



DEMOGRAFIA, REPRODUCCION Y PROPAGACION EN POBLACIONES DE GRACILARIA VERRUCOSA (HUDSON) PAPERFUSS DE LA PROVINCIA DE CHUBUT (REP. ARGENTINA).I.



GOLFO NUEVO

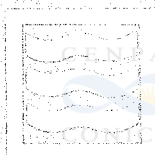


BORASO de ZAIXSO, Alicia L.

KREIBOHN de PATERNOSTER, Isabel C.



Centro Nacional Patagónico
Consejo Nacional de Investigaciones
Científicas y Técnicas



CENTRO NACIONAL PATAGONICO



DEMOGRAFIA, REPRODUCCION Y PROPAGACION EN POBLACIONES DE *GRACILARIA VERRUCOSA* (HUDSON) PAPENFUSS DE LA PROVINCIA DE CHUBUT (REP. ARGENTINA). I. GOLFO NUEVO.



BORASO de ZAIXSO, Alicia L. *

KREIBOHM de PATERNOSTER, Isabel C. *



RESUMEN



Se estudió la variación temporal de parámetros relacionados con el ciclo reproductivo y vegetativo de una población de *Gracilaria verrucosa* de golfo Nuevo, (Chubut, Argentina) durante 1979–1981. A tal fin fueron analizadas la densidad (número de plantas/m²); la biomasa húmeda (g/m²); la proporción de tipos morfológicos; la fase del ciclo reproductivo y el peso y la longitud de las plantas. La biomasa por unidad de superficie varió desde 130–200 g/m² hasta 700–1000 g/m² en peso húmedo. Los valores menores son característicos del invierno y los mayores del verano, registrándose bruscos aumentos y disminuciones no regulares en varias fechas intermedias, así como una tendencia general decreciente de la biomasa/m² en todo el período del estudio. La mayor actividad reproductiva se desarrolla al final de la primavera y en el verano, aunque es dable encontrar plantas maduras todo el año.



A través de las variaciones en la proporción de tipos morfológicos, de la aparición de plantas con ramulas apicales y laterales y de la relación temporal entre la aparición de determinados tipos morfológicos y los períodos de reclutamiento observables en los histogramas de tamaño de las plantas, se postula la importancia de los mecanismos de propagación vegetativa por fragmentación junto con los de reproducción sexual y asexual para el mantenimiento de esta población. Las variaciones en biomasa/m² observadas se interpretan como el producto de variaciones periódicas relacionadas con el ciclo vital del alga, tanto en sus aspectos vegetativos como reproductivos; éstas variaciones regulares se verían modificadas por factores del ambiente.



* Investigador Independiente (CONICET)

Centro Nacional Patagónico (CONICET)

28 de Julio Nro. 28 – (9120) Puerto Madryn – Chubut – Argentina.



ISSN 0325-9439	CONTRIBUCION Nro. 99	PUERTO MADRYN	Pags. 26	NOVIEMBRE 1984
-------------------	-------------------------	------------------	-------------	-------------------



ABSTRACT

DEMOGRAPHY, REPRODUCTION AND PROPAGATION IN POPULATIONS OF *GRACILARIA VERRUCOSA* (HUDSON) PAPANFUSS AT CHUBUT PROVINCE (ARGENTINA). I. GOLFO NUEVO.

Variation through the year of biological parameters related to the reproductive and vegetative conditions were studied on a *Gracilaria verrucosa* population at Nuevo gulf (Chubut, Argentina) during 1979–1981. With this purpose the following parameters were analyzed: biomass (as wet weight in g/m^2), density (number of plants/ m^2); proportions of morphologic types; proportions of different reproductive phases, and plants weight and length. Biomass/ m^2 showed a seasonal variation component with a maximum in summer and a minimum in winter, but sudden increases and decreases could be observed in some dates, as well as a general decreasing trend throughout the period of the study. Reproductive activity occurs more actively during spring and summer, but mature plants are found all the year round. Through morphologic, reproductive and developmental correlation with recruitment periods, the importance is postulated of propagative mechanisms, together with reproductive sexual activity, in the maintainment and survival of this population. Biomass variation through the year seems to be related to the algal reproductive and vegetative cycle modified by environmental factors.

INTRODUCCION

Las especies del género *Gracilaria* (Gracilariaceae, Gigartinales, Rhodophyta) son una importante fuente de materia prima para la producción de agar. Su interés económico ha promovido su estudio desde variados enfoques que comprenden: cultivos, fisiología, reproducción, genética, sistemática y biología poblacional. Hoyle (1975 y 1978) hace una importante recopilación hasta esa fecha y en el 11th. International Seaweed Symposium (1984) se dedican dos minisimposios a la taxonomía y biología del cultivo de este género. Circunscribiéndonos a la especie que es objeto de este trabajo y a los temas referidos a estudios sobre sus poblaciones naturales, podemos mencionar los siguientes antecedentes: Jones (1959); Oza y Krishnamurthy (1967); Romo y Krisler Alveal (1979) y Westermeier et al (1983) entre otros.

En Argentina no existen prácticamente antecedentes sobre *Gracilaria*, excepto el trabajo de Mayer (1981) referido al relevamiento de una población comercial y los de Boraso de Zaixso (1983 a y b) que abarcan varios tópicos sobre biología poblacional y crecimiento de la especie.

Las poblaciones de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papanfuss de la Argentina se encuentran localizados en la provincia del Chubut, entre golfo Nuevo ($43^{\circ}44' S.$) y Bahía Bustamante ($45^{\circ}02' S.$).

La explotación de esta especie, especialmente en Bahía Bustamante, Bahía Melo y Bahía Arredondo, dan lugar a una actividad regional en los aspectos de recolección e industrialización para producción de agar, la cual ocupa un número relativamente importante de personas.

En la década del setenta existía en golfo Nuevo, frente a la ciudad de Puerto Madryn, una población

infralitoral estable de *G. verrucosa*, la cual habría sido objeto de cosechas no controladas. A la fecha se han podido observar en esa zona varios núcleos poblacionales esporádicos y un área donde la población es permanente, en la cual realizamos el presente estudio.

En esta contribución se describen las características demográficas, reproductivas y de la propagación vegetativa de dicha población a lo largo de dos años. Las variaciones de los parámetros biológicos son analizadas con el fin de establecer o desechar la existencia de pautas estacionales y plantear un esquema de funcionamiento de la población.

Se agradece a los Sres. Antonio Monochio, Roberto Taylor, Mariano Medina y Pedro Dominguez por su colaboración en el campo y laboratorio, al Sr. Gustavo Arnoldi por su ayuda en las ilustraciones y a la Srta. Graciela Formella por el dactilografiado y composición final del trabajo.

MATERIAL Y METODOS

La población estudiada se encuentra en golfo Nuevo (43° 44' S.), Prov. del Chubut, frente a la ciudad de Puerto Madryn (Fig. 1). La pradera se ubica en profundidades entre 6 y 9 metros en marea media, sobre sustrato mueble, homogéneo, de limo y pedregullos.

Se evaluaron los siguientes parámetros biológicos: densidad (biomasa húmeda en gr/m^2 y número de individuos por unidad de superficie); biomasa individual de las plantas; su longitud máxima; su estado reproductivo; la presencia de la porción basal y de ramiolas en crecimiento y el tipo morfológico de las plantas.

El tamaño y número de las muestras fueron fijados en función de acotar los límites de confianza del promedio de la biomasa por unidad de superficie en un $\pm 10\%$ del valor del mismo, con una probabilidad del 95%. Para ello se estableció un área con una serie de muestra de $1 m^2$; $0,5 m^2$; $0,25 m^2$ y $0,125 m^2$; eligiéndose la de un cuarto de metro cuadrado, ya que con esa medida se obtenían similares estimaciones que con las de medio y un metro cuadrado. A continuación se realizaron dos series de muestreos con el fin de determinar el número de muestras, observándose que con 9 réplicas se tenía la precisión y límites de probabilidad antedichos. Posteriormente algunas muestras resultaron con varianzas mayores que los muestreos pilotos, llevando el límite de confianza a $\pm 15\%$.

Los datos de biomasa por unidad de superficie fueron transformados de forma de extraer la tendencia general decreciente respecto al tiempo mediante la regresión:

$$B = 588.29 - 13.349 (t)$$

En la que B es la biomasa (gr/m^2) y t es el tiempo (meses); el coeficiente de correlación ($r = 0,61$) con 32 grados de libertad indica correlación lineal significativa. Las correspondientes medias ajustadas (B_a) se calcularon a través de la relación:

$$B_a = B + 13.349 t$$

A continuación, para contar con una imagen de las variaciones estacionales, se calcularon los pro-

medios móviles (B_j) según la expresión :

$$B_j = \frac{\sum_{i=j-d}^{j+d} B_{ai}}{k}$$

Donde B_{ai} es el promedio ajustado al tiempo de la biomasa por unidad de superficie en la fecha i ; y $k = 2d + 1$ es el número de datos promediados. La correspondiente serie de datos transformados B_j fue analizada para constatar oscilaciones regulares a través del cálculo de autocorrelación para corrimientos sucesivos (d) de uno hasta trece meses (Daget, 1979).

Un análisis similar fue aplicado a las variaciones en número de individuos/m², circunscripto a los individuos de más de 3 cm. de longitud.

Los límites de confianza de los promedios de biomasa y longitud por planta pueden acotarse en un $\pm 15\%$ con nivel del 95 % de probabilidad midiendo 100 plantas, este número fue calculado en base a mediciones efectuadas en dos muestreos pilotos (octubre/78 – enero/79) sobre un total de 263 y 865 plantas respectivamente.

La biomasa por planta y la longitud fueron analizadas por medio de sendos análisis de la varianza, en los que los contrastes ortogonales fueron planteados de forma de comparar aquellas épocas en que se hubieran verificado máximos o mínimos en la componente estacional de variación de biomasa/m². Así finalmente quedaron planteados los siguientes contrastes : Veranos--inviernos (contraste 1); primaveras y otoños (contraste 2); cada estación del primer año con la misma del segundo (contraste 3 a 6); y finalmente el último contraste posible dentro de este esquema, que enfrenta veranos e inviernos por un lado contra otoños y primaveras por el otro.

