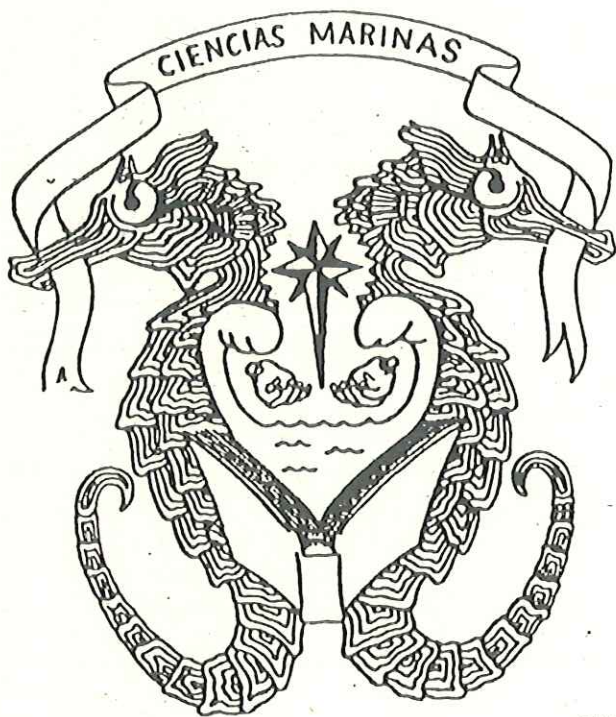




UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

" CRECIMIENTO DE Gioartina canaliculata HARV.  
EN DOS ARTES DE CULTIVO, EN LA REGION DE SAN QUINTIN, B. C."



TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
O C E A N O L O G O  
PRESENTA  
RONALD GERARDO Mc CARTHY RAMIREZ

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA . OCTUBRE DE 1988.

" CRECIMIENTO DE *Bicartina canaliculata* HARV.  
EN DOS ARTES DE CULTIVO, EN LA REGION DE SAN QUINTIN, S.D. "

T E S I S  
que presenta:  
RONALD GERAARDO MC CARTHY RAMIREZ

aprobada por:

*José A. Zertuche*

-----  
Presidente del jurado  
Dr. José A. Zertuche Olex.

*Isai Pacheco Ruiz*

-----  
Sinodal Propietario  
Oc. Isai Pacheco Ruiz

*Roberto Millán Nuñez*

-----  
Sinodal Propietario  
M.C. Roberto Millán Nuñez

*Guadalupe G. de Ballesteros*

-----  
Sinodal Suplente  
Oc. Guadalupe G. de Ballesteros

*Guillermo Ballesteros D.*

-----  
Sinodal Suplente  
Oc. Guillermo Ballesteros D.

## RESUMEN

Se midió el crecimiento de Gigartina canaliculata Harv. (1841) desde julio de 1986 a julio de 1987, en dos zonas con diferentes dinámicas dentro de Bahía San Quintín y en una área oceánica semiprotegida de la isla San Martín. Se utilizaron plantas colectadas de la zona, colocadas en cuadrantes de PVC ( $0.25 \text{ m}^2$ ), sobre artes de cultivo diferentes: un estante (arte exclusiva para zonas protegidas), que se colocó en el interior de Bahía Falsa, y dos líneas flotantes (artes para zonas de mayor exposición), colocadas en las zonas de la boca de la bahía y la isla San Martín. Se realizaron muestreos mensuales en los que se reemplazaban las plantas, por ejemplares nuevos. Se midió la longitud y peso seco de los ejemplares muestreados. Los mejores crecimientos ocurrieron en primavera (longitud 0.5 a 1.1 %/día, peso seco 2.0 a 4.0 %/día). Se encontraron diferencias en crecimiento entre las zonas; no así entre las profundidades utilizadas. En el estante, la desecación jugó un papel importante en cuanto a la sobrevivencia obtenida y las condiciones en que se encontraron las plantas. En general, no se tuvieron problemas con epifitas. Los crecimientos obtenidos son similares a los reportados para otras especies del orden de las Gigartinales, así como al observado en las plantas de los mantos naturales, en la época de mejor crecimiento (min. 0.31 %/día, max. 0.91 %/día).

## RESUMEN

Se midió el crecimiento de Gigartina canaliculata Harv. (1841) desde julio de 1986 a julio de 1987, en dos zonas con diferentes dinámicas dentro de Bahía San Quintín y en una área oceánica semiprotegida de la isla San Martín. Se utilizaron plantas colectadas de la zona, colocadas en cuadrantes de PVC ( $0.25 \text{ m}^2$ ), sobre artes de cultivo diferentes: un estante (arte exclusiva para zonas protegidas), que se colocó en el interior de Bahía Falsa, y dos líneas flotantes (artes para zonas de mayor exposición), colocadas en las zonas de la boca de la bahía y la isla San Martín. Se realizaron muestreos mensuales en los que se reemplazaban las plantas, por ejemplares nuevos. Se midió la longitud y peso seco de los ejemplares muestreados. Los mejores crecimientos ocurrieron en primavera (longitud 0.5 a 1.1 %/día, peso seco 2.0 a 4.0 %/día). Se encontraron diferencias en crecimiento entre las zonas; no así entre las profundidades utilizadas. En el estante, la desecación jugó un papel importante en cuanto a la sobrevivencia obtenida y las condiciones en que se encontraron las plantas. En general, no se tuvieron problemas con epifitas. Los crecimientos obtenidos son similares a los reportados para otras especies del orden de las Gigartinales, así como al observado en las plantas de los mantos naturales, en la época de mejor crecimiento (min. 0.31 %/día, max. 0.91 %/día).

DEDICATORIA

A MIS PADRES

ALFREDO Mc CARTHY SANDOVAL

MIREYA DE Mc CARTHY

A MI ESPOSA

LOURDES

A ALFREDO, ADELA, KENNETH Y GUISELLE

A RAYMOND

AL EX P.O. RONALD Mc CARTHY R.

## AGRADECIMIENTOS

Agradesco a mi asesor de tesis, Dr. José A. Zertuche por su apoyo y dedicación durante la realización de este trabajo. Al Oc. Isaí Pacheco por sus magnificas sugerencias. Igualmente agradezco a mis sinodales: Oc. Isaí Pacheco Ruíz, M. C. Roberto Millán Nuñez, Oc. Guadalupe G. de Ballesteros, OC. Guillermo Ballesteros B., por la revisión crítica del escrito.

Al Instituto de Investigaciones Oceanológicas de Ensenada, por haber facilitado sus instalaciones y el material necesario para la realización de esta investigación. Así como a la Cooperativa Baña Falsa, por la ayuda prestada.

A todas aquellas personas que estuvieron relacionadas con la elaboración del trabajo, en especial aquellos amigos que desinteresadamente dedicaron tiempo y esfuerzo: Oc. Marcos Gonzales G., Tecnico de acuacultura Reyes, Oc. Zaúl García E..

A TODOS GRACIAS.

## INDICE GENERAL

A. Introducción	1
B. Objetivo	5
C. Area de estudio	5
D. Materiales y métodos	7
E. Resultados	13
F. Discusión	25
G. Conclusiones	28
H. Literatura citada	29

## INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Fig. 1 : Localización del area de estudio y de las artes de cultivo.	6
Fig. 2 : Esquema del almacón de cabo, con el acomodo de los cuadrantes.	8
Fig. 3 : Esquema del estante de frente, perfil y planta, mostrando la posición de los cuadrantes.	9
Fig. 4 : Esquema de la línea flotante mostrando la ubicación de los cuadrantes.	11
Fig. 5a : Porciento de crecimiento/día en longitud, para el interior de la bahía.	18
Fig. 5b : Porciento de crecimiento/día en peso seco, para el interior de la bahía.	18
Fig. 6a : Porciento de crecimiento/día en longitud, para la boca de la bahía.	19
Fig. 6b : Porciento de crecimiento/día en peso seco, para la boca.	19
Fig. 7a : Porciento de crecimiento/día en longitud, para la isla San Martín.	20
Fig. 7b : Porciento de crecimiento/día en peso seco, para la isla San Martín.	20
Fig. 8 : Porciento de sobrevivencia mensual en el interior de la bahía.	21
Fig. 9 : Porciento de sobrevivencia mensual en la boca de la bahía.	22
Fig. 10 : Porciento de sobrevivencia mensual en la isla San Martín.	23

Tabla I : Analisis de varianza de tres vías para el crecimiento en peso seco.-----	14
Tabla II: Analisis de varianza de tres vías para el crecimiento en longitud.-----	14
Tabla III: Promedio(*) y error estandar del % de crecimiento/día en longitud, para cada profundidad de cada zona, en cada estacion del año.-----	15
Tabla IV : Promedio(*) y error estandar del % de crecimiento/día en peso seco, para cada profundidad de cada zona, en cada estacion del año.-----	16
Tabla V: Porciento de crecimiento/día de las plantas marcadas en los mantos naturales, de febrero a julio 1987.-----	24
Tabla VI: Temperatura mensual de las tres zonas.-	24

## INTRODUCCION

Las algas marinas han sido utilizadas por el hombre en una gran variedad de formas, como alimento humano, para animales, limpiado de aguas contaminadas, y en la industria como productoras de agar y carragenano (Hansen, 1979).

A través de los años, la demanda de agar y carragenano ha ido en aumento, no así el suministro de algas de poblaciones naturales que ha sido insuficiente (De Boer, 1978). Las cosechas de algas de mantos naturales en muchos casos es baja, inestable, o la especie es difícil de extraer. Es por ello que se hace necesario desarrollar nuevas técnicas de cultivo que nos permitan una menor dependencia de las poblaciones naturales (Hansen, 1979). Países como Japón, Korea, Filipinas y China han desarrollado técnicas para el cultivo de macroalgas. Estos países producen en la actualidad cosechas que exceden los rendimientos de poblaciones naturales (Harger y Neushul, 1982). Solo las cosechas obtenidas en China son de 280,000 toneladas secas por año, con un promedio de 15,000 toneladas secas producidas por hectárea cultivada (Harger y Neushul, 1982).

