hábitat son *Taliepus dentatus*, *Tegula tridentata*, copépodos, anfípodos.

Durante otoño e invierno, el viento predominante proviene del norte y en primavera y verano el viento dominante es del anticiclónico surweste, los que provocan fuertes temporales y marejadas en la zona.

Se eligió este lugar como área de estudio por ser uno de los pocos sectores en la Bahía de Concepción en el cual las algas no son cosechadas por los pescadores artesanales para comercializarlas, evitando de este modo la acción antrópica que podría alterar los resultados.

Se delimitó la pradera mediante buceo autónomo y utilizando boyas demarcatorias. Luego se diseñó un sistema de muestreo considerando la extensión de la pradera, el tamaño y la distribución de las plantas. Así se instalaron tres transectos (T₁, T₂ y T₃), perpendiculares a la línea de la costa, de 25 m de longitud, cada 60 m (Figura 1B). Las estaciones de muestreo sobre cada transecto se ubicaron cada 2 m.

Mensualmente desde mayo de 1980 hasta diciembre de 1981, se recolectó con espátula, la biomasa de *I. ciliata* encontrada en un cuadrante de 25 × 25 cm lanzado en cada una de las estaciones de muestreo. Paralelamente se registraron cualitativamente los invertebrados y algas acompañantes encontrados en los alrededores del cuadrante. El material recolectado se colocó en bolsas de polietileno numeradas para trasladarlo al laboratorio. Una vez allí, los talos de *I. ciliata* se separaron de acuerdo a su estado reproductivo en tres grupos: cistocárpicos, tetraspóricos y un conjunto de talos inmaduros y gametofitos masculinos. Se contó el número de frondas por fase y por área de 625 cm², se midió su longitud y su peso seco, este último luego de deshidratación a 60°C en una estufa Memmert SL 101 con aire circulante hasta llegar a peso constante (24-36 horas).

Varios parámetros abióticos fueron registrados en lugares cercanos a la pradera a lo largo del período de estudio. Ello incluyó radiación solar, número diario de horas luz, temperatura y salinidad del agua a 5 metros de profundidad. Los datos de temperatura y salinidad fueron obtenidos en un programa de estudio oceanográfico realizado en la Bahía de Concepción (Ahumada *et al.*, ma-

nuscrito en preparación). La información sobre valores de radiación solar se obtuvo del Anuario Meteorológico (Anónimo, 1980, 1981). El número diario de horas de luz se obtuvo de las Tablas de Marea de la Costa de Chile, publicado por el Instituto Hidrográfico de la Armada de Chile.

Los datos de biomasa, longitud y densidad fueron promediados obteniendo valores mensuales para cada uno de ellos, los que fueron sometidos a análisis de correlación con los valores de los parámetros ambientales medidos en terreno, considerando sólo los meses en que la pradera no estaba cubierta con arena.

RESULTADOS

A. Comportamiento de la pradera

A fines de primavera se observa que las rocas y parte de los bloques ubicados en el supra e intermareal de la zona de estudio son cubiertos parcialmente por arena, quedando totalmente ocultos en verano, transformándose esta playa de características rocosas en una playa arenosa. En invierno hay desplazamiento de arena hacia el submareal, cubriéndose ahora las rocas y, por lo tanto, la pradera de *I. ciliata* y todas las algas acompañantes.

En esa época sólo se pueden observar las partes superiores de los grandes bloques submareales con el resto de las algas que permanecieron adheridas. Esta última situación se mantiene por tres o cuatro meses hasta fines de primavera en que la arena es movida nuevamente hacia la zona intermareal y supramareal.

Variación temporal de densidad. Durante los meses de agosto a noviembre de 1980 y de agosto a octubre de 1981 no se encontraron frondas en los transectos de estudio (Figura 3). En estos meses, durante los dos años, se depositó arena sobre los discos basales y frondas tanto de *I. ciliata* como del resto de los organismos en el área.

