

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS
I.P.N.
BIBLIOTECA

“EVALUACION, CRECIMIENTO Y REGENERACION DE
MANTOS DE Macrocystis pyrifera EN LA COSTA OCCIDENTAL
DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA, MEXICO”.

T E S I S

QUE PRESENTA EL BIOLOGO
GUSTAVO HERNANDEZ CARMONA
COMO UN REQUISITO
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN CIENCIAS
MARINAS

TABLA DE CONTENIDO

	PAG.
1. RELACION DE FIGURAS Y TABLAS	1
1.1. Relación de figuras	1
1.2. Relación de tablas	3
1.3. Relación de tablas en anexo	6
2. RESUMEN	8
3. INTRODUCCION	10
3.1. Aspectos biológicos de <u>Macrocystis</u>	10
3.2. Factores ecológicos controladores de <u>Macrocystis</u> ...	14
3.3. Influencias humanas	16
3.4. Distribución horizontal y vertical	16
3.5. Explotación del recurso	18
3.6. Utilización	20
3.7. Importancia del estudio de las algas	21
4. ANTECEDENTES	22
5. OBJETIVOS	28
6. MATERIAL Y METODOS	29
6.1. Evaluación del recurso	29
6.1.1. Biomasa muestral	29
6.1.2. Estimación de las superficies de los mantos.	33
6.1.3. Estimación de la biomasa cosechable	37

	PAG.
6.2. Crecimiento y regeneración.....	39
7. R E S U L T A D O S	44
7.1. Evaluación del recurso	44
7.2. Crecimiento y regeneración	73
7.2.1. C r e c i m i e n t o	73
7.2.2. R e g e n e r a c i ó n	89
7.2.3. Registro de Temperatura	93
8. D I S C U S I O N	95
8.1. Evaluación del recurso	95
8.2. C r e c i m i e n t o	106
8.2.1. Manto testigo	106
8.2.2. Manto cosechado	111
8.3. R e g e n e r a c i ó n	115
9. C O N C L U S I O N E S	120
T A B L A S	124
ANEXO 1	139
10. BIBLIOGRAFIA CITADA	151

1. RELACION DE FIGURAS Y TABLAS

1.1. Relación de figuras:

1. Morfología de una planta adulta de Macrocystis pyrifera.
2. Distribución mundial de Macrocystis spp.
3. Cosecha anual de los mantos de Macrocystis pyrifera en México en el período 1958-1986.
4. Localidades de muestreo para la determinación de la biomasa superficial de los mantos de Macrocystis pyrifera y zonas a las que se les asignó el valor calculado.
5. Areas (A) y cosechas (\bar{C}) estimada de Macrocystis pyrifera por zonas y total en la península de Baja California en invierno de 1985-86.
6. Cartografía de mantos de Macrocystis pyrifera. Invierno de 1985-86.
7. Areas (A) y cosechas (\bar{C}) estimadas de Macrocystis pyrifera por zona y total en la península de Baja California en primavera de 1986.
8. Cartografía de mantos de Macrocystis pyrifera. Primavera de 1986.
9. Areas (A) y cosechas (\bar{C}) estimadas de Macrocystis pyrifera por zona y total en la península de Baja California en verano de 1986.
10. Cartografía de mantos de Macrocystis pyrifera. Verano de 1986.
11. Variación estacional del área de mantos de Macrocystis pyrifera en la península de Baja California (1986).

12. Variación estacional de la cosecha de mantos de Macrocystis pyrifera en la península de Baja California (1986).
13. Tasa de elongación de frondas de Macrocystis pyrifera. Manto testigo, Bahía Tortugas, B.C.S.
14. Tasa de elongación de frondas de Macrocystis pyrifera. Manto cosechado, Bahía Tortugas, B.C.S.
15. Porcentaje diario de elongación en función de la longitud de las frondas de Macrocystis pyrifera por estación del año. Manto testigo, Bahía Tortugas, B.C.S. (1985).
16. Porcentaje diario de elongación en función de la longitud de las frondas de Macrocystis pyrifera. Manto cosechado, Bahía Tortugas, B.C.S. (1985).
17. Porcentaje diario de elongación en función de la longitud de frondas de Macrocystis pyrifera. Manto testigo, Bahía Tortugas, B.C.S. (1985).
18. Porcentaje diario de elongación en función de la longitud de las frondas de Macrocystis pyrifera. Manto cosechado, Bahía Tortugas, B.C.S. (1985).
19. Porcentaje diario de elongación en función del logaritmo de la longitud de frondas de Macrocystis pyrifera en un manto testigo, Bahía Tortugas, B.C.S. (1985).
20. Porcentaje diario de elongación en función del logaritmo de la longitud de frondas de Macrocystis pyrifera en un manto cosechado, Bahía Tortugas, B.C.S. (1985).
21. Comparación del porcentaje diario de elongación en función del logaritmo de la talla de frondas de Macrocystis pyrifera

- en un manto testigo, Bahía Tortugas, B.C.S. (1985).
22. Comparación del porcentaje diario de elongación en función del logaritmo de la talla de frondas de Macrocystis pyrifera en un manto cosechado, Bahía Tortugas, B.C.S. (1985).
 23. Crecimiento promedio estacional de frondas de Macrocystis pyrifera en 100 días. Manto testigo, Bahía Tortugas, B.C.S.
 24. Crecimiento promedio estacional de frondas de Macrocystis pyrifera en 100 días. Manto cosechado, Bahía Tortugas, B.C.S. (1985-1986).
 25. Variación estacional de la biomasa superficial en un manto testigo. Bahía Tortugas, B.C.S. (1985-1986).
 26. Variación estacional de la biomasa superficial en un manto cosechado. Bahía Tortugas, B.C.S. (1985-1986).
 27. Variación estacional promedio de la temperatura ambiental y del agua de mar durante el período de estudio en Bahía Tortugas, B.C.S. (1985).
 28. Variación mensual de la temperatura superficial del agua de mar en Bahía Tortugas, B.C.S.

1.2. Relación de tablas:

1. Areas totales de mantos de Macrocystis pyrifera calculados en invierno de 1985-86.
2. Biomasa muestral de los mantos de Macrocystis pyrifera en invierno de 1985-1986.
3. Cosecha de los mantos de Macrocystis pyrifera estimada en

invierno de 1985-1986.

4. Cosecha total de los mantos de Macrocystis pyrifera estimada en invierno de 1985-1986.
5. Areas totales de mantos de Macrocystis pyrifera calculadas en primavera de 1986.
6. Biomasa muestral calculada de Macrocystis pyrifera en primavera de 1986.
7. Cosecha de los mantos de Macrocystis pyrifera en primavera de 1986.
8. Cosecha de los mantos de Macrocystis pyrifera estimada en primavera de 1986 (total).
9. Cosecha total de los mantos de Macrocystis pyrifera estimada en primavera de 1986 (por zona).
10. Areas totales de mantos de Macrocystis pyrifera calculadas en verano de 1986.
11. Biomasa muestral de los mantos de Macrocystis pyrifera en verano de 1986.
12. Cosecha de los mantos de Macrocystis pyrifera estimada en verano de 1986.
13. Cosecha total de los mantos de Macrocystis pyrifera estimada en verano de 1986.
14. Variación estacional por zona del área de mantos de Macrocystis pyrifera en la península de Baja California.
15. Variación estacional por zona de la cosecha de mantos de Macrocystis pyrifera en la península de Baja California.

16. Elongación de frondas de plantas adultas de M. pyrifera a una profundidad de 16 m en un manto testigo, (primavera-verano, 1985) Bahía Tortugas, B.C.S.
17. Elongación de frondas de plantas adultas de M. pyrifera a una profundidad de 16 m en un manto testigo, (verano-otoño, 1985) Bahía Tortugas, B.C.S.
18. Elongación de frondas de plantas adultas de M. pyrifera a una profundidad de 16 m en un manto testigo, (otoño-invierno, 1985) Bahía Tortugas, B.C.S.
19. Elongación de frondas de plantas adultas de M. pyrifera a una profundidad de 16 m en un manto testigo, (invierno-primavera, 1985) Bahía Tortugas, B.C.S.
20. Elongación de frondas de plantas adultas de M. pyrifera a una profundidad de 16 m en un manto cosechado, (primavera-verano, 1985) Bahía Tortugas, B.C.S.
21. Elongación de frondas de plantas adultas de M. pyrifera a una profundidad de 16 m en un manto cosechado, (verano-otoño, 1985) Bahía Tortugas, B.C.S.
22. Elongación de frondas de plantas adultas de M. pyrifera a una profundidad de 16 m en un manto cosechado, (otoño-invierno, 1985) Bahía Tortugas, B.C.S.
23. Elongación de frondas de plantas adultas de M. pyrifera a una profundidad de 16 m en un manto cosechado (2) (invierno-primavera, 1986) Bahía Tortugas, B.C.S.

1.3. Relación de tablas del anexo:

1. Evaluación de la biomasa superficial para tres mantos de diferente densidad. Ensenada, B.C. Invierno 1985-1986.
2. Biomasa superficial en tres mantos de diferente densidad. Santo Tomás, B.C. Invierno 1985-1986.
3. Biomasa superficial en tres mantos de diferente densidad. El Rosario, B.C. Invierno 1985-1986.
4. Biomasa superficial en tres mantos de diferente densidad. Bahía Tortugas, B.C.S. Invierno de 1985-1986.
5. Biomasa superficial en tres mantos de diferente densidad. Ensenada, B.C. Primavera 1986.
6. Biomasa superficial en tres mantos de diferente densidad. Santo Tomás, B.C. Primavera 1986.
7. Biomasa superficial en un manto de densidad media El Rosario, B.C. Primavera 1986.
8. Biomasa superficial en dos mantos de diferente densidad. Punta Eugenia, B.C.S. Primavera 1986.
9. Biomasa superficial en tres mantos de diferente densidad. Bahía Tortugas, B.C.S. primavera 1986.
10. Biomasa superficial en tres mantos de diferente densidad. Ensenada, B.C. Verano 1986.
11. Biomasa superficial de tres mantos de diferente densidad. Santo Tomas, B.C. Verano 1986.
12. Biomasa superficial de tres mantos de diferente densidad. El Rosario, B.C. Verano 1986.
13. Biomasa superficial en tres mantos de diferente densidad.

Punta Eugenia, B.C.S. Verano 1986.

