

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS



"CRECIMIENTO DE *Gracilaria pacifica* Abbott,
DURANTE EL PERIODO SEPTIEMBRE 1988-ABRIL 1989
EN EL ESTERO DE PUNTA BANDA,
BAJA CALIFORNIA, MEXICO"



TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
OCEANOLOGO
PRESENTA
MARTIN EUSEBIO CRUZ CAMPAS

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA. DICIEMBRE DE 1991

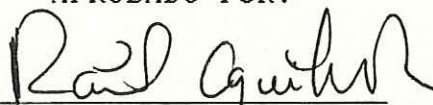
RESUMEN

Gracilaria pacifica Abbott, ha sido considerada como un recurso de gran importancia económica para Baja California, México, debido a su valor comercial como materia prima para la extracción de agar. La explotación de este recurso demanda un conocimiento completo de su biología y ecología. Con la finalidad de conocer la tasa de crecimiento (% de crecimiento diario) estacional de G. pacifica, se probaron cuatro métodos de cultivo en el Estero de punta Banda. Los mejores resultados se encontraron utilizando cuerdas sobre el sustrato (líneas horizontales), durante el periodo de septiembre de 1988-abril de 1989. Las mayores tasas de crecimiento se presentaron en septiembre (10.9%/día) y las menores en diciembre (1.9%/día).

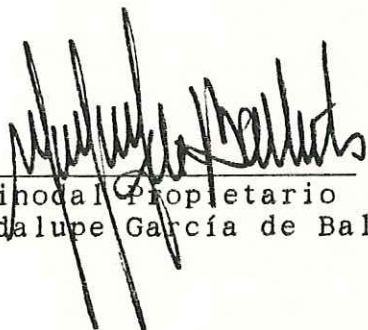
"CRECIMIENTO DE Gracilaria pacifica Abbott, DURANTE EL PERIODO
SEPTIEMBRE 1988 - ABRIL 1989 EN EL ESTERO DE PUNTA BANDA, BAJA
CALIFORNIA, MEXICO"

TESIS
QUE PRESENTA
MARTIN EUSEBIO CRUZ CAMPAS

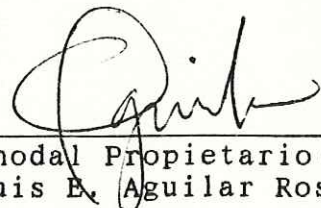
APROBADO POR:



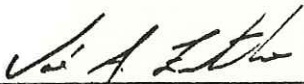
Presidente del Jurado
Oc. Raúl Aguilar Rosas



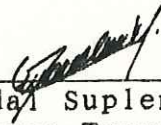
Sinodal Propietario
Oc. Guadalupe García de Ballesteros



Sinodal Propietario
Oc. Luis E. Aguilar Rosas



Sinodal Suplente
Dr. Jose A. Zertuche G.



Sinodal Suplente
M.C. Guillermo Torres Moye

DEDICATORIA

A MIS PADRES Y HERMANOS

Por su confianza y apoyo.

A MI ESPOSA E HIJO

Por su apoyo y estímulo a superarme.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de manera especial a mi director de tesis Oc. Raúl Aguilar Rosas su sincera amistad, incondicional apoyo y enseñanzas.

Agradezco a mis sinodales su interés, sugerencias e indicaciones para mejorar el presente trabajo de tesis.

Oc. Guadalupe García de Ballesteros
Oc. Luis E. Aguilar Rosas
Dr. Jose A. Zertuche G.
M.C. Guillermo Torres Moya

Al Oc. Manuel López Carrillo su confianza y apoyo

A M.S. Xicoténcatl Murrieta Saldivar, Ing. Joaquín Murrieta S., Blanca Aispuro S., su apoyo para la elaboración del presente.

Al Oc. Pablo Lopez y esposa P.O. Ma. Teresa Espinoza su apoyo, confianza y amistad.

INDICE

1.0.- Introducción_____	1
1.1.- Antecedentes_____	3
1.2.- Objetivo_____	7
2.0.- Materiales y Métodos_____	8
2.1.- Descripción del área de estudio_____	8
2.2.- Metodología de campo_____	10
2.3.- Metodología de cálculo_____	15
3.0.- Resultados_____	16
4.0.- Discusiones_____	20
5.0.- Conclusiones_____	24
6.0.- Literatura Citada_____	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Morfología externa de <u>Gracilaria pacifica</u> Abbott_____	6
Figura 2.- Localización del área y sitio de estudio_____	9
Figura 3.- Ilustración de las bolsas de malla de nylon sujetas a rocas cubiertas con red_____	11
Figura 4.- Ilustración de la estructura de PVC mostrando fragmentos de <u>Gracilaria pacifica</u> Abbott_____	12
Figura 5.- Diseño del método de cultivo utilizado_____	14
Figura 6.- Tasa de crecimiento (%/día) promedio de <u>Gracilaria pacifica</u> Abbott_____	19

LISTA DE TABLAS

Tabla I.- Valores de Crecimiento mensual (%/día)
y porcentajes de sobrevivencia de
Gracilaria pacifica Abbott en el Estero
de Punta Banda, B.C. _____ 18

1. INTRODUCCION

El género Gracilaria ha sido considerado como un recurso de gran importancia económica por su contenido de agar y rápido crecimiento (Kim, 1970). Las especies de Gracilaria son cosechadas en 20 países del mundo, y son responsables del 60% de la producción mundial de agar; el resto lo constituyen las especies de Gelidium con un 35% y Pterocladia con un 5% (Whyte y Englar, 1980). Las especies agarofitas, poseen una demanda que va en aumento, dada la gran variedad de productos que utilizan como materia prima los gelificantes (Santelices y Doty, 1989).

Gelidium robustum representa la única agarofita que se explota e industrializa en México a través de la Compañía AGARMEX, S. A., en Ensenada (Guzmán del Proó, 1979); Sin embargo, existen alrededor de diez y nueve especies del género Gracilaria reportados para las costas del Pacífico de Baja California, de entre las cuales G. verrucosa (ahora G. pacifica Abbott) y G. sjoestedtii (ahora G. papenfussi) son las más abundantes en áreas someras y protegidas de lagunas costeras y bahías quietas (Huerta-Múzquiz, 1961; Goldstein, 1981; Aguilar-Rosas, R. 1982).

La insuficiencia en el suministro constante de materia prima, la dificultad en la cosecha y la incertidumbre del reclutamiento de nuevas plantas en el medio natural, han propiciado la implementación y desarrollo de cultivos evitando

con ello la dependencia de los mantos naturales (Hansen, 1979).

Para que una planta sea considerada cultivable deberá tener una tasa de crecimiento alta, una permanencia en el ambiente a lo largo del año y características reproductivas que permitan garantizar cepas en cualquier momento (Zertuche-Gonzalez, 1989).

El éxito del cultivo de algas marinas dependerá en gran medida de la técnica empleada, la cual puede diferir regionalmente, ya que dichas técnicas deben ser adaptadas a las características y condiciones específicas de cada zona (Tseng, 1981; Santelices y Doty, 1989).

