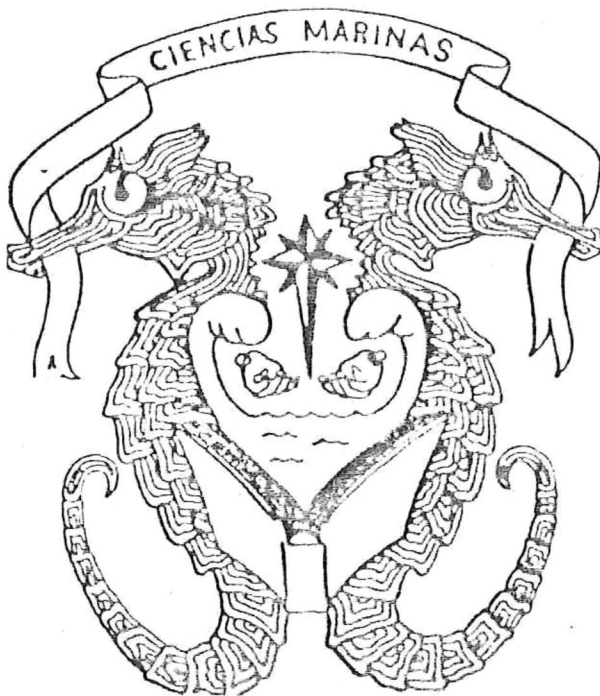


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

CULTIVO INTERMAREAL DE LA AGAROFITA Gracilaria pacifica,
ABBOTT (RHODOPHYTA, GIGARTINALES), EN LA LAGUNA COSTERA
ESTERO DE PUNTA BANDA, B.C., MEXICO.



TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
O C E A N O L O G O
PRESENTA
ARTEMIO ARCOS HERNANDEZ

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA. SEPTIEMBRE DE 1990.

CULTIVO INTERMAREAL DE LA AGAROFITA Gracilaria pacifica,
ABBOTT (RHODOPHYTA, GIGARTINALES), EN LA LAGUNA COSTERA
ESTERO DE PUNTA BANDA, B.C., MEXICO.

T E S I S

Que presenta:

ARTEMIO ARCOS HERNANDEZ

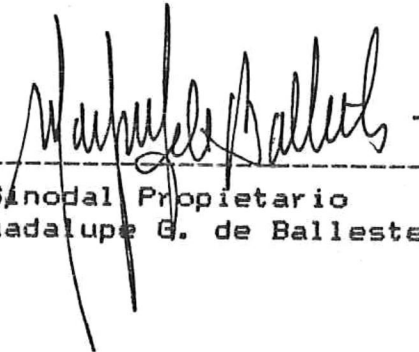
Aprobada por :



Presedente del jurado
Dr. José A. Zertuche Glez.



Sinodal Propietario
Dc. Isai Pacheco Ruiz



Sinodal Propietario
Dc. Guadalupe G. de Ballesteros



Sinodal Suplente
Dc. Guillermo Ballesteros B.



Sinodal Suplente
Dc. Raúl Aguilar Rosas

RESUMEN

Se llevó a cabo un cultivo experimental de Gracilaria pacifica Abbott, dentro de la laguna costera Estero de Punta Banda, B.C., México, en la zona cercana a la boca, utilizando cuerdas de nylon, durante el periodo de abril de 1989 a marzo de 1990. Se planteó conocer la posibilidad del cultivo de esta especie, cuantificando su producción mensual. Se obtuvo una producción promedio de 2 a 6 Kg peso húmedo/m² /año, con un máximo para septiembre (1433.72 g peso húmedo/m²), sin obtener producciones en los meses de julio y de diciembre a febrero.

Los problemas presentados durante el cultivo fueron: pérdida de plantas por desprendimiento del amarre y la depredación por parte del opistobranquio Bulla gouldiana, durante el verano. Se probó como alternativa para superar la pérdida por desprendimiento, el amarre por medio de ligas, aumentando la eficiencia en un 15 %. No se presentó epifitismo como un problema durante el periodo de cultivo.

La verdad es más grande que la razón,
ya que no es una consecuencia de
ella, sino que la verdad llega a la
razón, sin embargo se necesita de la
razón para comparar una verdad con
otra.

A ti Padre Eterno, por todo.

A mi padre:

Ing. Raúl Arcos Barradas, por el apoyo brindado durante toda mi carrera y por enseñarme a valorar lo que tengo.

A mi madre:

Obdulia Hernández Hdez., por todo el amor, apoyo, comprensión y estímulo. HOY SE CUMPLE NUESTRO SUEÑO.

A CATY, por tu amor y apoyo.

TE AMO.

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis Dr. José Antonio Zertuche González, por el apoyo y ayuda brindado para la realización de este trabajo.

A mis sinodales. Dc. Isai Pecheco Ruiz, Dc. Guadalupe de Ballesteros, Dc. Raúl Aguilar Rosas y Dc. Guillermo Ballesteros, por sus criticas constructivas y las correcciones del presente trabajo.

A todos mis maestros que me han ayudado a ser un profesionista. Gracias por su tiempo y dedicación.

Al Dc. Marco Aurelio González G., por su amistad, compañerismo y a quien en gran parte se debe la realización de este trabajo.

A todos mis amigos que nos conocimos en este estado.

A todos los miembros y exmiembros del barrio CENTRO, ya que son para mi una segunda familia.

A mis hermanos : Rafaela y sus hijas, Raúl, Raimundo, Cuahutemoc y Abdulia, por su cariño y apoyo en toda mi vida.

Al E. Arellano y E. Estrada, por enseñarme a trabajar en la obra del Señor.

INDICE

INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	2
OBJETIVO	6
AREA DE ESTUDIO	6
MATERIALES Y METODO	9
RESULTADOS	17
DISCUSION	24
CONCLUSION	29
BIBLOGRAFIA	30

LISTA DE TABLAS

TABLA I	PRODUCCION EN (g/m ²) PARA EL PERIODO 89/90.	18
TABLA II	EFICIENCIA DEL ARTE DE CULTIVO EN (%) PARA EL PERIODO DE 1989/1990	19
TABLA III.	COMPARACION DE LA SOBREVIVENCIA ENTRE EL TIPO DE AMARRE CON ALAMBRE Y CON LIGA DURANTE LOS MESES DE MARZO A ABRIL DE 1990	19
TABLA IV.	ESTIMACION DE LA DENSIDAD DE <u>Bulla gouldiana</u> /m ² EN LA PARCELA MEDIA	20
TABLA V.	CANTIDAD DE <u>Gracilaria pacifica</u> ENCONTRADA EN EL INTERIOR DE <u>Bulla gouldiana</u> COLECTADAS EN CAMPO PARA SEPTIEMBRE	22
TABLA VI.	PREDACION DE <u>Bulla gouldiana</u> SOBRE <u>Gracilaria pacifica</u> EN TANQUES EXTERIORES DEL I.I.O.	22

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	LOCALIZACION DE LA ZONA DE CULTIVO (*) EN EL ESTERO DE PUNTA BANDA, B. C.	7
FIGURA 2	DISPOSICION DE LAS PARCELAS EN LA ZONA DE CULTIVO	10
FIGURA 3	COLOCACION DE LAS PARCELAS EN LA ZONA DE CULTIVO	11
FIGURA 4	AMARRE DE LA PLANTA UTILIZANDO ALAMBRE REVESTIDO DE PLASTICO	13
FIGURA 5	DETALLE DE LA COSECHA DE <u>Gracilaria pacifica</u> Y MANOJOS RECIEN COSECHADOS, CON UNA LONGITUD ENTRE 10 Y 15 cm	14
FIGURA 6	PRODUCCION PROMEDIO DE <u>Gracilaria pacifica</u> EN $\frac{2}{g/m}$ PARA EL PERIODO 1989-1990	18-A

ANEXOS

ANEXO I TEMPERATURA AMBIENTE PARA EL
ESTERO DE PUNTA BANDA DURANTE
1989 (CONSTRUIDA A PARTIR DE
DATOS PROPORCIONADOS POR LA
COMISION NACIONAL DEL AGUA) 36

INTRODUCCION

Tseng (1974) menciona que de las algas marinas utilizadas por el hombre solamente 11 géneros con menos de 20 especies, son cultivadas en grandes extensiones; de estas, Gracilaria es el género que está tomando mayor importancia debido al éxito y expansión de su cultivo (Ortega, et al., 1988).