14. Biomasa superficial de tres mantos de diferente densidad. Bahía Tortugas, B.C.S. Verano 1986.
15. Crecimiento promedio de frondas de Macrocystis pyrifera por estación del año. Manto testigo, Bahía tortugas, B.C.S., (período de marcado-recuperación en 100 días).
16. Crecimiento promedio de frondas de Macrocystis pyrifera por estación del año. Manto cosechado, Bahías Tortugas, B.C.S., (período de marcado - 100 días).
17. Biomasa superficial calculada para un manto testigo de Macrocystis pyrifera, 1985-1986. Bahía Tortugas, B.C.S., (datos en kg/m^2).
18. Biomasa superficial calculada para un manto cosechado de Macrocystis pyrifera, 1985-1986. Bahía Tortugas, B.C.S., (datos en kg/m^2).
19. Temperaturas registradas durante el período de estudio de crecimiento de frondas de Macrocystis pyrifera. Primavera 1985. Bahía Tortugas, B.C.S., (datos en $^{\circ}\text{C}$).
20. Temperaturas registradas durante el período de estudio de crecimiento de frondas de Macrocystis pyrifera. Verano 1985. Bahía Tortugas, B.C.S., (datos en $^{\circ}\text{C}$).
21. Temperaturas registradas durante el período de estudio de crecimiento de frondas de Macrocystis pyrifera. Otoño 1985. Bahía Tortugas, B.C.S., (datos en $^{\circ}\text{C}$).
22. Temperaturas registradas durante el período de estudio de crecimiento de frondas de Macrocystis pyrifera. Invierno 1985-1986. Bahía Tortugas, B.C.S., (datos en $^{\circ}\text{C}$).

2. RESUMEN

Se evaluaron los mantos de Macrocystis pyrifera en la costa occidental de Baja California, en tres estaciones del año durante 1986, mediante el cálculo del área cubierta utilizando fotografía aérea con película infrarroja y la determinación de la biomasa superficial en cinco localidades a lo largo de su distribución.

Los mantos estudiados se presentaron desde la frontera con Estados Unidos hasta Punta San Pablo, B.C.S., con una discontinuidad en Bahía Vizcaíno, B.C., por lo que se hace una división; los que se encuentran al norte de la distribución y los que se encuentran en la parte sur. Los mantos entre Bahía Asunción, B.C.S. y Punta San Hipólito, B.C.S., desaparecieron después de el fenómeno de "EL NIÑO" (1983) y su recuperación ha sido lenta debido a una probable sustitución competitiva con Eisenia arborea.

En invierno de 1985-86 se calculó una cobertura de mantos de 6'485,003 m² y una biomasa cosechable de 36,520 ton \pm 2,260, en la que el 40% correspondió al norte de la distribución y 60% al sur; en la primavera el área aumentó a 14'189,275 m² y la biomasa se elevó a 87,096 ton \pm 4,528, correspondiendo 52.4% al norte y 47.6% al sur; en verano se presentó la mayor cobertura de algas con 18'682,018 m² y la mayor biomasa superficial con 99,626 ton \pm 6,631, correspondiendo 65.7% al norte y 34.3% al sur.

Se midió el crecimiento de frondas individuales de M. pyrifera durante un período de 15 días, y después de 100 días en un manto cosechado experimentalmente y un manto testigo en Bahía Tortugas, B.C.S. En el manto testigo se encontró que el crecimiento se incrementa con la longitud de la fronda con una tendencia logarítmica creciente, y los mayores promedios de crecimiento se obtuvieron en invierno seguidos de otoño, primavera y verano. La tasa estándar de elongación calculada fue similar: Invierno 8.8 cm/día, primavera 5.3 cm/día, verano 8.3 cm/día y otoño 8.4 cm/día. Los promedios de crecimiento después de 100 días mantienen el patrón encontrado en el período de medición corto, fluctuando de 20.8 cm/día en invierno a 12.8 cm/día en verano.

En el manto cosechado trimestralmente, la regeneración promedio estacional fue de 71.8%, sin embargo, se observa una alta mortalidad de las frondas marcadas después de tres cosechas consecutivas; la tasa estándar de elongación en el período corto fue mayor que en el manto testigo con 10.1 cm/día en primavera y 12.2 cm/día en verano. La cosecha en un segundo manto en el año siguiente no mostró efectos adversos y presentó en el período de 15 días, tasas estándar de elongación superiores con 12.2 cm/día en verano y 14.4 cm/día en otoño. Los promedios después de 100 días de crecimiento fueron similares al testigo, de 21.0 cm/día para verano a 14.7 cm/día en primavera.

En todos los casos se encontró una amplia variabilidad natural en el crecimiento.

3. INTRODUCCION

3.1. Aspectos biológicos de Macrocystis.

Macrocystis pyrifera (Linneo) C. Agardh, es un organismo de la división Phaeophyta, orden Laminariales, familia Lessoniaceae (Abbott) y Hollenberg, 1976), con un ciclo de vida heteromórfico, en el que el gametofito haploide es microscópico; la fase esporofítica diploide es macroscópica y constituye la planta conocida como "Sargazo gigante" (Fig. 1). El esporofito consiste de un conjunto de frondas y un rizoides compuesto de muchos hápteras con los cuales la planta se fija al sustrato. Cada fronda está compuesta de un estípite y numerosos filoides con apariencia de hojas. Cada filoide consiste de una lámina y un flotador lleno de gas, o neumatocisto, el cual está adherido al estípite por un corto pedicelo. El neumatocisto tiene flotabilidad positiva, manteniendo la orientación vertical de las frondas en la columna de agua (North, 1971b ; Zimmerman, 1983). El rizoides es perenne y siempre se orienta hacia el sustrato en respuesta a tres posibles mecanismos: fototropismo negativo, geotropismo positivo y tigmotropismo (Lobban, 1978). Cerca de la base se presentan largos internodos y van siendo más cortos hacia la superficie (Clenning, 1971a), resultando una agrupación del tejido fotosintético en la parte superior más iluminada, que forma una gruesa capa vegetal denominada manto la cual puede constituir desde 30% hasta 95% del organismo (Lobban, 1978; McCleneghan y Houk, 1985). Los filoides presentan un arreglo en espiral cerca de la base y alternado en la superficie, lo que da una condición óptima para

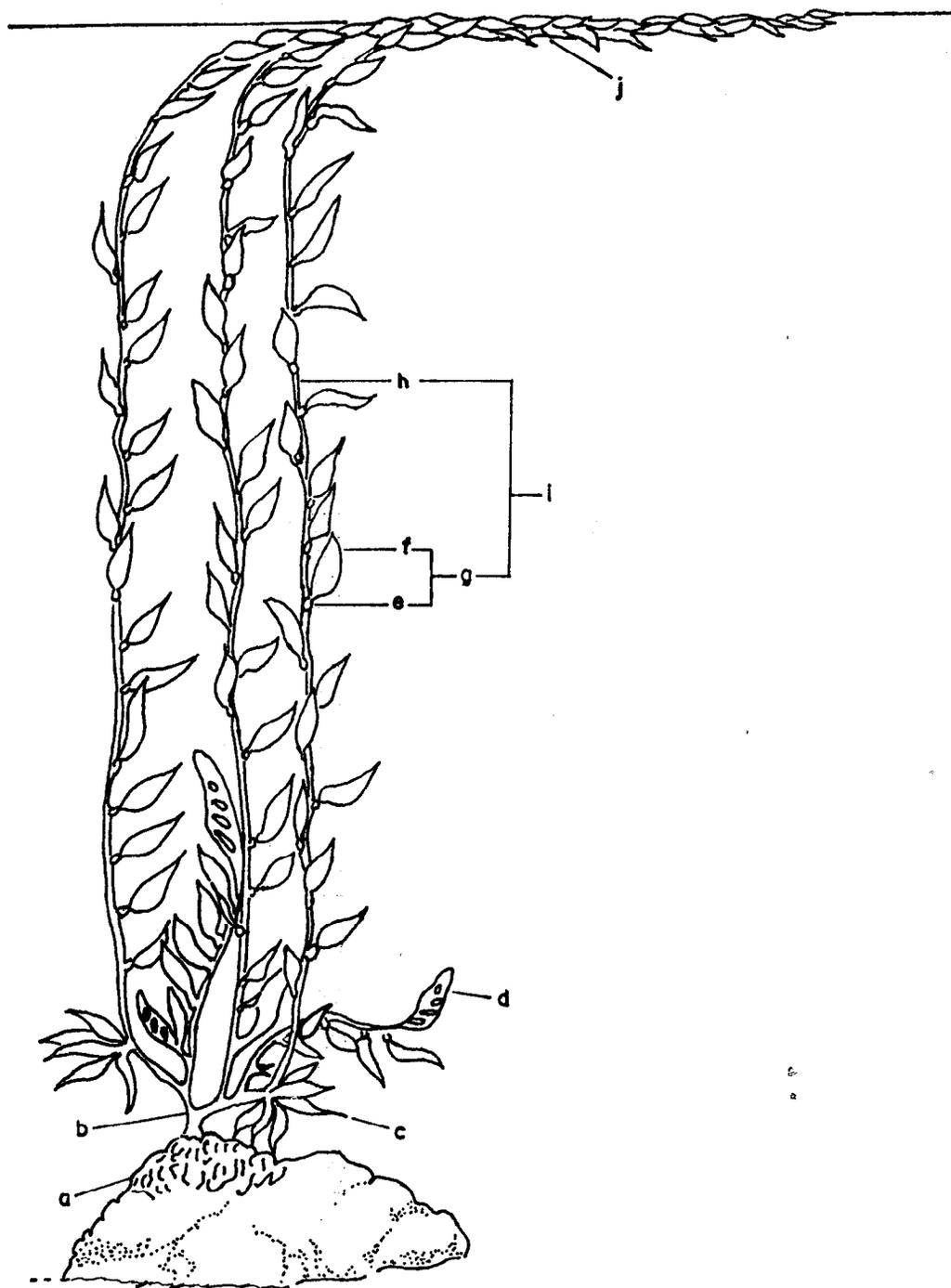


Fig. 1. Morfología de una planta adulta de Macrocyctis pyrifera a) rizoide, b) estipite primario, c) esporofilo; d) lámina apical; e) neumatocisto; f) lámina; g) filoide; h) estipite; i) fronda; j) manto. Tomado de Zimmerman, 1983.

la captación de luz. Aunque toda la planta tiene capacidad fotosintética, el máximo se alcanza a 6 m de profundidad. Las láminas son rugosas, lo que les permite la turbulencia en presencia de un flujo de agua, ayudando a prevenir capas estáticas entre ellas, que agotarían rápidamente los nutrientes (Wheeler, 1976, citada por Lobban, 1978).

Los esporofilos de Macrocystis pyrifera se localizan en la base de las frondas de donde se liberan las esporas; los nuevos esporofitos se concentran en áreas cercanas donde las condiciones fueron adecuadas para el crecimiento de los progenitores, pero la capa superficial o manto impide su desarrollo por el sombreado, por lo que su estrategia es mantenerse a sí misma más por propagación vegetativa que por reproducción sexual, mediante la producción continua de nuevas frondas provenientes de las ramificaciones basales, así como por producción de nuevos hapteras del disco adhesivo (Lobban, 1978). El crecimiento de las frondas individuales de M. pyrifera es referido como elongación, debido a que se presenta un estiramiento en los internodos y las ganancias en peso no son proporcionales a esta elongación (North, 1971), por lo que este término se emplea para referirse a la tasa de crecimiento o a la elongación indistintamente.