Habiéndose notado una variación morfológica en los muestreos previos, se definieron cuatro tipos morfológicos que cubrían el rango observado y se clasificaron las plantas según los mismos, con el fin de analizar su posible correspondencia con estados de desarrollo y la variación en el tiempo de sus respectivas proporciones.

Los tipos morfológicos mencionados son los siguientes (Fig. 2) : tipo "A", es el más sencillo, con un solo eje que domina el crecimiento y ramas, generalmente simples que varían en densidad y largo ubicadas en toda la extensión del eje. El tipo "B" presenta varios ejes de crecimiento y corresponde a las plantas más robustas. El tipo "C" muestra un solo eje ramificado, excepto en el ápice donde prolifera abundantemente. El tipo "D" se caracteriza por un eje trunco en el ápice, estando el crecimiento localizado en ramas laterales, generalmente robustas y ubicadas frecuentemente unilateralmente.

Las plantas tipo A son las de morfología más sencilla por lo que probablemente correspondan a etapas tempranas del desarrollo y sean parte importante de la población en los momentos de reclutamiento. Bajo esta hipótesis se analizaron las variaciones en proporción de plantas "A" en las diferentes estaciones del año con el mismo esquema expuesto más arriba para la comparación de los tamaños de las plantas. Se utilizó a tal fin un análisis de ji cuadrado según Maxwell (1966), que calcula el estadístico mediante la expresión :

FIGURA 1.— Ubicación de la pradera estudiada en Golfo Nuevo.— (Rectángulo en negro).

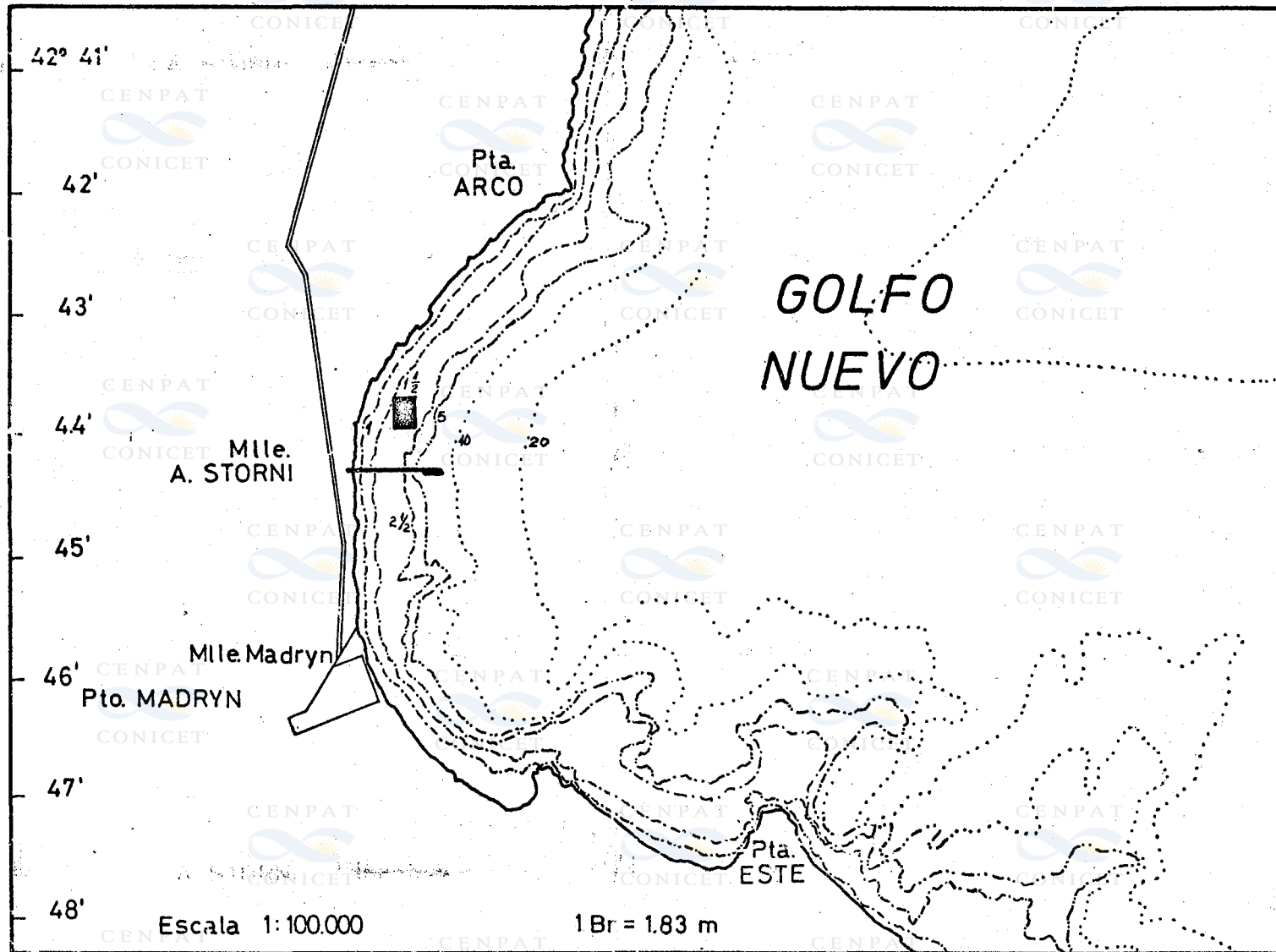
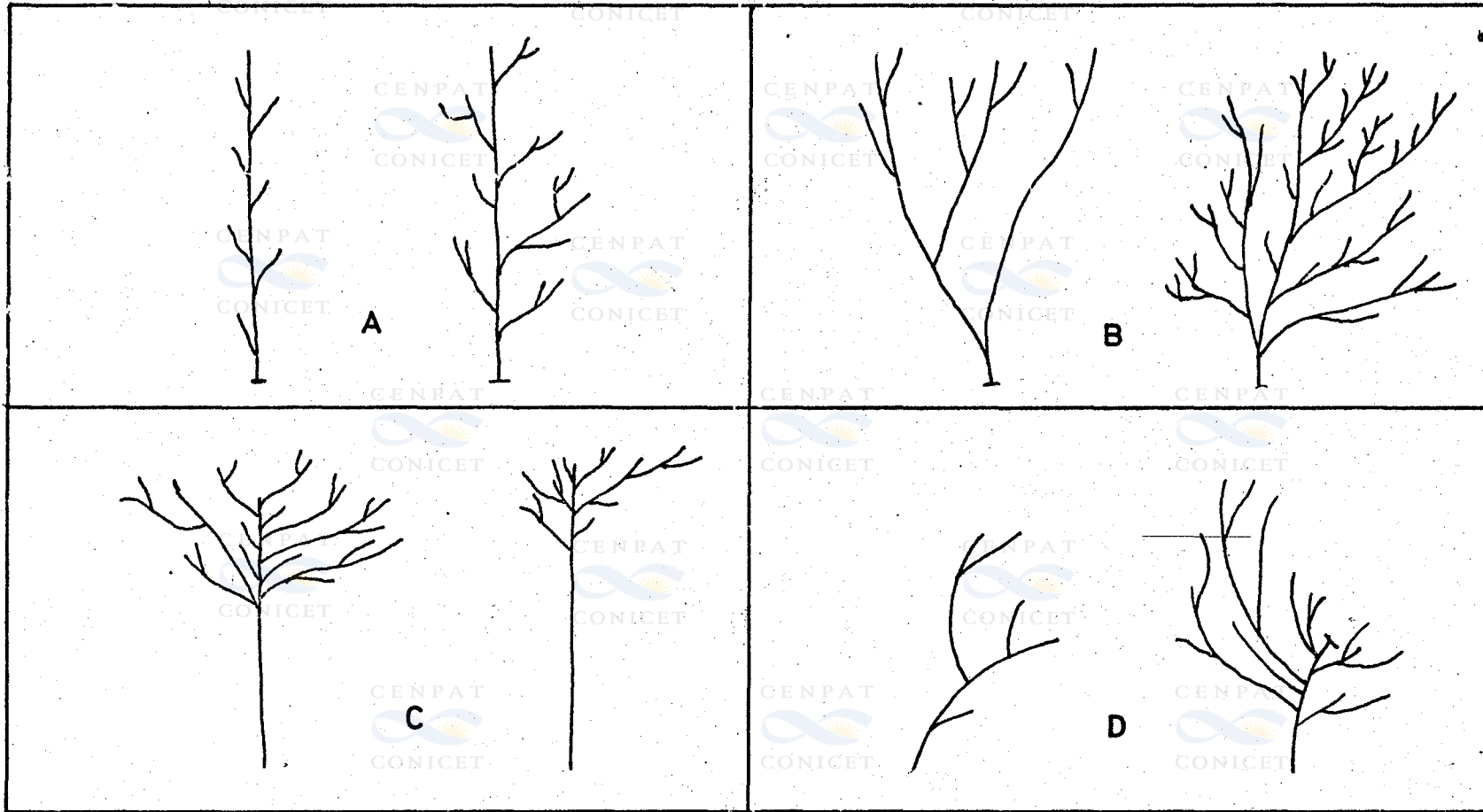


FIGURA 2.— Tipos morfológicos de *G. verrucosa* en Golfo Nuevo; para cada tipo se ilustran dos grados de ramificación. Si bien solo se indica zona de fijación en los tipos A y B, ésta también puede existir en ejemplares C y D.—



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

Donde: x_j = número de plantas de tipo A en el grupo j.

P_j = probabilidad de una planta de tipo A en 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.