En México, existen alrededor de 19 especies de Gracilaria reportadas para la costa occidental de Baja California, entre las cuales la más importante es Gracilaria pacifica, por su permanencia a lo largo de todo el año (Huerta, 1961; Aguilar-Rosas, et al., 1982; Aguilar-Rosas, 1982; Marcos-Ramirez y Lobo-Niembro, 1987).

En Baja California, no existen mantos de G. pacifica que pudieran ser explotables (Pacheco-Ruiz y Zertuche-González, comunicación personal*). Es por ello, que se hace necesario desarrollar técnicas de cultivo que nos permitan una menor dependencia de las poblaciones naturales (Marshall, 1987).

* Pacheco-Ruiz, I. y Zertuche-González, J.A. Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la U.A.B.C. Apartado postal 435. Ensenada Baja California, México.

Entre los criterios básicos necesarios para el cultivo de una alga, está el conocer su velocidad de crecimiento en sustratos artificiales y en los diferentes artes de cultivo (Miura, 1975).

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 dar atención a algunos factores ambientales tales como: temperatura, nutrientes disueltos, luz y movimiento de agua, ya que estos son los que más fuertemente influyen sobre las macroalgas.

ANTECEDENTES

Los primeros intentos del cultivo de Gracilaria, se iniciaron en Taiwan en 1962, llegando a tener un área cultivada de 100 Ha para 1971, y 250 Ha para 1973, con una producción total para este último año de 2500 toneladas de alga seca. En 1974, se implementó el monocultivo semintensivo de Gracilaria en estanques rectangulares, y el policultivo en donde además se encontraban algunos peces, camarones y crustáceos; con una producción

promedio de 10 toneladas peso seco/Ha/año para el monocultivo y 9 toneladas peso seco/Ha/año para el policultivo (Shang, 1976).

En 1974, el Harbor Branch Oceanographic Institution, inició los primeros intentos del cultivo de algas en Estados Unidos, por medio de la técnica de policultivo, y la utilización de aguas negras con agua de mar enriquecida, para especies productoras de hidrocoloides como el agar y carragenano (Ryther et al., 1979). Posteriormente esta misma institución, inició un programa para el cultivo del género Gracilaria para producción de metano (Hanisak, 1987).

Lapointe et al., (1976) utilizó G. tikvahiae para cultivos intensivos en zanjas de tierra de 0.23 m^2 y un volumen de 55 l, obteniendo una producción media de 34.8 g de alga peso seco/ $\text{m}^2/\text{día}$ (equivalente a 127 ton/Ha/año), con una producción máxima de 46 g peso seco/ $\text{m}^2/\text{día}$, al final de julio (verano), y un mínimo de 12 g peso seco/ $\text{m}^2/\text{día}$ a finales de enero (invierno). Sin embargo, los altos costos de este sistema no lo hacen recomendable para cultivos a nivel comercial. Este mismo sistema se llevó a zanjas rectangulares de 2.4 a 29 m^2 de superficie y un volumen de 12,400 a 24,000 l durante siete años. La producción media obtenida fue de 22 a 25 g de

peso seco/m²/día (80 a 91 ton/Ha/año) con máximos rendimientos en verano y mínimos en invierno (Hanisak, 1987).

Otro sistema de cultivo utilizado por Hanisak (1987), fué el de zanjás recubiertas de plástico, con un área de 0.4 a 0.8 m² y un volumen de 2,500 l. Se obtuvo una producción de 5 a 8 g peso seco/m²/día (18 a 29 ton/Ha/año), con máximos en invierno y mínimos en verano, un comportamiento contrario al del sistema de zanjás sin el recubrimiento de plástico, debido a las altas temperaturas que se presentaron en verano, por el mismo recubrimiento utilizado. Además se utilizó un sistema por spray, el cual consistió en mantener algas bajo una regadera de agua de mar enriquecida, donde se obtuvo producciones de 20 g peso seco/m²/día, pero se desechó al poco tiempo, por el gran epifitismo que se presentó.

Actualmente, el país con más éxito en el cultivo de algas del género Gracilaria a nivel comercial es Chile, teniendo un área cultivada de 201 Ha para el año de 1984, con una producción total (para ese año) de 763 ton peso seco (Del Sol y Aguilera, 1989).

El presente estudio toma las bases de un cultivo experimental, de Gracilaria pacifica realizado por Zertuche-González y García-Esquivel (1989), dentro del

proyecto FAO GCP/RLA/075/ITA, programa AQUILA, durante la época de menor crecimiento (otoño-invierno), en el cual obtuvieron rendimientos acumulados de casi 5 Kg peso húmedo/m², por lo que se prueba la hipótesis de poder cultivar, a lo largo de todo un ciclo anual utilizando como arte de cultivo, la técnica Chilena de sembrado en cuerdas de nylon, dentro de la laguna costera Estero de Punta Banda, B.C., México.

OBJETIVO

1). Cultivar Gracilaria pacifica, durante un ciclo anual, mediante la medición mensual del crecimiento vegetativo, dentro de la laguna costera Estero de Punta Banda, B.C., México.

AREA DE ESTUDIO

La bahía de Todos Santos se localiza entre las latitudes $31^{\circ} 49' N$ y $31^{\circ} 56' N$, y entre las longitudes $116^{\circ} 36' W$ y $116^{\circ} 50' W$. El Estero de Punta Banda, es una laguna costera localizada a lo largo de la orilla sureste de la bahía de Todos Santos, separada de la bahía por una barrera arenosa que se extiende de Punta Banda hacia el noroeste, con un poco más de siete kilómetros de longitud. La laguna se caracteriza por un canal en forma de "L" con una profundidad máxima de 6 m (fig. 1). No existe un aporte continuo de agua dulce a la laguna, pero durante los periodos de lluvia este puede ser considerable, a través de los arroyos que desembocan cerca de la boca y a lo largo de la base de la laguna (Acosta-Ruiz y Alvarez-Borrego, 1974)