Las zonas costeras de California (E.U.A.) y México son consideradas entre los sitios más viables para desarrollar maricultivos (Harger y Neushul, 1982). La flora de algas rojas de California contiene mínimo 22 especies que son

potencialmente productoras de agar y carragenano, muchas de las cuales exceden en número y calidad a aquellas agarofitas y carragenofitas que ocurren en Japón. (Moss, 1977 en Abbott, 1980).

Entre los criterios básicos necesarios para el cultivo de una alga esta conocer sus razones de crecimiento en sustratos artificiales y en las diferentes artes de cultivo existentes. Estas artes han sido ideadas para llevar a cabo cultivos bajo diferentes condiciones de profundidad, rango de marea, acción de las olas, viento y velocidad de corrientes (Miura, 1975). El utilizar un sustrato artificial, simplifica la cosecha y da lugar a utilizar áreas donde el sustrato natural es escaso o nulo (Munford y Waaland, 1980).

Existen varios factores que influyen para que las algas se desarrollen en un ambiente dado. Matsumoto (Harger y Neushul, 1982) menciona que para la evaluación de un posible sitio de cultivo se debe prestar principal atención a los cuatro factores ambientales que son los que influyen más fuertemente sobre las macroalgas : temperatura, nutrientes disueltos, luz y movimiento del agua.

En Baja California la explotación de macroalgas es exclusiva de poblaciones naturales. Se inició en los años cincuentas con Macrocystis pyrifera y Gelidium robustum. En la década de los sesentas se incorporó a la industria de los carragenanos Gigartina canaliculata (Guzmán del Proo

et al., 1974), la que ha sido reportada como una de las especies con mayor ocurrencia en las zonas de California y Baja California ( Dawson, 1961; Abbott y Hollenberg, 1976; y Aguilar et al., 1982 ). G. canaliculata se localiza desde el mesolitoral inferior hasta el mesolitoral medio. Se distribuye con mayor abundancia en la zona expuesta al oleaje que en la protegida ( Labastida-Woods, 1988 ). De la fase gametofítica de esta especie se extrae k-carragenano (Abbott, 1980; Santos, 1980 ). Se cuenta con una serie de estudios encaminados al cultivo de esta especie; Okuda y Neushul ( 1981 ), realizaron un estudio sobre la sedimentación de esporas de varias algas rojas, entre ellas la fase tetrasporofítica y carposporofítica de G. canaliculata. García-Ezquivel ( 1986 ) estudió la expulsión y viabilidad de esporas obtenidas en laboratorio; Pacheco et al., (1987), llevaron a cabo cultivos de juveniles en laboratorio, utilizando nutrientes producidos a base de estiércol, obteniendo un crecimiento similar a los cultivos con medios tradicionales. Estudios más recientes son los de Labastida-Woods (1988) y Chauvet-Allard (1988), quienes realizan la primera estimación de biomasa en tres regiones de Baja California. González-Gómez (1988 ), estudió los efectos de los nitratos en el rendimiento de carragenano cultivando a G. canaliculata en tanques exteriores .

La alta capacidad productora de esporas de ambas fases de la planta y el exitoso desarrollo de plántulas en

laboratorio generadas a partir de esporas, hacen sugerir que el cultivo de Gigartina canaliculata es posible, pudiendo ser la opción para obtener una mayor biomasa y calidad de gel a partir de una fase específica de la planta. A la fecha no hay estudios que prueben la posibilidad del cultivo de esta especie sobre artes instaladas fuera de su ambiente tradicional. Este trabajo prueba la hipótesis de poder cultivar Gigartina canaliculata en artes de cultivo; estante y línea flotante, en zonas diferentes a su ambiente natural; dentro de una bahía, la boca y una zona semiexpuesta frente a una isla.

## OBJETIVO

Estimar la razón de crecimiento en Gigartina canaliculata en tres zonas de la región de San Quintín, sobre diferentes artes de cultivo.

## AREA DE ESTUDIO

La zona de bahía San Quintín es una laguna costera localizada sobre la costa occidental de Baja California, a 200 km al sur de Ensenada, entre  $30^{\circ} 29' - 30^{\circ} 30' N$  y  $115^{\circ} 57' - 116^{\circ} 01' W$ . Su orientación general es norte-sur, con una boca permanentemente abierta en dirección sur (Huerta, 1986 ). Tiene forma de " Y ", el brazo oeste se conoce como Bahía Falsa y el este como Bahía San Quintín (Torres, 1986 ). Tiene una longitud aproximada de 15 Km y una anchura promedio de 17 Km . En baja mar el 40% de la bahía queda descubierta, el resto corresponde a canales y lagunas pequeñas, con profundidades de aproximadamente 2.5 m ( Islas, 1976 ). En primavera-verano ocurren surgencias en el mar abierto frente a la bahía. Esto tiene influencia sobre el agua que es relativamente fría y a menudo con altas concentraciones de nutrientes. La temperatura y salinidad aumenta de la boca a los extremos internos de la bahía, excepto en invierno cuando la temperatura en la boca es más alta (Alvarez-Borrego et al., 1975 ) (fig. 1).

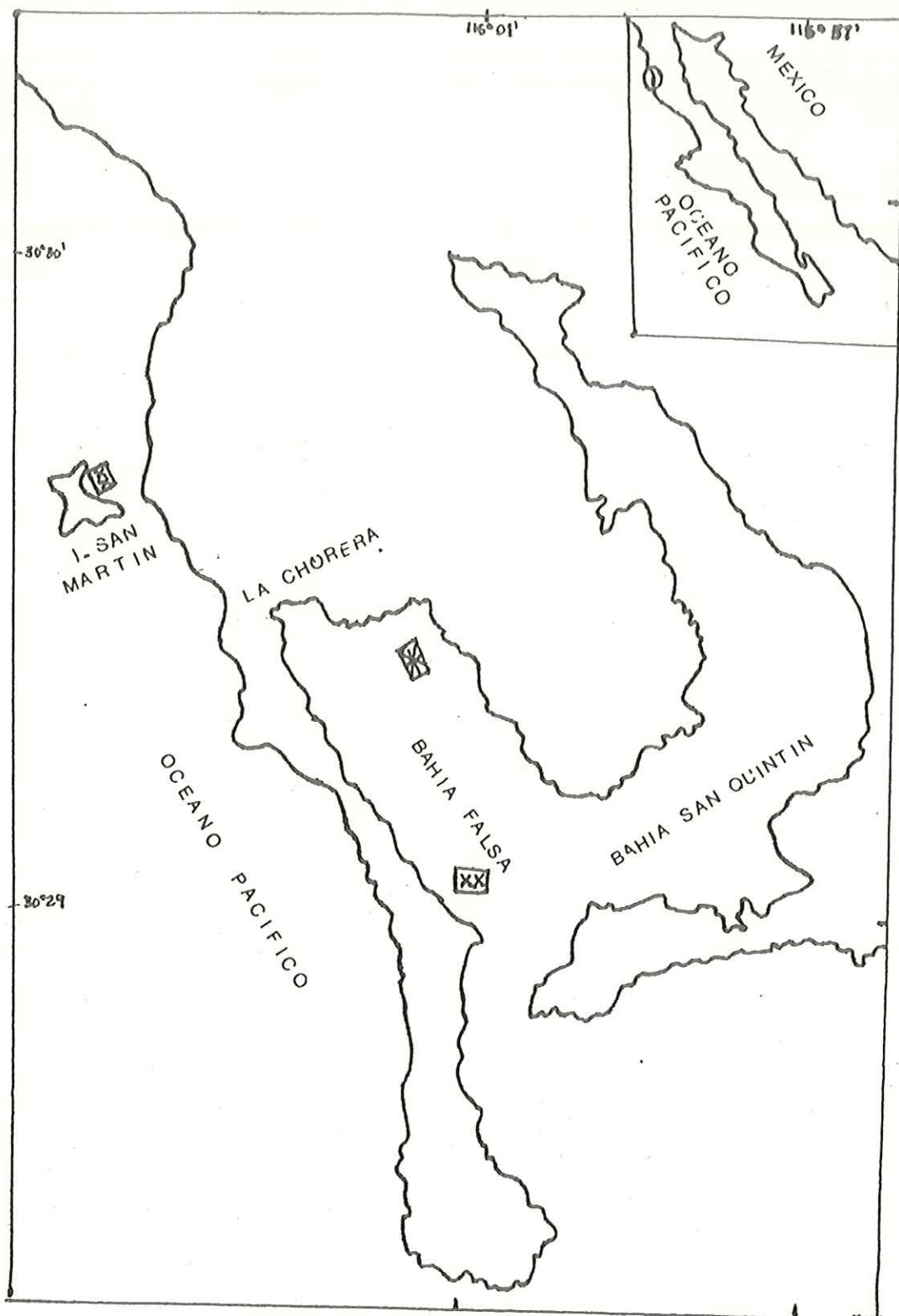



Fig. 1. Localización del área de estudio y de las artes de cultivo. Estante  Línea flotante 