\bar{q} = $1 - \bar{p}$

Bajo la hipótesis de que las ramas con râmulas apicales y/o laterales en activo crecimiento pueden contribuir al mantenimiento de la población al fragmentarse las plantas, fue calculada la proporción de plantas con y sin râmulas ("brotes") en cada fecha. A posteriori se analizó la relación entre la proporción de plantas con ramas brotadas apicalmente y la densidad de plantas tipo C en el período subsiguiente, ya que la morfología de estas plantas permite pensar en su origen en tales ramas.

Por otra parte se analizó mediante los correspondientes test de ji cuadrado la relación entre los diferentes tipos morfológicos y la presencia de parte basal adherida a sustrato que pudiera indicar su origen en un mecanismo reproductivo y no por fragmentación.

Los porcentajes de plantas con râmulas apicales laterales, de plantas cistocárpicas y de tipos morfológicos, se calcularon en base a 100 individuos, este número determina límites de seguridad del $\pm 10\%$ o menores al nivel del 95 % de probabilidad.

Las proporciones de plantas reproductivamente diferenciadas (plantas tetraspóricas, masculinas y cistocárpicas) se determinaron sobre submuestras ($n = 50$) mediante observaciones con microscopio estereoscópico, complementadas con microscopía de transmisión con 100 y 400 aumentos según el grado de maduración de las plantas.

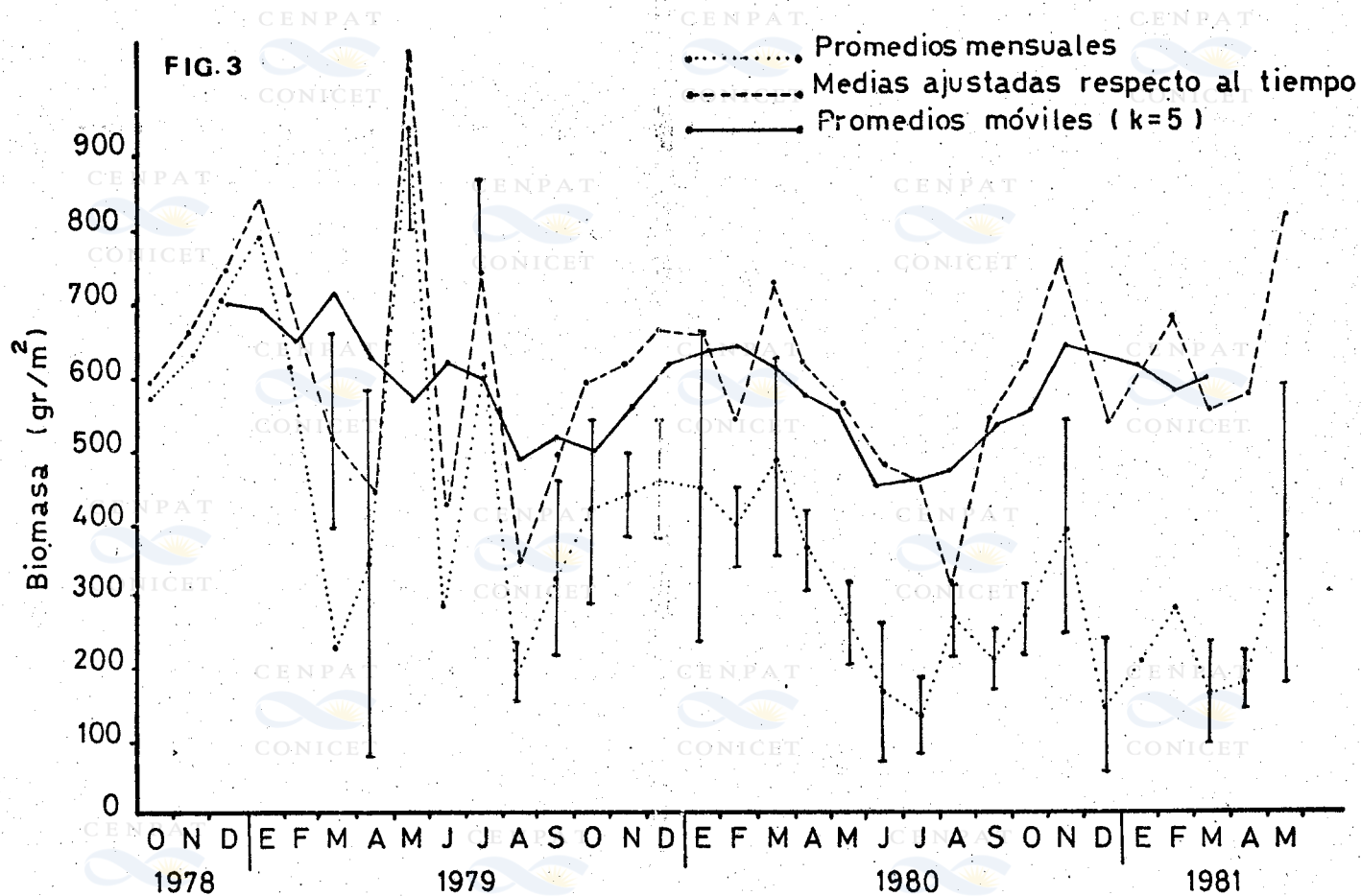
RESULTADOS

Biomasa y número de plantas por unidad de superficie

En la Figura 3, donde se ilustran los promedios de biomasa por unidad de superficie para cada mes en el período de estudio, se evidencia una tendencia general a la disminución de los valores a la que se superponen oscilaciones más o menos abruptas y con cierta regularidad aparente. Dado que el interés de esta etapa de las observaciones es verificar la existencia de variaciones regulares en el ciclo anual, se procedió a transformar los datos con el fin de eliminar la componente de las variaciones correspondiente a la tendencia general decreciente y a suavizar las curvas, según se describe en métodos.

A continuación se calculó la autocorrelación para la serie de promedios móviles para desplazamientos de la serie (d) de entre 3 y 13 meses, hallándose correlación significativa y positiva (95 % de signif.) para $d = 10-12$ y significativa y negativa (90 % de signif.) para $d = 5-6$; la correla-

FIGURA 3. Variaciones en biomasa húmeda/m². Se incluyen observaciones en fechas anteriores al estudio. Límites de confianza del 95 % de probabilidad.—



ción para el resto de los valores resultó no significativa. Esto indica la existencia de cierta regularidad en las variaciones de biomasa a pesar de la tendencia decreciente general y las bruscas oscilaciones entre fechas consecutivas. Esta componente estacional corresponde a oscilaciones entre valores altos en verano y bajos en el invierno.

Con respecto a las variaciones en el número de plantas (de longitud a los 3 cm.); un análisis similar al efectuado sobre la biomasa confirmó los resultados del mismo, verificándose autocorrelación negativa para $d=6$ (significación : 95 %) y positiva para $d=12$ (significación al 95 %). (Fig. 4).

