

## RESUMEN:

Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss representa a una planta agarofita económicamente importante y común en bahías quietas y lagunas costeras de Baja California, México. Se estudio la pradera de G. verrucosa en dos zonas con diferentes ambientes, una con un sustrato blando (arena-limo) cercano a la boca del Estero y la otra con sustrato duro (roca) en la parte interna o cabeza en el Estero de Punta Banda, Baja California, durante un ciclo anual en el periodo de 1986-1987.

Se planteó determinar la cobertura, la variación de la fenología y la variación estacional de rendimiento y calidad del agar para G. verrucosa. Encontrando una variación estacional de porcentaje de cobertura con máximos en octubre y mínimos en mayo para las dos zonas. La operación del ciclo reproductivo fué completo con tres plantas de vida libre, observando las máximas fases reproductivas durante Verano y las mínimas para Invierno. Se encontró una variación estacional de rendimiento y calidad del agar en las dos zonas de muestreo, presentando el mejor rendimiento en Otoño para ambas zonas y la mejor calidad del agar en el mes de octubre para la zona cercana a la boca y en el Verano para la zona en la cabeza.

"COBERTURA, FENOLOGIA Y GEL DE *Gracilaria verrucosa*  
(HUDSON) PAPENFUSS (RHODOPHYTA, GIGARTINALES) DURANTE UN  
CICLO ANUAL EN EL ESTERO DE PUNTA BANDA, BAJA CALIFORNIA"

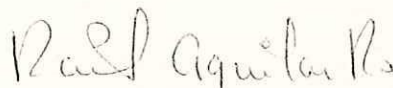
TESIS

QUE PRESENTAN :

ROBERTO MARCOS RAMIREZ

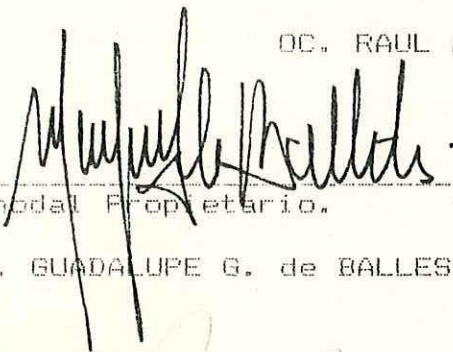
JUAN M. LOBO NIEMBRO

APROBADA POR :



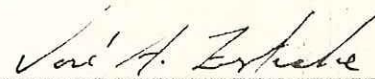
Presidente del jurado.

OC. RAUL AGUILAR ROSAS.



Sinodal Propietario.

OC. GUADALUPE G. de BALLESTEROS.



Sinodal Propietario.

M.C. JOSE A. ZERTUCHE



Sinodal Suplente.

OC. ISAI PACHECO RUIZ.



Sinodal Suplente.

OC. ALEJANDRO CABELLO

## AGRADECIMIENTOS :

A DIOS POR SU CONSTANTE COMPAÑIA.

A RAUL AGUILAR ROSAS, POR SU ACSESIBILIDAD Y APOYO, POR SU BUENA AMISTAD.

AL PERSONAL DE LA U.A.B.C. POR SUS ATENCIONES.

A JOSE ZERTUCHE, POR TODAS LAS FACILIDADES QUE NOS BRINDÓ, POR SUS ACERTADAS ASESORIAS Y LIBERTAD DE TRABAJAR EN SUS INSTALACIONES.  
POR SU AMISTAD.

A TODAS LAS FAMILIAS DE ENSENADA, QUE FUERON APOYO Y HOGAR PARA NOSOTROS.

AL ING. ROBERTO CARRILES, POR SU DESINTERESADA AYUDA, LA CUAL FUE CLAVE -  
EN LOS MOMENTOS MAS DIFICILES.

A MIS COMPAÑEROS, LOS CUALES SIEMPRE NOS AYUDARON Y APOYARON. POR SU SIN  
CERA AMISTAD.

DEDICATORIA:

A MIS PADRES:

JORGE MARCOS DACCARETT

ROSA MARIA RAMIREZ de MARCOS

A MIS HERMANOS:

JESUS

ROSA MARIA

VICTORIA FERNANDA

JORGE

A:

SANDRA CHARLES GONZALEZ

POR SU GRAN APOYO, AMOR Y COMPRENSION.

Y MUY ESPECIALMENTE A LA MEMORIA DE MI ABUELA:

VICTORIA DACCARETT JAAR Vda. de MARCOS.

DEDICATORIAS :

A MIS PADRES:

ENRIQUE LOBO QUIROGA  
MARIA JACOBA NIEMBRO DE LOBO  
POR SUS ENSEÑANZAS Y EJEMPLO.

A MIS HERMANOS:

ENRIQUE  
MARIA DEL CARMEN  
BERNARDO  
RAFAEL  
ANDREA

POR SU AGRADABLE COMPAÑIA Y APOYO A LO LARGO DE MI CARRERA.

A BERTHA GUTIERREZ TRIGO:

POR SU COMPAÑIA, QUE A PESAR DE ESTAR LEJOS SIEMPRE SE HIZO  
PRESENTE.  
POR SU COMPRESION Y CONFIANZA.  
POR SU AMOR.

A TODOS LOS QUE DE ALGUNA MANERA PARTICIPARON CON NOSOTROS EN LA ELABORACION DE ESTA TESIS.

## INDICE

1.- INTRODUCCION .....	1
1.1.- ANTECEDENTES .....	3
2.- OBJETIVOS .....	6
3.- MATERIALES Y METODOS .....	7
3.1.- METODOLOGIA .....	9
4.- RESULTADOS .....	15
5.- DISCUSIONES .....	23
6.- CONCLUSIONES .....	28
7.- BIBLIOGRAFIA .....	29

## TABLAS

Tabla 1.- Rendimiento y calidad del agar de <u>Gracilaria verrucosa</u> para las dos zonas de muestreo .....	20
Tabla 2.- Salinidades y Temperaturas para las dos zonas de muestreo .....	22

## FIGURAS

Fig.1.- Localización de las zonas de muestreo .....	8
Fig.2.- Comportamiento de la cobertura para las dos zonas de muestreo .....	16
Fig.3.- Estado fenológico para el T-1 .....	18
Fig.4.- Estado fenológico para el T-2 .....	18

## FOTOS

Fotografía de una planta tetraspórica .....	11-A
Fotografía de una planta cistocárpica .....	11-B
Fotografía de una planta estéril .....	12-A
Fotografía de una planta no fija .....	12-B

## 1.- INTRODUCCION:

La utilización de las algas por el hombre, a variado de acuerdo al tiempo y localización geográfica, así, la alta productividad y el valor potencial como alimento ha sido reconocido por algunos países orientales como son Japón, Corea y China. Por otro lado, los países occidentales, se han mostrado más inclinados por el desarrollo de la industria de los ficocoloides, tales como: alginatos, carragenanos y agar-agar (Jensen, 1977). El agar es un ficocoloide soluble en agua caliente e insoluble en agua fría. Tiene la peculiaridad de que al enfriarse produce una gelatina firme, transparente, con buenas cualidades como estabilizador y agente espesante (Sotomayor y Almodovar, 1982).

A nivel mundial, la producción de agar se realiza a partir de materia prima proveniente de las especies de *Gelidium*, *Gracilaria*, *Gelidiella*, *Acanthopeltis* y *Pterocladia* (Tseng, 1947a; Santos y Doty, 1982). El 60 % es extraído de las especies de *Gracilaria*, el 35 % de especies de *Gelidium* y el 5 % de especies de *Pterocladia*. El género *Gracilaria* cuenta con 150 especies distribuidas en el sublitoral y mesolitoral, en zonas templadas, tropicales y regiones antárticas (N. Bird, et al, 1977).

En México, la utilización de las algas puede considerarse incipiente, siendo la costa occidental de Baja California (incluyendo las islas adyacentes) las que cuentan con los mayores volúmenes de algas de valor comercial (Guzmán del Proó, 1969). Si bien, Gelidium robustum (Gardn) Hollenberg y Abbott, representa la única agarofita que se explota e industrializa en México a través de la compañía Agar-Mex, S.A., con base en Ensenada (Guzmán del Proó, 1969), existen alrededor de 19 especies del género Gracilaria reportadas para las costas del Pacífico de Baja California, entre las cuales G. verrucosa y G. sjostedtii son las más abundantes y podrían considerarse como fuente de agar (Tseng, 1944; 1947b; Huerto, 1961; Goldstein, 1981; Aguilar-Rosas, 1982).

La carencia de una información completa sobre las agarofitas de Baja California, en particular de G. verrucosa, demanda investigaciones básicas para lograr un adecuado manejo de este recurso en forma regular y sostenida. Por otro lado, la utilización de esta especie podría incrementar la producción local de agar, así como también reducir su valor en virtud al bajo costo de su cosecha (Tseng, 1944).