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó desde julio de 1986 a julio de 1987. Juveniles de Gigartina canaliculata de una longitud entre 7.5 y 10.0 cm, se colectaron en la zona conocida como " La Chorera " a 5 km al oeste de las instalaciones de la cooperativa Bahía Falsa (fig.1). Los ejemplares se sujetaron a líneas de nylon # 18 colocadas en un cuadrante de PVC con un área de 0.25 m<sup>2</sup>, cada cuadrante contenía 7 líneas con 3 ó 4 plantas por línea. Estos se colocaron a tres profundidades sobre un armazón de cabo como se muestra en la figura 2. Los cuadrantes se transportaron en el fondo de una panga a las artes de cultivo facilitada por la Cooperativa de Bahía Falsa. Las plantas se cubrieron con papel periódico húmedo para evitar la desecación. Las artes de cultivo fueron un estante y dos líneas flotantes. El estante (arte de uso exclusivo para zonas protegidas) se ubicó en el interior de Bahía Falsa (fig. 1), zona con poca profundidad, un rango de marea de 1-2 m, con una moderada o nula acción de las olas y corrientes. Es una estructura rectangular de 6.0 x 1.5 m, con un número determinado de tubos transversales donde se cuelga el armazón con las plantas, sostenidos a una distancia fija del fondo de acuerdo a la longitud de los tubos de soporte (fig. 3). En esta estructura las plantas quedan expuestas y sumergidas una o dos veces según la marea. el período de

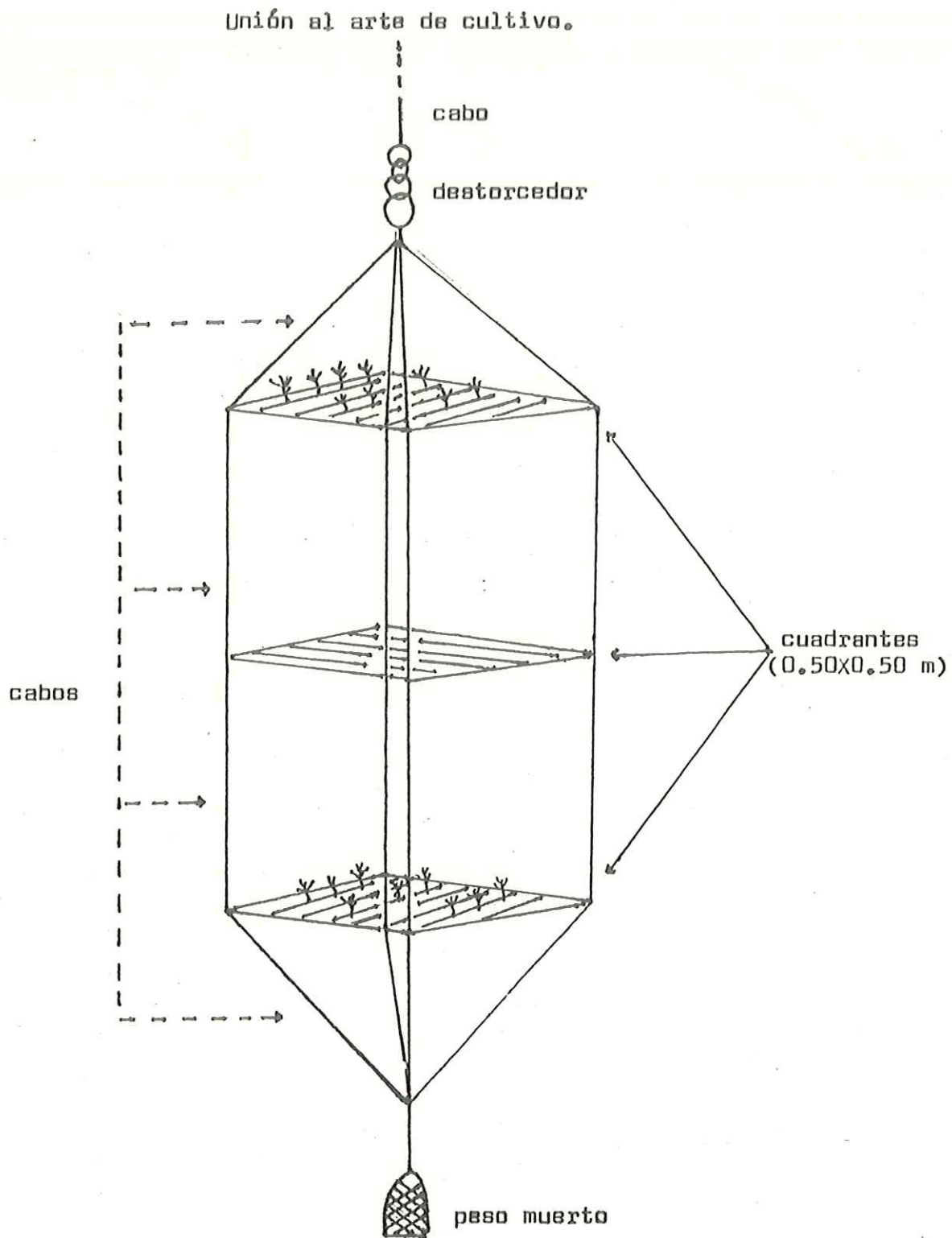


Fig. 2. Esquema del armazón de cabo, con el acomodo de los cuadrantes.

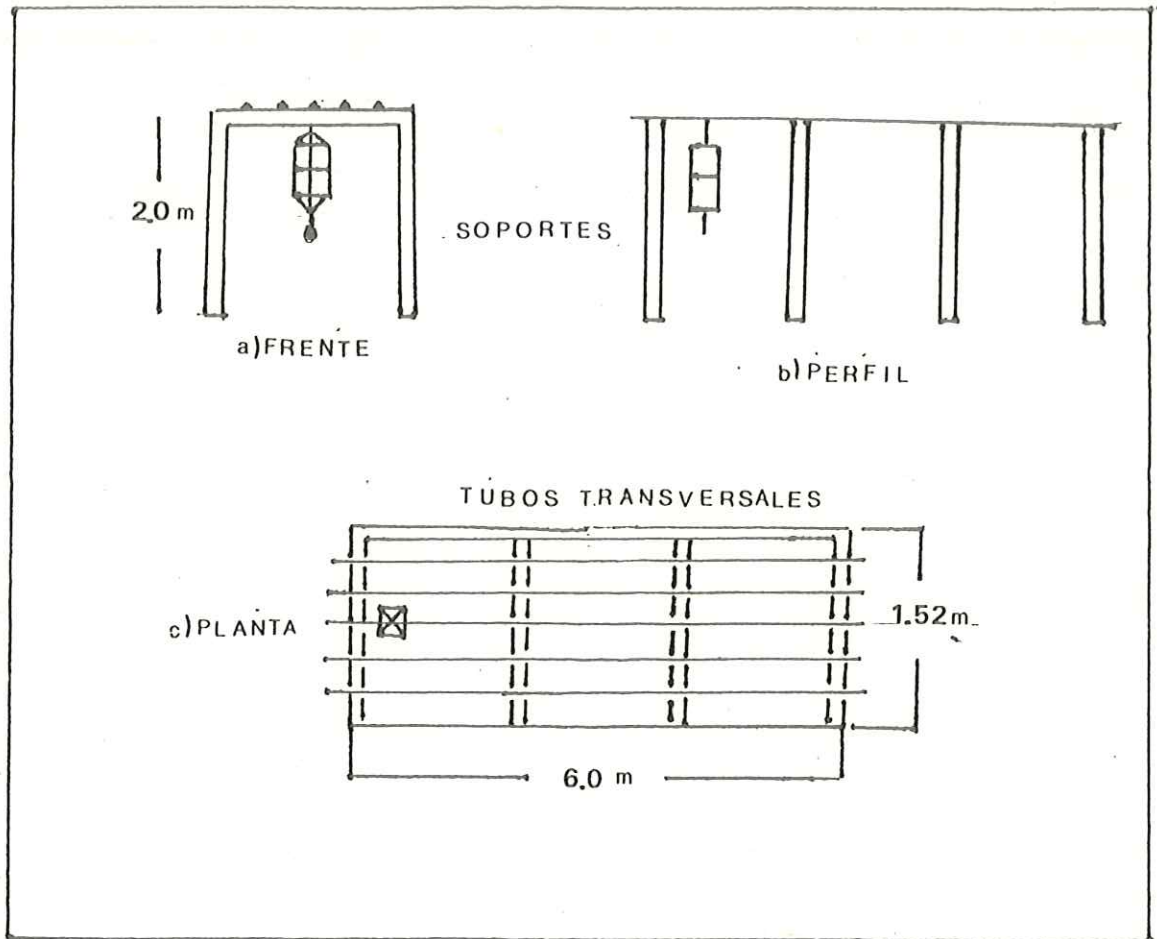


Fig. 3 a, b, c: Estante de frente, perfil y planta, mostrando la posición de los cuadrantes.

exposición y el tiempo de inmersión depende de la altura a que sean colocadas las plantas en el arte (Ryther *et al.*, 1972). El cuadrante medio se colocó a una marea de 0.0 (nivel de marea al cual quedan expuestas las plantas en el medio natural). Los otros cuadrantes se colocaron 30 cm por arriba y por debajo del nivel medio de marea. Las líneas flotantes se ubicaron, en la boca de la bahía y frente a la isla San Martín (fig. 1). Estas estructuras están formadas por un cabo que se mantiene flotando sobre la superficie del agua por medio de boyas y anclado al fondo por bloques de concreto, el cabo sirve de soporte para las armazones que contienen los ejemplares (fig. 4). Las plantas permanecen siempre sumergidas (Ryther *et al.*, *op. cit.*). Las profundidades de los tres cuadrantes en la boca fueron de 0.5, 1.0 y 1.5 metros; y en la isla a 2.0, 3.0 y 4.0 metros. Mensualmente, se replanzó cada cuadrante por otro con ejemplares nuevos. El crecimiento de las plantas se midió individualmente. Se contaron las plantas sobrevivientes, separándolas del cuadrante y transportándolas en bolsas plásticas con agua al laboratorio. Posteriormente cada ejemplar se limpió de epífitas y se midió su longitud. El peso seco se obtuvo secando las plantas en un horno (Presicion modelo 16EG) a una temperatura de 60° C hasta obtener peso constante (Brinkhuis, 1985).