FIGURA 4.— Variaciones en número de plantas/m².—

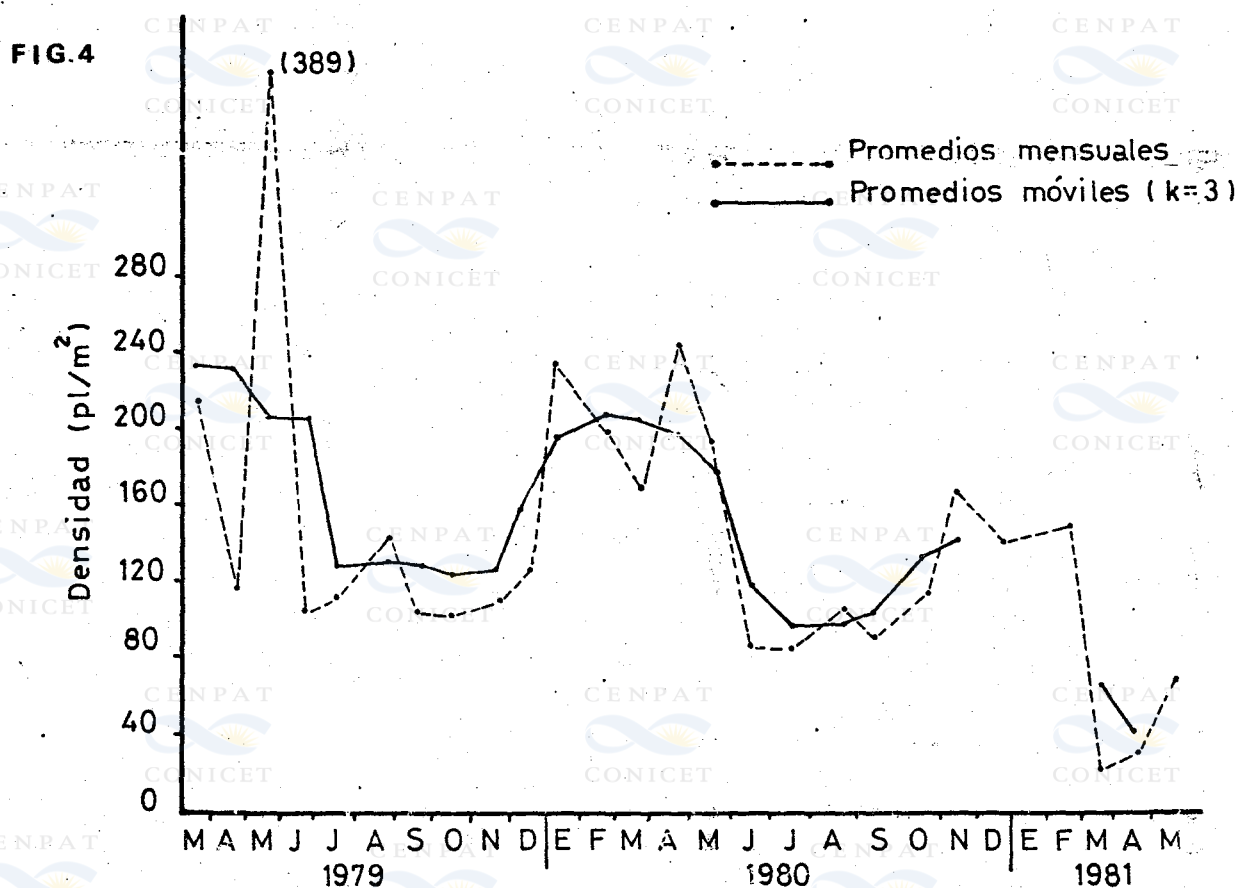
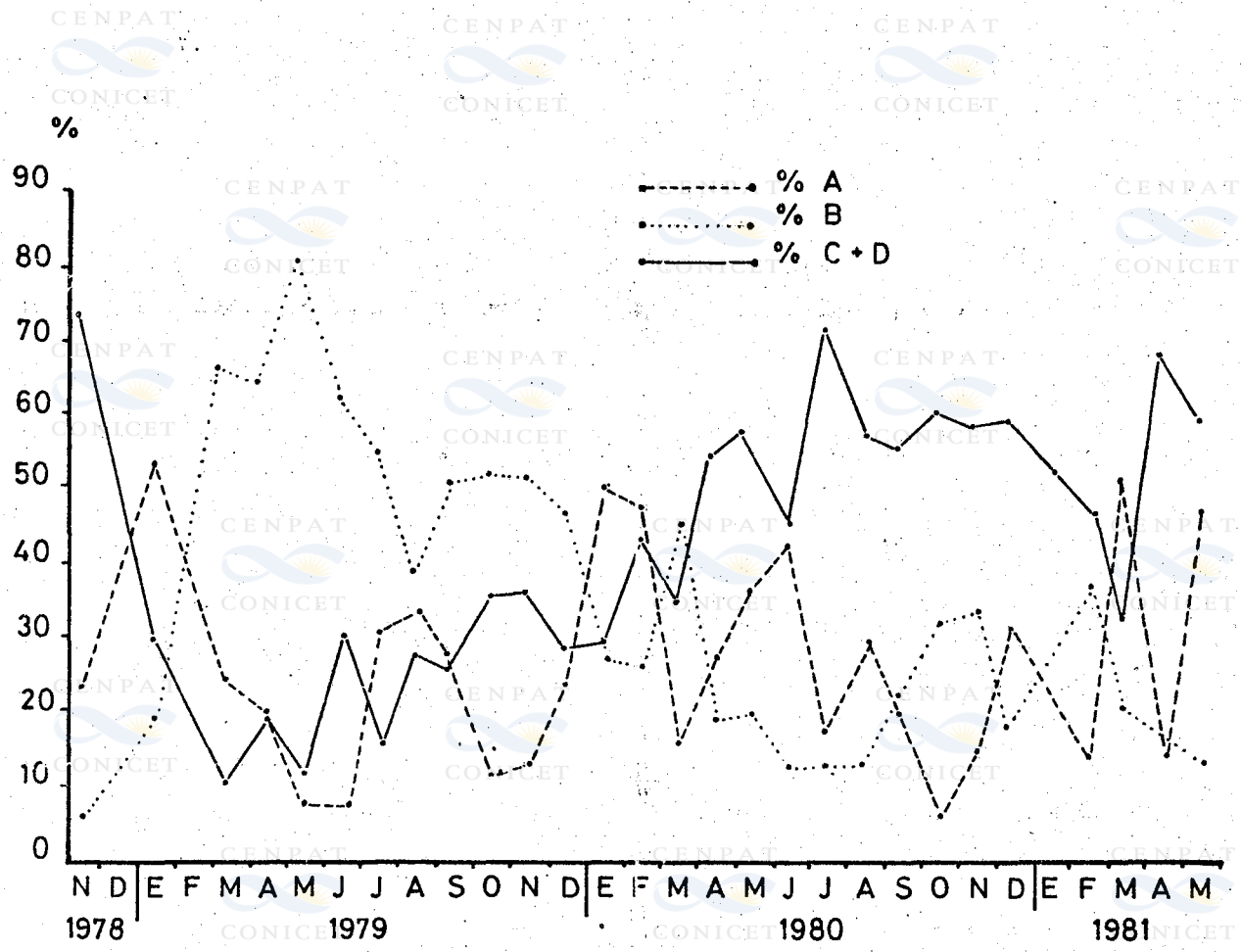


FIGURA 5.- Porcentajes de plantas tipos A y B y porcentaje conjunto de plantas C y D.-



Variación en las proporciones de tipos morfológicos

En la Figura 5 se resume la información sobre variación en los porcentajes de los cuatro tipos morfológicos A, B, C y D descriptos en los métodos. Observando cierta regularidad en esa variación se planteó la hipótesis de que las plantas tipo A, por ser las de morfología más simple, serían las que provienen directamente de la germinación de una tetraspora o carpospora, y que, consecuentemente, una mayor proporción de este tipo de planta indicaría un reclutamiento reciente.

Para verificar dicha hipótesis se analizó la variación estacional del porcentaje de plantas tipo A. Sabiendo que las variaciones en biomasa y en número de plantas por metro cuadrado presentan una componente de variación regular con máximos en verano y mínimos en invierno, nos planteamos la comparación de las proporciones de plantas tipo A en base a un esquema que contrasta los porcentajes del tipo A en el verano y el invierno, luego entre otoño y primavera, y finalmente entre verano e invierno contra otoño y primavera. Este análisis de proporciones se hizo mediante los correspondientes χ^2 cuadrado que se resumen en la Tabla 1.

De la Tabla 1 (b-d) surge que existen diferencias significativas en la proporción de plantas A en verano e invierno, respecto a las observadas en otoño y primavera, y también entre otoño y primavera y entre verano e invierno.

Los límites de confianza (al 95 %) para los porcentajes de plantas tipo A son: en verano 30,93 – 35,93 %; en invierno 24,85 – 32,25 %; en otoño 22,12 – 28,72 % y en primavera 12,57 – 18,17 %.

Las plantas "A" alternan en predominio con las "B" durante el primer período anual estudiado y con las plantas "C" durante el segundo.

Los porcentajes de plantas C y D son mayores durante el segundo período anual.

TABLA 1.— Cálculo de χ^2 cuadrado para proporciones de tipo morfológico "A" en diferentes estaciones del año. (Niveles de confianza: *** = 0.01 % y ** = 0.05 %).

a – χ^2 General

	Tipo A		Otros	Totales
	xj	pj	yi	
Verano	438	0.502293	872	1310
Otoño	223	0.340978	654	877
Invierno	532	0.399699	1331	1863
Primavera	166	0.161619	914	1080
Totales	1359		3771	5130

$$\chi^2 = 105,6189 \text{ ***}$$

b – Entre Verano e Invierno

	Tipo A		Otros	Totales
	xj	pj	yi	
Verano	438	0.334351	872	1310
Invierno	532	0.285560	1331	1863
Totales	970		2203	3173

$$J_i^2 = 8,62^{**}$$

c – Entre otoño y Primavera

	Tipo A		Otros	Totales
	xj	pj	yi	
Otoño	223	0.254275	654	877
Primavera	166	0.153703	914	1080
Totales	389		1568	1957

$$J_i^2 = 30,73^{***}$$

d – Verano e Invierno versus Otoño y Primavera

	Tipo A		Otros	Totales
	xj	pj	yi	
Ver. – Inv.	970	0.305704	2203	3173
Ot. – Prim.	389	0.198773	1568	1957
Totales	1359		3771	5130

$$J_i^2 = 71,07^{***}$$

Peso y longitud de las plantas

En la Figura 6 se muestran las variaciones en los pesos promedio de las plantas en las fechas de estudio.

Con-el fin de establecer si existían diferencias estacionales en este parámetro, se realizó un análisis de la varianza (Tabla 2) agrupando los datos estacionalmente y planteando los contrastes ortogonales que consideramos de interés debido a la información previa referente a variaciones de biomasa por unidad de superficie y proporción de los tipos morfológicos. De acuerdo a ello comparamos veranos e inviernos (contraste 1 : C1), luego primaveras y otoños (C2); luego los veranos de ambos períodos anuales (C3); los inviernos (C4); los otoños (C5); y las primaveras (C6). Finalmente se planteó la última comparación ortogonal posible en este esquema, de los veranos e inviernos contra los otoños y primaveras (C7). Existen diferencias significativas en todos los casos excepto en la comparación entre los veranos de ambos períodos (C3).

Las biomásas individuales promedio de cada grupo contrastado es en orden decreciente : Primavera—79(8,7 g.); otoño—79(5,8 g.); primavera—80(4,3 g.); verano—80(3,4 g.); verano—79(3,2 g.); invierno—79 (3,0 g.); otoño—80 (2,6 g.); invierno—80 (2,4 g.). Los valores del primer período anual son mayores que los del segundo, excepto en los veranos.

Del cuadro de análisis de la varianza y de la observación de estos valores se infiere que la mayor biomasa individual promedio se alcanza en primavera y la menor en invierno, con valores intermedios en otoño y verano. El valor promedio de otoño de 1980 es algo bajo dentro de este esquema.

En la Figura 8 se muestra la distribución de frecuencias relativas de biomasa por plantas; se observan cambios de relativa importancia por el aumento en la proporción de plantas pequeñas en : mayo—junio de 1979; julio—agosto de 1979; diciembre de 1979—enero de 1980; marzo—abril de 1980; noviembre—diciembre de 1980. En el resto de las fechas se observa o estabilidad o paulatino desplazamiento de las distribuciones hacia las clases de mayor tamaño.