## 1.1. ANTECEDENTES:

La información que se tiene sobre el género *Gracilaria* proviene de trabajos realizados en el extranjero, bajo otras condiciones y disponiendo de otros medios, de entre los cuales se podrían mencionar: sobre la ecología (Causey *et al.*, 1946; Romo y Alveal, 1979; Dellarossa, *et al.*, 1980; Luxton, 1981; Mayer, 1981; Ramírez, *et al.*, 1981), crecimiento y reproducción (Jones, 1959a, 1959b; Ogata, *et al.*, 1972; Oza, 1971; Penniman, 1977; C. Bird, *et al.*, 1977; Hoyle, 1978; Pinheiro y Bezerra, 1980; Trono y Arariza-Corrales, 1981; Westermeier, 1982; Wang, *et al.*, 1984), taxonomía y morfología (Dawson, 1949; 1961; Dawson y Foster, 1982; Papenfuss, 1959a; Abbott, 1985), características químicas del agar (Kim y Humm, 1969; Kim, 1970; Oza, 1972; 1976; Asare, 1979; Abbott, 1980; Whyte y Englar, 1979; 1980; Whyte, *et al.*, 1981; 1984; Sotomayor y Almadovar, 1982; Santos y Doty, 1982; Craigie, *et al.*, 1984; Friedlander y Zelikovitch, 1984) y distribución geográfica (McLachlan y Bird, 1984).

Sobre porcentaje de cobertura para *G. verrucosa*, se cuenta con trabajos hechos por Ramírez, *et al.*, (1981) en Chile, encontrando poblaciones en estado juvenil en formación y desarrollo, esto debido a la discontinuidad y escasa cobertura de las praderas.

Dellarossa, *et al.*, (1980), observó que bajo el sustrato se encuentran frondas más viejas que se caracterizan por su

mayor grosor y color más oscuro, y estas por actividad vegetativa originan las numerosas ramificaciones que emergen del sustrato, por lo tanto, poseen un ciclo anual definido; en cambio las que están inmersas en él, perduran a la estación desfavorable y comienzan el rebrote de ramificaciones en la época de crecimiento siguiente. Esta información impide considerar el alga como una especie anual.

El ciclo de vida de las especies de Gracilaria consiste en una alternancia de generaciones isomórfica con tres plantas; cistocárpicas, tetraspóricas y espermatofíticas (Ogata, et al, 1972).

Estudios realizados en Chile por Ramírez, et al, (1981) encuentran una relación importante entre las etapas reproductivas y el tipo de sustrato; un sustrato duro permite la fijación de las esporas, no así un blando. En este último tipo de sustrato, prosperan poblaciones formadas por individuos tetraspóricos y estériles, reproduciéndose por fragmentación o en forma vegetativa. La presencia de individuos con cistocarpos está asociada a sustratos duros, que permiten el desarrollo de las tres fases del ciclo reproductivo.

Trabajos realizados por Whyte, et al, (1981) sobre la variación estacional de biomasa, rendimiento y calidad del

agar de G. verrucosa, en los cuales encontró una relación inversa entre la biomasa y la producción de agar. También menciona que las fluctuaciones estacionales de la producción de agar de G. verrucosa dependen de otros parámetros, tales como irradiación solar, temperatura y estados reproductivos de la planta.

En Aguilar-Rosas, (1982) y Aguilar-Rosas, *et al*, (1982), se menciona que G. verrucosa es una de las especies más representativas del Estero de Punta Banda por su amplia distribución y ocurrencia.

El presente trabajo plantea llevar a cabo estudios para llegar a conocer si existen variaciones en el porcentaje de cobertura, tipo y frecuencia de fases reproductivas, así como el rendimiento y calidad del agar de G. verrucosa en función del tiempo en dos zonas con diferentes ambientes en el Estero de Punta Banda, Baja California, México.

2. OBJETIVOS:

a) Conocer el comportamiento en el tiempo de la población de G. verrucosa en base a porcentaje de cobertura, en el Estero de Punta Banda, Baja California.

b) Conocer las variaciones fenológicas de G. verrucosa en un ciclo anual.

c) Conocer la variación estacional de rendimiento y calidad del agar de G. verrucosa.

### 3. MATERIALES Y METODOS:

#### 3.1. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO:

El Estero de Punta Banda, es una laguna costera situada a  $31^{\circ} 42' - 31^{\circ} 47'$  de latitud Norte y  $116^{\circ} 37' - 116^{\circ} 40'$  longitud Oeste en la costa del Océano Pacifico, en el extremo Sur de la Bahía Todos Santos, y a 13 km del puerto de Ensenada, Baja California (fig.1).

El Estero tiene forma de "L" con un área superficial de 3.6 Km<sup>2</sup> y  $5.3 \times 10^6$  m<sup>3</sup> de volúmen total en baja mar media inferior; y 11.6 Km<sup>2</sup> su área, con un volúmen de  $17.2 \times 10^6$  m<sup>3</sup> en pleamar media superior (Pritchard, et al, 1978).

En diciembre de 1985, se seleccionaron dos zonas de muestreo con diferentes ambientes; una llamada T-1 con un sustrato blando (arena-limo), que se localiza sobre la barra arenosa aproximadamente a unos 3.5 km del vértice de la "L". El transecto perpendicular a la línea de costa es de 112 m de longitud cruzando al canal principal entre los metros 57-72, dependiendo de los niveles de marea. El otro transecto llamado T-2; presenta desde lodos muy finos hasta planicies con porciones de sustrato arenoso, arcilloso-limoso y en ocasiones constituidas por rocas angulosas dispersas expuestas en marea baja. Este se localiza en la cabeza o parte interna del Estero (Aguilar-Rosas, 1982).

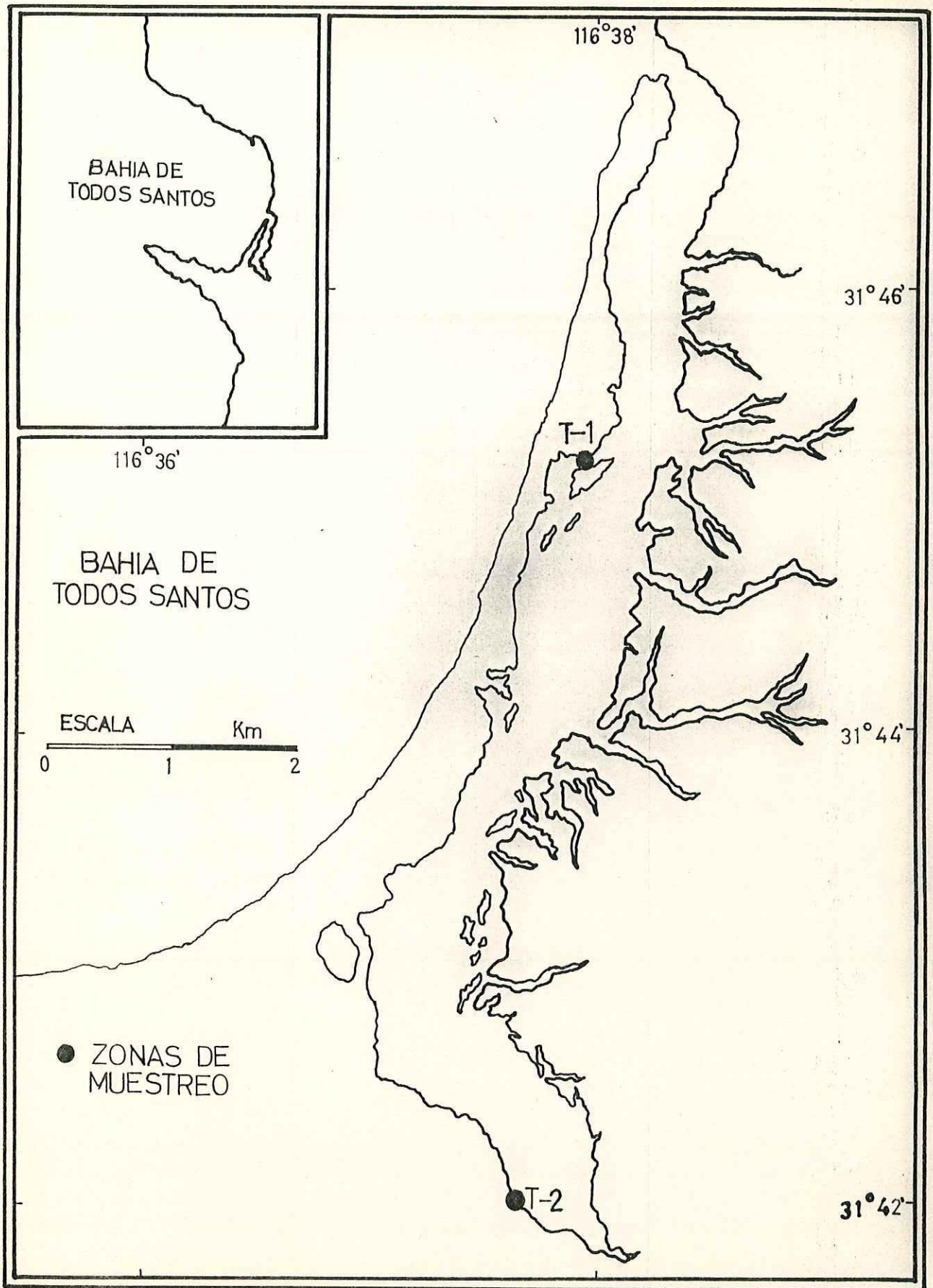


Fig 1.- Localización de las zonas de muestreo.