De febrero a julio de 1987 se realizó un monitoreo del crecimiento en plantas sobre el manto natural donde se

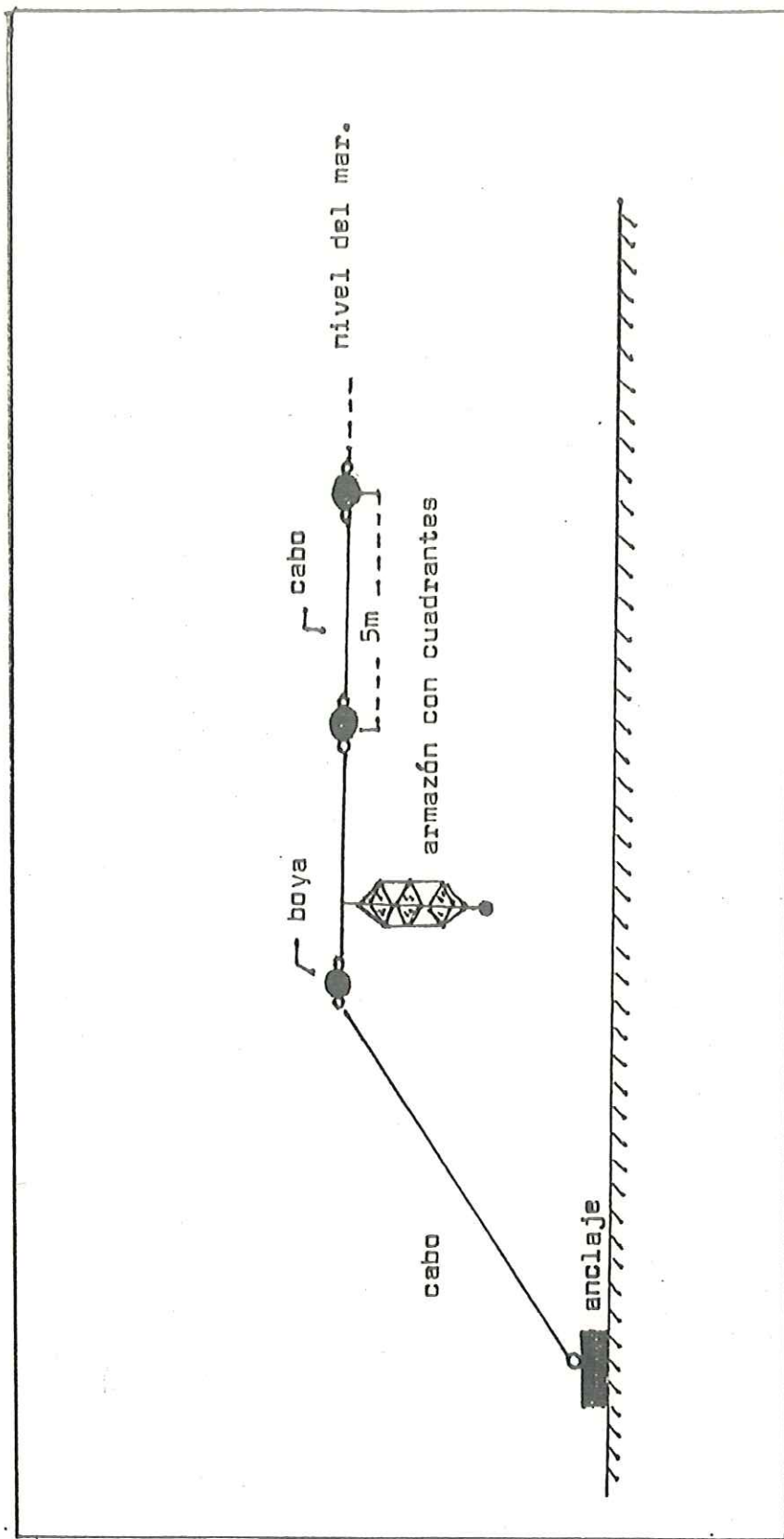


Fig. 4. Línea flotante mostrando la ubicación del armazón con los cuadrantes.

colectaba el material para las artes de cultivo. Este consistió en el marcado mensual de 50 ejemplares, a los que se midió su longitud total, siendo medidos en cada muestreo en que eran localizados.

Con la longitud y peso seco individual, se obtuvo el % de crecimiento/día para cada profundidad utilizada. Se utilizó la fórmula :

$$G = [ ( W_t / W_o )^{1/t} - 1 ] \times 100$$

donde G= % de crecimiento diario,  $W_t$ = medida al tiempo final,  $W_o$ = a la medida inicial, t= tiempo (Hoyle, 1978). El peso inicial siempre se determinó con una submuestra de 30 ejemplares tomados al azar por muestreo.

La sobrevivencia se determinó en base a la cantidad de ejemplares encontrados en cada muestreo. Se realizaron las pruebas de Ji cuadrada y de Kolmogorov-Smirnov para la bondad de ajuste a la distribución normal y prueba de homogeneidad de varianzas de Bartlett. En los casos en los que se hizo necesario, se usó la transformación logaritmo natural de  $X + 1$  ( $\ln X + 1$ ).

Para comparar los resultados del crecimiento obtenido en las profundidades de cada zona, las zonas entre sí y las épocas del año. Se obtuvo un promedio con los tres promedios mensuales de cada estación del año (excepción de

invierno donde se conto con solo dos meses). Realizandose un analisis de varianza de tres vias, del paquete estadistico PECS (CICESE).

En cada muestreo y en cada zona se tomó la temperatura.

## RESULTADOS

Estadísticamente se encontraron diferencias en el crecimiento (longitud y/o peso seco) en las tres zonas, así como en las estaciones del año (longitud). No se encontraron diferencias en el crecimiento (longitud y/o peso seco) con respecto a la profundidad (tablas I y II). La mejor época de crecimiento (tablas III y IV) y sobrevivencia para las tres zonas ocurre en primavera. En este período de tiempo no se encontraron diferencias entre el crecimiento de las plantas de las artes de cultivo y las plantas que fueron marcadas en un manto natural.

En la zona protegida, ubicada en el interior de la bahía, el mayor porcentaje de crecimiento diario en longitud se presentó en abril 0.73 %/día y el mínimo en septiembre -0.25 %/día (fig. 5a). Respecto al peso seco, el mayor crecimiento fué en julio 3.3%/día y el menor en

Tabla I: Analisis de varianza de tres vías para el crecimiento en Peso Seco.

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	MEDIA CUADRADA	F	
LUGAR	29.482	2	14.741	11.172	***
PROF.	2.670	2	1.335	1.012	
TIEMPO	7.611	3	2.537	1.923	
LUGAR PROF.	9.350	4	2.338	1.772	
LUGAR TIEMPO	21.410	6	3.568	2.704	**
PROF. TIEMPO	14.416	6	2.403	1.821	
LUGAR PROF. TIEMPO	12.727	12	1.061	0.804	
EXPLICADO	97.665	35	2.790	2.115	
RESIDUO	83.123	63	1.319		
TOTAL	180.788	98	1.845		

\*\*\* = SIGNIFICATIVO AL 99%

\*\* = SIGNIFICATIVO AL 95%

Tabla II: Analisis de varianza de tres vías para el crecimiento en Longitud.

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	MEDIA CUADRADA	F	
LUGAR	3.599	2	1.799	4.263	**
PROF.	0.554	2	0.277	0.657	
TIEMPO	5.011	3	1.670	3.957	**
LUGAR PROF.	1.929	4	0.482	1.143	
LUGAR TIEMPO	2.068	6	0.345	0.816	
PROF. TIEMPO	1.319	6	0.220	0.521	
LUGAR PROF. TIEMPO	5.023	12	0.419	0.992	
EXPLICADO	19.501	35	0.557	1.320	
RESIDUAL	26.590	63	0.422		
TOTAL	46.091	98	0.470		

\*\* = SIGNIFICATIVO AL 95%

Tabla III: Promedio(\*) y error estandar del % de crecimiento/día en longitud, para cada profundidad de cada zona, en cada estaciones del año.

		VERANO	OTONO	INVIERNO	PRIMAVERA
I N T E R I O R	PROF. SUPERIOR	0.4 * 0.211	-0.1 * 0.297	0.2 * 0.000	0.2 * 0.037
	PROF. MEDIA	0.4 * 0.289	0.3 * 0.096	0.2 * 0.101	0.5 * 0.123
	PROF. INFERIOR	0.7 * 0.024	0.5 * 0.048	0.2 * 0.070	0.9 * 0.061
E B O C A	PROF. SUPERIOR	0.6 * 0.280	0.3 * 0.147	0.7 * 0.173	1.0 * 0.012
	PROF. MEDIA	0.7 * 0.314	-0.1 * 0.144	0.3 * 0.567	1.1 * 0.028
	PROF. INFERIOR	0.8 * 0.152	0.4 * 0.135	0.4 * 0.074	1.0 * 0.193
S A N I M A L I T	PROF. SUPERIOR	0.3 * 0.187	0.7 * 0.098	0.9 * 0.242	0.6 * 0.006
	PROF. MEDIA	0.4 * 0.219	0.6 * 0.168	0.7 * 0.074	0.6 * 0.032
	PROF. INFERIOR	0.6 * 0.105	0.8 * 0.042	0.7 * 0.050	0.7 * 0.018

Tabla IV : Promedio(%) y error estandar del % de crecimiento/día en peso seco, para cada profundidad de cada zona, en cada estacion del año.