El llegar a conocer la tasa de crecimiento y los factores ambientales que lo limiten y optimicen, reproducción y ciclo de vida de una planta, permitirán el desarrollo de su cultivo (Zertuche-Gonzalez, 1989). De ahí que la tasa de crecimiento sea considerada un aspecto básico en el cultivo de algas. Hurtado-Ponce (1987) sugiere las dos siguientes consideraciones como básicas en el establecimiento de un cultivo: La apropiada selección de material de inóculo (Doty, 1973; Edelstein, 1976; C. Bird et al, 1977a), la selección de sitios apropiados y la calendarización de épocas adecuadas de siembra y cosecha (C. Bird et al, 1977a).

En el Pacífico de norteamérica, G. pacifica se encuentra distribuida desde Columbia Británica hasta Baja California y el Golfo de California (Scagel, et al, 1989). Sus poblaciones

se encuentran comunmente en la zona intermareal y parte superior del submareal (Abbott, 1983).

Tomando en cuenta que G. pacifica representa un recurso potencial para la extracción de agar en Baja California (Aguilar-Rosas, R. 1982) y considerando que la carencia de información y conocimiento sobre la biología, ecología y química de las agarofitas de Baja California, demandan investigaciones básicas para lograr un adecuado manejo de este recurso en forma regular y sostenida (Marcos-Ramírez y Lobo-Niembro, 1987).

El presente trabajo tiene el propósito de dar a conocer la tasa de crecimiento estacional de Gracilaria pacifica, con el fin de generar información sobre la factibilidad del cultivo de esta especie en la región.

1.1 ANTECEDENTES

En base a la importancia de las agarofitas a nivel mundial, se han realizado estudios sobre crecimiento en varias especies del género Gracilaria, relacionando dicho crecimiento con factores físico-químicos del agua (Friedlander y Zelicovitch, 1984; Alveal-Villena, 1986), densidad de plantas (Díaz, 1986), profundidad (Raju, 1971) y las fases reproductivas (C. Bird et al., 1977b; Hoyle, 1978; Penniman, 1983).

La temperatura y la intensidad luminosa han sido señalados como los factores más importantes que regulan la tasa de crecimiento de Gracilaria, bajo condiciones naturales (Friedlander y Zelicovith, 1984). Los resultados de algunos estudios de crecimiento en especies de Gracilaria, indican que los máximos valores de crecimiento conciden con la máxima intensidad luminosa y/o temperatura estacional, al menos en zonas templadas (Causey, 1946; Conover, 1958; Kim, 1970; C. Bird et al 1977a; Rosenberg y Ramus, 1982).

Por otro lado, las mayores tasas de crecimiento se obtienen cerca de la superficie, siguiendo un gradiente vertical con la profundidad (Díaz, 1986), lo que podría estar estrechamente relacionado a la intensidad de luz que recibe la planta y su efecto en el crecimiento (Rueness, 1987).

Se ha demostrado que la tasa de crecimiento tiene relación con los cambios de salinidad en sistemas cerrados (N. Bird et al., 1979). En particular, las diferencias observadas bajo condiciones naturales, dependen de la salinidad y el habitat en el cual se encuentran creciendo las plantas (pozas de marea, zona intermareal y submareal) (Alveal-Villena, 1986).

Dependiendo del estado reproductivo (Planta gametofita masculina, tetraspórica y cistocárpica) y la forma de vida de las plantas de Gracilaria (plantas fijas y de vida libre, se han observado diferencias en la tasa de crecimiento. En general, las plantas tetraspóricas crecen más rápido que las

plantas cistocárpicas (Jones, 1959), debido a la reducción en la tasa de crecimiento al desarrollarse la fase carposporofita sobre la planta gametofita femenina (planta cistocárpica) (Hoyle, 1978). Por otro lado, las plantas de vida libre tienen mayores tasas de crecimiento que las plantas fijas (Hurtado-Ponce, 1987; Rueness, 1987). Se ha demostrado que las plantas al ser podadas incrementan su crecimiento (Raju, 1971).

Formando parte de la flora algal marina presente en el Estero de Punta Banda, Gracilaria verrucosa (ahora G. pacifica) es considerada como una de las especies más representativas por su amplia distribución y ocurrencia, y un recurso de gran importancia económica (Aguilar Rosas, R., 1982). Las plantas se presentan sobre una gran variedad de sustratos y poseen un talo erecto, de 30 a 50 cm en longitud, un color pálido o rosado, con ramificaciones radialmente arregladas de 1 a 2 mm en diámetro, algunas veces presentan numerosas y pequeñas ramificaciones como espinas (Abbott y Hollenberg, 1976; Aguilar Rosas, R., 1982) (Figura 1).

Actualmente no se dispone de información sobre la tasa de crecimiento, de las especies del género Gracilaria en las costas de Baja California. El presente trabajo consiste en determinar la tasa de crecimiento de Gracilaria pacifica Abbott en condiciones naturales, utilizando como método de cultivo cuerdas sobre el sustrato arenoso-fangoso.

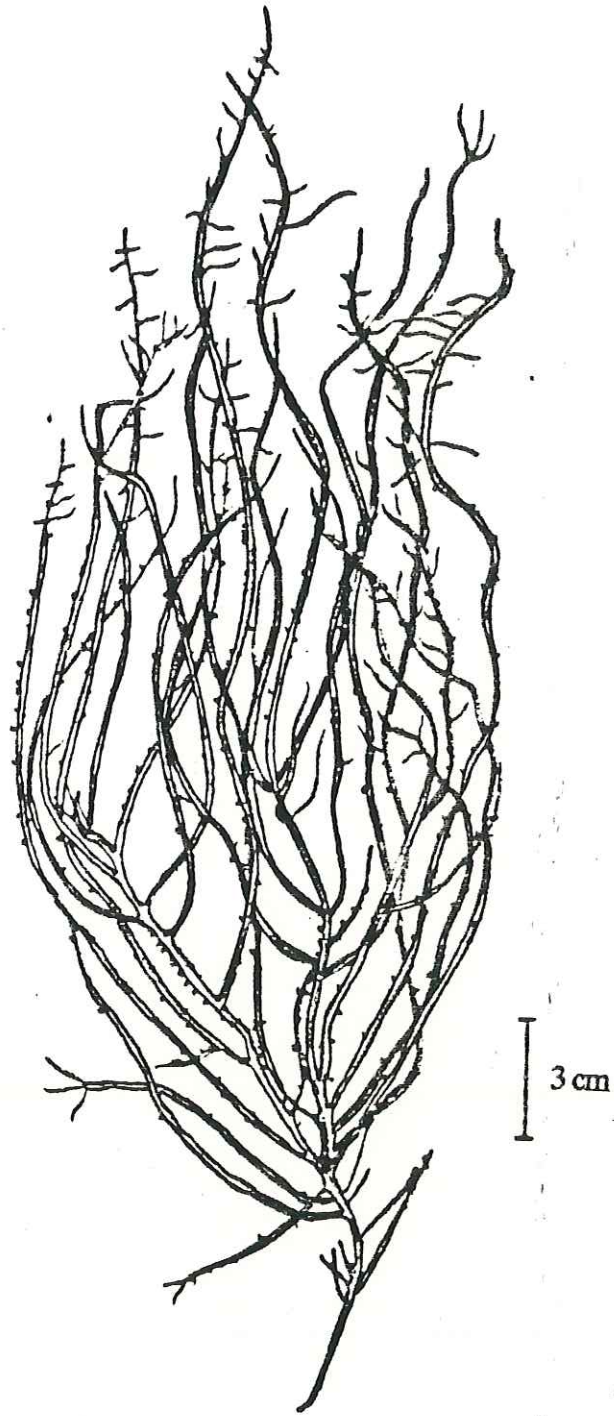


Figura 1. Morfología externa de Gracilaria pacifica Abbott
(tomado de Abbott y Hollenberg, 1976)