### 3.2. -METODOLOGIA:

Este estudio se realizó durante el ciclo de abril de 1986 a marzo de 1987, cubriendo las cuatro estaciones del año (Primavera, Verano, Otoño e Invierno). Se efectuaron dos muestreos por cada estación del año.

Los muestreos para Primavera fueron en abril 28 y mayo 28 de 1986, para Verano en julio 22 y agosto 22 de 1986, Otoño en octubre 18 y noviembre 15 de 1986, y para Invierno en enero 31 y marzo 13 de 1987.

En base a la distribución que presentó la población de *G. verrucosa* en las zonas de muestreo, se siguió la siguiente metodología:

Porcentaje de cobertura: Para la medición de la cobertura se utilizó un cuadrante de  $1\text{ m}^2$  debido a la longitud de las plantas y el comportamiento de la población (Littler y Littler, 1985). T-1; A lo largo de un transecto perpendicular a la línea de costa, se ubicó cada tres metros un cuadrante de  $1\text{ m}^2$  sobre el cual se estimó el porcentaje de cobertura, partiendo del nivel superior de marea hasta alcanzar el nivel superior de un bajo emergido cubierto por *Spartina foliosa* Trin. T-2; Para esta zona de 50 x 50 metros, se determinó el tamaño mínimo de muestreo (Green, 1979), que fue de 10 lances, y con ayuda de números

2

aleatorios y de un cuadrante de 1 m<sup>2</sup> se estimó el porcentaje de cobertura para cada lance. La diferente metodología en las zonas de muestreo se debió al tipo de sustrato y accesibilidad.

Fenología: Para el tratamiento de la fenología se consideraron tres grupos: plantas tetraspóricas, plantas cistocárpicas (planta gametofita femenina ya fecundada) y plantas estériles (aquellas en las cuales no se encontró evidencia de fases reproductivas, incluyendo las escasas plantas gametofitos masculinas) (fotos 1,2 y 3). Se colectaron al azar 100 plantas en el primer muestreo para cada transecto, para determinar el número mínimo de individuos, siendo este de 50, los cuales fueron preservados en solución de formaldehído al 4%. En particular, para el T-1; se consideró como unidad algal a un grupo de algas, al no encontrar organismos bien definidos. En el laboratorio se llevaron a cabo cortes transversales de los talos y bajo el microscopio compuesto (Bausch & Lomb), se determinó el tipo y la presencia o ausencia de elementos reproductivos, expresándolos en porcentaje.

Rendimiento y calidad del agar: se colectó al azar 1 Kg de plantas peso húmedo por transecto.

Extracción de agar: se siguió el método descrito por Craigie y Leigh (1978).

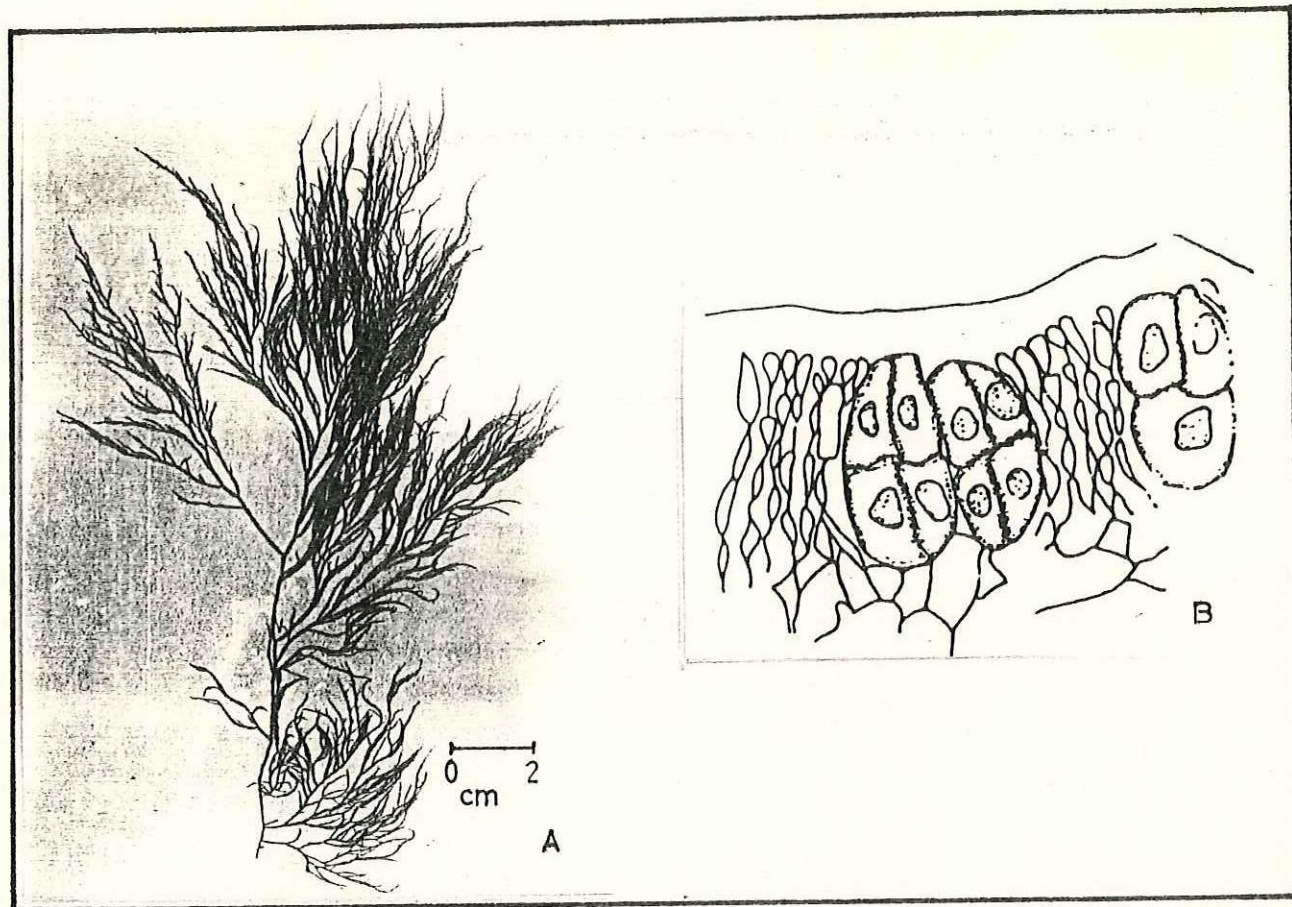


Foto 1.- Planta tetraspórica de G. verrucosa. (A).

Tetrasporângio sobre la corteza externa (B).