A partir de noviembre se produjo en la pradera una gran cantidad de talos pequeños que aparentemente crecen desde los discos adheridos a las rocas bajo arena. En consecuencia, a fines de primavera se producen los máximos valores de densidad de frondas vegetativas constituyendo el 80% de la densidad de la pradera. Durante el verano la densidad de estas frondas comienza a decrecer, observándose algunos ascensos esporádicos fundamentalmente en abril (Figuras 3 y 4).

Las frondas cistocárpicas constituyen sólo un 10% de la densidad de la pradera después del período de enterramiento, esta densidad aumenta hasta alcanzar en enero un máximo de 77%. Luego hay una disminución irregular en la cantidad de talos de la pradera con bruscos descensos en marzo y mayo, para terminar "desapareciendo" a fines de invierno (Figura 4).

El comportamiento en densidad de la fase tetraspórica es similar al anterior, aunque sus valores máximos anuales ocurren en mayo de 1980 (40%) y abril de 1981 (31%). Durante todo el año el porcentaje de frondas tetraspóricas es inferior al de las cistocárpicas y vegetativas (Figura 4).

Variación temporal de biomasa. El patrón estacional de biomasa muestra los máximos valores en los meses de verano y principios de otoño para decrecer en invierno.

Durante el mes de enero se tiene el más alto valor de biomasa para las frondas vegetativas derivado de su incremento en densidad (Tabla 1). La biomasa continúa alta hasta marzo de 1981, mes en que empieza a declinar hasta hacerse mínima durante septiembre (Figura 5).

Los valores mensuales de biomasa cistocárpica indican un máximo a fines de verano para decrecer luego hasta un mínimo al terminar el invierno e iniciarse un nuevo período de enterramiento. Un brusco descenso en biomasa en mayo es especialmente notorio, mes en el que también hay una disminución de densidad (Figuras 3 y 5).

La curva para biomasa tetraspórica es similar a la cistocárpica, aunque la biomasa máxima ocurre en abril, un mes después del máximo de biomasa cistocárpica, coincidiendo con la máxima densidad de los talos tetraspóricos. Los valores de biomasa y densidad cistocárpica y tetraspórica se correlacionan significativamente (Tabla 1).

Variación temporal de longitud. Los valores mensuales de longitud para las tres fases permiten establecer un comportamiento estacional con plantas de tamaños más grandes en los meses de verano - otoño y frondas más pequeñas en invierno y primavera.

Las frondas vegetativas tienen su máxima longitud en el mes de marzo, llegando a medir 37 ± 7 cm y su mínimo tamaño en noviembre, cuando la pradera está iniciando un nuevo período postinvasión de arena (Figura 6). El análisis de correlación entre longitud y