Como dato complementario se midió la longitud de las plantas en cada fecha (Fig. 7). Para su análisis se utilizó el mismo esquema de análisis de varianza que para la biomasa (Tabla 3), verificándose diferencias significativas en todos los contrastes. Los valores estacionales promedios de longitud son en orden decreciente : en primavera de 1979 : 27,21 cm.; en otoño de 1979 : 26,35 cm.; en invierno de 1979 : 25,9 cm.; en verano de 1979 : 25,20 cm.; en primavera de 1980 : 22,72 cm.; en otoño de 1980 : 21,78 cm.; en invierno de 1980 : 19,70 cm. y en verano de 1980 : 15,87 cm. En promedio los valores de primavera y otoño son mayores que los de invierno y verano; siendo mayores los de primavera que los de otoño y los de invierno que los de verano, este hecho se verifica para cada período anual, observándose también que los tamaños promedios de las plantas en el primer año son mayores que en el segundo.

TABLA 2.— Análisis de varianza de la biomasa individual de *G. verrucosa* en Golfo Nuevo.

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Significación
Entre	7	19879,70	2839,95	125,6	***
Contrastes					
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 3.— Análisis de varianza de las longitudes de las plantas de *Gracilaria verrucosa* en Golfo Nuevo.

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F.	Significación
Entre	7	43,215	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	1543,8	**
C ₆	1	5598,6	5598,6	589	**
C ₇	1	1704,4	1704,4	179,5	**
Error	5166	49,064	9,49		
Total	5173	922,279			

Referencias : G.L.: grados de libertad; S.C.: suma de cuadrados; C.M.: cuadrados medios; F: valor del estadístico F; *** : 0.01 % ; ** : 0.05 % ; N.S. : no significativo.—

FIGURA 6.— Variación en los promedios biomasa húmeda por planta (gr.). Límites de confianza al 95 %.—

FIGURA 7.— Variación en los promedios de longitud de las plantas (cm). Límites de confianza al 95 %.—

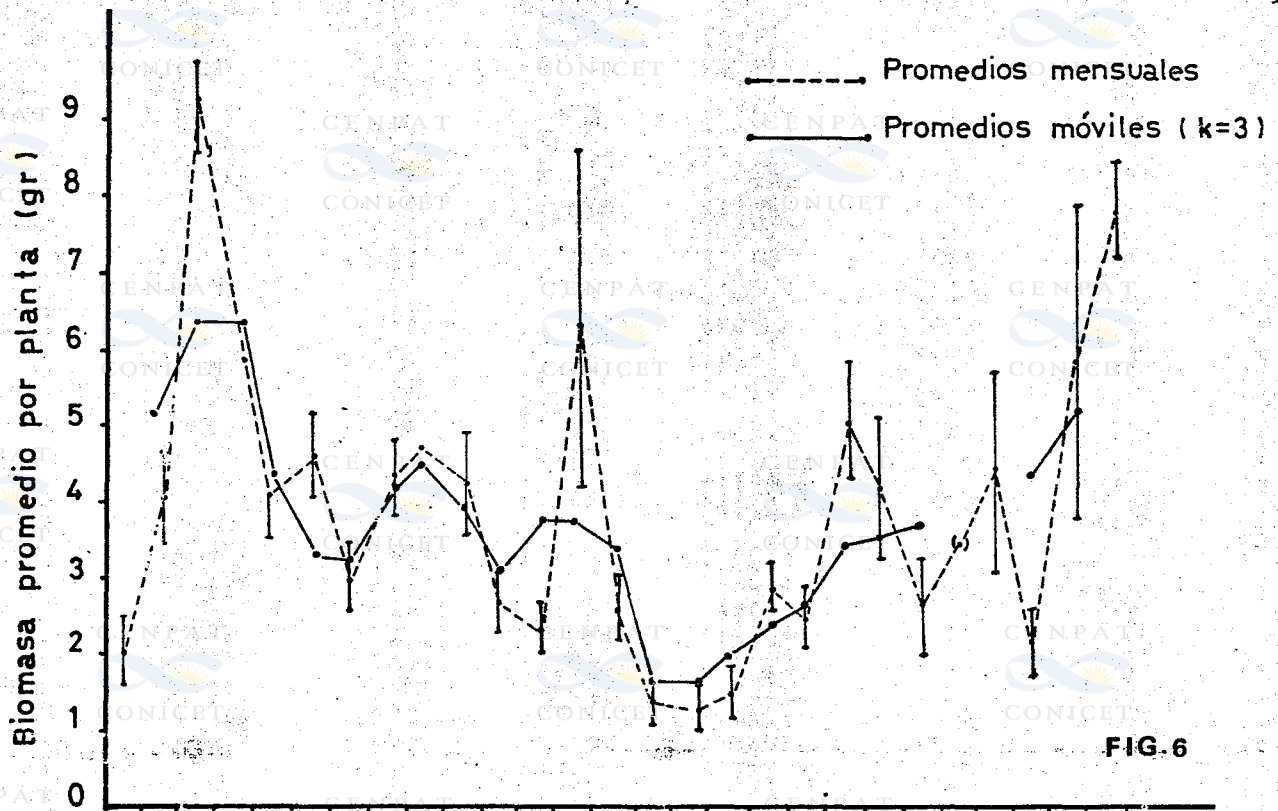


FIG. 6

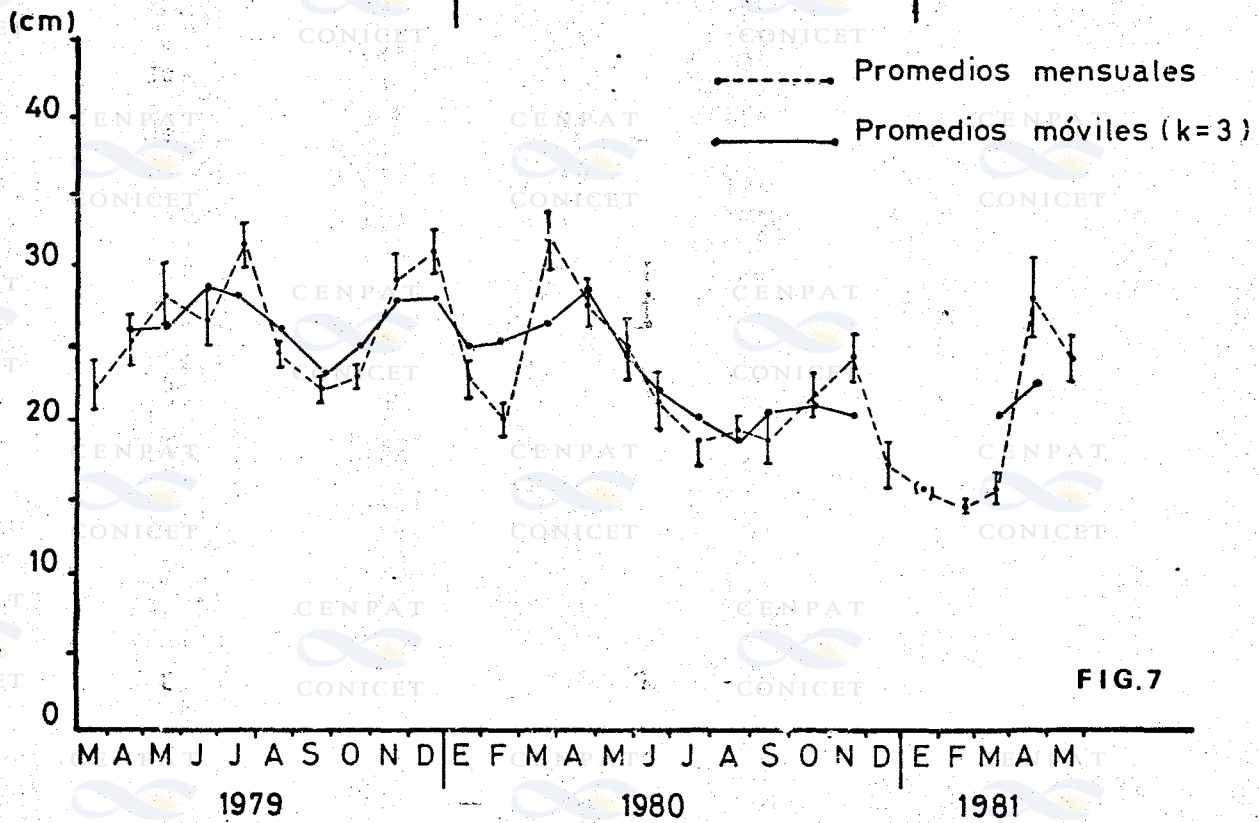
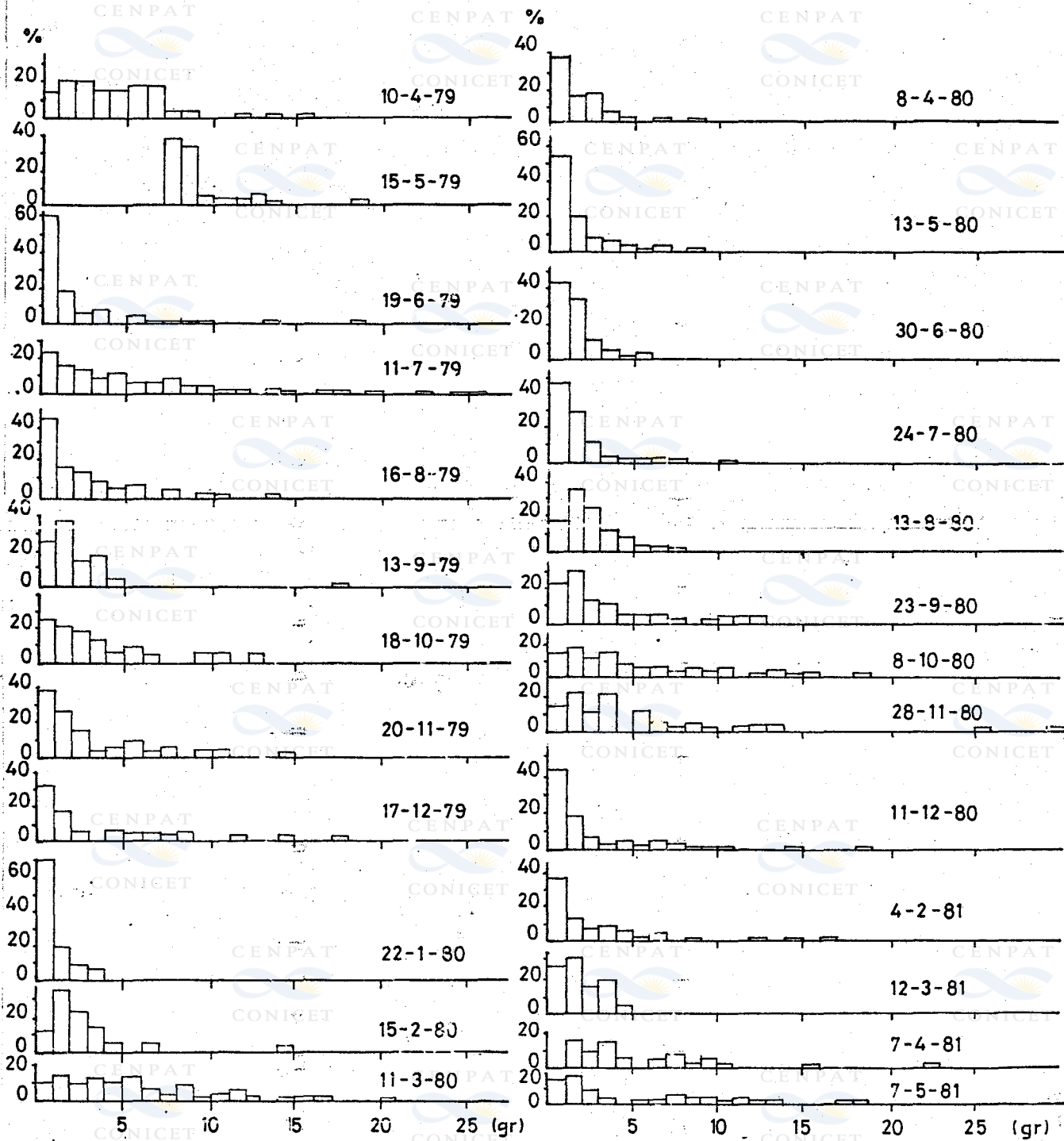


