

Tesis de Posgrado

Ecología de Gracilaria Verrucosa (Hudson) Papenfuss en poblaciones de la Provincia del Chubut, Argentina

Boraso, Alicia L.

1983

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias
Biológicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Boraso, Alicia L.. (1983). Ecología de Gracilaria Verrucosa (Hudson) Papenfuss en poblaciones de la Provincia del Chubut, Argentina. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_1768_Boraso.pdf

Cita tipo Chicago:

Boraso, Alicia L.. "Ecología de Gracilaria Verrucosa (Hudson) Papenfuss en poblaciones de la Provincia del Chubut, Argentina". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1983.

http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_1768_Boraso.pdf

EXACTAS UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



UBA

Universidad de Buenos Aires

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES - FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

ECOLOGIA DE GRACILARIA VERRUCOSA (HUDSON)
PAPENFUSS EN POBLACIONES DE LA PROVINCIA DEL CHUBUT
(ARGENTINA)

Alicia L. BORASO

Director: Dra. Delia Rabinovich de Halperín
Lugar de Trabajo: Centro Nacional Patagónico (C.N.P.) CONICET
Puerto Madryn, Chubut - Argentina

Tesis presentada para optar el título de Doctor en Ciencias Biológicas

- 1983 -

1768
Ej. 2.

I N D I C E

<u>INTRODUCCION</u>	1
<u>CAPITULO I: GRACILARIA VERRUCOSA; UBICACION SISTEMATICA Y DESCRIPCION</u>	
- Introducción	2
- Familia Gracilariaceae Kylin	2
- Género <u>Gracilaria</u> Greville	3
- <u>Gracilaria verrucosa</u> (Hudson) Papenfuss	
- Morfología externa	4
- Anatomía	7
- Anatomía de los talos fértiles	7
- Material estudiado	11
- Discusión	13
<u>CAPITULO II: ANALISIS DEMOGRAFICO DE POBLACIONES DE GRACILARIA VERRUCOSA: GOLFO NUEVO (PROV. DEL CHUBUT). PARAMETROS VEGETATIVOS.</u>	
- Introducción	14
- Material y métodos	14
- Resultados	
- Biomasa por unidad de superficie	16
- Densidad	23
- Tipos morfológicos, variación en las proporciones	25
- Parámetros medidos sobre las plantas	
- Biomasa por planta	28
- Variaciones en longitud	34
- Relación de la biomasa por unidad de superficie con la proporción en los tipos morfológicos	34
- Relación de la biomasa por unidad de superficie con la biomasa promedio por planta y la densidad promedio	44

- Conclusiones	45
----------------	----

CAPITULO III: ANALISIS DEMOGRAFICO DE POBLACIONES DE GRACILARIA VERRUCOSA: BAHIA ARREDONDO (PROV. DEL CHUBUT) PARAMETROS VEGETATIVOS.

- Introducción	47
- Métodos	47
- Resultados	
- Biomasa por unidad de superficie y densidad	48
- Biomasa promedio de las plantas y proporción de tipos morfológicos	49
- Discusión	49

CAPITULO IV: REPRODUCCION EN POBLACIONES DE GRACILARIA VERRUCOSA DE LA PROVINCIA DEL CHUBUT.

- Introducción	64
- Material y Métodos	64
- Resultados	
- Proporción de gametofitos y esporofitos en las poblaciones naturales	
- Golfo Nuevo	65
- B. Arredondo	68
- Observaciones in vitro	71
- Discusión	74

CAPITULO V: PROPAGACION EN GRACILARIA VERRUCOSA

- Introducción	79
- Material y Métodos	
- Observaciones en las poblaciones naturales	79
- Obtención de brotes en laboratorio	80
- Crecimiento in situ de inóculos suspendidos	81
- Resultados	
- Observaciones en poblaciones naturales	85
- Observaciones in vitro sobre formación de brotes	92

- Apices brotados en diferentes concentraciones de nutrientes	98
- Rámulas laterales en diferentes concentraciones de nutrientes	98
- Efecto de la salinidad reducida sobre la formación de rámulas	100
- Propagación artificial en el Mar	102
- Discusión y Conclusiones	109

CAPITULO VI: FACTORES DEL AMBIENTE EN RELACION A LAS POBLACIONES DE GRACILARIA VERRUCOSA

- Introducción	112
- Material y métodos	112
- Resultados	
- Sustrato, movilidad del agua y profundidad	
- Golfo Nuevo	115
- B. Arredondo	115
- Nutrientes, Salinidad, pH, Alcalinidad, Oxígeno y Período luminoso	125
- Observaciones sobre la comunidad	127
- Discusión	129

CAPITULO VII: ESQUEMAS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS POBLACIONES DE GRACILARIA VERRUCOSA DE G. NUEVO Y B. ARREDONDO.

- Introducción	134
- Esquemas propuestos de funcionamiento poblacional	
- G. Nuevo	137
- B. Arredondo	141
- Distribución de las poblaciones de <u>Gracilaria</u>	143
- Estrategia poblacional	146

CAPITULO VIII: MANEJO DE GRACILARIA VERRUCOSA, COSECHA

Y CULTIVO

- Introducción	147
- Cosecha	
- Legislación sobre explotación de <u>Gracilaria</u>	147
- Producción en la Argentina	148
- Trasplantes	151
- Fertilización de praderas naturales	151
- Criterios para escoger las épocas de cosecha	151
- Plan de trabajo sobre cosechas experimentales	152
- Cultivo	153
- Cultivos en piletas	154
- Cultivo en el mar	157
- Relación entre cultivo y producción de gel	158
- Discusión	158

BIBLIOGRAFIA	160
--------------	-----

AGRADECIMIENTOS	172
-----------------	-----

ECOLOGIA DE GRACILARIA VERRUCOSA (HUDSON)
PAPENFUSS EN LA PROVINCIA DEL CHUBUT (REP.
ARGENTINA).

por Alicia L. BORASO de ZAIXSO

INTRODUCCION

El alga agarífera Gracilaria proveniente de poblaciones del Chubut ha sido utilizada como fuente de materia prima para la producción/ de agar de calidad industrial durante las últimas décadas. Hasta el presente no se han realizado cosechas sobre las praderas naturales/ del alga sino que se ha hecho uso exclusivamente de las arribazo- / nes que son arrojadas a la costa en gran cantidad.

Esta explotación ha permitido el asentamiento de varios núcleos po- blacionales relacionados con la recolección y elaboración de Gra- / cilaria, la cual representa el mayor volúmen que la Argentina ex- / porta en el rubro "Algas".

La falta de información acerca de las características poblacionales de esta especie en la costa argentina determinó la conveniencia de iniciar el estudio de los aspectos demográficos y reproductivos de las mismas.

El esquema del trabajo abarca seis temas tratados respectivamente/ en los capítulos I a VI; los aspectos considerados son: descripción y ubicación sistemática de la especie; aspectos demográficos de las poblaciones de Golfo Nuevo (43°S) y Bahía Arredondo (45°02' S); repro- ducción, propagación e influencia de factores ambientales; los re- sultados son acompañados en cada caso con una breve discusión en re lación a los correspondientes antecedentes bibliográficos.

En el séptimo capítulo se relacionan los resultados e hipótesis par ciales en una discusión general y en el octavo y último capítulo se analizan los antecedentes y conclusiones del trabajo directamente/ aplicables a la cosecha en las poblaciones estudiadas y al cultivo de Gracilaria.

C A P I T U L O I

GRACILARIA VERRUCOSA; UBICACION SISTEMÁTICA Y DESCRIPCIÓN

INTRODUCCION

En este primer capítulo se ha condensado la información obtenida / referente a la ubicación sistemática del organismo bajo estudio y su descripción detallada en base a las observaciones personales so bre el material proveniente de las poblaciones estudiadas y varias fuentes bibliográficas. El objetivo de estos puntos es el de servir como referencia e introducción a los siguientes capítulos.

FAMILIA GRACILARIACEAE KYLIN

Kylin (1930) creó la familia Gracilariaceae, la cual agrupa a los / géneros con rama carpogonial bi o tricelular y células vegetativas / que funcionan como auxiliares. En 1830 Greville había descripto el género Gracilaria; entre las especies por él tratadas figuraba Gra- cilaria confervoides, sobre la cual en 1950, Papenfuss estableció / la prioridad de la denominación específica Gracilaria verrucosa // (Hudson) Papenfuss, quedando esta especie hasta el presente como / lectotípica, siendo el basónimo correspondiente: Fucus verrucosa // Hudson (1762).

Dawson (1949) creó el género Gracilariopsis en base a las especies de Gracilaria que carecen de filamentos nutritivos que se extienden / desde la placenta hacia el pericarpio y cuyas células gonimoblásti cas son de menor tamaño; pero tanto Papenfuss (1966) como Yamamoto (1975) consideran que, dado que en la especie tipo de Gracilaria / (G. verrucosa) pueden ocasionalmente faltar los filamentos nutriti vos y que las diferencias de tamaño de las células gonimoblásticas no son del todo claras no se justifica separar las especies que fue ron agrupadas por Dawson en Gracilariopsis.

Según Oliveira (1968) las Gracilariaciae sensu Kylin (l.c.) tienen célula auxiliar intercalar y formada antes de la fecundación del / carpogonio, no están diferenciadas y forman parte de las ramas vege tativas cortas que nacen de las células soporte de la rama carpogo-

nial. La célula auxiliar no recibe el núcleo fecundado, originándose en cambio una gran célula de fusión a partir de la cual se forma el gonimoblasto, con el desarrollo de éste se origina un tejido vegetativo de protoplasma denso.

GENERO GRACILARIA GREVILLE

Descripción del género, subgéneros y criterios para la determinación de las especies.

Gracilaria fue circunscripto a su actual concepto por los siguientes autores: Agardh (1852); Sjöstedt (1928); Kylin (1930 y 1956). Tratamientos monográficos han sido realizados solamente a nivel regional por May (1948) en Australia; Dawson (1949) en el Pacífico / Nor-Oriental y Ohmi (1955 y 1958) para Japón; algunas contribuciones de revisión regional fueron llevadas por Chapman et al (1977) y Mc Lachlan (1979) en Canadá, en estos momentos se está llevando a cabo la monografía mundial del género (Mc Lachlan, com. pers.).

Gracilaria según Hoyle (1975) comprende especies con talo cilíndrico, aplastado o folioso, con ramificación irregular o dicotómica o irregularmente lobada. La célula apical del talo presenta tres caras y el talo no muestra un eje central claro. El pseudoparénquima medular es de células isodiamétricas y la corteza es de células / más pequeñas. La rama carpogonial es de dos células y sale lateralmente hacia afuera de una célula cortical, las células auxiliares vegetativas que se fusionan con el carpogonio dan una célula grande de fusión. El gonimoblasto se desarrolla dentro de un pericarpio externo hemisférico, con ostiolo apical. Los espermatocistos / se desarrollan en poros externos o en criptas con un poro. Los tetrasporangios son cruciados y pueden estar dispersos ó reunidos en soros.

Gayral (1966) señala que la naturaleza del talo es uniaxial pero / confusa.

Yamamoto (1977) en base a la morfología de los órganos masculinos / separa tres subgéneros de Gracilaria: Gracilariella, Textoriella y

Gracilaria; éste último posee los espermatocistos incluidos en // criptas inmersas en la corteza y comunicadas al exterior por un poro. Cumplen con esta condición G. verrucosa junto con G. rhodotricha Ohmi ; G. vermiculophylla (Ohmi) Papenfuss; G. arcuata // Zanardini; G. edulis Silva; G. sublittoralis Yamada et Sagawa y // G. coronopyfolia J. Agardh, entre otras.

Los criterios tradicionalmente utilizados para delimitar las especies son : tamaño, color, estructura interna, largo y ancho de la rama y tipo de ramificación.

Chapman et al (1977) intentaron utilizar características morfométricas como criterio de identificación de especies, pero aparentemente los resultados no fueron positivos; el criterio más fructífero propuesto últimamente es el de Yamamoto (1973 a y b y 1975)/ quien remarca la importancia de la anatomía de los órganos de reproducción en la separación de las especies de Gracilaria. Un antecedente importante a este respecto es el trabajo de Kylin (1930)/ donde se detallan las diferencias de G. verrucosa; G. sjoestedii y G. compressa.

Papenfuss (1963) y Pujals (1963) citan para nuestras costas las siguientes especies: G. verrucosa; G. aggregata Hooker et Harvey; G. cervicornis J. Ag.; G. prolifera Reinsch y G. pulvinata Skottsbo.

GRACILARIA VERRUCOSA (HUDS.) PAPPENFUSS

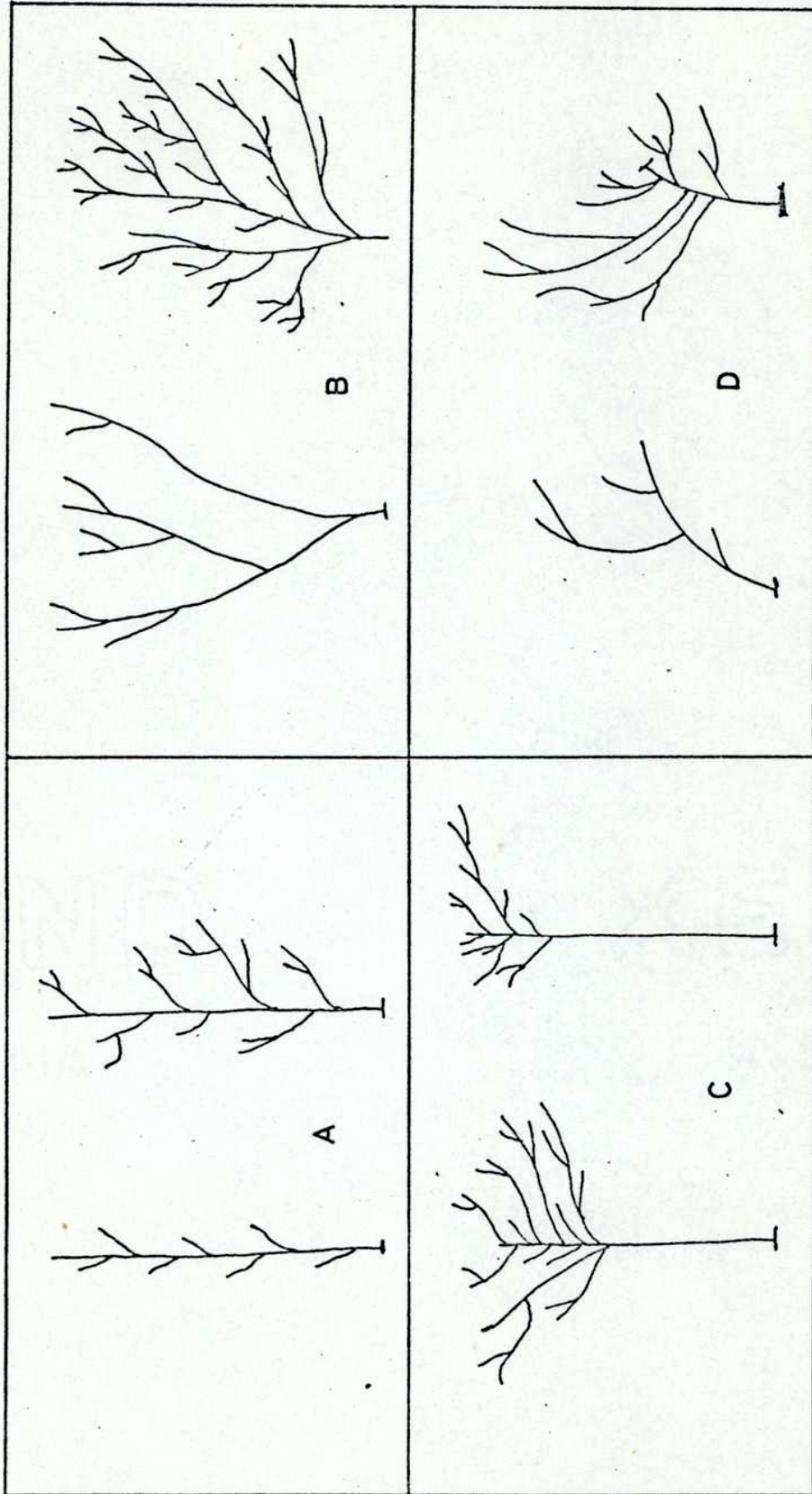
Morfología externa

Los ejemplares estudiados presentan talos cilíndricos, irregularmente ramificados, con extremos de las ramas algo afinados, alcanzando en ocasiones una longitud de 70 cm.. (\bar{x} = 39,8 cm.; s = 16,3; / n = 800) (Lám. I. 1.).

En base a la ramificación del talo se pueden distinguir cuatro tipos morfológicos (Lám. I.2.), el tipo "A" muestra un eje central / claro, estando el crecimiento del talo localizado en el ápice del mismo. El tipo "B", en cambio, no presenta un eje dominante sino / que son plantas con varios ejes, cada uno de los cuales contribuye en igual grado al crecimiento. El tipo "C" presenta un eje visible



Lâm.I.1: Aspecto general de G. verrucosa



Lám. I.2: Tipos morfológicos de Gracilaria verrucosa.

en la parte basal pero no así en la parte distal de la planta. El tipo "D" por último, presenta un eje cuyo crecimiento apical fue/truncado y el desarrollo se produce principalmente en las ramificaciones, las cuales son frecuentemente unilaterales. En cada uno de estos tipos se pueden encontrar talos con ramas de primer orden; de segundo orden, y especialmente en el tipo "B", también de tercer orden provistas a su vez de râmulas cortas. En la lámina I.3. se muestra la relación entre el largo y la biomasa en cada uno de los tipos morfológicos en las dos localidades de estudio.

En nuestro material se observa abundancia de pelos incoloros sobre la superficie (Lám. I.5. figs. 2, 3 a), los cuales a veces pasan / inadvertidos por su transparencia y cuyas células basales suelen/ ser conspicuas en la corteza (Lám. I. 5 fig. 3 b); estos pelos suelen desprenderse en las porciones más viejas del talo.

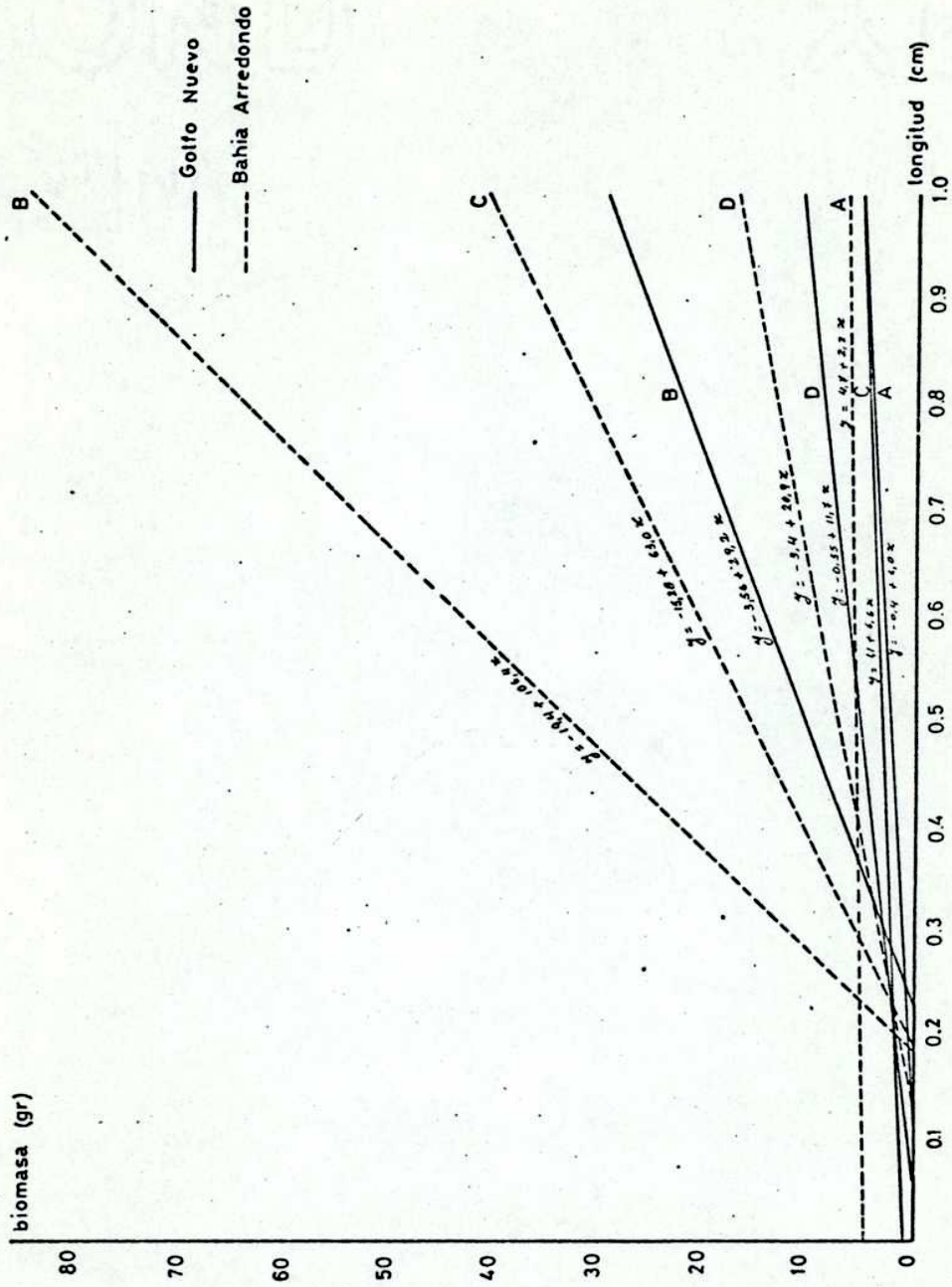
Anatomía

La primera fase del desarrollo consiste en un disco basal de borde monostromático, del centro del cual se elevarán los talos erectos (Lám. I. 4, fig. 4 y Lám. I. 5, fig. 5).

El talo erecto presenta una porción central de células isodiamétricas grandes (150 - 350 μ) y una subcorteza de células alargadas en/sección longitudinal, cuyo contenido citoplasmático presenta un aspecto más denso (Lám. I. 4., fig. 1). La corteza está formada por células más pequeñas, de 15 a 25 μ de diámetro. La organización es multiaxial, observándose una célula apical triangular (Lám. I./ 4., figs. 2 y 3); la corteza y la médula son pseudoparenquima / formado por varios ejes cuyas últimas ramificaciones corresponden a las células corticales. Estas presentan cromatóforos parietales enteros bien desarrollados, estando el conjunto consolidado por // una pared externa firme que es fácilmente poblada por epífitos. La fijación se realiza a través de un disco basal no muy grande, / formado por tejidos compactos.

Anatomía de los talos fértiles

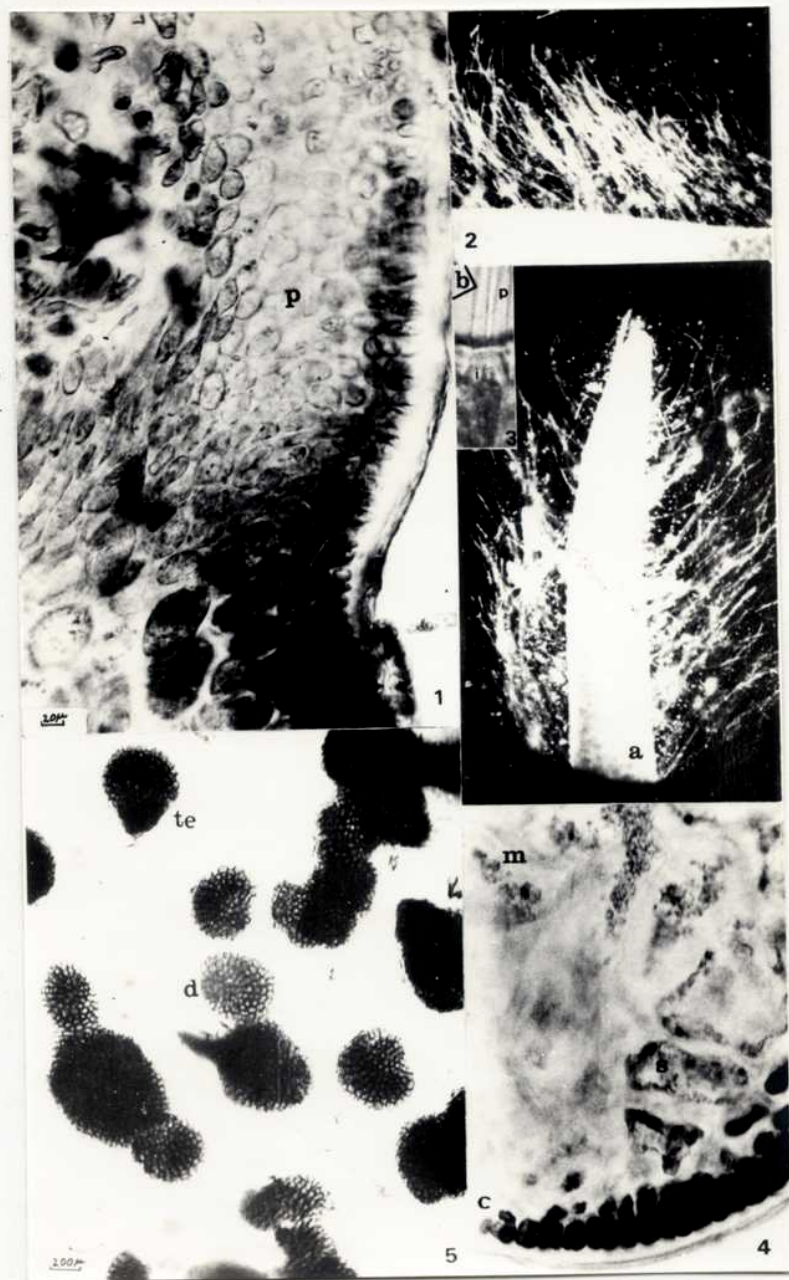
En los tetrasporofitos las tetrasporas se forman a partir de cé-



Lám. I. 3: Relación entre la biomasa y la longitud en plantas de G. verrucosa de B. Arredondo y de Golfo Nuevo.



Lám. I. 4; *Gracilaria verrucosa*: 1, corte longitudinal del talo (C : corteza; S: subcorteza) 2 y 3, porción distal de una plántula y célula triangular (t) en el ápice de la misma. 4, borde del disco (b) en talo juvenil. 5, células conectivas entre cistocarpio y carposporofito. Escalas de 1 y 2 igual a 5 y de 4 igual a 3.



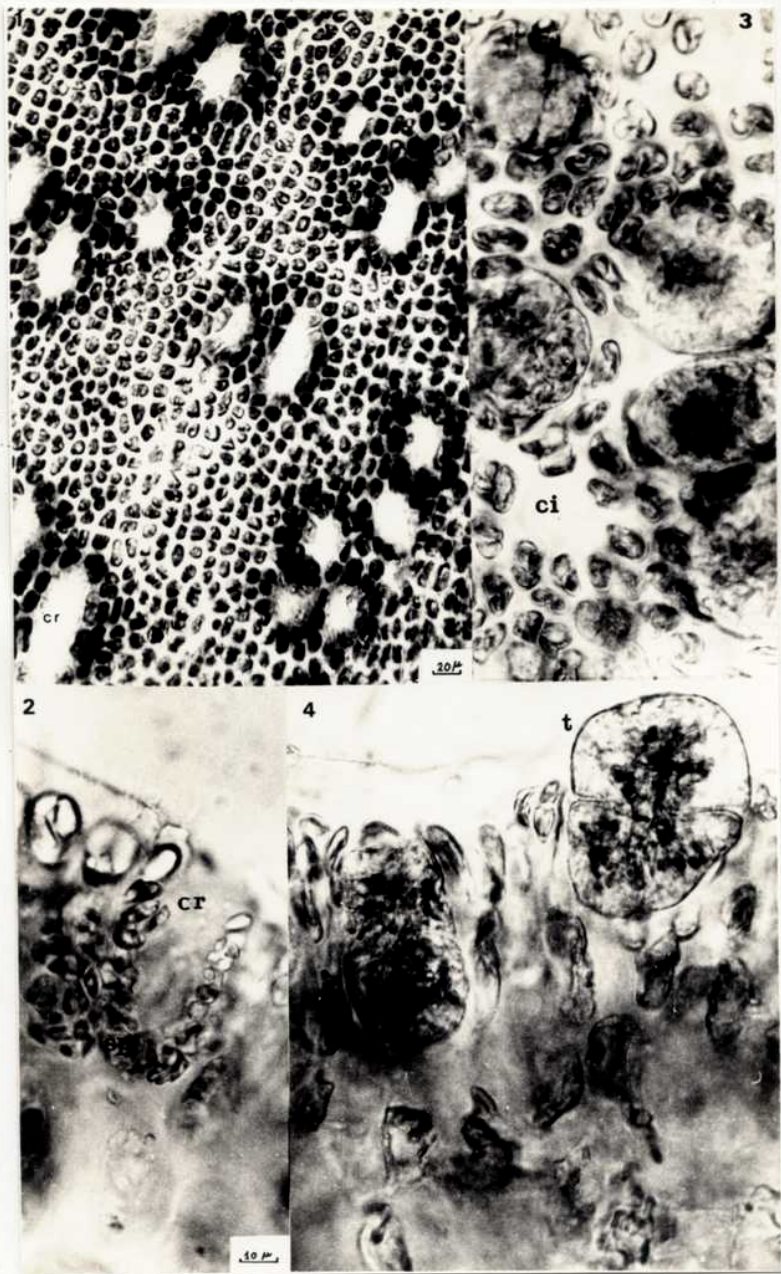
Lám. I.5: *Gracilaria verrucosa*: 1, corte de cistocarpio, con pared (p) de varios estratos de células. 2, pelos sobre el talo, a un centímetro del ápice. 3 a, pelos en la porción apical; 3 b, detalle de implantación (i) del pelo (p). 4, corte transversal del talo (c = corteza, s = subcorteza; m = médula). 5, discos iniciales (d) con principio de talos erectos (te). Escalas de 2 y 3 igual a 5 y de 4 igual a 1.

lulas corticales del talo, quedando localizadas por debajo de la corteza externa y disponiéndose a intervalos regulares, lo que // produce un aspecto típico (Lám. I. 6., figs. 3 y 4). Las zonas/ maduras presentan la corteza más engrosada que en las zonas esté- riles. El tamaño de las tetrasporas completamente desarrolladas// es de 20-35 μ .

En los gametofitos femeninos se desarrollan los carpogonios, los/ cuales a través de la fecundación por los espermacios, dan lugar/ a los carposporofitos, éstos están alojados en cistocarpios rela- tivamente voluminosos (Lám. I.5. fig. 1).

En los gametofitos masculinos los soros de espermacios se ubican/ en la cripta incluída en la corteza y subcorteza; como en el caso/ de las tetrasporas la corteza es más gruesa en las zonas fértiles. La distribución de los soros, de color amarillento, que contrasta claramente con el rojo del talo, se observan en la Lámina I.6. fig. 1. Los espermacios de pequeño tamaño (2-4 μ) son incoloros (Lám./ I. 6. fig.2).

Material: El material estudiado desde el punto de vista anatómico quedó depositado en el herbario del Centro Nacional Patagónico ba- jo los números R.G.1. a R.G. 5; R. G. 1. Bahía Arredondo, 28-10-81; R.G. 2. Golfo Nuevo, 11-12-81; R.G. 3. Golfo Nuevo 27-1-82; R.G.4 Bahía Arredondo, 19-2-82; R.G. 5. B. Arredondo, 31-10-79.



Lám. I. 6: Aspecto superficial del talo masculino con criptas (cr). 2, detalle de espermatocistos (sp) en criptas (cr), en corte transversal del talo. 3, tetrasporas (t) en vista superficial del talo (ci = cicatriz dejada por una tetraspora al liberarse). 4, tetrasporas (t), en corte transversal del talo. Escalas de 3 y 4 igual a 2.

DISCUSION

Las poblaciones estudiadas corresponden sin duda a G. verrucosa / (Hudson) Papenfuss. Esta especie es, de acuerdo a las citas halladas, de amplia distribución mundial, sin embargo parece estar ausente del Atlántico Nor-Occidental, donde es en cambio frecuente/ Gracilaria tikvahiae Mc. Lachlan, especie del grupo "textoriella". Los ejemplares de herbario correspondientes a material del Japón/ que nos fueron facilitados por el Dr. Yamamoto para la observación del aspecto general, son ligeramente más pequeños que el promedio de nuestras poblaciones. El material obtenido con el mismo objeto en el herbario Schotter, en el Lab. de Biol. Veg. Marine, (París) es muy parecido al nuestro en el aspecto externo y en la anatomía. Un detalle en el que parece existir un cierto desacuerdo es la presencia de filamentos nutritivos en el cistocarpio; en nuestro material se los encuentra siempre, pero Kim (1970) señala la ausencia/ de los mismos en el material chileno cuya distribución, según Romo et. al. (1979) va desde los 36°32'L.S. hasta Chiloé.

Un detalle que nos llamó la atención fue la observación de células subcorticales alargadas en sección transversal, que los autores en general han omitido mencionar.

Con respecto a la presencia de pelos en nuestro material se puede/ señalar que Van der Meer (1979) ilustra un aspecto semejante e indica que pudo obtener mutantes sin pelos con tratamiento por etil--metasulfonato en Gracilaria tikvahiae; por otra parte Edelstein et al (1978) para la misma especie observaron que los pelos son más / frecuentes en ambientes de salinidad no reducida.

CAPITULO II

ANALISIS DEMOGRAFICO DE POBLACIONES DE GRACILARIA VERRUCOSA GOLFO NUEVO (PROV. DEL CHUBUT). PARAMETROS VEGETATIVOS.

INTRODUCCION

Las posibilidades de una población de mantenerse y prosperar en una localidad en las diferentes épocas del año, así como las variaciones estacionales y anuales de la biomasa y demás características relacionadas con el crecimiento, están condicionadas por la capacidad genética de la especie y por los factores externos bióticos y abióticos que puedan determinar regularidad o irregularidad en los ritmos de producción.

En el presente capítulo se hace en cierta forma abstracción de la existencia de un ciclo de vida complejo en Gracilaria, analizándose exclusivamente las variaciones estadísticas de los parámetros vegetativos en el conjunto de la población de Golfo Nuevo con el propósito de verificar la existencia de patrones estacionales en las mismas. En los capítulos posteriores se determinará la posible relación de dichos patrones con los factores ambientales y las características reproductivas y de propagación de la especie.

MATERIAL Y METODOS

Las muestras de 0,25 m² fueron tomadas por buceo autónomo en nueve sitios dentro de Golfo Nuevo (Fig. II, 1), con periodicidad mensual desde enero de 1979 a mayo de 1981; faltando el muestreo de enero de 1981. Las muestras fueron consideradas repeticiones dentro de un mismo sitio por la relativa homogeneidad en las condiciones de profundidad, exposición y tipo de sustrato. La profundidad promedio en marea media osciló entre seis y nueve metros; el sustrato era consistente en arena fina, barro y pedregullo.

El material fue fijado en formol 5% neutralizado con bórax. Las plantas se separaron del pedregullo y epífitos, se pesaron escurridas/ en conjunto e individualmente en una balanza digital (⁺ 0,01 gr) y

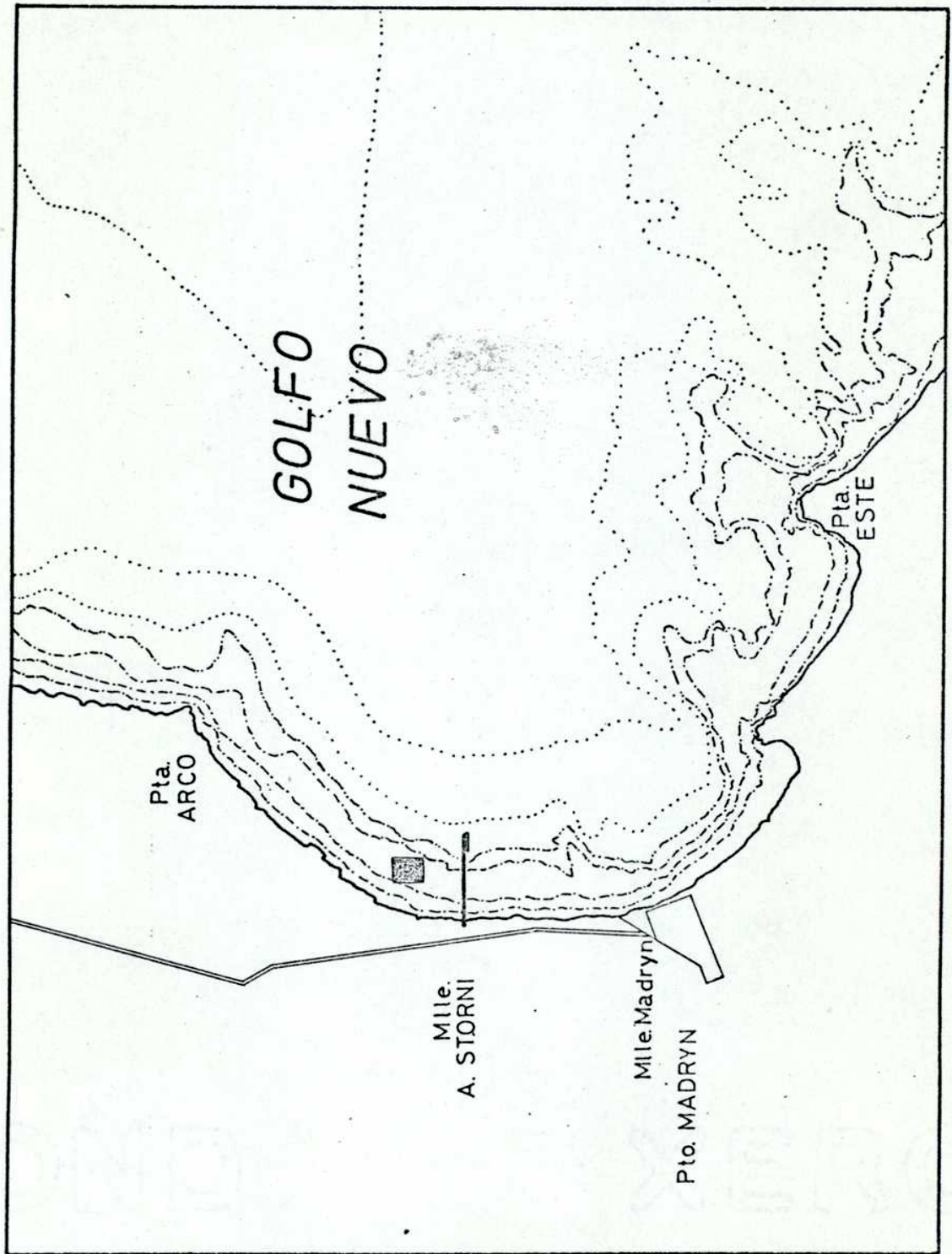


Fig. II.1.1: Zona de estudio en Golfo Nuevo. (en punteado).

se midió la longitud máxima de cada ejemplar.

El tratamiento estadístico de los datos fue realizado según metodología descrita por Daget (1979).

RESULTADOS

Los parámetros vegetativos analizados en Golfo Nuevo en su variación respecto al tiempo fueron: biomasa por unidad de superficie; densidad de individuos; proporción de tipos morfológicos; biomasa individual y longitud de las plantas.

Biomasa por unidad de superficie

En la tabla II.1 se resumen los valores de biomasa por unidad de superficie y en la figura II.2 se ilustran las variaciones mensuales de las mismas; como se desprende del análisis de la figura, no es aparente una regularidad en las variaciones de biomasa; siendo en cambio apreciable una disminución general de la biomasa en el período de estudio y marcadas variaciones irregulares entre las fechas. Para el análisis de esta situación se procedió según el siguiente esquema:

1- Se transformaron los datos para obtener homogeneidad en la periodicidad de los mismos con el objeto de poder trabajar con métodos sencillos de análisis de series. 2- Se extrajo la tendencia general mediante una regresión respecto al tiempo. 3- Se realizó el cálculo de las correspondientes medias ajustadas. 4- Se suavizó la curva mediante el cálculo de promedios móviles. 5- Se analizó la serie mediante el cálculo de la autorrelación para períodos trimestrales, semestrales y anuales.

La tendencia general de los datos fue evaluada mediante el cálculo de la siguiente regresión respecto al tiempo:

$$y = 588,2929 - 13,349 x$$

donde y = biomasa por unidad de superficie (gr/m^2)

x = tiempo (meses)

El coeficiente de correlación correspondiente es de $r = 0,61$ que con 32 grados de libertad indica correlación lineal significativa entre

Tabla II.1: Valores de densidad (número de individuos) y biomasa (g) por metro cuadrado en las fechas de estudio en Golfo Nuevo.

Fecha	Densidad			Biomasa		
	\bar{x}	S	n	\bar{x}	S	n
18-10-78	-	-	-	569,0	-	1
16-01-79	-	-	-	789,0	-	1
01-03-79	217,0	-	1	638,5	-	1
30-03-79	214,7	101,68	3	214,68	101,68	3
10-04-79	116,0	21,88	9	337,96	108,36	9
15-05-79	380,4	83,60	9	947,88	53,68	9
19-06-79	106,9	43,40	9	283,52	84,72	9
11-07-79	147,8	53,52	9	829,56	340,72	9
19-07-79	128,88	39,36	9	279,68	74,00	9
27-07-79	64,44	10,28	9	724,00	376,00	9
02-08-79	166,24	50,24	9	287,73	107,04	9
08-08-79	148,44	68,96	9	207,40	90,08	9
16-08-79	210,68	53,52	9	105,36	41,48	9
23-08-79	65,32	21,52	9	218,60	62,20	9
30-08-79	137,76	382,04	9	87,08	27,16	9
06-09-79	196,00	57,60	9	373,96	160,24	9
13-09-79	150,24	36,28	9	395,96	217,32	9
20-09-79	122,24	41,52	9	305,04	100,20	9
27-09-79	72,00	19,40	9	274,64	36,92	9
05-10-79	152,00	55,68	9	572,00	205,60	9
18-10-79	112,44	27,80	9	349,60	143,20	9
25-10-79	55,36	22,04	9	302,28	121,04	9
08-11-79	75,56	14,64	9	426,84	76,84	9
20-11-79	148,44	29,84	9	420,60	129,48	9
06-12-79	117,32	13,12	9	447,40	101,72	9
17-12-79	132,00	30,28	9	696,80	298,40	9
20-12-79	98,20	29,80	9	353,88	119,88	9
27-12-79	169,32	67,40	9	319,08	121,96	9
03-01-80	210,64	100,80	9	790,16	1148,92	9
10-01-80	316,88	733,40	9	381,32	85,44	9

Tabla II.1 (Continuación).