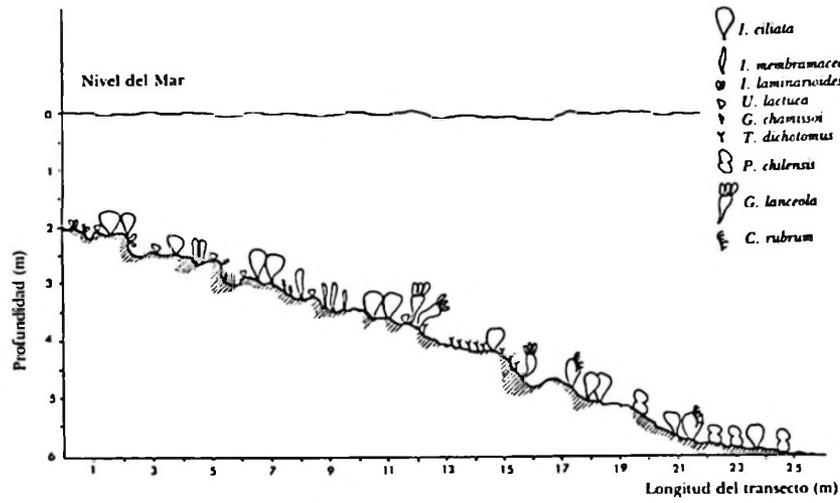


Figura 2. Diagrama de un perfil de la pradera de *I. ciliata* en Punta de Parra

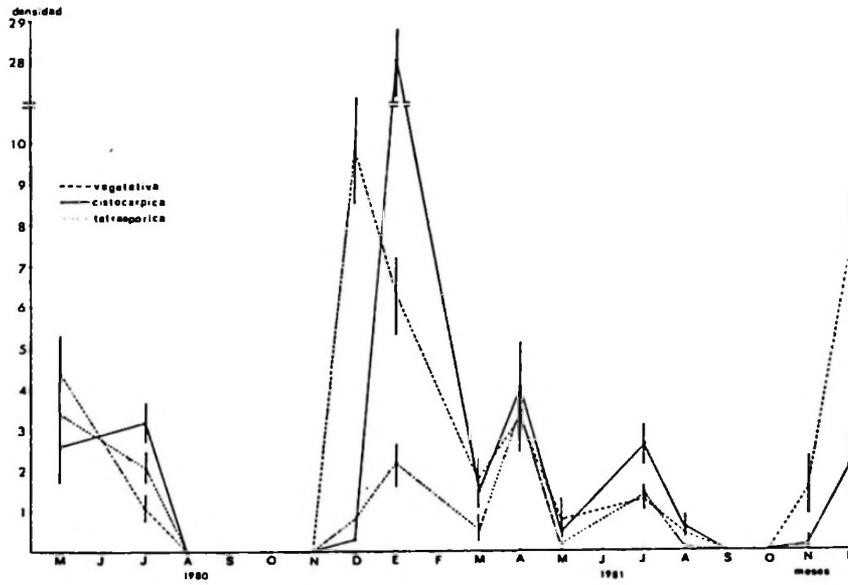


Figura 3. Densidad: número de frondas cistocárpicas, tetraspóricas y vegetativas por 625 cm² de *I. ciliata* en Punta de Parra

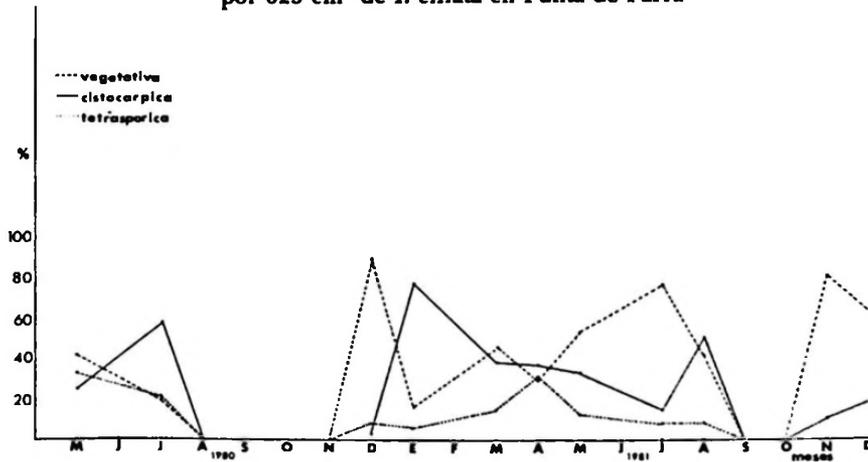


Figura 4. Porcentaje de frondas por fase reproductiva de *I. ciliata* por 625 cm² mensual, en Punta de Parra