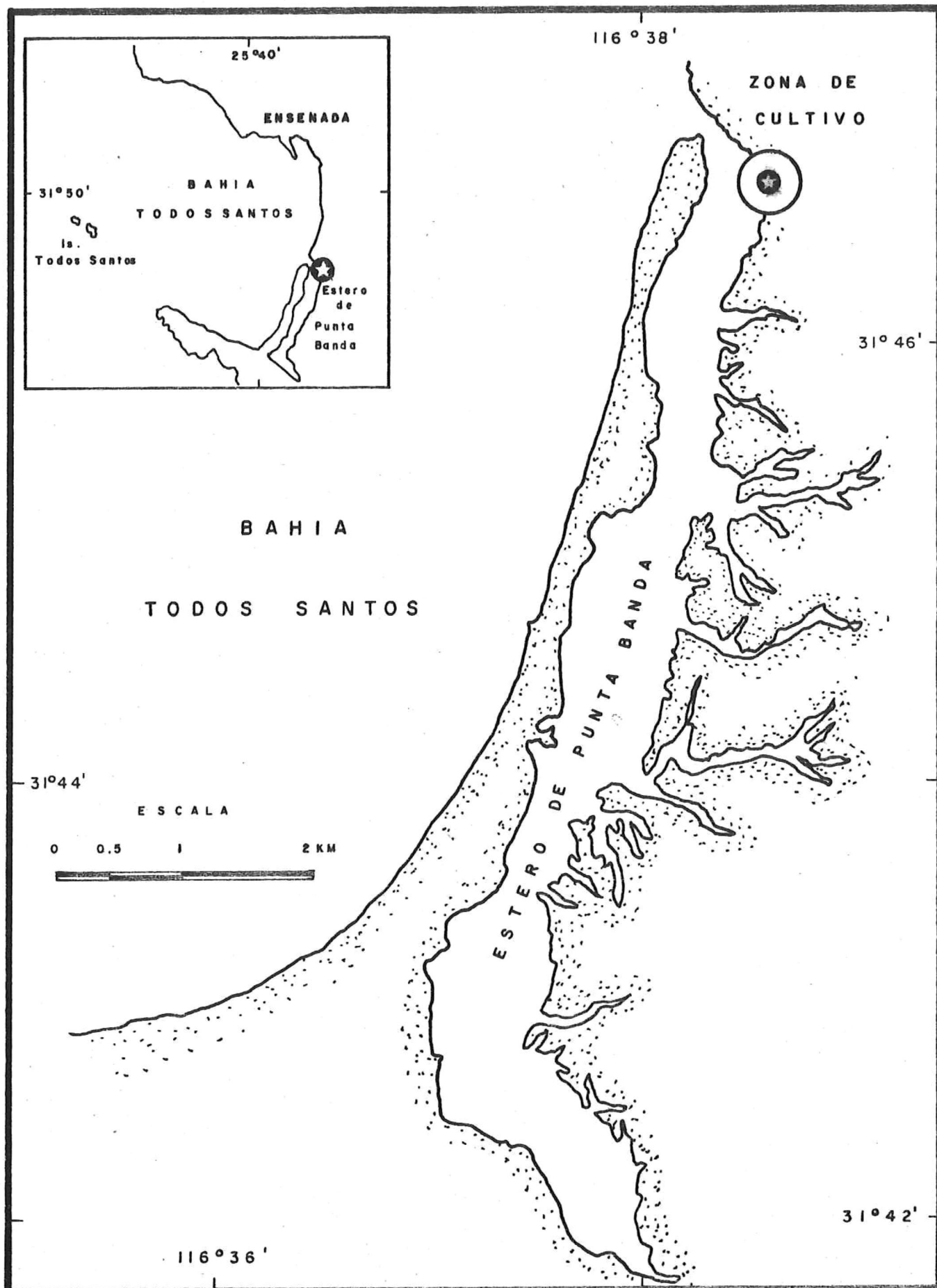


FIG.-1 LOCALIZACION DE LA ZONA DE CULTIVO (★)
 EN EL ESTERO DE PUNTA BANDA, B. C.

El Estero presenta un clima de tipo mediterraneo y desértico según la zona, registrándose la mayor temperatura en agosto y la más baja en enero, con vientos dominantes que proceden del noroeste (Secretaria de Marina, 1974).

El agua del sistema alcanza a influir en un área de 6 Km desde su boca (Contreras-Rivas, 1973). Posee además un intervalo mareal de 1 m y ocurre en él un efecto notable por acción de las mareas, en donde más del 60 % del agua puede llegar a ser evacuada en un ciclo mareal (Paz-Vela, 1978). Las mareas son semidiurnas y están estrechamente correlacionadas con aquellas del puerto de Ensenada con un desfase de 18 minutos (Farreras, 1978).

La zona de cultivo se localizó en la parte interna de la laguna, a una distancia aproximada de 800 m de la boca, zona que cíclicamente queda cubierta y descubierta por la influencia de la marea, presenta una marisma característica, así como también sustrato lodoso en donde se aprecian zonas de descomposición de materia orgánica (Pritchard et al., 1978).

MATERIALES Y METODOS

En la laguna costera conocida como Estero de Punta Banda, se sembró un área de 70 m^2 con cuatro parcelas de alrededor de 17 m^2 cada una, en la zona intermareal cercana a la boca sobre el nivel cero de marea, en el lugar que posteriormente fué denominado parcela media.

En julio de 1989 se realizó una sub-división en tres parcelas (baja, media y alta) de 11 m^2 cada una y un área total de 33 m^2 , separadas por una distancia de 50 m orientadas perpendicularmente al nivel cero de marea, siendo la parcela baja la más cercana a él (fig. 2).

En cada una de estas parcelas se colocaron 20 líneas de nylon paralelas entre si, con una longitud de 3 m, las cuales se sujetaron de sus extremos por medio de dos varillas de 70 cm de longitud que se introdujeron en el sedimento (fig. 3).

Las plantas que se utilizaron para el cultivo, se tomaron de los mantos naturales existentes en la misma zona (no se diferenciaron en plantas tetraspóricas, cistócarpicas o estériles), se transportaron al laboratorio donde se lavaron con agua de mar del sedimento y cualquier impureza.

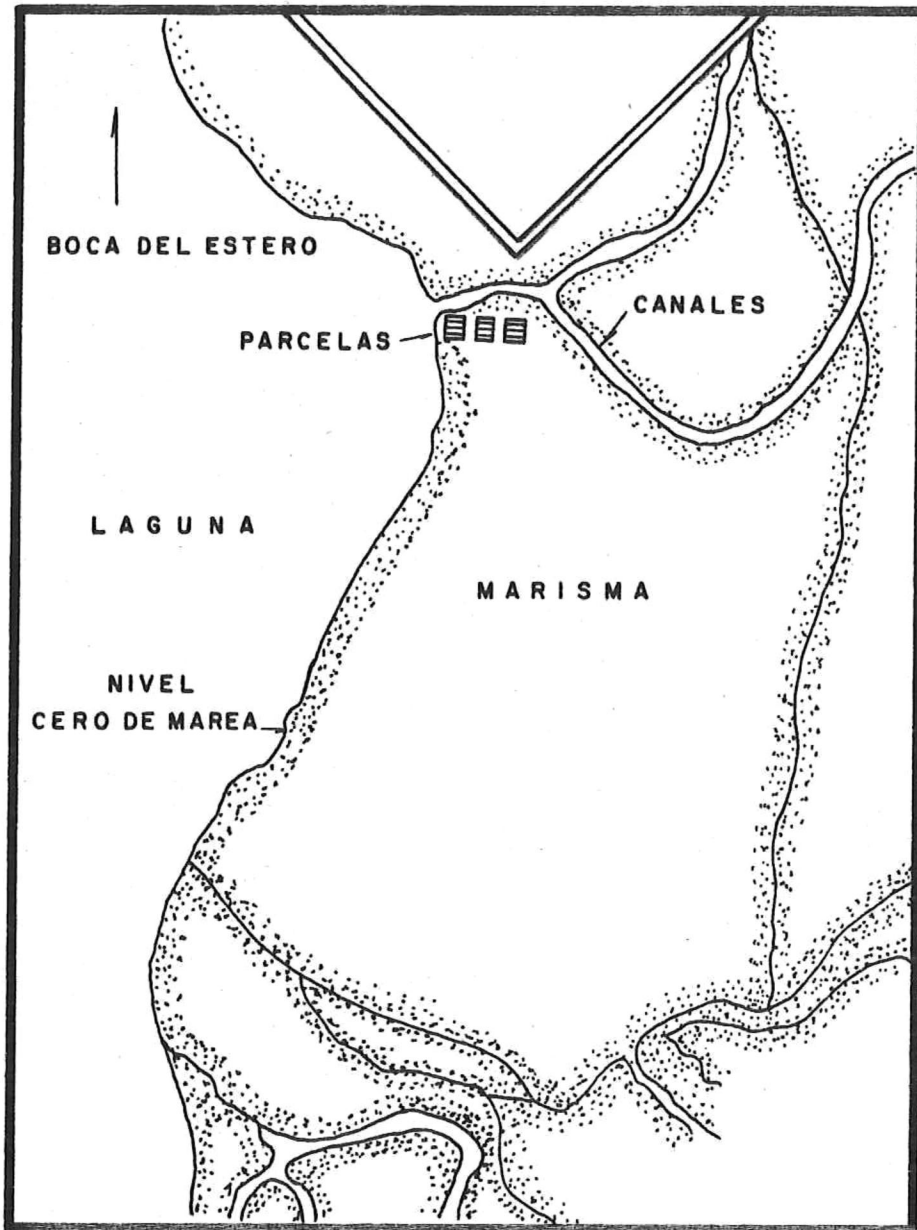


FIG. 2 DISPOSICION DE LAS PARCELAS EN LA ZONA DE CULTIVO.