1.2 OBJETIVO

Conocer la tasa de crecimiento expresada en porcentaje de crecimiento por día para Gracilaria pacifica Abbott en El Estero de Punta Banda, Baja California, México; durante el período septiembre de 1988 a abril de 1989.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El Estero de Punta Banda es una laguna costera situada en el extremo sur de la Bahía de Todos Santos entre los 31° 41' y 31° 46' de latitud Norte y 116° 37' y 116° 40' de Longitud Oeste en la costa del Océano Pacífico, y a trece kilómetros del Puerto de Ensenada (Nishikawa, 1983).

La cuenca superficial del Estero de Punta Banda, está eparada de las aguas de la Bahía por una barra de arena de 7.5 Km de longitud, que se extiende en dirección noreste desde la base de una cadena montañosa que conforman Punta Banda. Tiene una abertura angosta en su extremo Norte que constituye la boca del estero. El estero se caracteriza por tener un canal en forma de "L" con una profundidad máxima del orden de 7.5 m, con respecto a la bajamar media inferior. El ancho promedio del estero es del orden de 345 metros en pleamar media superior (Pritchard, et al., 1978).

El sitio elegido para el estudio se localiza en la parte noreste del Estero cercano a la boca, el cual es conocido como Estero Beach (figura 2). Este lugar se caracteriza por presentar una planicie intermareal con pendiente suave y un sustrato compuesto de arcilla y arena, además de rocas basálticas de diversos tamaños expuestas durante la marea baja.

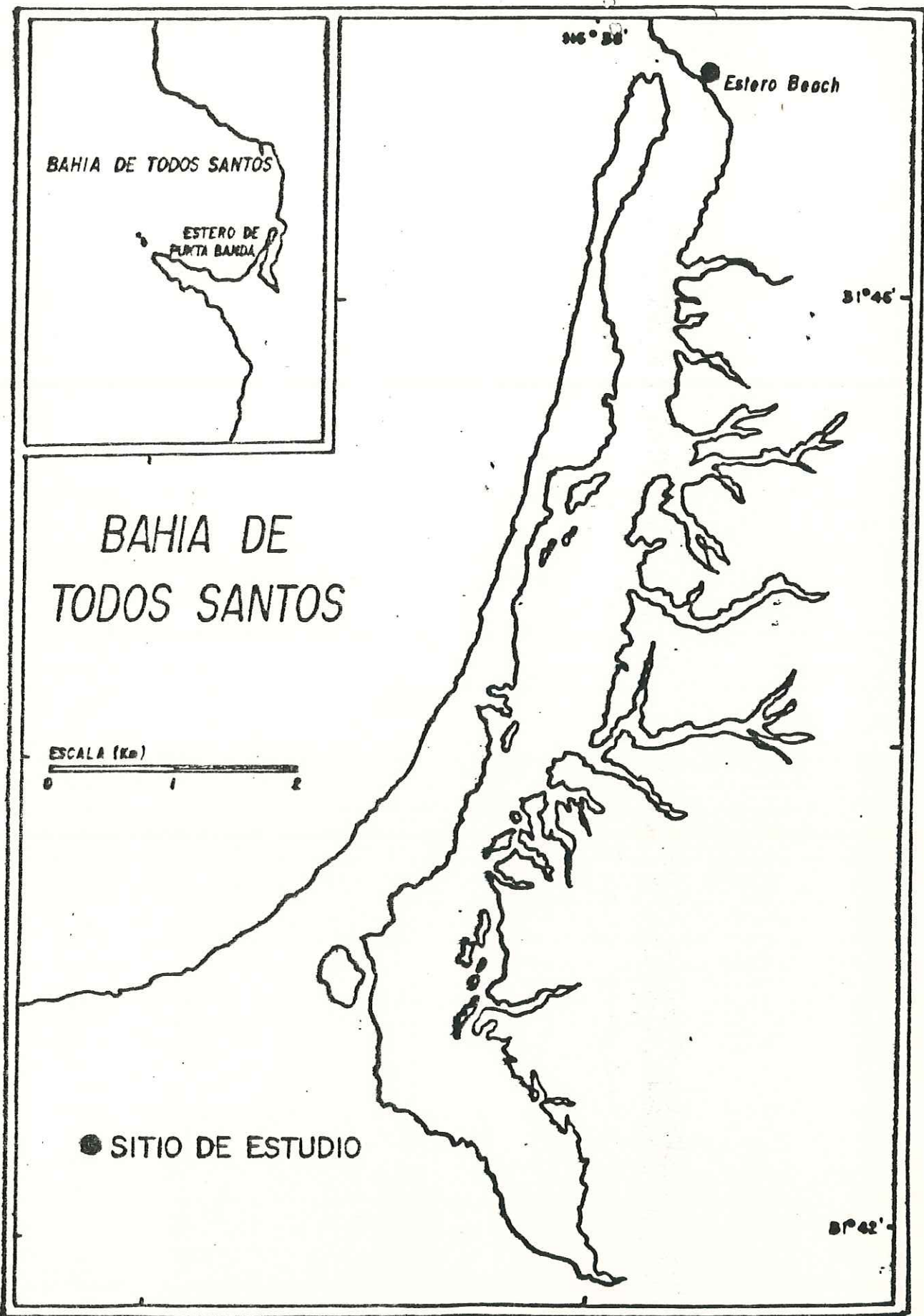


Figura 2. Localización del área y sitio de estudio

2.2 METODOLOGIA DE CAMPO

Con el fin de lograr definir el método más adecuado para medir el crecimiento de Gracilaria y que además evite tener pérdidas de material, se probaron los siguientes cuatro métodos:

Primer método: consistió en cortar fragmentos apicales de plantas tanto de la población fija como de la no fija; dichos fragmentos con un peso de 10 gr se colocaron en bolsas de malla de nylon (Figura 3), las cuales fueron puestas en rocas cubiertas con red como medio de anclaje en pozas del intermareal (Penniman, 1983; Penniman, et al, 1986).