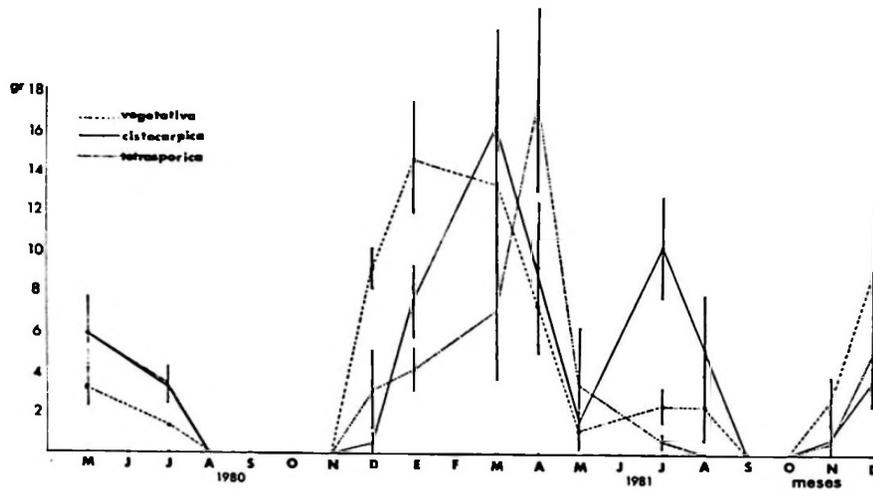


Figura 5. Biomasa: gramos de frondas cistocárpicas, tetraspóricas y vegetativas por 625 cm² de *I. ciliata* en Punta de Parra

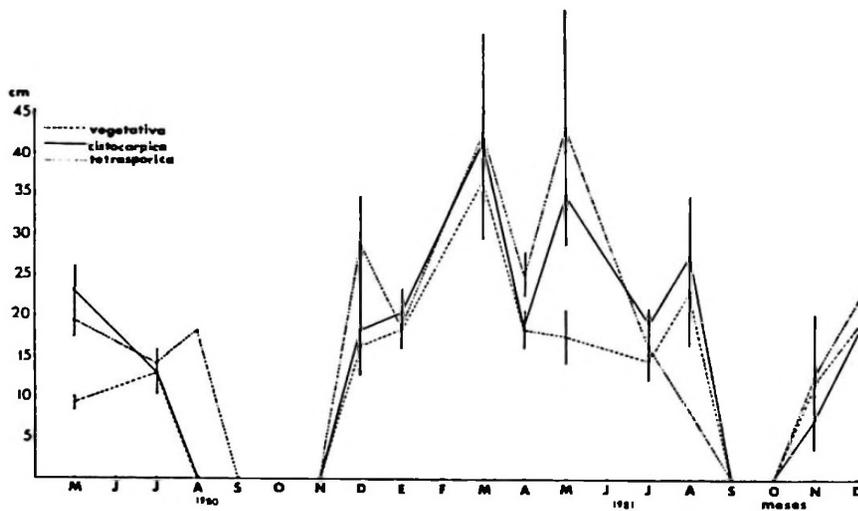


Figura 6. Valores mensuales de longitud promedio de frondas cistocárpicas, tetraspóricas y vegetativas por 625 cm² de *I. ciliata* en Punta de Parra

biomasa vegetativa muestra que no hay significancia entre ambos valores. Lo mismo ocurre para longitud y densidad vegetativa (Tabla 1).

La longitud máxima de las frondas cistocárpicas ocurre en marzo, con talos de hasta $41,7 \pm 5$ cm. El comportamiento en longitud de marzo a septiembre es un tanto irregular con valores bajos en abril y julio, meses en los que se producen bruscos ascensos en los valores de densidad de los talos cistocárpicos (Figuras 3 y 6).

Las frondas tetraspóricas más grandes ($43,5 \pm 14,5$ cm) fueron encontradas en mayo de 1981 y el tamaño mínimo de los talos en este estado es de $9,0 \pm 1$ cm observa-

dos en agosto del mismo año. Existe correlación significativa entre la longitud y densidad (Tabla 1).

El análisis de correlación para las tres fases en conjunto indica que la longitud se correlaciona con la biomasa pero no con la densidad (Tabla 1).

En general el comportamiento de la pradera es cíclico, observándose un desfase en el tiempo entre las plantas vegetativas, cistocárpicas y tetraspóricas. Este ciclo es interrumpido en algunos meses del año (abril, julio y septiembre), cuando se observaron en terreno fuertes temporales y marejadas y cuando se produjo la depositación de arena sobre la pradera.

B. Factores abióticos

Durante el mes de diciembre se registra el valor más alto de número de horas diarias de luz (16,2). Este valor es mínimo en junio (9,5) (Figura 7). En primavera y verano se registran los valores más altos de radiación solar, encontrándose el promedio máximo de iluminación en el mes de diciembre de 1981 con $16,4 \text{ Kcal cm}^{-2}$ (Figura 7).