		VERANO	OTONO	INVIERNO	PRIMAVERA
I T E R I O R	PROF. SUPERIOR	2.4 * 0.887	2.2 * 0.672	0.23 * 0.000	1.4 * 0.659
	PROF. MEDIA	1.5 * 0.587	1.1 * 1.221	1.8 * 0.400	2.3 * 0.376
	PROF. INFERIOR	0.8 * 1.384	2.7 * 0.337	2.8 * 0.193	2.7 * 0.095
B O C A	PROF. SUPERIOR	3.2 * 0.239	1.7 * 1.204	3.9 * 0.480	3.2 * 0.201
	PROF. MEDIA	3.2 * 0.778	0.8 * 0.735	2.7 * 1.752	3.5 * 0.337
	PROF. INFERIOR	2.2 * 0.192	2.1 * 0.415	3.6 * 0.714	3.2 * 0.285
S A N	PROF. SUPERIOR	2.0 * 0.215	3.7 * 0.387	3.0 * 0.715	2.6 * 0.232
	PROF. MEDIA	2.1 * 0.517	2.7 * 0.075	3.2 * 1.123	2.6 * 0.336
	PROF. INFERIOR	2.0 * 0.128	3.5 * 0.296	3.5 * 0.189	2.4 * 0.254

octubre  $-0.69$  %/día ( fig. 5b ). La sobrevivencia sobrepasó el 60 % de mayo a julio, mientras que en los meses restantes fué menor del 40 % (fig. 8). En la zona semiprotegida de la boca, el mayor porcentaje de crecimiento en longitud ocurrió en agosto  $1.14$ %/día y el menor en enero  $-0.30$  %/día (fig. 6a). Respecto al peso seco el mayor crecimientos se presentó en marzo  $4.3$ %/día y el menor en octubre  $-0.63$  %/día (fig. 6b). La sobrevivencia sobrepasó el 70 % de marzo a julio y fué menor del 40 % de septiembre a enero (fig. 9).

En la zona semiprotegida de la isla, el mayor porcentaje de crecimiento diario en longitud ocurrió en diciembre  $0.88$ %/día y el menor en septiembre  $0.20$ %/día (fig. 7a). Respecto al peso seco el mayor crecimientos ocurrió en marzo  $4.0$ %/día y el menor en agosto  $1.4$ %/día (fig. 7b). La sobrevivencia sobrepasó el 70% en marzo y de mayo a julio, de septiembre a enero es menor de 50% (fig. 10).

En el manto natural se encontraron los más altos crecimientos de marzo a mayo (primavera) y este fluctuó entre  $0.91$  y  $0.88$  %/ día (tabla V).

Las temperaturas encontradas fueron siempre mayores en el interior de la bahía ( $17$  a  $23^{\circ}$  C) que en la boca y la isla ( $13$  a  $19^{\circ}$  C) (tabla VI).

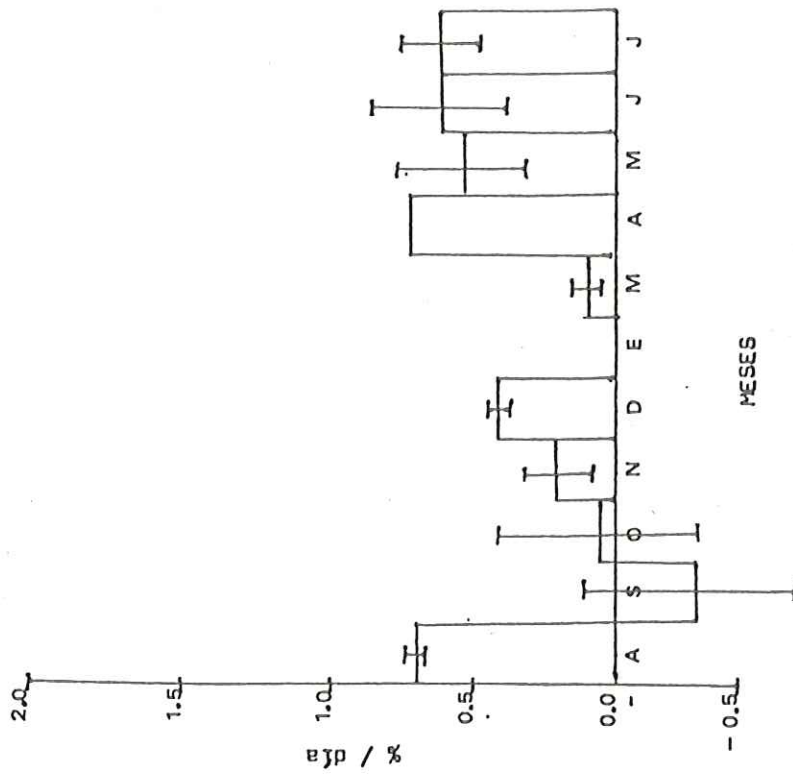


Fig. 5a. Porcentaje de crecimiento/día promedio en longitud y su error estándar, para el interior de la bahía.

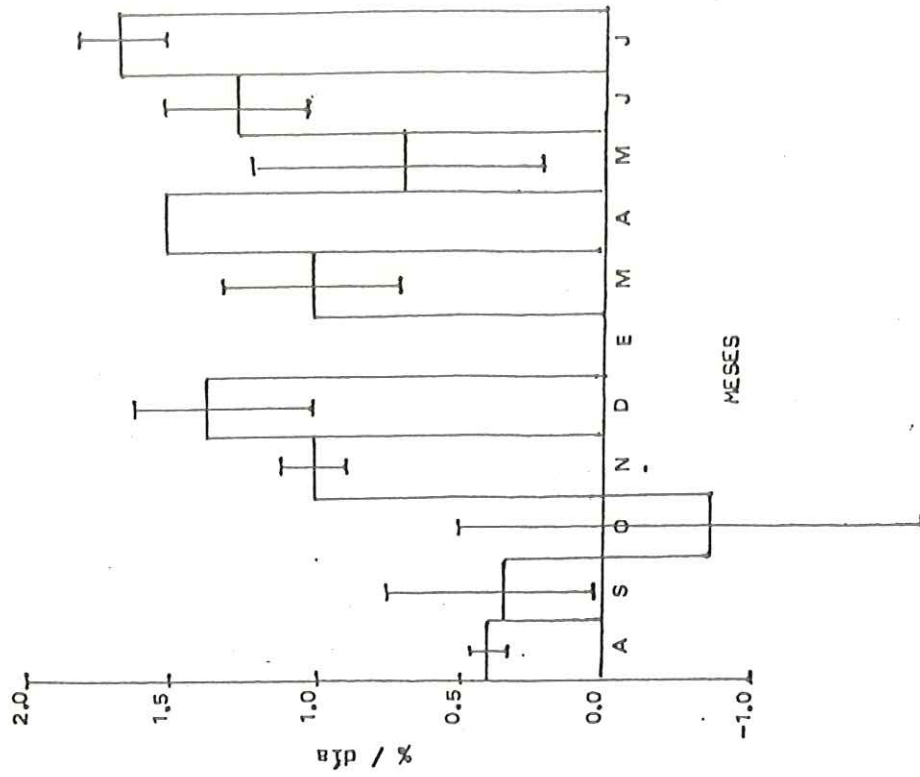


Fig. 5b. Porcentaje de crecimiento/día promedio en peso seco y su error estándar, para el interior de la bahía.

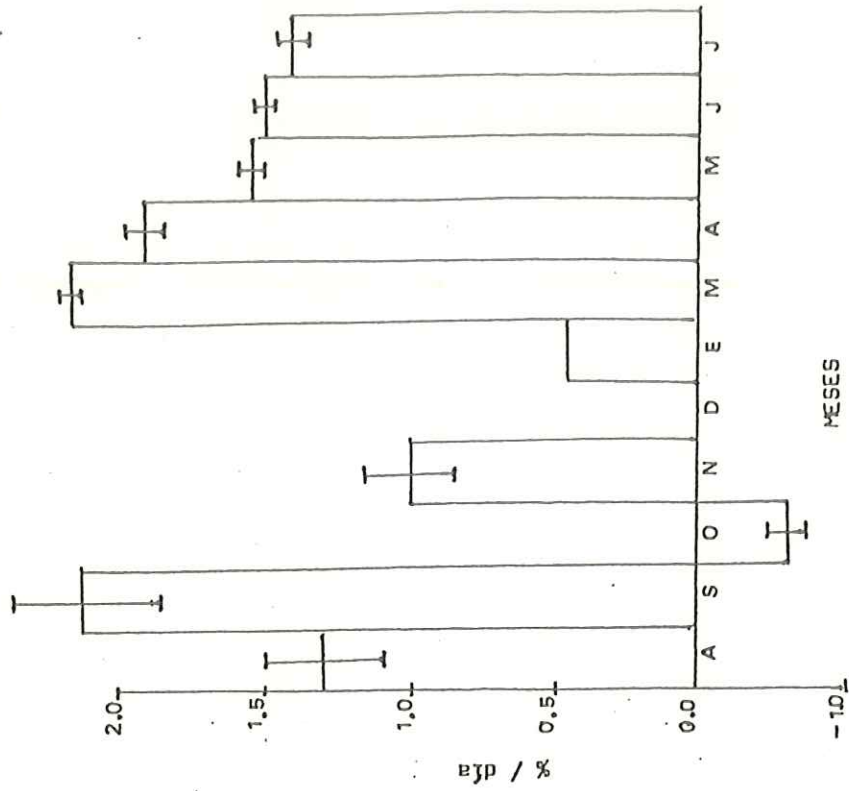


Fig. 6b. Porcentaje de crecimiento/día promedio en peso seco y su error estándar, para la boca de la bahía.