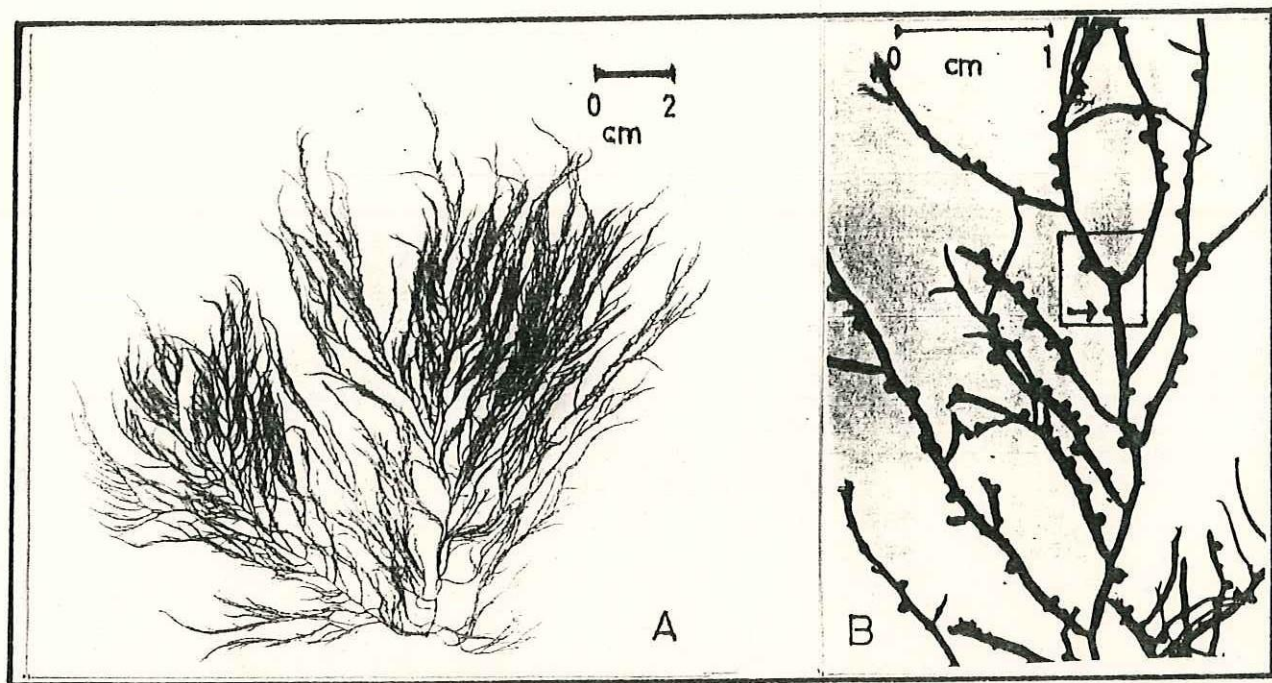


Foto 2.- Planta cistocárpica de G. verrucosa. (A).

Detalle de los cistocarpos (B).

12-A

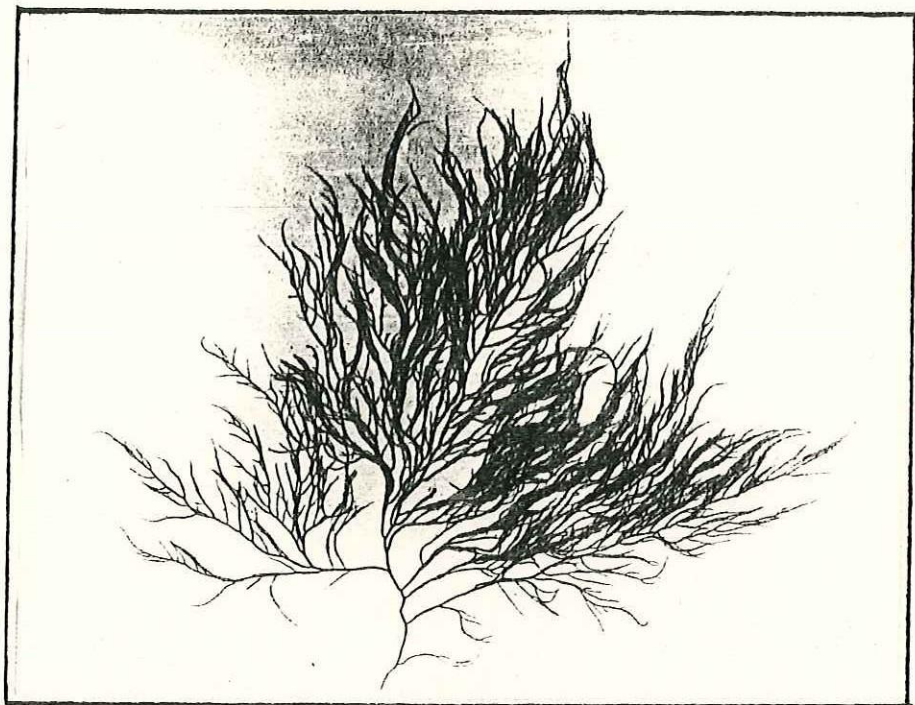


Foto 4.- Planta estéril de G. verrucosa.

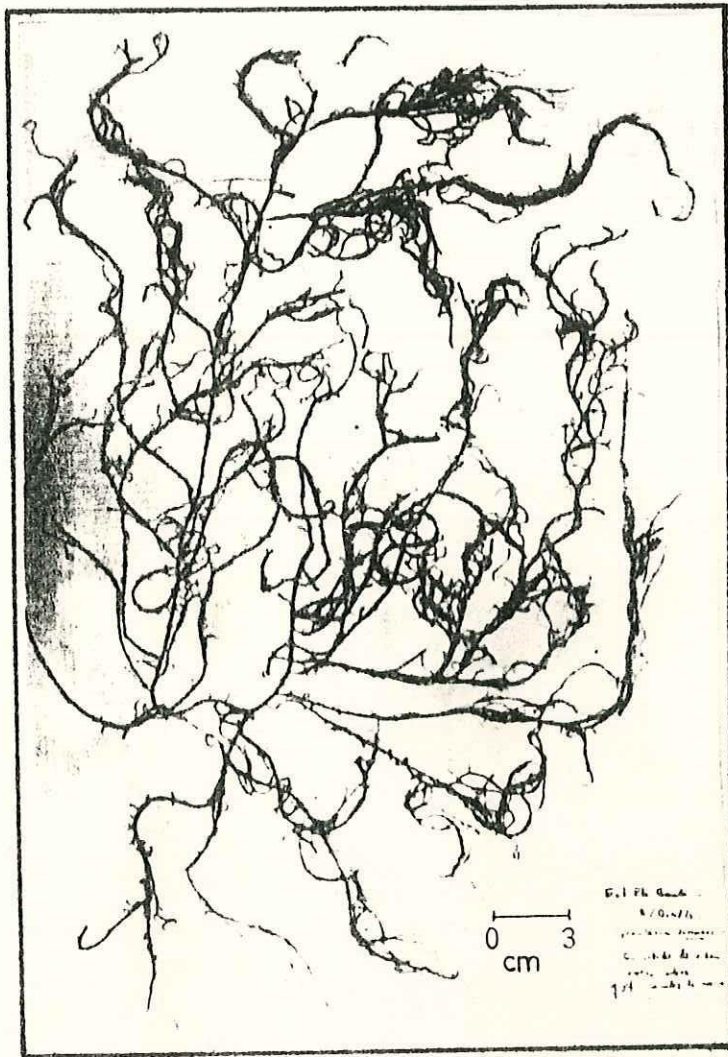


Foto 3.- Planta no fija de G. verrucosa.

Contenido de 3,6-anhidrogalactosa: se determinó por el método descrito por Yaphe y Arsenault (1965).

Sulfatos: se determinaron por una modificación propuesta por Creigie, et al, (1984), al método turbidimétrico de cloruro de bario propuesto por Tabatabai (1974).

Fuerza del gel: se determinó por el método descrito en Hiponocagar S.A. (1967). Se trabajo con una solución al 1.5 % de agar que se dejó gelificar a temperatura ambiente, y mediante una modificación al método, se utilizó una balanza de dos platos tipo Harvard trip (OHAUS, 2 Kg-5 lb). En un plato de la balanza se colocó un vaso de precipitado de 150 ml y en el otro plato se colocó la pastilla de gel de 1 <sup>3</sup> cm y se equilibraba la balanza. Sobre el vaso se encontraba una bureta de 150 ml la que contenía agua destilado y se dejaba gotear a velocidad constante. Sobre la pastilla se encontraba la varilla del gelómetro con un diámetro de 3 mm. Al romperse el equilibrio por el peso del agua en el vaso, la varilla perforaba la superficie de la pastilla de gel, determinando así la fuerza del gel en <sup>2</sup> gramos/cm .

Salinidad y Temperatura: Se llevaron a cabo mediciones de salinidad S o/oo y temperatura del agua <sup>o</sup> C para cada muestreo y cada transecto. Las lecturas de salinidad

fueron realizadas con un refractómetro de mano (American Optical Co.) y la temperatura con un termómetro de mercurio (Universal Enterprises L11-004. -10 a 60 C.).

#### 4.-RESULTADOS:

En el área de estudio, G. verrucosa se presentó creciendo sobre una gran variedad de sustratos (Aguilar-Rosas, 1982); sin embargo, otra forma de crecimiento observada durante el presente estudio, se presentó a través de una madeja de talos entrelazados y atrapados entre sedimento fino. Por otro lado, fragmentos en estado libre no fijos, se presentaron a través del año, principalmente en canales de marea y en la zona intermareal.

La cobertura de G. verrucosa, presentó la misma tendencia en las dos zonas de muestreo ( cercana a la boca y situada en la cabeza). Con los máximos en Otoño ( $8.5 \frac{\%}{m^2}$  y  $70 \frac{\%}{m^2}$  respectivamente) y los mínimos en Primavera ( $3.7 \frac{\%}{m^2}$  y  $15.5 \frac{\%}{m^2}$  ) (fig. 2 ).

En la zona cercana a la boca (T-1), la población se presentó fija en la zona intermareal, mostrando variaciones a lo largo del año. No se encontraron plantas fijas en ningún mes dentro del canal que cruza al transecto. Sin embargo; se observaron fragmentos en estado libre.