Tanto el número diario de horas luz como la radiación solar se correlacionan significativamente con la biomasa de la pradera desde noviembre a abril, pero no en los meses de invierno (Tabla 2).

La temperatura del agua registrada a 5 m de profundidad, muestra pocas variaciones a lo largo del año, observándose algunos valores más altos en enero y septiembre (16°C y 15°C , respectivamente). Los valores durante el resto del año son relativamente uniformes mostrando temperaturas de alrededor de los 13°C (Figura 8). La salinidad promedio del agua de mar, registrada también a 5 m de profundidad es de $33,32\text{‰}$, observándose una dilución invernal, con valores de $28,27\text{‰}$ en julio y un aumento de la salinidad en verano, llegando a $34,5\text{‰}$ en el mes de diciembre (Figura 8). Tanto la salinidad como la temperatura no se correlacionan significativamente en el comportamiento estacional de la pradera (Tabla 2).

DISCUSION

Los resultados obtenidos en este estudio muestran un comportamiento cíclico para la

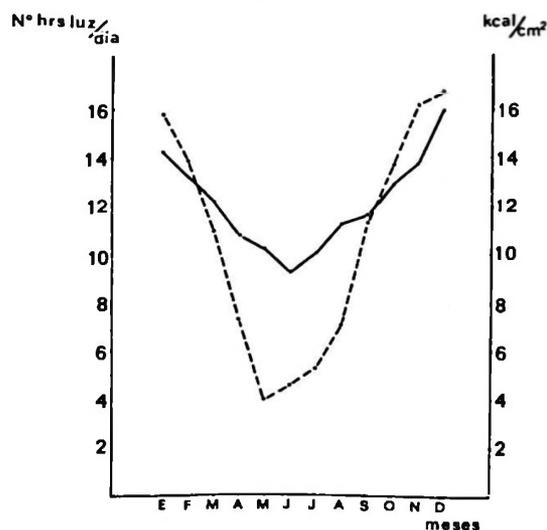


Figura 7. Promedio mensual de número de horas luz diaria y radiación solar en 1981, Bahía de Concepción

pradera de *I. ciliata* de Punta de Parra, alterado fundamentalmente por el movimiento de arena sobre la pradera. Se distinguen básicamente dos períodos: uno de depositación de arena que se extiende desde fines de invierno hasta mediados de primavera y otro de remoción de arena a fines de primavera, luego de lo cual se inicia el período de crecimiento de las plantas en la pradera.

La formación de nuevos talos se inicia en noviembre, probablemente a partir de los discos adherentes que sobreviven durante el invierno bajo la arena o que han germinado de esporas liberadas por los trozos de talos enterrados. Un comportamiento similar de una pradera de *Gymnogongrus linearis* que se cubre de arena durante gran parte del año fue descrito por Markham & Newroth (1971), destacándose la actividad vegetativa de los discos basales en la mantención de la pradera sometida a invasión de arena. Un fenómeno parecido es descrito por Newroth & Markham (1972).

Desde diciembre a abril se produce el período de crecimiento de las plantas, lo que se traduce en aumento de los valores de densidad, longitud de talos y biomasa.

El aumento de la radiación solar y del número de horas luz parece influir en el crecimiento de las plantas puesto que existe correlación significativa entre los valores de estos dos parámetros y la biomasa total de la pradera.

La temperatura disponible no influiría en el comportamiento de la pradera en este lugar, ya que mostró pocas variaciones durante el año (rango de 3°C) y no hubo correlación

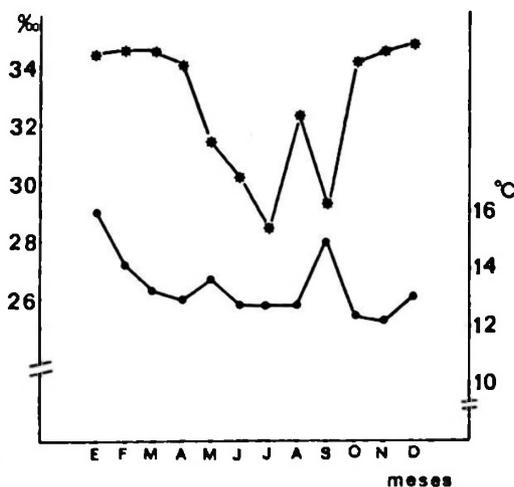


Figura 8. Promedio de temperatura y salinidad mensual a 5 m de profundidad en 1981, Punta de Parra

TABLA 1
Valores del coeficiente de correlación entre biomasa (B), longitud (L) y densidad (D) de *I. ciliata* para las distintas fases reproductivas.