Segundo método: se utilizó una estructura de PVC (Figura 4) de 1 x 1.5 mts en la cual se sujetaron cuerdas de nylon y sobre éstas se colocaron fragmentos apicales de Gracilaria, insertados entre la trenza de las cuerdas y con una biomasa inicial conocida. La estructura se colocó en un canal del intermareal. (Penniman, 1983; Penniman, et al, 1986)

Tercer método: para éste método se seleccionaron plantas fijas a algún sustrato, como por ejemplo: rocas, conchas, etc., éstas plantas junto con sustrato se pesaron, agruparon y se colocaron en un lugar definido del intermareal. (Penniman, 1983; Penniman, et al, 1986)

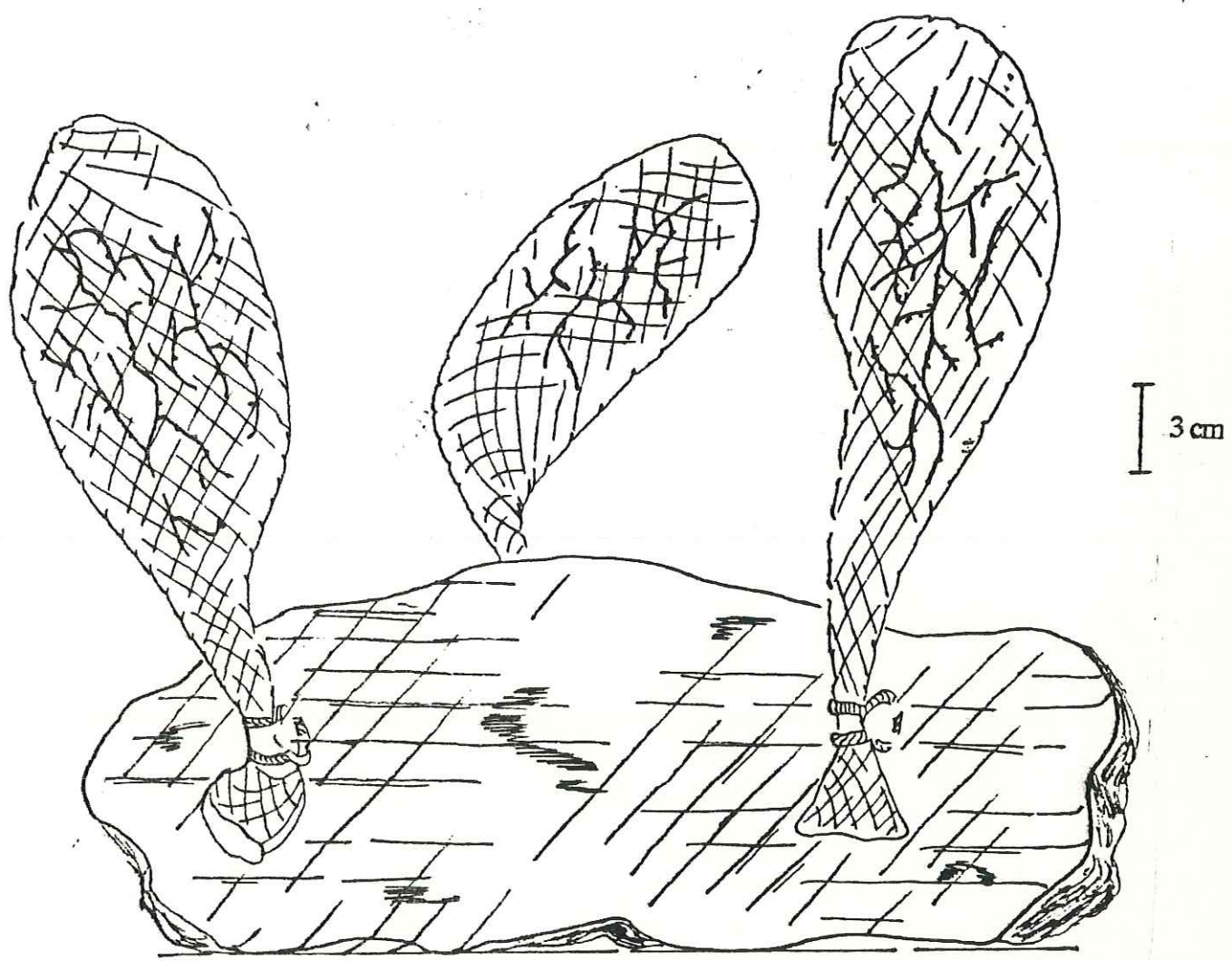


Figura 3. Ilustración de las bolsas de malla de nylon sujetas a rocas cubiertas con red .

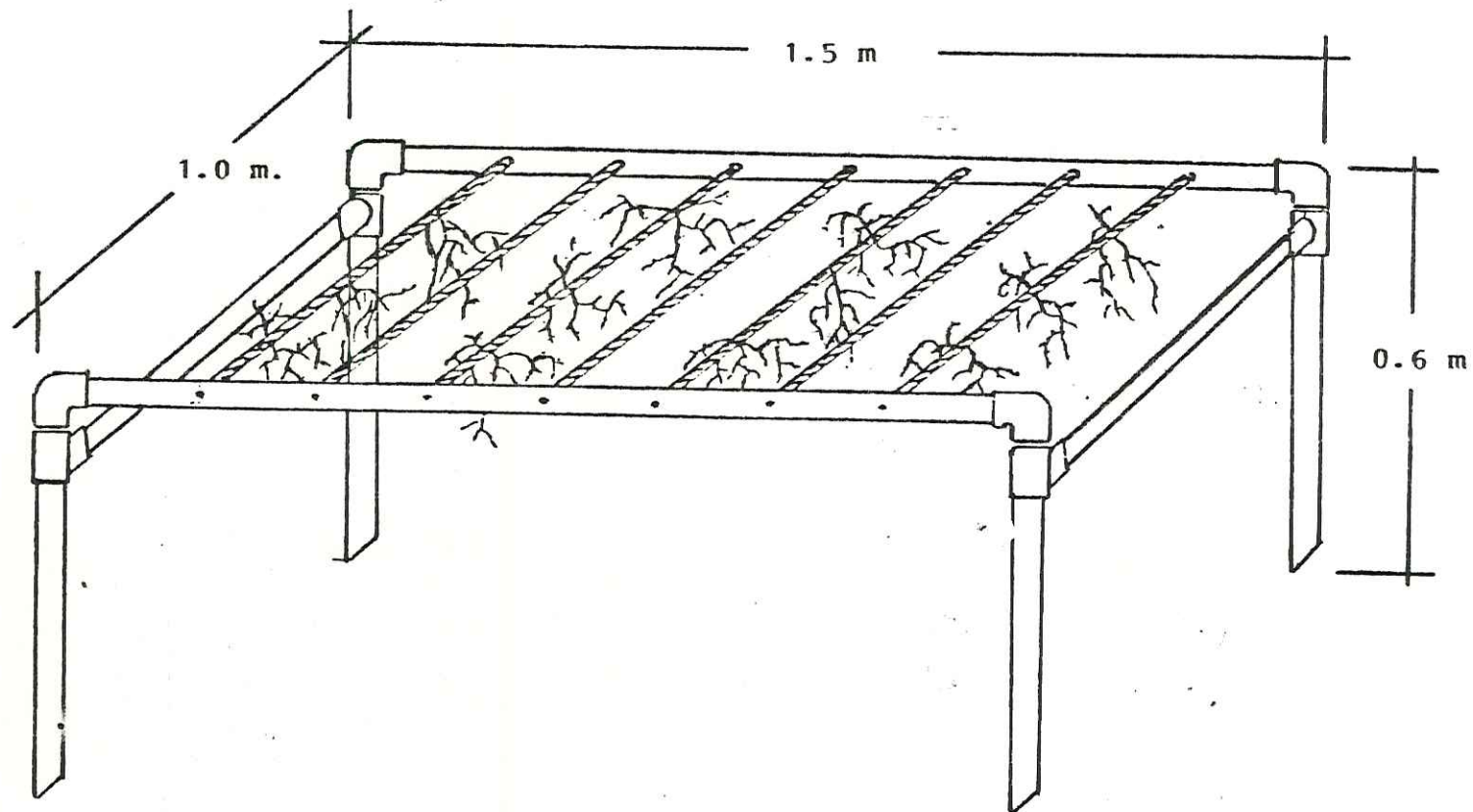


Figura 4. Ilustración de la estructura de PVC mostrando fragmentos de Gracilaria pacifica.