M. pyrifera no se recluta fácilmente, particularmente bajo presión de ramoneo por herbívoros, como lo demuestran los esfuerzos de repoblación de North (1972b), y presenta un porcentaje alto.

de tejido estéril comparado con otras algas, 25 kg de tejido somático por 1 kg de tejido fértil (Neushul, 1963, citado por Lobban, 1978).

La mortalidad de las plantas en costas expuestas es muy alta (vida promedio de 6 a 9 meses entre adultos jóvenes) pero la sobrevivencia en lugares protegidos puede ser excelente, pudiéndose encontrar plantas con cientos de frondas (North, 1977). Rosenthal et al., (1974), encontraron que el promedio de vida es de 3 a 4 años para Macrocystis en California y un ejemplar que sobrevivió 7 años (North, 1977).

La planta adulta típica de Macrocystis contiene una variedad de frondas: juveniles, adultas, maduras y senescentes. La vida media de una fronda es del orden de 6 meses (Lobban, 1978). Las frondas más cortas, unidas a las plantas maduras de Macrocystis en mantos densos, no reciben suficiente luz solar para realizar la fotosíntesis necesaria para su crecimiento, por lo que las frondas transportan los nutrientes necesarios hacia las partes bajas de la planta (Sargent y Lantrip, 1952; Clendenning y Sargent, 1971, citados por North, 1977). Cada fronda que llega a la superficie ayuda al crecimiento de dos nuevas frondas (Lobban, 1978).

Macrocystis domina la producción primaria en los bosques de algas, sobrepasando en peso y en producción a otras algas presen-

tes (Clendenning, 1971b; North, 1971b). Su productividad puede ser comparada con la de otros ecosistemas altamente productivos como esteros, arrecifes de coral y bosques lluviosos tropicales (Gerard, 1976, citado por Zimmerman, 1983). Además de su gran productividad y densidad, los bosques de Macrocystis alojan una rica y compleja comunidad de plantas y animales (Foster, 1975).

3.2. Factores ecológicos controladores de Macrocystis.

De acuerdo con North (1971a, 1977), los factores más importantes que regulan la vitalidad y la sobrevivencia de las poblaciones de Macrocystis son cinco:

1. Olas y tormentas. El grado de exposición al oleaje determina el límite más cercano a la playa. Rosenthal et al., (1974) encontraron que la principal causa de mortalidad de plantas adultas de Macrocystis son las tormentas, ya que el desprendimiento de una arrastra a otras al enredarse con ellas; las áreas destruidas pueden ser restablecidas por plantas juveniles.
2. Temperatura. Se ha observado que los gametofitos crecen pobremente a temperaturas mayores de 18° C, los esporofitos comienzan a desprenderse a temperaturas de 23 a 25° C, pero en el límite sur de la distribución en Baja California, toleran temperaturas ligeramente más altas que éstas (North, 1971a).

3. Nutrientes. Los bosques de Macrocystis pueden funcionar normalmente durante 3 meses en concentraciones bajas de nitrógeno, pero su crecimiento se ve limitado cuando las concentraciones alcanzan 0.5 $\mu\text{g-at}/\text{l}$. Generalmente se presentan pérdidas cuando las condiciones de bajos nutrientes se extienden por seis meses. Se ha encontrado una relación inversa entre la temperatura y la disponibilidad de nutrientes, por lo que las consecuencias adversas pueden ser el resultado de una combinación de estos dos factores (North, 1977; Zimmerman, 1983).
4. Pastoreo. Muchos organismos se alimentan de Macrocystis, la mayoría causa daño superficial, sin embargo, existen dos especies de erizos (Strongylocentrotus franciscanus y S. purpuratus), que pueden causar daño severo a los mantos de sargazo en el rizoide (Dean et al., 1984; Wilson y McPeak, 1983; McPeak y Glantz, 1984). La vegetación puede desarrollarse bien cuando la densidad de S. franciscanus es de alrededor de $1/\text{m}^2$ ó $10/\text{m}^2$ en el caso de S. purpuratus. El control de erizos en los bosques de Macrocystis en California se ha logrado por la destrucción directa con martillos, empleando cal o por el aumento de su depredador natural que es la nutria (North, 1977).
5. Competencia. Algunas especies de algas competidoras afectan los estados microscópicos y juveniles de Macrocystis; los mantos de Eisenia y Pterigophora pueden actuar pro-

duciendo sombra a los especímenes más pequeños de Macrocystis (North, 1977).

3.3. Influencias humanas.

La influencia humana es un factor más a considerar en la supervivencia de los bosques de M. pyrifera. Entre las principales actividades que pueden afectar a las plantas son: descargas de aguas de desecho (Clark et al., 1972, citado por North, 1977); la cosecha del alga (ZoBell, 1971; Lobban, 1978; Rosenthal et al., 1974; McCleneghan y Houk, 1985; Barilotti et al., 1985); descarga de efluentes calientes por plantas termoeléctricas (Dean y Deysher, 1983); derrames de petróleo y productos de desecho de refinерías (North, 1977); y la sedimentación sobre superficies rocosas al construir muelles cercanos a los mantos (Rosenthal et al., 1974; North, 1977), sin embargo, la mayoría de los autores afirma que bajo un control adecuado de estas actividades se pueden conservar los bosques de Macrocystis.

3.4. Distribución horizontal y vertical.

Macrocystis spp. se encuentra en áreas rocosas a lo largo de la costa oeste de Norteamérica, Sudamérica y Sudáfrica; la costa este de Sudamérica y Nueva Zelanda; el sur de Australia y Tazmania (Fig. 2) (Chapman, 1970). En México su distribución compren-

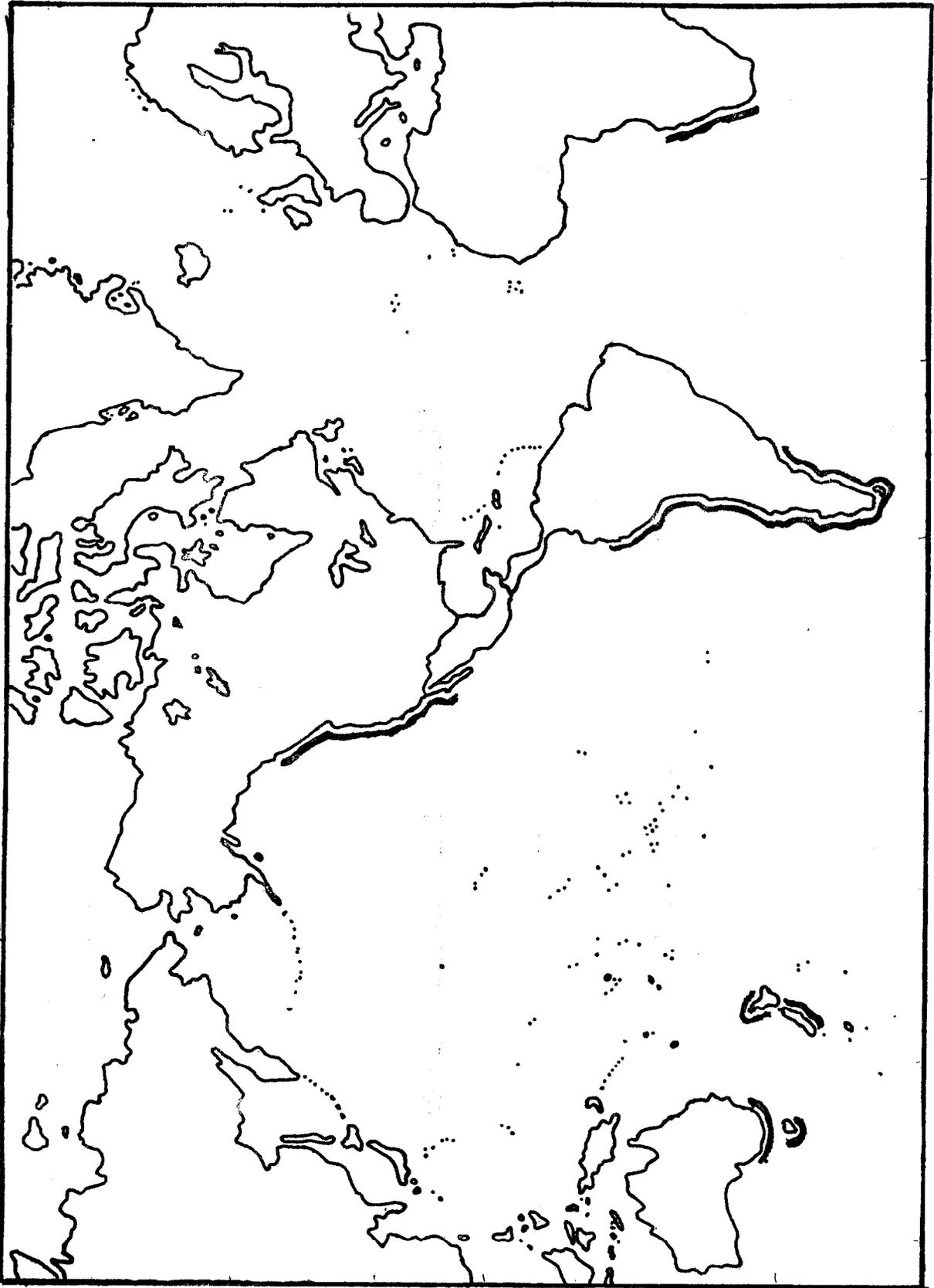


Fig. 2. Distribución Mundial de *Macrocyctis* spp. según Chapman (1970). Tomado de Corona (1985). Escala: 1:130,000,000.

de desde la frontera con Estados Unidos hasta Punta San Hipólito en Baja California Sur (Guzmán del Proo et al., 1971).

Es una especie con preferencia por agua templada y fría, su límite de tolerancia coincide aproximadamente con la isoterma de 20° C en verano. Se puede presentar desde las áreas entre mareas hasta profundidades mayores de 20 m en aguas cercanas a las islas con agua muy clara que permite la penetración de la luz. La máxima profundidad a la que se ha encontrado es a 40 m, pero generalmente se distribuye entre los 8-20 m (North, 1977).