	Talos Cistocárpicos		Talos Tetraspóricos		Talos Vegetativos		Total frondas	
	B	L	B	L	B	L	B	L
L	0,54*	—	0,63*	—	0,37	—	0,73*	—
D	0,62	0,06	0,64*	0,13	0,83**	0,01	0,79**	0,37

*Valores significativos al 5%.

**Valores significativos al 1%.

TABLA 2
Valores de coeficiente de correlación entre biomasa de *I. ciliata* y parámetros ambientales.

	Nº hrs. luz	Radiac. Solar	Temp.	Salinidad
BIOMASA	0,51*	0,55*	0,12	0,14

*Valores significativos al 5%.

significativa con la biomasa. Tampoco la salinidad se correlacionó significativamente con la biomasa.

La disminución en los valores de biomasa y longitud durante el invierno estuvo influenciada, fundamentalmente, por los temporales y marejadas que afectan la zona en esa época y que remueve los talos de la pradera, y por la depositación de arena.

Estos resultados son consistentes con observaciones hechas para otras algas que al igual que *I. ciliata* forman praderas submareales. Así, Santelices & Fonck (1979) relacionaron el aumento en los valores de biomasa de *Gracilaria lemaneiformis* a lo largo del año con temperatura y luz y la disminución con movimiento de agua. Hasta el momento, sin embargo, no existían antecedentes sobre los factores que regulan la producción de praderas de *I. ciliata* y no se había descrito la interacción entre movimiento de agua, remoción y depositación de arena en la estacionalidad de esta pradera.

En este mismo período de incremento en los valores de biomasa, se produce también la maduración de las frondas de *I. ciliata*. Las fases cistocárpica y tetraspórica mostraron un desfase de poco más de un mes durante el año. Así, las frondas cistocárpicas tuvieron su biomasa máxima en marzo, seguida de las tetraspóricas en abril. El mayor porcentaje de frondas reproductivas, por lo tanto, no ocurre en verano, sino en los meses siguientes (otoño). Es probable que la maduración

de las frondas en esta pradera, sometida a la acción de la arena, sea diferente a aquellas praderas en que la temperatura y la luz son mencionadas como los principales factores que influyen en la formación de estructuras reproductivas (Markham & Newroth, 1971; Hansen & Doyle, 1976; Mathieson & Burns, 1975; Hansen, 1977). La densidad de la fase tetraspórica fue aproximadamente 1/3 de la densidad cistocárpica y 1/2 de la vegetativa. Esta misma situación fue encontrada en una pradera de *I. ciliata* de Pelancura, Chile (G. Hanach, com. pers. 1983). Es interesante hacer notar que siendo ésta una especie isomórfica, las fases reproductivas tienen distinta representación en la pradera, lo que estaría indicando que su comportamiento ecológico es diferente. Hansen & Doyle (1976) encontraron en una pradera de *I. cordata* de las costas de California una desproporción en la representación de las fases, siendo el tetrasporofito dominante a lo largo del año y lo atribuyen a una mejor adaptación de esta fase a condiciones ambientales adversas, llegando a sugerir un posible reemplazo de la alternancia de gametofitos y esporofitos en su ciclo de vida por reproducción vegetativa a partir de discos basales de plantas tetraspóricas.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por la División de Investigación de la Pontifica Uni-

versidad Católica de Chile, con el código Proyecto DIUC 99/80.

Este manuscrito se realizó durante un período de perfeccionamiento en el Laboratorio del Departamento de Biología Ambiental y Poblaciones de la Facultad de Ciencias de la Pontificia Universidad Católica de Chile, con el patrocinio del Dr. Bernabé Santelices, a quien se le agradece la crítica revisión del manuscrito.