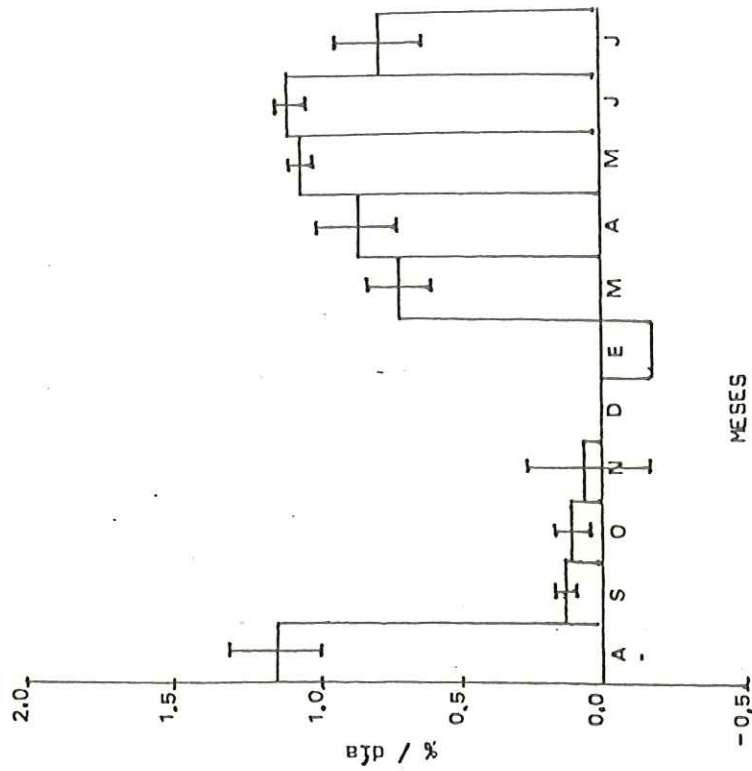


Fig. 6a. Porcentaje de crecimiento/día promedio en longitud y su error estándar, para la boca de la bahía.

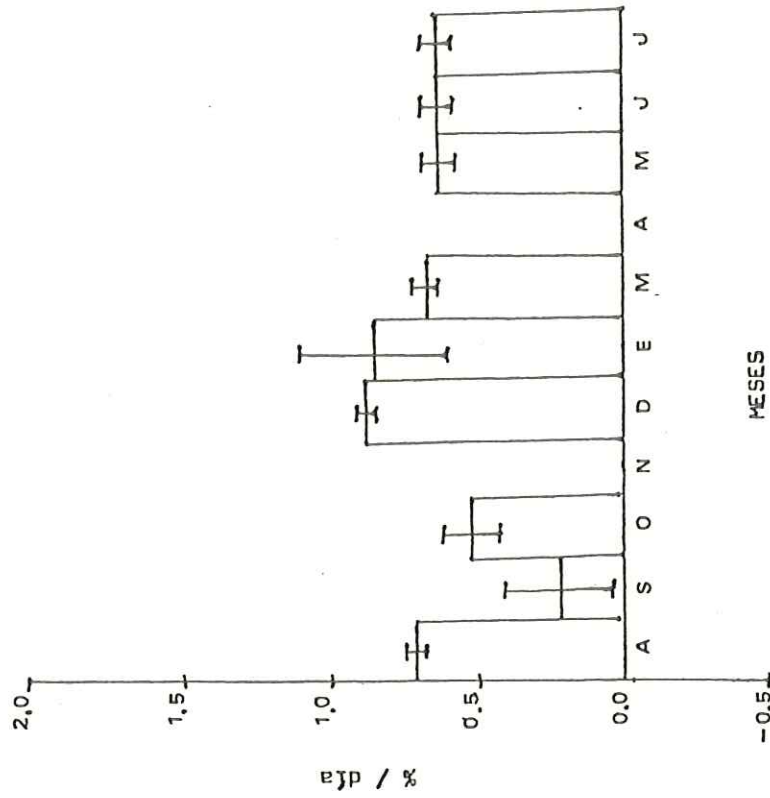


Fig. 7a. Porcentaje de crecimiento/día promedio en longitud y su error estándar, para la isle.

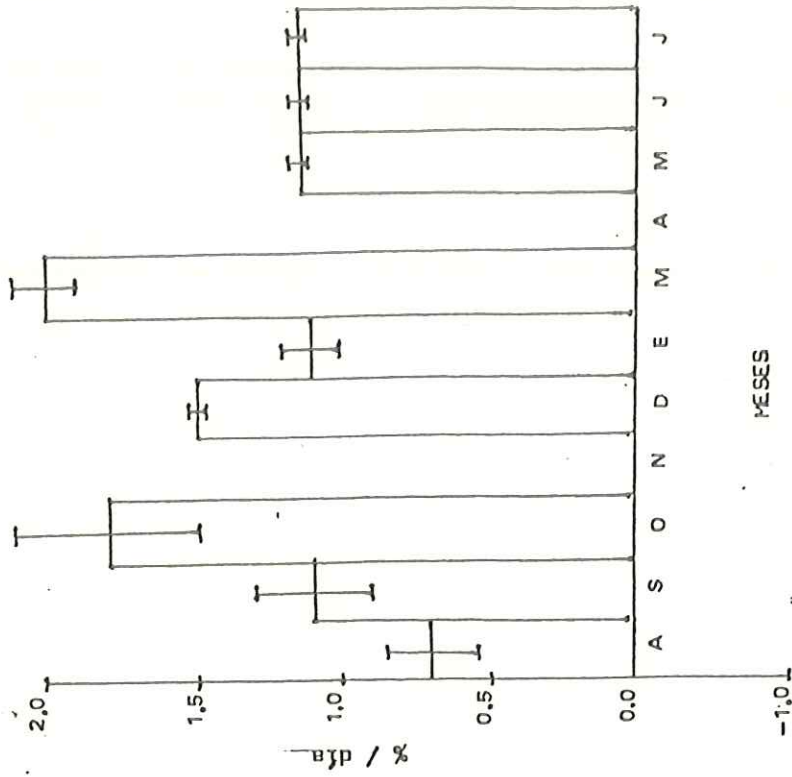


Fig. 7b. Porcentaje de crecimiento/día promedio en peso seco y su error estándar, para la isle.

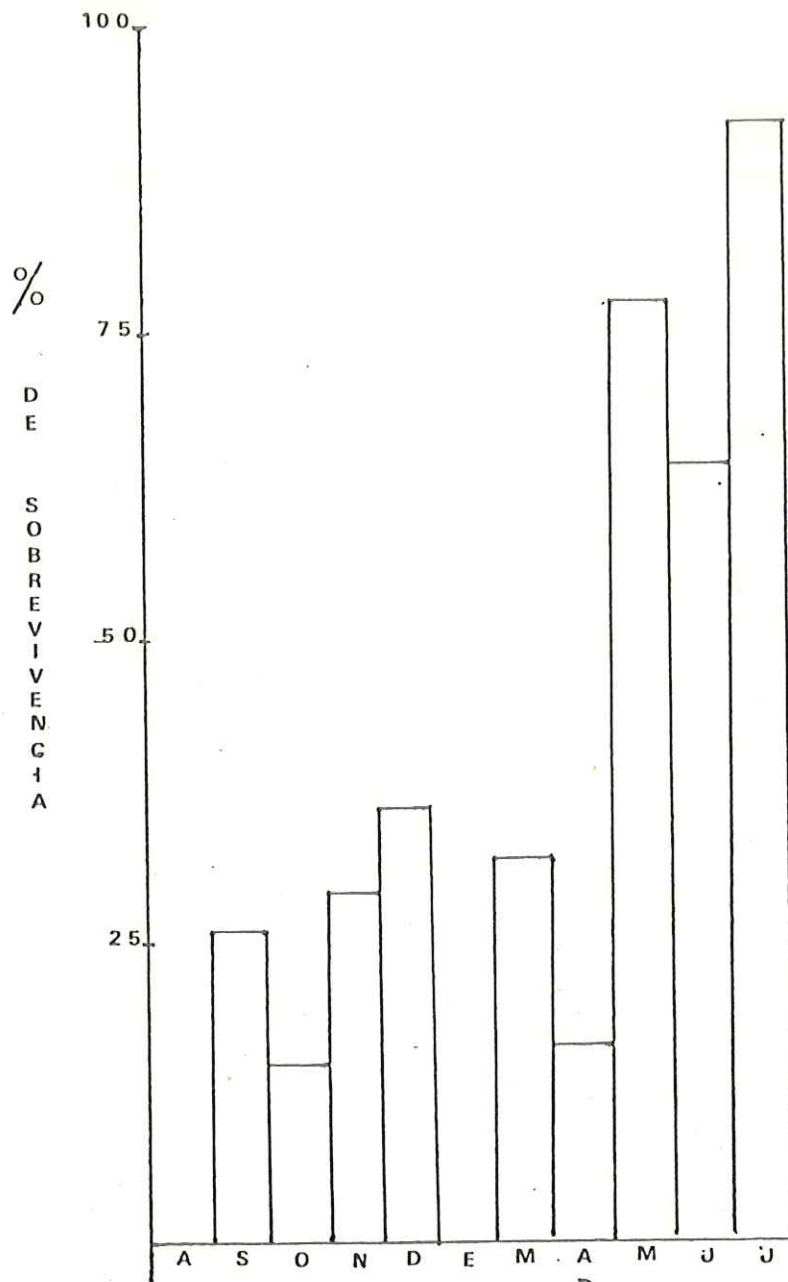


Fig. 8. Porcentaje de supervivencia mensual en el interior de la bahía.