Fecha	Densidad			Biomasa		
	\bar{x}	S	n	\bar{x}	S	n
22-01-80	227,00	126,92	9	317,00	106,76	9
31-01-80	200,00	73,04	9	240,66	90,44	9
08-02-80	68,00	61,12	9	312,4	171,02	9
15-02-80	183,08	32,52	9	259,84	95,56	9
21-02-80	370,20	71,88	9	313,48	136,08	9
11-03-80	99,52	41,36	9	297,52	114,84	9
27-03-80	240,88	32,01	9	662,04	272,42	9
02-04-80	197,32	32,60	9	348,04	86,48	9
08-04-80	287,52	85,48	9	365,16	113,48	9
13-05-80	199,08	51,48	9	271,80	129,16	9
29-05-80	182,64	145,20	9	252,56	99,20	9
30-06-80	85,32	23,48	9	164,16	119,88	9
24-07-80	82,88	25,08	9	133,66	72,60	9
01-08-80	113,76	37,16	9	444,84	162,00	9
07-08-80	68,02	12,64	9	130,80	30,00	9
13-08-80	144,88	74,16	9	230,72	92,76	9
29-08-80	108,44	24,01	9	240,16	65,09	9
12-09-80	80,50	50,48	9	240,40	79,52	9
23-09-80	106,20	54,32	9	167,68	65,88	9
01-10-80	90,64	26,52	9	264,00	90,24	9
08-10-80	144,00	42,00	9	262,90	103,48	9
28-11-80	170,28	49,72	9	389,84	190,08	9
04-02-81	muchas pequeñas		-	232,075	235,74	9
12-03-81	28,00	69,20	9	162,64	90,12	9
07-04-81	36,00	26,00	9	169,92	52,92	9
07-05-81	74,40	86,24	9	379,80	268,56	9

Tabla II.2: Biomasa de *G.verrucosa* por unidad de superficie (gr/m^2) en Golfo Nuevo. Promedios mensuales, medias ajustadas respecto al tiempo y medias móviles.

Fecha	Promedio mensual	Medias ajustadas	Promedios móviles
Octubre-78	569,00	582,349	-
Noviembre-78	625,50	652,198	-
Diciembre-78	707,00	747,047	699,547
Enero-79	789,00	842,396	684,414
Febrero-79	607,00	673,745	640,255
Marzo-79	426,59	506,684	701,780
Abril-79	337,96	431,403	614,030
Mayo-79	947,88	1054,672	560,01
Junio-79	283,52	403,661	607,605
Julio-79	611,14	744,630	586,939
Agosto-79	181,23	328,073	475,5222
Setiembre-79	337,4	497,588	511,12
Octubre-79	408,13	581,667	484,3186
Noviembre-79	423,72	610,606	549,609
Diciembre-79	454,29	654,525	602,967
Enero-80	432,28	645,864	631,000
Febrero-80	295,24	522,173	630,426
Marzo-80	479,78	720,062	605,353
Abril-80	358,10	611,731	565,078
Mayo-80	262,18	529,16	546,112
Junio-80	164,16	444,489	462,308
Julio-80	133,66	427,342	444,846
Agosto-80	261,63	301,047	458,458
Setiembre-80	204,04	524,416	516,936
Octubre-80	263,50	597,225	553,553
Noviembre-80	389,84	736,874	598,0138
Diciembre-80	250,00	610,423	575,062
Enero-81	150,00	523,772	568,231
Febrero-81	22,53	409,651	537,604

Tabla II.2. (Continuación).

Fecha	Promedio mensual	Medias ajustadas	Prom.móviles
Marzo-81	162,64	563,07	567,9136
Abril-81	169,92	583,739	-
Marzo-81	379,80	806,48	-

Tabla II.3. Valores de autocorrelación de los promedios móviles de la biomasa por unidad de superficie en golfo Nuevo.

k	r	D= n-2	Significación
3	0,2216	+23	n.s.
4	-0,2201	22	n.s.
5	-0,3579	21	90%
6	-0,3499	20	90%
7	-0,3377	19	n.s.
8	-0,3471	18	n.s.
9	0,2088	17	n.s.
10	0,5146	+ 16	95%
11	0,7192	+ 15	99%
12	-0,55860915	14	95%
13	0,3374	+ 13	n.s.

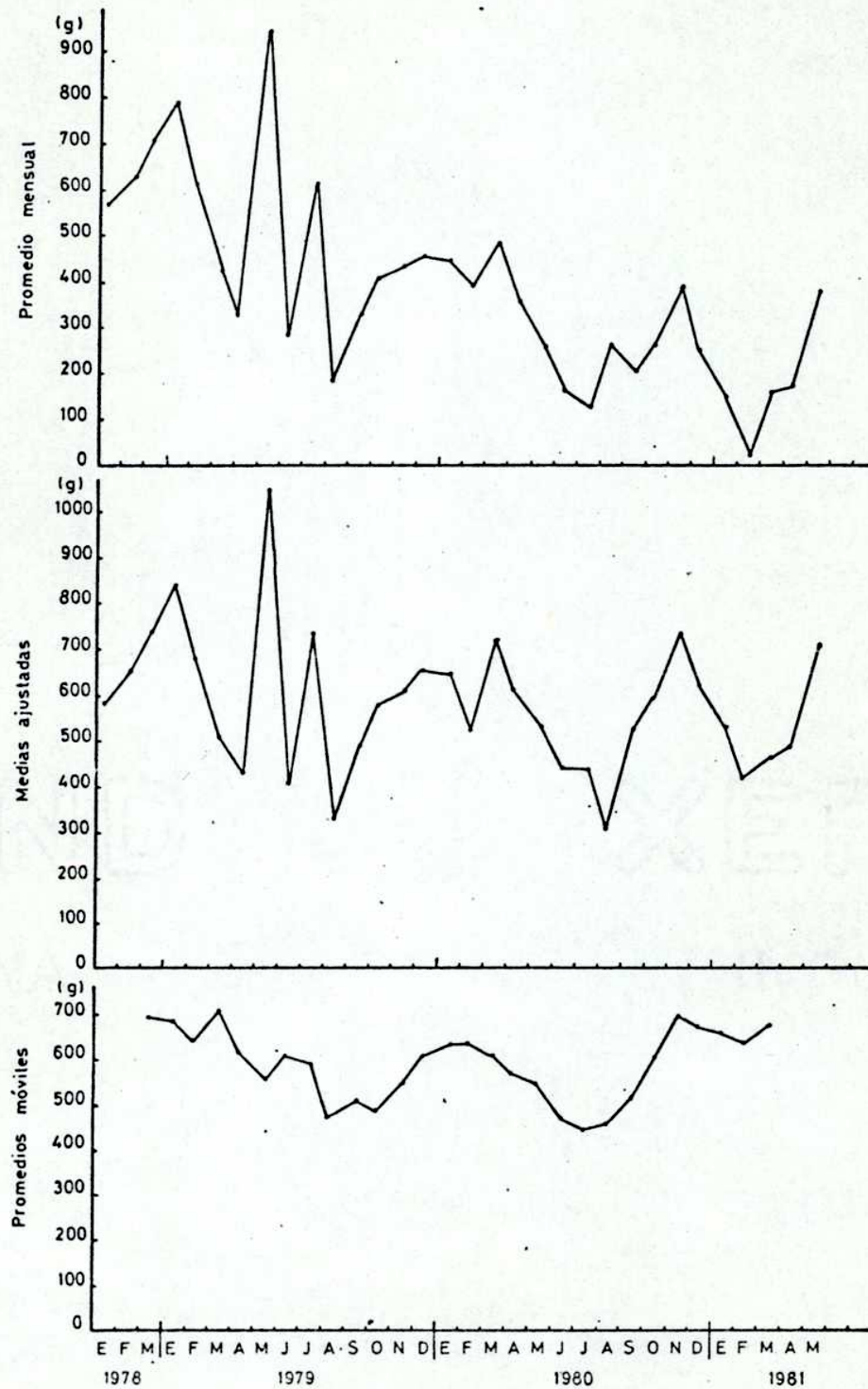


Fig. II. 2. Variaciones en la biomasa por unidad de superficie (m^2) en Golfo Nuevo.

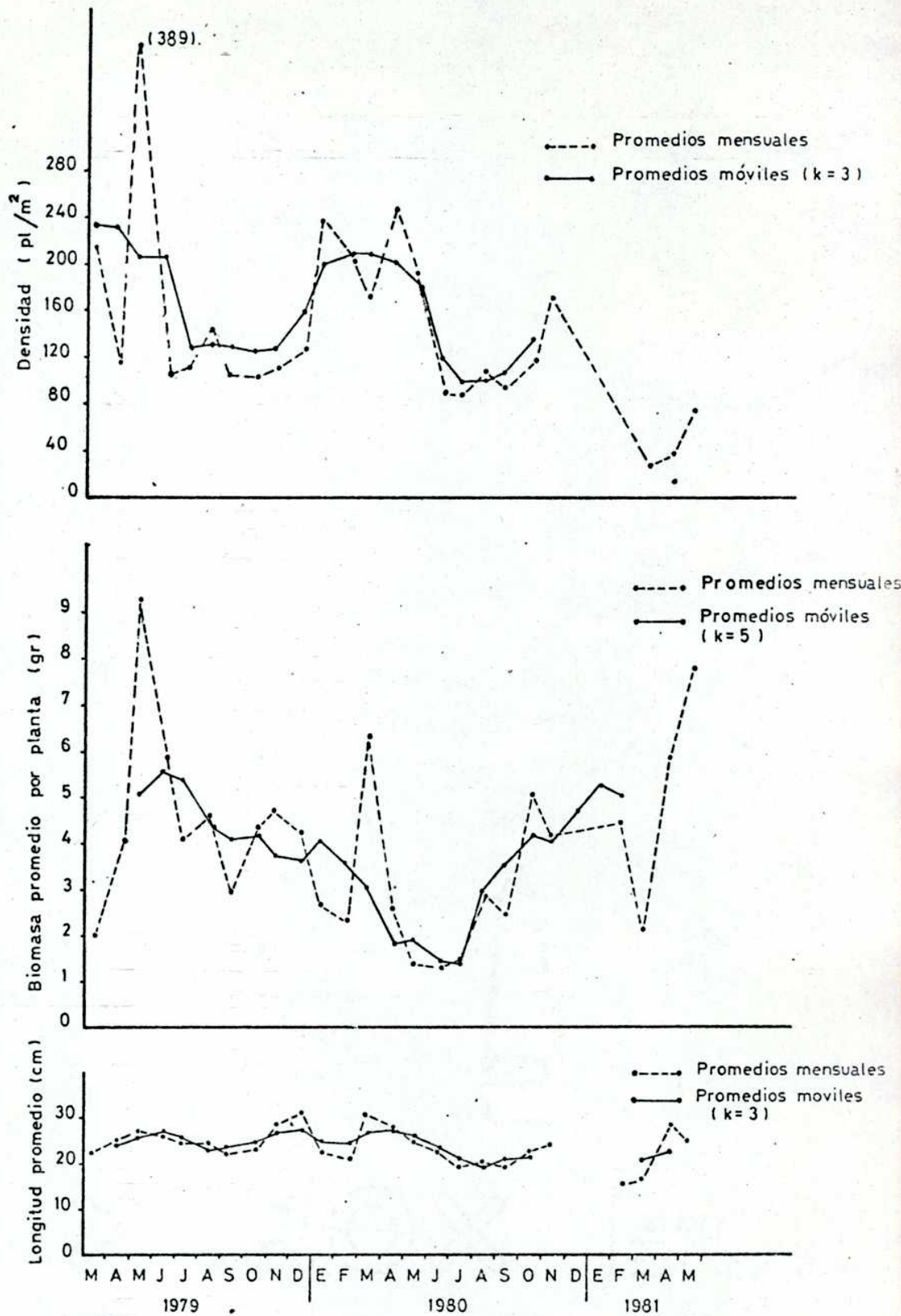


Fig. II. 3: Variaciones en densidad, biomasa promedio y longitud promedio de plantas de *G. verrucosa* en Golfo Nuevo.

las variables. A partir de los estadísticos de regresión calculados se hallaron medias ajustadas (y_a) por regresión para $t=0$, mediante la siguiente relación:

$$y_a = y + 13,349 x$$

Las correspondientes medias ajustadas de biomasa respecto al tiempo se detallan en la tabla II 2.

El siguiente paso fue suavizar la curva mediante el cálculo de los correspondientes promedios móviles (tabla II 2), según la siguiente expresión:

$$p_j = \frac{\sum_{i=j-2}^{j+2} (m_i)}{5}$$

Siendo: p_j = promedio móvil j ; m_i = media aritmética i .

En base a los promedios móviles de la biomasa por unidad de superficie se calculó la autocorrelación de la serie para períodos (k)/ de 3 a 13 meses, encontrando los valores de autocorrelación que se expresan en la tabla II 3. Estos resultados muestran una tendencia no muy marcada a la variación estacional de la biomasa, con mayor "standing crop" en verano y menor en invierno. Por otro lado, se observa una tendencia casi anual, con un máximo de autocorrelación positiva en el período de once meses.

Densidad

Los datos de densidad se resumen en la tabla II 1, al igual que en el caso de la biomasa se encuentran oscurecidas por variaciones // bruscas y una tendencia decreciente general (fig. II 3, a).

Siguiendo la misma metodología que en el punto anterior se intentó eliminar la tendencia general mediante el cálculo de las medias ajustadas, pero la correlación lineal de la densidad y el tiempo resultó no significativa ($r = 0,0057$; $n = 52$) en el lapso considerado, por lo que se trabajó directamente con los valores originales, suavizando las curvas por promedios móviles para poner en evidencia / las posibles variaciones cíclicas de este parámetro (Tabla II 4 y/

Tabla II.4.

Densidad de plantas en golfo Nuevo. (m^2), promedios mensuales y móviles (K=3).

<u>Fecha</u>	<u>Medias</u>	<u>Promedio móvil</u>
Marzo 79	215,8	-
Abril 79	116,0	237,4
Mayo 79	380,4	201,1
Junio 79	106,9	200,3
Julio 79	113,7	122,1
Ago. 79	145,7	125,5
Set. 79	117,2	123,2
Oct. 79	106,6	111,9
Nov. 79	111,8	115,9
Dic. 79	129,2	159,9
Enero 80	238,6	191,8
Feb. 80	207,6	205,5
Marzo 80	170,2	206,7
Abril 80	242,4	201,2
May. 80	190,9	172,9
Jun. 80	85,3	119,7
Jul. 80	82,9	92,3
Ago. 80	108,7	94,9
Set. 80	93,3	106,4
Oct. 80	117,3	127,0
Nov. 80	170,3	-
Feb. 81	Muchas pequeñas	
Mar. 81	28,0	
Abr. 81	36,0	
Mayo 81	74,4	46,13

fig. II, 3 a).

Conviene recordar en este punto que los valores de densidad se refieren a la densidad de plantas desarrolladas, mayores de 3 cm. de largo, y que aportan significativamente a la biomasa de la muestra; a este respecto se puede señalar que en verano de 1979 y 1982 se / observaron gran cantidad de plantitas jóvenes que, de contabilizarse aumentarían marcadamente los valores de densidad correspondientes. Con la anterior salvedad se limitó el cálculo de la correlación al período abril de 1979 a octubre de 1980 con corrimientos// (k) de 12 meses y de 6 meses obteniendo los siguientes valores:

$$\begin{array}{llll} k = 12 & = 7 & r = 0,83029 & (**) \\ k = 6 & n = 13 & r = 0,85095 & (**) \end{array}$$

Valores que indican tendencias semejantes a las observadas para la biomasa.

Tipos morfológicos, variación en las proporciones

En el capítulo primero describimos las características que definen cuatro tipos morfológicos de Gracilaria verrucosa, frecuentes en / las muestras colectadas en la zona de estudio. Seguidamente analizaremos las variaciones de las proporciones de esos tipos con el fin de relacionarlas con las de la biomasa.

En la tabla II 5 y fig. II 4 se resume la información mensual sobre los porcentajes de los tipos y las transformaciones de los valores de porcentajes (100.p) como $\text{arc. sen} \sqrt{p}$. Los datos de los tipos B y C se reunieron a estos efectos en una sola clase, asumiendo que / no aportarían información en este sentido.

En base a los valores transformados se realizó el análisis de autocorrelación de cada uno de los porcentajes obteniéndose correlaciones no significativas.

Conociendo a priori la existencia de una cierta estacionalidad en / la biomasa por unidad de superficie resultó de interés tratar de poner en claro la posible relación entre las variaciones de biomasa y las proporciones de los tipos morfológicos componentes de la población y también determinar si existe estacionalidad en la apari

Fecha	A		B + C		D		N
	100.p	arc. sen \sqrt{p}	100.p	arc. sen \sqrt{p}	100.p	arc. sen \sqrt{p}	
Nov. 78	22,5	28,31	36,00	36,86	42,50	40,68	50
Ene. 79	53,0	46,89	44,00	41,55	3,00	9,97	100
Mar. 79	24,0	29,33	73,00	58,69	3,05	10,05	100
Abr. 79	15,80	23,42	78,18	62,15	5,94	14,10	101
May. 79	7,31	15,68	87,99	69,72	4,87	12,74	123
Jun. 79	8,04	16,47	85,17	67,35	6,79	15,10	162
Jul. 79	30,97	33,81	58,58	49,94	10,43	18,84	297
Ago. 79	34,55	36,00	46,33	42,89	19,10	25,91	492
Set. 79	25,31	30,20	68,03	55,56	6,61	14,89	391
Oct. 79	11,30	19,64	77,73	61,84	10,95	19,32	292
Nov. 79	12,62	20,80	66,15	54,42	21,21	27,42	198
Dic. 79	23,98	29,32	64,64	53,51	11,36	19,69	396
Ene. 80	40,50	39,26	44,50	41,89	15,00	22,78	400
Feb. 80	37,46	37,23	56,60	48,79	16,00	23,57	295
Mar. 80	15,57	22,84	69,84	56,68	14,50	22,38	199
Abr. 80	27,01	31,31	51,57	45,89	21,40	27,55	285
May. 80	35,00	36,27	55,50	48,15	9,50	17,95	200
Jun. 80	42,00	40,39	43,00	40,97	15,00	22,78	100
Jul. 80	15,30	23,02	67,34	55,14	17,34	24,60	98
Ago. 80	29,51	32,90	59,28	50,34	11,19	19,54	393
Set. 90	20,83	27,15	61,23	51,48	17,70	24,87	192
Oct. 80	6,70	15,00	61,97	51,92	35,40	34,08	194
Nov. 80	13,00	21,13	68,00	55,55	19,00	25,94	100
Feb. 81	14,30	22,22	85,71	67,78	0,00	0,0	70
Mar. 81	50,50	45,28	48,00	43,85	1,50	7,034	81
Abr. 81	13,00	21,13	79,00	62,72	0,00	0,0	68
May. 81	47,85	43,63	42,85	50,88	0,00	0,0	70

Tabla II 5.- Resumen mensual de proporciones de tipos morfológicos (p).

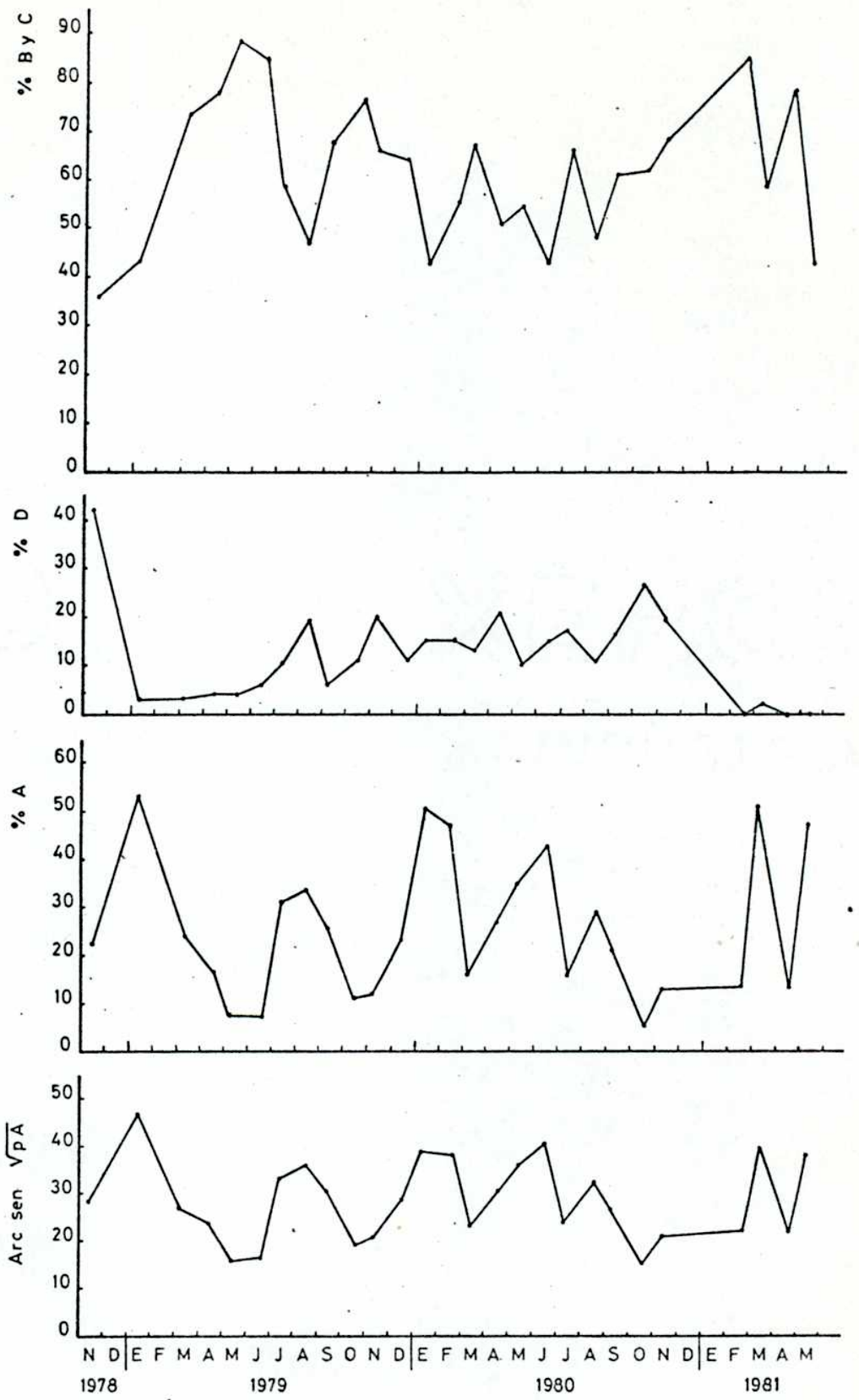


Fig. II. 4: Proporción de tipos morfológicos en Golfo Nuevo.

ción de estos últimos.

Suponiendo que las plantas tipo "A" por ser las más simples y en// general las de menor relación biomasa-longitud (Cap. I) serían un/ buen índice de comparación, se procedió primeramente a analizar la/ variación de su proporción respecto a las demás. Para ello se de- cidió a agrupar los datos de proporciones estacionalmente (Tabla II 6), procediéndose a calcular el ji cuadrado para diferencia entre las cuatro proporciones del tipo "A", así definidas. Para ello se utili- zó el procedimiento de Maxwell (1971), usándose el estadístico eva- luado según la siguiente expresión:

$$\chi^2 = \frac{\sum_{j=1}^n x_j \cdot p_j - \bar{p} \cdot T_x}{\bar{p} \cdot \bar{q}}$$

Donde: x_j = número de plantas de tipo A en el grupo j
 p_j = probabilidad de una planta de tipo A en el grupo j.
 \bar{p} = probabilidad de una planta A en el conjunto = T_x/T
 T_x = total de individuos A en el total de los grupos
 T = total de individuos en todos los grupos.
 $q = 1 - p$

Tabla II 6: Proporciones estacionales del tipo morfológico "A" en Golfo Nuevo. a) Cálculo de ji cuadrado.

	Tipo A		Otros	
	x_j	p_j	y_j	Totales
Verano	438	0,3343	872	1310
Otoño	223	0,2542	654	877
Invierno	532	0,2855	1331	1863
Primavera	166	0,1537	914	1080
	1359	--	3771	5130

$$\bar{p} = 0,649$$

$$\bar{q} = 0,7350$$

$$j_i^2 = 105,3^{***}$$

Tabla II 6.

b) Límites de confianza para las proporciones del tipo A.

Verano =	0,3093	-	0,3593
Otoño =	0,2212	-	0,2872
Invierno =	0,2485	-	0,3225
Primavera =	0,1257	-	0,1817

Verificándose la existencia de diferencias entre las proporciones / Tabla II 6, a) se procedió a comparar aquellas estaciones cuya diferencia en biomasa por unidad de superficie fuera máxima según el análisis previo; es decir verano e invierno (Tabla II 7) y otoño y primavera (Tabla II 8).

Dado que los grupos contrastados son los más cercanos entre sí en // proporción de tipo A el análisis puede considerarse válido aún como análisis "a posteriori".

Tabla II 7: Comparación de las proporciones de tipo A en verano e invierno.

	Tipo A		Otros	
	xj	pj	xi	Totales
Verano	438	0,3343	872	1310
Invierno	532	0,2855	1331	1863
	970	--	2203	3173

$$\bar{p} = 0,3057$$

$$\bar{q} = 0,6942$$

$$\chi^2 = 8,4 **$$

Tabla II. 8: Comparación de las proporciones de tipo "A" en otoño y primavera.

	Tipo A		Otros	
	xj	pj	xi	Totales
Otoño	223	0,2542	654	877
Primavera	166	0,1537	914	1080
	389	--	1568	1957

$$\bar{p} = 0,3057$$

$$j_i^2 = 30,8***$$

$$\bar{q} = 0,6942$$

Se observan diferencias altamente significativas entre los grupos contrastados lo que determinó detener al análisis en este punto. Si bien los porcentajes de tipo A de verano e invierno difieren entre sí, son ambos mayores que los observados en primavera y algo superiores que los de otoño (tabla II 6, b).

Parámetros medidos sobre las plantas

Biomasa por planta.

En la tabla II 9 se resumen los datos referentes a biomasa individual de plantas de G. verrucosa colectadas en golfo Nuevo para cada fecha de estudio. En base a estos mismos datos pero agrupados en forma estacional se elaboró la tabla II 11 de datos intermedios para el análisis de varianza correspondiente.

Una vez establecida la existencia de diferencias significativas entre grupos en general se continuó por el método de comparaciones / ortogonales según el siguiente esquema: se compararon primeramente las estaciones de características más opuestas, según el análisis de las biomásas por m², es decir veranos e inviernos (C₁), análogamente se compararon primaveras y otoños (C₂). Luego, para poner en evidencia las posibles diferencias entre los dos períodos anuales

Tabla II. 9: Biomasa por planta de Gracilaria verrucosa en Golfo Nuevo(gr)

Fecha	n	s	\bar{x}	$\sum x$	$\sum x^2$
1-3-79	54	2,04	1,90	110,26	
30-3-79	101	3,12		221,23	1204,40
10-4-79	100	3,06	4,00	400,00	2536,36
15-5-79	162	2,63	9,23	1495,26	14921,79
19-6-79	162	2,39		928,12	1371,77
11-7-79	101	6,27	5,72	577,72	7275,16
19-7-79	100	3,49	4,00	400,00	2818,01
27-7-79	100	4,70	2,56	256,00	2864,36
2-8-79	100	1,46	1,43	143,00	417,65
8-8-79	100	2,70	2,23	223,00	1226,29
16-8-79	100	2,99	2,50	250,00	8940,10
23-8-79	100	3,10	2,88	288,00	2421,65
30-8-79	100	4,20	3,20	320,00	2788,00
6-9-79	97	3,21	2,67	258,99	4395,36
13-9-79	100	2,07	1,98	198,00	21092,04
20-9-79	99	3,91	3,70	366,3	2868,83
27-9-79	100	3,46	3,53	353,00	2443,25
5-10-79	100	2,9	3,75	375,00	2247,25
18-10-79	100	3,45	3,24	324,00	1394,76
25-10-79	100	5,75	6,19	619,00	7137,86
8-11-79	100	6,43	6,52	652,00	8385,53
20-11-79	100	3,59	2,92	292,00	2141,45
17-12-79	100	6,75	5,03	502,81	7041,51
20-12-79	100	6,25	5,02	502,12	6383,69
27-12-79	99	2,58	2,50	250,48	1288,56
3-1-80	100	4,82	2,50	250,30	2926,04
10-1-80	100	4,63	4,15	414,75	3839,45
22-1-80	100	1,26	1,06	106,13	270,04
31-1-80	100	2,69	2,68	268,17	1438,73
8-2-80	100	3,08	3,31	331,45	2039,78
15-2-80	100	3,27	3,07	307,40	2004,94
21-2-80	100	0,49	0,51	50,84	49,64
11-3-80	100	4,78	5,84	583,63	5671,0795
27-3-80	100	22,31	6,81	680,6	53887,69
2-4-80	100	5,00	3,85	385,44	3964,61

Continuación Tabla II.9

Fecha	n	s	\bar{x}	Σx	Σx^2
8-4-80	85	2,17	2,24	190,19	821,54
29-4-80	100	2,48	1,66	166,14	883,32
13-5-80	99	1,55	1,38	136,5	424,97
29-5-80	100	1,55	1,50	150,11	463632,82
30-6-80	100	1,24	1,28	128,59	318,75
24-7-80	98	1,70	1,57	157,27	532,84
1-8-80	100	2,90	3,35	334,68	1955,43
7-8-80	100	1,71	2,03	202,62	700,67
13-8-80	99	1,65	2,39	236,88	835,38
29-8-80	92	3,99	4,18	384,35	3053,98
12-9-80	92	3,10	1,96	186,133	805,46
23-9-80	100	2,98	2,98	297,58	1762,11
1-10-80	98	6,03	5,57	546,05	54949,00
8-10-80	96	4,13	4,51	432,57	3569,99
28-11-80	100	4,58	4,21	421,19	3852,54
4-2-81	101	7,13	4,51	455,08	7131,17
12-3-81	81	1,95	2,10	170,11	662,82
7-4-81	67	6,57	5,87		
7-5-81	63	8,25	7,74	487,74	7994,01
11-12-81	101	3,35	2,74	273,64	1859,42

se compararon los veranos (C_3); inviernos (C_4); otoños (C_5) y primaveras (C_6) del primer y segundo período anual estudiados. Finalmente se planteó la última comparación ortogonal posible dentro de este esquema que permite comparar los inviernos y veranos por un lado con los otoños y primaveras por otro (C_7).

Los resultados de la tabla II 12 indican que existen diferencias/significativas en todos los contrastes planteados excepto en el C_3 correspondiente a la comparación entre los veranos de los dos años considerados. Siendo los promedios generales de los grupos los siguientes:

Otoño-1979: 5,8 gr.
Invierno-1979: 3,0 gr.
Primavera-1979: 8,7 gr.
Verano-1980: 3,2 gr.
Otoño -1980: 2,6 gr.
Invierno-1980: 2,4 gr.
Primavera-1980: 4,3 gr.
Verano-1981: 3,4 gr.

De acuerdo a estas cifras y a la significación de las diferencias ya señaladas se infiere que la mayor biomasa individual promedio es alcanzada en primavera y en otoño, siendo mayor en verano que en invierno y mayor en primavera que en otoño.

A pesar de los resultados numéricos concluyentes no se puede dejar de observar que los valores de otoño de 1980 son relativamente bajos dentro de este esquema.

En la figura II. 5 se muestra la distribución de frecuencias relativas de la biomasa por planta de Gracilaria verrucosa en Golfo / Nuevo desde abril de 1979 a mayo de 1981.

Se observan cambios de relativa importancia en el sentido de un aumento notable en la proporción de plantas pequeñas en las siguientes ocasiones:

Entre mayo y junio de 1979
Entre julio y agosto de 1979
Entre diciembre de 1979 y enero de 1980
Entre mayo y abril de 1980
Entre noviembre de 1980 y febrero de 1981

En el resto de los períodos se observa, o bien estabilidad en la composición (octubre a diciembre de 1979; abril a julio de 1980); o paulatino corrimiento de la distribución hacia clases de mayor tamaño (junio-julio de 1979; enero-marzo de 1980; julio-noviembre de 1980, febrero-mayo de 1981).

Variaciones en la longitud de las plantas

Como dato complementario se midió la longitud de cada planta en / cada fecha de muestreo, los promedios correspondientes figuran en la tabla II.13.

Los datos fueron organizados agrupándolos por estación del año y/ sometiéndolos a un análisis de varianza y posterior análisis ortogonal con el mismo esquema con que se estudiaron las biomásas por planta. Los datos intermedios y anova correspondientes se exponen en las tablas II.14 y II.15.

Examinando los valores se observa que existen diferencias significativas para cada estación entre los dos años, que los valores de primavera son mayores que los de otoño y los de invierno mayores/ que los del verano correspondientes.

Relación de la biomasa por unidad de superficie con la proporción de tipos morfológicos.

La observación de las cifras y de las figuras permite postular cierta relación de la biomasa por unidad de superficie y la proporción de tipos morfológicos (Tabla II.5).

La relación se estudió a través de una ecuación lineal múltiple.

$$B = a_0 + a_1 \text{ arc.sen } \sqrt{p} A + a_2 \text{ arc.sen } \sqrt{pD}$$

Donde:

pA = probabilidad del tipo A

pD = probabilidad del tipo D

Los tipos morfológicos A y D fueron escogidos con preferencia al resto por ser los que varían en forma significativa con el tiempo.

Tabla II. 10: Resumen mensual de datos de biomasa por planta en Golfo Nuevo en las fechas de estudio.

Fecha	Promedios mensuales (gr)	Promedios móviles (m=5) (gr)
3-79	2,14	--
4-79	4,00	--
5-79	9,23	5,071
6-79	5,90	5,57
7-79	4,09	5,37
8-79	4,64	4,40
9-79	2,96	4,17
10-79	4,39	4,19
11-79	4,72	3,77
12-79	4,19	3,64
1-80	2,59	4,03
2-80	2,29	3,60
3-80	6,32	3,06
4-80	2,60	2,79
5-80	1,44	2,91
6-80	1,28	2,38
7-80	1,57	2,36
8-80	2,96	3,08
9-80	2,51	3,67
10-80	5,04	4,26
11-80	4,21	4,08
2-81	4,51	4,76
3-81	2,10	5,30
4-81	5,87	--
5-81	7,74	--

Tabla II.11: Datos intermedios para el análisis de varianza de la biomasa individual de Gracilaria verrucosa en Golfo Nuevo.

	1: Otoño-79	2: Invierno-79	3: Primavera-79	4: Verano-80
Σx	3044,60	3281,00	5242,00	3567,98
Σx^2	20034,31	57107,29	23750,10	32953,47
$(\Sigma x)^2/n$	17653,1105	9813,0911	45797,6066	11583,7214
n	525	1097	600	1099
				3321
Σx	5: Otoño-80	6: Invierno-80	7: Primavera-80	8: Verano-80
Σx^2	1519,94	1630,53	1679,39	625,19
$(\Sigma x)^2/n$	60445,7675	7367,1671	9239,5985	7793,99
n	3955,8780	3904,2933	7158,2507	2147,5963
	584	681	394	182
				1841
$\Sigma \Sigma x$	4564,5512	4911,529	6921,39	4193,174
$\Sigma \Sigma x^2$	80480,0873	64474,46	32989,6985	40747,40
n	1109	1778	994	1281

$$\begin{aligned} \Sigma \Sigma \Sigma x &= 20590,6442 \\ \Sigma \Sigma \Sigma x^2 &= 218691,6458 \\ n &= 5162 \end{aligned}$$

Tabla II. 12: Análisis de varianza de la biomasa individual de G.verrucosa en Golfo Nuevo.

Fuente	D	S.C.	C.M.	F.	Signif.
Entre	7	19879,70	2839,95	125,6	* * *
C ₁	1	194,39	194,39	8,58	* *
C ₂	1	4249,43	4249,43	188,0	* * *
C ₃	1	5,55	5,55	1	N.S.
C ₄	1	149,82	149,82	6,62	* *
C ₅	1	2821,67	2821,67	124,8	* * *
C ₆	1	4761,04	4761,04	210,6	* * *
C ₇	1	7697,84	7697,78	340,5	* * *
Error	5154	116678,09	22,63		
Total	5161	136557,85			

Tabla II 13: Longitud de plantas de *G. verrucosa* en Golfo Nuevo (cm)

Fecha	n	s	\bar{x}	Σx	Σx^2
24-11-78	120	10,85	29,13	3495,6	115953,53
16-1-79	100	10,12	25,12	2512,0	73342,88
1-3-79	54	7,49	22,52	1216,08	30415,50
30-3-79	100	10,97	22,55	2255,0	62884,34
10-4-79	100	6,96	25,23	2523,0	69106,41
15-5-79	127	11,43	27,76	3398,52	114460,34
19-6-79	161	10,86	26,74	4305,0	134107,72
11-7-79	101	13,38	36,95	3731,95	155997,02
19-7-79	100	9,48	32,22	3222	112799,88
27-7-79	100	8,43	26,35	2635	76538,74
2-8-79	100	9,11	25,01	2501	70849,22
8-8-79	100	8,8	24,22	2422	66404,84
16-8-79	100	10,37	26,34	2634	80133,25
23-8-79	100	10,06	26,97	2697	82858,45
30-8-79	100	6,79	21,77	2177	52003,7
6-9-79	97	8,22	20,58	1996,26	47637,17
13-9-79	100	7,10	23,11	2311,0	58448,21
20-9-79	99	7,83	22,56	2233,4	56455,99
27-9-79	100	8,43	24,60	2460	67622,49
5-10-79	100	8,27	27,51	2751	82519,30
18-10-79	253	7,5	21,2	5363,6	127939,57
25-10-79	125	8,57	25,27	3158,7	89002,22
8-11-79	100	10,12	30,21	3121	101505,85
20-11-79	100	9,47	28,19	2819	88435,7
17-12-79	100	13,35	29,68	2968	105785
20-12-79	100	12,79	37,91	3791	159927
27-12-79	100	9,82	27,49	2749	85133
3-1-80	100	10,53	27,94	2794	89046
22-1-80	100	11,49	22,98	2298	65692
31-1-80	100	5,02	19,11	1911	39023
8-2-80	100	7,24	24,09	2409	63225
15-2-80	100	6,12	20,88	2088	47316
21-2-80	100	10,93	16,69	1669	39697
11-3-80	100	10,86	26,77	2677	83345,67
27-3-80	100	12,88	36,45	3645	149293

Continuación, Tabla II. 13.

Fecha	n	s	\bar{x}	Σx	Σx^2
2-4-80	100	10,37	27,49	2749	86229,05
8-4-80	85	12,88	28,80	2449	84491
29-4-80	100	13,36	28,24	2824	97416
13-5-80	99	42,26	29,89	2959	263501
29-5-80	100	9,01	20,72	2072	50978
30-6-80	100	9,45	22,11	2211	57729
24-7-80	100	8,12	19,67	1967	45219
1-8-80	100	8,01	21,66	2166	53266
7-8-80	100	7,15	18,10	1809,8	37825,64
13-8-80	99	6,72	19,80	1961	43269
29-8-80	92	9,17	21,10	1941	48607
12-9-80	60	1,96	19,88	1193	27001
23-9-80	100	11,47	19,17	1917	49781
1-10-80	98	9,37	21,76	2133	54949
8-10-80	96	7,90	23,83	2288	60466
29-11-80	100	7,56	24,09	2409	63691
4-2-81	101	11,22	15,57	1573	37093
12-3-81	81	4,67	16,25	1316	23126
7-4-81	66	10,38	29,35	1937,1	63965,01
7-5-81	59	15,14	25,59	1510	51948
11-12-81	101	8,07	18,51	1870	41142

Tabla II.14: Datos intermedios para el análisis de varianza de la longitud de las plantas de G.verrucosa en Golfo Nuevo.

	1: Otoño-79	2: Invierno-79	3: Primavera-79	4: Verano-80
$\sum x$	10226,50	31020,61	26621,35	22684,00
$\sum x^2$	317674,46	927728,9375	840347,64	776068,0
$(\sum x)^2/n$	388	1197	978	900
n	269539,4388	803908,3081	724638,3188	571737,6178
$\sum x$	5: Otoño-80	6: Invierno-80	7: Primavera-80	8: Verano-81
$\sum x^2$	12724,05	11013,80	8771,00	2889,00
$(\sum x^2)/n$	640344,0	256361,64	169535	60219
n	584	559	386	182
$\sum \sum x$	22950,55	42034,41	35392,35	25573,0
$\sum \sum x^2$	958018,46	1184090,578	1009882,64	836287
n	972	1756	1364	1082
				90552,46
				2861819,038
				3463
				--
				35397,85
				1126459,64
				1711

$$\begin{aligned} \sum \sum \sum x &= 125950,31 \\ \sum \sum \sum x^2 &= 3988278,678 \\ n &= 5174 \end{aligned}$$

Tabla II 15: Análisis de varianza correspondiente a longitud de las plantas en Golfo Nuevo.