3.5. Explotación del recurso

La cosecha de Macrocystis pyrifera se inició en Estados Unidos desde 1910, cuando se buscaba una fuente de potasio; en 1916 se empleó como fuente de acetona (Scofield, 1959) y en 1929 se fundó la Compañía Kelco para la producción de harina de algas como complemento alimenticio y poco tiempo después se inició la fabricación de alginatos (McPeak, y Glantz, 1984). Esta compañía cosechó en promedio entre 1974 y 1982, 140,137 ton húmedas de Macrocystis por año (Corona, 1985). En México la cosecha de esta alga se inició en 1958 cuando se otorgó la concesión a la empresa mexicana Productos del Pacífico del área comprendida de las Islas Coronado a Isla San Martín, B.C. (Guzmán del Proo et al., 1971, Corona, 1985) la cosecha se incrementó hasta 1976, cuando se obtuvo la máxima producción de 41,569 ton, mostrando una tendencia a

disminuir en los siguientes años; en 1983 se obtuvo la mínima producción (2,980 ton), como consecuencia del deterioro que sufrieron los mantos por el efecto del calentamiento anormal de las aguas, conocido como "EL NIÑO", sin embargo, los mantos se han recuperado en gran parte, permitiendo la cosecha de 38,333 ton en 1986 (Fig. 3). Durante estos 28 años de explotación se han obtenido 708,002 ton con un promedio anual de 25,285 ton. Toda la cosecha es entregada a los Estados Unidos para la producción de alginatos (Armenta, comunicación escrita).

Los barcos sargaceros de México y Estados Unidos han cosechado un promedio anual de 171,732 ton de algas pardas gigantes en el período 1974-1982, México aportó en promedio el 18% del total (Corona, 1985).

3.6. Utilización

M. pyrifera se utiliza fundamentalmente para la industria de alginatos, aunque en ciertos países se utiliza como complemento de forrajes y fertilizantes en forma de harina de algas (Guzmán del Proo et al., 1986). Actualmente la compañía Kelco es el primer productor a nivel mundial, produciendo cerca de 70 productos de alginatos, con ventas anuales que exceden los 35 millones de dólares (McPeak y Glantz, 1984).

→ Usos.
Los alginatos son utilizados ampliamente en la industria aliment-

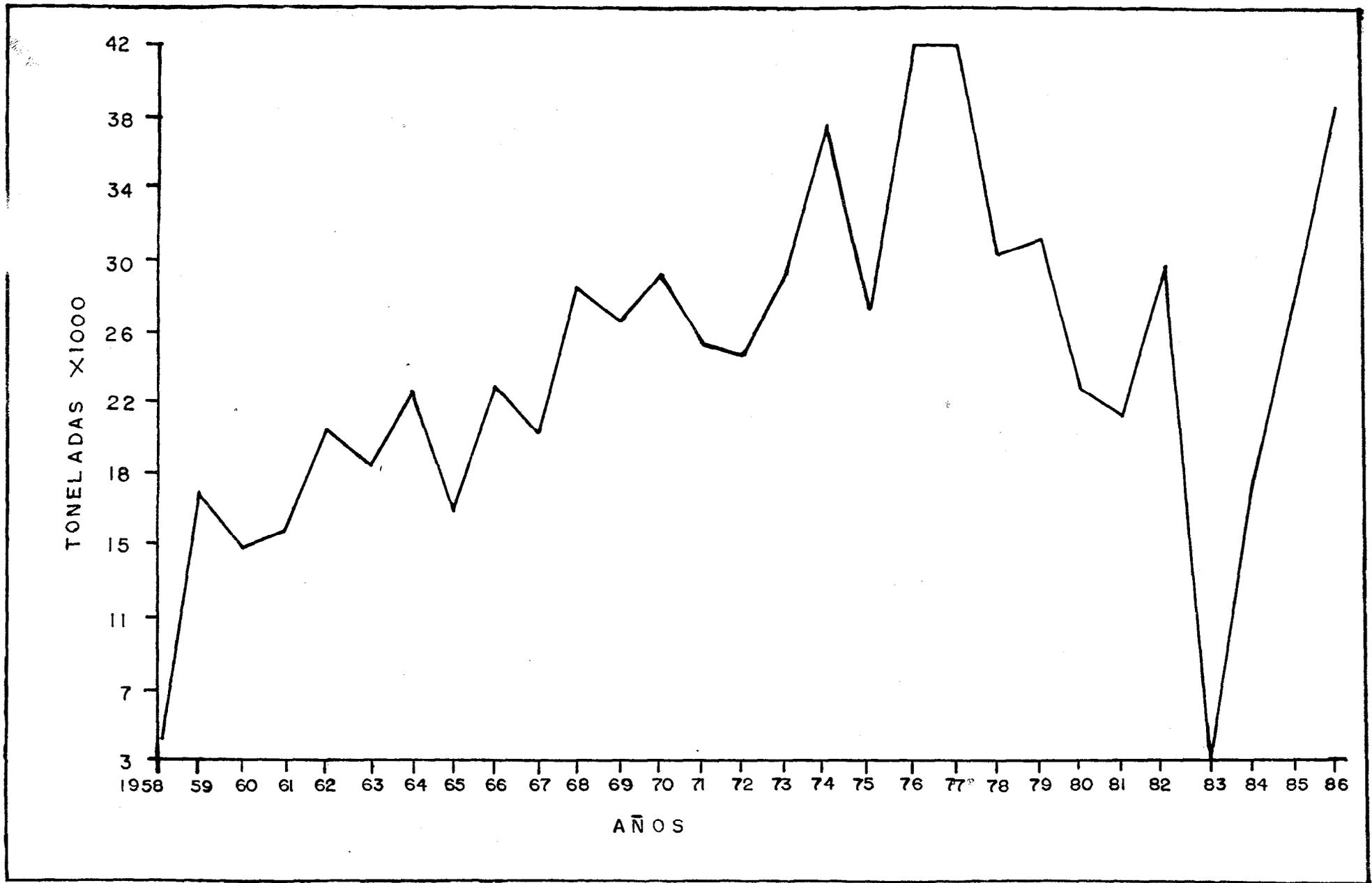


Fig. 3. Cosecha anual de los mantos de Macrocyctis pyrifera en México en el periodo 1958-1986. Fuente: Andres Armenta, Compañia Productos del Pacifico, S.A.

cia, en postres, geles, mezclas con leche, productos lácteos y productos enlatados. Los aderezos para ensaladas son emulsificados y estabilizados con alginatos. La textura es mejorada y la humedad es retenida con alginatos en productos de pastelería, desde las mezclas para pasteles hasta los merengues. En alimentos congelados, las propiedades estabilizantes de los alginatos aseguran la textura suave y el descongelamiento uniforme. La estabilización de la espuma en cervezas es una de las funciones más usuales de los alginatos. Otras de las aplicaciones industriales de los productos de alginatos es en revestimiento de papel, varillas para soldar e impresiones en textiles; también se encuentran usos importantes en los productos farmacéuticos, por ejemplo en tabletas, fórmulas antiácidas y compuestos; en la elaboración de cosméticos y para impresiones dentales (McPeak y Glantz, 1984).

3.7. La importancia del estudio de las algas.

La industria de las algas marinas puede mostrar inestabilidad debido a la escasez de materia prima, ya sea por una sobre-explotación o por fluctuaciones naturales en el tiempo, lo que hace que los riesgos de inversión en nuevas fábricas sean muy grandes, sin embargo, el conocimiento del recurso en el espacio y en el tiempo proporciona un criterio para la toma de decisiones con el fin de prevenir tales efectos, hasta el punto de poder crear una industria rentable y estable que guarde proporción con la magnitud del recur-

so, por lo que coincidentemente con el desarrollo industrial de México para la producción de ficocoloides, será necesario establecer normas de cosecha adecuadas a las condiciones biológicas de los mantos de cada zona, para asegurar el equilibrio natural y un abastecimiento regular de materia prima. Estas normas deberán basarse en el conocimiento de las existencias susceptibles de ser cosechadas, así como en las variaciones estacionales y anuales.

4. ANTECEDENTES

El género Macrocystis, ha recibido gran atención por ficólogos extranjeros debido a su importancia comercial y su éxito como sistema biológico altamente eficiente, en el que una parte importante es su capacidad de rápido crecimiento (Kain, 1982), sin embargo, son pocos los trabajos que se han realizado en México, debido principalmente a las dificultades asociadas con el estudio de estos organismos, por su tamaño y su amplia distribución.

Los primeros estudios sobre esta especie en Baja California, fueron planteados por Guzmán del Proo (1963), quien señaló la necesidad de realizar en México estudios sistemáticos y bioquímicos de este recurso. Chapa (1963) realiza el primer estudio biológico de esta especie en México y propone efectuar el estudio del área ocupada por los mantos cada año y de los factores que influyen en su distribución. En estas fechas, la empresa "Productos del Pacífico", ya efectuaba vuelos de observación sobre los mantos, para conocer el número de éstos y su crecimiento. Guzmán

del Proo (1968), localiza en mapas los mantos permisionados para la explotación de esta especie; el mismo autor en 1971, hace un análisis general de esta alga estableciendo sus límites de distribución y localiza los mantos en mapas por medio de la fotografía aérea con película infrarroja, sin llegar a estimar las superficies de los mantos.

Arredondo (1981) probó un método combinado de imágenes de satélite y avión para detectar y cuantificar los mantos de M. pyrifera en Baja California, encontrando que el satélite no proporciona mucha información, ésta carece de precisión y los datos no están inmediatamente disponibles pero los costos de obtención, almacenaje y procesamiento son reducidos, mientras que sucede todo lo contrario en el caso del uso del avión, por lo que sugiere como ideal una combinación de ambos para la obtención de una mayor confiabilidad en las conclusiones.

Casas et al., (1985) aplicaron el método de la fotografía aérea vertical con película infrarroja para el cálculo de las áreas cubiertas por mantos de M. pyrifera y muestreos de campo para calcular la biomasa superficial; con la combinación de estos datos, se obtuvo la estimación de la biomasa cosechable de los mantos de M. pyrifera en la península de Baja California en el verano de 1982.

En Estados Unidos de Norteamérica, se le ha dedicado gran atención al género Macrocystis, y se ha utilizado con éxito la evaluación de los mantos mediante el uso de fotografía aérea para calcular las superficies cubiertas y sus variaciones anuales, además de incluir as-

pectos ecológicos, acuaculturales y genéticos de esta especie (North, 1967-1973).

En Argentina se ha empleado satisfactoriamente la fotografía aérea y los muestreos por buceo, para la evaluación de M. pyrifera permitiendo efectuar mediciones casi simultáneas en zonas muy extensas, además de conocer su ubicación y superficie (Hall, 1976). El uso de filtros en la fotografía aérea, ha mejorado el contraste entre las algas y el mar (Krepper y Hall, 1976).

Jensen et al., (1980), han demostrado la factibilidad del uso de técnicas de sensores remotos desde satélites para monitorear los mantos de M. pyrifera en California, sin embargo, no indican los resultados obtenidos en sus estimaciones.