Durante la Primavera la pradera estuvo compuesta por plantas juvenes con una talla promedio de 7 cm. Por otro lado, durante el Otoño las plantas mostraron una talla promedio de 25 cm .

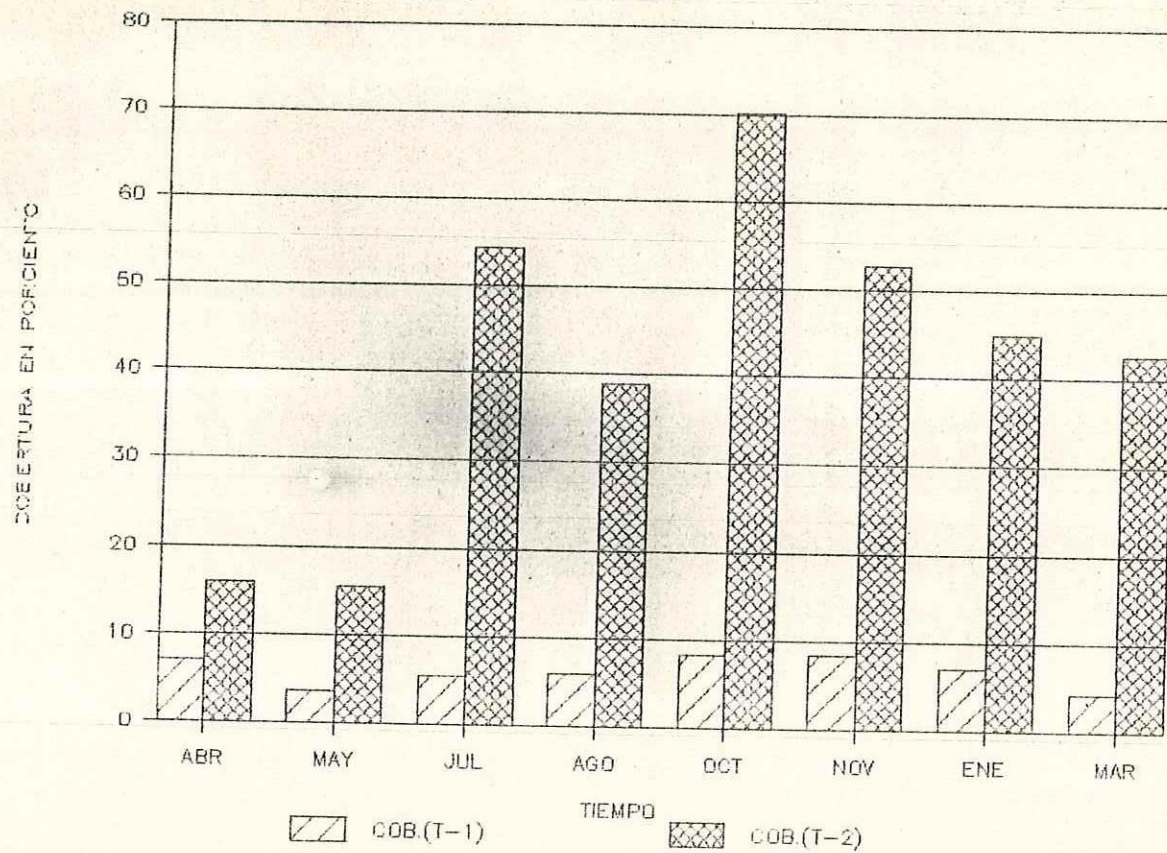


Fig 2.- Comportamiento de la cobertura para las dos zonas de muestreo.

En la zona situada en la cabeza (T-2), se observó que una parte de la población se encontraba inmersa en el sustrato, y a lo largo del año mostraba fluctuaciones en la cobertura. La otra, se encontraba distribuida en manchones asociada a rocas dispersas.

En el área de estudio se evidenció que la población de G. verrucosa presentó las fases del ciclo de vida típico de las especies de Gracilaria.

En las fig.3 y 4, se muestran las variaciones en la frecuencia y tipo de estados reproductivos encontrados. En la zona cercana a la boca (T-1); a lo largo del ciclo anual predominaron las plantas tetraspóricas mostrando el máximo en Verano (agosto) con 48 %, y el mínimo en Invierno (marzo) con 6 %. En particular, no se presentaron plantas cistocárpicas, y las pocas plantas gametofitas masculinas se presentaron durante noviembre (8 plantas) y enero (4 plantas). Por otro lado, hacia los meses de Invierno se presentó la máxima frecuencia de plantas estériles. En la zona de la cabeza (T-2); se encontró el ciclo reproductivo de G. verrucosa completo con tres plantas de vida libre, predominando las plantas cistocárpicas con los máximos en Verano (julio-agosto) con 53 % y 54 % respectivamente y con el mínimo en Primavera (abril) con 22 %, con una proporción de 2:1 sobre las plantas tetraspóricas. Las

PORCIENTO DE FASES

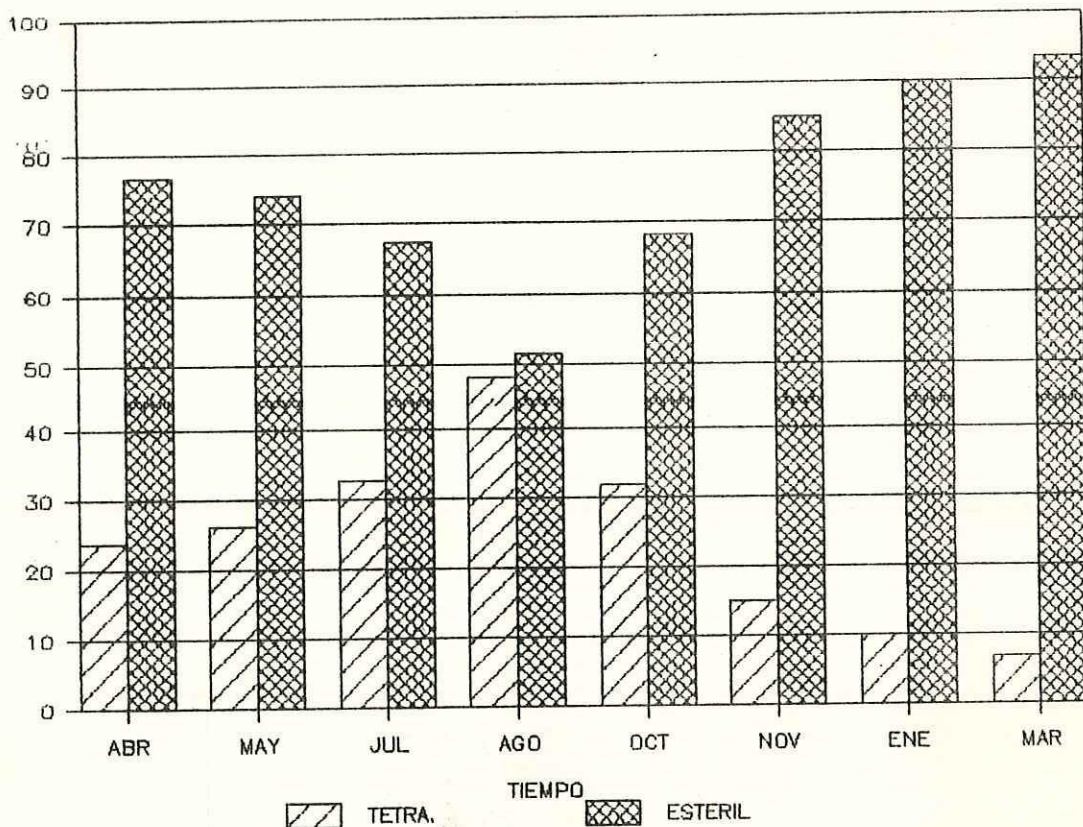


Fig 3.- Comportamiento de las fases reproductivas de *G. verrucosa* para la zona cercana a la boca (T-1).