Fuente	D	SC	CM	F	Signif.
Entre	7	43215	6173	650	
Contrastes					
C ₁	1	61,3	61,3	6,45	* *
C ₂	1	3096,5	3096,5	326,8	* *
C ₃	1	13180,8	13180,8	1388,8	* *
C ₄	1	4866,5	4866,5	512,7	* *
C ₅	1	14707,7	14707,7	1549,8	* *
C ₆	1	5598,6	5598,6	589	* *
C ₇	1	1704,4	1704,4	179,5	* *
Error	5166	49064	9,49		
Total	5173	922279			

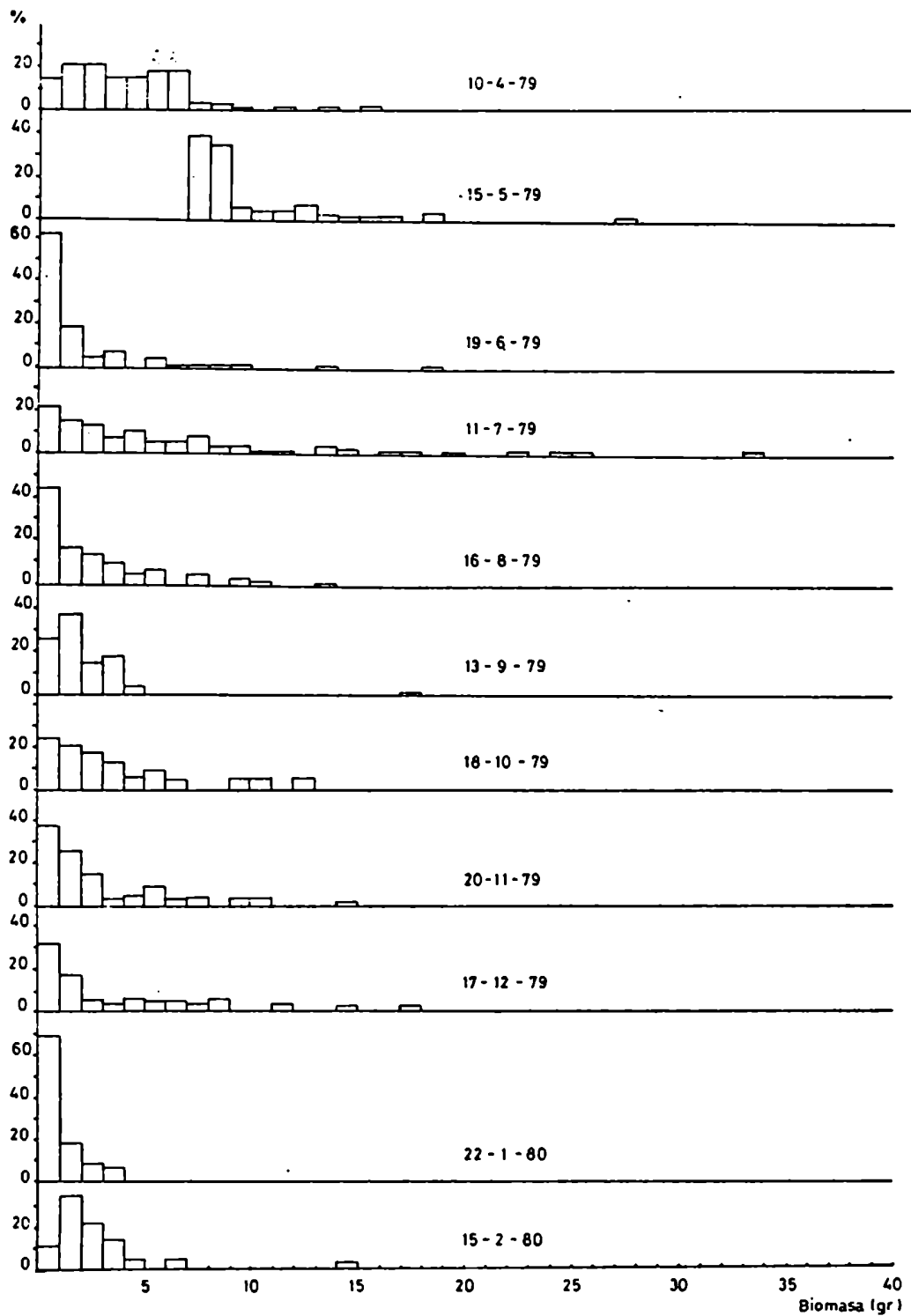


Fig. II. 5: Distribución porcentual de frecuencias de biomasa por planta de G. verrucosa en Golfo Nuevo (4-79 al 5-81).

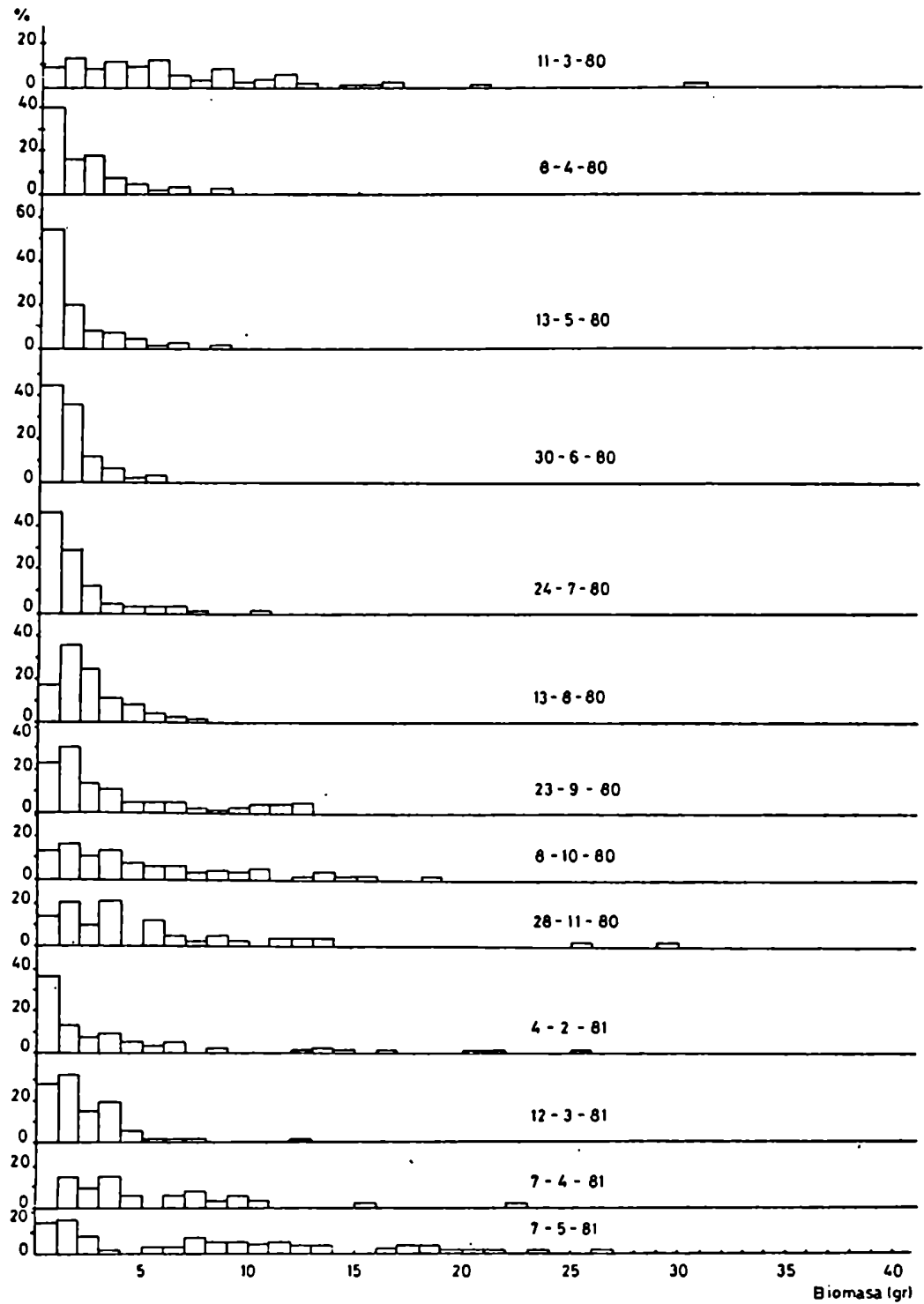


Fig. II. 5: (Continuación)

La ecuación hallada fue la siguiente:

$$B = -88,9728 + 6,0252 \text{ arc sen } \sqrt{pD} + 11,0270 \text{ arc sen } \sqrt{pA}$$

El coeficiente de determinación correspondiente es relativamente bajo ($R^2 = 0,273886$) y la significación de la relación alcanza solo el nivel del 0,05.

Podrían haberse planteado también la relación de la biomasa promedio y la proporción de tipos morfológicos con la densidad pero los correspondientes diagramas de dispersión de puntos no sugieren relación funcional.

- Biomasa por unidad de superficie (m^2); biomasa promedio por planta y densidad promedio.

Se estableció primeramente la relación lineal entre la biomasa promedio por unidad de superficie (B) en $gr. m^{-2}$ y la biomasa promedio por planta (b):

$$B = 193,96 + 44,752 (b)$$

Para esta relación es:

$$r_o^2 = 0,16 \quad n = 48$$

$$F_o = \frac{(n-k-1) r_o^2}{K (1 - R_o^2)} = 8,57$$

Lo que indica correlación significativa al nivel del 99%.

Seguidamente se evaluó el efecto lineal de la densidad promedio / (d), obteniendo la expresión:

$$B = 39,21 + 47,90 (b) + 0,89 (d)$$

Con

$$R_1^2 = 0,317$$

$$n = 48$$

$$F_1 = \frac{(n-k-1) (R_1^2 - R_o^2)}{(1 - R_1^2)} = 10$$

En ambos casos:

n = número de datos

k = número de variables independientes introducidas

Las expresiones para F_0 y F_1 fueron tomadas de Snedecor y Cochran (1967) y Daget (1979) respectivamente.

El valor de F para 2 y 45 grados de libertad y nivel del 0,01 es 5,11 y para 1 y 45 grados de libertad es de 7,23, por lo tanto la correlación es significativa en ambos casos.

CONCLUSIONES

Resumimos a continuación los resultados obtenidos para permitir un análisis más ordenado de los mismos.

En la población de Golfo Nuevo se observó que:

- La biomasa por unidad de superficie muestra un esquema de varia
ción estacional, con una mayor biomasa presente en verano y menor en invierno, con variaciones entre los períodos anuales.
- La densidad sigue un esquema similar al de la biomasa por unidad de superficie.
- La biomasa por planta es máxima en primavera y mínima en invier
no.
- Los histogramas correspondientes a la biomasa por planta muestran varios períodos de reclutamiento notable (mayo-junio y julio-agos
to de 1979 ; diciembre de 1979-enero de 1980; marzo-abril de // 1980 y noviembre de 1980 - febrero de 1981).
- Las longitudes siguen un esquema similar al de la biomasa por /
planta, existiendo diferencias en los valores entre los dos pe-
ríodos anuales considerados.
- La biomasa por unidad de superficie (B) se relaciona con la hio
masa promedio por planta(b)y la densidad por metro cuadrado (d)/
a través de la siguiente expresión:

$$B = 15,17 + 40,53 b + 1,43 d$$

Esta curva carece de homogeneidad dimensional dada la naturaleza empírica de su origen.

- La proporción de los tipos morfológicos varía a lo largo del // tiempo; siendo el tipo crítico "A" más frecuente en verano y/ más escaso en primavera.

Los resultados respecto al crecimiento observado en G. verrucosa/ en golfo Nuevo coinciden con los de Jones (1959) en cuanto a la es tacionalidad observada en Menai Strait, Anglesey (año 1956), en // donde la temperatura del agua varía entre 2°C y 15°C. Feoli y Lausi (1979) dan valores de actividad fotosintética de Gracilaria veru- cosa en la Laguna di Grado en Le Cave donde la temperatura varía/ entre 14°C y 22°C, el óptimo de actividad fotosintética en esta lo calidad es invernal (años 1976-1977). En nuestro caso tendríamos// una situación semejante a la del Norte de Europa (Jones, l.c.) a pe sar que las temperaturas en nuestras localidades no son tan bajas. Bird (1975) observó que Gracilaria sp. de Nova Scotia que el pe ríodo de máximo crecimiento es el verano, con temperaturas del // agua de 10°C.

Los criterios para determinar velocidades de crecimiento son varia bles, Jones (l.c.) basa sus conclusiones en mediciones sobre plan-/ tas individuales; Feoli y Lausi (l.c.) sobre mediciones de activi- dad fotosintética, mientras que nuestro trabajo utiliza las varia ciones de los parámetros vegetativos en las poblaciones naturales. Aparentemente el aumento de densidad y el de biomasa marcan dos pe ríodos de crecimiento, el más claro es el de primavera en el que// aparentemente ambos parámetros contribuyen en forma positiva a in- crementar la biomasa en un período de estabilidad climática y con- diciones ambientales favorables. El período de crecimiento de oto- ño-invierno es más variable entre ambos períodos anuales, quizás/ por la influencia de tormentas más comunes en ese período, o por- que las condiciones ambientales son menos propicias al crecimiento y determinan inestabilidad en la población.

CAPITULO III

ANALISIS DEMOGRAFICO DE POBLACIONES DE GRACILARIA VERRUCOSA:
BAHIA ARREDONDO. PARAMETROS VEGETATIVOS.

INTRODUCCION

Las variaciones espaciales y temporales en Bahía Arredondo del tamaño de las plantas de Gracilaria verrucosa así como de la biomasa y número de plantas por unidad de superficie, son analizadas en el presente capítulo a modo de ejemplo de los problemas que pueden // plantearse durante la evaluación de la producción en praderas comerciales de Gracilaria.

METODOS

Las muestras se realizaron en 18 sitios fijos y con periodicidad / aproximadamente bimensual, desde octubre de 1979 a diciembre de // 1981. Los sitios se determinaron en la primera campaña por medio de un telémetro; en las campañas posteriores se los reencontró por en filación. Los restantes detalles de muestreo son similares a los / descriptos para Golfo Nuevo (Capítulo II).

Uno de los principales problemas en el análisis de los muestreos fue la heterogeneidad de las muestras en su evolución en el tiempo; debido a esta característica se intentó agrupar a los sitios más pare cidos entre sí en su evolución a lo largo del período de estudio;/ con tal fin se utilizó un índice binario (presencia - ausencia) de similitud que da validez a los dobles ceros; similar al coeficiente de concordancia simple "Si" de Sokal y Michener (Legendre y Legendre, 1979).

$$Si = a + d / ni$$

Donde a y d son respectivamente el número de casos en que dos sitios coinciden en el carácter considerado; en nuestro caso el número de / fechas en que los sitios coinciden en ausencia o presencia de Gra- cilaria. Dado que los ni son en nuestro caso iguales entre sí, el / índice se reduce a: $Si = a + d$

RESULTADOS

Biomasa por unidad de superficie y densidad.

Los valores de biomasa por metro cuadrado y de densidad para cada sitio de estudio se exponen respectivamente en las tablas III 1 y III 2, evidenciándose profundas diferencias en cuanto a su evolución en el tiempo (fig. III, 1)

Para establecer cuales sitios presentaban variaciones más similares se calcularon los índices de similitud S_i ; considerando los sitios como objetos y las fechas de estudio como descriptores. En la matriz con los valores ordenados y reemplazados por una escala de símbolos (fig. III, 2) se observa un ordenamiento claro con indicación de tres grupos de sitios y algunos sitios de transición. Como primera aproximación se dividió la secuencia en tres grupos de seis sitios cada uno; volcándolos sobre el mapa de Bahía Arredondo (fig. III, 3); se delimitaron de esta manera tres zonas. En la figura se indican las afinidades con grupos de las otras zonas por medio de símbolos más pequeños; cuando la afinidad es fuerte se la indicó / con símbolo oscuro.

También pueden delimitarse sobre la figura zonas de exclusión; es/ decir zonas donde ninguno de los sitios muestra afinidad en su desarrollo con los de la zona (o grupo) excluidos; por ejemplo los sitios encerrados por la elipse en el centro de la bahía no presentan afinidad con los de la zona costera simbolizados con triángulos llenos.

Como surge del análisis de la figura III 1 la situación difiere en los dos ciclos anuales respecto a la biomasa por unidad de superficie, ésta varía sobre todo en los grupos I (sitios 1, 7, 12, 17, 13 y 14; estos dos últimos de transición) y III (sitios 15, 16, 18, 11 10 y 4; este último de transición). Las variaciones temporales de biomasa por unidad de superficie en la zona del grupo II son bruscas pero sin una tendencia marcada en los dos años de estudio, de hecho es más similar a la zona del grupo I durante 1979-80 y la zona III durante 1981. En la figura III.4 se muestra la distribución aproximada de la población de Gracilaria en la bahía, en las fechas

del estudio; lo cual ilustra la situación más arriba expuesta. En las tablas III. 3, y III. 4 se exponen las variaciones de densidad y biomasa por metro cuadrado respectivamente en cada una de las / tres zonas. Con el fin de realizar comparaciones estadísticas de las densidades o biomasa por unidad de superficie el método más/ adecuado es un test no paramétrico, el de Kruskal Wallis por ejemplo; pero el bajo número de sitios por grupo (n=6) para cada fecha inhabilitaba el uso de los correspondientes test a posteriori, por otro lado la extrema heterocedasticidad de los grupos, aún con las posibles transformaciones, no justifica el uso de análisis de la varianza.

Biomasa promedio de las plantas y proporción de tipos morfológicos

Las variaciones de la biomasa promedio en cada zona se exponen en la tabla III (fig. III, 5). Las diferencias entre las zonas para/ cada fecha se analizaron por medio de un análisis de varianza de simple entrada, resultando significativas en tres de las doce fe-
chas consideradas (tabla III, 6); los sitios mostraron heterocedas tidad algo marcada en junio de 1980 y octubre de 1981 lo cual po-
dría invalidar el análisis en estas últimas fechas. Las diferencias notadas no parecen seguir una regla que justifique considerar que/ en alguna de las zonas el desarrollo individual de las plantas se/ vea particularmente favorecido.

A pesar de no haber diferencia entre los sitios en el tamaño de las plantas el gráfico de dispersión de densidad contra tamaño promedio de las plantas en los diferentes sitios y fechas sugiere una tendencia general a que en densidades muy bajas aumenten en frecuencia/ las plantas grandes y a que en densidades grandes éstas sean esca-
sas.

Como dato complementario se incluye la tabla III. 8 que indica las proporciones de los distintos tipos morfológicos en cada fecha de estudio.

DISCUSION

En la zona I los mayores tamaños de las plantas se observaron en los períodos octubre a diciembre y en junio; sin embargo, cuando se observaron densidades relativamente altas en esos períodos, /

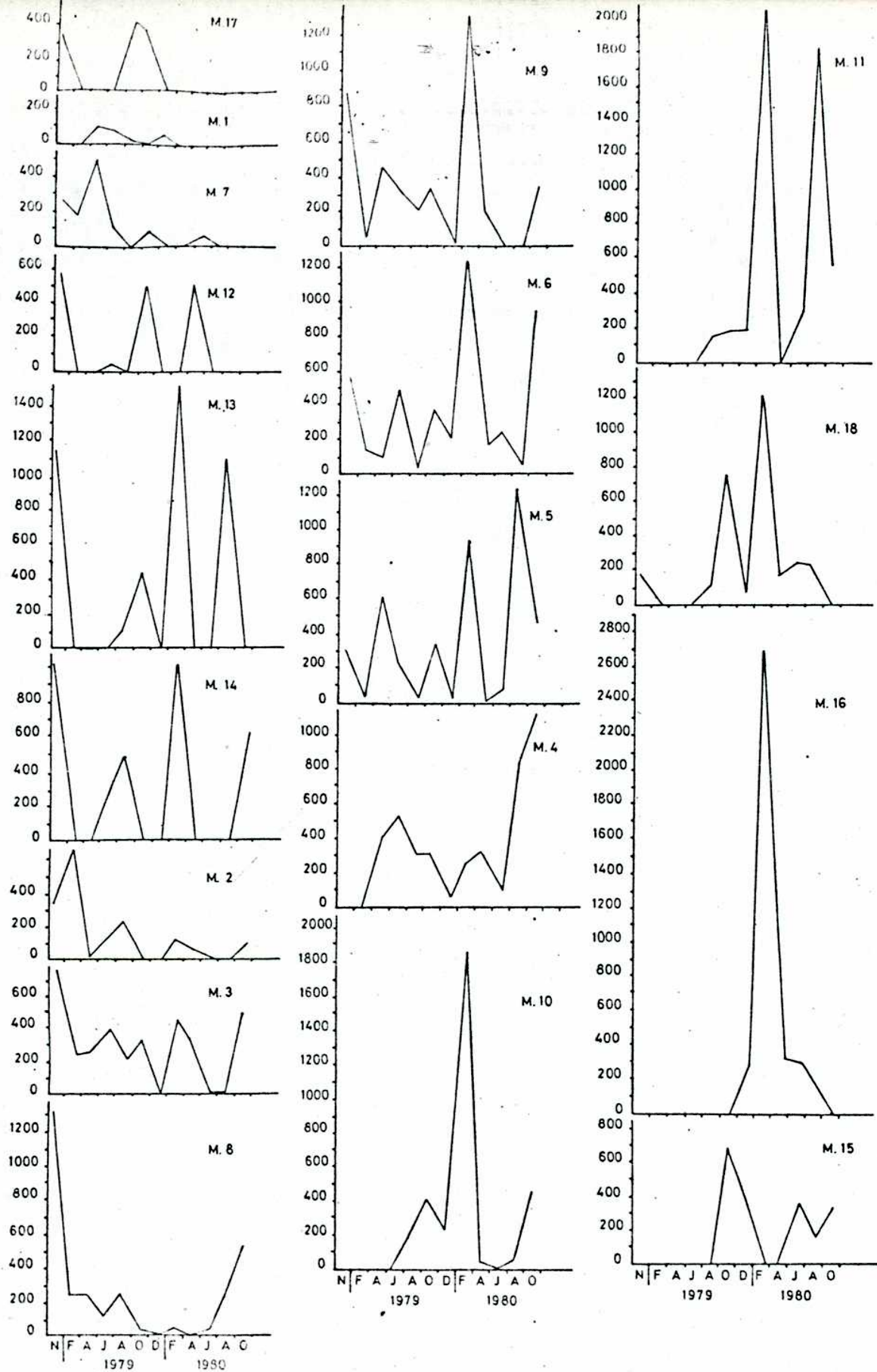


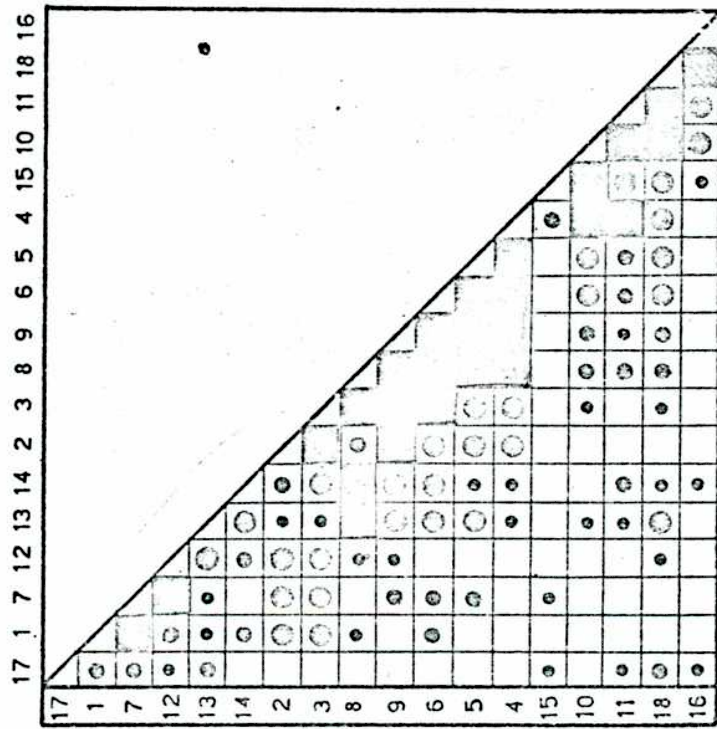
Fig. III. 1: Variaciones en biomasa por unidad de superficie ($0,25 \text{ m}^2$) en cada uno de los sitios muestreados en B. Arredondo.

Tabla III.1.: Valores de biomasa (gr) de Gracilaria por metro cuadrado en Bahía Arredondo (1980-81) en los sitios de muestreo.

Sitio	Nov.79	Feb.80	Abr.80	Jun.80	Ago.80	Oct.80	Dic.80	Feb.81	Abr.81	Jun.81	Ago.81	Oct.81
1	101,7	58,0	603,2	472,4	65,6	0,0	346,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1419,6	2706,4	302,0	509,2	960,8	0,0	0,0	577,2	288,0	0,0	0,0	469,2
3	2954,0	1020,0	1086,0	1644,4	857,2	1474,8	42,8	1988,0	1361,6	0,0	0,0	2105,6
4	0,0	0,0	1712,0	2274,4	1366,8	1386,8	367,2	1181,2	1434,4	415,6	3584,4	4513,6
5	1186,9	0,0	2046,8	877,6	0,0	1305,6	0,0	3607,6	0,0	312,0	4928,0	1776,4
6	2091,2	587,6	424,0	1994,4	36,4	1503,2	812,8	4905,2	638,8	960,0	372,4	1732,0
7	1314,8	1007,2	2246,8	609,6	0,0	563,6	0,0	0,0	274,0	0,0	0,0	0,0
8	5347,2	994,0	937,2	647,6	1008,4	276,4	26,0	299,2	0,0	198,0	920,4	2305,2
9	3594,4	304,0	1996,4	1347,6	847,2	1466,8	71,2	5337,6	812,4	0,0	0,0	1578,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	775,2	1688,0	832,0	7522,8	156,4	0,0	221,6	1904,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	820,0	1038,0	898,4	8490,0	0,0	1469,2	47293,2	2623,3
12	2660,0	8,8	0,0	357,6	99,2	2041,6	0,0	0,0	2320,8	0,0	0,0	0,0
13	4712,0	41,2	0,0	0,0	529,6	1894,4	0,0	5822,4	0,0	0,0	4544,8	0,0
14	4001,2	37,2	0,0	1589,6	2092,0	0,0	0,0	1046,1	0,0	0,0	0,0	2773,6
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2815,6	1583,6	0,0	0,0	1440,0	680,8	1288,0
16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1062,4	10730,4	1164,0	493,2	0,0	0,0
17	1594,0	0,0	0,0	0,0	1617,2	1534,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	758,0	0,0	0,0	476,8	476,8	3128,0	325,2	4807,6	734,0	875,2	8157,2	0,0

Tabla III 2: Densidad, en plantas de G. verrucosa por metro cuadrado en B. Arredondo

Sitio	Nov.79	Feb.80	Abr.80	Jun.80	Ago.80	Oct.80	Dic.80	Feb.81	Abr.81	Jun.81	Oct.81
1	4	12	116	20	8	0	4	0	0	0	0
2	224	152	56	48	52	0	0	36	8	0	28
3	36	116	264	96	72	28	4	140	56	0	124
4	0	0	168	140	128	12	8	128	104	8	118
5	164	0	132	48	96	16	0	96	52	4	24
6	212	60	12	84	4	8	40	200	64	20	344
7	84	68	100	56	0	16	0	0	28	28	0
8	560	44	140	40	72	4	4	16	0	0	128
9	132	48	168	140	68	32	28	440	8	8	52
10	0	0	0	0	96	16	44	548	4	4	96
11	0	0	0	0	48	24	52	872	0	32	288
12	112	8	0	128	16	16	0	0	100	0	0
13	80	4	0	80	92	64	0	384	0	8	0
14	84	12	0	100	124	0	20	256	0	4	48
15	0	0	0	0	0	36	56	0	12	0	92
16	0	0	0	0	180	0	76	292	60	12	0
17	28	0	0	0	176	72	0	0	0	0	0
18	12	0	0	0	68	32	56	308	20	16	0



VALORES DEL INDICE USADO

- 9 ó mas
- 8
- 7
- 6
- 5 o menos

Fig. III. 2.: Grupos de muestras clasificadas por la variación temporal de Gracilaria en ellas.

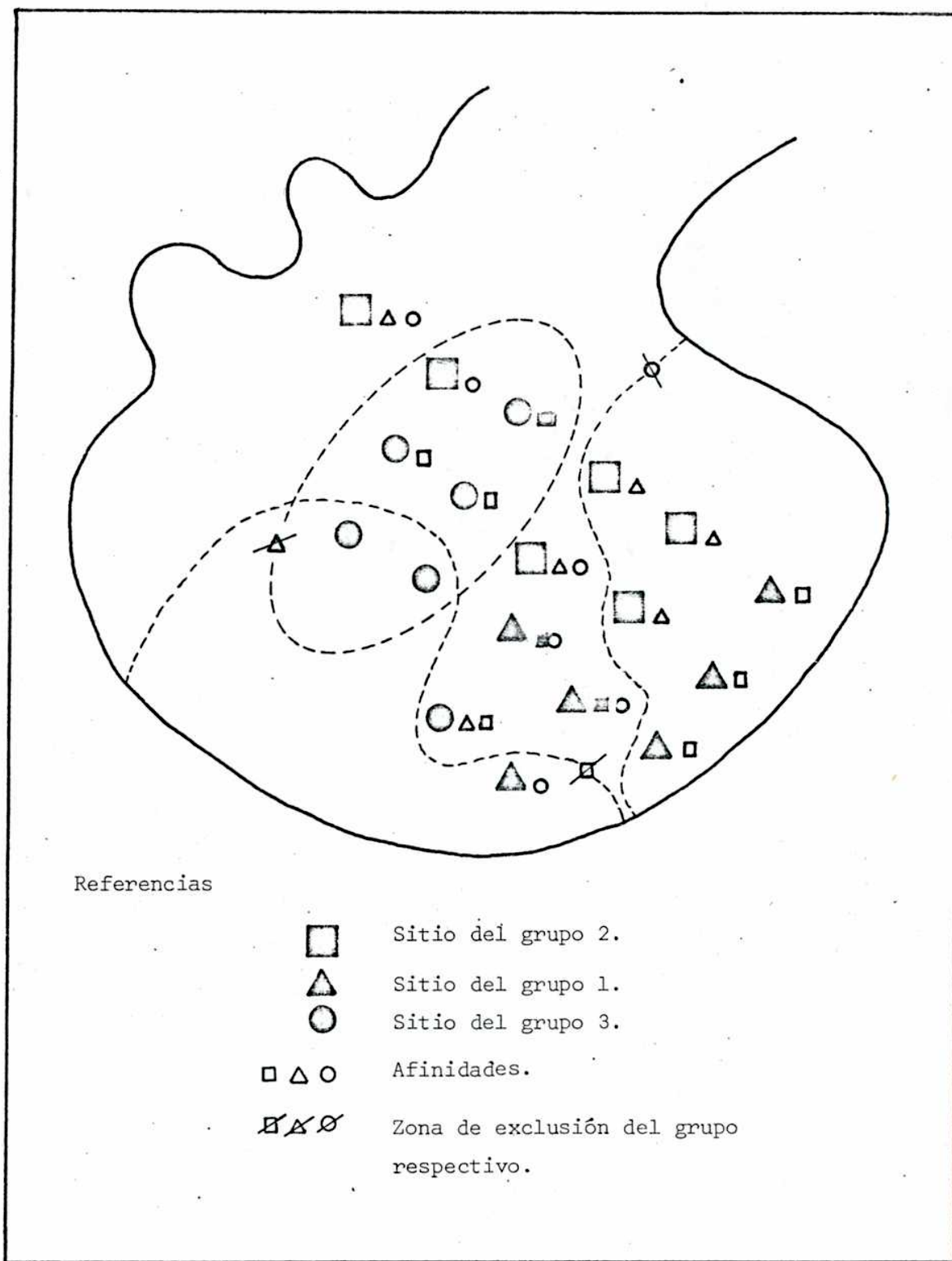


Fig. III. 3: Delimitación de los grupos definidos de muestras afines y zonas de exclusión.

Tabla III 3

Variaciones de densidad en cada una de las zonas definidas para
B. Arredondo (plantas/m²)

Fecha	Zona 1		Zona 2		Zona 3	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Octubre/79	69,32	43,88	221,32	179,08	2,00	4,472
Febrero/80	18,00	24,96	70,00	54,76	0,00	-
Abril/80	36,32	56,44	122,00	95,92	28,0	62,6
Junio/80	64,00	48,44	76,00	38,52	23,32	52,23
Agosto/80	62,64	71,84	54,00	37,04	86,64	63,00
Octubre/80	28,0	31,88	14,64	13,04	20,00	13,36
Diciembre/80	4,0	8,0	12,664	17,04	48,64	22,52
Febrero/81	106,64	170,12	154,64	155,2	358,00	312,48
Abril/81	21,32	40,132	31,32	28,88	40,00	8,49
Junio/81	6,64	10,92	5,32	7,84	12,00	11,32
Agosto/81	51,32	114,76	62,0	95,44	120,00	154,28
Octubre/81	8,00	17,88	171,32	219,6	118,64	119,84

Tabla III. 4

Variaciones de biomasa en cada una de las zonas definidas para B. Arredondo (gr/m²).

Fecha	Zona 1		Zona 2		Zona 3	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Noviembre/79	2397,28	1737,02	2558,3	1524,78	126,33	309,44
Febrero/80	230,48	434,55	935,33	953,062	0,0	0,00
Abril/80	475,00	900,91	1132,03	750,24	285,33	698,91
Junio/80	504,86	586,53	1170,13	588,43	458,53	909,80
Agosto/80	733,93	900,49	618,33	469,01	573,13	528,75
Octubre/80	1006,56	934,88	1004,46	680,20	1676,06	1158,17
Diciembre/80	57,8	141,58	38,63	34,44	844,2	467,82
Febrero/81	1144,75	2329,46	2785,8	2162,24	5460,56	4240,04
Abril/81	432,33	931,23	516,8	529,61	581,4	623,90
Junio/81	0	0,0	245,0	373,63	782,20	590,43
Agosto/81	757,46	126,24	1036,73	1940,196	9989,6	18535,30
Octubre/81	462,26	1132,30	1661,06	641,60	1541,12	1856,17

Tabla III. 5

Promedios de la biomasa por planta en las 3 zonas delimitadas en Bahía Arredondo.

Fecha	Zona 1		Zona 2		Zona 3	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Noviembre/79	13,39	16,20679	9,74	18,9714	63,391	29,1078
Febrero/80	7,45	10,8193	9,01	15,06612	-	-
Abril/80	7,14	9,5643	10,21	12,6768	7,90	7,3207
Junio/80	16,21	6,1566	19,33	22,7700	15,65	15,27
Agosto/80	9,17	14,73046	14,66	11,9747	9,40	12,1586
Octubre/80	29,33	32,4077	55,95	49,3472	71,86	55,8215
Diciembre/80	33,8	25,1934	13,16	23,0981	10,26	13,8642
Febrero/81	16,49	22,5385	13,75	20,9186	9,76	15,6386
Abril/81	25,07	27,9717	22,19	27,0353	19,98	16,4731
Junio/81	67,93	21,4427	49,61	52,0998	48,83	31,7313
Agosto/81	5,34	6,2658	7,70	10,2440	8,62	11,5146
Octubre/81	30,47	43,168	12,51	18,9497	12,49	15,8924

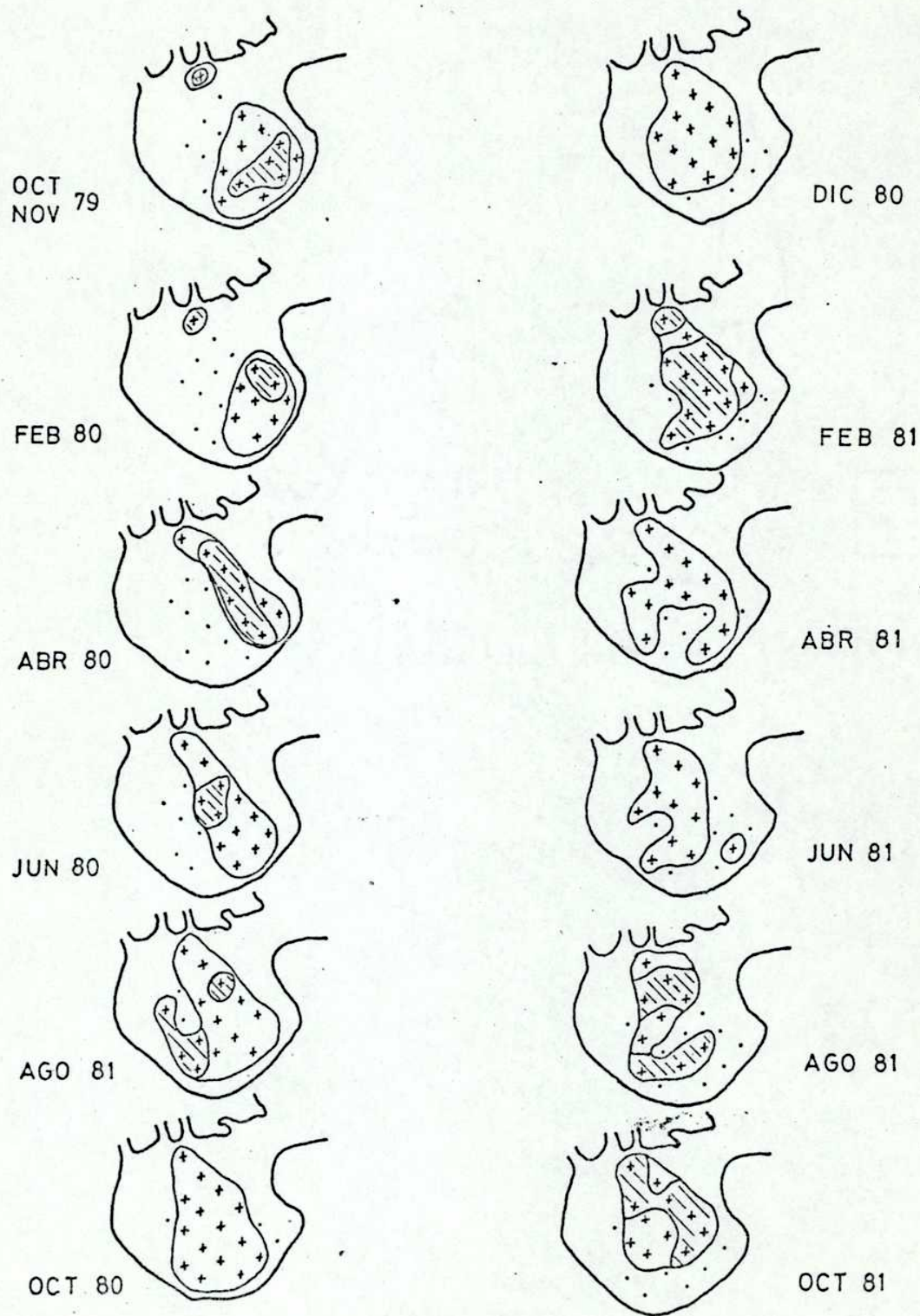
Tabla III. 6

Resumen de los análisis de varianza entre zonas, para cada fecha, de los tamaños (biomasa) de las plantas.

Fecha	F	Grados de libertad		Significación
		Entre	Dentro	
Noviembre - 79	14,16	2	268	99%
Febrero - 80	1	-	-	N.S.
Abril - 80	1,87	2	236	N.S.
Junio - 80	1	-	-	N.S.
Agosto - 80	1,99	2	140	N.S.
Octubre - 80	7,85	2	91	99%
Diciembre - 80	1	-	-	N.S.
Febrero - 81	8,91	2	843	99%
Abril - 81	1	-	-	N.S.
Junio - 81	1	-	-	N.S.
Agosto - 81	2,85	2	318	N.S.
Octubre - 81	1	-	-	N.S.

Fecha	Densidad Promedio (plantas m ²) de los 18 sitios	Biomasa húmeda Promedio de los 18 sitios (gr/m ²)	Biomasa húmeda Promedio en área real de pradera (gr/m ²)	Superficie de pradera (Há)	Biomasa estimada total (Tm)
Noviembre - 79	110,66	1762,87	2458,88	35,7	877,82
Febrero - 80	29,33	523,61	665,48	28,0	186,33
Abril - 80	61,33	586,38	1327,84	25,2	334,61
Junio - 80	54,66	906,96	1224,56	33,6	411,45
Agosto - 80	65,33	641,76	701,80	47,6	341,77
Octubre - 80	20,80	1228,41	1661,36	39,2	651,11
Diciembre - 80	21,33	354,36	1201,48	33,6	403,69
Febrero - 81	205,33	2736,00	4112,47	36,4	1496,93
Abril - 81	30,666	510,08	918,36	33,6	308,56
Julio - 81	7,86	342,62	646,92	28,0	181,13
Agosto - 81	77,33	1705,8	3411,00	25,2	859,572
Octubre - 81	98,66	1392,72	2278,99	30,8	701,92

Fig. III. 4: Distribución de la pradera de *G. verrucosa* en B. Arredondo en las fechas de estudio.



Referencias:
 . Ausente
 + Presente
 ▨ Mas de 120 plantas/m²

Tabla III. 8: Proporciones de los cuatro tipos morfológicos de G. verrucosa en B. Arredondo en las fechas de estudio.