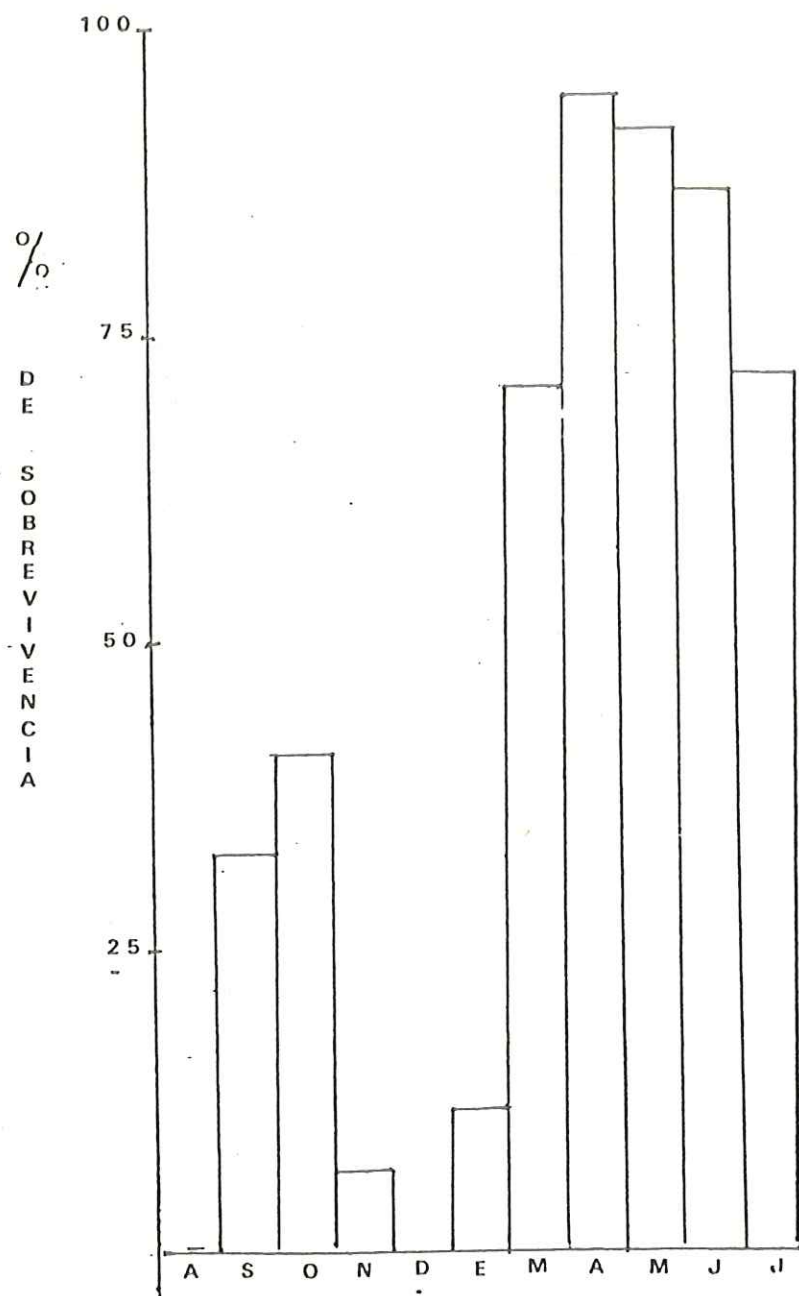


Fig. 9. Porcentaje de sobrevivencia mensual en la boca de la bahía.

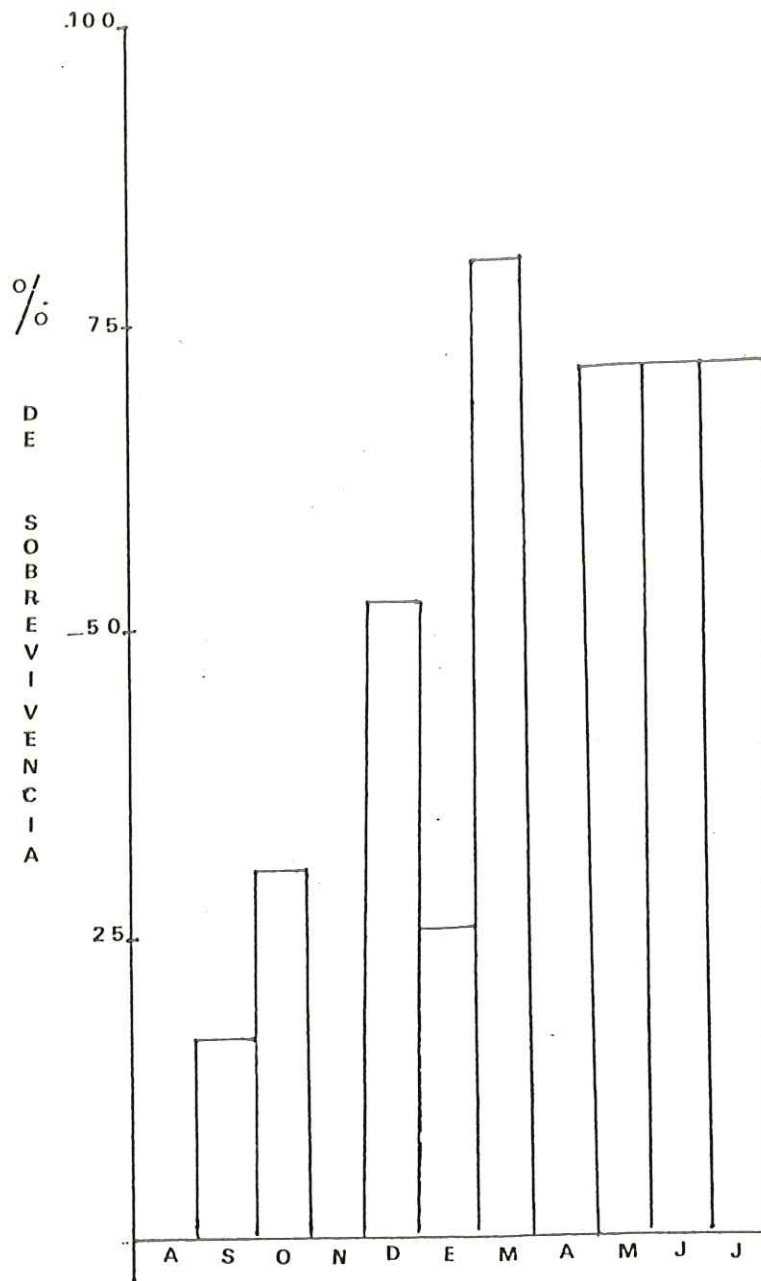


Fig. 10. Porcentaje de supervivencia mensual en la isla.

Tabla V : Porciento de crecimiento/día de las plantas marcadas en los mantos naturales, de febrero a julio 1987.

MES	PROMEDIO INICIAL (CM)	% CREC./DIA
	PROMEDIO FINAL (CM)	
MARZO	18.1 / 14.1	0.91
ABRIL	20.7 / 16.3	0.86
MAYO	20.7 / 16.2	0.88
JUNIO	20.3 / 18.6	0.34
JULIO	23.8 / 19.3	0.75

Tabla VI: Temperaturas(grados centigrados) mensuales de las tres zonas.

MES	INTERIOR DE LA BAHIA	BOCA DE LA BAHIA	ISLA SAN MARTIN
JULIO	21.0	15.0	17.0
AGOSTO	23.0	19.0	19.0
SEPTIEMBRE	21.0	19.0	19.0
OCTUBRE	21.0	18.0	17.5
NOVIEMBRE	--	--	--
DICIEMBRE	18.0	17.0	17.0
ENERO	18.0	16.0	16.0
MARZO	19.5	15.5	14.5
ABRIL	18.0	15.0	--
MAYO	17.0	13.0	--
JUNIO	--	--	--
JULIO	19.0	14.0	16.0

## DISCUSION

En este estudio se observó que Gigartina canaliculata es capaz de crecer sobre artes de cultivo fuera de su ambiente natural a razones de crecimiento similares a lo observado in situ.

Los crecimientos obtenidos en las tres zonas estudiadas (figs. 5b, 6b, 7b,) son similares a los encontrados para especies que pertenecen al mismo orden y que han sido cultivadas en sistemas extensivos; Gigartina exasperata en Washington presenta un crecimiento de 3.0 %/día (Waaland, 1977 en Hansen et al., 1981) ; Gracilaria en British Columbia un crecimiento de 1.37 %/día (While y Engler, 1979 en Hansen et al., 1981) y 4.0 %/día (Saunders y Linday, 1979 en Hansen et al., 1981). Para G. canaliculata cultivada en tanques exteriores a los que se les proporcionó fertilizantes, González-Gómez (1988) midió un crecimiento de 2.81 a 5.49%/día. Los mayores crecimientos obtenidos en este estudio se encuentran entre 2.0 y 4.4 %/día los que caen dentro de los intervalos obtenidos en cultivos extensivos. La época de mayor crecimiento encontrada en este estudio (primavera), es similar a lo observado para G. canaliculata por Labastida-Wood (1988), quién en las zonas de Eréndira y Popoptla, obtiene la máxima biomasa en primavera; así como Chauvet-Allard (1988) en bahía San Quintín, obtiene la máxima biomasa a fines de primavera e inicios del verano.