Nuestra gratitud también a la Srta. Eliana Figueroa A., por dactilografar el trabajo.

LITERATURA CITADA

- ALVEAL, K. y H. ROMO. 1971. El ambiente costero de Montemar y su expresión biológica. *Revista de Biología Marina*, 14(3): 85-119.
- ANÓNIMO. 1980. Anuario meteorológico. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias, Departamento de Física. 50 p.
- . 1980. Anuario Estadístico de Pesca. Servicio Nacional de Pesca. Santiago, Chile, 90 p.
- . 1981. Anuario Meteorológico. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias. Departamento de Física. 51 p.
- ETCHEVERRY, H., G. COLLANTES y V. RÍOS. 1980. Estudios sistemáticos y biológicos de especies de *Iridaea* Bory de Chile Central. *Anales del Museo de Historia Natural*, (13): 19-31.
- HANSEN, J.E. & W.T. DOYLE. 1976. Ecology and natural history of *Iridaea cordata* (Rhodophyta, Gigartinaeae): Population structure. *Journal of Phycology*, 12: 273-278.
- HANSEN, J. 1977. Ecology and natural history of *Iridaea cordata* (Gigartinales, Rhodophyta): Growth. *Journal of Phycology*, 13: 395-402.
- KIM, D.H. 1976. A study of the development of cystocarps and tetrasporangial sori in Gigartinaeae. *Nova Hedwigia*, 27: 1-145.
- LEVRING, T. 1960. Contributions to the marine algal flora of Chile. *Lunds Universitets Arsskrift. N.F. Avd. 2*. 56(10): 1-83.
- LOBBAN, A. & M. WYNNE. 1981. *The Biology of Seaweeds*. University of California Press. 786 p.
- MARKHAM, J.W. & P.R. NEWROTH. 1971. Observations on the ecology of *Gymnogongrus linearis* and related species. *Proceedings of the International Seaweed Symposium*, 7: 127-130.
- NEWROTH, P.R. & J.W. MARKHAM. 1972. Observations on the distribution, morphology and life histories of some Phylloporaceae. *Proceedings of the International Seaweed Symposium*, 7: 120-126.
- MATHIESON, A.C. & R. BURNS. 1975. Ecological studies of economic red algae. V. Growth and reproduction of natural and harvested populations of *Chondrus crispus* Stackhouse in New Hampshire. *Journal Experimental Biology and Ecology*, 17: 137-156.
- MATSUHIRO, B. y A. ZANLUNGO. 1975. Polisacáridos de algas chilenas. II. Estudio sobre *Iridaea ciliata*. *Contribuciones Científicas y Tecnológicas, U.T.E.*, 18: 5-11.
- . 1976. Polysaccharids from Chilean seaweed. II. Studies on *Iridaea laminarioides*. *Botánica Marina*, 19(5): 317-321.
- PAPENFUSS, G.F. 1964. Catalogue and bibliography of Antarctic and Sub-Antarctic benthic marine algae. *Antarctic Research Series*, 1: 1-76.
- ROJAS, N., A. POBLETE, E. BARRIENTOS, E. RODRÍGUEZ, A. CANDIA y B. MATSUHIRO. 1984. Estudio estacional del polisacárido de *Iridaea ciliata* Kützting de la Región del Biobío. *Ciencia y Tecnología del Mar, CONA*, 8: 17-26.
- ROUND, F.E. 1981. *The ecology of algae*. Cambridge University Press. Cambridge, 653 p.
- SANTELICES, B. 1977. Ecología de algas marinas bentónicas. Efecto de factores ambientales. Documento de la Dirección General de Investigaciones. Pontificia Universidad Católica de Chile. 488 p.
- SANTELICES, B. y E. FONCK. 1979. Ecología y cultivo de *Gracilaria lemaneiformis*. *Actas Primer Simposio sobre Algas Marinas Chilenas*, 1: 165-200.
- SETCHELL, W.A. & M.C. GARDNER. 1937. *Iridophycus* with special reference to the South American species. *University of California Publications in Botany*, 19(6): 195-244.