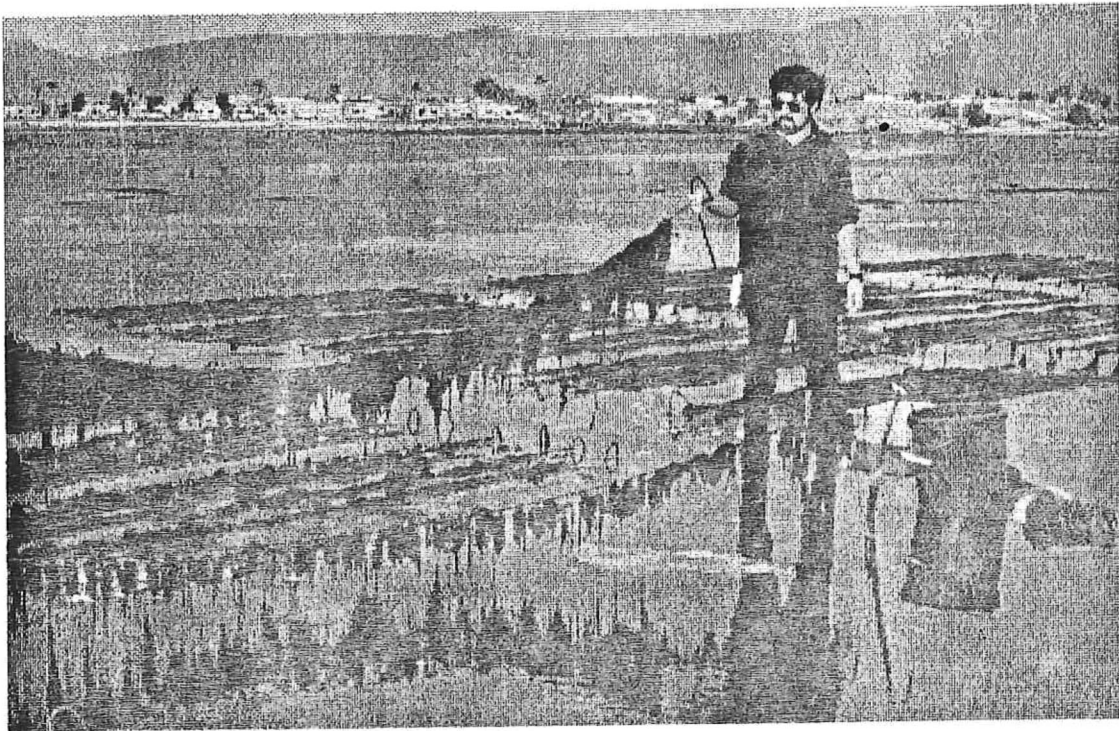
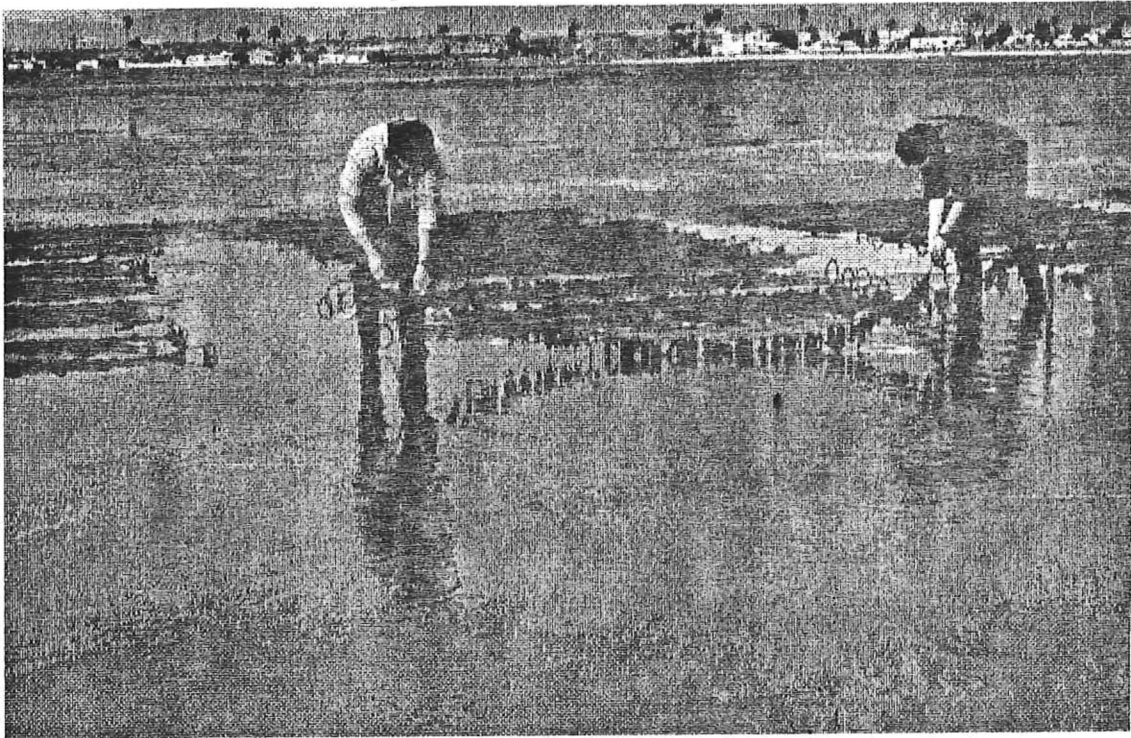


Fig. 3 Colocaci3n de las parcelas en la zona de cultivo

Trozos de 30 cm de longitud de Gracilaria pacifica, se sujetaron a cuerdas de nylon con la ayuda de un alambre de cobre revestido de plástico (fig. 4). El alambre sujetaba al manojó por la mitad de manera que quedaran 15 cm de planta a cada lado de la cuerda. En cada cuerda se sujetaron manojos de aproximadamente 13 g peso húmedo cada cinco cm. De esta manera, cada cuerda de tres m de longitud se sembró con 1300 g peso húmedo. Se formaron parcelas de 11 m² (3 x 3.7) con grupos de 20 cuerdas separadas 15 cm una de otra.

El mantenimiento de las parcelas se realizó cada 15 días. Se desenterró cada una de las líneas que se encontraban cubiertas por el sedimento y se sustituyeron las faltantes.

Mensualmente, a lo largo de un año, se cosechó el cultivo. Se tomó línea por línea, se lavó de sedimento, se colocó en una red para sacudirla y eliminar la mayor cantidad de agua posible, se pesó en esta misma con una balanza de resorte marca Ohaus con capacidad para 2000 g y con una precisión de ± 25 g. Las plantas se cortaron con un cuchillo, dejando una porción del manojó de 10 a 15 cm de longitud aproximadamente y se resembró la línea (fig. 5).