Otro método alternativo, ha sido aplicado en las costas de Noruega para estimar la biomasa de Ascophyllum nodosum, Fucus vesiculosus, F. serratus y Laminaria digitata, empleando un muestreo bietápico a través de muestras seleccionadas sobre cuadrantes que se localizan en cartas náuticas, y estimando la biomasa media de algas en unidades primarias por selección al azar y submuestreos en unidades secundarias menores (Baardseth, 1970).

Los mantos de Macrocystis pyrifera, dependen fundamentalmente de su potencial de crecimiento para mantenerse saludables, abundantes y para su supervivencia, por lo que continuamente se encuentra produciendo nuevas fror

das. Las plantas adultas mantienen típicamente una base perenne, la cual presenta un crecimiento continuo, este crecimiento hapteral en el rizoi-
de es el resultado de nuevas capas que se extienden hacia abajo, sobre
las viejas, por otra parte, las frondas jóvenes se desarrollan hacia
arriba a partir de la división que se presenta en los filoides que se en-
cuentran cerca de la base del estípite progenitor (North, 1971). Aunque
el crecimiento del rizoide es importante ya que contribuye a mantener
el anclaje, es más importante el crecimiento de la porción superior, ya
que representa la mayor parte del organismo y es la principal responsa-
ble de la actividad fotosintética (North, 1971).

Los principales factores que influyen en el crecimiento de Macrocystis
han sido ampliamente estudiados fundamentalmente por investigadores de
Estados Unidos de Norteamérica y Canadá. Por ejemplo: el efecto de la
temperatura y la disponibilidad de nutrientes en la supervivencia de los
individuos adultos han sido investigados por North y Schaeffer (1964) y
Jackson (1977). El crecimiento de frondas adultas ha sido descrito por
North (1971b), Wheeler y North (1980), Gerard (1982a), Gerard (1982b) y
Zimmerman (1983) entre otros, y el efecto de la combinación de estos
factores ha sido estudiado por Cowen et al., (1982). Algunos autores
han observado el crecimiento de las plantas adultas de Macrocystis com-
pletas (Conn, 1981), mientras que otros han estudiado el crecimiento
de los juveniles y su relación con los factores ambientales (Dean y Ja-
cobsen, 1984). En otros países como Nueva Zelanda se han llevado a cabo
investigaciones del crecimiento de esta especie, donde su morfología pre-
senta ciertas variaciones (Kain, 1982). En Canadá, Druehl y Kemp (1982)

y Druehl (1984) han estudiado los aspectos de la distribución horizontal y el efecto de factores ambientales, como el enriquecimiento del agua con nitratos.

En general, se ha definido que el crecimiento de las frondas individuales presenta una curva tipo S (sigmoidea), cuando la longitud de las frondas son graficadas contra el tiempo (North, 1971b) y que se presenta una curva de campana cuando se grafica la longitud de las frondas contra la elongación de los estípites (Lobban, 1978). North (1971b) describe la tasa estándar de crecimiento como la intersección en el eje Y de una recta resultante de la correlación del logaritmo base diez de la longitud de las frondas contra el porcentaje diario de elongación. Con esta técnica se han logrado comparar las tasas de crecimiento para diferentes longitudes de frondas, variando algunos de los factores que afectan su desarrollo, encontrando que la temperatura es el factor más importante en la modificación de la tasa de crecimiento.

En Argentina donde Macrocystis es también un recurso importante, se han desarrollado algunos índices que permiten reconocer el estado de madurez y desarrollo de estos bosques (Hall, 1976; Krepper y Hall, 1976; Hall y Boraso, 1979; Hall, 1980).

La cosecha de los mantos de Macrocystis ha sido un tema de discusión entre los investigadores, para conocer los efectos que ésta pudiera tener sobre las plantas, algunos autores afirman que ejerce un efecto perjudicial, principalmente debido al debilitamiento del rizoide, afectando su

capacidad de mantenerse adherida al sustrato (McCleneghan y Houk, 1985), por lo que deberían existir reglamentaciones en cuanto a la frecuencia de corte de un manto, así como al porcentaje de cobertura que puede ser removido (Miller y Geibel, 1973); sin embargo, otros autores afirman que no se produce ningún efecto sobre los mantos que son cosechados, y que no existe ninguna razón para cambiar la práctica de la cosecha como se realiza en California, E.E.U.U. (Barilotti et al., 1985). Esta polémica aún continúa y se requiere de un mayor número de estudios para tener una base sólida, que permita normar las reglamentaciones para la conservación de los bosques de Macrocystis pyrifera. La carencia de datos sistemáticos sobre la dinámica de los bosques de Macrocystis pyrifera en México, es la razón del presente estudio, ya que las estimaciones de biomasa se han realizado de manera aislada, lo que no permite conocer sus fluctuaciones estacionales. Hasta el momento no existe en la bibliografía ningún antecedente de estudios de crecimiento de esta especie en mantos mexicanos, con excepción de algunas observaciones realizadas por North (1971b), pero desconocemos en gran medida el comportamiento de su crecimiento bajo las diferentes condiciones estacionales que se presentan en el litoral de Baja California. Por otra parte, la cosecha de M. pyrifera se practica en México desde hace 31 años sin tener otra base que la reglamentación del corte a 1 m de profundidad, como lo establece la Ley para Estados Unidos de Norteamérica.

5. O B J E T I V O S

Determinar la variación estacional de la biomasa cosechable de los mantos de Macrocystis pyrifera en la costa occidental de la península de Baja California; la tasa de crecimiento de las frondas de esta especie, el efecto de la cosecha y su velocidad de regeneración.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Estimar las superficies cubiertas por los mantos y ubicarlos en mapas cartográficos.
- Estimar la biomasa superficial de los mantos mediante muestreos de campo.
- Determinar los valores de cosecha por localidad, por zona y total en tres estaciones del año, aplicando un análisis estadístico con los valores de superficie y biomasa.
- Determinar la tasa de crecimiento de las frondas individuales de M. pyrifera en un manto de control (testigo) y un manto sometido a cosecha, durante las primeras etapas de su desarrollo y estimar el crecimiento promedio cuando las frondas llegan a su madurez.
- Determinar el efecto de la cosecha sobre el crecimiento de las frondas, así como sobre el desarrollo general de las plantas y la capacidad de regeneración de la biomasa superficial después del corte a un metro de profundidad.

6. MATERIAL Y METODOS

6.1. Evaluación del recurso

6.1.1. Biomasa muestral

Se eligieron cuatro localidades de muestreo a lo largo de la distribución de Macrocystis pyrifera, con el fin de tener representados los valores de biomasa superficial en diferentes zonas. La elección de estas localidades se hizo de acuerdo con su distribución, y considerando la factibilidad de llegar a dichas zonas y de contar con el apoyo logístico que se requiere para realizar el muestreo. Dos puntos se localizaron en la parte Norte: Ensenada y Santo Tomás, B.C., un punto en la zona Centro: Bahía del Rosario, B.C. y un punto en la zona sur: Bahía Tortugas, B.C.S. (figura 4).

Los valores de biomasa muestral calculados para cada localidad fueron extrapolados a un área mayor, dividiéndose en 4 grandes zonas de acuerdo al siguiente cuadro:

LOCALIDAD DE MUESTREO	ZONA	AREA REPRESENTADA
ENSENADA, B.C.	1	(Islas Coronado, B.C. a Punta Banda, B.C.).
SANTO TOMAS, B.C.	2	(Bahía Soledad, B.C. a Punta San Isidro, B.C.).

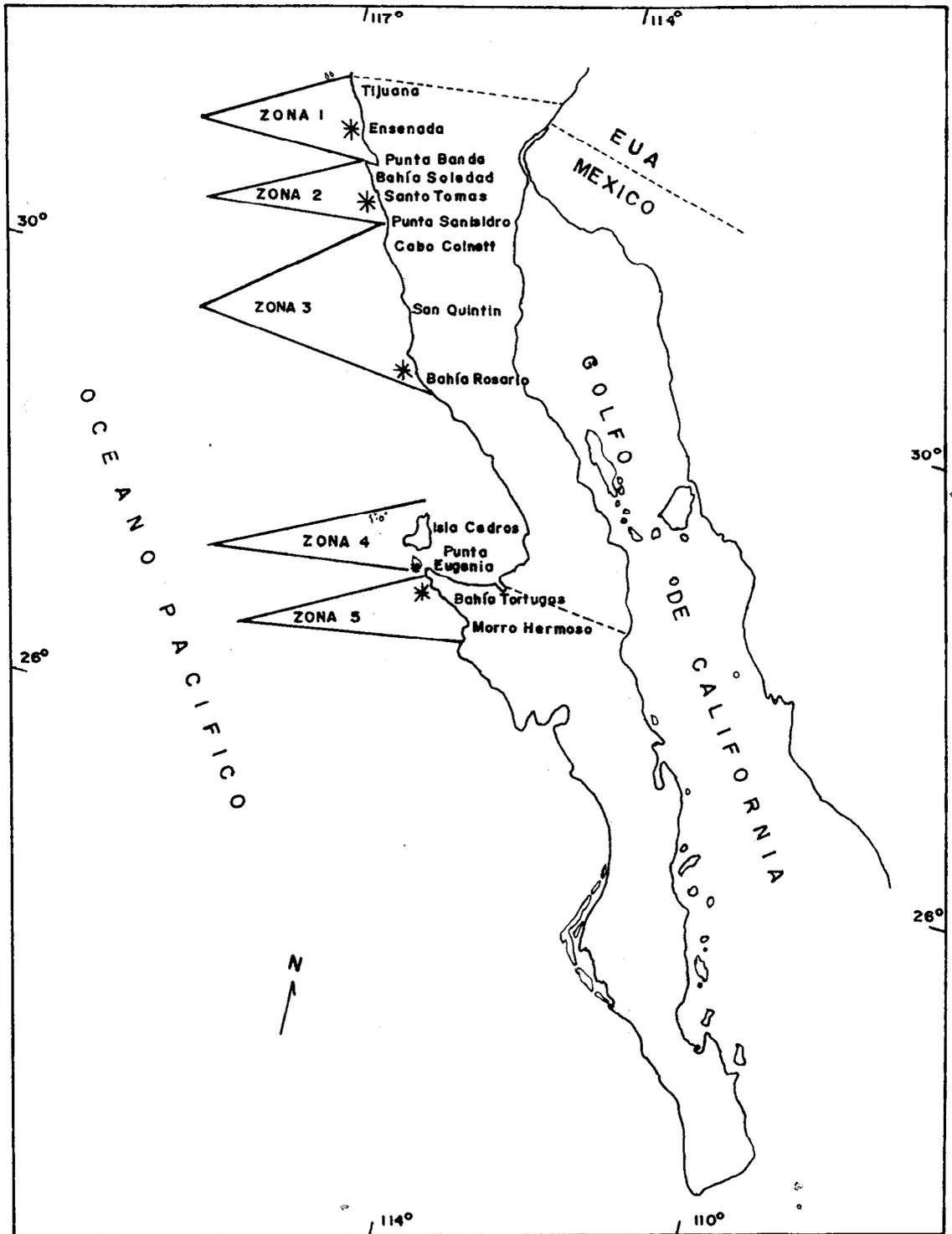


Fig. 4. * Localidades de muestreo para la determinación de la biomasa superficial de los mantos de Macrocystis pyrifera y zonas a las que se les asigno el valor calculado

BAHIA DEL ROSARIO, B.C.	3	(Cabo Colnett, B.C. a Bahía del Rosario, B.C.).
BAHIA TORTUGAS, B.C.S.	4	(Isla Cedros, B.C. a Morro Hermoso, B.C.S.).