Cuarto método: consistió en colocar 3-4 cuerdas (cabo sintético de polipropileno) sobre el suelo ancladas por los extremos mediante varillas en forma de bastón. A las cuerdas se sujetaron trozos de alambre recubiertos de plástico (tipo eléctrico), separados a 60 cm, sobre éstos se fijaron los fragmentos (8 por cuerda) a los cuales se retenía mediante un amarre de hilo (piola tratada multifilamento de nylon)(Figura 5).

Los fragmentos utilizados se tomaron de plantas fijas de G. pacifica encontradas creciendo en el mismo sitio de estudio, lo que garantizó el suministro constante para la siembra. Se sembraron fragmentos de Gracilaria de 6-6.5 gr en peso húmedo cada mes durante septiembre de 1988 a abril de 1989. Al cumplir un período de 15 días, calendarizados considerando mareas bajas, los fragmentos encontrados se recolectaban, se limpiaban de epífitas y se dejaban escurrir medio minuto aproximadamente antes de pesarse.

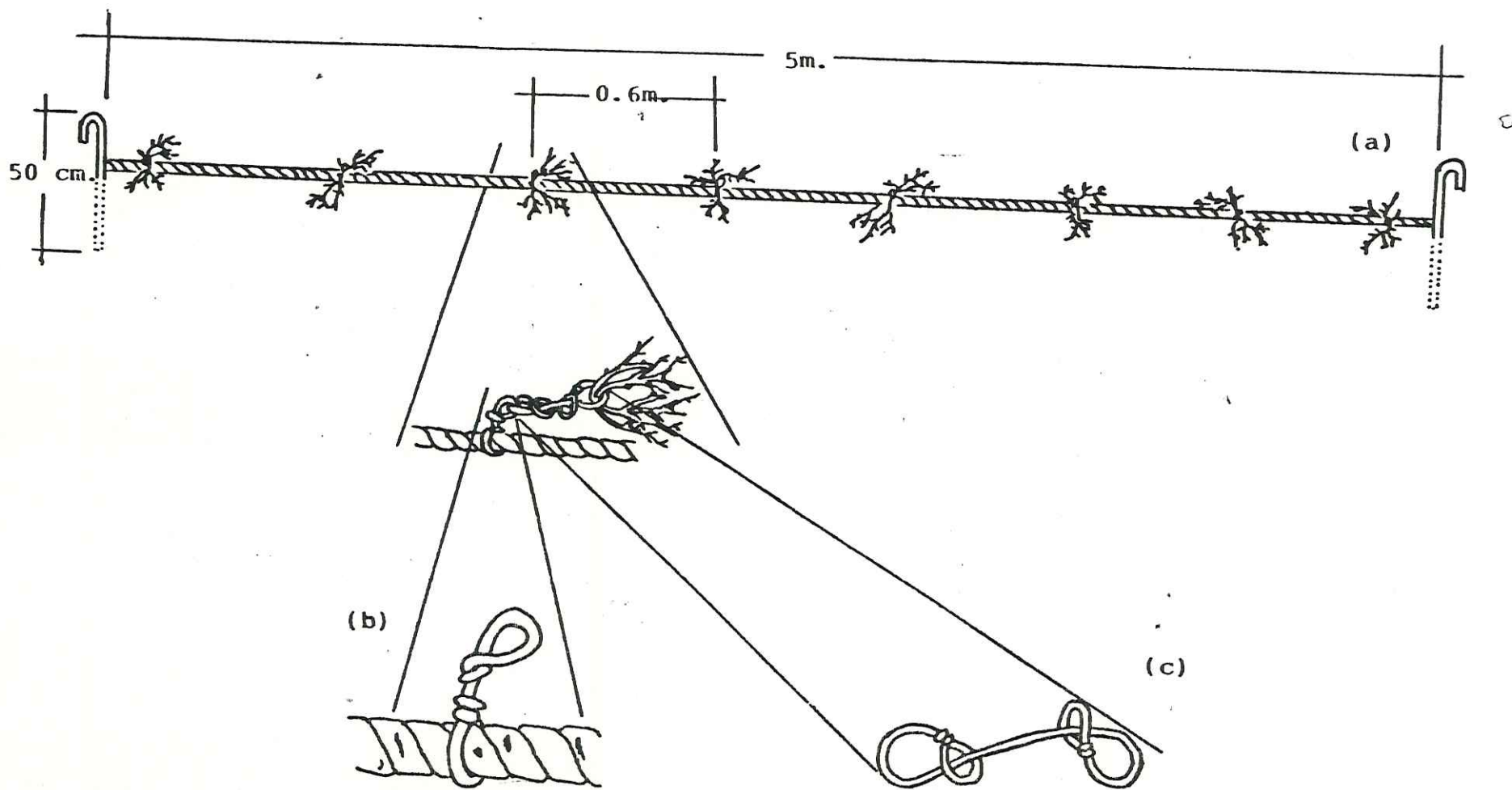


Figura 5. Diseño del método de cultivo utilizado a) Línea horizontal
 b) Detalle de cuerda con alambre c) Amarre para el alga

2.3 METODOLOGIA DE CALCULO

Los valores de crecimiento mensual fueron calculados mediante el pesado húmedo de los ejemplares con una balanza OHAUS Triple Beam con una precisión de 0.1 gr, y reportados en términos de incremento en porcentaje por día, mediante la fórmula:

$$G = [(WT / Wo)^{1/T} - 1] \times 100 \quad (\text{Zertuche-Gonzalez, 1989})$$

Donde:

G = Porcentaje de incremento en peso fresco por día.

Wo = Peso inicial.

Wt = Peso después de t días.

El cálculo de la tasa de crecimiento, fué determinado para todos los especímenes encontrados al finalizar los períodos de cultivo y que presentaran resultados positivos.

3. RESULTADOS

Con relación a los métodos de cultivo que se probaron, la utilización de bolsas como arte de cultivo (primer método) no presentó resultados satisfactorios, debido a la pérdida casi total de los especímenes; ésto puede ser atribuible a que el lugar seleccionado para colocar las bolsas fué en pozas de marea, donde posiblemente existe pastoreo (Arcos-Hernández, 1990) y las condiciones de estos microambientes como la salinidad y la temperatura, aunado al daño ocasionado por la malla de las bolsas, propició fragmentación y decaimiento de los talos.