Tipo morfológico	A		B		C		D	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Fecha								
31-10-79	77	15,90	234	48,34	126	26,03	47	9,71
19- 2-80	38	28,78	79	59,84	10	7,57	5	3,78
15- 4-80	58	21,09	111	40,36	85	30,90	21	7,63
20- 6-80	18	7,31	154	62,60	47	19,10	27	10,97
8-80	58	18,23	78	24,52	157	49,37	25	7,86
10-80	4	4,21	44	43,61	46	48,42	1	1,05
12-80	36	37,5	29	30,20	26	27,08	5	5,20
2-81	150	45,73	69	21,03	101	30,79	8	2,43
21- 4-81	20	16,0	56	44,8	41	32,8	8	6,4
30- 6-81	3	8,33	24	66,66	9	25	0	0
25- 8-81	168	38,53	45	10,32	211	48,39	12	2,75
29-10-81	110	29,97	73	19,89	172	46,86	12	3,26
15- 2-82	107	27,43	37	9,48	236	60,51	10	2,56
14- 4-82	79	26,51	50	16,77	166	55,70	3	1,00

los valores correspondientes de biomasa por planta, si bien sugieren tendencia a aumentar, ésta no es marcada. El mismo esquema es aplicable a las zonas II y III.

Analizando la relación de densidad y tamaño de plantas en cada fecha se evidencia que no es posible reunir los datos de las tres / zonas para cada fecha, por la heterogeneidad de las situaciones en cada zona. Deseando establecer una comparación de las mismas en este sentido se decidió, con la consiguiente pérdida de grados de / libertad relacionar para cada zona los promedios de densidad y biomasa por planta de cada fecha. Se obtuvieron de esta manera los / coeficientes de correlación lineal entre ambos parámetros; los cuales resultaron significativos al 95% en la zona II; al 90% en la zona III y no significativa en la zona I; no mejorando la significación los ajustes no lineales más usuales.

En febrero de 1980 se observan tamaños relativamente pequeños de plantas y muy baja densidad en las zonas I y II y ausencia de plantas en la III; esta situación se debe probablemente a un desprendimiento masivo prematuro de la población.

Aparentemente, de no existir interferencias la evolución normal de la población determinaría densidades altas en enero - febrero y / agosto. Cuando se producen densidades altas en otras fechas (oct. nov/79 en las zonas I y II; octubre 81 en la zona II y III; junio 1980 en zona I) se modifica la relativa regularidad en la producción de plantas de tamaño grande.

Las variaciones encontradas aún dentro de cada grupo dificultaron el análisis estadístico, por lo que se elaboró el cuadro III,7 de valores promedios de los parámetros poblacionales medidos. La densidad promedio es máxima en noviembre de 1979 y febrero, agosto y octubre de 1981; la biomasa por unidad de superficie presentan máximas en las mismas fechas y también en junio de 1980 y febrero y agosto de 1981. Las máximas de biomasa total estimada coinciden / aproximadamente con estas fechas.

Como vimos la biomasa en febrero de 1980 es muy baja debido al tamaño pequeño y escasez o ausencia de plantas; esto podría deberse / a un desprendimiento prematuro de plantas a principio de febrero una observación de Mayer (1981) sobre esta pradera en enero/79 señala

una biomasa promedio de 3 Kg/m^2 , lo cual, considerando plantas con un tamaño semejante al de febrero de 1981, de alrededor de 15 a 30 gr. por planta, nos permitiría inferir una densidad de 100-200 individuos por metro cuadrado.

En resumen, la densidad parece responder a cierta estacionalidad, / proveniente quizás de la actividad reproductiva; de verse esta regularidad perturbada por tormentas o corrientes afectará el desa-rrollo posterior de la población (valores bajos en la zona III du-rante 1980) y al tamaño de las plantas.

La superficie de la pradera fluctuó alrededor de un promedio sin/ comportamiento estacional evidente en el período de estudio.

Aunque la biomasa total estimada en la pradera varió entre 200 y 1500 Tm en períodos anuales, estas cifras se refieren exclusivamente a la población arraigada; siendo el período entre muestreos de dos meses en el mejor de los casos; es de suponer que la producción real sea superior a esas cifras. Dadas las especiales características de las corrientes de B. Arredondo buena parte de la producción es arrojada a la costa.

CAPITULO IV

REPRODUCCION EN POBLACIONES DE GRACILARIA VERRUCOSA DE LA PROV. DEL CHUBUT.

INTRODUCCION

En este capítulo se describen las variaciones observadas en la proporción de gametofitos y esporofitos en las poblaciones de Gracilaria verrucosa de Golfo Nuevo (43°30' S) y Bahía Arredondo (45°1'). Estas observaciones fueron complementadas con la verificación in vitro de la germinación de carposporas y tetrasporas. La discusión se limita a los aspectos reproductivos, reservando para la discusión general la interpretación de los resultados en relación con la evolución vegetativa de las plantas.

MATERIAL Y METODOS

Las proporciones de los diferentes tipos reproductivos fueron determinadas sobre sub-muestras al azar de las muestras generales, tomadas con periodicidad mensual en Golfo Nuevo (Oct. 78 a Set. 1980) y bimensual (Oct. 79 a Abr. 1982) en Bahía Arredondo, las sub-muestras fueron preservadas en formol neutro al 5% y observadas con microscopio estereoscópico; en el caso de tetrasporofitos y gametofitos masculinos se debió confirmar las observaciones con 100 ó / 400 aumentos, según la dificultad por el estado de madurez de las plantas.

Las plantas carpospóricas colectadas para verificar la capacidad/germinativa fueron extraídas en Golfo Nuevo en profundidades de 6 a 8 m. en marea media y mantenidos en laboratorio en tanques con/30 litros de agua por cada medio kilogramo de Gracilaria libre de epífitos. El material fértil fue seleccionado dentro de las veinti cuatro horas de extraído. Todas las observaciones fueron realizadas bajo iluminación blanca, continua y a 20°C.

Para determinar el tipo de inóculo a utilizar se implementó una pe queña experiencia preliminar, en la que, a partir del mismo mate-

rial se hicieron siembras de los siguientes tipos de inóculos:

- a) paquetes de carposporas extraídas del interior del cistocarpio por medio de una pipeta estéril.
- b) Cistocarpios individuales, separados del talo por medio de un bisturí.
- c) Porciones pequeñas de talo, con varios cistocarpios en cada una, previamente limpios con aguja y pincel.

En todos los casos se sembraron 18 paquetes de carposporas o su equivalente, por triplicado, sobre porta-objetos colocados en cajas de 12 cm. de diámetro.

El medio de cultivo fue el siguiente: agua de mar estéril (3 l); agua destilada (6 ml.); NO_3Na (600 mg); Na_2HPO_4 (90 mg.) y Extracto del suelo (50 ml).

Los resultados de esta prueba preliminar mostraron que los mejores resultados eran obtenidos con el tercer tipo de inóculos.

Trozos fértiles de tetrasporofitos, de 10 cm. de longitud, fueron utilizados como inóculo para verificar la emisión de tetrasporas; este material provenía de Golfo Nuevo y fue colectado al 15-4-82.

RESULTADOS

- Proporción de gametofitos y esporofitos en las poblaciones naturales.
- Golfo Nuevo.

En la tabla IV 1 se muestra la proporción de diferentes tipos reproductivos de Gracilaria verrucosa en la población de Golfo Nuevo; en la misma tabla se dan los valores transformados por la función/arco-seno de la raíz cuadrada de la proporción ($\text{arc sen } \sqrt{p}$), y por último los promedios móviles cada 3 fechas sucesivas de los valores transformados.

En la figura IV 1 se ilustran las variaciones de los porcentajes/antecedidos y sus límites de confianza extractados de las correspondientes tablas estadísticas.

Sobre los promedios móviles de cada categoría se calculó el valor

Tabla 1: Proporción de gametofitos y esporofitos en Golfo Nuevo

FECHA	CARPOSPORICAS			MASCULINAS			TETRASPORICAS			INDIFERENCIA-DAS	
	100P	TR	PM	100P	TR	PM	100P	TR	PM	100P	TR
Oct. 78	1,40	6,79	15,26	9,85	18,29	16,78	19,71	25,6	10,09	69,0	56,16
Nov. 78	7,15	15,50	21,90	4,76	12,60	18,08	64,28	53,29	10,09	23,80	29,19
Dic. 78	15,87	23,48	25,78	11,11	19,46	22,33	43,65	41,35	13,30	29,36	32,96
Ene. 79	20,23	26,73	27,34	14,28	22,20	26,44	33,33	35,26	36,60	32,14	34,53
Feb. 78	20,83	27,15	28,14	18,33	25,34	23,38	30,00	33,21	52,19	30,85	33,72
Mar. 79	22,22	28,12	28,80	27,77	31,80	19,28	22,22	28,12	25,47	27,77	31,80
Abr. 79	23,72	29,14	23,06	5,08	13,02	11,23	6,77	15,08	23,33	64,44	53,57
May. 79	23,72	29,14	23,72	5,08	13,02	12,99	20,33	26,80	28,27	52,54	46,45
Jun. 79	3,57	10,89	23,72	1,78	7,66	14,19	46,42	42,94	51,33	48,21	43,97
Jul. 79	26,76	31,15	25,65	9,85	18,29	16,01	16,90	24,27	31,17	46,47	42,97
Ag. 79	32,78	34,92	28,27	8,19	16,62	17,41	19,67	26,32	19,37	39,34	38,84
Set. 79	10,34	18,75	24,70	5,17	13,14	17,69	1,72	7,53	18,77	82,75	65,45
Oct. 79	12,19	20,43	21,42	14,63	22,48	17,65	14,63	22,48	22,88	58,53	49,91
Nov. 79	18,00	25,10	24,50	9,00	17,45	14,57	39,00	38,64	31,71	34,00	35,66
Dic. 79	22,03	27,99	30,84	5,08	13,02	13,78	55,93	34,00	35,24	16,94	24,30
Ene. 80	40,35	39,43	31,39	5,26	13,25	20,99	29,82	33,10	29,56	24,56	29,70
Feb. 80	20,33	26,80	36,22	6,77	15,08	23,32	13,55	21,59	26,50	59,32	50,37
Mar. 80	45,58	4,25	37,46	32,35	34,66	29,62	17,64	24,83	26,17	4,41	12,12
Abr. 80	46,73	43,12	41,11	11,95	20,22	22,99	28,26	32,11	26,46	13,04	21,16
May. 80	37,50	37,76	36,96	31,25	33,08	20,04	14,58	22,44	26,39	16,66	23,70
Jun. 80	25,00	30,00	29,79	6,52	14,79	12,68	17,39	24,64	21,42	51,08	45,61
Jul. 80	13,50	21,63	24,77	3,88	11,36	7,75	8,73	17,18	22,84	74,75	59,83
Ag. 80	14,89	22,69	19,38	4,25	11,89	0,00	20,21	26,71	21,21	60,63	51,13
Set. 80	5,71	13,82	19,38	0,00	0,00	11,42	11,42	19,75	19,75	82,85	65,53

100 P = PORCENTAJES ; TR = TRANSFORMACION = $\text{ARC SEN } \sqrt{p}$; PM = PROMEDIOS MOVILES DE VALORES TRANSFORMADOS

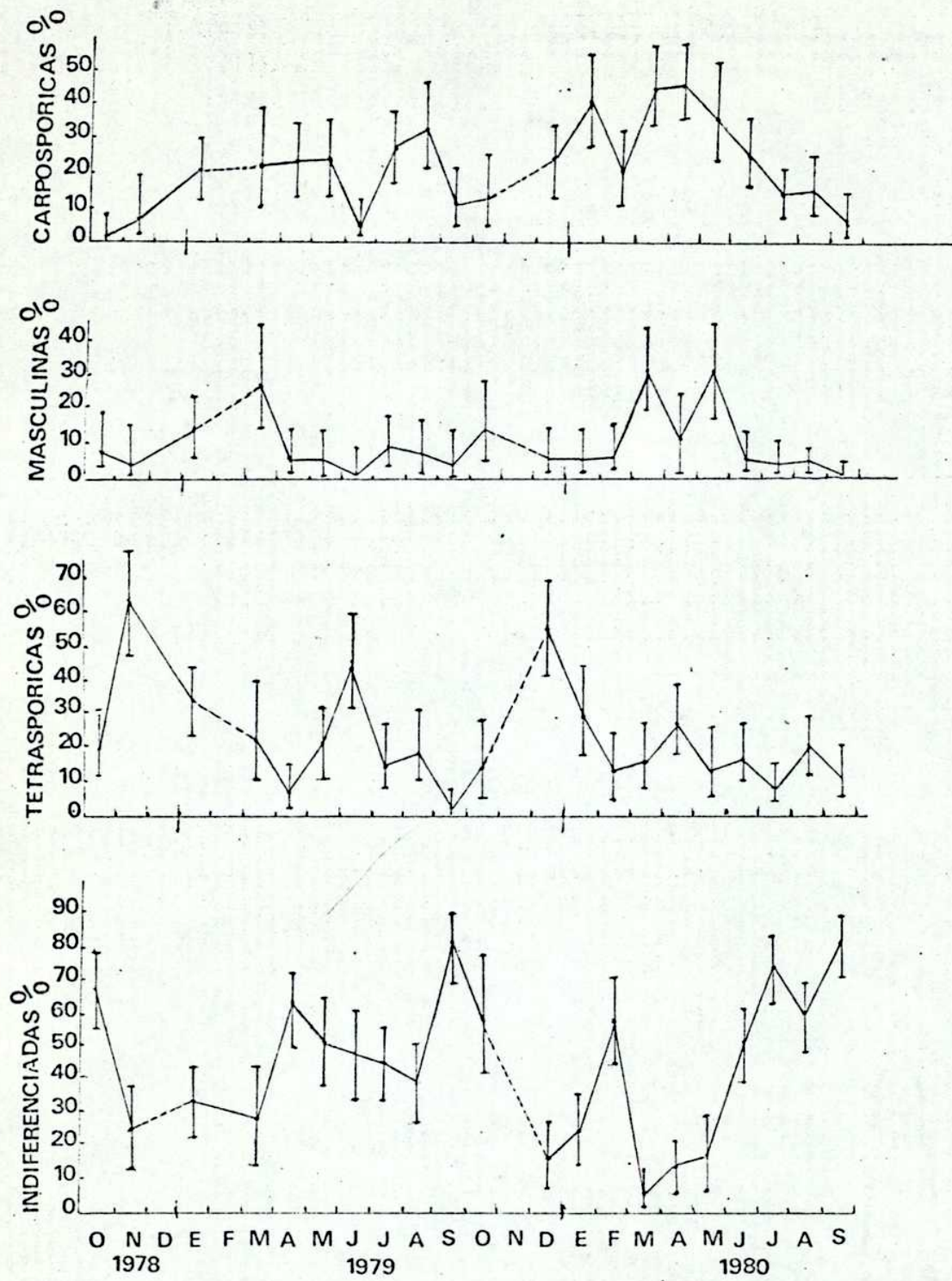


Fig. IV 1.: Variaciones en las proporciones de gametofitos y esporofitos de *Gracilaria verrucosa* en Golfo Nuevo.

de autocorrelación para un período de 12 meses, el que resultó no significativo para gametofitos masculinos y femeninos pero significativo al nivel del 1% de probabilidad en el caso de los tetrasporofitos maduros ($r = 0,7796^{**}$, $n = 8$); los datos transformados correspondientes mostraron también significación al 5% de probabilidad aún sin el cálculo de promedios móviles ($r = 0,57789^*$; $n=10$). Esto muestra que, en los dos años considerados, la proporción de tetrasporofitos maduros varió regularmente, lo que se refleja en la fig. IV 1; a pesar de esto vemos que en junio de 1979 la proporción de esporofitos maduros fue mayor que en 1980.

Si bien el porcentaje de gametofitos no mostró estadísticamente / una regularidad puede verse en la figura que en marzo de 1979 y marzo y mayo de 1980 aumenta marcadamente la proporción de plantas masculinas en relación al resto de los meses; esos máximos están positiva y significativamente correlacionados con los que muestran las plantas tetraspóricas con un desfase de 4 meses ($r = 0,4692^*$, $n = 18$).

También se evidencia en ambos períodos una mayor proporción de plantas carpospóricas en verano y otoño, disminuyendo marcadamente hacia final de invierno y comienzo de primavera (setiembre y octubre). El gráfico correspondiente a las plantas indiferenciadas muestra / que el máximo de las mismas se repite en setiembre y octubre de // 1978, 1979 y 1980, precediendo en todos los casos a los máximos / observados de tetrasporofitos maduros. Valores relativamente altos de indiferenciadas se observan también en abril de 1979, precediendo también el aumento de tetraspóricas de mayo-junio del mismo año y en febrero de 1980 precediendo al máximo de gametofitos masculinos diferenciados de mayo del mismo año.

Quedaría por verificar el máximo de plantas indiferenciadas correspondientes a los gametofitos de marzo de 1979 pero lamentablemente no contamos con el dato del mes de febrero de ese año.

Bahía Arredondo

En la tabla IV 2 se exponen los porcentajes de plantas carpospóricas, tetraspóricas y masculinas maduras, los cuales se ilustran // en la fig. IV 2; los datos son bimensuales y faltan dos muestras / en diciembre de 1979 y 1981 que dificultan la interpretación de /

Tabla IV.2: Proporción de tipos reproductivos en Bahía Arredondo

Fecha	N	CARPOSPORICAS		MASCULINAS		TETRASPORICAS		INDIFERENCIADAS	
		n	100 p	n	100 p	n	100 p	n	100 p
Oct. 79.	36	3	8,33	1	2,77	0	0,00	32	88,88
Feb. 80	56	16	28,57	3	5,35	3	5,35	34	60,71
Abr. 80	47	14	29,78	2	4,25	6	12,76	25	53,19
Jun. 80	35	1	2,80	0	0,00	6	17,14	28	80,00
Ago. 80	37	2	5,40	0	0,00	3	8,10	32	86,50
Oct. 80	35	0	0,00	4	11,42	11	31,42	17	48,57
Dic. 80	31	9	29,03	0	0,00	10	32,25	12	38,70
Feb. 81	100	15	15,00	0	0,00	61	61,00	24	24,00
Abr. 81	52	6	11,53	0	0,00	15	28,84	33	63,46
Jun. 81	40	0	0,00	0	0,00	9	22,50	31	77,50
Ago. 81	37	0	0,00	0	0,00	3	8,10	34	91,89
Oct. 81	28	0	0,00	0	0,00	7	25,00	21	75,00
Feb. 82	100	18	18,00	1	1,00	27	27,00	54	54,00
Abr. 82	100	3	3,00	1	1,00	24	24,00	72	72,00

N = Total de la muestra; n= número de ejemplares en la clase; p = probabilidad de la clase;
100 p = Porcentaje de la clase

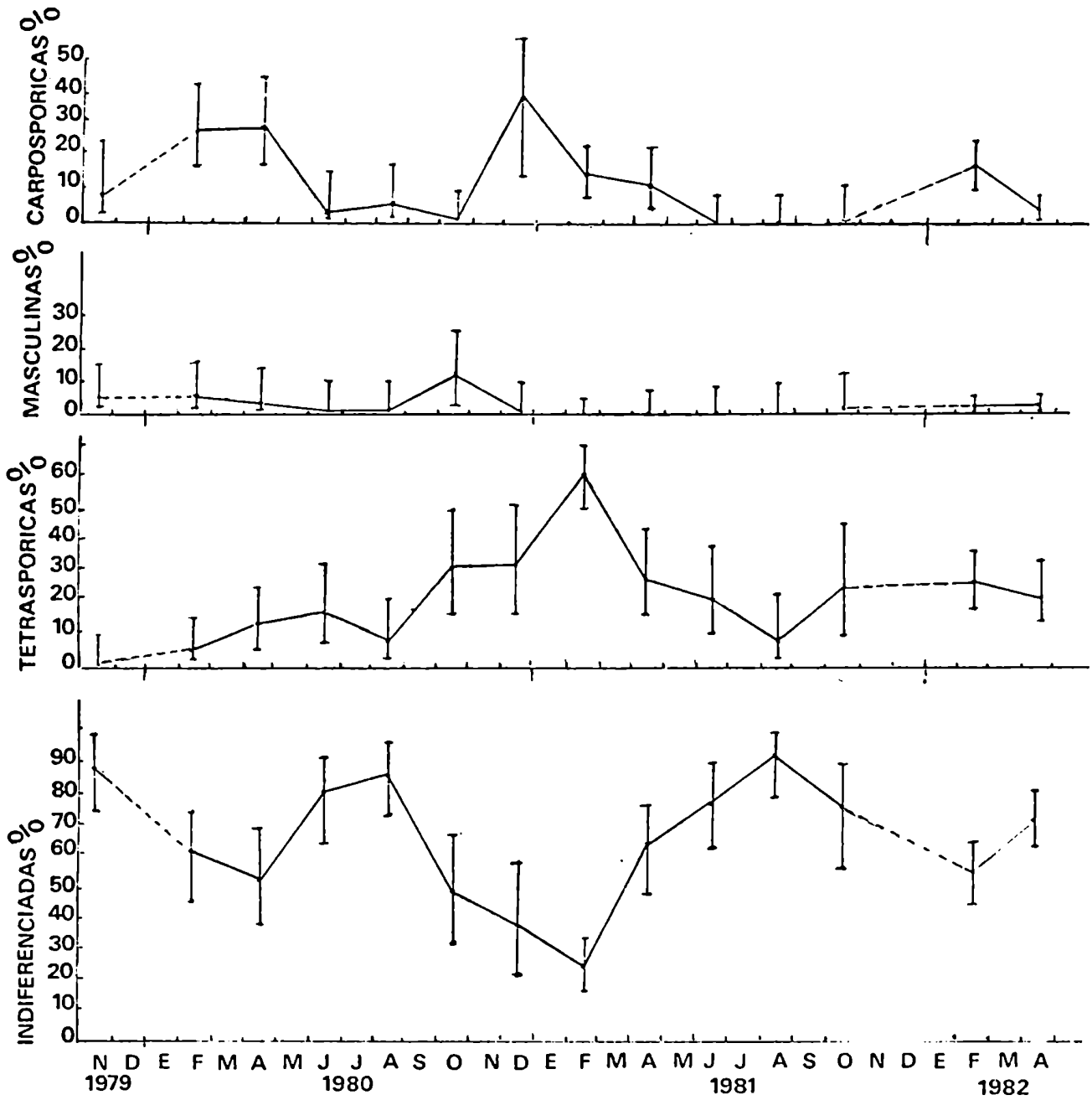


Fig. IV. 2: Variaciones en las proporciones de gametofitos y esporofitos de Gracilaria verrucosa en B. Arredondo.

los resultados. Sin embargo es claro el aumento de plantas carpospóricas en verano y comienzos de otoño y su disminución en invierno y primavera. Las plantas masculinas son escasas y coinciden aproximadamente en su aparición con la de plantas carpospóricas. / Las plantas tetraspóricas presentan máximos en verano de 1980-81 y valores muy bajos de esporofitos maduros en el período agosto-octubre de 1979, 1980 y 1981.

El gráfico de las plantas indiferenciadas sugiere que el porcentaje de las mismas aumenta marcadamente en invierno y disminuye en verano.

Observaciones in vitro

El material carpospórico obtenido fue puesto en condiciones de emisión de carposporas utilizando como inóculos trozos con 5 cistocarpios cada uno, obteniéndose las plántulas según la metodología descrita. Se consideró que una réplica daba resultados positivos cuando se desarrollaban las fases de germinación y crecimiento de las plántulas según la secuencia de la fig. IV 3, en la cual se observa la fijación de las esporas, su aumento de volumen hasta aproximadamente 48 horas luego de la emisión y el posterior desarrollo del disco basal, que entre los 15 y los 40 días desarrolla una porción erecta, la cual, en las condiciones de cultivo mencionadas tarda unos 60 días en alcanzar un milímetro de alto.

Los resultados de las observaciones se resumen en la tabla IV 3a; en la tabla IV 3b se verifica mediante la correspondiente prueba de ji cuadrado que no existen diferencias significativas en la capacidad de germinación y desarrollo de las carposporas en las diferentes fechas de estudio.

En las siembras realizadas el 15-9-80 se repicaron cada 12 horas los trozos de talos utilizados como inóculo, sin variar las condiciones de luz y temperatura, pudiéndose comprobar que la emisión / de carposporas y subsecuente germinación de las mismas era posible por lo menos hasta 85 horas de colectado el material en la naturaleza.

Los tetrasporofitos por su parte son algomás difíciles de identificar, y también presentan algunas dificultades para limpiarlos de/

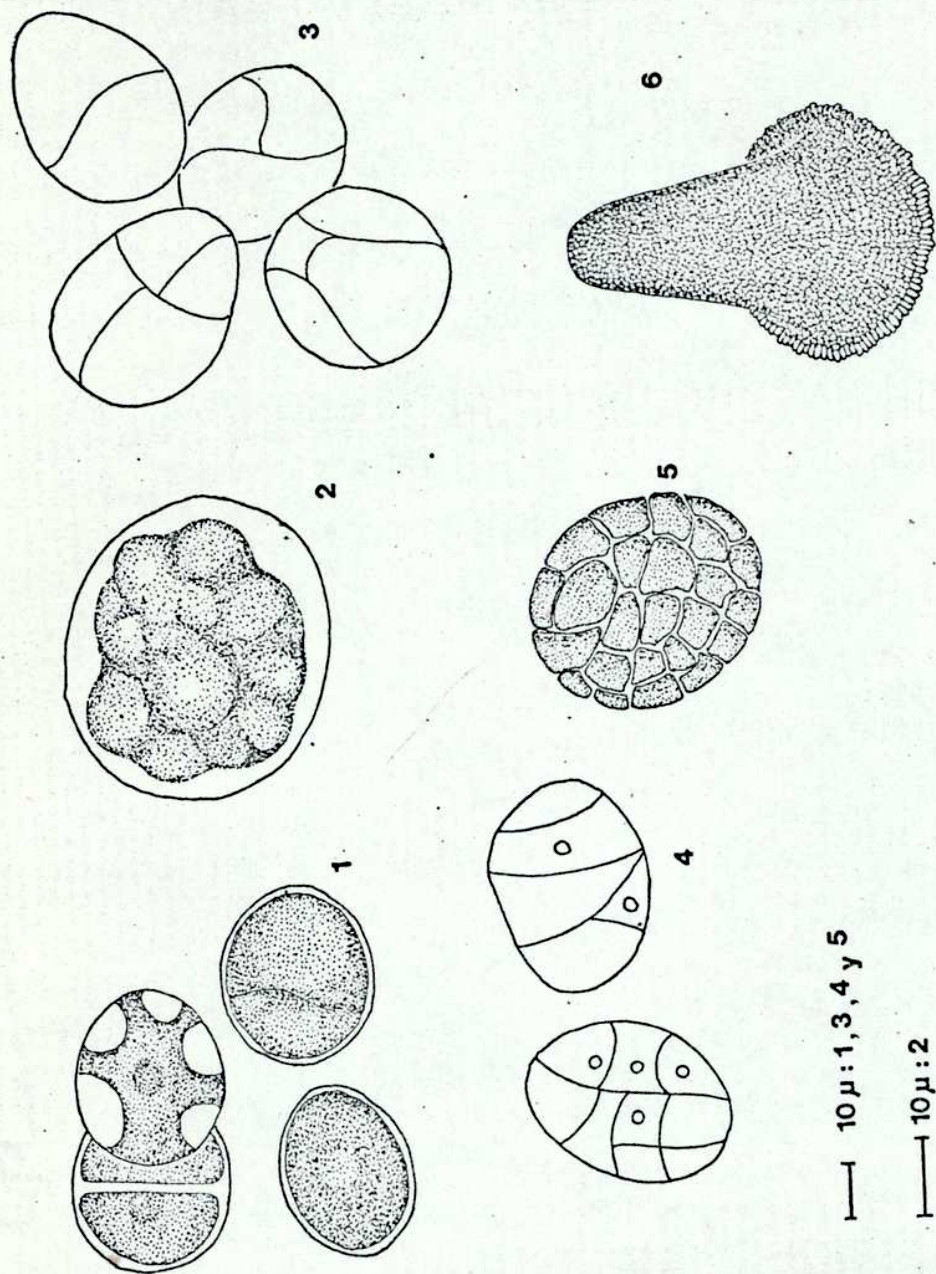


Fig. IV.3: Desarrollo de las carposporas

Tabla IV 3: Germinación de carposporas in vitro

a) Observaciones

Estación	Siembra		Observación	Resultado positivo
	Fecha	Réplicas	Fecha	
Otoño	2-4-79	9	9-4-79	9
			18-4-79	9
Invierno	21-6-79	9	15-7-79	9
	30-7-80	15	18-8-80	12
			26-8-80	12
			10-9-80	12
Primavera	15-9-80	45	17-9-80	36
			7-10-80	36
			9-10-80	36
			6-11-80	36
Verano	15-2-80	12	25-2-81	9
			5-3-81	9
			20-3-81	9

b) Cálculo de χ^2 para verificar diferente capacidad germinativa en las fechas de las observaciones

	+	-	pi	qi	Ni
Otoño	9	0	1,00	0,00	9
Invierno	12	3	0,80	0,20	15
Primavera	36	9	0,80	0,20	45
Verano	9	3	0,75	0,25	12
Totales	66	15	p=0,81	q=0,19	81

$$\chi^2 = \frac{\sum_{j=1}^n x_j \cdot p_j - \bar{p} \cdot T x}{\bar{p} \cdot \bar{q}} = 0,25 \text{ N.S}$$

epífitos, ésto determinó que hasta el momento hayamos obtenido tetrasporas viables solo en abril de 1982, pudiendo verificar crecimiento hasta solo el estado de 3-4 células antes de que el cultivo se viera invadido por otras algas, principalmente Ectocarpa/les.

DISCUSION

En Golfo Nuevo se observan variaciones en la proporción de plantas estériles aún indiferenciadas, evidenciándose máximos que presentan cierta regularidad en su relación con los máximos de plantas tetraspóricas y gametofitos.

En los casos que el máximo de plantas indiferenciadas precede a un aumento en la proporción de plantas tetraspóricas suponemos que / esas plantas indiferenciadas son potencialmente, en su gran mayoría tetrasporofitos, realizando una inferencia semejante cuando / preceden a un máximo en proporción de gametofitos. Sin embargo observamos que, mientras los picos de indiferenciadas que preceden a los esporofitos son marcados y claros, no ocurre lo mismo con los máximos correspondientes a gametofitos inmaduros. Una posible causa de este hecho es que, los tetrasporofitos se diferencian en esta localidad a fines de primavera, lo que permite a las tetrasporas desarrollarse durante los meses favorables del verano y producir la generación gametofítica durante esta estación. Esta generación maduraría rápidamente por las condiciones ambientales favorables y darían lugar a la generación tetrasporofítica durante otoño e invierno, la cual no maduraría probablemente por las condiciones ambientales adversas, hasta fines de primavera.

Quedaría por discutir la diferencia entre la proporción de plantas carpospóricas en los dos períodos anuales del estudio, la cual es mayor en el verano de 1980 que el de 1979; si se admite que estos gametofitos fueron originadas por la generación tetrasporofítica del año anterior, vemos que además del máximo de producción de esporofitos a finales de 1979, hubo un máximo adicional en otoño de ese año, que puede haber sumado su producción de tetrasporas a las de final de primavera y determinar como consecuencia un adelanto en

la época de maduración de los gametofitos y un aumento sustancial en la proporción de gametofitos en la población en el verano 1979-1980.

Otro aspecto a analizar es el de las diferencias entre Golfo Nuevo y Bahía Arredondo en cuanto a variación en la preponderancia de una u otra fase del ciclo de vida a lo largo del período anual. Vemos a este respecto que, mientras que en lo referente a la fase gametofítica los resultados son semejantes en ambas localidades, los tetrasporofitos maduros aparecen prácticamente al mismo tiempo que los gametofitos en Bahía Arredondo, en tanto que en Golfo Nuevo / presentan cierto desfasaje. La coincidencia del momento de maduración de ambas fases de ciclo de vida en B. Arredondo determina que sea más marcada la época con preponderancia de plantas estériles. Cabe señalar a este respecto que, mientras que en B. Arredondo la mitad de los muestreos presentan más de 70% de las plantas estériles, en Golfo Nuevo solo en dos de cada diez muestras se da esta/situación. Asumiendo que todas las plantas estériles tienen potencialmente la capacidad de diferenciarse reproductivamente, se puede interpretar lo antedicho como evidencia de que las plantas en B./ Arredondo pasan más tiempo en estado estéril que las de Golfo Nuevo, y que este período de esterilidad es coincidente con la estación invernal.

Vemos también, por otra parte, que mientras el ciclo de vida del/ alga cumple con cierta estacionalidad en Golfo Nuevo, predominando una u otra fase del ciclo en determinada época del año; en B./ Arredondo en cambio se observa cierto atraso relativo en la diferenciación de los tetrasporofitos que determinan la superposición de la actividad reproductiva sexual y asexual.

La reproducción de Gracilaria verrucosa ha sido estudiada desde los trabajos de Johnson (1888) y Phillips (1925) en varias poblaciones diferentes, haciendo énfasis en uno u otro aspecto. Uno de los trabajos más significativos sobre la estacionalidad reproductiva de G. verrucosa es el de Jones (1959a), realizado en poblaciones de Gran/ Bretaña, los resultados de este autor no difieren de los nuestros en cuanto a la estacionalidad de los gametofitos pero la formación

y liberación de tetrasporas tendría en Gran Bretaña su inicio en invierno, continuaría en primavera y alcanzaría su máximo en verano, quedando en otoño limitada la producción de tetrasporas a las zonas más jóvenes del talo. Romo y Alveal (1979) constataron en / la población de esta especie de Isla de los Reyes (B. de Concep- / ción, Chile) que el porcentaje de tetrasporofitos era muy alto, / fluctuando entre 70% y 100% , estos mismo autores citan también / una serie de observaciones en Dellarossa (1974) y de Ahumada y // Chuecas (inédito en ese momento) que indican en conjunto una gran flexibilidad en cuanto a la predominancia de una u otra fase del / ciclo de vida según las condiciones ambientales preponderantes; las cuales determinarían a través de posibilitar o impedir la madura- / ción y germinación de alguna de los tipos de elementos reproducti- / vos la posibilidad de existencia de la fase correspondiente. Romo Alveal y Dellarossa (1979) consideran el factor limitante en B. Con- / cepción a la temperatura, que solo en las zonas intermareales se- / ría adecuada.

Hoyle, (1978) muestra que existen grandes diferencias entre espe- / cies en cuanto a las proporciones de esporofitos y en los cocien- / tes entre sexos.

Van der Meer (1977) estudió en Gracilaria sp. la posibilidad de ob- / tener plantas femeninas y masculinas en el mismo pie por el fraca- / so en la formación de tetradas, este hecho produciría esporas bi o / tetranucleadas que darían origen a los pies en mosaico. Van der // Meer y Bird (1977) completaron el ciclo de vida de la misma espe- / cie en laboratorio, observando que para la formación de cistocar- / pios es necesaria la presencia de talos masculinos; la formación de / tetrasporas tardaba aproximadamente tres meses. Sawada (1956) y / Segawa et al (1955 a y b) realizaron una serie de trabajos sobre / las causas de la liberación de las carposporas en esta especie, de / terminando la influencia de la desecación en los cambios de presión / osmótica y liberación de las carposporas. Este efecto era mucho más / notable en individuos provenientes del mesolitoral que en los infra / litorales, lo que indica cierta adaptación al medio en los mecanis- / mos de liberación de esporas.

El comportamiento germinativo de las carposporas en la población de Golfo Nuevo coincide con el de las poblaciones infralitorales estudiadas por Sawada (1956).

Uno de los datos necesarios para planificar el cultivo masivo de las algas es el de la densidad óptima de esporas para inocular el sustrato a utilizar. Las carposporas en el momento de ser liberadas se encuentran reunidas por mucílago que causa su fijación en grupos. Jones (1956) atribuye a la formación de esporadas una capacidad adaptativa, ya que los discos vecinos al coalescer darían cierta subvención al primer talo erecto formado, acelerando el proceso de crecimiento en los primeros estados de desarrollo; esto sería ventajoso pues evitaría que los talos fueran sepultados por // los sedimentos en movimiento y su eventual muerte por esta razón. / Si bien esta hipótesis puede ser cierta dentro de ciertos límites, un exceso de plántulas creciendo junta; parece determinar, por lo menos en las condiciones de laboratorio que utilizamos en nuestras observaciones, una disminución en la velocidad de crecimiento de la parte erecta con respecto a las que se encontraban en zonas menos densamente pobladas; en este caso el efecto adaptativo se vería di fi cul tado más bien que favorecido por el aumento de la densidad, / Jones (1957) observa la producción de 1.600 esporas en 90 minutos a partir de un cistocarpio, lo que excede en mucho la velocidad de emisión de las carposporas observada por nosotros. El ritmo diur- / no de emisión de carposporas fue observado por Oza y Krishnamurthy (1968) quienes observan un aumento de actividad hacia el mediodía. Mitrakos (1964) describe un aumento lineal del diámetro de las car po spo ras en las dos semanas siguientes a su emisión y determina que el pH influye a través de una relación cuadrática, mostrando un má x imo en el pH de 7,2; con respecto a la intensidad luminosa de te r mi na que, en menos de 500 lx el crecimiento no es apreciable, de 700 a 5000 l x el crecimiento presenta respuesta lineal y a inten s ida des mayores de 5000 lx el crecimiento se inhibe. Con respecto / a la calidad de la luz este mismo autor determina que la luz verde y la blanca promocionan el crecimiento y la del rojo / rojo lejano y azul son algo inhibitorios. La temperatura óptima de desarrollo / de las carposporas es según Tsekos y Karataglis (1974) de 21°C.

Mientras se cuenta con bastante información acerca del comportamiento in vitro de las carposporas, parece haberse trabajado mucho menos con las tetrasporas de Gracilaria verrucosa, aunque existen estudios en otras especies sobre la germinación y desarrollo/ de las mismas (Oza, 1975).

CAPITULO V

PROPAGACION EN GRACILARIA VERRUCOSA

INTRODUCCION

La capacidad de propagación vegetativa es de particular importancia en las especies de valor comercial, ya sea como medio de mantenimiento de poblaciones naturales o para el cultivo de las mismas. Varias fuentes (Tsuji, 1956; Goldstein, 1973; Isaac, 1956) mencionan la capacidad de propagación vegetativa de Gracilaria verrucosa.

En las poblaciones de esta especie estudiadas en el litoral del / Chubut se observaron frecuentemente plantas con râmulas apicales y laterales en activo crecimiento, formando ramilletes de brotes de aspecto típico. Ante la posibilidad de que estos ramilletes pudieran funcionar como propágulos al decaer las partes más viejas de los talos, se realizaron observaciones sistemáticas sobre la aparición de los mismos para verificar su posible estacionalidad y relación con la preponderancia de uno u otro tipo morfológico.

Las observaciones sobre la población natural fueron complementadas con la verificación in vitro de la formación de brotes en varias// condiciones y con mediciones del crecimiento de propágulos artificiales suspendidos a diferentes distancias del fondo.

MATERIAL Y METODOS

- Observaciones en las poblaciones naturales:

Se realizaron muestreos con periodicidad casi mensual en Golfo Nuevo, desde diciembre de 1978 a mayo de 1981 y bimensuales en Bahía/ Arredondo desde octubre de 1979 a octubre de 1981, verificándose // en los ejemplares extraídos la presencia o ausencia de râmulas notables sobre los ápices o lateralmente. Estas observaciones se expresaron como proporción de plantas con brotes en cada fecha de muestreo y fueron posteriormente relacionados con los tipo morfológicos de /

los individuos y también con la presencia de la parte basal de la planta intacta. Este último hecho se consideró que indicaba el origen del individuo observado, el cual podría provenir directamente de la germinación de una tetraspora o carpospora cuando se observa la implantación de la planta, o de la fragmentación de otra planta cuando no se observaba la porción basal.

- Obtención de brotes en laboratorio:

Con el objeto de obtener en el laboratorio material que pudiera alcanzar un crecimiento rápido en el campo, independientemente de las condiciones de las plantas en la naturaleza, se implementaron algunas experiencias de laboratorio, encaminadas a determinar, dentro de las posibilidades al alcance, las condiciones bajo las cuales es posible obtener una buena cantidad de brotes en los inóculos, / previamente a su colocación en el mar.

La metodología fue elaborada en base a una serie de observaciones/ preliminares, las cuales nos permitieron determinar detalles como/ el tamaño de los inóculos, su manejo y determinación de cuales serían las observaciones a realizar para evaluar la evolución de los mismos.

Las primeras pruebas fueron realizadas a temperatura ambiente, lo/ que favoreció el desarrollo de gran cantidad de epífitos que competían fácilmente con Gracilaria; los niveles altos de luz favorecieron también a las epífitas. Posteriormente se pudo instalar en el/ cuarto de cultivos un equipo de acondicionamiento de aire que mantuvo la temperatura entre 17°C y 20°C y un sistema de iluminación/ algo más flexible, que permite conectar por separado los diferentes paneles luminosos, éstos estaban compuestos por tubos fluorescentes Philips TL de 40 Watt de luz blanca.

Se utilizaron, salvo indicación, frascos de vidrio común de 600 ml. de capacidad, tapados con algodón y esterilizados en autoclave a / 1,5 lb. por 30 minutos.

El medio utilizado fue el siguiente (Erd Schreiber según el Lab. Mar. Biol. Ass. U.K., Plymouth):

Agua de mar filtrada 1 l.

Extracto de suelo	50 ml.
Na NO ₃	0,2g.
Na ₂ H PO ₄ · 12H ₂ O	0,02g.

Para evaluar el efecto de la concentración de nutrientes se prepararon varias concentraciones de medio salino a partir de la solución stock; en cada recipiente se colocaron 150 ml. de líquido de la siguiente composición: 7,5 ml. de soil water; una cantidad variable de solución salina stock (X, 2X, 4 X, 8X, 16X); siendo la cantidad "X" la que corresponde a la fórmula de Erd Schreiber más arriba/ detallada y por último agua de mar estéril hasta completar el volumen señalado.