Los muestreos se realizaron estacionalmente durante invierno (19-28 de febrero), primavera (1-10 de julio) y verano (5-14 de septiembre) de 1986. En los muestreos de primavera y verano, la zona 4 se dividió en dos subzonas, con el fin de tener mejor representados los valores en el sur de la distribución:

LOCALIDAD DE MUESTREO	ZONA	AREA REPRESENTADA
PUNTA EUGENIA, B.C.S.	4	(Isla Cedros, B.C. a Punta Eugenia, B.C.S.).
BAHIA TORTUGAS, B.C.S.	5	(Punta Rompiente, B.C.S. a Morro Hermoso, B.C.S.).

En cada localidad se diferenciaron tres tipos de mantos en función de la cobertura que presentaban: mantos de densidad alta, donde las algas se presentaban en forma homogénea, sin espacios entre las frondas que cubren la superficie del mar; mantos de densidad media aquellos en que se apreciaban espacios entre las frondas que lo cons-

tituyen; y mantos de densidad baja en los que se observaban grupos de plantas aisladas distinguibles entre sí.

Esta división fue una decisión práctica pero justificada, ya que cada tipo de manto está bien definido.

En cada localidad se tomaron 20 muestras para los mantos de densidad alta, 15 para los de densidad media y 10 para los de densidad baja. Los tamaños de muestra fueron calculados a partir de un muestreo piloto, asignando un número mayor de muestras donde la varianza fue mayor (densidad alta) y un número menor al de la menor varianza (densidad baja); los cálculos se realizaron considerando un error máximo de 0.850 kg para cada uno de los estratos.

Para tomar las muestras se siguió el método descrito por Casas et al., (1985), el cual consiste en situar una embarcación sobre el manto de estudio, colocar un cuadrante de un metro cuadrado sobre la superficie de éste, posteriormente atar con una cuerda las frondas contenidas en esta unidad para evitar la mezcla de frondas vecinas y se procede a cortar al margen del cuadrante. En los casos donde el cuadrante se situó precisamente donde emerge una planta, el corte se realizó hasta un metro de profundidad. Las algas cortadas se recuperaron y se pesaron con un dinamómetro. Las muestras fueron tomadas al azar a medida que se cruzaba el manto al avanzar en la

embarcación, el desplazamiento se facilitó orientando el curso en la dirección del viento predominante.

Con las muestras obtenidas se calculó un valor medio y su desviación estándar a partir de la cual se calcula el intervalo de confianza para la media de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

$$\text{MEDIA: } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{\sum X}{n}$$

$$\text{DESVIACION ESTANDAR: } \sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum X^2 - (\sum X)^2/n}{n-1}}$$

$$\text{E R R O R: } e = \frac{\sigma_{n-1} * Z_o}{\sqrt{n}}$$

$Z_o = 1.96$ para una distribución normal con el 95% de confianza.

$$\text{INTERVALO DE CONFIANZA: } \text{I.C.} = \bar{X} \pm e$$

6.1.2. Estimación de las superficies de los mantos.

Se tomaron fotografías aéreas verticales desde un avión a 4,000 pies de altura a una velocidad de 140 km/h, con

una cámara Canon de 50 mm. Se utilizó película infrarroja de alta velocidad y un filtro rojo "King-R 2". La velocidad de obturación en la cámara fue de 1/250 seg, y la abertura del diafragma se varió de acuerdo con la hora del día a la que fue tomada la fotografía. En los casos en que se observó reflejo en el mar debido a la hora en que se tomaban las fotografías, se dió una ligera inclinación a la cámara, para disminuir parte del reflejo, pero sin exceder el ángulo para evitar hacer correcciones por este factor.

La impresión de las fotografías se realizó en papel fotográfico para blanco y negro; en los casos de las exposiciones que presentaban reflejo excesivo, se aumentó el tiempo de exposición en el papel o bien se realizó la impresión con tiempos diferentes para cada fotografía en el área con reflejo, para obtener un mejor contraste entre las algas y el mar.

Con el fin de mostrar la ubicación y el área de mantos, se representaron sobre mapas modificados de formatos de INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática) a escala 1:250,000, sin diferenciar las densidades. Con fines de representación los mapas fueron reducidos en 63%.

Los vuelos se realizaron coincidentemente con las evaluaciones de campo durante invierno (25 y 26 de febrero), primavera (3 y 4 de junio) y verano (12 y 13 de septiembre) de 1986.

Para la estimación de las superficies de los mantos en las impresiones se dibujaron los mantos sobre acetatos diferenciando tres tipos de densidades por colores las cuales coinciden con la división realizada en campo: Mantos de densidad alta (aparecen como manchas blancas homogéneas sin espacios), mantos de densidad media (se presentan como manchas blancas pero con espacios distinguibles dentro de éstas), y mantos de densidad baja (corresponden a pequeños grupos de plantas aisladas, donde son distinguibles los organismos individuales). Cada acetato se midió y se pesó en una balanza analítica para establecer su relación peso-área total, posteriormente se procedió a recortar las áreas de los mantos dibujados y se pesaron separando cada densidad; las áreas parciales se calcularon por la siguiente ecuación:

$$A_f = (W_f * A_a) / W_a, \quad \text{donde:}$$

A_f = Área de las fracciones

W_f = Peso de las fracciones

A_a = Área total del acetato

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS
LIBRERÍA
BIBLIOTECA

Wa = Peso total del acetato

Para verificar el cálculo de las mediciones se dibujaron áreas de tamaño conocido y se estimaron empleando esta técnica, sin encontrar errores en la medición para áreas mayores de 0.5 cm^2 ; las áreas más pequeñas se calcularon dibujándolas en forma de puntos y estimando el área cubierta por el número de puntos. En este caso se trabajó con un factor de 224 puntos/cm^2 obtenido de la media de 10 observaciones sobre áreas de tamaño conocido. Este factor se comprobó en 3 ocasiones con el fin de verificar que se mantuviera constante.

La escala de la fotografía se calculó por la relación que existe entre la distancia focal y la altura a la que se realizó el vuelo. En este caso se trabajó con una distancia focal de 50 mm (0.05 m) y una altura de 4,000 pies (1,219 m), de donde se obtiene una escala de 1:24,384 en el negativo; este valor cambió para cada muestreo de acuerdo a las variaciones en la altura del vuelo.

Las impresiones fotográficas fueron amplificadas en relación 1:5, por lo que la escala de trabajo sobre los fotomosaicos fue de 1:4,876.8. Esta escala varió en los muestreos de acuerdo a los cambios en el tamaño de la amplificación. Las áreas de las impresiones calculadas en

cm² fueron transformadas a m² de acuerdo con su escala correspondiente para determinar las superficies de los mantos en campo.

Para verificar la escala, se realizó la medición de un objeto de área conocida (barco sargacero); el error obtenido fue de 0.5% y como el objeto medido presentó un tamaño reducido en la fotografía (0.7 cm) en relación a las áreas de mantos, se consideró este error despreciable.

6.1.3. Estimación de la biomasa cosechable

Con los resultados de los muestreos en campo se estimó la biomasa para cada zona de estudio, mediante los resultados de la fotografía se estimaron las áreas cubiertas por los mantos, de manera que al multiplicar la biomasa en campo (kg/m²) por el área de los mantos (m²), se obtuvo una estimación de la biomasa total susceptible de ser cosechada con un intervalo de confianza para la media del 95%.

La estimación de cosecha total por localidad se obtuvo sumando la cosecha media de cada una de las tres densidades sin incluir el intervalo de confianza, ya que cada densidad tiene un valor diferente de desviación estándar y por lo tanto la media quedaría desviada hacia algún extremo.

Para la estimación de cosecha por zona y total, se consideró cada densidad de cada zona como un estrato y se aplicó el análisis estadístico para un muestreo aleatorio estratificado, de acuerdo con las fórmulas descritas por Cochran (1981), permitiendo establecer un intervalo de confianza para la media de cada zona.

$$\text{MEDIA MUESTRAL: } \bar{y}_{st} = \sum_{h=1}^L W_h \bar{y}_h$$

$$W_h = \frac{N_h}{N}$$

$$\text{VARIANZA ESTIMADA: } S^2(\bar{y}_{st}) = \sum_{h=1}^L \frac{W_h^2 * S_h^2}{n_h} - \sum_{h=1}^L \frac{W_h * S_h^2}{N}$$

Como las fracciones del muestreo n_h/N_h son despreciables en todos los estratos, se obtiene la siguiente fórmula en la que se pueden ignorar las correcciones por población finita, quedando la fórmula:

$$S^2(\bar{y}_{st}) = \sum_{h=1}^L \frac{W_h^2 * S_h^2}{n_h}$$

$$\text{MEDIA DE LA POBLACION: } \hat{Y} = \bar{y}_{st} \pm Z_o * S(\bar{y}_{st})$$

TOTAL DE LA POBLACION: $\hat{N} = N * \bar{Y}_{st} \pm Z_o * N * S(\bar{y}_{st})$

Donde: h = estrato

L = número total de estratos

Nh = número total de unidades en el estrato

N = número total de unidades en todos los estratos

Wh = ponderación del estrato

\bar{y}_h = media estimada del estrato h

Sh = varianza estimada del estrato h

nh = número de unidades en la muestra del estrato h

S(\bar{y}_{st}) = desviación estándar de la media de los
estratos

Zo = 1.96 para el 95% de confianza en una curva
de distribución normal

6.2. Crecimiento y regeneración

La determinación de la tasa de crecimiento se realizó estacionalmente (primavera, verano, otoño e invierno) durante el año de 1985, en la localidad de Bahía Tortugas, B.C.S., en el manto conocido localmente como "Nido Gavilán", se eligieron dos mantos adyacentes, separados por una franja de fondo arenoso a una profundidad de 16 m, un manto se designó como "testigo" y el otro "cosechado".