Por otro lado la estructura de PVC (segundo método) al ser colocada aproximadamente a 10 cm del suelo, provocó una desecación no reversible en las plantas, debido al tiempo de exposición al sol y viento durante las mareas bajas.

En cuanto al tercer método, los ejemplares fueron removidos con su sustrato del lugar donde se colocaban, debido a las condiciones hidrodinámicas del lugar y a que el peso de dichos sustratos permitía la remoción.

Estos tres primeros métodos propuestos, se aplicaron de octubre de 1987 a febrero de 1988, presentando cada uno de ellos problemas que no garantizaron un adecuado manejo y monitoreo, por lo que se decidió no utilizar estos métodos y omitir sus resultados.

El cuarto método (líneas horizontales) presentó resultados satisfactorios los cuales se muestran a continuación.

La tabla I muestra los valores promedio de crecimiento de G. pacifica (%/día) para cada mes durante el período de estudio. El valor máximo obtenido fué de 10.9% para el mes de septiembre y el mínimo de 1.9% para el mes de diciembre.

Al graficar los valores se observó un patrón de crecimiento estacional de Gracilaria pacifica a lo largo del período de estudio, el cual se muestra en la figura 6 donde se observan máximas tasas de crecimiento hacia los meses de verano-otoño (septiembre), decreciendo hacia los meses de invierno (diciembre).

Para el período de muestreo se presentó un porcentaje de sobrevivencia promedio del 75.4%. Presentándose valores de 100% de sobrevivencia en octubre y valores bajos de 56.2 y 0% para marzo y abril respectivamente.

Por otro lado, los porcentajes de pérdidas reflejado en la pérdida de plantas y valores negativos se muestran en la tabla I. Cabe señalar que valores del 43.8% y 100% se presentaron durante marzo y abril respectivamente.

Durante el período de estudio se encontró a Bulla gouldiana asociada a las plantas de G. pacifica. Como parte de las algas epífitas, a finales de otoño se presentaron el alga verde Enteromorpha sp. y el alga roja Polysiphonia sp.

**TABLA I. VALORES DE CRECIMIENTO MENSUAL (%/DIA) Y
 PORCENTAJES DE SOBREVIVENCIA DE *Gracilaria pacifica* EN
 EL ESTERO DE PUNTA BANDA, B.C.**

FECHA 1988-1989	PERIODO DIAS	MUESTRAS	NUMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS PARA OBTENER EL PROMEDIO	PROMEDIO TASA "G"	DESV.STD.	% DE SOBREVIVENCIA	% DE PERDIDAS
SEP 28	16	24	21	10.9	3.83	87.5	12.5
OCT 24	13	24	24	9.3	2.71	100	0.0
NOV 24	16	24	23	3.3	1.49	95.8	4.2
DIC 22	15	24	18	1.9	0.75	75.0	25.0
ENE 25	15	24	22	4.6	2.63	91.7	8.3
FEB 20	17	32	31	5.4	2.33	96.9	3.1
MAR 20	17	32	18	9.9	3.41	56.2	43.8
ABR 22	15	32	--	---	---	0.0	100

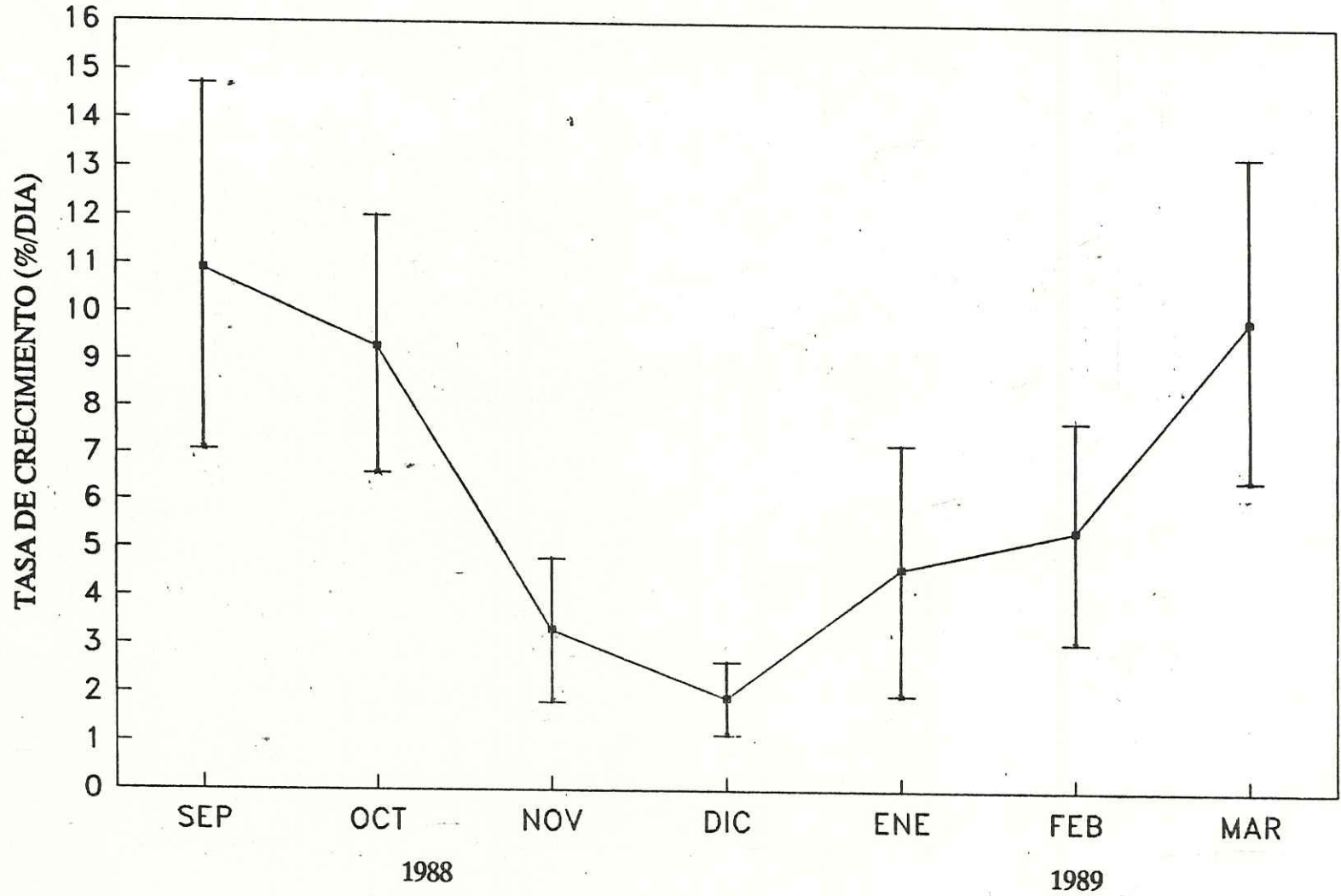


Figura 6. Tasa de crecimiento (%/día) promedio de *Gracilaria pacifica*
(Barra vertical: desviación estandar)

4. DISCUSIONES

G. pacifica en el Estero de Punta Banda, B.C. muestra un patrón en la tasa de crecimiento mensual, con valores máximos de crecimiento en verano-otoño (10.9%/día) y mínimos en invierno con valores de 1.9% de incremento (Tabla I, Figura 6). Este comportamiento puede ser atribuible a las variaciones estacionales de temperatura, ya que éstas siguen un patrón muy similar (Alvarez-Borrego et al., 1984).