Crecimiento in situ de inóculos suspendidos

Una vez planteada la hipótesis de que la población de Gracilaria/ podría en parte mantenerse por el crecimiento de fragmentos de plantas, se decidió determinar la capacidad de crecimiento de fragmentos en condiciones suspendidas.

Contándose con información bibliográfica acerca de las dificultades que presenta la especie para adherirse a las sogas (Goldstein, 1973) se implementaron una serie de observaciones previas para determinar las condiciones generales de trabajo, cuyos objetivos se/ enumeran a continuación:

- Determinación del tiempo máximo que se puede mantener un inóculo a temperatura ambiente sin afectar su capacidad de regeneración.
- Tipo de encordado.
- Materiales de encordado.
- Tamaño de los inóculos.

Tanto estas observaciones preliminares como las realizadas finalmente sobre el crecimiento de los inóculos se realizaron sobre material extraído de Golfo Nuevo; las sogas con los inóculos fueron sumergidas frente al ex-Apostadero Naval de Golfo Nuevo, al sur de Puerto/ Madryn.

Para determinar cual es lapso máximo de tiempo que pueden soportar

los inóculos a temperatura ambiente en los meses de verano, se acondicionaron sogas con trozos no ramificados, de 10 cm. de longitud en 20 grupos de 20 fragmentos cada uno por soga, cada grupo separado 10 cm. del siguiente: Se prepararon 8 sogas que fueron mantenidas a temperatura ambiente por períodos variables de/ 24 a 120 horas. Transcurridos los períodos correspondientes se sumergieron en el mar las sogas, las cuales se fondearon a cuatro/ metros de profundidad en marea baja, suspendidas de boyas. Transcurrido un mes se extrajeron las sogas verificándose los siguientes resultados:

Horas a Temp, ambiente	Fecha	Observaciones
24	24-11-78	Buen color y estado
24	24-11-78	Buen color y estado
48	25-11-78	Decoloradas
48	25-11-78	Decoloradas
72	27-11-78	Totalmente arruinadas
72	27-11-78	Totalmente arruinadas
120	29-11-78	Totalmente arruinadas
120	29-11-78	Totalmente arruinadas

El siguiente tema encarado fue el del método de fijación de los / inóculos a las sogas. Inicialmente se pensó que la fijación por medio de gasa daría buenos resultados ya que no daña al inóculo y es de rápida ejecución. Por ello se implementó una prueba consistente en cinco sogas armadas con venda de gasa, con inóculos de 20 cm. de largo, con el ápice intacto y con brotes laterales en un 40% de los individuos. Los inóculos permanecieron en el mar desde el 24-11-78 al 20-12-78 verificándose una pérdida de biomasa en la mayoría de los ejemplares, la cual era, sin duda alguna, debida principalmente a la acción de un isópodo del género Idotea, el cual se encuentra normalmente asociado a la población de Gracilaria. El isópodo desarrolló al abrigo de la cobertura de/

venda de gasa una población muy numerosa, que prácticamente cubría las sogas, observándose toda la gama de tamaños en sus individuos. A pesar de ésto, varios talos de Gracilaria, probablemente por haberse desarrollado fuera de la envoltura de gasa, mostraron crecimiento en longitud y desarrollo de ramificaciones; los datos de ambas situaciones se exponen en la siguiente tabla:

	Fecha	Longitud promedio	s	n	ápices presentes	brotos laterales
inóculo	24/11/78	10,0cm.	0,1	200	100%	40%
Observación	20/12/78	Talos afectados: 4,38 cm.	1,3	150	0%	0%
		Talos no atacados: 31,44cm.	8,4	32	100%	100%

De acuerdo a estos resultados se decidió hacer pruebas con ataduras de hilo de algodón, sin y con encerado; en las pruebas preliminares no se evidenció diferencia entre ambos materiales, verificándose en ambos casos pérdidas del orden del 60% de las alícuotas y no observándose ataque del isópodo; los inóculos restantes mostraron crecimiento. Dado que el hilo encerado mostró tendencia a deslizarse sobre la sogas y el destorzado de la misma para poder enhebrarlo insume mucho tiempo, se decidió continuar las pruebas con hilo común de algodón, el cual, contra lo esperado, no se deterioró a pesar de haber permanecido en el agua por un mes en la época de máxima temperatura (22-12-78 al 23-1-79).

Los siguientes detalles a dilucidar fueron el tipo de atadura y el tamaño del inóculo; en un principio utilizamos ataduras dobles en cada inóculo y alternativamente inóculos de diez o veinte centímetros de largo. Para definir las condiciones en que se realizarían las observaciones en las sucesivas series de sogas para medir crecimiento en condiciones suspendidas, se organizó la siguiente expe-

riencia previa. Sobre cada una de 9 sogas se ataron 5 grupos de 10 inóculos cada uno, cada 50 cm. desde la base de la soga. En las sogas "A" se ataron los inóculos con 5 fuertes vueltas de hilo; en las "B" con tres vueltas y en las "C" con dos vueltas. Con el subíndice "1" se identificaron las sogas con inóculos de 10 cm.; con el "2" a las de 20 cm. y con el "3" a las de 30 cm. El peso total original de los inóculos fue de 87,48 gr., luego de dos semanas se observaron los resultados en términos de número de talos restantes en cada grupo a partir del grupo inicial de 10 colocados originalmente. En la tabla siguiente se exponen esas cifras.

A 1 : 0; 8; 10; 5; 10.

A 2 : 4; 3; 9; 7; 6.

A 3: 2; 2; 9; 0; 2.

B 1: 7; 6; 10; 8; 7.

B 2: 8; 10; 4; 2; 10.

B 3: 7; 6; 6; 2; 10.

C 1: 2; 10; 0; 3; 5.

C 2: 0; 2; 0; 6; 10.

C 3: 0; 10; 3; 2; 0.

Estos resultados fueron analizados mediante un ji cuadrado y las correspondientes particiones del mismo siguiendo la hipótesis planteada. De esta forma se verificó que no existe diferencia significativa entre tipos de atadura en los fragmentos de 30 centímetros; y que, en los de 20 y 10 cm. no existe diferencia entre las ataduras quintuples o triples, pero ambas son preferibles a la doble.

Las pérdidas en los inóculos más largos fueron mayores que la de los de 10 y 20 cm. por lo que decidimos usar de allí en más inóculos de 10 ó 20 cm. con ataduras triples.

RESULTADOS

Observaciones en Poblaciones Naturales

La morfología de las plantas que asignamos a los tipos C y D indujo a considerar la posibilidad de que se hubieran originado a partir de otras plantas por fragmentación; para verificar lo cual se realizaron observaciones sobre:

- Presencia de la zona basal de las plantas, a través de la cual se produce la adhesión al sustrato.
- Tendencia a producir brotes de los diferentes tipos morfológicos.
- Correlación temporal entre los valores de proporción de plantas con brotes y determinado tipo morfológico presuntamente originado en aquellas.

Bajo la hipótesis que las plantas que conservan restos del sustrato adherido a su parte basal provendrían probablemente de una espora, en tanto que, careciendo de la parte basal podrían haberse originado por fragmentación de otro individuo; se implementaron observaciones en base a las cuales se elaboró la tab. V. Las observaciones se realizaron sobre material de G. Nuevo desde julio de // 1979 a febrero de 1980 y se consideró por un lado el tipo morfológico de los talos, y por otro la presencia o ausencia de un elemento del sustrato, pedregullo, conchilla, etc. en la base de la planta.

Tabla V 1: Proporciones de plantas de cada tipo morfológico con indicación de adhesión al sustrato.

Tipo morfológico	A	B	C	D	
Con adhesión	37	113	52	19	221
Sin adhesión	44	88	100	37	269
	81	201	152	56	490

En base a estos datos se calcularon los valores de χ^2 correspondientes a las siguientes comparaciones:

- Tipos presuntamente originados en su mayoría de carposporas o tetrasporas (A y B) respecto a tipos presuntamente formados por fragmentación (C y D). El correspondiente valor de χ^2 es de 17,23 (Significativo, 99%).
- Tipo A y B entre sí. El correspondiente valor de χ^2 es de 3,23 (n.s.).
- Tipos C y D entre sí. El correspondiente valor de χ^2 es de 0,0014 (n.s.)

Es decir que mientras en los tipos A y B en conjunto un 53,19% de las plantas muestran evidencia de haberse originado de la germinación de una espora, en los tipos C y D en conjunto solo el 34,13% presenta esta característica; esta diferencia es estadísticamente significativa al nivel del 99% de probabilidad.

En la tabla V 2 a y figura V 1 se muestran los porcentajes de plantas con brotes apicales y laterales en la localidad dentro del Golfo Nuevo en las fechas de estudio.

Si observamos los datos referentes a los brotes apicales, se observa cierta estacionalidad hasta la primavera de 1980, con mínimos a comienzos de otoño y de primavera y máximos en invierno y en verano; desde la primavera de 1980 en adelante se observa la relación opuesta, con un mínimo en verano y un aumento en otoño.

Con respecto a los brotes laterales la situación es similar a la antedicha desde febrero de 1979 a febrero de 1980, pero luego los valores se mantienen altos hasta mayo de 1981.

El siguiente análisis consistió en determinar si existía mayor tendencia a brotar en un tipo morfológico que en otro, lo cual se comprobó en base a datos reunidos entre abril de 1979 y abril de 1980 en plantas de Golfo Nuevo, los cuales se exponen en la tabla V 3. El análisis estadístico fue realizado mediante sucesivos test de χ^2 ; el primero comparando la proporción de plantas con brotes en cada tipo morfológico ($\chi^2 = 3,92$); el segundo comparando las proporciones de plantas con un solo tipo de brote o con ambos ($\chi^2 = 4,41$); y por último la proporción de plantas solo con brotes apicales y solo con laterales en cada tipo ($\chi^2 = 1,668$); los

Tabla V.2 a: Proporción de plantas con brotes apicales y laterales en diferentes fechas en Golfo Nuevo.

Fecha	N	Plantas con brotes apicales (%)	Plantas con brotes laterales(%)	Plantas con algún tipo de brote(%)
22-12-78	185	49	38	88
16- 1-79	100	57	56	76
1- 3-79	54	11	44	50
30- 3-79	100	2	2	4
10- 4-79	100	4	1	4
15- 5-79	161	4	1	5
11- 7-79	100	51	73	88
19- 7-79	100	54	76	83
27- 7-79	100	21	53	59
2- 8-79	100	18	21	35
8- 8-79	100	23	23	38
16- 8-79	100	14	19	34
23- 8-79	100	11	4	15
30- 8-79	100	12	8	20
6- 9-79	100	19	19	30
13- 9-79	100	11	24	32
20- 9-79	100	22	33	37
27- 9-79	100	4	16	19
5- 10-79	100	1	3	4
18-10-79	100	17	12	17
25-10-79	100	17	13	24
8- 11-79	100	79	59	94
20-11-79	100	69	70	82
6- 12-79	100	24	64	78
17-12-79	100	76	68	88
20-12-79	100	41	90	94
27-12-79	100	93	87	96
3- 1-80	100	88	92	96
10- 1-80	100	92	95	96

Continuación - Tabla V 2 a.

Fecha	N	Planta con brotes apicales (%)	Planta con brotes laterales(%)	Planta con algún tipo de brote(%)
22- 1-80	100	48	49	60
31- 1-80	100	51	47	66
8- 2-80	96	47	75	84
15- 2-80	100	54	74	85
21- 2-80	99	36	31	67
11- 3-80	99	25	91	93
27- 3-80	100	36	95	96
2- 4-80	100	37	98	96
8- 4-80	100	44	94	99
29- 4-80	85	57	97	97
13- 5-80	100	43	96	97
29- 5-80	100	75	56	88
30 -6-80	100	51	98	98
24- 7-80	100	90	100	100
1- 8-80	98	90	72	93
7- 8-80	100	78	94	95
15- 8-80	100	71	77	84
29- 8-80	99	90	98	99
12- 9-80	92	46	69	92
23- 9-80	92	33	93	92
1- 10-80	98	46	100	100
8- 10-80	96	32	98	100
28-11-80	100	76	95	96
4- 2-81	101	15	72	80
12- 3-81	81	46	100	100
7- 4-81	67	56	95	95
7- 5-81	63	63	100	100

Tabla V 2. b: Proporción de plantas con brotes apicales, laterales o de uno u otro tipo en Bahía Arredondo.

Fecha	N	Plantas con brotes apicales (%)	Plantas con brotes laterales(%)	Plantas con algún tipo de brote(%)
10-79	90	45,45	66,6	78,9
2-80	81	75,0	59,2	81,5
4-80	112	62,9	95,5	95,5
6-80	101	25,6	99,0	99,0
8-80	111	72,64	72,1	95,5
10-80	69	94,73	7,2	100,0
12-80	98	100,0	98,9	100,0
2-81	100	76,28	98,0	100,0
4-81	100	79,20	100,0	100,0
6-81	100	91,66	100,0	100,0
8-81	100	35,32	29,0	49,0
10-81	100	35,42	84,0	91,0

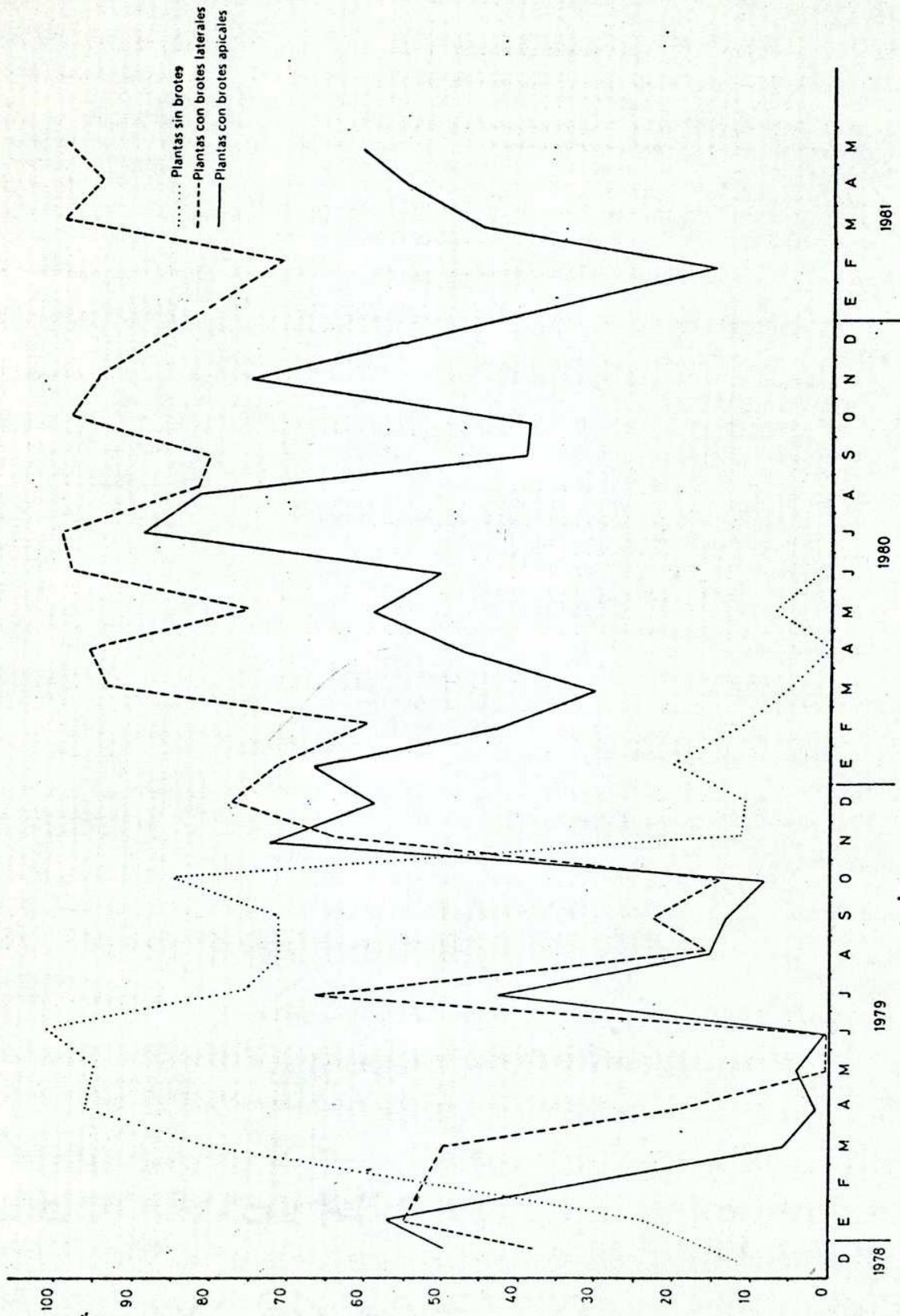


Fig. V.1: Proporción de plantas con brotes en Golfo Nuevo.

Tabla V. 3: presencia de brotes en los cuatro tipos morfológicos.
G. Nuevo.

Tipos	Brotes apicales solamente		Brotes laterales solamente		Ambos simultáneamente		Sin brotes		N.
	n	%	n	%	n	%	n	%	
A	17	9,45	36	20,0	44	24,4	83	46,1	180
B	31	6,18	100	19,9	120	23,9	250	49,9	501
C	9	4,16	37	17,1	47	21,7	123	56,9	216
D	12	8,88	39	28,8	27	20,0	57	42,2	135

tres valores resultaron no significativos comparando con el valor de tablas ($J_i^2 = 7,81$) para 3 grados de libertad y nivel del 95%. Comparando los valores de Golfo Nuevo con los respectivos de Bahía Arredondo se puede observar que en esta última localidad (Tabla V 2 b) salvo en agosto de 1981, los valores de la proporción de plantas con brotes son tan elevados como en Golfo Nuevo, no mostrando aparente estacionalidad.

Para verificar la hipótesis de que los talos tipo C se originan en parte de la fragmentación de plantas con brotes apicales, se determinó la relación lineal entre la densidad de éstas últimas en una fecha y la de las plantas C en los meses posteriores (Tabla V 4 a y b).

En Golfo Nuevo se examinaron los resultados de la correlación en períodos (k) de cero a seis meses; resultando correlación positiva significativa en el período de tres meses entre observaciones ($r = 0,6686$; $n = 16$; significativo al 99%); en B. Arredondo se obtuvo correlación positiva significativa para los valores de la misma fecha ($r = 0,6056$; $n = 14$; significativo al 95%) y en períodos de 6 meses ($r = 0,891509$; $n = 10$; significativo al 99%); en B. Arredondo los sucesivos corrimientos (k) considerados fueron 0, 2, 4 y 6 meses debido a que los muestreos fueron bimensuales.

Observaciones in vitro sobre formación de brotes

En la tabla V 5 se observa la evolución de inóculos en medio nutritivo (Erd Schreiber) y agua de mar estéril (AME) respectivamente. En la segunda fase se repicaron los inóculos a medio fresco y luego de un mes y medio aparecen los primeros indicios de formación de brotes los cuales, un mes después, forman râmulas. En la tercera fase de esta observación preliminar (Tabla V 5 c) se desdoblaron los inóculos, observándose nuevamente que en medio nutritivo el estado general de los inóculos es mejor. Estas observaciones preliminares llevaron diez meses (3-80 al 1-81) por lo que se decidió intentar disminuir el tiempo de obtención de râmulas variando las condiciones de nutrientes y salinidad como se detalló en los métodos. Los resultados referentes al efecto de diferentes concentraciones de nutrientes se detalla en la tabla V 6. Se observaron el número de

Tabla V. 4: Densidades de plantas con brotes apicales y plantas de tipo C (plantas/m²)

a) Golfo Nuevo

Fecha	Tipo C	C/brotes apicales
III -79	12,95	17,26
IV -79	15,08	2,32
V -79	26,62	15,20
VII-79	4,55	61,40
VIII-79	10,93	29,14
IX - 79	20,51	14,06
X - 79	26,65	10,66
XI - 79	15,65	80,49
XII- 79	23,26	28,424
I - 80	69,19	167,02
II - 80	46,71	93,42
III- 80	38,29	56,17
IV - 80	77,57	121,20
V - 80	66,82	114,54
VI - 80	25,59	51,18
VII- 80	44,77	58,03
VIII-80	50,00	86,96
IX - 80	35,45	41,98
X - 80	36,36	41,05
XI - 80	59,60	127,72
III- 81	7,70	12,6
IV - 81	23,76	19,8
V - 81	22,94	45,88

Continuación Tabla V. 4

b) Bahía Arredondo

Fecha	Tipo C	C/brotos apicales
X - 79	28,00	48,88
II - 80	2,22	22,00
IV - 80	18,88	38,44
VI - 80	10,44	14,00
VIII-80	34,88	51,33
X - 80	10,22	20,00
XII- 80	5,77	21,33
II - 81	49,11	125,11
IV - 81	9,11	22,0
VI - 81	2,00	7,33
VIII-81	46,88	34,22
X - 81	38,22	28,88
II - 82	52,44	46,66
IV - 82	36,88	12,66

Tabla V 5: Evolución de inóculos en la observación preliminar in vitro.

a- Primera fase: En medio nutritivo y agua de mar filtrada (Sin renuevo)

Nº	Inoculación		Observación 1		Observación 2
	Medio	Biomasa(gr)	Estado	Biomasa (gr)	
		25-3-80	21-4-80		19-6-80
1	Erd	0,15	Bueno	0,18	Bueno
2	Schreib.	0,23	Bueno	0,18	Bueno
3		0,19	Bueno	0,10	Bueno
4		0,15	Bueno	0,11	Bueno
5	Agua de	0,17	Bueno	0,20	Decolorado
6	Mar	0,20	Bueno	0,18	Decolorado
7	Filtrada	0,17	Decolorado	0,10	Eliminado
8		0,10	Decolorado	0,18	Eliminado
b- Segunda fase: Se repican los inóculos 1-4 en medio Erd Schreiber					
Nº	Inoculación (31-7-80)	Observación 1 (15-9-80)	Observación 2 (21-10-80)		
1	No ramificado	Con protuberancias	Con râmulas simples		
2	No ramificado	Con protuberancias	Con râmulas simples		
3	No ramificado	Con protuberancias	Con râmulas simples		
4	No ramificado	Con protuberancias	Con râmulas simples		

Tabla V 5. (Continuación)

c- Tercera fase: Se desdoblan los cultivos en dos series y se sigue la evolución de las râmulas. Inóculo el 21-10-80.

Nº	Medio	Iluminación	5-11-80	5-12-80	5-1-80
1	ES	Baja	B;RS	B;RS	B;RS;RB
2	ES	Alta	B;RS	B;RS;RB	B;RS;RB
3	ES	Alta	B;RS	M;RS	M;RS;RB
4	ES	Baja	B;RS	M;RS	M;RS;RB
1'	AMF	Baja	B;RS	M;RS	M;RB
2'	AMF	Alta	B;RS	M;RS;RB	M;RS;RB
3'	AMF	Alta	B;RS	M;RS	M;RS
4'	AMF	Baja	B;RS	M;RS	M;RS;RB
Longitud Promedio de las râmulas (cm)			0,30	0,85	1,45-3,41
Referencias: B: estado Bueno; M: estado Malo; RS: ramas simples; RB: bifurcadas					
d. Longitud de las ramas el 5-1-81.					
	\bar{x}	E. standard	\bar{x}	E. standard	
1	1,56	0,12	1'	2,04	0,17
2	1,45	0,21	2'	2,30	0,40
3	3,7	0,16	3'	3,40	0,17
4	3,41	0,17	4'	3,35	0,18

Tabla V 6: Efecto de la cantidad de nutrientes en el estado de los inóculos y en la formación de râmulas laterales. (Inóculo el 6-3-81).

N°	ml. de stock por litro	Nivel de luz	N° de inóculos en buen estado			Apices brotados 31-3-81	N° ramas 31-3-81
			9-3-81	16-3-81	31-3-81		
1	10	Alta	4	3x	0 x	1 de 2	12
2	20	Alta	4	0x	0 x	1 de 4	34
3	40	Alta	4	2x	0 x	1 de 4	48
4	80	Alta	5	2x	0 x	1 de 5	127
5	160	Alta	5	5x	0 x	1 de 5	110
6	10	Baja	5	4	3	3 de 4	13
7	20	Baja	5	5	2	2 de 5(2)	36
8	40	Baja	5	3	0	0 de 5	21
9	80	Baja	5	5	5	4 de 5	35
10	160	Baja	5	5	5	4 de 5	38

Referencias: x: contaminadas; (1): suma de las cinco ramas; (2): dato dudoso.

ápices con brotes y el número de râmulas laterales en cada inóculo haciéndose una serie de observaciones a un nivel de luminosidad alto y otra a un nivel bajo según se describe en métodos.

- Apices brotados en diferentes concentraciones de nutrientes.

No se verificó diferencia en la producción de ápices brotados en las diferentes concentraciones de nutrientes. Para evaluar la posible influencia de la intensidad luminosa se volcaron los valores de la tabla V 6 en la tabla de contingencia respectiva (Tabla V 7); calculándose el ji cuadrado para igualdad de proporciones/ con la corrección de Yates.

Tabla V 7: Influencia de la intensidad luminosa en la formación de brotes apicales'

	Intensidad luminosa		Totales
	Alta	Baja	
Brotes apicales presentes	5	13	18
Brotes apicales ausentes	15	10	25
Totales	20	23	43

El correspondiente ji cuadrado es de 12,0, mientras que el valor / de tablas para un grado de libertad al nivel del 99% es de 6,64 , por lo tanto se rechaza la hipótesis de igualdad de brotes a diferentes intensidades luminosas.

- Râmulas laterales de diferentes concentraciones de nutrientes.

El efecto de la concentración de nutrientes sobre la producción de râmulas, fue analizado mediante un análisis de varianza con regresión, tratando separadamente los dos niveles de iluminación (Tablas V 8 y II 9 a y b).

A intensidades luminosas bajas, en las cuales la luz es limitante, la variación en la formación de râmulas con la concentración de nutrientes es no significativa; en tanto que en la intensidad alta/ varía el número de râmulas con la concentración, indicando que éste sería el factor limitante en este segundo caso.

Tabla V 8: Datos originales del número de ramas laterales formadas en diferentes concentraciones de nutrientes y a cada nivel de iluminación.

Concentración (x)	Int. Lum. Alta					Int. Lum. Baja				
	10	20	40	80	160	10	20	40	80	160
y	1	0	18	66	10	5	12	0	11	11
	6	10	11	27	30	1	6	0	5	2
	0	5	11	22	32	1	0	0	1	7
	3	15	5	10	12	3	3	8	4	13
	2	4	3	5	26	3	15	13	15	15
Σy	12	34	48	127	110	13	36	21	36	38
Σy^2	50	366	646	5673	2844	45	414	233	388	408
$(\Sigma y)^2$	144	1156	2304	16129	12100	169	1296	441	1296	1444

Tabla V. 9: Cuadros de ANOVA correspondientes a la tabla V.4.

a. Niveles altos de iluminación

	S.C.	G.L.	C.M.	F
Tratamientos				
Regresión				
lineal	1344,5	1	1344,5	8,3**
Términos				
no				
lineales	639,6	3	213,2	1,4 n.s.
Error	3230,4	20	161,52	
Total	5214,56	24		

b. Niveles bajos de iluminación

	S.C.	G.L.	C.M.	F
Tratamientos	99,76	4	29,94	1 n.s.
Error	558,8	20	27,9	
Total	658,52	24		

- Efecto de la salinidad reducida sobre la formación de rámulas.

En la Tabla V 10 se resumen las observaciones del efecto de la salinidad reducida al 80%, 60% y 40% de la normal sobre dos fragmentos de 20 centímetros de largo, provenientes de la misma planta. La fecha del inóculo fue el 2-3-81; las observaciones fueron semanales.

La temperatura fue del $21^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y se añadieron nutrientes en proporción del medio Erd Shreiber.

En el cuadro V 10 c y d, se observa que la influencia de la salinidad es lineal sobre la densidad de r mulas en el rango de salinidades utilizadas, en tanto que se observa un óptimo en cuanto a/ la longitud alcanzada por las r mulas, el cual se pone en evidencia por la significación del término cuadrático.

Las correspondientes regresiones son:

$$y_1 = 7,37 - 5,058$$

$$y_2 = -2,94 + 10,8 x - 7,5 x^2$$

Siendo: x: proporción de la dilución (1,0; 0,8; 0,6; 0,4)

y_1 : número de r mulas por centímetro del talo.

y_2 : promedios de longitud para cada dilución (mm).

Los ápices cortados que brotaron mostraron una clara polaridad, / formándose en todos los casos los brotes en el extremo distal del talo.

Es notable la resistencia de los talos a las bajas salinidades; sin embargo en 40% de la salinidad normal el epifitismo aumentó marcadamente.

Propagación artificial en el mar, encordado en condiciones suspendidas.

En base a la metodología estudiada previamente se implementaron / observaciones sobre el crecimiento de inóculos en condiciones suspendidas, atados sobre sogas, con triple atadura.

La serie consistió en diez sogas colocadas el 13-3-81; se utilizaron como inóculos trozos de plantas aparentemente estériles, con/ los ápices cortados y con abundancia de ramas y brotes laterales. Sobre cada soga se colocaron diez inóculos a 0,5; 3,5 y 6,5 metros del fondo; el fondeo se realizó a una profundidad entre 10 y 11 metros en marea media, frente al ex-Apostadero Naval de Golfo Nuevo/ y manteniéndose las suspendidas mediante boyas. El 27-3-81 se reti 

raron cuatro sogas, otras cuatro el 15-4-81 y las dos restantes el 8-5-81. Dado que el material se fragmentó abundantamente en/ las condiciones de la prueba se decidió analizar en primer térmi- no la posible pérdida de fragmentos o individuos.

Para proceder a este análisis se reunieron en la tabla V 11 los/ números de fragmentos recuperados a partir del inóculo inicial. El diferente número de datos entre fechas nos impide realizar un aná- lisis de varianza de doble entrada por lo que nos limitamos a ve- rificar la no existencia de diferencia entre profundidades en mar- zo (F=0,13); abril (F=1,04) ni mayo (F = 0,79), por separado.

Tabla V 11: Número de fragmentos recuperados a partir del inóculo inicial.

Fecha		25-3-81	15-4-81	8-5-81
Distancia al fondo (m)	0,5	12	17	6
		14	9	7
		16	12	
		17	15	-
	3,5	12	20	3
		10	17	20
		30	12	
		19	15	-
	6,5	12	12	20
		11	20	22
		10	16	-
		32	18	

La única relación funcional respecto al tiempo se verificó a la profundidad de 0,5 m, observándose la relación cuadrática:

$$y = 10,3770 + 0,356 t - 0,007 t^2$$

El R^2 de esta ecuación es de 0,0498; el valor de F calculado co- rrespondiente es de 6,495, que resulta significativo frente al va-

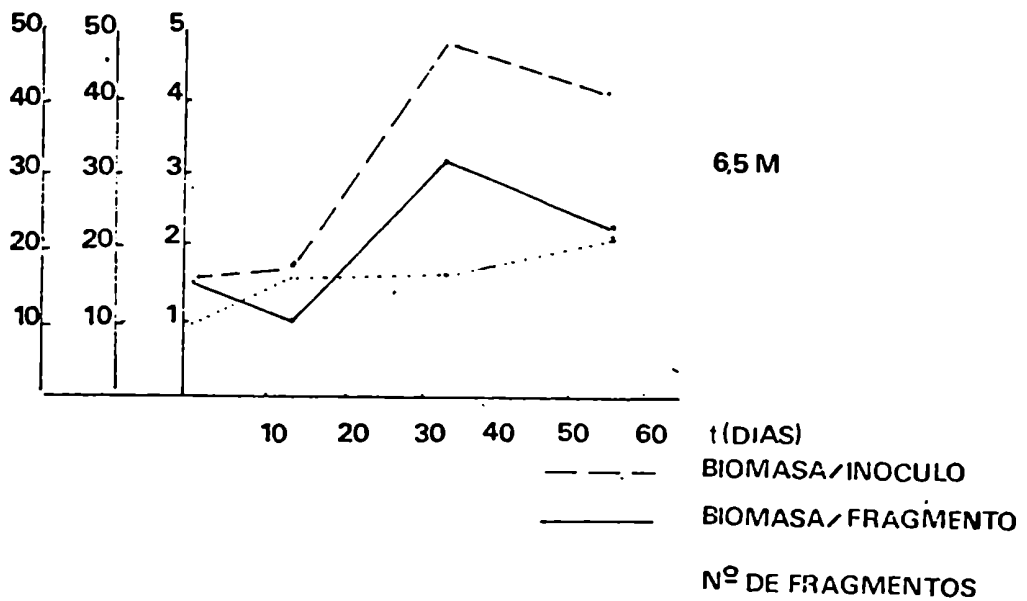
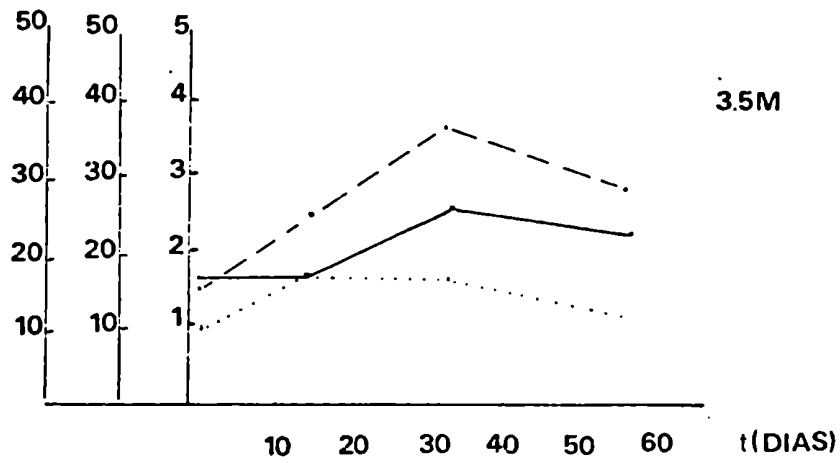
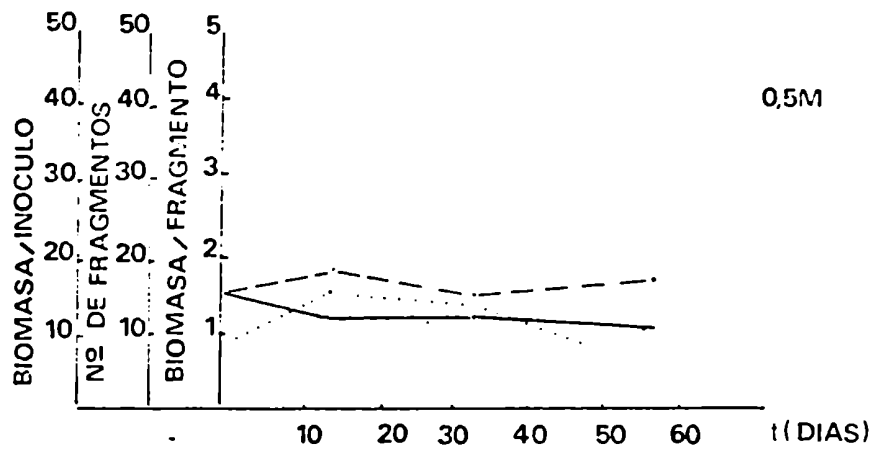


Fig. V. 2: Inóculos colocados en Golfo Nuevo el 13-3-81.

Tabla V 12: Biomasa de los inóculos encordados y colocados en el mar.
 (y_i = biomasa conjunta de 10 talos, en gr.).

Profundidad	Encordado	Observación 1	Observación 2	Observación 3
	13 - 3 - 81	27-3-81	15-4-81	8-5-81
0,5 m.	13,14	14,84		
	9,26	12,29		
	17,27	17,77		
	25,28	28,47		
	14,78		13,62	
	15,42		20,72	
	13,37		13,24	
14,67		16,38		
	11,80			11,19
	18,09			24,31
$\sum y$	153,08	73,37	63,96	35,5
$\sum y^2$	2512,4177	1497,5835	1058,4248	716,19
\bar{y}	15,308	18,34	15,99	17,75
s_y	4,1117	6,1602	2,9876	9,2772

Tabla V. 12: Continuación.

Profundidad	Encordado	Observación 1	Observación 2	Observación 3
	13-3-81	27-3-81	15-4-81	8-5-81
6,5 m.	17,01	24,57		
	8,13	4,13		
	11,50	13,79		
	19,94	33,12		
	21,12		49,53	
	12,13		46,69	
	15,23		56,87	
	15,74		44,17	
	22,40			32,68
	9,70			49,42
Σy	152,91	75,61	197,26	82,10
Σy^2	2320,2483	1907,8403	9818,3628	3510,3188
\bar{y}	15,29	18,9025	49,315	41,05
s_y	4,8985			11,8369

Tabla V. 12: Continuación.

	Encordado	Observación 1	Observación 2	Observación 3
Profundidad	13-3-81	27-3-81	15-4-81	8-5-81
	15,23	27,73		
	11,39	16,27		
	18,44	22,84		
	24,87	35,09		
3,5 m.	12,77		35,60	
	25,86		53,60	
	20,18		41,52	
	14,95		18,44	
	10,58			4,09
	13,36			54,38
Σy	167,63	101,93	149,16	58,47
Σy^2	3073,2089	2786,6395	6204,264	2973,91
\bar{y}	16,763	25,4825	37,29	29,23
s_y	5,1305	7,9416	14,6297	35,5604

lor de tablas de 2 y 7 grados de libertad, al nivel del 95%. Es decir, a esta profundidad ocurre pérdida de fragmentos luego de su formación a partir de los inóculos:

El siguiente análisis se realizó sobre la biomasa de los inóculos. Igualmente el tratamiento estadístico se dificultó por la escasez de datos en la última fecha; esto limitó el análisis al de la evolución de la biomasa en el tiempo mediante regresión. Los datos/ originales se exponen en la tabla V 12. La diferencia entre fechas de la biomasa de los inóculos resultó no significativa al nivel de los 0,5 m y de los 3,5 m ($F = 0,3749$ y $2,92$ respectivamente, para 2 y 17 grados de libertad). En el nivel de 6,5 m. en cambio, la diferencia entre fechas es significativa ($F = 22,8734$), ajustándose la biomasa a una regresión cuadrática cuyo coeficiente de determinación ($R^2 = 0,6643$) resultó significativo ($F = 16,821$) al 99% para 2 y 17 grados de libertad.

En la figura V 2 a - c se muestra la evolución de la biomasa por/ inóculo encordado; los datos correspondientes a las fechas iniciales no muestran diferencias significativas como es de esperar dado que los inóculos fueron preparados con este propósito.

El tercer análisis fue realizado para relacionar las variaciones/ de biomasa y la fragmentación de los talos; en la figura V 2 se / ilustra también el número de fragmentos en los inóculos y el tamaño de los fragmentos expresado como su peso en gramos.

La biomasa de los inóculos y la biomasa promedio de los fragmentos están directamente relacionados ($r = 0,727$ en 6,5 m; $r = 0,779$ en 3,5 m y $r = 0,684$ en 0,5 m.) Obviamente el grado de fragmentación está inversamente relacionado con el tamaño de los fragmentos en/ las profundidades de 0,5 y 3,5 metros donde no existe diferencia significativa de la biomasa de los inóculos respecto al tiempo; en los 6,5 metros en cambio se verifica un aumento de biomasa total / en marzo -abril, al aumentar la fragmentación y el tamaño de los/ fragmentos; y luego, en abril - mayo, se verifica una disminución de los tres parámetros conjuntamente. (Fig. V 2 a-c).

De esto se desprende que las condiciones a 6,5 m del fondo son más favorables al crecimiento de los inóculos, aún cuando éstos sean/ numerosos, quizás por no ser limitante la luz; en cambio a mayores

profundidades, los inóculos aumentan el tamaño individual recién cuando disminuye la competencia por pérdida de gran parte de los fragmentos.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

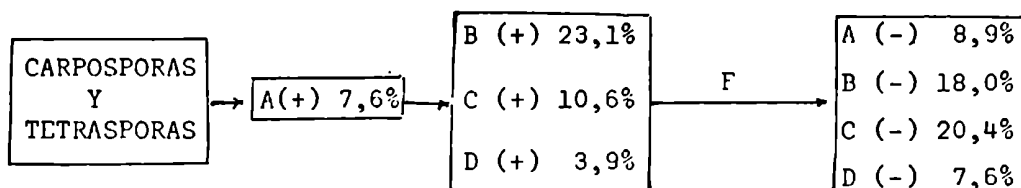
En base a las observaciones realizadas se pudo establecer que un aumento en la cantidad de nutrientes puede afectar la formación/ de râmulas en tanto el nivel luminoso no funcione como limitante; es decir que el efecto de los nutrientes sería probablemente indirecto, a través del desarrollo general del fragmento en crecimiento. Por otro lado se pudo determinar que una disminución de la salinidad puede favorecer la formación de râmulas en tanto no se / afecten los niveles de nutrientes. Ambos resultados sugieren que Gracilaria podría producir abundantes ramas en ambientes eutroficados y de salinidad reducida.

Los resultados en el laboratorio sugieren también que existe polaridad en la formación de los brotes apicales y que las râmulas pueden desarrollarse aunque los fragmentos que les dieron origen se encuentren decolorados.

El segundo enfoque del problema se realizó observando el crecimiento en el mar de trozos de Gracilaria; en base a estos datos se pudo determinar aumento de la biomasa en esas condiciones por fragmentación y crecimiento de las nuevas unidades en los niveles más cercanos a la superficie.

Tanto en el laboratorio como en el mar no se produjo en ningún caso la adherencia de los fragmentos al sustrato, ya fuera éste vidrio, plástico, madera, ladrillo, sogas, tansa o pedregullo.