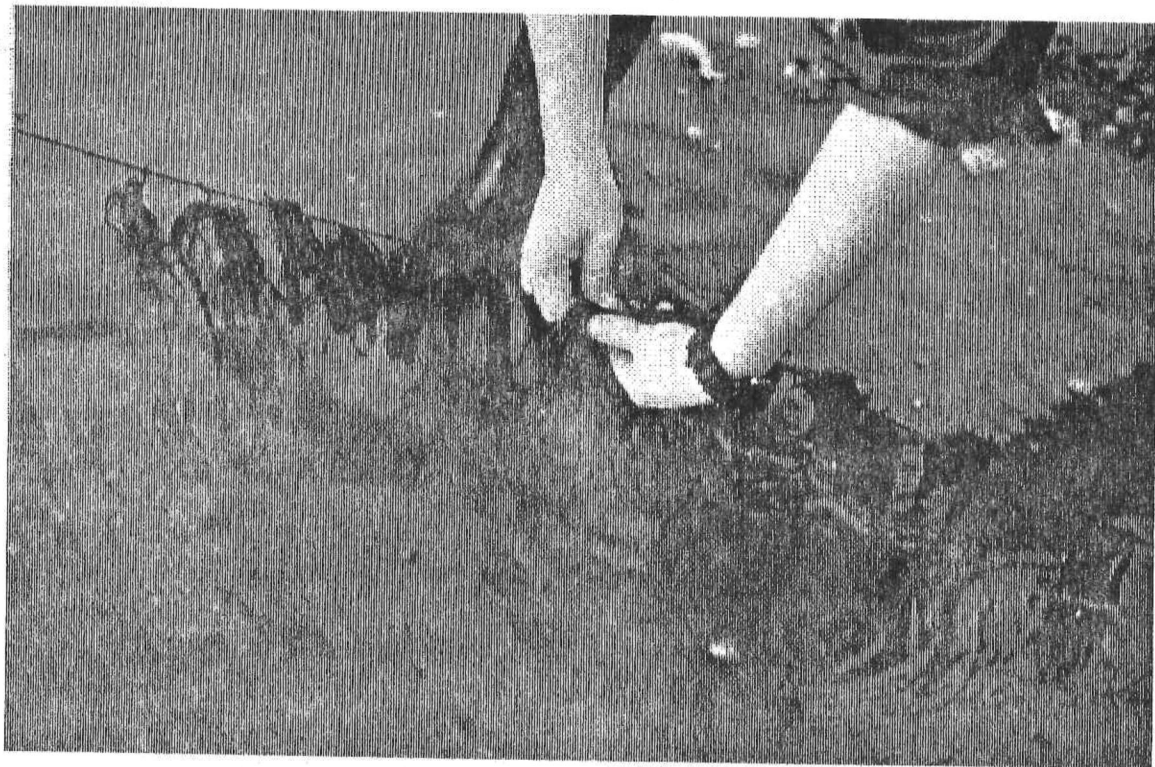
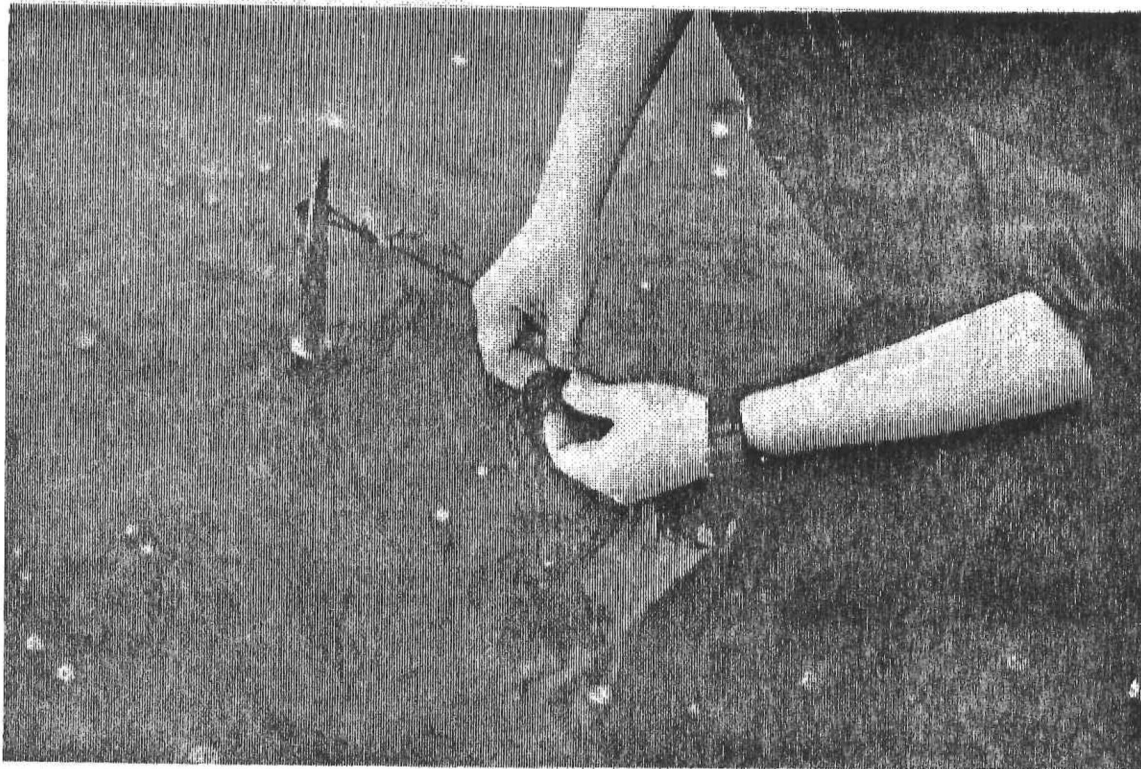


Fig. 4 Amarre de planta utilizando alambre revestido de plástico.

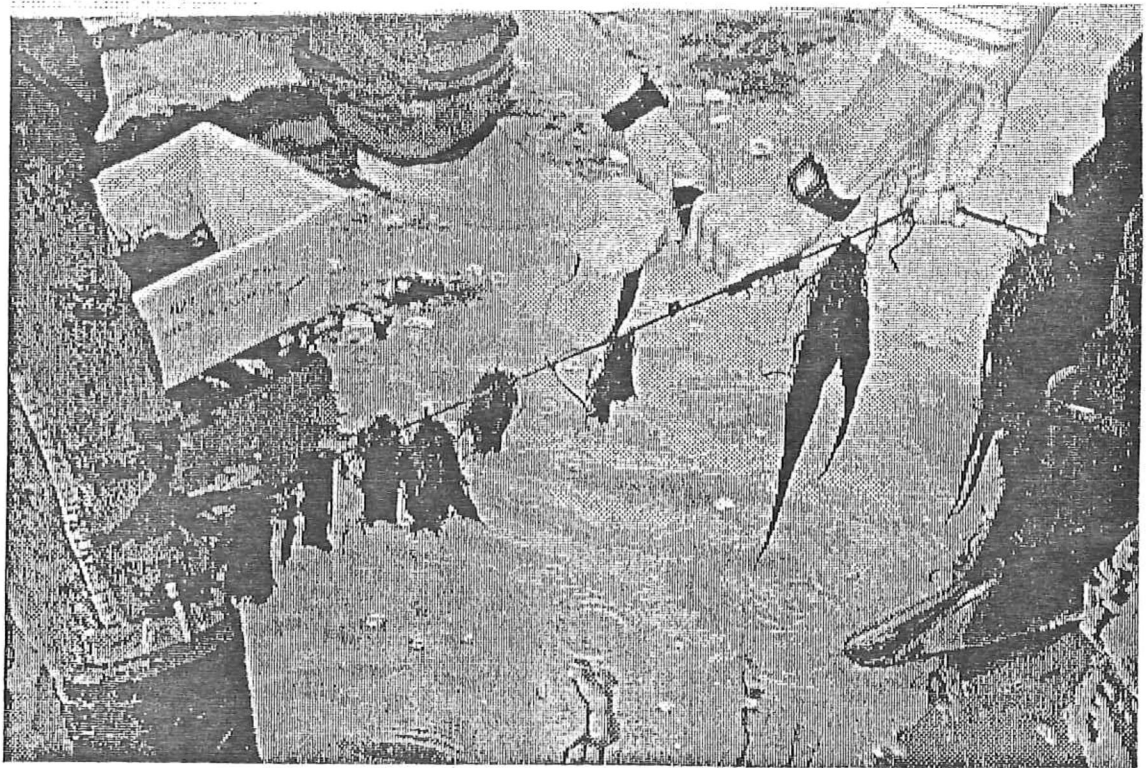


Fig. 5 Detalle de la cosecha de Gracilaria pacifica y
manojos recién cosechados, con una longitud
entre 10 y 15 cm.

La biomasa se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$(1) \quad B = W1 - W0$$

En donde:

B = Biomasa producida o perdida.

W0 = Peso de la línea cosechada y resembrada.

W1 = Peso de la línea después de t días.

La eficiencia en el arte de cultivo se evaluó en base al porcentaje de manojos de planta encontrados al tiempo de la cosecha, que no se desprendieron del amarre. De marzo a abril de 1990, se comparó la eficiencia del amarre por medio de alambre recubierto, con amarre utilizando ligas, sujetando 350 manojos a 7 líneas por cada tipo de amarre.

Se cuantificó "In situ" la densidad del predador Bulla gouldiana, por metro cuadrado, durante julio y octubre, en la parcela media. En el laboratorio se disectaron organismos colectados directamente en campo, para observar el contenido de su tracto digestivo.

Bajo condiciones semicontroladas, se colocaron dos tanques con 300 g de G. pacifica más 40 B. gouldianas en

cada uno, y un testigo con 300 g de planta. Cada dos días, durante ocho días, se tomó el alga de cada tanque, se colocó en una red para sacudirla y eliminar la mayor cantidad de agua posible y se pesó con una balanza marca Sartorius con capacidad para 500 g y precisión de ± 0.1 g. Posteriormente se tomaron las 40 B. gouldianas de cada tanque, se pesaron con la misma balanza, y se realizaron comparaciones entre el incremento o decremento en peso de la planta y el de las B. gouldianas.

Se realizó un análisis de varianza (no paramétrico) de Kruskal-Wallis, (con un 95 % de confiabilidad, $n = 24$ y dos grados de libertad) para saber si existían diferencias entre la producción mensual para las tres parcelas durante el período de agosto a marzo. Por otra parte, se realizó el mismo análisis para saber si existían diferencias entre la eficiencia del arte de cultivo.

RESULTADOS

Estadísticamente no se encontraron diferencias en la producción mensual entre las tres parcelas, pero en cambio, si existieron diferencias entre la eficiencia del arte de cultivo.