Penniman (1983), reportó resultados muy parecidos para G. tikvahiae en New Hampshire, con los máximos valores en verano (7.5 %/día) y mínimos en invierno. Al igual que Umamaheswara Rao (1975) para G. corticata en el Golfo de Mannar, donde las mayores tasas de crecimiento ocurren durante junio-agosto con un intervalo de producción de 27.5 gr de peso húmedo por día y el menor para diciembre-febrero con 11.1 gr/día en 0.5 m de área. Otros resultados similares que muestran una estacionalidad en la tasa de crecimiento se reportan para G. verrucosa en Guangdong, China (Wang et al., 1984); para Gracilaria sp. en Chile (Santelices y Doty, 1989) y en Israel para Gracilaria sp. (Friedlander y Zelicovith, 1984).

En estudios previos se han identificado dos problemas al utilizar como método de cultivo líneas horizontales: Depositación de sedimento y pastoreo (Smith et al., 1984; Santelices y Doty, 1989).

En el Estero de Punta Banda se presenta una gran depositación de sedimento, el cual es desplazado hacia el interior del Estero durante los meses de marzo-abril; este comportamiento propio de la boca del Estero se presenta durante la época de vientos y oleaje fuertes (comunicación personal Oc. Francisco Aranda Manteca *). Durante los meses de marzo y abril fué notorio observar la depositación de sedimento en el sitio de estudio, lo que en gran parte ocasionó que las plantas quedaran parcial y totalmente sepultadas por el sedimento, ésto se vió reflejado en valores altos en el porcentaje de pérdidas del 100% (abril) (Tabla I).

Durante el período de estudio, fué común encontrar a Bulla gouldiana asociada a las plantas de G. pacifica. Al parecer la presencia de Bulla, se deba a la búsqueda de refugio o a la utilización de Gracilaria como fuente de alimento (Arcos-Hernández, 1990).

Los ejemplares seleccionados para cultivo fueron plantas fijas, debido a que las plantas de vida libre presentaron una mayor fragmentación (Marcos-Ramírez y Lobo-Niembro, 1988).

El utilizar la forma de vida libre en el cultivo, podría resultar muy riesgoso, debido a las pérdidas por fragmentación; sin embargo, este tipo de plantas se ha reportado presenta un mayor crecimiento (Rueness, 1987).

*Profesor-Investigador de la F.C.M.

El desarrollo normal de un talo necesita el contacto directo con el sustrato o permanecer muy cerca de él, ya que las características de éste (humedad y nutrientes) y la tasa de crecimiento están estrechamente correlacionadas (Rivera, 1982). El colocar cuerdas con plantas sobre el sustrato, provee los nutrientes necesarios para su óptimo desarrollo (Hansen, 1983); esta técnica no permite la desecación ya que el contacto con la humedad es constante. La fácil manipulación y los mejores valores de crecimiento obtenido, hacen del método utilizado el más recomendable para el cultivo en el sitio de estudio.

La utilización de este método para cultivo a gran escala, presenta varias ventajas. La cosecha puede realizarse mediante podas, evitando así la fase de siembra en cada ciclo de cultivo. Santelices y Doty (1989) han señalado que la poda de talos, realizada pocos centímetros por arriba de las bases de las plantas, se puede llevar a cabo hasta diez veces por año. Por otro lado, si se desea cambiar de inóculo, el procedimiento de cambio es sencillo y rápido.

Otra ventaja es el hecho de colocar las cuerdas paralelas, permiten realizar la cosecha y dar mantenimiento al cultivo en tiempos muy cortos. Dichas cuerdas deben de preferencia ubicarse perpendiculares a la línea de costa con la finalidad de evitar la acumulación de otras algas a la deriva en las cuerdas.

En base a los resultados obtenidos se puede apreciar que existen diferentes valores de crecimiento en porcentaje por día (figura 6). Este comportamiento nos muestra que para efectos de cultivo se tendrían menores volúmenes de producción durante otoño-invierno. Si bien, las tasas de crecimiento para los meses de primavera-verano no se determinaron, la tendencia observada durante el presente estudio nos indica que posiblemente las máximas tasas de crecimiento y mayores volúmenes de producción se presentarían en primavera-verano.

El Estero de Punta Banda cuenta con una gran disponibilidad de espacio y Gracilaria para realizar la siembra en diversos puntos del Estero. Sin embargo, la implementación del cultivo de Gracilaria pacifica en el Estero de Punta Banda, deberá tomar en cuenta las siguientes dos consideraciones: La primera consiste en que el cultivo deberá sujetarse a fechas en que las mareas permitan libertad de acción y la segunda a la dinámica de sedimentos en el Estero de Punta Banda.

5. CONCLUSIONES

1.- Para período de estudio comprendido entre septiembre de 1988 y abril de 1989, se encontraron mayores tasas de crecimiento en el mes de septiembre (otoño) y menores en diciembre (invierno), lo cual nos hace suponer que el crecimiento de Gracilaria pacifica Abbott en el Estero de Punta Banda B.C., presenta un patrón estacional.

2.- Se encontró que el uso de cuerdas horizontales fijas con estacas sobre el terreno, resultó una técnica adecuada para determinar el crecimiento y posible implementación del cultivo.

6. LITERATURA CITADA

- Abbott, I.A. y G.J. Hollenberg, 1976. Marine algae of California. Stanford University Press, Stanford California. 827 pp.
- Abbott, I.A., 1983. Some species of Gracilaria (Rhodophyta) from California. *Taxon* 32:561-564.
- Aguilar-Rosas, R., 1982. Identificación y distribución de las algas marinas del Estero de Punta Banda, Baja California, México. *Ciencias Marinas (Mex)*, 8(1):78-87.
- Alvarez-Borrego, S.; A. Granados Guzmán y J.L. Beltrán Félix. 1984. Temperatura y salinidad del Estero de Punta Banda. *Ciencias Marinas*, 10(3):105-108.
- Alveal-Villena, K., 1986. Fragilidad y estrategia de perduración de Gracilaria. *Estud. Oceanol.*, 5:27-58
- Arcos-Hernández, A., 1990. Cultivo intermareal de la agarofita Gracilaria pacifica Abbott (Rhodophyta, Gigartinales), en la laguna costera Estero de Punta Banda, B.C. Mexico, Tesis de licenciatura de la F.C.M.
- Bird, C.J., T. Edelstein y J. McLachlan, 1977a. Studies on Gracilaria. Experimental observations on growth and reproduction in Pomquet Harbour, Nova Scotia. *Nat. Can.*, 104:245-255.
- Bird, C.J., T. Edelstein y J. McLachlan, 1977b. Studies on Gracilaria. Occurrence in Atlantic Canada, with particular reference to Pomquet, Nova Scotia. *Nat. Can.*, 104:257-266.
- Bird, N., J. MacLachlan y D. Grund. 1979. Effects of temperature, lighth and salinity on growth in culture of Chondrus crispus, Furcellaria lumbricalis, Gracilaria tikvahiae (Gigartinales, Rhodophyta), and Fucus serratus (Fucales, Phaeophyta). *Bot. Mar.* 22:521-527.
- Causey, N.B., J.P. Prytherch, J. Mc Caskill, H.J. Humm y F.A. Wolf, 1946. Influence of enviromental factors upon the growth of Gracilaria confervoides Duke. *Univ. Mar. Stn. Bull.*, 3:19-21.
- Conover, J.T., 1958. Seasonal growth of benthic marine plants as related to enviromental factors in an estuary. *Publ. Inst. Mar. Sci.*, 5:97-147.