En ambos mantos se marcaron 15 frondas pequeñas (menores de 3 m), empleando anillos de plástico flexibles y numerados, los cuales se colocaron en la base de la fronda donde se encuentra la unión con la fronda adulta de la que provienen. Los anillos quedaron con libertad de movimiento y el aerocisto inmediato superior impedía que se salieran. Se marcaron de una a tres frondas por planta y se colocó en la base una marca plana de plástico numerada atada al rizoide por medio de una liga, con el fin de identificar la planta con facilidad. Dichos mantos se señalaron en la superficie por medio de una boya atada al fondo con cabo de nylon.

A cada uno de los mantos se les determinó la biomasa superficial de acuerdo al método descrito en el punto de evaluación. En el manto testigo las muestras para determinación de biomasa se efectuaron en la periferia evitando dañar las frondas marcadas. Una vez evaluados los mantos en estudio, se procedió a realizar el corte del manto "cosechado" a un metro de profundidad, referido sobre el nivel medio del mar. Para mantener una profundidad constante en el corte, se tomó como referencia un cabo de un metro atado a una boya. Las algas se cosecharon en un radio de 30 m quedando el corte en forma circular con un área total cosechada de 2,827 m².

Las mediciones de crecimiento se realizaron en dos períodos: un período corto en el que se realizaron durante 15 días y un período largo en el que se realizó una medición después de 100 días de haber marcado las frondas. Las mediciones en el período corto de 15

días se realizaron alternando los días de trabajo en cada manto, siempre que las condiciones del tiempo fueran adecuadas para realizar los buceos, por lo que éstas se efectuaron cada 3 ó 4 días.

La tasa de crecimiento se obtuvo de la ecuación:

$$C = (L_t - L_o)/t, \quad \text{donde:}$$

C = Crecimiento promedio por día

L_t = Longitud final de la fronda

L_o = Longitud inicial de la fronda

t = Número de días entre las observaciones

Con los datos de la longitud inicial de las frondas y la tasa de crecimiento en el período corto, se probaron para cada estación del año, índices de correlación para las regresiones lineal, exponencial, logarítmica y potencial, linearizando las ecuaciones y se graficaron los mejores ajustes, con el fin de determinar el cambio en el crecimiento en función de la longitud, el tipo de curva y los cambios estacionales. Con las frondas recuperadas en el período largo (100 días) se calculó el promedio de la tasa de crecimiento de todas las frondas para cada manto en cada estación del año y se graficaron.

Con la serie de mediciones obtenidas en el período de 15 días se

calcularon los porcentajes diarios de elongación de acuerdo con la ecuación obtenida por North (1971b):

$$E = (L_t/L_o)^{1/t} - 1, \quad \text{donde:}$$

E = Porcentaje diario de elongación

L_t = Longitud final de la fronda

L_o = Longitud inicial de la fronda

t = Tiempo transcurrido en días

Durante los 15 días de observación se realizaron de 3 a 10 mediciones para cada fronda; los valores de E se calcularon para cada par de mediciones consecutivas y se graficaron como función de la longitud promedio de la fronda; esta longitud promedio se calculó como la media aritmética de dos mediciones sucesivas, la primera longitud se promedió con la segunda, la segunda con la tercera y así sucesivamente.

En estos cálculos se eliminaron aquellas frondas que presentaron un crecimiento "anormalmente lento", de acuerdo al criterio aplicado por North (1971b), en el que se anulan las frondas menores de 2 m que crecen menos de 4%; las frondas menores de 3 m que crecen menos de 3% y aquellas menores de 5 m que crecen menos de 2%. En promedio se eliminaron 29% de las mediciones en el manto testigo

y 26% en el manto cosechado para cada estación.

La tasa estándar de crecimiento, se calculó mediante la correlación lineal del logaritmo de la longitud promedio de las frondas contra el porcentaje diario de elongación, en el que la intersección resultante en el eje Y representa el valor de la tasa estándar de crecimiento, de acuerdo con la ecuación descrita por North (1971):

$$E = m \text{ Log } L + G, \quad \text{donde:}$$

E = Porcentaje diario de elongación

m = Pendiente de la recta

Log L = Logaritmo base diez de la longitud promedio de la fronda

G = Intersección en el eje Y o tasa estándar de crecimiento

Como la elongación cambia con la edad de la fronda, este promedio nos permite comparar valores de elongación de frondas de diferentes longitudes convirtiendo todos los datos a tasas de crecimiento estándar. La intersección en Y es de especial importancia ya que representa la elongación cuando el logaritmo de la longitud es cero o cuando la longitud es uno; en este trabajo se tomó la longitud estándar como 1 m y la intersección se designó como G que es la tasa estándar de crecimiento, cuyas unidades son porcentajes diarios de crecimiento (North, 1971b).

Para determinar la regeneración en el manto cosechado se hicieron dos observaciones: se calculó el porcentaje de recuperación de la biomasa superficial en relación a la biomasa inicial y se calculó el crecimiento de las frondas nuevas que se desarrollan después de la cosecha.

Durante todos los muestreos se tomaron registros de temperatura sobre el manto en estudio, entre las 7 y 8 horas del día, empleando un termómetro protegido; los registros de fondo fueron tomados por los buzos a la misma hora, llevando consigo el termómetro; con los datos de temperatura se buscó la correlación entre este parámetro ambiental y la tasa de crecimiento de las frondas.

Para la comparación entre las medias de los resultados obtenidos se empleó el análisis de varianza y para la comparación de pendientes así como las elevaciones se empleó un análisis de covarianza. En los casos donde se rechazaron las hipótesis de igualdad se compararon las posibles combinaciones mediante el análisis de comparación múltiple con la prueba Student-Newman-Keuls, (Zar, 1974).

7. RESULTADOS

7.1. Evaluación del recurso

Invierno de 1985-1986

La tabla 1 muestra las áreas totales de mantos de M. pyrifera por localidad y el total por zona, considerando la suma de las tres densidades. La figura 5 muestra que la menor área se presentó en la zona 2, de Bahía Soledad a Punta San Isidro con 392,483 m², le sigue la zona 1, de Islas Coronado a Punta Banda con 461,306 m², en la zona 3, de Cabo Colnett a Bahía del Rosario se observa un aumento considerable en el área llegando a 2'334,182 m² y finalmente la mayor área cubierta por mantos se presentó en la zona 4 de Isla Cedros a Bahía Tortugas, con 3'297,060 m². El área total calculada para los mantos de M. pyrifera en invierno de 1985-86 fue de 6'485,033 m². La figura 6 muestra la ubicación de los mantos en mapas cartográficos y el valor de las áreas por localidad para esta estación.

La tabla 2 muestra los valores de biomasa superficial por zona, calculados a partir de las muestras obtenidas en campo en 4 localidades ubicadas a lo largo de la distribución de M. pyrifera en Baja California (Anexo 1, tablas 1 a 4). Los valores más altos se presentaron en la zona 3 (Cabo Colnett a Bahía del Rosario), con 9.1 kg/m² para la densidad alta y 6.8 kg/m² para la densidad media, el valor de densidad baja fue muy similar para todas las zonas, entre 3 y 4.3 kg/m².

La tabla 3 muestra para cada localidad el área calculada en impresión y el área en campo que resulta al aplicar la escala correspondiente, la biomasa muestral y el producto de estos valores que re-