La producción promedio resultante de toda el área cultivada, fué de $337.79 \pm 172 \frac{g}{m^2}/mes$ (2 a 6 Kg peso húmedo/m²/año) (Tabla I). La máxima producción mensual ocurrió en septiembre con $1434 \frac{g}{m^2}$ peso húmedo/m², mientras que para los meses de julio y de diciembre a febrero no se obtuvieron producciones (fig. 6).

El promedio de eficiencia fué de $67 \pm 4 \%$ para la parcela baja, $49 \pm 3 \%$ para la parcela media y de $49 \pm 5 \%$ para la parcela alta, con los menores porcentajes para el inicio del cultivo, aumentando hacia el final del mismo (Tabla II).

Se obtuvo un promedio de eficiencia del $30 \pm 9 \%$, para la técnica de amarre con alambre, mientras que para la el amarre con liga fué del $44 \pm 5 \%$ (Tabla III).

La mayor densidad de B. gouldiana se presentó en junio ($21 \pm 6 \frac{organismos}{m^2}$), disminuyendo en octubre con $5 \pm 2 \frac{organismos}{m^2}$ (Tabla IV).

TABLA I. PRODUCCION EN (g/m²) PARA EL PERIODO 89/90

PARCELAS	BAJA	MEDIA	ALTA
ABR	-	199.72	-
MAY	-	580.46	-
JUN	-	81.34	-
JUL	-	-	-
AGO	781.15	0	1593.39
SEP	887.36	2389.67	1024.43
OCT	222.78	0	0
NOV	788.27	175.83	352.67
DIC	0	0	0
ENE	0	0	0
FEB	0	0	0
MAR	0	428.85	0
PROMEDIO	324.94 ± 148.19	374.89 ± 292.92	371.31 ± 215.88

± INTERVALO DE CONFIANZA

PROMEDIO TOTAL = 337.79 ± 172

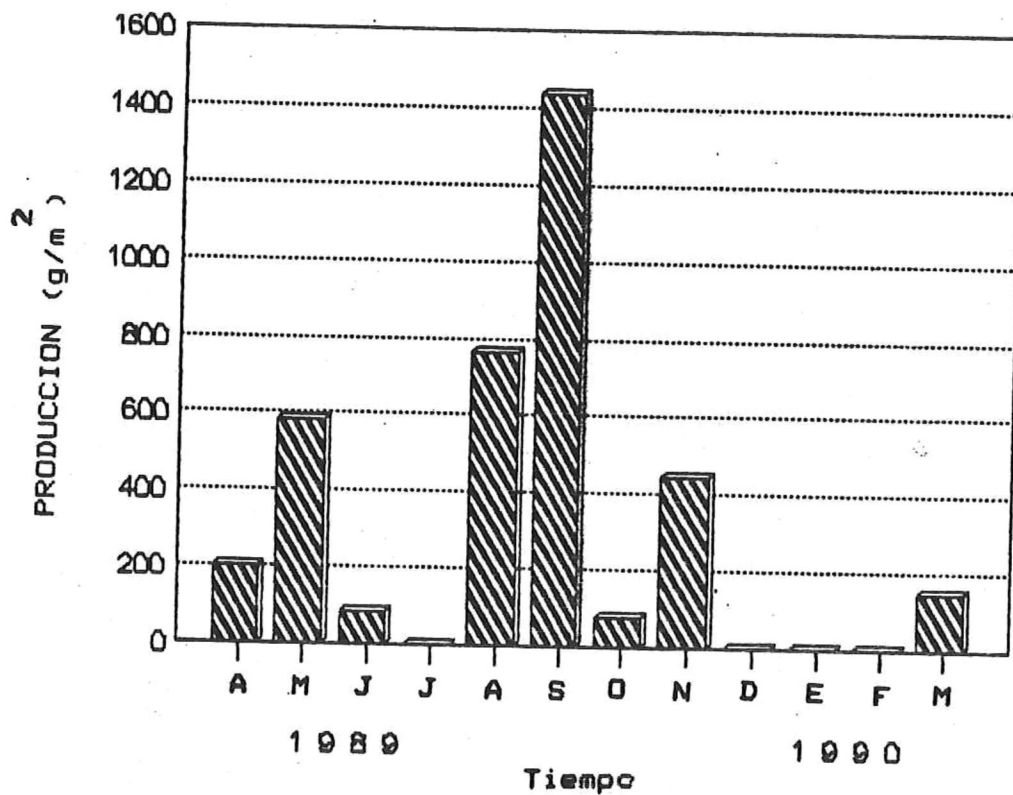


Fig. 6 Producción promedio de Gracilaria pacifica
 en g/m² para el periodo 1989-1990.

**TABLA II. EFICIENCIA DEL ARTE DE CULTIVO EN (%)
PARA EL PERIODO DE 1989/1990.**

PARCELAS	BAJA	MEDIA	ALTA
ABR	-	-	-
MAY	-	-	-
JUN	-	-	-
JUL	-	-	-
AGO	44	40	27
SEP	64	44	37
OCT	75	39	39
NOV	67	58	65
DIC	71	39	59
ENE	75	56	70
FEB	68	60	49
MAR	70	59	44
PROMEDIO	67 ± 4	49 ± 3	49 ± 5

PROMEDIO TOTAL = 49 ± 3

± ERROR ESTANDAR

**TABLA III. COMPARACION DE LA SOBREVIVENCIA ENTRE EL TIPO DE AMARRE
CON ALAMBRE Y CON LIGA DURANTE LOS MESES DE MARZO A ABRIL
DE 1990.**

	n	Peso en g (marzo)	Peso en g (abril)	Sobrevivencia en (%)
Alambre	7	1864.29	571.43	30
Liga	7	1778.57	688.71	44

TABLA IV. ESTIMACION DE LA DENSIDAD DE
Bulla gouldiana/m² EN LA
PARCELA MEDIA.

FECHA	ORGANIS/m ²
2/JUN/89	21 ± 6
27/OCT/89	5 ± 2

± ERROR ESTANDAR

Al disectar los organismos colectados en el campo, se encontró en el interior de su tracto digestivo únicamente G. pacifica y sedimento. Este contenido fue en promedio del 5 % de su peso corporal con un máximo del 14 %, y un mínimo del 0.1 % (Tabla V).

En tanques exteriores, se observó que en ocho días G. pacifica incrementó su biomasa de 300 g peso húmedo a 477 g, mientras que plantas con B. gouldiana disminuyeron de 300 g peso húmedo a 120 g y de 300 g a 80 g, por otro lado, el peso de B. gouldiana se incrementó de 273 g a 312 g y de 301 g a 337 g peso húmedo, (Tabla VI).

Se observaron fijaciones de esporas sobre las cuerdas de nylon en el medio natural a partir del mes de Noviembre.

TABLA V. CANTIDAD DE *G. pacifica* ENCONTRADA EN EL INTERIOR DE *B. gouldiana* COLECTADAS DIRECTAMENTE EN CAMPO EN EL MES DE SEPTIEMBRE.

n	PESO DEL ORGANISMO (g)	PESO DEL ALGA ENCONTRADA (g)	% DEL PESO CORPORAL
1	17.8000	0.1010	1
1	11.7000	0.5000	3
1	8.4000	0.0049	0.1
1	7.1489	0.9695	14
1	13.5340	0.6216	5
1	7.5966	0.0520	1
1	8.8473	0.9142	10

TABLA VI. PREDACION DE *Bulla gouldiana* SOBRE *Gracilaria pacifica* EN TANQUES EXTERIORES DEL IIO.

DIAS (n)	TESTIGO	TANQUE # 1		TANQUE # 2	
	Alga (g)	Alga (g)	Bulla (g)	Alga (g)	Bulla (g)
1	300.0	300.0	273.3	300.0	301.2
4	361.2	261.2	259.8	226.9	342.8
6	417.3	149.8	292.8	119.6	335.0
8	476.9	120.0	312.0	79.6	337.1

DISCUSION

La producción media de 2 a 6 Kg peso húmedo/m²/año obtenida en este estudio, es baja comparada con la reportada por Ortega et al., (1988) en cultivos comerciales (6 a 9 Kg peso húmedo/m²/año), y lo reportado por Shang (1976) para cultivos semi-intensivos (4.5 a 5 Kg peso húmedo/m²/año). Es probable que esta baja producción se viera influenciada por la densidad de sembrado. Ortega et al., (1988) menciona que la producción varía en relación directa con la densidad de sembrado, ya que utilizando diferentes densidades concluye que biomásas iniciales de hasta 4 Kg peso húmedo/m² podrían incrementar la producción. Esto mismo lo mencionan Zertuche-González y García-Esquivel (1989), quienes utilizaron densidades iniciales de 1.5 a 3.0 Kg/m², obteniendo producciones acumuladas de casi 5 Kg peso húmedo/m², en 100 días de cultivo, de octubre a diciembre (período de menor crecimiento). En contraste durante este estudio se utilizó una biomasa inicial de 1.3 Kg/m², que representa un poco menos de la mitad del utilizado en cultivos comerciales (Ortega et al., 1988).