PORCIENTO DE FASES

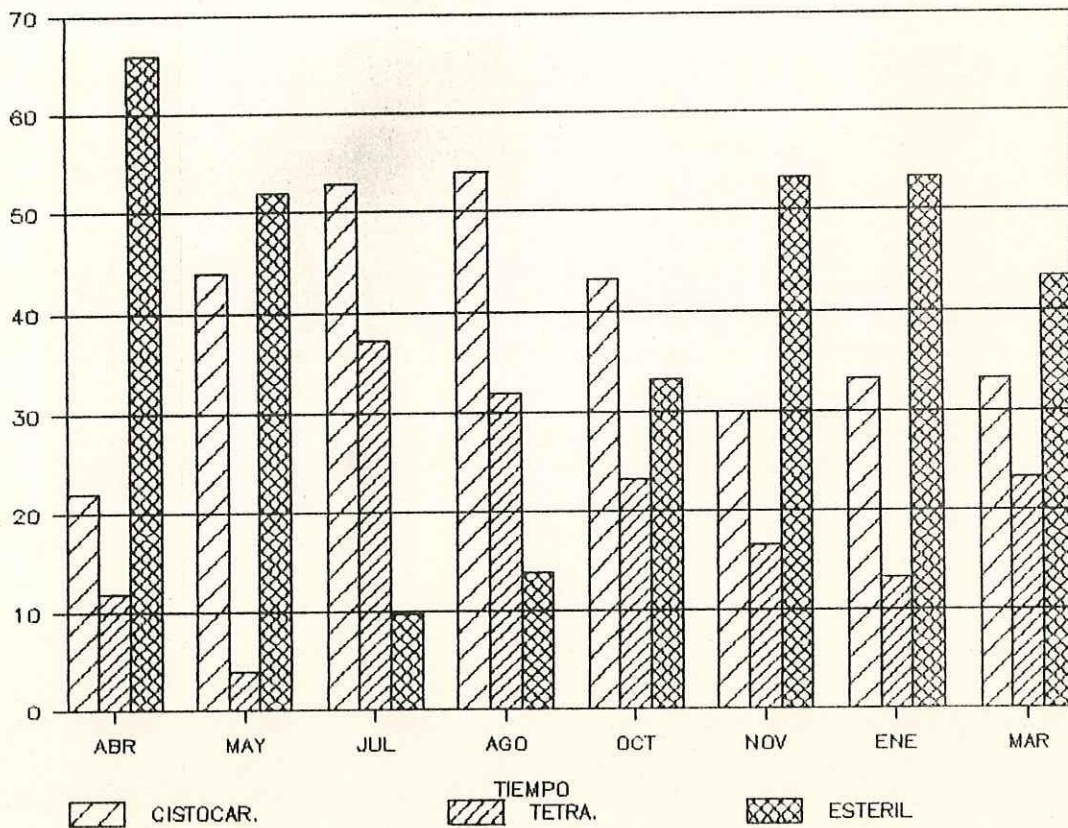


Fig 4.- Comportamiento de las fases reproductivas de *G. verrucosa* para la zona de la cabeza (T-2).

plantas tetraspóricas presentaron el máximo en Verano (julio) con 37 % y los mínimos en Primavera (abril-mayo) con 12 % y 4 % respectivamente. Hacia los meses de Primavera se presentó la máxima frecuencia de plantas estériles.

Se observó una población de G. verrucosa no fija, con características morfológicas diferentes a las plantas adheridas al sustrato. Esta población por lo general se encuentra en los canales del Estero (foto 4).

El rendimiento del agar tuvo el mismo comportamiento en ambas zonas, encontrando los máximos en Otoño (octubre) con 30.16 % y 28.61 % respectivamente; y los mínimos en Verano (agosto) con 12.3 % y 13.20 % respectivamente.

El contenido de 3,6-anhidrogalactosa en el agar para la zona cercana a la boca (T-1), tuvo su máximo en Primavera (mayo) con 37.24 % , y el mínimo en Invierno (marzo) con 28.11 % . Para la zona de la cabeza (T-2), el máximo fué en Otoño (octubre) con 37.03 % y el mínimo en Invierno (marzo) con 23.06 % (tabla 1).

El contenido de sulfato inorgánico en el agar para la zona cercana a la boca (T-1), presentó el máximo en el mes de noviembre (Otoño) con 1.37 %, y el mínimo en el mes de octubre (Otoño) con 0.76 %. Para la zona de la cabeza (T-2), el máximo fué en el mes de abril (Primavera) con 1.14 % y el mínimo en julio (Verano) con 0.76 % (tabla 1).

TABLA I. Rendimiento y calidad del agar de G. verrucosa para las dos zonas de muestreo (T-1 y T-2).

MESES	ABRIL	MAYO	JULIO	AGOSTO	OCTUBRE	NOVIEMBRE	ENERO	MARZO	
RENDIMIENTO (%)	T-1	18.50	18.16	19.30	12.30	30.16	21.87	16.74	27.56
	T-2	15.00	18.40	17.30	13.20	28.61	24.74	17.58	24.40
ANHIDRO. (%)	T-1	35.50	37.24	29.74	36.21	32.75	31.52	34.58	28.11
	T-2	31.57	34.23	30.14	36.26	37.03	34.89	26.68	23.06
SULFATOS (%)	T-1	1.07	1.02	1.06	0.99	0.76	1.37	0.94	1.06
	T-2	1.14	0.97	0.76	0.87	1.04	1.04	1.00	1.01
FUERZA DEL GEL (Grm/c)	T-1	14.40	17.20	12.00	16.40	31.00	14.00	4.20	14.50
	T-2	10.25	18.20	25.50	24.50	12.65	18.00	3.50	3.95

La mayor fuerza del gel para la zona cercana a la boca (T-1), se observó en octubre (Otoño) con  $31.0 \text{ gr/cm}^2$  y la menor en enero (Invierno) con  $4.2 \text{ gr/cm}^2$ . Para la zona de la cabeza (T-2), la mayor fuerza del gel fué en los meses de julio-agosto (Verano) con  $25.5$  y  $24.5 \text{ gr/cm}^2$ , y la menor hacia los meses de enero-marzo (Invierno) con  $3.5$  y  $3.95 \text{ gr/cm}^2$ .

Las pruebas estadísticas (Kruskal-Wallis y la STP) (Sokal y Rohlf, 1969) aplicadas a los resultados de la Quimica de G. verrucosa indican que existe una variación estacional en rendimiento y calidad del agar para las dos zonas de muestreo.

Las salinidades y temperaturas obtenidas durante el período de estudio no fueron representativas por haber sido tomadas solo durante la marea baja, por lo tanto, se utilizaron los datos de salinidad y temperatura publicados por Alvarez-Borrego, et al., (1984), donde los valores de nuestros muestreos entran dentro de los rangos descritos por Alvarez-Borrego, et al., (1984). (tabla 2).

Tabla II.- Intervalos de temperatura y salinidad tomados de Alvarez-Borrego, et.al.1984.  
 (El mes de junio está tomado de Celis y Alvarez-Borrego, 1975).  
 Los datos que tienen el asterísco(+) son los obtenidos por nosotros.

MESES	T-1		T-2		T-1		T-2	
	+	Intervalo	+	Intervalo	+	Intervalo	+	Intervalo
NOVIEMBRE	+17.0	14.0-17.0	*15.0	14.2-15.2	+32.2	33.6	+33.0	33.5
ENERO	+16.5	11.9-17.0	+14.0	11.3-16.8	+33.0	34.0	+33.5	34.0
MARZO	+18.5	13.5-19.1	+19.0	13.5-20.0	+30.0	15.7	+28.0	7.6
ABRIL	+18.5	14.4-20.0	+19.0	14.5-20.5	+31.0	29.0	+31.0	29.4
MAYO	+20.0	16.1-20.3	+21.0	17.8-23.8	+31.0	32.7	+32.0	32.5
JULIO	+20.0	22.1	+22.0	20.0-25.3	+34.0	34.4	+34.0	33.7
AGOSTO	+22.0	23.0-28.7	+24.1	22.1-26.9	+33.5	33.2	+34.0	33.1
OCTUBRE	+21.7	21.0-24.0	+20.0	19.0-21.0	+33.0	33.5	+33.5	33.4
	TEMPERATURA °C				SALINIDAD o/oo			

## 5.- DISCUSIONES :

La cobertura en la zona cercana a la boca (T-1) presentó una población constante en la zona intermareal, quedando limitada por el canal, en el cual nunca aparecieron plantas de G. verrucosa. Posiblemente esto se deba al constante flujo y reflujo de marea que no permite la sedimentación y fijación de las esporas. Sin embargo, vuelve a aparecer pasando el canal, donde las características de la zona son similares a la zona intermareal.

En la zona situada en la cabeza (T-2) se observó que parte de la población se encontraba inmersa bajo un sustrato muy fino. Dellarossa, et al, (1980), encontró plantas que se encontraban inmersas en el sustrato perdurando a la estación desfavorable y comenzando el rebrote en la estación de crecimiento; lo anterior se observó durante el periodo de este estudio, que presentó un desasolve de la pradera en Otoño (octubre-noviembre), lo que se refleja en valores altos de cobertura. El hecho de encontrar una población inmersa en el sedimento, se debe a la acción del viento y mareas, las que frecuentemente acumulan G. verrucosa en la zona de entremareas (Luxton, 1981).

Kim (1970) y Ogata, et al, (1972), señalan que las temperaturas sobre 20 C son favorables para la formación de órganos reproductivos (esporas) en el género Gracilaria. Se encontró una relación entre estos dos factores (temperatura y el desarrollo de órganos reproductivos), ya que para la zona cercana a la boca (T-1) se determinó una estacionalidad a lo largo del año, donde los máximos de plantas tetraspóricas se encontraron con una tendencia hacia Verano (julio-agosto), esto concordando con las temperaturas altas que para Verano fueron (20-28 C) (Alvarez-Borrego, et al, 1984) y disminuyendo hacia el Invierno (enero-marzo), encontrándose también una relación con las bajas temperaturas (11-18 C).