FIG. 7

FIGURA 8.- Distribuciones de frecuencias relativas (%) de la biomasa húmeda por planta de *G. verrucosa*.-



Reproducción.

Gracilaria verrucosa presenta el ciclo trifásico de las Florideofíceas, en golfo Nuevo se encuentran talos cistocárpicos, masculinos y tetraspóricos.

En la Figura 9 se muestra la proporción de cada uno de estos tipos de talos y la de indiferenciados para cada fecha.

En la Tabla 4 se enlistan los valores transformados de la proporción ($\text{arc. sen. } \sqrt{p}$) y los promedios móviles de estos valores cada tres fechas sucesivas.

La única serie de valores que mostró cierta regularidad en su variación ($r = 0,7796$, $n = 8$), fue la de proporción de tetrasporofitos, la cual mostró una correlación positiva significativa entre los valores del primer y segundo período anual de estudio, correspondientes a iguales meses de ambos períodos. Los gametofitos masculinos muestran en marzo de 1979 y marzo y mayo de 1980 un aumento en su proporción, aparentemente algo correlacionada ($r = 0,4692$; $n = 18$ significativo al 95 %) con los valores de proporción de plantas tetrasporofíticas de cuatro meses después.

Las plantas cistocárpicas son más abundantes en verano y otoño y disminuyen marcadamente hacia el final del invierno—comienzos de primavera.

Las plantas no diferenciadas reproductivamente son más abundantes en setiembre—octubre de 1978, 1979 y 1980, precediendo en cada caso a los máximos de tetrasporofitos y en abril de 1979 y en febrero de 1980 precediendo al aumento de gametofitos masculinos.

Propagación

Observaciones de laboratorio sobre nuestro material (Boraso de Zaixso, 1983) e información sobre el comportamiento de esta especie en otras localidades, especialmente la costa chilena, indujeron a pensar en la posibilidad de que parte del mantenimiento de la población de golfo Nuevo se realizara a través de propagación vegetativa, por fragmentación.

Dada la morfología de las plantas se pensó que el tipo más ramificado, o sea el B, podría dar por fragmentación, origen a plantas A, C y D; y que las plantas A, por su morfología muy simple podrían ser el punto de partida del desarrollo a partir de la germinación de las esporas. Nos planteamos entonces que las plantas C y D podrían provenir con mayor frecuencia que las A y B de un proceso de frag-

FIGURA 9.— Porcentajes de plantas cistocárpicas, masculinas, tetraspóricas e indiferenciadas. Límite de confianza del 95 % de probabilidad.—

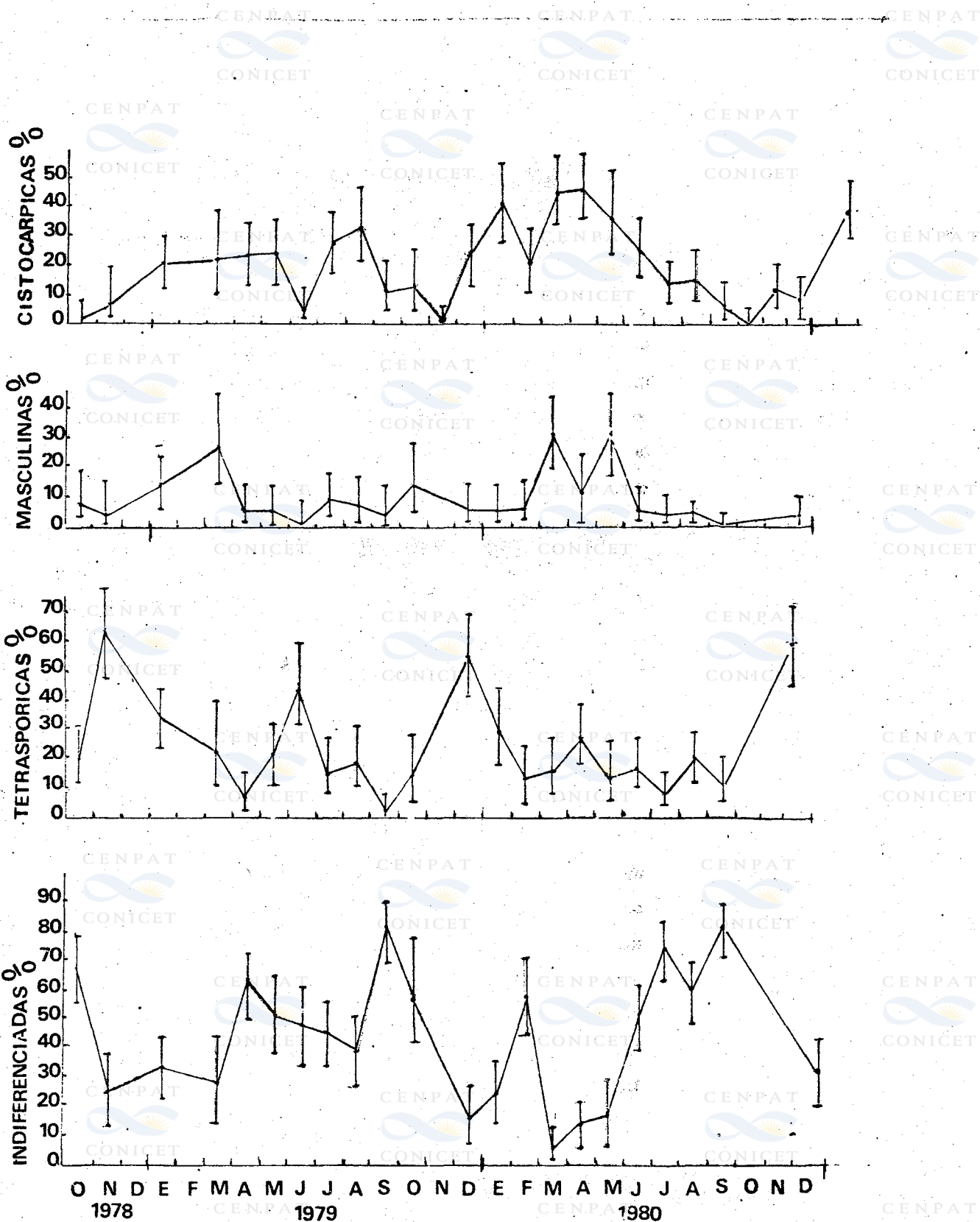


TABLA 4.- Proporción de gametofitos y esporofitos en Golfo Nuevo.-

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

100 P : Porcentajes ; TR : Transformación = $\text{Arc Sen} \sqrt{p}$; PM : Promedios móviles de valores transformados.-

mentación de ramas y posterior crecimiento. Para verificar esta posibilidad se elaboró la Tabla 5 con material recogido entre julio de 1979 a febrero de 1980, considerando por un lado la presencia o ausencia de la parte basal adherida a un elemento del sustrato como indicación del origen de la planta y por otro el tipo morfológico.

TABLA 5.— Relación entre tipos morfológicos y presencia o ausencia de la parte basal adherida al sustrato.

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

En base a estos datos se calcularon los valores de ji cuadrado correspondientes a las siguientes comparaciones: 1) Tipos presuntamente originados en su mayoría por reproducción (A y B) respecto a tipo presuntamente formado en su mayoría por fragmentación (C y D). El valor de ji cuadrado fue de 17.23, significativo al 9 %.— 2) Tipos A y B entre sí, el correspondiente valor de ji cuadrado es 3.23 (no significativo.— 3) Tipos C y D entre sí, el correspondiente valor de ji cuadrado es 0.0014 (no significativo).