En tercer lugar se realizaron observaciones en las poblaciones naturales, las que sugieren que existe una diferencia en la formación de los tipos morfológicos, la cual intentamos ilustrar con / el siguiente diagrama:



Los porcentajes son un promedio en la situación de las fechas analizadas; el signo (+ ó -) señala la presencia o ausencia de evidencias de parte basal en la planta. Es decir que buena parte de la población en ese período (54%) podría ser proveniente de fragmentación, la que se indica con (F) en el diagrama.

Las proporciones de plantas con y sin parte basal en cada tipo / morfológico parecen no variar de fecha en fecha, por lo que un aumento en las proporciones de los tipos C y D es índice de un aumento de la proporción de plantas originadas por fragmentación.

Los brotes laterales pueden evidentemente dar origen a talos B ó D por lo que no se intentó determinar relación entre las proporciones correspondientes. Vimos en cambio que existe una relación temporal entre la aparición de plantas con brotes apicales y las de tipo C, las que, por sus características morfológicas tendrían / muy probablemente su origen en fragmentos de aquellas.

El fenómeno de regeneración y proliferación ha sido observado en varias especies de Gracilaria bajo diferentes puntos de vista; G. debilis fue objeto de segmentación artificial para determinar su capacidad de regeneración y crecimiento in situ (Goldstein, 1973); en esta especie la regeneración ocurre en el centro de la superficie cortada y no en los bordes como en G. verrucosa; hecho observado por Isaacs (1956) y confirmado en nuestro caso. Bird et al / (1977) en Gracilaria sp. vieron regeneración a partir de los tejidos corticales en las ramas cortadas.

Edelstein et al (1976) notaron en Gracilaria sp. marcada tendencia a la proliferación en condiciones de luz continua, semejantes a las de nuestra experiencia; también observaron crecimiento a pesar de la decoloración; la salinidad normal inducía en esta especie marcada tendencia a proliferar.

Romo y Alveal (1979) indican que G. verrucosa en Isla de los Reyes (B. de Concepción, Chile) se desarrolla anualmente por vía vegetativa, lo que determina la preponderancia de la fase esporofítica. En este último trabajo se destaca la dificultad de establecer la unidad de crecimiento, definiendo a tal fin una "unidad alga" comprendiendo el número indefinido de talos que emergían de la arena

como una unidad; esta dificultad no se presentó en nuestras localidades de estudio, donde, normalmente, los talos eran individualizables.

Aparentemente en Golfo Nuevo y B. Arredondo la propagación vegetativa no es tan imprescindible para el mantenimiento de la población como en la B. de Concepción por ejemplo, donde la reproducción solo tiene lugar en ambientes mediolitorales donde la temperatura no resulta limitante; pero de todas formas, puede representar un mecanismo importante de incremento y mantenimiento de la / biomasa

CAPITULO VI

FACTORES DEL AMBIENTE EN RELACION A LAS POBLACIONES DE GRACILARIA VERRUCOSA.

INTRODUCCION

En el presente capítulo se intenta establecer la relación entre varios factores ambientales y la biomasa presente en las poblacio-/
nes de Gracilaria verrucosa.

La influencia del tipo de sustrato, el grado de movilidad del agua y la profundidad fue analizada en Bahía Arredondo (65°40' 45'' Ø y 45°2' S); esta localidad fue escogida para este fin por mostrar variaciones relativamente marcadas de estos parámetros en diferentes puntos. En Golfo Nuevo se estudió la influencia de los nutrientes, salinidad, pH, alcalinidad y período luminoso, pues, al ser su variación esencialmente temporal, se prefirió una localidad de fácil acceso para la obtención de muestras periódicas.

Aunque no se intentó el estudio de la comunidad integrada por Gra
cilaria, se exponen algunas observaciones acerca de los organismos más conspicuos que aparecieron en los muestreos.

MATERIAL Y METODOS

Los sitios de muestreo en B. Arredondo se muestran en la fig. VI 2. La profundidad fue medida por sondeo, efectuándose las correspondientes correcciones por altura de mareas utilizando las tablas del Servicio de Hidrografía Naval.

Los sustratos fueron clasificados en varias categorías por su granulometría, midiéndose la cantidad y tipo de cada componente del sustrato y refiriéndolas a una clasificación en seis tipos; R= Roca ; C.C.= canto rodado; A.G. = arena gruesa; A.F.C. = arena fina y canto rodado; A.F. = arena fina y A.F.L. = arena fina y limo. Estos tipos fueron referidos en ese orden a una escala de 1 a 6.

La movilidad relativa del agua se midió por el desgaste de esferas de yeso colocadas en cada uno de los sitios de muestreo; el mé

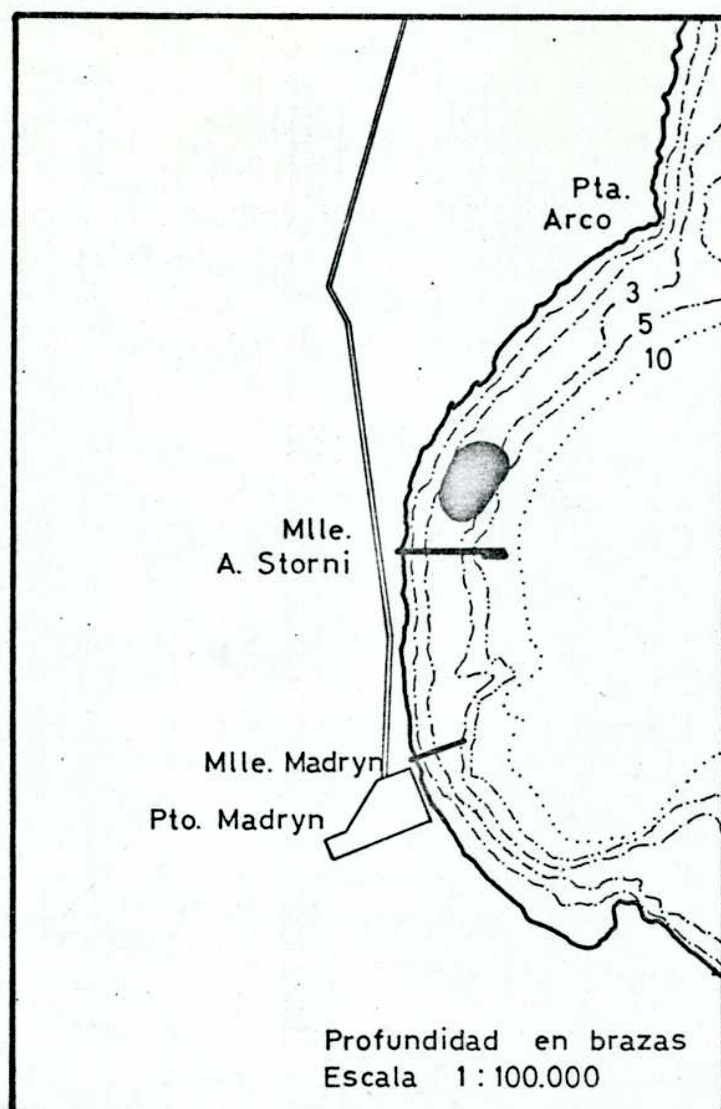


Figura VI 1. Ubicación (en negro) de la población de G. verrucosa estudiada en G.Nuevo (Octubre de 1980)

todo fue originalmente desarrollado por Doty (1971) y tiene validez como medida relativa. Esta determinación debió ser realizada en dos oportunidades (octubre de 1980 y diciembre de 1981), ya que, por pérdida de varias esferas de yeso no se pudieron reunir en la primera fecha todos los datos necesarios. Para subsanar en cierta medida este inconveniente se normalizaron las medidas, restando el promedio del desgaste de cada fecha y dividiendo por la correspondiente desviación standard; se obtuvo de esta manera una serie de valores compatibles.

Dado el carácter ordinal de las escalas utilizadas en la medición del tipo de sustrato y en la movilidad del agua, se empleó para el análisis estadístico de los valores obtenidos en B. Arredondo el estadístico no paramétrico tau de Kendall.

Las determinaciones de factores ambientales en Golfo Nuevo fueron facilitadas por el laboratorio de Productividad del C.N.P.; se utilizó la temperatura de la superficie por ser más completa la serie de datos que las de temperatura de fondo; el resto de las variables corresponden a muestreos de fondo, tomados con botellas Nansen.

Para la determinación de oxígeno disuelto se utilizó la técnica de Winkler; para nitratos el método de Morris y Riley; para nitritos la técnica de Shimy; para fosfatos la de Murphy y Riley; todos los métodos mencionados están descritos en Strickland y Parsons (1972).

Las unidades utilizadas fueron: temperatura ($^{\circ}\text{C}$); 1000 Salinidad (‰) - 30.000; Oxígeno disuelto (ml/l); fosfatos, nitratos y nitritos ($\text{at } \mu\text{gr/l}$); alcalinidad (m.Eq./l); duración del período luminoso (minutos) y biomasa de Gracilaria ($\text{gr}/0,25 \text{ m}^2$).

La longitud del período luminoso fue tomada de los almanaques del Servicio de Hidrografía Naval; el período de estudio abarcó desde agosto de 1979 hasta noviembre de 1980. La relación entre las variables fue analizada a través de la correspondiente ecuación multilinear, calculada por medio del método de regresión por pasos (Daget, 1976); los cálculos fueron realizados por el departamento de Computación del C.N.P.. El análisis de factores en Golfo Nuevo se vio restringido en su eficacia y alcance por el hecho de contarse con series completas de mediciones en solo quince fechas, de las cuales solo dos correspondieron a meses de invierno; esto limita la infor

mación que se puede extraer de los mismos, sobre todo en los aspectos estacionales.

RESULTADOS

Sustrato, movilidad del agua y profundidad.

Golfo Nuevo.

En la zona de Bahía Nueva (Golfo Nuevo) donde se realizaron los / muestreos (Fig. VI, 1), no se observaron diferencias en la composición de los sustratos a lo largo de la misma, verificándose en/ todas las muestras asociadas a la presencia de Gracilaria, arenas, limos y canto rodado, dentro del área misma donde se desarrolla/ la población del alga no se evidenciaron diferencias en la composición del sustrato. La profundidad varió entre los 6 y 9 m en marea media, no apreciándose, a igualdad de condiciones ambientales, diferencias en la penetración de la luz, lo cual fue evaluado por medio del disco de Secchi. Dado el pequeño tamaño del área y la homogeneidad en su exposición y profundidad se supuso que cualquier // cambio en la movilidad del agua afectaría de igual modo a los diferentes sitios de estudio .

Bahía Arredondo

La clasificación de los sustratos asociados a las muestras se expone en la tabla VI 2., en la cual se indica el tipo de sustrato en base al código explicado en los métodos y el orden asignado a esa clasificación; la distribución aproximada de los tipos de fondo se muestra en la figura VI 3 a.

Las profundidades en marea media se ilustran en la figura VI 3b y enlistan en tabla VI 2.

La movilidad del agua fue evaluada en forma relativa mediante la medición del desgaste de material de yeso en los diferentes puntos de muestreo. En la tabla VI 1 se dan los valores de desgaste normalizados (D) para ambas fechas de medición; la única determinación dudosa correspondió a la de la muestra 19 la que se eliminó/ del análisis.

Se delimitaron tres zonas, considerando por un lado las muestras/

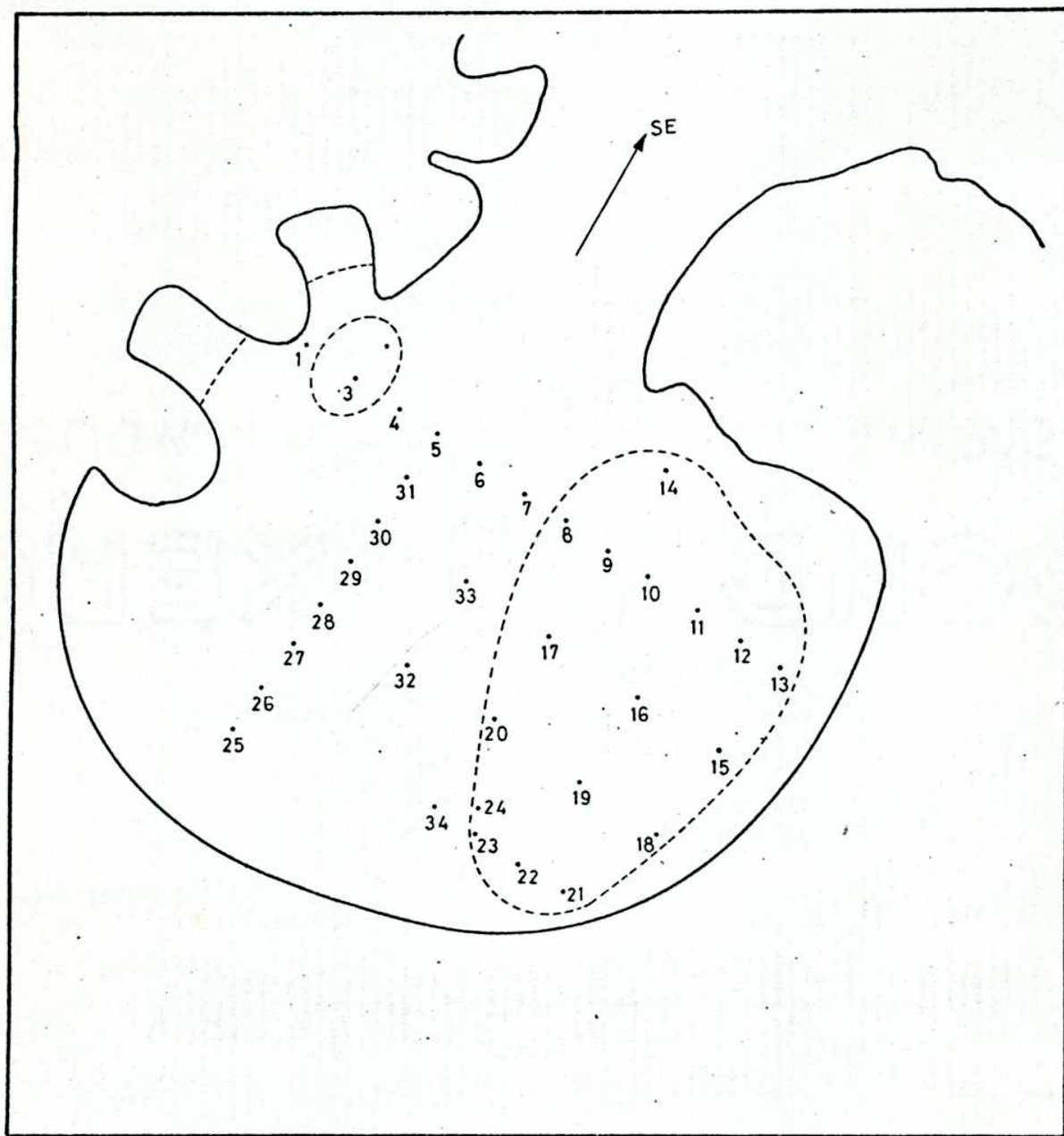


Fig. VI. 2: Ubicación de los muestreos en B. Arredondo (Octubre/79)

Tabla VI. 1: Valores normalizados de desgaste de yeso (D)
(Sitios referidos a la fig. VI 2).

Sitio	Fecha	D	Escala
1	XII-81	-1,5002 *	1
3	X -79	0,3139	2
	XII-81	0,0033	2
5	XII-81	0,6141 *	3
7	X -79	-0,2811	2
9	XII-81	-0,6477 *	1
11	X -79	-3,3267 *	1
	XII-81	-0,5403 *	1
13	X -79	-3,3924 *	1
15	X -79	-0,0526	2
16	X -79	-0,1562	2
	XII-81	-0,0167	2
17	XII-81	-0,7685 *	1
18	X -79	-0,6691	2
19(**)	X -79	-1,3880	1
	XII-81	0,7350	3
20	X -79	-1,0619	2
22	X -79	1,8183 *	3
26	XII-81	2,0036 *	3
28	X -79	2,3610 *	3
	XII-81	0,7215 *	3
29	XII-81	0,1644	2
30	XII-81	-0,1095	2

Continuación Tabla VI. 1

Sitio	Fecha	D	Escala
32	X - 79	0,7376	2
	XII - 81	-0,0973	2
33	XII - 81	-0,3054	2
34	XII - 81	2,2922	3

(*) Valores significativamente mayores o menores de la media al nivel del 80%

(**) No se utilizó en el análisis.

Tabla VI 2.: Factores ambientales medidos en Bahía Arredondo
(muestras referidas a la figura VI 2)

Muestra N°	Sustrato		Profundidad (m)	Movilidad del agua (N°de orden)	Biomasa (gr/0,25 m ²)
	Código	Orden			
1	AG	3	6,10	1	856.
2	AG	3	8,00	1	(+)
3	AG	3	6,08	1	239.
4	AG	3	8,08	3	0.
5	AG	3	7,08	3	0.
6	AF	5	7,12	3	0.
7	AFC	4	6,19	1	0.
8	AFC	4	6,24	1	(+)
9	AFC	4	5,27	1	335.
10	AFC	4	4,38	1	(+)
11	AFC	4	4,58	1	355.
12	AFC	4	2,74	1	265.
13	AFC	4	1,96	1	32.
14	CR	2	6,60	-	472.
15	AFC	4	4,43	2	328.
16	AFC	4	6,23	1	1119.
17	AFC	4	8,13	1	898.
18	AFL	6	2,09	2	665.
19	AFL	6	3,97	-	1400.
20	AFL	6	5,87	2	1000.
21	AF	5	1,67	3	261.
22	AF	5	2,82	3	805.
23	AF	5	4,17	3	(+)
24	AF	5	4,17	3	+
25	R	1	2,87	1	0.
26	R	1	2,92	1	0.
27	R	1	4,15	1	0.
28	R	1	5,22	3	0.
29	AF	5	6,43	3	0.
30	AF	5	6,68	2	0.
31	AF	5	6,63	3	0.
32	AFL	6	6,00	3	0.
33	AFC	4	7,00	3	0.
34	AF	5	4,10	3	0.

(+) Biomasa presente de la cual no se evaluó la cantidad.

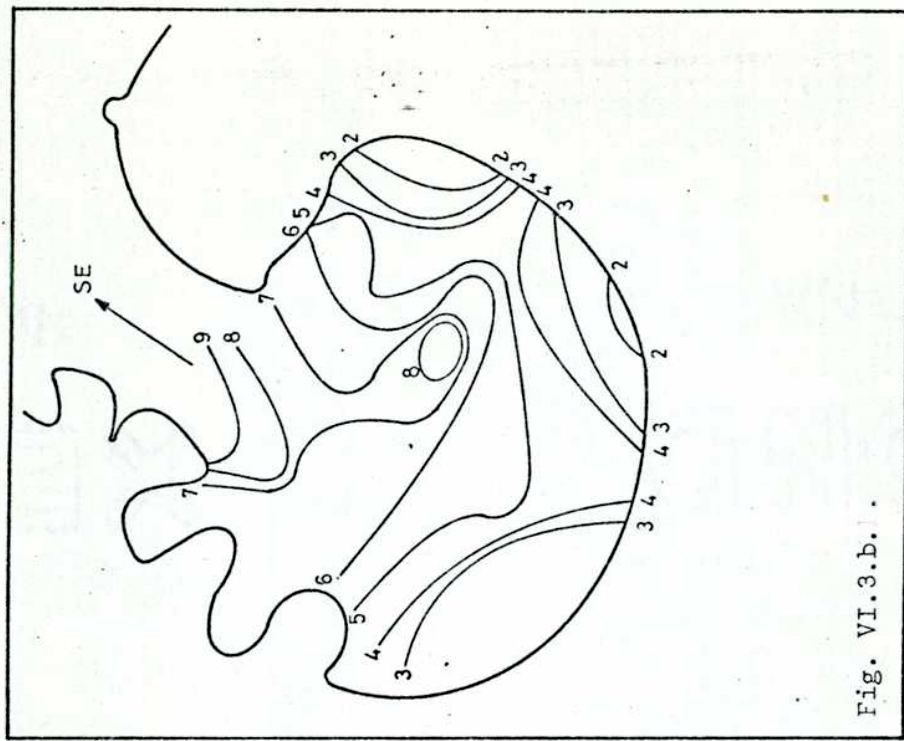
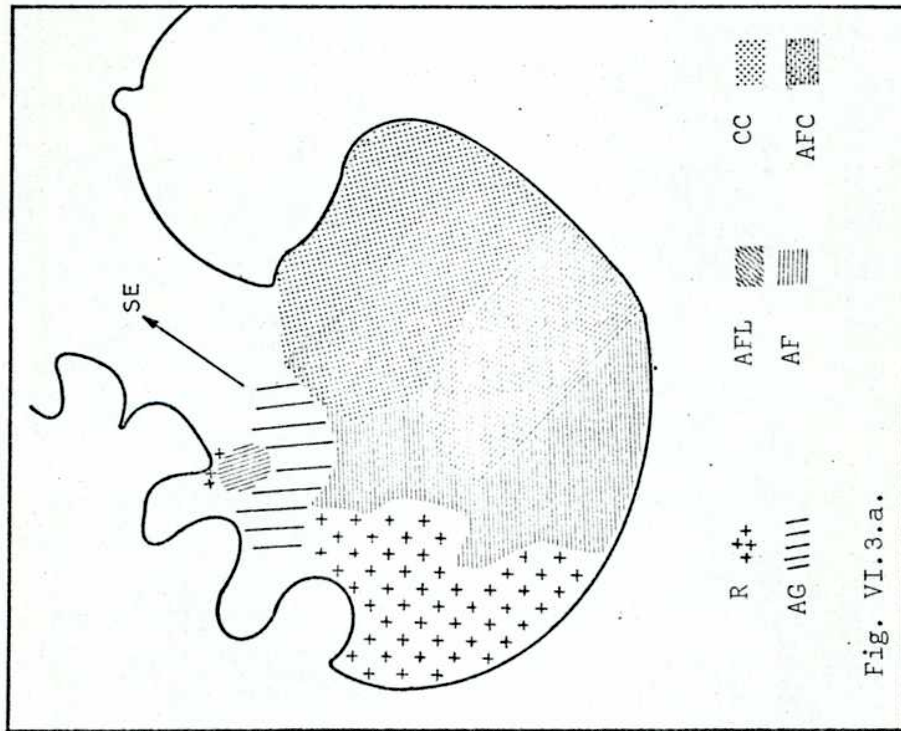


Fig. VI.3.a.: Distribución de los tipos de sustratos en B. Arredondo. (Ref. en el texto)

Fig. VI.3.b.: Profundidades (m) en marea media en B. Arredondo.

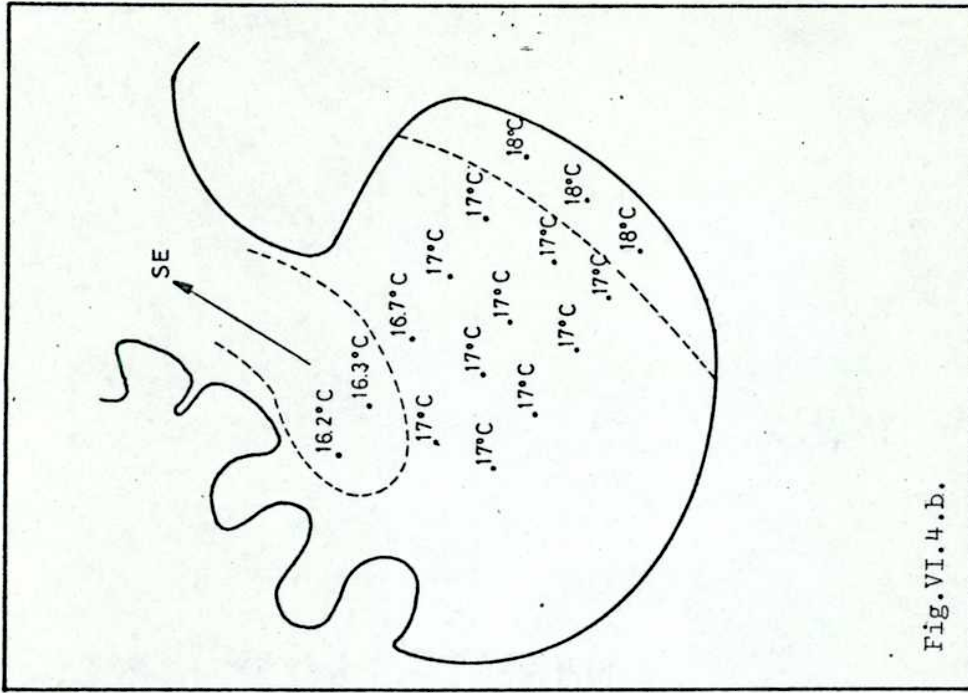
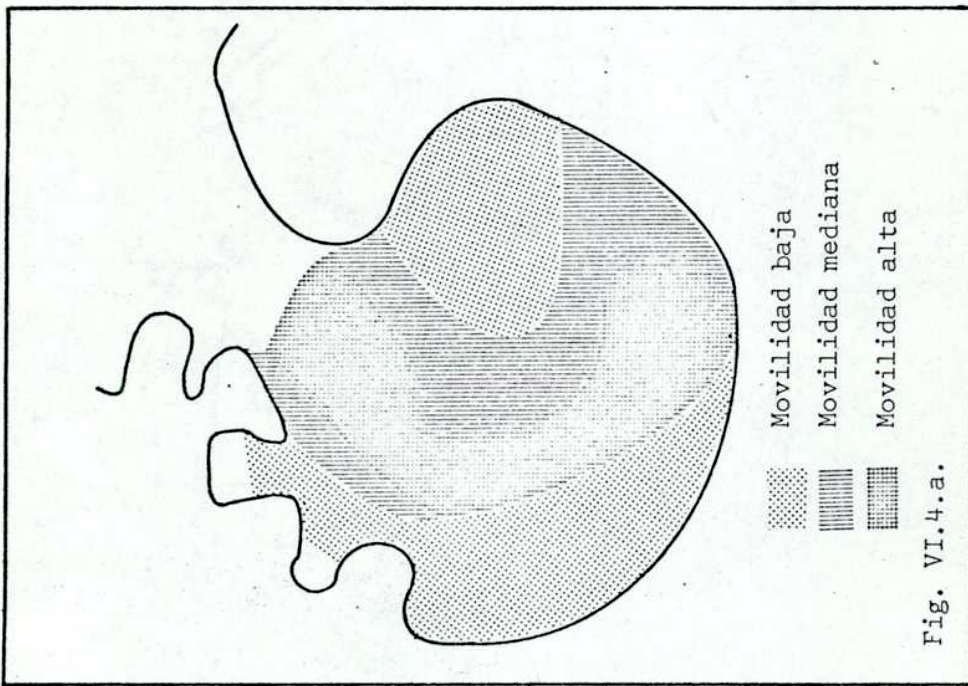


Fig. VI. 4.a.: Zonas de movilidad de agua en B. Arredondo (Noviembre/79)

Fig. VI.4.b.: Temperatura del agua (°C) en B. Arredondo (Noviembre/79)

(Zona II), por otro los que los hacían por más o por menos (Zonas III y I respectivamente).

Las tres zonas se muestran en la figura VI 4 a, la correspondencia de las mismas con la entrada de agua desde mar abierto se ilustra/ con la distribución de temperaturas de superficie en marea creciente en febrero de 1980 (fig. VI 4 b), esto da una idea de que la movilidad del agua no solo actúa incrementando los fenómenos de difusión o por efectos mecánicos sobre las plantas, sino que puede también influenciar otros parámetros como temperatura o turbidez del / agua.

Para proceder al análisis estadístico de la influencia de estos factores sobre la biomasa de Gracilaria se utilizó el estadístico "tau" de Kendall, basado en la correlación de rangos. Primeramente se calculó la correlación de los parámetros físicos entre sí; los resultados correspondientes se exponen en la tabla VI 3.

Tabla VI 3: Correlación entre los factores físicos medidos en B. Arredondo (significación al 90%)

	Sustrato	Profundidad	Movilidad del agua
Sustrato	-	tau:0.050 n = 34	tau: 0,149 n = 32
Profundidad	t = 0.48 n.s.		tau:0.0075 n = 33
Movilidad del agua	t =1,992 n.s.	t = 0,062 n.s.	

Una vez establecida la independencia entre los factores físicos / se procedió a determinar la existencia de correlación entre los / mismos y la biomasa medida, obteniendo los resultados de la tabla VI 4. En la misma se evidencia que la profundidad no alcanza a ser limitante en el ámbito de la bahía, lo cual es razonable ya que/ ésta es poco profunda. Los sustratos de granulometría más fina favorecen el desarrollo de la población y la movilidad del agua puede

Tabla VI. 5: Datos utilizados para el análisis en Golfo Nuevo.

Fecha	Biomasa X_1	Alcalinidad X_2	PH X_3	Nitratos X_4	Periodo de luz X_5	Oxígeno X_6	Nitritos X_7	Fosfatos X_8	Temperatura X_9	Salinidad X_{10}
24-8-79	47.885	2.25	8.10	3.0617	646	6.33	1.4187	1.44	10.7	3.853
	54.445	2.25	8.10	3.1412	646	6.04	1.3293	1.32	10.7	3.846
	59.210	2.25	8.08	3.2364	646	6.22	1.2311	1.49	10.7	3.846
	57.770	2.28	8.09	3.2192	646	6.33	1.2926	1.44	10.7	3.838
5-9-79	133.91	2.29	8.16	2.9671	679	2.30	1.2926	1.26	10.2	3.829
	88.965	2.29	8.17	2.7817	679	6.10	1.2851	1.20	10.4	3.844
	84.260	2.29	8.16	2.9432	679	6.10	2.2390	1.26	10.4	3.816
20-9-79	111.58	2.26	8.00	2.8115	721	4.60	1.3852	1.74	10.2	3.895
	63.735	2.28	8.05	2.8146	721	3.80	1.3646	1.43	10.2	3.862
	68.090	2.28	8.05	2.9373	721	3.22	1.3074	1.43	10.2	3.887
	70.935	2.28	8.05	2.9373	721	2.88	1.3293	1.57	10.2	3.861
8-10-79	155.95	2.33	8.24	2.4861	773	6.68	1.0099	0.26	10.7	3.916
	135.47	2.29	8.26	3.0347	773	2.30	1.0198	0.10	10.7	3.835
	131.07	2.32	8.22	2.3862	773	6.79	1.0198	0.12	10.7	3.933
	141.62	2.29	8.23	2.1600	773	6.79	1.0399	0.17	10.7	3.807
24-10-79	144.510	2.28	8.15	3.1610	819	5.53	1.0099	0.11	11.2	3.814
	79.845	2.27	8.16	2.3480	819	6.91	1.0099	0.28	11.2	3.822
	81.770	2.26	8.15	2.4206	819	5.87	1.0099	0.10	11.2	3.811
	84.780	2.31	8.14	2.8916	819	2.76	1.0099	0.10	11.2	3.847
13-11-79	99.465	2.31	8.16	2.1703	870	2.88	1.0000	0.23	12.1	3.776
	126.07	2.37	8.18	2.7780	870	1.73	1.0000	0.09	12.2	3.916
	88.485	2.27	8.22	2.0224	870	2.53	1.0198	0.32	11.9	3.898
	107.17	2.28	8.22	2.1184	870	2.76	1.0000	0.00	12.1	3.886
27-11-79	127.86	2.31	8.16	1.0000	896	3.11	1.0000	1.08	14.5	3.740
	104.70	2.30	8.17	3.8160	896	2.65	1.0099	1.08	14.4	3.739
	115.43	2.31	8.16	2.7453	896	1.96	1.0000	1.08	14.3	3.739
	70.580	2.32	8.15	1.0000	896	1.73	1.0000	1.09	14.3	3.378

Tabla VI. 5: Continuación

Fecha	Biomasa X_1	Alcalinidad X_2	PH. X_3	Nitratos X_4	Perfodo de luz X_5	Oxígeno X_6	Nitritos X_7	Fosfatos X_8	Temperatura X_9	Salinidad X_{10}
11-12-79	97.905	2.31	8.09	1.0000	915	4.48	1.0000	0.39	14.6	4.043
	83.440	2.29	8.10	1.2776	915	2.80	1.0000	0.25	14.5	3.879
	114.41	2.29	8.13	1.0000	915	1.57	1.0000	0.08	14.5	3.998
	134.88	2.26	8.09	1.0000	915	2.35	1.0000	0.09	14.5	3.812
27-12-79	58.245	2.29	8.04	1.0000	918	2.30	1.0487	0.82	17.2	3.627
	80.700	2.25	8.04	1.0000	918	2.53	1.0000	0.77	17.2	3.817
	121.29	2.26	8.04	1.0000	918	2.30	1.0000	0.91	17.2	3.827
15- 1-80	96.130	2.28	8.06	1.0000	876	5.18	1.0000	0.61	11.0	3.894
	124.71	2.28	8.06	1.3000	876	4.95	1.0000	0.93	11.0	3.912
	75.875	2.27	8.05	1.0000	876	5.76	1.0000	0.80	19.0	3.890
	93.430	2.28	8.05	1.0000	876	6.33	1.0295	0.92	19.0	3.912
30-1 -80	40.000	2.16	8.11	1.2770	865	3.68	1.0099	0.16	18.0	3.918
	78.240	2.17	8.11	1.3987	865	3.45	1.0198	0.23	18.0	3.964
	66.775	2.24	8.11	1.3646	865	4.25	1.0198	0.18	18.0	3.943
	54.115	2.24	8.10	1.3506	865	2.53	1.0099	0.19	18.0	4.019
22-2 -80	59.770	2.30	8.05	1.3948	805	1.81	1.0295	0.28	19.0	3.842
	27.000	2.30	7.83	1.4946	805	2.83	1.0487	0.30	19.0	3.785
31-3 -80	152.27	2.31	8.11	2.0043	699	4.06	1.1198	0.24	16.0	3.894
	203.49	2.30	8.11	1.9820	699	2.03	1.0198	0.24	16.1	3.894
	88.450	2.31	8.11	2.7101	699	2.26	1.0582	0.26	16.0	4.027
	138.02	2.31	8.10	2.5518	699	2.26	1.0198	0.22	16.3	3.954
30-7 -80	160.91	2.27	8.23	3.0566	572	2.44	1.4700	1.42	10.0	3.859
	99.060	2.28	8.23	4.1099	572	3.14	2.2919	1.66	10.0	3.867
	89.065	2.27	8.24	3.1400	572	3.14	1.5536	1.56	10.0	3.852
	114.15	2.29	8.25	3.7033	572	2.67	1.4574	1.56	10.0	3.851
28-11-80	90.400	2.28	8.12	2.6437	897	3.95	1.0953	1.34	11.6	3.860
	50.065	2.29	8.13	2.5325	897	4.88	1.0487	1.47	11.6	3.704
	81.450	2.29	8.13	2.8547	897	3.95	1.1222	1.42	11.6	3.706
	93.315	2.28	8.14	3.0014	897	3.95	1.1135	1.07	11.6	3.704

dé resultar en detrimento de la misma.

Tabla VI 4: Correlación de biomasa de *G. verrucosa* y factores físicos medidos en B. Arredondo. (Octubre de 1979).

	Valor de "tau"	Significación	t	n
Profundidad	-0,1576	n.s.	1,2	29
Sustrato	0,354	95%	2,69	29
Movilidad del agua	-0,698	99%	5,10	27

Nutrientes, Salinidad, pH, Alcalinidad, Oxígeno y Período luminoso

Esta fase del estudio se llevó a cabo sobre muestras periódicas en Golfo Nuevo. El resumen de datos utilizados se muestra en la tabla VI 5.

La importancia de los diferentes factores medidos en relación a las variaciones de biomasa de *Gracilaria* fue evaluado mediante un análisis multivariado por pasos. Primeramente se efectuó el cálculo de la correspondiente matriz de coeficientes de correlación entre los parámetros estudiados (Tabla VI, 6), calculándose los correspondientes valores de la matriz de varianzas - covarianzas; los determinantes de las mismas y las sucesivas evaluaciones de significación añadida en cada uno de los pasos del cálculo.

En una primer etapa se introdujeron solo las variables que individualmente explicaban aparentemente por lo menos un 5% de la variación de la biomasa (Tabla VI, 7)

Tabla VI 7: Matriz de varianzas-covarianzas de los parámetros que cumplen con la condición de tener un r^2 mayor de 0.05.

	Biomasa	Alcalinidad	pH	Fosfatos
Biomasa	2775,6038	0,742456	1,306394	7,4468
Alcalinidad	0,742456	0,00107	0,00062	-0,0032
pH	1,306394	0,00062	0,0057	-0,0051
Fosfatos	7,4468	-0,0032	-0,0051	0,346921

A partir de estos valores se calcularon los coeficientes de regresión a_0 , a_1 , a_2 y a_3 .

Posteriormente se calculó el R^2 correspondiente mediante la expresión:

$$R^2 = 1 - \frac{(x_c - x_{obs.})^2}{ns_1^2}$$

El aumento del nivel de significación causado por la consideración de nuevas variables fue evaluado por la siguiente prueba de F para 1 y N grados de libertad ($N = 54$; $k =$ número de variables introducidas).

$$F = \frac{(R^2_{k+1} - R^2_k) (N - k - 2)}{1 - R^2_{k+1}}$$

Las primeras variables utilizadas son las X_3 y X_2 (alcalinidad y pH). La introducción del fosfato (X_8) como tercera y última variable// con r^2 mayor de 0,05 da un R^2 de la ecuación multilínea de 0,31 y un F de significación añadida sobre la ecuación con dos variables independientes (pH y alcalinidad) de 0,39 (no significativa). Por lo tanto la ecuación más aceptable sería:

$$x_1 = -1741,22 + 398,37 x_2 + 114,24 x_3. \quad R^2 = 0,2630$$

Un segundo cálculo en base a los factores que explican individualmente hasta un 1% de la variación, realizado por medio del programa FORTRAN correspondiente permitió determinar que los fosfatos no añaden efectivamente información, pero sí lo hacen los nitratos, la longitud del período luminoso, el oxígeno disuelto y los nitritos; esto se debe a que presentan mayor independencia de los factores principales (pH y alcalinidad) que los fosfatos. Los factores no significativos en las condiciones dadas fueron la temperatura, la salinidad y los fosfatos.

La expresión hallada fue la siguiente:

$$x_1 = -1930,05 + 403,08 x_2 + 159,70 x_3 - 14,99 x_4 - 0,14 x_5 - 3,36 x_6 - 24,60 x_7$$

Donde: x_1 = biomasa de Gracilaria
 x_2 = alcalinidad
 x_3 = pH
 x_4 = nitratos
 x_5 = longitud del día
 x_6 = oxígeno disuelto
 x_7 = nitritos

La suma de cuadrados acumulativa reducida en los sucesivos pasos (S.C.A.R.) es 24.536,574 y el coeficiente R^2 de correlación múltiple es 0,626; el F correspondiente al añadido de la última variable / (nitritos: x_7) es de 5,265, lo cual resulta significativo respecto al F de tablas con 1 y 53 grados de libertad. La adición de una nueva variable (fosfatos = x_8) determina un F no significativo de incremento en la correlación.

Observaciones sobre la comunidad

Varias especies de Diatomeas y Ectocarpales son las epífitas más frecuentes de Gracilaria; por su tamaño y abundancia podrían considerarse las competidoras más importantes de Gracilaria por la luz y nutrientes. Sin embargo esta última compite ventajosamente/ por el sustrato mueble en el ámbito de las praderas, por lo que el número de especies competidoras se reduce a las que pueden vivir/ como epífitos sobre Gracilaria. Para que un alga pueda utilizar a otra como sustrato, es condición que el lapso para el desarrollo y maduración reproductiva de cada fase de su ciclo de vida sea menor que el del alga epifitada y que existe la suficiente coincidencia en las respectivas variaciones estacionales; esto reduce aún más/ el número de especies que acompañan normalmente a Gracilaria ya que el ciclo de ésta es relativamente corto.

El crecimiento invernal de Gracilaria es algo más lento; el relativo envejecimiento del talo, incluyendo las paredes externas, permite el asentamiento de esporas de otras especies; este hecho se manifiesta en una mayor riqueza específica de las epífitas.

El crecimiento más rápido del talo en primavera y verano permite / preferencialmente el desarrollo sobre el mismo de especies de alta capacidad de colonización como diatomeas y Ectocarpales; encontrándose otros grupos sobre las porciones más viejas del talo. En Golfo

Nuevo suele ocurrir que la biomasa de las epífitas sea comparable a la de Gracilaria. Durante 1980 se observaron como epífitas: Ceramium rubrum (agosto y setiembre); Callithamnion polyspermum (febrero y desde junio a setiembre); Polysiphonia urceolata (agosto y setiembre); Bangia sp. (julio-agosto); Erythrotrichia sp. (febrero, abril y julio-agosto); Ectocarpus spp. y Giffordia mitchellae (todos los meses) y Sphacelaria variabilis (febrero-setiembre. En menor cantidad se observaron Antithamnionella ternifolia (julio y agosto); Dictyota dichotoma y D. linearis (agosto y setiembre) y Punctaria latifolia (julio y agosto); Chaetomorpha sp. (febrero y agosto); Bryopsis sp. y Cladophora spp. (agosto) y Oscillatoria aff. limosa (febrero). Entre los géneros más comunes de diatomeas epífitas se encuentran Licmophora; Grammatophora; Cocconeis; y Navicula; ocasionalmente se observaron Synedra y Girosigma (o Pleurosigma). En algunas fechas se observó marcada preponderancia de alguna de las diatomeas en el conjunto de las epífitas, como Licmophora en junio y Grammatophora en julio y agosto, en cantidades tales que podrían contribuir significativamente a la competición por luz y nutrientes.

En B. Arredondo pueden además encontrarse asociados con Gracilaria: Desmarestia sp; varias Dasiaceae y Ulva lactuca y U. rigida; además de varias Delesseriaceae; estas algas suelen estar arraigadas en el sustrato.