La zona de la cabeza (T-2), presentó los máximos de plantas en estado reproductivo (tetraspóricas y cistocárpicas) hacia los meses de Verano (julio-agosto) con temperaturas altas (20-27 C) (Alvarez-Borrego, et al, 1984), disminuyendo hacia el Otoño (octubre-noviembre). En los meses de Invierno ocurren fluctuaciones significativas de salinidad y temperatura que pueden estar relacionados con la presencia de órganos reproductores especialmente en plantas cistocárpicas (Ramírez, et al, 1981), lo cual provoca un incremento en el porcentaje de plantas en estado reproductivo para el Invierno (enero-marzo).

Dellarossa, et al, (1980), menciona que factores como el

sustrato y la temperatura son los responsables de la no germinación de esporas en el medio natural para G. verrucosa.

Los cambios de salinidad afectan el potencial reproductivo de las algas (Hoyle,1975). Trono y Arariza-Corrales,(1981), encontró que los talos fértiles (plantas tetraspóricas y cistocárpicas), predominan sobre talos estériles de G. verrucosa durante los meses de salinidad alta; la regeneración vegetativa se ha visto que es una forma importante en el mantenimiento de las poblaciones de G. verrucosa durante los meses de salinidades bajas. Este comportamiento, relacionando las altas y bajas salinidades con la frecuencia de fases reproductivas (tetraspóricas,cistocárpicas y estériles),se observó para G. verrucosa en el área de estudio.

La baja ocurrencia de talos gametofitos masculinos, ha sido encontrada para un gran número de las Gigartinales (Kim,1970), en contraste,para G. verrucosa y otros miembros de las Gigartinales muestran un predominio de formas tetraspóricas sobre las cistocárpicas (Mshigeni,1976). Sin embargo, en el presente estudio se presentó un comportamiento contrario con el predominio de plantas cistocárpicas sobre los talos tetraspóricos (fig.6); este mismo patrón, lo encontró Trono y Arariza-Corrales,(1981) para G. verrucosa, aludiendo ser debido al tamaño de las

esporas. Las tetrasporas fueron más grandes que las carposporas; una velocidad de hundimiento más rápida, ofrece una ventaja ecológica para las esporas grandes.

El comportamiento reproductivo de G. verrucosa está en relación directa con el tipo de sustrato (Romo y Alveal, 1979). Un sustrato duro permite la fijación de las esporas, no así uno blando. En este último tipo de sustrato prosperan poblaciones formadas por individuos tetraspóricos y estériles. La presencia de individuos con cistocarpos está asociada al sustrato duro que le permite el desarrollo de las tres fases del ciclo reproductivo (Romírez, et al, 1981). Esta relación se observó en el área de estudio, no encontrándose evidencias de plantas cistocárpicas en la zona cercana a la boca (T-1), donde el sustrato en el cual crece G. verrucosa, está formado por sedimento arenoso-limoso, lo que permite el desarrollo de plantas tetraspóricas y gametofitas masculinas. Por otro lado, la zona de la cabeza (T-2), está compuesta por arena gruesa y rocas angulosas dispersas que permiten el desarrollo de las tres fases del ciclo reproductivo, con el predominio de plantas cistocárpicas.

En el rendimiento del agar, se encontró que los valores obtenidos para ambas zonas de muestreo, se encuentran dentro de los rangos descritos por Hoyle (1975); Whyte y Englar (1981) para G. verrucosa.

La dureza del gel es la propiedad física más importante para determinar su calidad (Tsuchiya y Hong,1966; Hoyle,1975). Se observó para las dos zonas de muestreo, una relación entre dureza y el contenido de sulfatos, ya que para el mes con mayor dureza, se obtuvo la menor concentración de sulfatos, sin coincidir con el valor máximo de 3-6-anhidrogalactosa, pero si, con uno de los valores más altos, confirmando así lo descrito por Whyte y Englar,(1980); Friedlander y Zelikovich,(1984). En el cual la mayor dureza del gel estuvo donde se encontraron los más bajos valores de sulfatos y más altos valores de 3-6-anhidrogalactosa.

Los meses de julio, agosto y octubre presentaron las mayores temperaturas y plantas en estado reproductivo para ambas zonas de muestreo. Se observó una relación entre la temperatura, estados reproductivos de la planta y la calidad del agar, dado que en los meses de octubre para la zona cercana a la boca (T-1), y julio-agosto para la zona de la cabeza (T-2), se presentó la mejor calidad del agar. Mientras que en las temperaturas bajas de Invierno se obtuvo la más baja calidad del agar para ambas zonas.

Penniman,(1977), Hoyle,(1978) y Whyte, et al,(1981), encontraron que el rendimiento y calidad del agar se debe a las fluctuaciones de temperatura y estados reproductivos de la planta.

#### 6.- CONCLUSIONES:

-- Se encontró una variación estacional de porcentaje de cobertura y porcentaje de fases reproductivas.

-- Se encontraron porcentajes máximos de fases reproductivas durante el Verano y mínimos para Primavera.

-- Se observó la presencia de las tres fases reproductivas, con variaciones en el tipo y porcentaje de fase entre las estaciones.

-- Existe una variación estacional de rendimiento y calidad del agar de G. verrucosa para las dos zonas de muestreo.

-- El mayor rendimiento se encontró para las dos zonas en el mes de octubre (30.16 % y 28.61 %) respectivamente y el menor en el mes de agosto (12.30 % y 13.20 %).

-- La mejor calidad del agar para el T-1 se encontró en el mes de octubre y para el T-2 en los meses de Verano (julio-agosto).

-- Se encontró una correlación entre la temperatura y la Calidad del agar para las dos zonas de muestreo.

7.- BIBLIOGRAFIA:

- Abbott, I. A. 1980. Some field and laboratory studies on colloid-producing red algae in central California. Hopkins Marine Station of Stanford University.
- ..... 1985. New species of Gracilaria Grev. (Gracilariaceae, Rhodophyta) from California and Hawaii. En: Taxonomy of Economic Seaweeds—with reference to some Pacific and Caribbean species. Abbott, I. A. y J. N. Norris, (Eds.) California sea Grant College program. Report # T.C.S.G.C.P.-011: 115-121 pp.
- Aguilar-Rosas, R. 1982. Identificación y distribución de las algas marinas del Estero de Punta Banda, B.C. México. Ciencias Marinas (Mex), Vol. 8(1): 78-87 pp.
- Aguilar-Rosas, L. E., R. Aguilar-Rosas, I. Pacheco-Ruiz, E. Borquez García, M. A. Aguilar-Rosas, E. Urbieta González. 1982. Algas de importancia económica de la región noroccidental de Baja California, México. Ciencias Marinas, (Mex.). Vol. 8(1): 49-63 pp.
- Alvarez-Borrego, S., A. G. Guzmán y J. L. Beltrán Félix. 1984. Banda: 1982-1983. Ciencias Marinas. Vol. 10. # 3 105-108 pp.
- Asare, S. O. 1979. Seasonal changes in Sulphate and 3-6-anhydrogalactose content of Phycocolloids from

- two red algae. Bot.Mar. Vol. XXIII. pp. 595-598.
- Bird, C.J., I. Edelstein and J. McLachlan, 1977. Studies on Gracilaria. Experimental observation in Pomquet Harbort, Nova Scotia. Nat. Can. 104: 245-255 pp.
- Bird, N., J. McLachlan y B. Grund, 1977. Studies on Gracilaria. 5. In vitro life history of Gracilaria sp. from the maritime provinces. Can. J. Bot. Vol. 55: 1282 o 1290.
- Causey, N.B., J.F. Prytherch, J. McCaskill, H.J. Humm y F.A. Wolf, 1946. Influence of environmental factors upon the growth of Gracilaria confervoides. Duke Univ. Mar. Stn. Bull, 3: 19-21 pp.
- Celis, C.R. y S. Alvarez, 1975. Distribución superficial de algunos parámetros hidrológicos, físicos y químicos en el Estero de Punta Banda, B.C. en primavera y verano. Ciencias Marinas. Junio 1975 Vol. 2 # 98 pp.
- Craigie, J.S. y C. Leigh, 1978. Carragenanus and agar. in Handbook of phycological methods: phycological and biochemical methods. edited by S.A. Hellebust and J.S. Craigie. Cambridge Univ. press, London. 109-131 pp.
- Craigie, J.S., Z.C. Wen and J.P. van der Meer, 1984. Interspecific, intraspecific and nutritionally determined variation in the composition of agars

from Gracilaria spp. Botanica Marina, Vol.27,  
55-61 pp.

Dawson, E.Y. 1949. Studies of Northeast Pacific  
Gracilariaceae. Occasional papers Hancock Found.  
7:154,25.