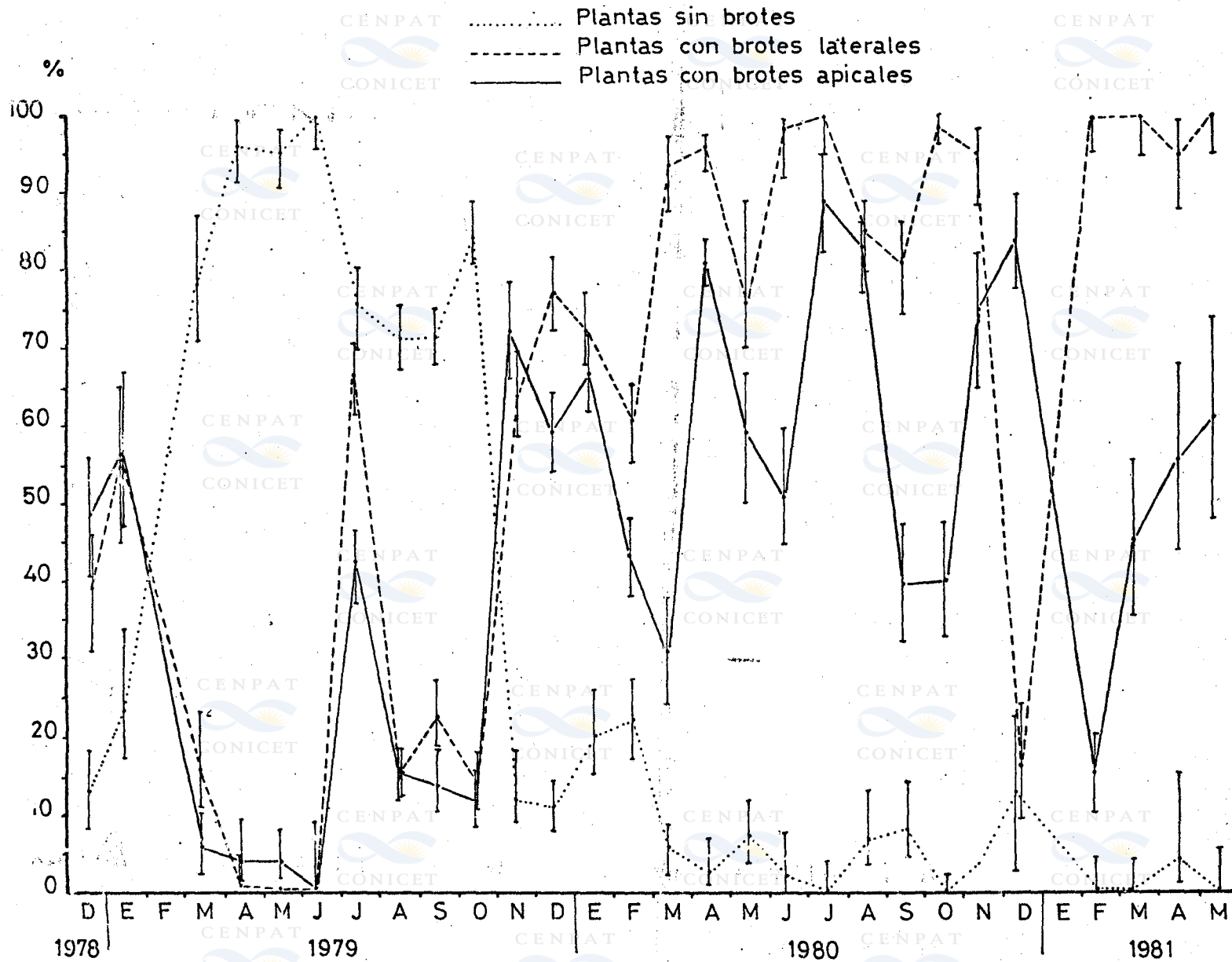
Mientras que en los tipos A y B en conjunto, un 53 % de las plantas muestran evidencias de haberse originado por germinación de las esporas, en los tipos C y D solo el 34 % presenta esta característica.

El segundo aspecto considerado es el de las tendencias de las plantas a producir râmulas apicales y laterales. En la Figura 10 se muestran los porcentajes de plantas con brotes (râmulas) en las diferentes fechas. En los mismos se observa cierta regularidad durante 1979 con mínimos a comienzo del otoño y de primavera y máximos en invierno y verano, pero desde el invierno de 1980 en adelante se observa un aumento en la proporción de plantas brotadas, la que se mantiene alta hasta finalizar el estudio.

Para determinar si existía mayor tendencia a brotar en un tipo morfológico que otro se compararon para cada tipo morfológico primero las plantas con y sin brotes, ($ji^2 = 3,92$, no significativo), luego las plantas con ambos tipos de brotes o con uno solo ($ji^2 = 1.668$ no significativo) y por último la proporción de plantas con brotes apicales respecto a aquellas con brotes laterales ($ji^2 = 7.881$ no significativo), siempre con tres grados de libertad y 95 % de probabilidad.

Es decir que la tendencia a brotar, ya sea apical o lateralmente, es similar en todos los tipos morfológicos.

FIGURA 10.— Porcentajes de plantas con brotes apicales y laterales. Límites de confianza al 95 % de probabilidad.—



Por último, para poner a prueba la hipótesis de que los talos C se originan en parte por la fragmentación de plantas cuyas ramas lleva brotes apicales, se planteó el cálculo de la correlación entre la densidad de plantas con ramas apicales y la de las plantas C en períodos posteriores, variando entre 1 y 6 meses. Estas correlaciones resultaron positivas y significativas en el período correspondiente a tres meses entre ambas observaciones ($r = 0,6686$; $n = 16$, significativo al nivel del 99. %), y no significativos en el resto de los períodos.

DISCUSION

Las variaciones de los parámetros biológicos observados es el producto de la secuencia de procesos reproductivos, propagativos, de diferenciación y crecimiento regulados por el genotipo y la influencia de los factores ambientales. Estos últimos podrán contribuir a acentuar el comportamiento estacional o a oscurecerlo según su propio esquema de variación. Hoyle (1975) señala que la estacionalidad de las algas podrá responder a un modelo tropical, subtropical o templado y resume las opiniones de varios autores sobre los factores que consideraron más importantes y que determinarían estacionalidad en varias especies de *Gracilaria* (período luminoso o temperatura), sin llegar a una conclusión general porque las opiniones son diversas aún para la misma localidad de estudio. En esta contribución nos limitamos a describir la situación en la población estudiada y a analizarla en función de los procesos biológicos observables.

En primer lugar señalaremos que los valores de biomasa húmeda por metro cuadrado son bajos en relación a los citados para otras localidades (Tabla 6).

TABLA 6.— Datos sobre standing crop en varias poblaciones de *G. verrucosa*

Localidad	Observaciones	Referencia
Bergen, Noruega	210 gr. en peso seco/m ²	Stokke, 1957
Massachusetts, USA	733—2.980 gr. en peso húmedo/m ²	Conover, 1978
B. Concepción, Chile	193—254 gr. en peso seco/m ²	Romo y Alveal, 1979
B. Arredondo, Argentina	780—9.980 gr. en peso húmedo/m ²	Boraso de Zaixso, 1983
Mauñín y Quenuir, Chile	5.800 gr. en peso seco/m ²	Westermeir et al, 1983
Golfo Nuevo, Argentina	130—1.000 gr. en peso húmedo/m ²	Este trabajo

Según los resultados expuestos, a pesar de las variaciones entre fechas y a una tendencia general de disminución de la biomasa por unidad de superficie, es posible visualizar un esquema de variación estacional de la misma, así como del número de plantas por metro cuadrado, con una tendencia creciente hacia el verano y una decreciente en el invierno. Un esquema similar de variación observan Simonetti

et al (1970) en Saca di Goro (Italia); Kim (1970) en poblaciones de Chile y Conover (1964) en lagunas de Texas; Hoyle (1975) da además una lista de autores que encuentran a especies de *Gracilaria* como componentes conspicuas de las floras de verano en las respectivas localidades.

La biomasa por planta es máxima en primavera y mínima en invierno, las correspondientes distribuciones de frecuencia relativa de la misma muestran varios períodos (mayo—junio y julio—agosto de 1979; diciembre de 1979—enero de 1980; mayo—abril de 1980 y nov.—dic. de 1980) caracterizados por la abundancia de plantas de pequeño tamaño. Las longitudes presentan un esquema similar con el mínimo en verano. En cuanto a la reproducción, se observa una mayor propagación de plantas no diferenciadas en invierno y la situación contraria desde fines de primavera hasta mediados de otoño. En primavera, la aparición de tetrasporofitos maduros precede a los gametofitos masculinos y éstos son observados con mayor frecuencia antes del aumento de plantas cistocárpicas; sin embargo se encuentran ejemplares de todos los tipos reproductivos en todas las fechas.

La población arraigada de *Gracilaria* sp. estudiada por Bird (1975) en Barrachois Herbour (Nova Scotia, Canadá) posee un comportamiento similar al de nuestra población en los aspectos reproductivos, las poblaciones chilenas citadas por Romo et al (1979) en cambio, se propagan vegetativamente (Bahía de Concepción, San Vicente), o se reproducen sexual o asexualmente pero, en este caso crecen en el mediolitoral y sobre sustrato rocoso (B. Concepción, Co. Verde).

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 la capacidad de regeneración y de 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 este último observado por Isaac (1956) y que confirmamos en nuestra población. Bird et al (1977) vieron regeneración en las ramas cortadas en *Gracilaria* sp. a partir de los tejidos corticales.

Bird et al (1977) señalan que la población que estudian es casi exclusivamente tetraspórica y concluyen que esto se debe a que los procesos propagativos son más importantes que los reproductivos en el mantenimiento de la población. Los tetrasporofitos poseen una mayor capacidad regenerativa para reponerse luego del período de reproducción, hecho este último verificado para *Gracilaria verrucosa* por Causey et al (1946) y Jones (1959). Hoyle (1978) también constata durante la mayor parte del año la mayor proporción de tetrasporofitos en *G. coronophylla* y *G. bursapastoris*, especies que muestran reproducción estacional, y piensa que la propagación vegetativa es más importante que la reproducción.