- Díaz, M.V. y L. Tapia H., 1986 Crecimiento de Gracilaria Greville, 1830 (Rhodophyta, Gigartinales, en Sistema de Cultivo Suspendido: Efecto de Densidad, Poda y profundidad. Actas II Congr. Algas Mar. Chilenas, Valdivia (Chile) 14-18 enero 1985. 165-176.
- Doty, M.S., 1973. Farming the red seaweed Euchueuma for carragenans. Micronesia, 9:59-73
- Edelstein, T., 1976 . Studies on Gracilaria: Growth under greenhouse conditions. Can. J. Bot., 54:2275-2290.
- Friedlander M. y N. Zelicovitch, 1984. Growth rates, phycocolloid yield and quality of the red seaweed, Gracilaria sp., Pterocladia capillacea, Hypnea musciformis and Hypnea cornuta in field studies in Israel. Acuaculture, 40:57-66.
- Goldstein, M.E., 1981. Field and laboratory studies on Gracilaria from Prince Edwards Island, Canada. Proc. Int. Seaweed Symp. 8:331-335
- Guzmán del Proó, 1979. Los recursos vegetales marinos de Baja California, México. Proc. Int. Seaweed Symp. 6:685-690.
- Hansen, J.E., 1979. Physiological considerations in the mariculture of red algae. Proc. Intl. Seaweed Symp.
- Hansen, J.E., 1983. A Physiological approach to mariculture of red algae. J. Wld. Mariculture Soc. 14:380-391.
- Hoyle, M.D., 1978. Reproductive phenology and growth rates in two species of Gracilaria from Hawaii. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 35:273-283.
- Huerta-Muzquiz, 1961. Flora marina de los alrededores de Isla Pérez, Arrecife Alacranes, sonda de Campeche, México. An. Esc. Nac. Cienc. Biol., Méx., 10(1-4):11-22.
- Hurtado-Ponce, A.Q. and I. Umezaki, 1987. Growth rate studies of Gracilaria verrucosa (Gigartinales, Rhodophyta). Bot. Mar. 30:223-226.
- Jones, W.E. 1959. The growth and fruiting of Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss. J. Mar. Biol. Assoc. U.K. 38:47-46
- Kim, D.H., 1970. Economically important seaweeds in Chile. I. Gracilaria. Bot. Mar. 13:140-162.

- Marcos-Ramírez R. y J.M. Lobo-Niembro, 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 Licenciatura de la F.C.M. U.A.B.C.
- Nishikawa, K., 1983. Consideraciones sobre el posible impacto ambiental de la instalación de la fábrica de jackets petroleras Bos-pacific en el Estero de Punta Banda. pp. 10-20. En Informe preliminar sobre el posible impacto ecológico que la empresa Bos-pacific, S.A. de C.V. Ocasionará al instalarse en el Estero de Punta Banda, B.C. División de Oceanología, CICESE, México: 60 pp. (Mimiografiado).
- Penniman, C.A., 1983. Ecology of Gracilaria tikvahiae McLachlan (Gigartinales, Rhodophyta) In the Great Bay Estuary, New Hampshire. Ph.D. Dissertation. Univ. New Hampshire. 267 pp.
- Penniman, C.A., Mathieson, A.C. y Penniman, C.E., 1986. Reproductive phenology and growth of Gracilaria tikvahiae McLachlan (Gigartinales, Rhodophyta) in the Great Bay Estuary, New Hampshire. Bot. Mar., 29:147-154.
- Pritchard, W.D., De la Paz Vela R., Cabrera M., Barreras S. y Morales F., 1978. Hidrografía física del Estero de Punta Banda Baja California, México Parte I: Análisis de Datos. Ciencias Marinas, 5(2):1-23.
- Raju, P.V. y Thomas, P.C., 1971. Experimental Field Cultivation of Gracilaria edulis (Gmel.) Silva. Bot. Mar., 14:71-75.
- Rivera, E. Stegmaier y D. Contreras, 1982. Prospección de Gracilaria verrucosa en la Bahía de Corral y Ensenada de San Juan (Valdivia, Chile). Rev. Biol. Mar. Inst. Oceanol. Univ. Valparaiso. 17(3):389-404.
- Rosenberg, G. y J. Ramus. 1981. Ecological growth strategies in the seaweeds gracilaria foliifera (Rhodophyceae) an Ulva sp. (Chlorophyceae): Photosynthesis and antenna composition. Mar. Ecol. Prog. Ser. 8:233-241.
- Rueness, Y., H.A. Mathiesen y T. Tananger, 1987. Culture and field observations on Gracilaria verrucosa (Huds.) Papenf. (Rhodophyta) from Norway. Bot. Mar. 30:267- 276.
- Santelices, B. y M.S. Doty, 1989. A review of Gracilaria farming. Aquaculture, 79:95-133.

- Scagel, R.F., Gabrielson, P.W., Garbary, P.J., Golden, L., Hawker, M.W., Lindstrom, S.C., Oliveira, J.C., y Widdowson, T.B., 1989. A synopsis of the bentic marine algae of British Columbia, Contribution 3. The University of British Columbia. 532 pp.
- Smith, A.H., Nichols, K. y McLachlan, J., 1984. Cultivation of seamoss gracilaria in St. Lucia, West Indies. *Hydrobiologia*, 116-117:249-251
- Tseng, C.K., 1981. Comercial Cultivation. En: C.S. Lobban y M.J. Wynne (Eds.), The biology of seaweeds. Botanical Monographs Vol. 17. Univ. of California Press. 680-725 pp.
- Umamaheswara-Rao, M., 1975. Studies on the growth and reproduction of Gracilaria corticata near mandapam in the Gulf of Mannar. *J. Mar. Biol. Ass. India*, 17(3):646-652.
- Wang, Y.C., G. Y. Pan y L.C.M. Chen, 1984. Studies on agarophytes. II. Field observations and growth of Gracilaria cf. verrucosa (Rhodophyta) in Shantou District, Guangdong, P.R.C.
- Whyte, J.N.C., y J.R. Englar, 1980. Chemical composition and quality of agars in the morphotypes of Gracilaria from British Columbia. *Bot. Mar.*, 23:277- 283.
- Zertuche-Gonzalez, J.A., 1989. Macroalgas y el desarrollo de su cultivo. Cap. 11:319-337 En Rosa-Vélez J. de la y F. González-Farías (eds) *Temas de Oceanografía Biológica en México*. Ensenada 337 pp.