El rendimiento obtenido durante el ciclo anual, con tendencia a aumentar de verano a otoño y disminuir de

invierno a primavera podría estar influenciado por la cantidad de nutrientes disponibles en el Estero. Sanchez-Hernández (1978) menciona que la mayor concentración de nutrientes se obtienen en el verano, con tendencia a disminuir en invierno.

La correlación entre la producción y la temperatura no se evidenció significativamente durante el cultivo, ya que las mediciones de temperatura se tomaron solo durante la marea baja, por lo que se recurrió a observar el comportamiento de la temperatura ambiente, encontrando una correlación baja ($r=0.66$), con un desfase de aproximadamente un mes (anexo I).

Dentro de los problemas presentados durante el cultivo, podemos mencionar dos como los principales; uno técnico como lo fue la pérdida de planta al desprenderse del amarre que le sujetaba a la línea de nylon y otro biológico, como lo fue la depredación por parte de Bulla gouldiana.

Durante los primeros meses del cultivo (primavera), la pérdida por desprendimiento fue alta, debido probablemente a la poca experiencia con la que contábamos en este tipo de cultivos, más que a factores adversos del medio ambiente como la sedimentación, ya que se observó que era mayor de otoño a invierno, y que un continuo mantenimiento podría

superar el problema. Posteriormente, la pérdida bajó, lo que se refleja en una mayor eficiencia, que se mantuvo alrededor del 63 % .

Una de las maneras de aumentar la eficiencia, es la de buscar alternativas en el sistema de cultivo, como se observó cambiando al tipo de amarre con liga, que representó un aumento de casi un 15 %, con el único inconveniente de que la liga tienen una vida media de dos meses en el cultivo. Otra alternativa es la de colocar redes que puedan retener las algas que se desprenden de las parcelas (Ortega et al., 1988).

El factor biológico que se presentó, fué la predación por parte del ospistobranquio Bulla gouldiana, que es mencionado por Gómez (1985), como un consumidor de depósito. Sin embargo en este trabajo se observó que es un gran consumidor de G. pacifica, con una máxima abundancia de primavera a verano, época en que tiene su reproducción y se congrega en las parcelas (o cualquier alga que encuentre) para adherir sus productos reproductivos (una serie de huevos unidos por una sustancia gelatinosa), y para alimentarse de las plantas. Su abundancia comienza a disminuir a finales de otoño.

Para poder controlar éste organismo, sería necesario estudiar más sus relaciones con el medio ambiente, ya que existen pocos trabajos realizados a la fecha, sobre su

biología Gomez (1985); Sin embargo, existe un predador activo de B. gouldiana, que se encuentra también en el Estero de Punta Banda y que se denomina Navanax sp., sin embargo no tiene un buen mecanismo para tolerar por mucho tiempo la exposición directa al sol, como B. gouldiana.

Para mantener el cultivo con altas producciones y tener un stock inicial para la siembra, a través de todo el año, se tendría que dominar la técnica de plantado mediante la fijación de esporas en el laboratorio, de acuerdo a la selección de cepas conforme a su alto crecimiento, rendimiento, calidad de agar y con una alta tolerancia al medio ambiente. Esto haría más independiente el cultivo de los mantos naturales para el aprovisionamiento del material de sembrado, pero a la fecha no existen muchos trabajos tendientes a desarrollar una biotecnología en este campo, solamente los realizados por Bustos (1984); Maclachlan and Edelstein (1977); Ramirez et al., (1981); Marcos-Ramirez y Lobo-Niembro (1987); Umamaheswara (1976); Ogata et al., (1972) y Pacheco-Ruiz et al., (1989) tendientes a conocer los factores que influyen en la liberación de esporas, relación de su crecimiento con el medio ambiente y ciclos reproductivos.

Una de las alternativas observadas durante este trabajo, es la fijación de esporas en el medio natural a

cuerdas de nylon colocadas entre las parcelas de cultivo, ya que se observaron fijaciones a partir de los meses de noviembre (fin de otoño) con una longitud de 0.5 cm y ya para el mes de enero se observaron las primeras plantas fijas con cistócarpos, lo cual indica que eran plantas gametofitas femeninas provenientes de tetrasporas (McLachlan y Edelstein, 1977).

Es importante hacer notar que durante todo el periodo de cultivo, no se presentaron problemas de epifitismo, sobre plantas de Gracilaria pacifica. Esto es de particular importancia, ya que es un gran problema en la mayoría de los cultivos (Hanisak, 1987; Nelson et al., 1980).

CONCLUSION

- Gracilaria pacifica puede ser cultivada en la laguna costera Estero de Punta Banda, con la técnica de plantas sujetas a cuerdas de nylon por medio de ligas.
- La predación por parte de Bulla gouldiana, fue significativa durante el verano.

BIBLOGRAFIA

- Aguilar-Rosas, R., 1982. Identificación y distribución de las algas marinas del Estero de Punta Banda, B.C. México. Ciencias Marinas, Vol 8(1):78-87 pp.
- Aguilar-Rosas, L. E., Aguilar-Rosas, R., Pacheco-Ruiz I. y Borquez, G.E. 1982. Algas de Importancia Económica de la región Noroccidental de Baja California, México, Ciencias Marinas. Vol 8(1): 49-63 pp.
- Acosta, R. M. y Alvarez, B. S. 1974. Distribución de algunos parámetros hidrológicos, físicos y químicos, en el Estero de Punta Banda, B.C., México, en Otoño e Invierno, Ciencias Marinas Vol. 1(1): 17-45 pp.
- Bustos, B.M., 1984. Influencia de la luz y temperatura sobre la sobrevivencia de las esporas y el crecimiento del alga Gelidium robustum (Gardn.) Hollenb. and Abb. (Rhodophyta, Gelidiales). Tesis de licenciatura, Escuela Superior de Ciencias Marinas, U.A.B.C, 42 pp.
- Contreras-Rivas, I., 1973. Influencia termohalina de las aguas del Estero de Punta Banda, B.C. Tesis de licenciatura, Escuela superior de Ciencias Marinas, U.A.B.C., México. 68 pp.

- Del Sol, G.P. y Aguilera, J. M., 1989. Análisis de la industria de la Gracilaria y sus derivados. Investigación, desarrollo, cultivos y usos de las algas Gracilaria. CORFO, Chile, 135 pp.
- Farreras, S.F., 1978. Hidrodinámica y dispersión de contaminantes en el Estero de Punta Banda, B.C. Tesis de licenciatura, Escuela Superior de Ciencias Marinas, U.A.B.C., México. 49 pp.
- Goldstein, E.M., 1981. Field and laboratory studies on Gracilaria from Prince Edward Island, Can. Procc. Eighth Intl. Seaweed Symp. G.E. Fugg and W.E. Jones (Eds.) 331-335 pp.
- Gómez, D.D.L.M., 1985. Efecto de la temperatura y salinidad en el crecimiento y alimentación de Bulla gouldiana (Gasteropodo: Opisthobranchia), en condiciones controladas. Tesis de licenciatura, Escuela Superior de Ciencias Marinas, U.A.B.C., 73 pp.
- Hanisak, M.D., 1987. Cultivation of Gracilaria and other macroalgae in Florida for energy production, In: Seaweed cultivation for renewable Resources, developments in Acuaculture and fisheries Science, Bird, K.T. and P.H. Benson (Ed.), Chapter 8:191-219 pp.