\_\_\_\_\_ 1961. Marine Red algae of Pacific México.  
Part IV. Gigartinales. Pacific Naturalist.  
2:191-343, 63 pp.

Dawson, E.Y., Foster, M.S. 1982. Seashores plants of  
California. University of California press.  
Berkeley Los Angeles. London.

Dellarossa, V., H.Romo y K.Alveal. 1980. Avances en el  
conocimiento ecológico de Gracilaria verrucosa  
en el área de Concepción, Chile. Bolm. Inst.  
Oceanogr., S.Paulo. 29(2): 149-155 pp.

Friedlander and L. Zelikovitch. 1984. Growth Rates,  
Phycocolloid yield and quality of the red  
seaweeds, Gracilaria sp. Pterocladia capillacea,  
Hypnea muciformis and Hypnea cornuta, in  
field studies in Israel. Aq; 40(1984) 57-66 pp.

Goldstein, E.M. 1981. Field and laboratory studies on  
Gracilaria from Prince Edward Island, Can.  
Procc. Eighth Intl. Seaweed Symp. G.E.Fogg y  
W.E.Jones (Eds) 331-335 pp.

Green, R. 1979. Sampling desingn and Statistical methods

- for environmental Biologist. John Wiley & sons, Inc. N.Y. Cap. 22. 24-44 pp.
- Guzmán del Proó., S.Á. 1969. Los recursos vegetales marinos de Baja California México. 1969. Proc. Intl. Seaweed Symp. 685-690 pp.
- Hispanoagar, S.Á., 1967. Métodos de medida de fuerza del gel en agar-agar. Castilla, 7. España.
- Hoyle, M.D. 1975. The literature pertinent to the red algal. U.S. Sea Grant program, Hawaii.
- \_\_\_\_\_ 1978. Reproductive Phenology and Growth rates in two species of Gracilaria from Hawaii. J. exp. Mar. Biol. Ecol. Vol. 35:273-283 pp.
- Huerta, L.M. 1961. Especies aprovechables de la flora marina de la costa occidental de Baja California. Acta Politécnica Mexicana. Vol. II, (10): 401-405 pp.
- Jensen, Árne. 1977. Industrial utilization seaweeds in the past present an future. Univ. Norway.
- Jones, W.E. 1959a. The growth and fruiting of Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss. J. Mar. Biol. Assoc. U.K. 38: 47-56 pp.
- \_\_\_\_\_ 1959b. Experiments on some effects of certain environmental factors on Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss. J. Mar. Biol. Assoc. U.K. 38: 153-167 pp.

- Kim, C.S. and H.J. Humm. 1969. The Red alga Gracilaria foliifera, with special referense to the cell wall polysaccharides. Bull. Mar. Sei. 15:1036-1950 pp.
- Kim, D.H. 1970. Economically important seaweeds in Chile. I. Gracilaria. Bot. Mar. 13(2):140-162 pp.
- Little, M.M. and D.S. Little. 1985. Handbook of phicological methods. Ecological field methods: Macroalgae. Cambriges University Press. Cap. VIII. 165 pp.
- Luxton, D.M. 1981. Experimental Harvesting of Gracilaria in New Zeland. Procc. Intl. Seaweed Symp. Xth. (Ed.) T-Lerring Walter de Cruyter & Co. 693-698 pp
- Mayer, A.M.V., 1981. Studies of Gracilaria sp. in bahia Arredondo, Chubut province, Argentina. Procc. Intl. Seaweed Symp. 10: 705-710 pp.
- McLachlan, J. y C.J. Bird. 1984. Geographical and experimental assessment of distribution of Gracilaria sp. (Rhodophyta: Gigartinales) in relation to the temperature. Helgolander Meeresuntersuchungen 38: 319-334 pp.
- Mshigeni, K.E. 1976. A Note on the fate of tetrasporangial Stichidia in Hypnea lamouroux after spore release\*. Bot. Mar. 19, 313 pp.
- Ogata, E., T. Matsui y H. Nakamura. 1972. The life cycle of Gracilaria verrucosa (Rhodophyceae, Gigartinales) in vitro. Phycologia. 11: 75-80 pp.

- Oza, R.M. 1971. Studies on ecology morphology and life history of Gracilaria corticata J.Ag. Ph. D. Thesis, Gujarat Univ. Ahmedabad.
- 1972. Studies on Indian Gracilaria IV. Seasonal variation in agar and gel strength of Gracilaria corticata. J. Ag. Occuring on the Coast of Veraval. Bot.Mar. Vol.21: 165-167 pp.
- 1976. Studies on Indian Gracilaria II. The development of reproductive structures of Gracilaria corticata. Bot.Mar. 19:107-114 pp.
- Papenfuss, G.F. 1959a. Notes on algal nomenclature V. Various Chlorophyceae and Rhodophyceae. Phycos. 5:95 pp.
- Penniman, C.A. 1977. Seasonal Chemical and reproductive changes in Gracilaria folifera (Forssk.) Boerg. from Great bay. New Hampshire (USA). J. Phycol. Vol. 12 (Suppl.) 53 pp.
- Pinheiro, J.F. y C.L. Frota Bezerra. 1980. Estudio de Fenologia e Regeneracao de Gracilaria dominguensis Sonder (Rhodophyta-Gracilareacea), no estado do ceara. Arq. Cian.Mar. 20 (1/2):33-41 pp.
- Fritchard, D.W., R.de la Paz., H.R.Cabrera, S.Falleras y E. Morales. 1978. Hidrologia fisica del Estero de Punta Banda. Parte I; Analisis de datos. C.M. (Mex). Vol.(5) 2:1-23 pp.

- Ramirez, C., F. Rivera, E. Stegmaier y D. Contreras. 1981. Prospección de Gracilaria verrucosa en la Bahía de Corral y Ensenada de San Juan (Valdivia, Chile). Rev. Biol. Mar. Inst. Oceanol. Univ. Valparaiso, 17(3): 389-404 pp.
- Romo, H. y K. Alveal. 1979. Estudios poblacionales en la pradera de Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss de Isla de los Reyes, Bahía de Concepcion. C. Tec. del Mar, CONA, 4:15-26 pp.
- Santos G.A. and M.S. Doty. 1982. Agarosa from Gracilaria cylindrica. Bot. Mar. 26:31-34 pp.
- Sotomayor, A.O. y L.R. Almodovar. 1982. El género Gracilaria (Gigartinales: Rhodophycophyta) en Puerto Rico y su posible potencial como Agarofita a escala industrial. Carib. J. Scie. 18(1-4) pp.
- Sokal, R. y F.J. Rohlf. 1981. Biometry. W.H. Freeman and Co. U.S.A. Cap. XIII. 429-445 pp.
- Tabatabai, M.A., 1974. Determination of sulphate in water samples. Sulphur Inst. J. 10:11-13 pp.
- Trono, G.C. Jr. y R. Arariza-Corrales. 1981. The seasonal variation in the biomass and reproductive states of Gracilaria in Manila Bay. Procc. Intl. Seaweed Symp. Xth. (Ed.) Tore Lerring Walter de Frwyter & Co. 743-748 pp.

- Tseng, C.K., 1944. Utilization of Seaweed. Sci. Monthly. 59:37-46 pp.
- 1947a. Agar contribution Scripp No. 336.
- 1947b. Seaweed resources of North America and their utilization Economic Botanic. Vol. 1(1):67-97 pp.
- Wong, Y.C., G.Y. Pan, y L.C.-M. Chen. 1984. Studies on Agarophytes II. (Rhodophyta) in Shantou District, Guangdong, P.R.C. Bot. Mar. Vol. XXVII. 265-268 pp.
- Westermeier, R. 1982. Ecología y contenidos energeticos de Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss en el sur de Chile. Atlantica V.5 (2), pag. 129.
- Whyte, J.N.C. and J.R. Englar. 1979. Agar elaborated by Gracilaria sp. from the coast British Columbia. III. Variation in agar quality with season and reproductive condition of the alga from Haines Island. Fish. Mar. Serv. Can., Tech. Rep. 864.
- 1980. Chemical composition and quality of agars in the morphotypes of Gracilaria from British Columbia. Bot. Mar. 23: 277-283 pp.
- Whyte, J.N.C., J.R. Englar, R.G. Saunders and J.C. Lindsay. 1981. Seasonal variations in the biomass, quantity and quality of agar, from the reproductive and vegetative stages of Gracilaria verrucosa. Bot. Mar. Vol. 24. 493-501 pp.

Whyte, J.N.C., J.R.Englar and S.P.C.Hosford. 1984. Factors affecting texture profile evaluation of agar gels. Bot.Mar. Vol. XXVII. 63-69 pp.

Yaphe, W. y Arsenault. 1965. Improved resorcionalt reagent for the determination of Fructose 3.6-Anhydrogalactose in polysacharides. Anal. Biochem. 13: 143-149 pp.