Los animales más representados en las muestras de Gracilaria de Golfo Nuevo son las ascidias y poliquetos tubícolas (agosto y setiembre); los cuales cubren las partes viejas del talo y las adhieren / entre sí. En la fauna vagante atrapada al coleccionar los talos de alga se encuentran anfípodos, isópodos; cangrejos, poliquetos y pequeños peces clínicos (Ribeiroclinus eigenmanni) y nototénidos (Notothenia sp). Los fitófagos de mayor incidencia directa sobre la biomasa de Gracilaria parecen ser los isópodos del género Idotea; los cuales no suelen encontrarse en cantidades muy grandes en las muestras, aún en aquellas tomadas con el propósito de retener la fauna vagante. El resto de los anfípodos e isópodos son de tamaño muy pequeño y se alimentan en apariencia de las diatomeas y pequeñas algas epífitas. Los organismos sedentarios son filtradores y los peces

nombrados son principalmente carnívoros, aunque en su acción de atrapar los pequeños crustáceos ingieren también tejidos del talo de Gracilaria.

DISCUSION

De los tres factores analizados en B. Arredondo el tipo de sustrato y la movilidad del agua resultaron correlacionados con la biomasa presente del alga; los rangos de profundidad existentes no impusieron en cambio restricciones significativas.

Doty (1971) señala que, mientras las especies de algas de mayor tamaño pueden verse favorecidas por la mezcla e intercambio promovidas por la turbulencia del agua; otras algas entre ellas Gracilaria confervoides (G. verrucosa) no poseen la resistencia suficiente para soportarla.

Bird et al (1977) observaron que los vientos prevalecientes en cada época determinan la localización de bancos y que las tormentas/muy fuertes pueden llegar a desorganizar el sustrato y eliminar las praderas de las especies por ellos estudiada (Gracilaria sp.). El Derrotero Argentino (Servicio de Hidrografía Naval) señala que los vientos prevalecientes en la zona de B. Arredondo son los del sur y sur-este; dirección ésta última de la estrecha boca de la pequeña bahía, por lo que la acción de los vientos en la misma puede ser de gran importancia. Abbott (1980) también señala la acción de las tormentas en los bancos de Rhodophyta productora de coloides y Doty (l.c.) señala que un registro de las tormentas en las tres semanas previas a los muestreos puede aportar importante información respecto a los cambios en las comunidades bentónicas y especialmente en los de las poblaciones de algas.

Jones (1959b) realizó algunas observaciones del efecto de la movilidad del agua sobre el crecimiento de Gracilaria pero no pudo demostrar una acción directa debido a que en diseño de su aparato interferían factores dependientes de la luz.

Las poblaciones más sujetas a desequilibrio a causa de tormentas, corrientes fuertes y vientos son las que viven en estado desarraigado; Causey et al. (1946) observaron dos poblaciones de G. verrucosa de la misma

localidad, una suelta y la otra arraigada, la primera provendría aparentemente de la segunda, pero presentaba su propio ciclo anual de crecimiento. Poblaciones de otras especies (G. tikvahiae) pueden estar formadas principalmente por individuos sueltos, prevaleciendo en este estado la generación tetrasporofítica, la que se mantendría por fragmentación, en la población arraigada de esa especie, sería en cambio más frecuente la generación gametofítica // (Biró et al, 1977). En el caso de B. Arredondo, los individuos de arraigados difícilmente puedan desarrollar una dinámica propia, / ya que son arrojados a la resaca en plazos relativamente cortos. La preferencia del alga por los sustratos blandos confirma las observaciones realizadas sobre esta especie por varios autores, evidentemente, esa preferencia le permite competir ventajosamente por las áreas que ocupa, ya que pocas algas soportan las condiciones / que imponen los fondos blandos, con el mismo éxito.

Con respecto a los factores estudiados en golfo Nuevo nos encontramos con una situación compleja, pero que permite relacionar varios de los aspectos ambientales entre sí y con el desarrollo de Gracilaria.

Los parámetros menos correlacionados con la biomasa fueron la temperatura y la salinidad (x_9 y x_{10}); la falta de correlación con la temperatura (que varió entre 10°C y 20°C) se debe probablemente a la falta de representatividad de los muestreos de invierno incluidos en el análisis que no alcanzaran a reflejar claramente las variaciones estacionales observables en el total de las muestras // (Cap. II). Aparentemente los valores extremos de temperatura de la especie son variables con la localidad. Simonetti et al (1975) señalan como límite inferior de temperatura que permite el crecimiento de esta especie en el Mar Adriático los 15°C, siendo la variación en el agua de 5°C a 28°C; las poblaciones de Noruega en cambio crecen bien entre 10°C y 15°C (Stokke, 1957).

Por ser G. verrucosa especie eurihalina (Sttoke, l.c. Simonetti et al, l.c.) es previsible la falta de correlación de su biomasa y la salinidad.

La mayoría de los antecedentes sobre el efecto de la luz han sido obtenidos en laboratorio; Jones (1959) y Kim (1970) observaron que

un régimen de 15 horas diarias de iluminación favorece el crecimiento de esta especie. De acuerdo a Williams (1945) G. verrucosa no crece vigorosamente en aguas turbias, en tanto que otros autores la encuentran preferentemente en esas condiciones (Oza y // Krishnamurthy, 1968; Ohmi, 1968; Simonetti et al, 1970). En cuanto a la calidad de la luz Mitrakos (1964) comprobó que la luz verde es eficaz para el crecimiento de jóvenes carpospofitos; la luz amarilla para el crecimiento vegetativo y no así la azul y la verde; según Bird et al (1979) las plantas crecen mejor donde algo de la radiación ha sido absorbida por el agua y las partículas en sus pensión. Para tener una idea clara a este respecto había que me-dir conjuntamente los efectos de cantidad y calidad de la luz in-cidente, la profundidad y la filtración cuali y cuantitativa del medio, así también como la longitud del período luminoso y el efecto de la nubosidad en los diferentes períodos. En nuestro caso contamos solamente con la longitud nominal del período luminoso, verificándose una leve correlación negativa con la biomasa, ésto puede ser explicado como en el caso de la temperatura, por la falta de representatividad de las muestras invernales utilizadas en este / análisis, las que no permiten poner en claro estacionalidad en las variaciones anuales. Un conjunto de muestras mejor distribuído en el tiempo y de mayor frecuencia hubiera probablemente permitido establecer relación con estos dos parámetros.

Los fosfatos no muestran correlación con la biomasa en el análisis multivariado a pesar de que la correlación individual es relativamente alta; ésto se explica probablemente por que esta correlación individual no se debe a su función como nutriente, sino como parte del mecanismo buffer del agua. Como gran parte de la varianza de la biomasa es explicada por el pH y la alcalinidad la información brindada por los fosfatos es redundante.

Los nitratos y nitritos cerca del fondo están relacionados negativamente con la biomasa sugiriendo su utilización por parte del alga.

Los factores relacionados positivamente con la biomasa y que explican una mayor proporción de la varianza son el pH y la alcalinidad. Un aumento en la fotosíntesis determinará, de no mediar un mecanis

mo autoregulator, un aumento en la alcalinidad y en el pH; por // ello es factible que sea la presencia del alga la que influya algo sobre el ambiente en este sentido; a este respecto, Mitrakos (1960) observó que el desarrollo de las plántulas son favorecidas por me dios neutros (pH = 7,2).

Sin embargo existen también otros mecanismos que actúan acentuando la correlación entre la biomasa y éstos parámetros. Uno de éstos mecanismos puede ser determinado por dos hechos que caracterizan a la zona de estudio, el primero es la poca renovación del agua en la zona (Esteves et al 1981); y el segundo, el aporte de gran cantidad de materia orgánica por parte de varias fábricas ela boradoras de pescados en esa zona.

Los valores de saturación del O₂ en agua de mar en 35% de salinidad varían entre 8,04 ml/l a 0°C y 4,5 ml/l a 30°C (Kalle, 1972). En el período estudiado se observan períodos con alrededor de 6 / ml/l de O₂ disuelto que representarían estados de saturación en las condiciones de temperatura y salinidad existentes; y también fechas en las que se revela alto consumo de oxígeno con valores de 2 ml/l. Esta situación muestra que la correlación observada entre la biomasa de Gracilaria con el pH, la alcalinidad y el oxígeno disuelto no es por relación de causa - efecto en uno u otro sentido, sino/ por estar los cuatro parámetros sujetos a modificación profunda / por el mismo fenómeno de recambio del agua, por corrientes, vientos o tormentas.

De ser correcto este enfoque del problema, en tanto las condiciones del medio no sufran cambios bruscos la población de Gracilaria evolucionaría normalmente, correlacionándose la biomasa con el pH y la alcalinidad a través de las condiciones favorables a la foto síntesis bentónica y planctónica. Al producirse un desequilibrio/ brusco a través por ejemplo de tormentas o corrientes marcadas po drían por un lado disminuir por desarraigue la biomasa de Gracilaria y también la materia orgánica del fondo que produce la exagera da demanda de oxígeno; si el agua que reemplaza está saturada de/ gases en disolución proveerá por un lado CO₂, esto disminuirá el/ pH y la alcalinidad lo que acentuará la correlación entre pH y bio masa; por otro lado aumentará notablemente la cantidad de oxígeno

dísuelto contribuyendo a su relación negativa con la biomasa.

En la práctica se dió esta situación de renuevo del agua en la zona de estudio entre agosto y setiembre de 1979 (Estevez et al, // 1981). En los primeros meses de 1980 la situación es algo diferente de la de los años anteriores, ya que en lugar de producirse una lenta depleción de O_2 y el desarrollo de una población de Gracilaria con características estacionales, se observa un gráfico dentado en la variación mensual del O_2 , señalando recambios frecuentes y parciales del volumen de agua; ésto coincide con una disminución marcada de la biomasa, lo cual podría deberse a la falta de estabilidad del ambiente, a través de efectos como el de enterramientos sucesivos de la población por los sedimentos removidos y desprendimiento de biomasa por rotura de los talos. Entre julio y setiembre el O_2 disminuye y la biomasa aumenta paulativamente. El último remuevo de O_2 entre setiembre y octubre no afecta marcadamente a la biomasa, quizás por encontrarse las plantas en un período favorable al crecimiento rápido.

En resumen en ambas localidades, ya sea desde el punto de vista / temporal (G. Nuevo) o espacial (B. Arredondo) la movilidad relativa del agua es factor de primera importancia.

CAPITULO VII

ESQUEMAS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS POBLACIONES DE GRACILARIA VERRUCOSA DE GOLFO NUEVO Y BAHIA ARREDONDO.

INTRODUCCION

El objetivo principal de un estudio como el presente es, a nuestro parecer, el de interpretar los cambios cuantitativos y cualitativos de la población en función de los mecanismos de crecimiento, diferenciación, mortalidad, propagación y reproducción.

Los problemas que plantea este enfoque pueden ser expresados con las palabras de Harper (1977): "Una biología poblacional es el estudio del número de los organismos. Su fin es dar respuesta acerca de las diferencias en el número, en el espacio y en el tiempo. Está relacionada con el ciclo de vida de los organismos porque una población no puede ser descripta adecuadamente sin tomar en cuenta/ que puede incluir individuos jóvenes y viejos; grandes y pequeños; femeninos y masculinos. Está relacionada con la acción directa de los factores físicos del ambiente los cuales pueden influenciar el crecimiento de la población y la supervivencia del individuo".

En el caso de las algas y de G. verrucosa en particular esta definición explícita es la más adecuada porque los parámetros en base a los cuales se habrá de definir juventud, fase del ciclo de vida, sexo, y aún tamaño y límites de un individuo no son siempre de fácil elección.

Una de las mediciones más difíciles de encuadrar conceptual y metodológicamente es la de densidad; Harper (l.c.) señala que la enumeración de animales da mucha más información que la de vegetales; en los que, debido a que no siempre la unidad fisiológica corresponde a la unidad genética es que un individuo fisiológico puede compartir su bagaje genético con otros provenientes del mismo individuo del que se originaron por propagación vegetativa. Por otro lado, plantas de la misma especie de igual edad pueden variar en varias órdenes de magnitud en su tamaño. El problema es, entonces,

la elección de la unidad a enumerar para determinar densidad, el / mismo autor se pregunta si una raíz, siendo menos atrayente como unidad con este fin, es realmente menos apropiada que las hojas o tallos; lo ideal sería, aparentemente construir un modelo de crecimiento basado en la idea de "módulo repetido", que tendría aplicación sobre todo a árboles y arbustos.

En nuestro caso, más allá de los problemas metodológicos de determinar los límites de un individuo, que en última instancia estarán condicionados por limitaciones prácticas; es importante comprender la unidad que estamos enumerando al evaluar densidad para no dar a las cifras significados diferentes a los reales.

A partir de las conclusiones de los capítulos precedentes se intentará construir los esquemas de funcionamiento de la población que se adapten mejor a los hechos observados. Las conclusiones más significativas a este respecto son las siguientes:

- Las poblaciones estudiadas son aparentemente uniespecíficas, correspondiendo a la especie Gracilaria verrucosa.
- La biomasa por unidad de superficie en G. Nuevo (1979-80) presenta en su variación una componente periódica anual, con máximos en primavera-verano y mínimos en invierno. Se pudo detectar también una tendencia decreciente general en el período de estudio de aproximadamente 24 meses.
- Las variaciones en la densidad en Golfo Nuevo no mostraron tendencia general significativa pero sí una componente cíclica anual significativa semejante a la de la biomasa por unidad superficie.
- La proporción de plantas tipo "A" en Golfo Nuevo (1979-80) fue mayor en verano que en invierno, mayor en invierno que en otoño y mayor en otoño que en primavera.
- Las plantas tipo "C" en Golfo Nuevo tienden a ser más abundantes en el segundo período anual.
- La biomasa promedio por planta en G. Nuevo muestra valores significativamente mayores en otoño y primavera; la tendencia en el segundo año, muestra sin embargo, una disminución general en otoño - invierno respecto al resto de las fechas; resultados semejantes se observan en cuanto a la longitud de los individuos.

- El análisis de los histogramas de tamaño de plantas en Golfo Nuevo sugiere posibles reclutamientos en mayo-junio de 1979; julio-agosto de 1979; diciembre - enero de 1980; mayo-abril de 1980; / noviembre de 1980 - febrero de 1981.
- En Golfo Nuevo las plantas tetraspóricas maduras son más abundantes en noviembre - diciembre; las masculinas en marzo; las carpospóricas en marzo-mayo y las estériles en invierno.
- Los tipos A y B tomados en conjunto presentan mayor probabilidad (53%) que los tipos C y D (34%) de provenir de esporas (diferencia significativa al 99%).
- La tendencia a formar brotes no muestra en Golfo Nuevo estacionalidad evidente; tampoco pudo determinarse diferencia en la tendencia a brotar de los diferentes tipos morfológicos.
- Existe relación entre la proporción de plantas con brotes apicales en una fecha determinada y la de tipo C tres meses después.
- Los fragmentos no se adhieren al sustrato y experimentan crecimiento y ramificación.
- En niveles más profundos los fragmentos en condiciones suspendidas sufren competencia interespecífica, en niveles más cercanos a la superficie esta competencia es menor. Siendo estas observaciones de otoño - invierno puede ser que el factor limitante sea la luz.
- La cantidad de biomasa presente puede ser profundamente afectada por la presencia de herbívoros.
- En condiciones de laboratorio, la salinidad, la disponibilidad de nutrientes y la iluminación pueden determinar la formación de brotes.
- En Golfo Nuevo los factores físicos más relacionados con las variaciones de biomasa son los que dependen de los recambios de agua; y en lugar secundario los nutrientes y el período luminoso. Todo el conjunto sugiere que antes que una relación directa con los factores, existe una dependencia tanto de la biomasa de Gracilaria como de los factores ambientales de hechos tales como tormentas, las cuales, al ser más frecuentes en el período invernal causan pérdidas marcadas de biomasa al mismo tiempo que disminuyen el pH y aumentan la concentración de oxígeno, llevando/

- a este parámetro a sus niveles normales.
- En B. Arredondo (1980-81) las variaciones espaciales oscurecen las variaciones temporales, las diferencias son marcadas entre/ períodos bimensuales y también entre los dos años estudiados. La distribución espacial depende esencialmente del sustrato y / movilidad del agua.
 - En B. Arredondo los períodos de reproducción sexual y asexual// son más coincidentes que en G. Nuevo y comprenden el lapso octubre - abril aproximadamente.
 - Los períodos con alta proporción de plantas estériles son más mar cadas en B. Arredondo que en Golfo Nuevo.
 - La tendencia general de variación de biomasa en cada período anual indica para B. Arredondo, valores altos de biomasa en verano y / bajos en invierno.
 - En B. Arredondo las plantas del tipo A predominan en verano/ coincidentemente con la actividad reproductiva; en invierno en/ en cambio predominan las del tipo B.
 - El mecanismo de propagación se acentúa hacia fines del invierno/ con descenso de la biomasa total e individual y aumento en las/ proporciones de las plantas A y C.

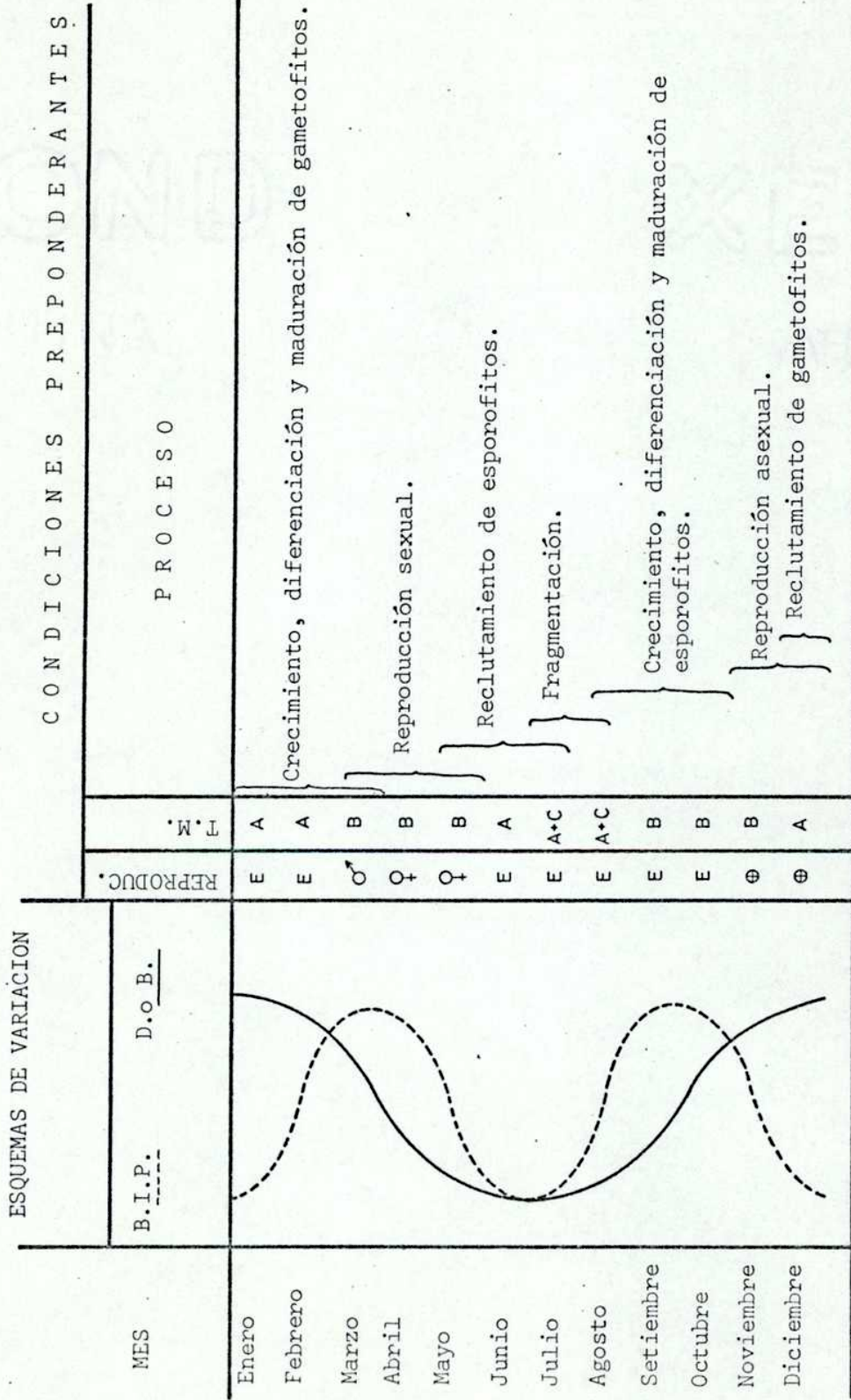
ESQUEMAS PROPUESTOS DE FUNCIONAMIENTO POBLACIONAL

Golfo Nuevo

En el período anual se producen por mecanismos reproductivos nor-/ males, una generación esporofítica y una gametofítica; la primera a fines de primavera y la segunda a fines de verano.

En el primer período anual estudiado (1979) la sucesión en la preponderancia de los tipos morfológicos A y B indican crecimiento y desarrollo de los talos luego del período de reclutamiento. En el/ segundo período (1980) influye la acción de mecanismos de propaga- ción; evidenciado por el aumento en la proporción de talos tipo C por fragmentación de talos tipo B.

El esquema que mejor se adapta a esta situación es el de la figu-/ ra VII 1, donde se intenta resumir los hechos más significativos an tes enumerados.



Referencias: B.I.P.: Biomasa individual promedio; D. o B.: Densidad o biomasa por m²; T.M.: Tipo morfológico preponderante.

Fig. VII. 1: Esquema de funcionamiento de la población de Golfo Nuevo (1979 y 1980)

Cuando se determinó en el capítulo II que la variación de la biomasa poseía una componente cíclica, se pensó que ésta podía depender de la reproducción y subsecuente reclutamiento y del crecimiento promedio; las desviaciones del esquema cíclico podrían deberse a mecanismos de propagación; pero observando el esquema elaborado finalmente vemos, que la disminución de biomasa y densidad invernales tiene lugar a pesar del aumento de la biomasa individual de abril y a pesar del reclutamiento de esporofitos, y las condiciones favorables a la propagación de fines de otoño; ésto nos está/ señalando que, la generación esporofítica sufre todos los factores ambientales desfavorables del invierno, pudiendo recuperar su biomasa solo a mediados de primavera por el crecimiento de los fragmentos supervivientes. Es decir que la capacidad reproductiva sexual está favorecida por el número elevado de gametofitos provenientes del reclutamiento en la época favorable; lo cual permite/ la producción de gran cantidad de esporofitos, lo que facilita la recuperación de la población a pesar de la alta mortalidad invernal.

Con el objeto de expresar numéricamente la relación entre biomasa y estados reproductivos entre las fechas correspondientes al esquema propuesto para Golfo Nuevo, se extractaron los datos de biomasa por metro cuadrado (y_1); densidad (y_2) porcentaje de plantas carpospóricas (x_1); porcentaje de plantas tetraspóricas (x_2) y porcentaje de plantas brotadas (x_3) (los porcentajes expresados como arc. sen $\sqrt{p/100}$ (Tabla VII.1).

Los datos son evidentemente escasos, pero es conveniente señalar que las relaciones numéricas obtenidas reafirman el hecho repetitivamente demostrado que la biomasa presente depende principalmente de los factores ambientales que determinan pérdidas. Así la ecuación que relaciona biomasa con los parámetros independientes es:

$$y_1 = - 5,74 (x_1) - 2,07 (x_3)$$

Es decir que valores bajos de biomasa se relacionan con la época en que, de no existir las pérdidas invernales debiera detectarse aumentos por reproducción carpospórica o propagación.

Tabla VII 1. Relación de la biomasa con la reproducción y la propagación en Golfo Nuevo (proporciones como arc. sen. $\sqrt{p/100}$) (k = meses entre la medición de biomasa o densidad y la proporción).

Año	Mes	Biomasa (gr/m ²)	Densidad (plantas/m ²)	PROPORCIONES		
				Reproducción		Propagación
				Carpospó ricas K = 6	Tetras póricas K = 3	K=3
1979	IV	337	116	6,8	35,3	49
	V	947	380	15,5	33,2	6
	VI	283	106	23,5	28,1	8
	VII	611	113	26,7	15,1	2
	VIII	181	145	27,1	26,8	
	X	408	100	29,1	24,3	54
	XI	423	111	29,1	26,3	20
	XII	454	129	10,9	7,5	12
1980	I	432	238	31,1	22,9	10
	II	295	207	34,9	31,7	72
	III	479	170	18,7	35,2	22
	IV	358	242	20,4	29,6	70
	V	262	190	25,1	26,5	45
	VI	164	85	27,9	24,8	33
	VII	133	82	39,4	26,4	50
	VIII	261	108	26,8	22,4	60
	IX	204	93	42,5	24,6	60
	X	263	117	43,1	17,2	70
	XI	389	170	37,8	26,7	80

La densidad en cambio estaría algo relacionada positivamente con la reproducción asexual; siendo:

$$y_2 = 3,818 x_2$$

Estando la densidad más estrechamente relacionada con el reclutamiento que la biomasa, este resultado es razonable, ya que el reclutamiento de gametofitos no es afectado en grado comparable al de esporofitos por la época favorable del año en la que tiene lugar.

Bahía Arredondo.

Los muestreos en B. Arredondo fueron bimensuales, lo que restó precisión a la evaluación de los cambios; sin embargo se pueden observar diferencias notables con la población de Golfo Nuevo, sobre todo en la superposición de los períodos reproductivos. En la figura III 2 se muestra el esquema propuesto de funcionamiento para B. // Arredondo en base a los datos en de 1980-1981.

Tanto el período de reproducción sexual como asexual son menos definidos que en Golfo Nuevo, pero es claro que en el invierno decrece la actividad reproductiva; los individuos A ó B del reclutamiento estival no alcanzan a madurar reproductivamente.

En Golfo Nuevo veíamos que los gametofitos llegaban a madurar en invierno.

Según vimos, las plantas femeninas y masculinas tenderían a decaer luego del período reproductivo, ésto podría ocurrir en Golfo Nuevo en otoño-invierno, marcando la alternancia de los dos tipos de reproducción pero no así en B. Arredondo; donde, por no alcanzar // los gametofitos reclutados en el verano el estado reproductivo antes del invierno, poseen igual capacidad que los esporofitos para sobrellevar la estación desfavorable.

La existencia de tetrasporofitos fértiles por un período más largo en B. Arredondo que en G. Nuevo puede deberse a limitaciones / por temperaturas altas en esta segunda localidad que afectan la / lozanía de las plantas luego de la reproducción.

Es importante señalar que a comienzos de 1980 se observan en B. //

MES	ESQUEMAS DE VARIACION		CONDICIONES PREPONDERANTES		
	B.I.P.	D.o B.	REPRODUC.	T.M.A.	PROCESO
Enero			♂ ♀ ⊕	A	Reclutamiento de gametofitos y esporofitos
Febrero			♂ ♀ ⊕	A	
Marzo			♂ ♀ ⊕	B	Crecimientos de gametofitos y esporofitos
Abril			♂ ♀ ⊕	B	
Mayo			E	B	Fragmentación de gametofitos y esporofitos estériles
Junio			E	B	
Julio			E	C+A	Crecimiento de los fragmentos y maduración
Agosto			E	C+A	
Setiembre			E	B	Reproducción asexual. Reclutamiento de gametofitos
Octubre			♂ ⊕	A	
Noviembre			♂ ⊕	A	Reproducción sexual y asexual. Reclutamiento de gametofitos y esporofitos.
Diciembre			♂ ♀ ⊕	A	

Referencia: B.I.P. : Biomasa individual promedio; D. o B. : Densidad o biomasa por m²; T.M.A.: Tipo morfológico en aumento.

Fig. VII. 2: Esquema de funcionamiento de la población de B. Arredondo (1980 y 1981).

Arredondo una proporción baja de esporofitos en comparación a los de 1981 y 1982; en la discusión referida a las variaciones en la/ biomasa se atribuyó el bajo nivel de densidad de esa misma época/ a un probable desprendimiento de biomasa entre enero y febrero; lo que podría haber afectado el reclutamiento de esporofitos; el exceso en la proporción de gametofitos en esa fecha se refleja en una predominancia de esporofitos en el siguiente período reproductivo; sin embargo la siguiente generación gametofítica no es predominante respecto al total, lo que en definitiva nos da una idea que los mecanismos reproductivos en B. Arredondo están fuertemente condicionados por los factores ambientales cambiantes.

La superposición de ambas generaciones en una sola época del año/ tiene por consecuencias la consiguiente competencia intraespecífica entre los individuos haploides y diploides; y en segundo término la posibilidad de que un evento que afecte negativamente a la / población pueda incidir sobre ambas fases del ciclo de vida al mismo tiempo, llevando a la población al límite de su capacidad reproductiva o de supervivencia.

Para confirmar la generalidad de las observaciones se elaboraron/ brevemente los datos estadísticos de extracción de Gracilaria en resaca (Tabla VII 2); realizando el promedio para cada mes de las extracción entre 1974 y 1980 (figura VII 3).

El exámen de la figura VII 3 muestra claramente que el proceso de/ pérdida de biomasa por parte de la población se acentúa en los me-/ ses de invierno, confirmando lo observado en las poblaciones bajo/ estudio.

Distribución de las poblaciones de Gracilaria

Según Gadgil (1971) un organismo se dispersa si la posibilidad de/ alcanzar un sitio mejor para su desarrollo excede a la posibilidad de pérdida en el proceso de dispersión o la posibilidad de alcanzar un sitio menos apto.

En este caso Gracilaria encuentra hacia el sur una barrera que es/ primeramente debida al tipo de sustrato, ya que en la costa del Golfo San Jorge predominan las playas de canto rodado, y a la dirección aparentemente prevaleciente de las corrientes hacia el norte.

Tabla VII. 2: Extracción de resaca de Gracilaria entre 1974-1980
en Kg (n=7)

Mes	\bar{X}	S
Enero	131.390	68.274
Febrero	191.461	68.134
Marzo	298.700	121.087
Abril	356.169	139.964
Mayo	357.368	114.021
Junio	344.253	65.811
Julio	377.808	82.536
Agosto	342.076	113.338
Setiembre	373.323	109.316
Octubre	343.922	123.459
Noviembre	223.366	90.418
Diciembre	151.540	114.856

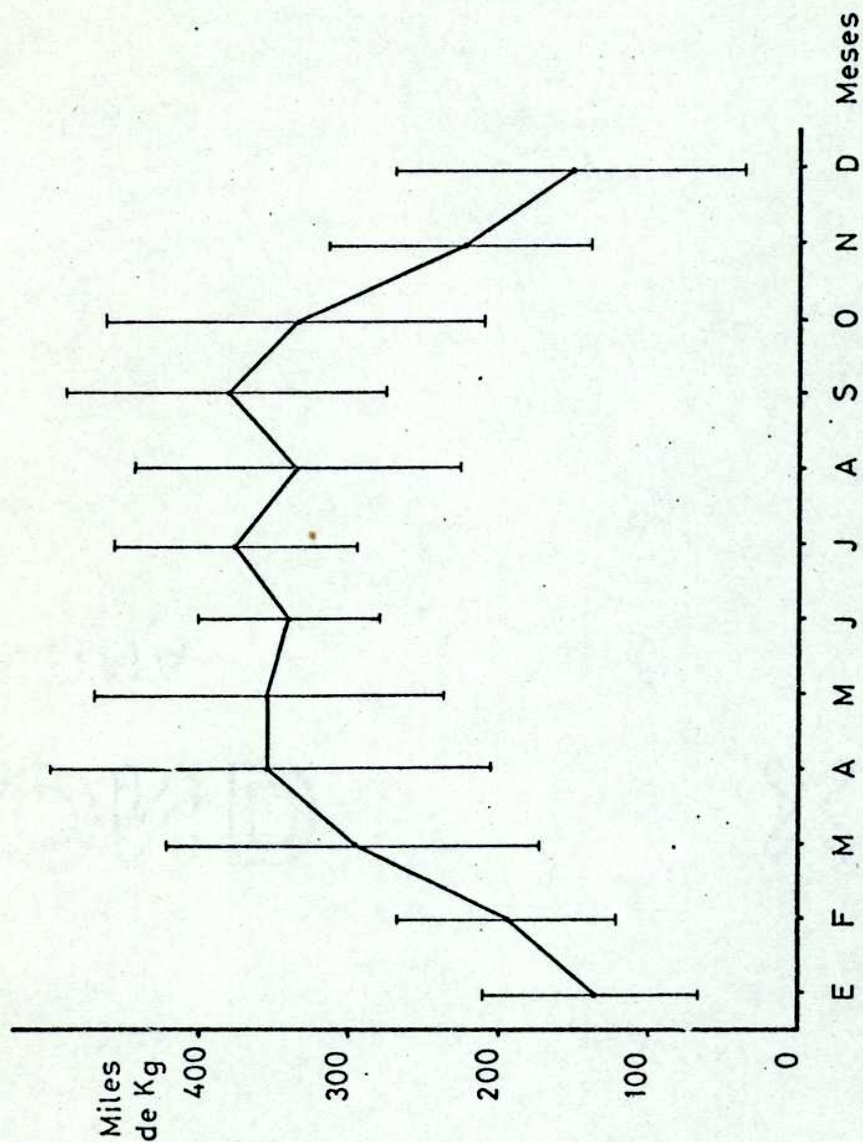


Fig. VII.3.: Promedios para cada mes entre los años 1974 y 1980 de la biomasa extraída de resaca de Gracilaria en la provincia del Chubut (límites de confianza al 95%).

Hacia el norte en cambio encontramos que no es una barrera ambiental la que impone el límite aproximadamente en Golfo Nuevo, sino de tipo fisiológico; vimos en efecto que la estación de maduración de los tetrasporofitos es más limitada en el tiempo que en Bahía Arredondo. Habiendo sugerido que esta limitación podría estar determinada por un límite superior en la temperatura para la maduración de los esporofitos, la consecuencia lógica sería que esta fase del / ciclo de vida no pueda dar lugar a la gametofítica en aguas más // cálidas. Por lo tanto estaríamos en el caso en que el organismo no puede dispersarse hacia el sur porque la probabilidad de pérdidas hasta alcanzar un sustrato adecuado es excesiva; encontrándose impedido de dispersarse hacia el norte por ser nula la posibilidad de encontrar sitios aptos para su desarrollo.

Estrategia poblacional

Resulta finalmente, de interés, caracterizar a esta especie en cuanto al tipo de selección que determina sus características.

Consideremos por un lado el ambiente en que se desarrolla el alga: fondos muebles, sujetos a fluctuaciones en la dirección e intensidad de los movimientos del agua y con aportes no regulares de agua que cambian bruscamente las características del medio en cuanto a / pH, alcalinidad y oxígeno disuelto.

Este tipo cambiante de medios favorecerá el desarrollo de una estrategia "r". Analizando características de las poblaciones estudiadas / de G. verrucosa vemos que están caracterizados por mortalidades elevadas; por cantidades de biomasa extremadamente variables en el // tiempo, incluso en las mismas épocas de diferentes períodos anuales; por necesidad de reclutamientos repetidos para su supervivencia y capacidad de producción alta en períodos cortos y favorables. Las características mencionadas se adecúan a ese tipo de ambiente y por / lo tanto a la selección "r".

Capítulo VIII.

MANEJO DE GRACILARIA VERRUCOSA, COSECHA Y CULTIVO.

INTRODUCCION

Las poblaciones de Gracilaria de la provincia del Chubut, las cuales son objeto de explotación desde 1954, pueden en un futuro cercano, ser sometidos a manejo por parte de los concesionarios, con el fin de incrementar la producción. El manejo a encarar puede ser de distinta naturaleza: cosecha, cultivo, fertilización de praderas naturales o transplantes.

Seguidamente se analizan los antecedentes relacionados con estos temas, planteándose un proyecto de estudio acerca del posible impacto de cosechas efectuadas directamente sobre la población de Gracilaria, y por otro lado, la posibilidad del cultivo comercial.

C O S E C H A

- Legislación sobre explotación de Gracilaria

La explotación de Gracilaria en la Argentina está regulada por legislación provincial (Leg. N°1891 del 30/3/81 de la Provincia del Chubut); la que indica entre otras cosas: "Las algas existentes / en la jurisdicción son propiedad de la Provincia y su explotación solo podrá efectuarse mediante permiso simple de Recolección; Concesión de Industria Primaria o Concesión de Industria Integrada... (art. 2°)". "La autoridad de aplicación dictará medidas de conservación y protección de las praderas de algas, asegurando la explotación racional de las mismas...(art. 4°)". "El Permiso simple de Recolección ... solo autoriza la recolección de algas de arribazones...(art.6°)". "La Concesión de Industria Primaria autoriza la recolección de algas de arribazones, el corte de las praderas y la cosecha de algas arraigadas, debiendo la producción ser sometida/ total o parcialmente a un proceso de industrialización simple, dentro del territorio de la provincia y a su comercialización....."

...(art.7°)". "Los permisos de recolección simple serán otorgados mediante disposición de la Autoridad de Aplicación de esta ley,/ conforme a la reglamentación de la misma,,(art. 12°)", "Queda // prohibido arrojar, colocar o hacer llegar a las aguas, sustancias cuya naturaleza o efecto puedan resultar nocivos para la flora y fauna marinas, como así también usar toda clase de artes, máqui- / nas, útiles y explosivos que degraden el ecosistema...,(art.13°)".

- Producción en la Argentina

En nuestro país las poblaciones de Gracilaria verrucosa se circunscriben principalmente a la provincia del Chubut, por lo que las estadísticas de extracción de algas de la Dirección de Pesca de esta provincia cubren prácticamente la información nacional en este rubro. Las concesiones otorgadas y en explotación abarcan prácticamente toda la zona de sus poblaciones, localizadas principalmente de B. Bustamante, Bahía Melo y Bahía Arredondo. En la tabla / VIII, 1 resumimos las estadísticas de explotación de Gracilaria / desde 1974 hasta 1980. Estos datos deben ser manejados con prudencia pues los valores no reflejan la biomasa cosechable sino la de resaca arrojada por el mar luego de desprendida la población natural; por otra parte puede ser que en ocasiones los valores de extracción hayan sido declarados con cierto atraso por los concesionarios, por último hay que considerar que las arribaciones distan/ de ser simultáneas y por lo tanto las cifras reflejan un estado / promedio tanto de las poblaciones como de la capacidad de operación/ de los concesionarios. A pesar de estas salvedades podemos decir/ que los meses de menor cosecha son aquellos en los que la pradera está produciendo biomasa in situ (noviembre-febrero), los meses de mayor cosecha indican en cambio, pérdida de plantas de las poblaciones naturales. Las observaciones en B. Arredondo(Cap. III) indican que la producción de biomasa comienza en octubre y aún en agosto; de allí que en principio podemos postular la existencia de un período desde octubre a febrero en que las poblaciones principalmente producen biomasa, y un período de otoño-invierno, en que principalmente se desprenden las plantas.

Tabla VIII. 1

Gracilaria extraída en la provincia del Chubut, discriminada men
sualmente durante 1974 a 1981. (en Kg.) (*)

Mes	1974	1975	1976	1977
Enero	175.803	73.014	198.406	34.250
Febrero	246.283	91.370	219.244	270.977
Marzo	338.630	169.837	279.488	385.749
Abril	474.246	264.109	179.806	495.618
Mayo	253.981	556.031	306.587	356.060
Junio	396.264	322.300	251.400	295.784
Julio	337.064	490.945	324.675	271.750
Agosto	247.185	267.736	361.507	389.615
Setiembre	235.623	485.199	308.300	381.420
Octubre	310.658	266.528	239.710	462.068
Noviembre	224.940	190.740	221.300	362.940
Diciembre	253.571	115.800	64.150	373.550
Mes	1978	1979	1980	1981
Enero	201.150	76.930	160.180	52.350
Febrero	235.475	147.820	129.060	271.500
Marzo	505.705	234.870	176.630	335.530
Abril	421.440	468.330	189.637	233.000
Mayo	273.070	470.980	284.870	374.650
Junio	445.505	376.890	321.630	214.110
Julio	374.420	487.183	358.621	237.900
Agosto	533.528	199.312	395.651	583.415
Setiembre	488.530	234.040	462.150	206.080
Octubre	316.450	187.460	261.750	84.300
Noviembre	312.405	98.560	152.680	63.300
Diciembre	138.135	65.270	70.310	103.280

(* Datos suministrados por la Dirección de Pesca de la Prov. del Chubut).

Los datos de estadísticas de 1980 indican que se trata de un período anormal, en que el desprendimiento inusual de plantas en enero afecta al ciclo hasta la primavera, cuando se recuperan los niveles normales de cosecha. La variación mensual en B. Arredondo en/ el mismo año (1980) es similar a la general, lo que sugiere que la diferencia señalada con 1981 (Cap. III) se debe a algún factor cuya influencia no se circunscribe a esta localidad. En 1981 la evolución mensual de la biomasa en B. Arredondo es similar a la inferida a partir de las estadísticas 1974-1979.

Entre 1965 y 1973 Argentina se encontró en tercer o cuarto lugar/ en la producción de algas rojas luego de Japón, Corea y Canadá (Ja ramillo 1975); sin embargo, gran parte de la producción de algas/ rojas de Japón es de Porphyra, Canadá produce preferencialmente / Chondrus (Michanek, 1975) y Corea produce Porphyra; por lo que se puede considerar que Argentina y Chile son los países productores de Gracilaria y sus derivados. Una gran parte de la producción de ambos países, algo menos de un millón de dólares anuales cada uno, es exportada a Japón.

Una de las diferencias que se pueden señalar entre la explotación en ambos países es que, mientras en Argentina existe un sistema de concesionarios, en Chile las algas son compradas a los pescadores, Según expresan Joyce y Santelices (1978), los precios que se pa-/ gan en las playas chilenas a los pescadores han sido demasiado bajos (5-20% del valor de exportación) como para incentivar en ellos políticas de conservación del recurso.