En este estudio el problema principal fué la pérdida

de ejemplares. En las zonas semiprotegidas, el buen estado en que se encontraron las plantas hace suponer que la pérdida se debió principalmente a que los ejemplares se soltaron de su amarre, debido a las corrientes y el haber utilizado plantas individuales. Si esta técnica se utilizara en cultivos extensivos, sería recomendable utilizar manojos de plantas en vez de ejemplares individuales, los cuales consisten en un sistema de amarre que ha sido utilizado con gran éxito en cultivos de Euchema en Filipinas (Parker, 1974; Doty, 1987) Euchema spinosum en Africa (Braud y Pérez, 1979). En la zona protegida, el amarre de los ejemplares no fué un factor importante debido al escaso movimiento del agua. El menor crecimiento para esta zona y la pérdida de ejemplares se atribuye principalmente a los cambios morfológicos que sufrieron las plantas; estas se volvieron quebradizas y sufrieron gran pérdida de color. El estado quebradizo como lo mencionan West et al (1978) se presenta cuando las plantas de habitat de alta energía son colocadas en zonas de baja energía. La pérdida de color es una característica de las algas rojas con deficiencias en nitrógeno (Waaland, 1976). Si bien en nuestro caso no se cuantificó la cantidad de nutrientes, existen trabajos (Alvares-Borrego et al. 1975) que demuestran la gran fertilidad de la bahía, lo que nos lleva a pensar que la pérdida de color fué causa de la desecación que tuvieron las plantas, producto de las características

propias del arte de cultivo utilizado. Si bien las plantas fueron colocadas a un nivel de marea igual al que se encuentran en el medio natural, las plantas en los mantos naturales nunca se localizan como ejemplares individuales, y se distribuyen en lugares que forman pozas en baja mar, factores que las ayudan a soportar la desecación. Este problema hace que el uso de este tipo de arte de cultivo no sea apropiado para esta zona, debido a que la poca profundidad no permite reducir el tiempo de desecación de las plantas. Los resultados demuestran que G. canaliculata puede crecer fuera de su ambiente tradicional, obteniéndose un mayor crecimiento y sobrevivencia cuando las plantas son colocadas en artes de cultivo que permanecen sumergidas. Sin embargo se hace necesario ensayar métodos que favorezcan un mejor amaré de las plantas al sustrato, con el fin de disminuir su pérdida.

## CONCLUSIONES

1) Gigartina canaliculata especie característica de habitat expuestos puede crecer fuera de su habitat natural. Obteniendose un mayor crecimiento en una zona semiexpuesta que en una protegida.

2) El estante como arte de cultivo para Gigartina canaliculata en Bahía Falsa, no es recomendable debido a la poca profundidad de la zona, lo que provoca una gran desecación para las plantas colocadas en él.

3) Las líneas flotantes probaron ser efectivas para el cultivo de Gigartina canaliculata.

#### LITERATURA CITADA

- Abbott, I. A. 1980. Some field and laboratory studies on colloid-producing red algae in Central California. *Aquat. Bot.* 8 (3): 255-266.
- Abbott, I. A. and G. J. Hollenberg. 1976. Marine algae of California. Stanford University Pres. Stanford, California.
- Abbott, I. A. and F. A. Chapman. 1981. Evaluacion of kappa carrageenan as a substitute for agar in microbiological media. *Arch. Microbiol.* 128: 355-359.
- Aguilar-Rosas, L. E., R. Aguilar-Rosas, I. Pacheco-Ruiz, E. Bórquez-Garcés, M. A. Aguilar-Rosas y E. Urbieta-González. 1982. Algas de importancia comercial de la región noroccidental de la península de Baja California, México. *Ciencias marinas.* 8 (1): 49-63.
- Alvarez-Borrego, S., G. Ballesteros-Grijalva y A. Chee Barragan. 1975. Estudio de algunas variables fisicoquímicas superficiales en Bahía San Quintín, en verano, otoño e invierno. *Ciencias Marinas.* (Mex). Vol. 2 # 2 . pp. 1-9.
- Braund, J. P. and R. Pérez. 1979. Farming on pilot scale of Euchemia spinosum ( Florideophyceae ). In DJIBOOTI Waters Proc. Intl Seaweed Symp. 9:533-539.
- Brinkhuis, B. H. 1985. Growth patterns and rates. The Handbook of Phycological Methods. Edited by Mark M.

- Litter and Diana S. Littler. pp. 461-477
- Chauvet-Allard, G. P. 1988. Estimación de la abundancia del alga Gigartina canaliculata Harv. (Rhodophyceae Gigartinales), En Bahía San Quintín Baja California, Mexico. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Mexico.
- Dawson, E. Y. 1961. Marine red algae of pacific. Mexico. IV. Gigartinales. Pacific Naturalist. 2: 1-125.
- De Boer, J. A. 1978. Effects of nitrogen enrichment on growth rate and phycocolloid-content in Gracilaria foliifera and Neoagardhiella baileyi (Florideophyceae). A. Jensen and J. R. Stain, eds., in: Proc. Intl. Seaweed Symp. 9, pp. 263-271. Publ. Science Press.
- Doty, M. S. 1987. The production and use of Euchema. Case studies of seven commercial seaweed resources. F.A.O. Fisheries Technical Paper. 281: 123-165.
- García-Ezquivel, Z. 1986. Estudios sobre expulsión y viabilidad de esporas en el alga roja Gigartina canaliculata Harv. Tesis de Licenciatura. Ciencias Marinas. México.
- González-Gómez, M. A. 1988. Efectos de nitratos en el rendimiento de carragenano en Gigartina canaliculata en tanques exteriores. Tesis de Licenciatura. E. S.C. M., U. A. B. C., Ensenada, B. C. México.

- Guzmán del Proo, S. A., S. De la Campa-De Guzmán y J. Pineda-Barrera. 1974. La cosecha de algas comerciales en Baja California. Serie de Divulgación. I. N. P. México.
- Hansen, G. E. 1979. Physiological considerations in the mariculture of red algae. Proc. Intl. Seaweed Symp.
- Hansen, G. E., J. E. Packard and W. T. Doyle. 1981. Mariculture of red seaweed. Report # T-CSGCP-002. California Sea Grant College Program Public. pp. 41
- Harger, B. W. W., and M. Neushul. 1982. Macroalgal mariculture. Biosaline Research : A look the future edited by Anthony San Pietro ( Plenum Publishing Corporation) pp. 393-404.
- Hoyle, M. D. 1978. Reproductive phenology and growth rates in two species of Gracilaria of Hawaii. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 35:273-283.
- Huerta, T. R. 1986. Producción primaria aérea de Zostera marina en Bahía Falsa, San Quintín, B. C. de junio a diciembre de 1982. Tesis de Licenciatura. E. S. C. M. U. A. B. C. , Ensenada.
- Islas-Olivares, R. 1976. Cultivo piloto del ostión japonés Crassostrea gigas en Bahía San Quintín, Baja California. Tesis de Licenciatura. E. S. C. M., U. A. B. C., Ensenada, B. C..

- Labastida-Wood, J. U. 1988. Estimación de la abundancia y observaciones de las fases reproductoras de Gigartina canaliculata Harv. ( Rhodophyceae, Gigartinales). En el Ejido Erendira y Popoptla, Baja California. Tesis de Licenciatura. E. S. C. M., U. A. B. C., Ensenada, B. C.
- Miura, A. 1975. Porphyra cultivation in Japon, in advancement of phycology in Japon, J. Tokida and H. Hirose, Eds. W. Junk. Publ. The Hague, 273=304.
- Munford, T. F. 1979. Field and laboratory experiments with Iridea cordata ( Florideophyceae ) grown on nylon netting. Proc. Intl. Seaweed Symp. 9: 515=523.
- Munford, T. F. 1980. Seaweed culture in Washington and British Columbia. In: Proc. of Intl. Symp. on coastal pacific. marine life, S. Kelly, ed. Western Washington University, october 15=16, 1979. Bellingham ( in press ).
- Munford, T. F. and J. R. Waaland. 1980. Progress and prospects for field of Iridea cordata and Gigartina exasperata. In. I. Abbott, M. Foster and L. Eklund (eds.) Pacific Seaweed Aquaculture. La Jolla, Ca. California Sea Grant College Program, U. C. S. D. 92=105.
- Okuda, T. and Neushul. 1981. Sedimentation studie of red algae spores. J. Phycol. 17: 113=118.
- Pacheco-Ruiz, I. , Z. García-Ezquivel y L. E. Aguilar-Rosas. 1987. Cultivo de juveniles de Gigartina canaliculata Harv. ( Gigartinales: Rhodophytas ) utilizando estiércol digerido de vaca. ( no publicado ).
- Parker, H. S. 1974. The culture of red algae, genus Euchema in the Philippines. Aquaculture, 3: 425-439.
- Ryther, J. H., J. E. Bardach and W. O. Helarney. 1972. Aquaculture the farming and husbrandy of freshwater and marine organims. Wilay-Interscience. pp. 863.
- Santos, C. A. 1980. Quality of carragenan and agar. in: Abbott, I. A., M. S. Foster and L. F. Ekludd (eds.) Pacific. Seaweed Aquacultura. California Sea Grant Program U.S.C.D., pp.123-129.
- Torres-Fernández, V. H. 1986. Estudio de factibilidad para la creación de un distrito de acuacultura en el área de Bahía de San Quintín, Baja California.. México.

Tesis de Licenciatura, E. S. C. M., U. A. B. C.,  
Ensenada, B.C.

- Waaland, J. R. 1976. Growth of the red algae Iridea cordata (Turner) bory in semi-closed culture. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., vol. 23 : 45-53.
- West, J. A., A. R. polanshek and D. E. Sheulin. 1978. Field and culture studies on Gigartina agardhii (Rhodophyta). J. Phicol. 14:416-426.
- Zar, J. H. 1984. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Inc., New Jersey, pp.718.