Nuestra población muestra evidencias de mantenerse, en buena medida, a través de procesos reproductivos sexuales y asexuales, con una proporción variable de los diferentes tipos reproductivos. Para ilustrar este hecho estimamos la proporción de plantas presentes en la población que inequívocamente provenían de la germinación de una espora, pues conservaban la parte basal adherida al elemento original de soporte y, la de las plantas que por faltarle esta porción provenían de una fragmentación. La estimación fue realizada para cada tipo morfológico y se utilizaron todos los datos del período de estudio. Las cifras fueron las siguientes: Plantas tipo A: 7.6 % con parte basal y 8.9 % sin base; plantas tipo B: 23 % con parte basal y 18 % sin base; plantas tipo C: 10.6 % con parte basal y 20.4 % sin base; y las plantas tipo D: 3.9 % sin parte basal y 7.6 % sin base. Es decir que un 54 % de la po-

TABLA 7.— Esquema de funcionamiento de la población de *Gracilaria verrucosa* del Golfo Nuevo que resume las observaciones en 1979–1980.—

MESES	Biomasa/m ² o densidad *	Peso promedio *	Longitud promedio *	Fase reproductiva predominante	Tipc morfológico	Reclutamiento de gametofitos	Crecimiento, maduración y diferenciación de gametofitos	Reproducción sexual	Reclutamiento de esporofitos	Fragmentación	Crecimiento, maduración y diferenciación de esporofitos	Reproducción asexual
Enero	++++	++	+	Indif.	A	+	+					
Febrero	+++	++	+	Indif.	A		+			+		
Marzo	++	++	++	Masculino	B		+	+		+		
Abril	++	+++	+++	Femenino	B y C			+		++		
Mayo	+	+++	+++	Indif.	B y C			+	+	++		
Junio	+	++	++	Indif.	A y C				+	++		
Julio	+	++	++	Indif.	A y C				+	++		
Agosto	+	++	++	Indif.	A y C					++	+	
Septiembre	++	++	++	Indif.	B y C					+	+	
Octubre	++	++++	++++	Indif.	B y C					+	+	
Noviembre	+++	++++	++++	Tetras.	B y C	+						+
Diciembre	++++	++	++	Tetras.	A	+						+

Referencias : * : el asterisco hace referencia a la componente de variación regular — + : mínimo — +++/ ++ : valores intermedios — ++++ : máximos.

blación podría provenir de fragmentación de plantas. La relación temporal entre las plantas que llevan brotes apicales y las de tipo C es un elemento de juicio que apoya este esquema.

Según 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 relacionado 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 en el crecimiento de la población y la supervivencia del individuo."

En el caso de las algas y de *Gracilaria* en particular, esta definición explícita es la más adecuada, ya que los parámetros a través de los cuales evaluaremos juventud, fase del ciclo de vida, sexo y aún tamaño y límites de un individuo, no son siempre de fácil elección. Uno de los parámetros más difíciles de encuadrar conceptual y metodológicamente es la densidad, ya que, como bien lo señala Harper (l.c.) no siempre la unidad fisiológica corresponde a la unidad genética, ya que individuos que pueden considerarse unidades fisiológicas, sin contacto entre ellas que permita intercambios nutricionales ni hormonales directos, pueden en cambio compartir el mismo bagaje genético por haberse originado por propagación vegetativa de una misma unidad ancestral. El proceso de propagación vegetativa comparte con el de crecimiento algunas características, pues a través de los mismos se produce un incremento de biomasa sin recombinación ni cambio genético, pero las nuevas plantas se comportan como unidades independientes que aportan al genotipo variadas posibilidades de supervivencia.

En el enfoque que hemos dado a esta contribución nos hemos circunscripto al análisis de las variaciones regulares de los parámetros poblacionales y a plantear las posibles relaciones entre los mismos. En un estudio separado (Boraso de Zaixso, en elaboración) se analizarán las posibles influencias de los factores ambientales sobre la misma población.

Hecha esta salvedad, se puede resumir la información recogida sobre la población estudiada y las hipótesis sobre su funcionamiento en la Tabla 7. En la misma se enfatiza la importancia de los hechos reproductivos y los asociados a la propagación vegetativa y a la componente cíclica de variación en biomasa. El conjunto de la información compone un cuadro de eventos cíclicos que será de utilidad para el planteo de futuros trabajos.

BIBLIOGRAFIA

- BIRD, N.** 1975. Studies on *Gracilaria*. Ecology of attached population of *Gracilaria* sp. at Barrachoir Harbour, Colchester Co. N.S. Proc. N.S. Inst. Sci. (1974-76). 27 : 144-158.
- BIRD, N.L.** ; **EDELSTEIN, T.** and **J. Mc LACHLAN,** 1977. Studies on *Gracilaria*. Experimental observation on growth and reproduction in Pomquet Harbour, Nova Scotia. Nat. Can. 104: 245-255..
- BORASO de ZAIXSO, A.L.** 1983 a. Ecología de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss en poblaciones de la provincia del Chubut (Argentina). Tesis UNBA -FCEN. 13/7/83.
- BORASO de ZAIXSO, A.L.** 1983 b. Crecimiento de *Gracilaria verrucosa* (Gigartinales) en condición suspendida. Mem. Asoc. Latinoamericana de Acuicultura. 5 (3): 415-418.
- BORASO de ZAIXSO, A.L.** (En elaboración). *Gracilaria verrucosa* at Golfo Nuevo, Chubut, Argentina. Biological parameters and environmental factors.- (Para ser presentado en el XII th. Seaweed Symposium. Sao Paulo, Brasil. -Julio/86.).
- CAUSEY, N.B.; PRYTHERCH, J.P.; Mc CASKILL, J.; HUMM, H.J.; WOLF, F.A.** 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.
- DAGET, J.** 1979. Les Modeles Mathématiques en Ecologie. Masson, 170 p.
- GOLDSTEIN, M.E.** 1973. Regeneration and vegetative propagation of the agarophyte *Gracilaria debilis* (Forsskal) Borgesen (Rhodophyceae). Bot. Mar. 16 : 226-228.
- HARPER, J.L.** 1977. Population Biology of plants. Acad. Press, 857 pp.
- HOYLE, M.D.** 1975. The literature pertinent to the red algal genus *Gracilaria* in Hawaii. Marine Agronomy Program. (NOAA contract No. RA/z) Tech. Rep. No. 3, 340 p.
- HOYLE, M.D.** 1978. Reproductive phenology and growth rates in two species of *Gracilaria* from Hawaii. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 35 : 273-283.
- INTERNATIONAL SEAWEED SYMPOSIUM (11).** 1984. Minisymposia on cultivation biology of *Gracilaria*. Hydrobiologia 116-117 : 63-94.
- INTERNATIONAL SEAWEED SYMPOSIUM (11).** 1984. Minisymposia on Taxonomy of *Gracilaria*. Hydrobiologia 116-117: 4-62.

CENTRO NACIONAL PATAGONICO

Director : Lic. *CICILEO, Hernán David.*

COMITE ASESOR DE PUBLICACIONES :

Dr. GOSZTONYI, Atila E.

Geól. BELTRAMONE, Carlos

Lic. PASTOR, Catalina

Lic. SABA, Sergio

Lic. MATANO, Ricardo

Lic. BEIER, Emilio

Lic. ORTEGA, Pedro Horacio (Coordinador)

COMITE ASESOR DE EVALUACION :

Ing. ANDERSON, David

Dr. ASENSI, Aldo

Dr. BOSCHI, Enrique

Dr. MENNI, Roberto

Dr. SCHNACK, Juan

Dr. OBIANS, Gordon

Dr. LAYA, Haroldo

Dr. CORTE, Arturo

Lic. SCHRODER, Carlos E.

Dra. GAMUNDI de AMOS, Irma

Ing. Agr. COLLANTES, Marta

Dr. ACCORINTI, Juan

Dr. WESTERMEIER, Renato

Ing. CERBINI, José

Ing. L'JQUE, Jorge

Dr. ANGELESCU, Víctor

Lic. BERRI, Guillermo

Dr. CEREZO, Alberto

Dr. RONDEROS, Ricardo

Dr. VARGAS, Walter M.

Geol. MARCOLIN, Arrigó

Dr. MORENO, Víctor

Dr. PRENSKY, Bruno

Lic. CESARI, Omar

Dra. FERRARIO, Marta

Dr. CASO, Osvaldo

Dra. GRASSI, Marta

Dr. BUCHER, Enrique

Dr. WRAIGHT, Jorge

Dr. GERLACH, S.

SERVICIO CENTRALIZADO DE PUBLICACIONES :

Jefe : Lic. *ORTEGA, Pedro Horacio*

ENVIO DE MANUSCRITOS :

Lic. ORTEGA, Pedro Horacio

Jefe Servicio Centralizado de Publicaciones

Centro Nacional Patagónico

28 de Julio Nro. 28 – (9120) Puerto Madryn – Chubut – Argentina

SERVICIO DE CANJE :

Sra. GARCIA BARROS, Lilita

Biblioteca Centro Nacional Patagónico

28 de Julio Nro. 28 – (9120) Puerto Madryn – Chubut – Argentina



EL SERVICIO CENTRALIZADO DE PUBLICACIONES



El Servicio Centralizado de Publicaciones pone en conocimiento de los autores y usuarios las categorías de publicaciones editadas por el Centro Nacional Patagónico :



CONTRIBUCION



CONTRIBUCION TECNICA



PUBLICACIONES ESPECIALES



BOLETIN



MISCELANEAS

La serie **CONTRIBUCION** continuará con la misma numeración asignada desde su creación. Esta serie deberá ajustarse a las Normas para la Preparación de Originales previstas y distribuidas oportunamente.

En el caso de las series **CONTRIBUCION TECNICA**, **PUBLICACIONES ESPECIALES**, **BOLETIN** y **MISCELANEAS**, se deberá respetar, en mayor medida, las mencionadas Normas.