La extracción de Gracilaria por medios mecánicos requiere en Chile de un permiso del Servicio Agrícola y Ganadero (S.A.E.), el cual/ estará condicionado a que la prospección oficial del área determi ne que cantidad puede ser extraída sin peligro de dañar la prade- ra en un área determinada. Como tanto en Chile como en Argentina/ se explota oficialmente solo el material de resaca no existen da- tos oficiales sobre el impacto de la cosecha sobre las praderas. Thomas et al (1975) señalan que la producción de Gelidiella acero- sa en poblaciones bajo explotación directa es diferente de la na- tural, sin presión de explotación. Como la cosecha directa en es-

ta especie, afecta la forma de las plantas es importante evaluar el tipo de cosecha para no afectar su capacidad de rebrote.

Trasplantes

Simonetti et al (1970) han realizado experiencias de trasplantes/ de G. verrucosa (confervoides) desde la "Sacca di goro" a la lagu na Grado (Mar Adriático), el propósito de los mismos fue el estudio de los factores ambientales relacionados con el crecimiento / del alga.

En Chile se realizaron trasplantes de Gracilaria sp. desde los 36° 45' S hasta los 27°05' S (Kim, 1970); los que en definitiva no resultaron exitosos.

Barilotti (1980) expone una serie de consideraciones genéticas sobre el diseño de estudios de trasplante experimental de algas, especialmente sobre la elección de la fase diploide como inóculo y la importancia de la fase del ciclo de vida en relación a la composición química, especialmente al tipo de carbohidrato comercial característico.

Fertilización de praderas naturales

En Argentina se han realizado desde 1974 ensayos de fertilización a nivel comercial sobre las praderas naturales de Gracilaria verrucosa, utilizando a tal efecto abonos naturales (Soriano S.A.;/ informe a la Prov. del Chubut, 1977). Los resultados de esta práctica han sido, aparentemente, exitosos.

Criterios para escoger las épocas de cosecha

El principal objetivo al determinar la época de la cosecha de Gracilaria es obtener una buena producción de biomasa y en lo posible un rendimiento alto de agar de buenas características de gelificación; de allí la importancia de los trabajos acerca de las variaciones estacionales en cantidad y calidad de gel.

Tanto G. coronopifolia como G. bursapastoris muestran su más bajo contenido en agar durante los meses de invierno, esto estaría relacionado con la alta actividad de biosíntesis de proteínas propia

de la época con alto contenido de nitrógeno en el medio (Hoyle, / 1978). Esta observación se ve apoyada por el hecho que G. dentata muestra bajo contenido de agar durante la estación lluviosa que / determina aportes de agua continental de altos contenidos en ni- / trógeno. Humm(1951)(Según Hoyle, 1978) observó coincidencia en G. verrucosa entre el bajo contenido en agar y la biomasa máxima de otoño. La relación de mínimo de agar y máximo de proteína en in- / vierno fue también observada en Gelidium amansii(Asano et al,1951). La estacionalidad en las variaciones de calidad de agar (fuerza de gel) parece ser dependiente de la especie y no de las condiciones del medio (Hoyle, 1978).

En Argentina se están realizando estudios de laboratorio sobre can- / tidad de agar en Gracilaria que muestran un máximo en diciembre - / enero y un mínimo en el mes de setiembre (D'Ignoti, en preparación). Las variaciones en la biomasa en las praderas del sur del Chubut / muestran una cierta estacionalidad (Cap. III). que indica que, de realizarse una cosecha, ésta debería implementarse hacia comienzos de octubre y, o, a fines de enero, con el objeto de aprovechar al máximo la época de mayor producción en la pradera coincidente con la mayor cantidad de agar; sin embargo; tales cosechas no deberían plantearse sin realizar los correspondientes estudios y, aún reali- / zados éstos, no deberían, en ningún caso, afectar al total de las praderas sino un porcentaje de parcelas, con el objeto de no afec- / tar el potencial reproductivo de la especie.

Un enfoque teórico del problema de la explotación de un recurso al / gal fue desarrollada por Silverthorne (1977) quien da una propues- / ta para obtener la producción óptima de Gelidium robustum y así establecer a nivel nacional la política de extracción de esta espe- / cie en E.E.U.U.

Plan de trabajo sobre cosechas experimentales

En función de los puntos antedichos se elaboró el siguiente plan/ / tentativo para determinar el impacto de las cosechas directas so- / bre praderas de Gracilaria verrucosa en producción:

- 1.- Elección de un área dentro de la zona de concesiones comerciales.
- 2.- División del área en parcelas testigo y a cosechar.
- 3.- Definición de diversas intensidades de cosecha por diferentes métodos.
- 4.- Realización de tres series de observaciones; la primera sobre parcelas cosechadas a fines de octubre; la segunda sobre parcelas cosechadas en febrero y la tercera serie sobre parcelas cosechadas en octubre y nuevamente en febrero. Sobre cada serie se realizarían observaciones sobre: características del fondo, granulometría, pH; materia orgánica del sustrato; B.O.D.; amonio; nitratos; nitritos; fosfatos; alcalinidad; biomasa de Gracilaria; densidad de plantas; // biomasa inividual; histogramas correspondientes a biomasa; porcentaje de plantas rebrotadas; presencia de sistemas subterráneos; proporción de plantas arraigadas y desarraigadas; porcentaje de plantas estériles; porcentaje de tetrasporofitos fértiles y porcentaje de plantas masculinas/ y femeninas fértiles. También se deberán llevar registros/ climatológicos, frecuencia y fechas de tormentas, temperatura y salinidad; turbidez, cantidad de luz incidente y de la que llega al fondo, nubosidad y variaciones en los epífitos y flora y fauna acompañante.

C U L T I V O

Dado el alto valor comercial de las algas rojas agaríferas ha habido durante la última década numerosos intentos de desarrollar su / cultivo comercial. En algunos casos, como el de Eucheuma en Filipinas, se obtuvo un marcado éxito con métodos relativamente sencillos, basados en la capacidad de propagación del alga. En otros casos se obtuvieron buenos resultados en el laboratorio y a escala piloto pero no se pudieron ajustar las técnicas al punto de permitir el desarrollo de los cultivos a nivel comercial.

En el caso de Gracilaria se realizaron experiencias de cultivo sobre varias especies, cuyos resultados analizaremos a continuación. Ha de tenerse en cuenta que no todos los resultados son extrapolables a Gracilaria verrucosa, pero es interesante tener en cuenta los diferentes criterios con que los autores han encarado el problema.

Estos diferentes enfoques pueden ser ordenados principalmente en función de que el lugar de desarrollo de los cultivos sea en el mar o en piletas, cubiertas o no, con aportes de energía para circulación y o iluminación y nutrientes.

En general no se ha informado sobre cultivo a mediana escala de Gracilaria a partir de esporas; aunque se ha logrado obtener crecimiento de Hypnea en el campo sobre ladrillos sembrados de esporas en laboratorio (Mshigeni, 1976). Por lo antedicho los cultivos que mencionaremos a continuación se basan todos en el crecimiento de fragmentos del talo, excepto en el caso de Bird (1975).

Cultivos en piletas

Bird et al (1979a) cultivaron Gracilaria tikvahiae en laboratorio, determinando una velocidad de crecimiento relativo diario de 0,22-0,24 (20°C; 35 E m⁻²S⁻¹; salinidad de 31-32‰; 12 horas de luz / por 12 de oscuridad). En tanques el crecimiento relativo de la misma especie es de 0,14 diario (Edelstein et al, 1976). También sobre G. tikvahiae Lapointe y Ryther (1978) realizaron pruebas en cultivo a mediana escala para determinar la densidad de las plantas, el flujo de medio y la cantidad de nutrientes a agregar para un crecimiento óptimo. Se determinó de esa manera que, para el aprovechamiento de los nutrientes se requiere una acumulación previa de los mismos, y que el flujo de medio tiene importancia para el crecimiento, independientemente del aporte de macronutrientes. Esto último podría deberse a que en el flujo de agua natural existan micronutrientes necesarios que pudieran resultar limitantes, o que el fluir del medio contribuye a la eliminación de metabolitos que pudieran ser inhibidores del crecimiento. En las condiciones de la experiencia el crecimiento estuvo fuertemente correla

cionado con la intensidad luminosa, llegando a $63,7 \text{ Tm Ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$. En Bahía Arredondo la producción neta medida sobre la biomasa // arraigada varió en 1980-1981 entre 22 a $46 \text{ Tm Ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, lo que permite suponer que, de haberse contabilizado la fracción en resaca se hubieran obtenido cifras comparables a las de cultivo. Ryther (l.c.) calculó rendimientos en cultivo forzado en condiciones óptimas entre 20 y $27 \text{ gr. día}^{-1} \text{ cm}^{-2}$ ($73 \text{ a } 98 \text{ Tm Ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$). Hoyle (1978b) indica para Gracilaria bursapastoris y G. coronopifolia crecimientos relativos de 6,4 y 12,24 respectivamente también en tanques.

Aunque existen numerosos intentos de cultivo de agarofitas en sistemas de tanques en el interior, total o parcialmente dependientes de luz artificial, o piletas exteriores, no se han obtenido aún resultados aplicables comercialmente. Un cuidadoso exámen de los problemas y posibilidades para cultivos intensivos de algas / en gran escala fue realizado por Huguenin (1976); los temas analizados por este autor son: determinación de la escala y localización de los sistemas de cultivo; determinación de la producción en diferentes combinaciones de densidad de cultivo, flujo de medio, / adición de nutrientes, aereación, etc.; elección de las especies; forma de las piletas; materiales; circulación del material para a provechamiento óptimo de luz y nutrientes; adición de anhídrido / carbónico; coeficiente de conversión a peso seco y gel; necesidad de energía para circulación y adición de luz, periodicidad de limpieza; velocidad de cosecha y tiempo de residencia; drenaje; costos de la construcción, mantenimiento y operación. De los temas / antedichos el autor mencionado considera como crítico y de díficil resolución los aspectos referentes a la escala de operación, / los problemas hidráulicos y el monitoreo y control, el control de epífitos y la falta de conocimientos acerca de la fisiología de / las algas; señalando que esta línea de trabajo podría ser considerada como una posibilidad de producción comercial en tanto se profundice en los aspectos técnicos que determinan el alto costo de / operación.

Algunas alternativas han sido propuestas para reducir los costos/

del cultivo intensivo en piletas; una de ellas es la utilización de abonos naturales (excrementos de ovejas y conejos) como fuente de nitrógeno. Otra alternativa mucho más elaborada y ambiciosa en sus alcances es la propuesta por Ryther et al (1975) que se basa en el uso de sistemas de policultivo para el tratamiento de desechos cloacales domiciliarios. Este sistema consiste en la // mezcla de las aguas cloacales con agua de mar y su utilización para el cultivo de algas unicelulares; el posterior uso de las mismas para alimentar bivalvos y la utilización de las heces y pseudoheces de estos en la cría de microcrustaceos y poliquetos. Los microcrustaceos y poliquetos se utilizan para alimentar crustáceos comerciales y las sustancias excretadas por los animales que quedan en disolución en el agua son utilizadas como medio de cultivo para agarofitos comerciales, habiéndose obtenido la mayor / producción con la agarofita Gracilaria foliifera. El agua utilizada por las algas macroscópicas es arrojada al mar en condiciones tales que no producirá eutroficación ni contaminación. Gracilaria foliifera, es una especie de clima cálido, por lo que en localidades de clima templado se obtiene mayor rendimiento en verano (Ryther y Goldman, 1975). Dentro de la misma línea de trabajo Ryther et al (1975) ofrecen un modelo físico de reciclado de efluentes cloacales por medio de policultivos similares a los más arriba descritos; uno de los problemas más difíciles de estimar es el de la acumulación de patógenos cloacales, especialmente virus y toxinas, en los organismos destinados al consumo humano. Un problema que ha aparecido cada vez que se han realizado cultivos a partir de fragmentos de talo es el de la interferencia biológica, en el cultivo en tanques o piletas esta interferencia está representada por epífitos que compiten con Gracilaria por la luz. Lapointe y Ryther (1978) señalan como epífitos importantes a Enteromorpha y Ectocarpus mitchellae, esta última especie es una de / las epífitas comunes de G. verrucosa de Golfo Nuevo; Lindsay y // Saunders (1980) encuentran como epífitos más importantes a las diatomeas bentónicas, elemento importante de la epiflora de G. verrucosa en G. Nuevo y B. Arredondo. (Cap. VI).

Cultivo en el mar

Una segunda manera de intentar el cultivo es realizarlo directamente en el mar. Paju y Thomas (1971) realizaron observaciones sobre el crecimiento de inóculos de Gracilaria edulis atados a sogas, los que alcanzaron en cinco meses un tamaño comparable al normal en la naturaleza, pudiéndose obtener tres cosechas anuales, con un promedio de 3,5 Kg. por metro de soga sembrado, por año. Si consideramos separaciones de 1 m. entre soga esta cifra representa $35 \text{ Tm. Ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, lo cual es un buen rendimiento. Un cálculo grosero en base a las pruebas sobre crecimiento en condiciones de cultivo suspendido en Golfo Nuevo (Cap. IV) nos indica entre los 3 y 6 metros del fondo un crecimiento de entre 22 y 34 gramos por inóculo en 32 días; la época de la experiencia (otoño) permite suponer que este crecimiento no es excepcional; los inóculos fueron puestos cada 50 cm., aunque bajara algo la productividad por competencia se podrían atar el doble de inóculos; ahora bien, considerando que en los meses de invierno y principios de primavera el crecimiento en la población natural es mínimo se podrían considerar 8 meses de crecimiento efectivo. Considerando sogas que se colocarán en períodos de uno o dos meses se podrían obtener de 6 a 12 cosechas sobre cuatro o seis metros de soga vertical; considerando una soga por metro cuadrado se podría obtener entre 1,4 y 6,5 Kg. por soga por año o entre $14 \text{ y } 65 \text{ Tm Ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$; es decir, comparable a la estimación de biomasa obtenida en la población natural de B. Arredondo. La aleatoriedad aportada por los factores climáticos hace muy difícil realizar cálculos de este tipo en nuestras costas.

Goldstein (1973) hizo estudios sobre propagación de Gracilaria debilis en el Caribe, los intentos de fijación sobre sogas resultaron negativos, como en nuestro caso, pero obtuvo nuevos discos de fijación sobre rocas.

Saunders y Lindsay (1977) intentaron el crecimiento de Gracilaria verrucosa en cerramientos de red, los resultados fueron pobres// por exceso de fouling y tendencia a la fragmentación. Un segundo intento en bolsas cónicas de polietileno, con circulación de aire

y agua, que determinaba renovación cada 15 horas, en temperatura/ de 15°C y 31,3% de salinidad, tuvo relativo éxito obteniéndose un aumento del 122% en 21 días. Es difícil establecer la productividad real sobre la base de un porcentaje ya que la competencia por la luz puede determinar que el crecimiento individual sea alto/ en densidades bajas pero el porcentaje decrezca al aumentar ésta.

Relación entre cultivo y producción de gel

Thomas y Krishnamurthy(1976) estudiaron la calidad del gel de Gracilaria corticata en cultivo de campo (Raju y Thomas, 1971), llegando a la conclusión que la mejor calidad del gel se obtiene a / a los tres meses de iniciado el cultivo. En la naturaleza la variación de la calidad y cantidad del gel de la mencionada especie es estacional, con máximos a fines de primavera y fines de otoño - invierno.

Una ventaja de los cultivos es que se puede escoger la fase del // ciclo de vida que se prefiere; éste puede tener importancia en los casos en que la cantidad o calidad de gel depende de la fase del / ciclo. Kim y Henriques (1977) encontraron, por ejemplo, que los gametofitos de G. verrucosa presentaban mayor rendimiento de un agar de menor fuerza de gel que los esporofitos. Hoyle (1978) en G. bursapastoris y G. coronopifolia y Penniman (1977) en G. foliiifera no encuentran diferencias significativas a este respecto.

DISCUSION

Los resultados de las diferentes experiencias de cultivo, así como las mediciones de producción natural son difíciles de comparar entre sí, esencialmente por las diferentes escalas de trabajo; resultados alentadores a nivel de laboratorio no se pueden extrapolar a media y gran escala en piletas. En nuestro caso por ejemplo no podemos realizar un cálculo útil, sobre rendimiento de un cultivo, en / base a mediciones sobre sogas puestas en el mar en forma prácticamente aislada; ya que se subestiman de esta forma todas las desventajas de la competencia. Sin embargo del análisis de los trabajos/ mencionados y de la experiencia recogida en el curso del trabajo se

pueden plantear los siguientes puntos:

- 1.- Los cultivos en laboratorio son útiles para determinar la / respuesta biológica del alga en condiciones ambientales controladas.
- 2.- Los cultivos en piletas a mediana escala sirven para profundizar ese conocimiento en tanto se mantenga control sobre / las condiciones.
- 3.- Los sistemas de cultivo comercial en pileta no cuentan aún/ con el conocimiento suficiente en el aspecto biológico para ser económicos. Los sistemas no intensivos en piletas exteriores son más económicos pero su control es dificultoso.
- 4.- La utilización de policultivos es rentable en condiciones socioeconómicas que sean favorables al desarrollo de actividades mariculturales colectivas.
- 5.- El cultivo en el mar suspendido en sogas es factible, pero la mano de obra necesaria para partir de propágulos vegetativos es excesiva.

De todo ello se infiere que para desarrollar la tecnología de cultivo comercial se deberían encarar en primer lugar una serie de experiencias de laboratorio a fin de establecer las condiciones para inducir la esporulación y fijación de las esporadas sobre los sustratos adecuados. Una vez establecidas las condiciones favorables/ a la primera etapa de desarrollo sería necesario encarar la faz ingenieril para obtener plántulas en piletas hasta un tamaño de aproximadamente 2 cm . Por último, en base a la información ecológica / disponible, correspondería determinar el momento más favorable para la colocación de los cultivos en el mar, en condiciones suspendidas o de fondo. De esta manera se conseguirá disminuir el trabajo/ manual del sembrado de las sogas y se evitarán los enormes costos/ operacionales del cultivo intensivo.

BIBLIOGRAFIA

- Abbot, I. 1980 Some field and laboratory studies on colloid producing red algae in Central California. Aquatic // Botany 8: 255-266.
- Abbot, I. A. ; Foster, M.S. and L.F. Eklund Ed. 1980 Pacific Seaweed Aquaculture. Proc. of a Symposium on Useful / Algae. Pac. Sea Grant Advisory Program and the // California Sea Grant Program. (March 6-7, 1980). / Pacific Grove California.
- Agardh, J.G. 1852 Species, Genera et Ordines Algarum 2 (2): 337-720.
- Ahumada, R. y L. Chuecas(en prensa según Romo y Alveal 1979). Algunas características hidrográficas de la Bahía de Concepción (36°40' S, 73°02' W) y áreas adyacentes.
- Alveal, K; Romo, H., 1977 Estudios poblacionales en la pradera de Gracilaria de Isla Los Reyes, Bahía de Concepción. Primeras Jornadas Nacionales de Acuicultura. Concepción. Gayana, Miscelanea N°5: 83.
- Asano, M. ; Kuroda, K.; Asahi, T. 1951 Seasonal variations of the chemical constituents of Gelidium amansii Lam. collected from Usu. Bull. Hokkaido Regional Fisheries Research Laboratory. 1: 28-35.
- Asare, S.O. 1980 Animal waste as nitrogen source for Gracilaria // tikvahiae and Neogadhiella baileyi in culture. Aquaculture 21: 87-91.
- Barilotti, D.C. 1980. Genetic considerations and experimental design of outplanting sites. In Abbot; Foster and Eklund Ed. Pacific Seaweed Aquaculture: 10-19.
- Barros, V; Krepper, C. 1978. Evolución de las características oceanográficas de Golfo Nuevo. Contribución del Centro/ Nacional Patagónico (16): 29 p.
- Bird, N. 1975 Studies on Gracilaria: Ecology of an attached population of Gracilaria sp at Barrachoir Harbour, Colchester Co. N.S. Proc. N.S. Institute of Science // (1974-76) 27: 144-158.

- Bird, N.L.; Chen, L.C.M. and J. Mc Lachlan, 1979 Effects of temperature and salinity of growth in culture of Chondrus crispus, Furcellaria lumbricalis, Gracilaria tikvahiae (Gigartinales, Rhodophyta) and Fucus serratus (Fucales, Phaeophyta). Bot. Mar. 22: 521-527.
- ; Edelstein, T. and J. Mc Lachlan, 1977 Studies on / Gracilaria experimental observation on growth and reproduction in Pomquet Harbour, Nova Scotia. Naturaliste can. 104: 245-255
- ; Mc Lachlan, J. and D. Grund 1977 Studies on Gracilaria, 5. In vitro life history of Gracilaria sp. from the Maritime Provinces. Can J. Bot. 55 (10): 1282-1290.
- Cabioch, J. 1972: A new case of anomaly in the cycle of Gigartinales (Algae, Floridaceae) Gracilaria verrucosa. C.R./ Acad. Sci. (Paris): 275(18): 1979-1981.
- Causey, N.B.; Prytherch, J.P.; Mc Caskill, J.; Humm, H.J. and F.A. Wolf 1946 Influence of environmental factors upon/ the growth of Gracilaria confervoides. Bull. Duke// Univ. Sta. 3: 19-24
- Conover, J.T. 1964. The ecology, seasonal periodicity and distribution of benthic plants in some Texas lagoons. Bot. Mar. 7: 4-41
- Chapman, A.R.O.; Edelstein, T. and P.J. Power, 1977 Studies on / Gracilaria l. Morphological and anatomical variation in samples from the lower Gulf of St. Lawrence and New England. Bot. Mar. 20 : 149-153.
- Daget, J., 1979 Les Modeles Mathématiques en Ecologie. Masson. 170p.
- Dawson, E.Y., 1949. Studies of northeast Pacific Gracilariaceae. / Hancock Found. Occ. Papers 7: 1-54.
- Dellarossa, V. 1974. Estudios ecológicos sobre Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfus 1950 en Bahía S. Vicente y Bahía Dichato, Chile. Tesis de Licenciatura; Univ. Concepción 143 pp. (según Romo y K. Alveal 1979).
- De Vido de Mattio, N. y J.L. Esteves, 1978 Estudio preliminar de/

la variación estacional de parámetros físicos y/ químicos en el área de Bahía Nueva (Golfo Nuevo, Pcia. del Chubut). Contribuciones del Centro Nacional Patagónico N°17.

D'Ignoti, G. (en preparación) Estudios químicos del agar de Gracilaria verrucosa de la Argentina. 1. Variación estacional cuantitativa.

Doty, M.S. 1971a Measurements of water movements in reference to benthic algal growth. Bot. Mar. 14 (1): 32-35.

----- 1971 b Physical factors in the production of tropical benthic marine algae in J.D. Costlow Ed., Fertility of the Sea 1 : 99-122.

----- 1980 Outplanting Eucheuma species and Gracilaria species in the tropics. In Abbott, Foster and Eklund ed. Pacific Seaweed Aquaculture: 19-22.

Edelstein, T. 1977 Studies on Gracilaria sp.: Experiments on inocula incubated under greenhouse conditions. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 30 (3) : 249-260.

-----; Bird, C.J. and J. Mc Lachlan 1976 Studies on Gracilaria 2. Growth under greenhouse conditions. Can. J. Bot. 54 (19): 2275-2290.

-----; Chen, L.C.M. and J. Mc Lachlan 1978 Studies on Gracilaria Reproductive structures of Gracilaria (Gigartinales; Rhodophyta). J. Phycol. 14: 92-100.

Edwards, P. and D. Kapraun , 1973 Benthic Marine algal ecology in the Port Aransas - Texas area. Contrib. in Marine Science. (University of Texas Marine Science Inst.) 17 : 15-22.

Esteves, J.L. ; de Vido N. ; Cejas, J. y J. Frontali, 1981 Evolución de parámetros químicos y físicos en el área de Golfo Nuevo (Bahía Nueva). Contribuciones del Centro Nacional Patagónico N°57: 25 p.

Feoli, E. y D. Lausi 1979 Attività fotosintetica di Gracilaria verrucosa (Huds.) Papenfuss. Boll. della Soc. Adriatica di Scienze. 63 : 73-81.

- Gadgil, M. 1971 Dispersal: population consequences and evolution
Ecology 52: 253- 261.
- Gayral, P. 1966. Les algues des côtes Françaises (Manche & Atlantique) Ed. Doin Paris.
- Goldstein, M.E. 1973. Regeneration and vegetative propagation of the agarophyte Gracilaria debilis (Forsskal) Borgesen (Rhodophyceae). Bot. Mar. 16: 226-228.
- Greville, R.K. 1830 Algae Britannicae. Edinb.
- Haritonidis, S. and I. Tsekos, 1974 A survey of the marine Algae of Thassos and Mytilene Islands, Greece. Bot. Mar. 17: 29-30.
- Harper, J.L. 1977 Population biology of plants. Acad. Press 857 pp.
- Harvey, W.H. 1845 Phyc. Brit. London.
- Hoyle, M.D. 1975. The literature pertinent to the red algal genus Gracilaria in Hawaii. Mar Agron. U.S. Grant Progr. Techn. Rep. 3 : 256 p.
- ; 1978 a. Agar studies in two Gracilaria species (G. bursapostoris) (Gmelin) Silva and G. coronopifolia (J. Agardh) from Hawaii I. Yield and gel strength in the gametophyte and tetrasporophyte generations. Bot. Mar. 21:343-345.
- ; 1978 b. Reproductive phenology and growth rates in two species of Gracilaria from Hawaii. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 35: 273-283.
- Hudson, W. 1762 Flora Anglica 156 p. Londres.
- Huguenin, J. 1976 An examination of problems and potentials for future large-scale intensive seaweed culture systems. Aquaculture 9 : 313-342.
- Humm, H.J. 1951 The seaweed resources of North Carolina In H.F./ Taylor Ed. of Marine fisheries of North America: 231-250.
- Isaac, W.E. 1956 The ecology of Gracilaria confervoides (L.) Grev. in South Africa with special reference to its ecology in the Saldanha-Langebaan Lagoon. Proc. Intl. Seaweed Symp 2: 173-184.
- Jaramillo, M.O. 1975 Las algas en Chile. Servicio Agrícola y Gan

dero división Pesca y Caza. Santiago de Chile //
114 p.

- Johnson, T. 1888 Procarpium and fruit in Gracilaria confervoides
Grev. Ann. Bot. 1 (384): 213-222.
- Jones, W.E. 1956 Effect of spore coalescence in the early develop-
ment of Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss.
Nature (London) 178: 426-427.
- ; 1957 Some aspects of growth and development in /
Gracilaria verrucosa (Huds.) Papenfuss. Brit. //
Phycol Bull. 5 : 16
- ; 1959 a The growth and fruiting of Gracilaria verru-
cosa (Huds.) Papenfuss. J. Mar. Biol. Ass. U.K.
38 : 47-56.
- ; 1959 b Experiments on some effects of certain envi-
ronmental factors on Gracilaria verrucosa (Huds.)
Papenfuss. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 38: 153-167.
- ; 1962 The identity of Gracilaria erecta (Grev.) Grev.
Brit. Phycol. Bull. 2: 140-145
- Joyce, L. y B. Santelices 1978 Producción y explotación de algas en
Chile Biol. Pesquera (Chile) 10: 3-26
- Kalle, K. 1972 Dissolved gases. In O. Kinne Ed. Marine Ecology 1/
(3) : 1451 -1457.
- Katada, M. 1963 Propagation of Gracilaria verrucosa (Huds.) Papen-
fuss by spores I. Suisan Zoshoku 10 (2): 105-112.
- Killian, K. 1914 Uber die Entwicklung einiger Florideen. Zeitschr.
Bot. 6: 209-278.
- Kim, D.H. 1970 Economically important seaweeds in Chile. 1. Graci-
laria Bot. Mar. 13 (2) : 140-162.
- y A. Candia 1977 Una nota sobre el cultivo unial-
gal de Gracilaria procedente de la Isla Santa María
y Río Tubul, Provincia de Arauco, Chile. Primeras
Jornadas de Acuicultura, Concepción. Gayana Miscel-
anea N°5 : 79.
- ; Krisler Alveal, J. y H. Romo 1980 Acuicultura y ma-
nejo de recursos algológicos. Estudio financiado
por la Vice-Rectoría de Investigaciones de I

- versidad de Concepción (CIC 20833, CIC 20853)/
Registro 2002 (14-3-80) 14 p. (fotocopia).
- ; 1969 Resultados preliminares sobre crecimiento
de Gracilaria lemaneiformis y contribución a la
industrialización de esta alga y otras agarofi-
tas. Informe de contrato de investigación entre
la Universidad de Concepción y el Instituto de
Fomento Pesquero. 3 : 1-28..
- Kylin, H. 1930 Über die Entwicklungsgeschichte der Florideen.
Lunds Univ. Arsskr N.F. Avd. 2, 26 (6) : 1-104
- ; 1956 De Gattungen der Rhodophyceen. Gleerup,
Lund XV + 673.
- Lanfredi, N.W. 1974 Corrientes superficiales en aguas costeras del
Golfo Nuevo. Contribución del Centro Nacional Pa-
tagónico N°1.
- Lapointe, B.E. and J.H. Ryhter 1978 Some aspects of the growth and
yield of Gracilaria tikvahiae in culture.
Aquaculture 15: 185-193
- Legendre, L. et P. Legendre 1979 Ecologie numérique I, II Masson et
Cie 254 + 197.
- Lindsay, J.G. and R.G. Saunders 1980 Enclosed floating culture of
marine plants. In Abbott, Foster and Eklund Ed.
Pac. Seaweed Aquaculture: 106-116.
- Mc Lachlan, J. 1979 Gracilaria tikvahiae (Rhodophyta, Gigartinales,
Gracilariaceae) from the northwestern Atlantic.
Phycologia 18 (1) : 19-23.
- and T. Edelstein 1977 Life history and culture of
Gracilaria foliifera (Rhodophyta) from southern
Devon. J. Mar. Biol. Ass. 57 (3) : 577 -586.
- ; Van der Meer, J.P. and N.L. Bird 1977 Chromosome
numbers of Gracilaria foliifera and Gracilaria sp
(Rhodophyta) and attempted hybridization, J. Mar.
Biol. Assoc. U.K. 57 (4) : 1137 -1142.
- Magne, F. 1964 Recherches caryologiques chez les Floridées (Rhodophy-
cées) Cah. Biol. Mar. 5: 461-471 .

- May, V 1948 The algal genus Gracilaria in Australia. Bull. Conc. Sci. Ind. Res. N°235. 64 p.
- Mayer, A.M.S. 1981. Studies on Gracilaria sp. in Bahía Arredondo Chubut province, Argentina. Intl. Seaweed Symp. 10 : 705-710.
- Michanek, G. 1978 Trends in applied phycology. Bot. Mar. 21 : 469-475.
- Mitrakos, K. 1964 Zum Wachstum von Karposporen -Kemlingen der Rotalge Gracilaria confervoides (L.) Grev. Bot. Mar. 7 (1-4): 64-75.
- Mshigeni, K.E. 1976 Field cultivation of Hypnea (Rhodophyta) spores for carrageenan. Prospects and problems. Bot. Mar. 19 : 227-230.
- Nelson, S.G.; Tsutsui, R.N. and B.R. Best 1980 A preliminary evaluation of the mariculture potential of Gracilaria (Rhodophyceae) in Micronesia. Growth and ammonium uptake. In Abbott, Foster and Eklund, Pac. Seaweed Aquaculture : 72-79.
- Nicotti, M.E. 1977 The impact of crustacean herbivores on cultured seaweed populations. Aquaculture 12 (2) : 127-136.
- Ogata, E. T.; T. Matsui and N. Nakamura 1971 The complete life cycle of Gracilaria verrucosa in vitro. In Intl. Seaweed Symp. 7 : 135.
- 1972 The life cycle of Gracilaria verrucosa (Rhodophyceae, Gigartinaceae) in vitro. Phycologia 11 (1): 75 - 80.
- Ohmi, H. 1955 Contributions to the knowledge of Gracilariaceae from Japan. Bull. Fac. Fish. Hokkaido University 5 (4) : 320 - 331.
- , 1958 The species of Gracilaria and Gracilariopsis from Japan and adjacent waters. Mem. Fac. Fish. Hokkaido University 6 (1) : 1-66
- , 1968 A descriptive review of Gracilaria form Ghana, West Africa. Bull. Fac. Fish. Hokkaido University 19 (2) : 83-86.

- Oliveira, J.C. 1968 Recherches sur le développement et les organes reproducteurs de Gracilaria verrucosa (Huds.) Papenfuss; G. foliifera (Förskl.) Börgesen et G. compressa (C. Agardh) Greville. Tesis, Fac. Sci. Paris 3^{me} Cycle.
- 1969, Recherches sur le développement et les organes reproducteurs des Gracilaria de La Manche Rev. Cienc. Biol. Lab. Bot. Univ. Laurenc. (Mocambique) 2 Ser. A : 11-49.
- Oza, R.M. 1975, Studies on Indian Gracilaria I. Carpospore and/tetraspore germination and early stages of development in Gracilaria corticata J. Ag. Bot. Mar. 18 (4) : 199 -201.
- 1976, Ibid II. The development of reproductive structures of Gracilaria corticata. Bot. Mar. 19 : 107 - 114.
- and V. Krishanmurthy 1968 Studies on carposporic rhythm of Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss. Bot. Mar. 11 (1-4) : 118-121.
- Papenfuss, G.F. 1950. Review of the genera of algae described by Stackhouse. Hydrobiologica 2 (3) : 181-208.
- , 1963 Catalogue and Bibliography of Antarctic and Subantarctic benthic marine algae. Antartic Res. Ser. 1 (2) : 1-76
- , 1966 Notes on algal nomenclature. V. Some / Chlorophyceae and Rhodophyceae, Phykos 5 (1-2) 95 -105.
- Penniman, C.A., 1977 Seasonal chemical and reproductive changes in Gracilaria foliifera (Forssk) Boerg. from Great Bay, New Hampshire (U.S.A.) J. Phycol. 13 (suppl): 53.
- Philips, R.V. 1925 On the origin of the cystocarp in the genus Gracilaria Ann. Bot. 39 : 789-803
- Pillsbury, R.W. 1950. Natural anchoring of the red alga Gracilaria confervoides (L). Grev. on unstable bottom by association with an annelid worm.

Can. J. Res. (Sect. C) 28: 471 -476.

Pinheiro, F.C.; Joly, A.B. 1966 The sexual male plants of Gracilaria cearensis (Joly et Pinheiro) Joly et Pinheiro. Arqu. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará 6 (2) : 131 - 134.

Pujals, C. 1963 Catálogo de Rhodophyta citadas para la Argentina. Rev. Mus. Arg. Cs. Nat. (Ser. Sc. Bot.) 3 (1) : 1-139.

Raju, R.V. 1971. The effect of in situ application of growth hormones Bot. Mar. 14 : 129 - 131.

----- and P.C. Thomas 1971 Experimental field cultivation of Gracilaria edulis (Gmel.) Silva Bot. Mar. 14 (2) : 71-75.

Rao, K.R. and P.C. Thomas 1974 Shedding of carpospores in Gracilaria edulis (Gmel.) Silva Phykos 13 (1) : 54-59

Romo, D.H. y Krisler Alveal, V. 1979 Estudios poblacionales en la pradera de Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss de Isla de Los Reyes, Bahía de Concepción Ciencia y Tecnología del Mar., CONA. 4 : 15-26.

----- y V. Dellarossa 1979 Biología de Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss en Chile central. Actas del 1º Simposio Algas Marinas Chilenas: 155-163.

Ryther, J.H. 1979 Cultivation of macroscopic marine algae and // freshwater weeds. U.S. Dept. Energy Contract EY - S - 02 - 2948 Progress Report May 1-Dic. 31/1978 (Woods Hole Oc. Inst., Mass. 02543).

----- and J.C. Goldman 1974 A waste recycling - marine aquaculture system. Proc. Mar. Tech. Food and Drugs from the Sea. Nº17 - 21 : 134-143.

----- et al 1975 Physical model of integrated waste recycling marine polyculture systems.

Aquaculture 5 : 163 - 177

Santelices, B.; Fronck, E.; Bravo, R.; Montalva, S. y M. Vera 1977 Efecto de factores ambientales sobre el crecimiento de Gracilaria de Coquimbo. Primeras Jor

- nadas Nac. de acuicultura. Chile. Gayana Miscelánea N°5 : 77.
- Saunders, R.G. and J.G. Lindsay 1979 Growth and enhancement of the agarophyte Gracilaria (Florideophyceae) Intl. Seaweed Symp. 9 : 249 -255.
- Sawada, T. 1956 Studies on carpospore liberation in Gracilaria / verrucosa (Hudson) Papenfuss, III Carpospore liberation not accompanied by drying. Sci./Bull. Fac. Agric. Kyushu. 16 : 387-396.
- Segawa, S.; Ogata, E. and T. Sawada 1955 Studies on carpospore liberation in Gracilaria verrucosa (Huds.) Papenfuss I: Carpospore liberation accompanied with half drying Sci. Bull. Fac. Agric. Kyushu Univ. 15 : 235-243.
- 1955 b Ibid. II: On the mechanisms of carpospore liberation. Sci. Bull. Fac. Agric. Kyushu Univ. 15 : 245 - 254.
- Servicio de Hidrografía Naval de la Armada Argentina. Derrotero Argentino.
- Tablas de marea para los años 1978-1982.
- Silverthorne, S. (1977) Optimal product from a seaweed resource Bot. Mar. 20 : 75-98
- Simonetti, G.; Giaccone, G. and S. Pignatti 1970 The seaweed Gracilaria confervoides, an important object for // autoecologic and cultivation research in the / northern Adriatic Sea. Helgo. Wiss. Meeresunters. 20 (1-4) : 89-96.
- Sjoestedt, C. 1926 Floridean studies. Lunds Univ. Arsskr. N.F. 2, 22 : 1-94.
- Snedecor, G.W. y W. Cochran, 1967 Métodos Estadísticos. Co. Ed. Continental (Méx.) 703 p.
- Stokke, K. 1956 The resistance of Gracilaria confervoides to hydrogen sulphide. Intl. Seaweed Symp. 2. 210-214.
- 1957 The red alga Gracilaria verrucosa in Norway Nytt. Magg Bot. (Oslo) 5 : 101-111.

- Strickland, J.D.H. and T. R. Parsons 1972 A practical Handbook of seawater analysis. Fish. Res. Bd. Canada Bull. 167 p.(2nd. Ed.).
- Thomas, P.C.; Rama Rao, K. and K. Subbaramaiah 1975. Changes in the natural growth of Gelidiella acerosa (Förskl) Feldman et Hamel in a Exploited population. Bot. Mar. 18 : 241-243.
- and V. Krishnamurthy 1976 Agar form cultured Gracilaria edulis (Gmel.) Silva Bot. Mar. 19 : 115-117.
- Tsekos, J. and S. Karataglis 1974 Der Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von Karposporen Keimlingen der Rhodophyceae Gracilaria confervoides . Bot. Mar. 17 : 223 - 226.
- Tsuji, Y. 1958 A study of Gracilaria in Lake Akkeshi 105 p. (En jap.)
- Van der Meer, J. 1977. Genetics of Gracilaria (Rhodophyceae, Gigartinales). 2, The life history and genetic implications of cytokinetic failure during tetra spore formation. Phycologia 16 (4) : 367-371.
- and N.L. Bird 1977 Genetics of Gracilaria sp. / (Rhodophyceae, Gigartinales). 1, Mendelian // inheritance of two spontaneous green variants. Phycologia 16 (2) : 159 - 161.
- and E.R. Todd 1977 Genetics of Gracilaria sp. // (Rhodophyceae, Gigartinales). 4, Mitotic recombination and its relationship to mixed phases in the life history. Can. J. Bot. 55 (22) : 2810-2817.
- Yamamoto, H. 1969, On the male reproductive organs of the three species of Gracilaria in Japan. Bull. Fac.Fish. Hokkaido Univ. 20 : 22-24.
- 1973 a The reproductive male organ of Gracilaria incurvata Okamura. Bull. Jap. Soc. Phycol. 21. : 57-59.

- 1973 b. The development of the male reproductive organ of Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss. Bull. Jap. Soc. Phycol. 11 : 130 -132.
- 1975 The relationship between Gracilariopsis and Gracilaria from Japan. Bull. Fac. Fish Hokkaido Univ. 26 (3) : 217-222.
- Wilkominsky, F.W. 1976 Control of quality of Gracilaria lemaneiformis Bol. Soc.Biol. Concepción 49 : 219-222.
- Williams, R.H. 1945 Seaweed utilization in South Florida, Quart. J. Fla. Acad. Sci. 8 : 161-170.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Delia Rabinovich de Halperin en quien orgullosamente reconozco a mi maestra, al Dr. Jorge Wright por la tutoría durante el curso de Doctorado. A la Lic. Ma. Luz Piriz y a la Ing. Agrónoma Marta Collantes por la lectura de los borradores. Al Sr. Héctor Gallelli por su ayuda en computación. A la Sra. Mariana Dacar de Berón por la dactilografía; a los Sres. Franco Pertini y Gustavo Arnoldi por las fotos y dibujos. A la profesora Carmen Pujals por la información en aspectos taxonómicos. A la Lic. Isabel Kreibohn de Paternoster y Sres. Roberto Taylor, Pedro Dominguez, Mariano Medina, Hugo García y Antonio Monochio por su colaboración en los muestreos. A los Sres. José Ma. Molina, Jorge Muse y Gregorio D' Ignoti por la discusión de los temas referentes a factores ambientales de naturaleza físico - química. A Patagonia Comercial S.A. por su apoyo en las campañas a B. Arredondo. A la Dirección de Pesca del Chubut por las estadísticas inéditas. Al Sr. Director del Centro Nacional Patagónico, Ing. Osvaldo R. Sala por las facilidades otorgadas.

A mi esposo por su paciencia y ayuda. Gracias.