- Harger, B.W. and Neushul, M., 1982. Macroalgal Mariculture. Biosaline Research: Alook the Future edited by Anthony and Pietro (Plenum publisher corporation), 393-404 pp.
- Huerta, L.M., 1961. Especies aprovechables de la flora marina de la costa occidental de Baja California. Acta Politécnica Mexicana, Vol. II(10): 401-405 pp.
- Lapointe, E.B., Williams, L.D., Goldman, J.C. and Ryther, H.J., 1976. The mass outdoor culture of Macroscopic Marine Algae, Acuaculture Vol 8: 9-21 pp.
- Marcos-Ramirez, R. y Lobo-Niembro, J.M., 1987. Cobertura, fenología y Gel de Gracilaria verrucosa (Hudson) papenfuss (Rhodophyta Gigartinales), durante un ciclo anual en el Estero de Punta Banda, Baja California México, Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, U.B.A.C., 37 pp.
- Marshall, D. W., 1987. Biología de las algas, un enfoque fisiológico, Editorial Limusa, México D.F., 203-213 pp.
- Mclachlan, J. and Edelstein, T., 1977. Life-History and culture of Gracilaria foliifera (Rhodophyta) from south devon, Jun. Biol. Ecol. Vol 21: 91-98 pp.

- Miura, A., 1975. Porphyra cultivation in Japon, In: Advancement of phycology in Japan, J. Tokida and H.Hirose, Eds. W. Junk. Plub. The Hague., 273-304 pp.
- Nelson, G.S, Tsutson, N.R. and Best, R.B., 1980. A preliminar evaluation of the Mariculture potential of Gracilaria (Rhodophyta) in Micronesia; Growth and Ammonium uptake. In: Pacific Seaweed Aquaculture, Abbott A.I. and M.S. Foster ,72-79 pp.
- Ogata, E., Matsui, T., and Nakamura, H., 1972. The Life cycle of Gracilaria verrucosa (Rhodophyceae, Gigartinales) in vitro. Phycologia Vol 11(1): 75-80 pp.
- Ortega, R. V., Jelvez, C., y Marambio, J., 1988. Desarrollo nivel artesanal. Reporte final, Instituto de Fomento Pesquero, Stgo. Chile, 75 pp.
- Pacheco-Ruiz, I., Zertuche-González, J.A., and Aguilar-Rosas, L.E., 1989. Spore discharge in the carragenophyte Gigartina caniculata Harvey (Rhodophyta, Gigartinales). J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 293-299 pp.
- Paz-Vela, R., 1978. Hidrodinámica y dispersión de contaminates en el Estero de Punta Banda, B.C. Tesis de licenciatura, Escuela Superior de Ciencias Marinas. U.A.B.C., México. 49 pp.

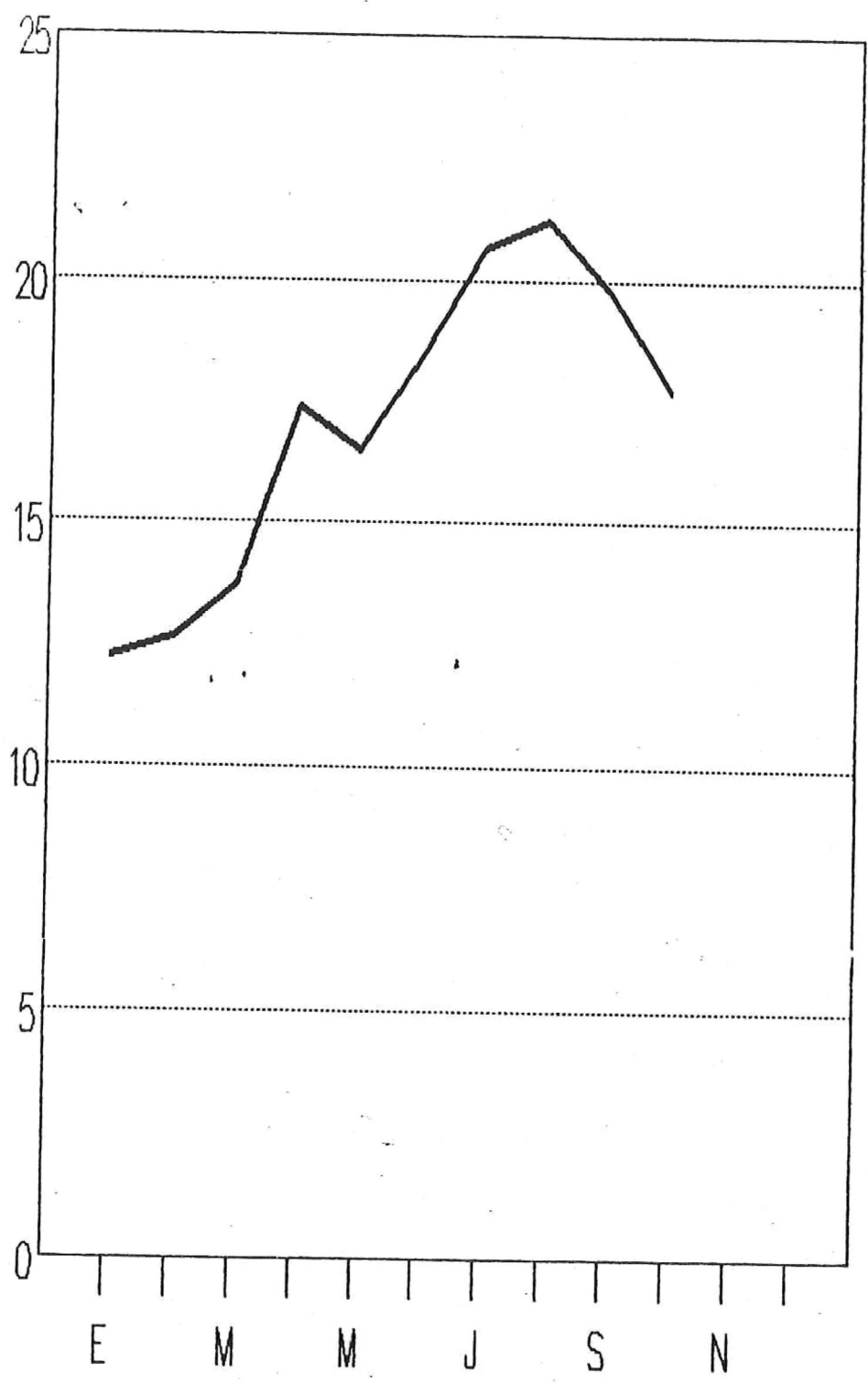
- Pritchard, D.W., De la Paz, R., Cabrera-Mura, R., Farrera, H., y Morales, E., 1978. Hidrogarfla física del Estero de Punta Banda. Parte I. Ciencias Marinas. Vol 5(II). pp 1-23.
- Ramirez, C., Rivera, P., Stagmeir, E. y Contreras, D. 1981. Prospección de Gracilaria verrucosa en la Bahía de Corral y Ensenada de San Juan (Valdivia, Chile). Rev. Biol. Mar. Inst. Oceanol. Univ. Valp. Vol 17(3): 389-404 pp.
- Ryther, J.H., Deboer J.A. and Lapointe B.E, 1979. Cultivation of seaweeds for hydrocolloids, waste treatment and Biomass for energy conservation. Seaweed symp. 9:1-17 pp.
- Sanchez H. L., 1978. Distribución superficial de nutrientes en el Estero de Punta Banda, B.C., en un ciclo anual. Tesis de licenciatura, Escuela Superior de Ciencias Marinas, U.A.B.C., 44 pp.
- Secretaria de Marina, 1974. Estudio Geográfico de la Región de Ensenada, B.C. Dirección General de Oceanografía y Salvamento Marítimo. México, D.F. 67 pp.
- Shang, Y. C., 1976 . Economic aspects of Gracilaria culture in Taiwan. Aquaculture Vol 8:1-7 pp.

Tseng, C. K., 1974. Agar: A valuable seaweed product. the Scientific Month., In: Mariculture of red seaweed. Program Publication., Hansen et al., 1981. 42 pp.

Umamaheswara, R. M., 1976. Spore liberation in Gracilaria corticata, J. Agardh Growg. At Mandopam. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. Vol 21: 91-98 pp.

Zertuche-González, J.A. y E.J. Garcia, 1989. Cultivo de Gracilaria en México, Reporte Final, FAO, Proyecto Aquila, 35 pp.

TEMPERATURA AMBIENTE (°C)



1989

Anexo I. Temperatura ambiente para el Estero de punta Banda durante el año 1989 (costruida a base de datos proporcionados por la Comisión Nacional del Agua).