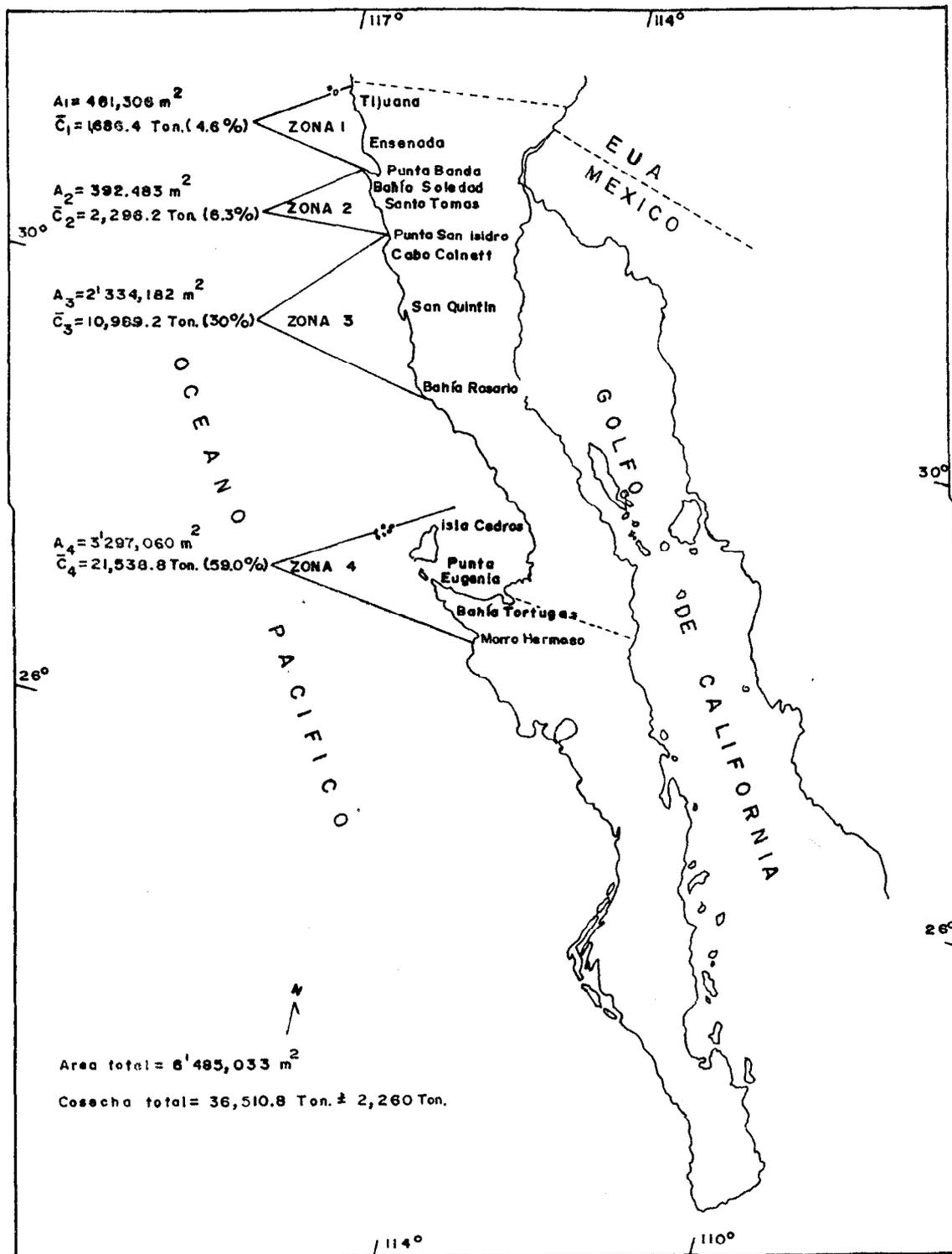
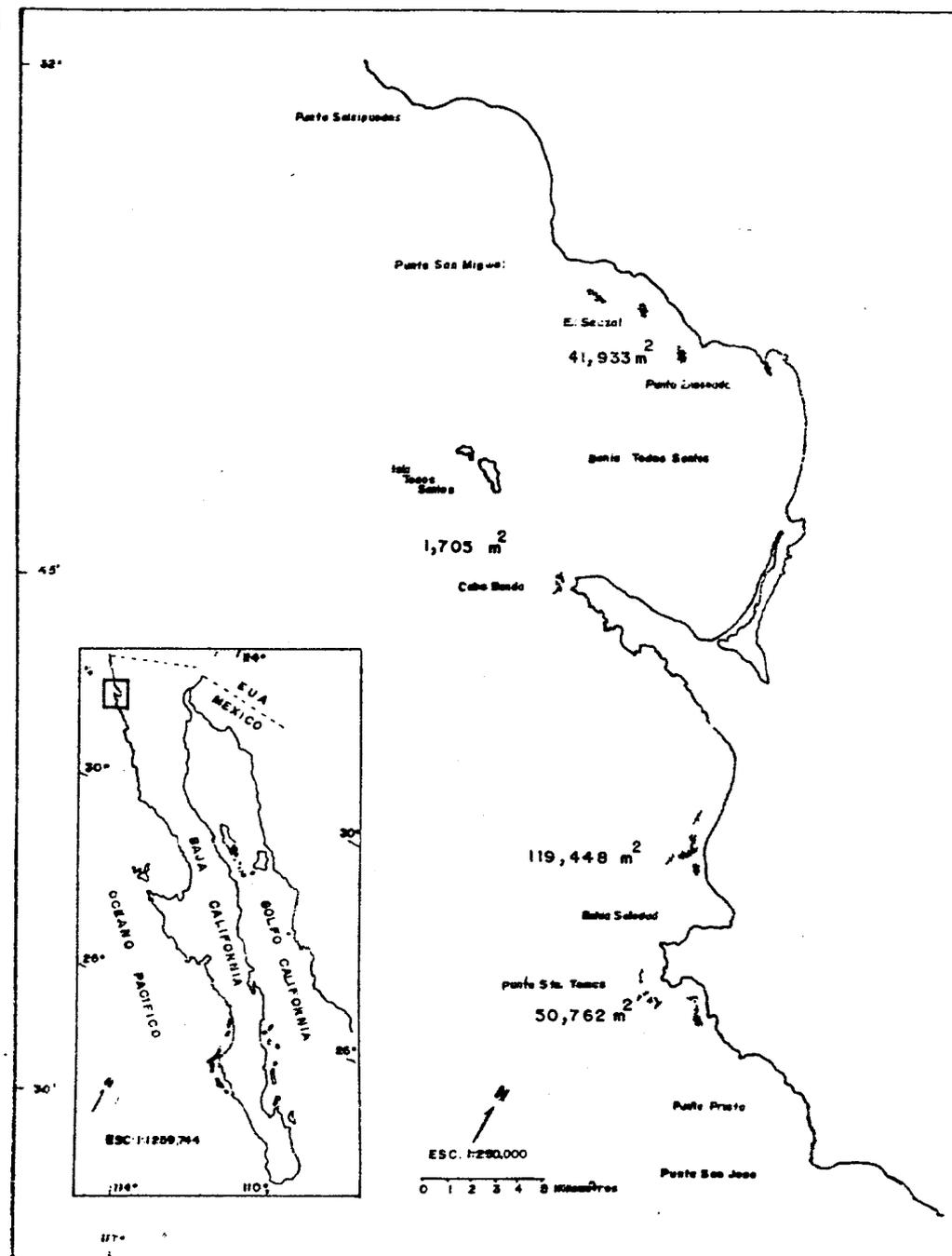
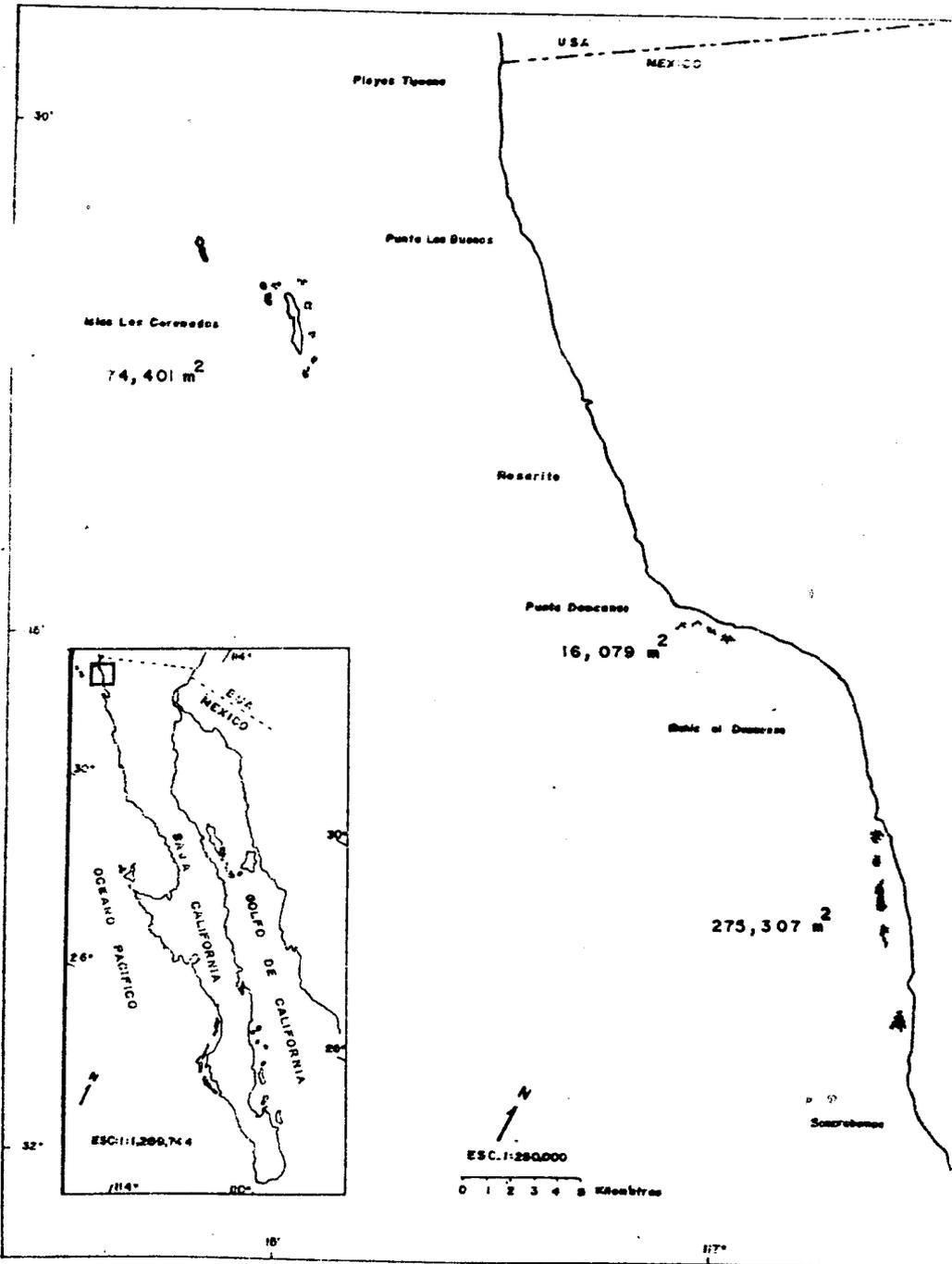


Fig.5 . Areas (A) y cosecha (\bar{C}) estimadas de *Macrocyctis pyrifera* por zona y total en la península de Baja California en invierno de 1985-86

FIGURA 6. CARTOGRAFIA DE MANTOS DE Macrocystis pyrifera

Invierno de 1985-86



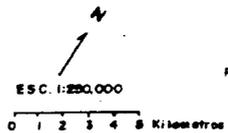
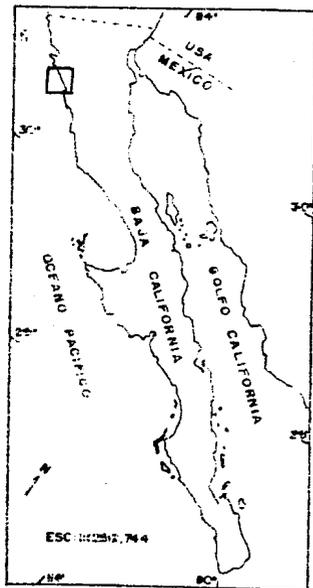
Punta China
91,074 m²

Punta Cebro

Punta San Isidro
131,199 m²

Vañfleusa de Enero

Punta Bajo



Cabo Colera:
204,387 m²

Punta San Talamo
164,776 m²

842,700 m²

Punta San Jacinto

193,207 m²

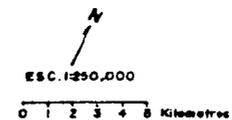
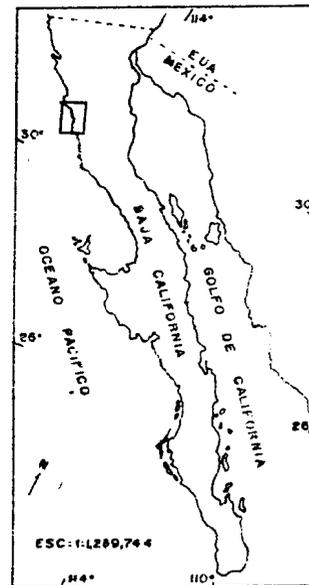
Punta Cosahu

589,861 m²

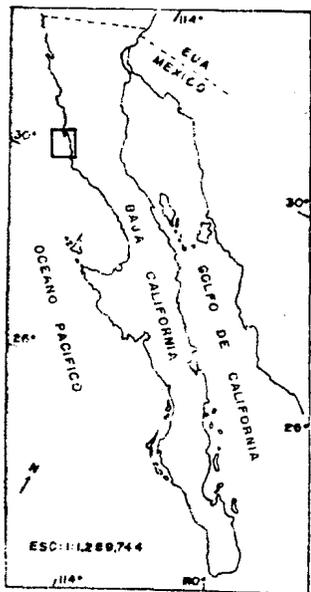
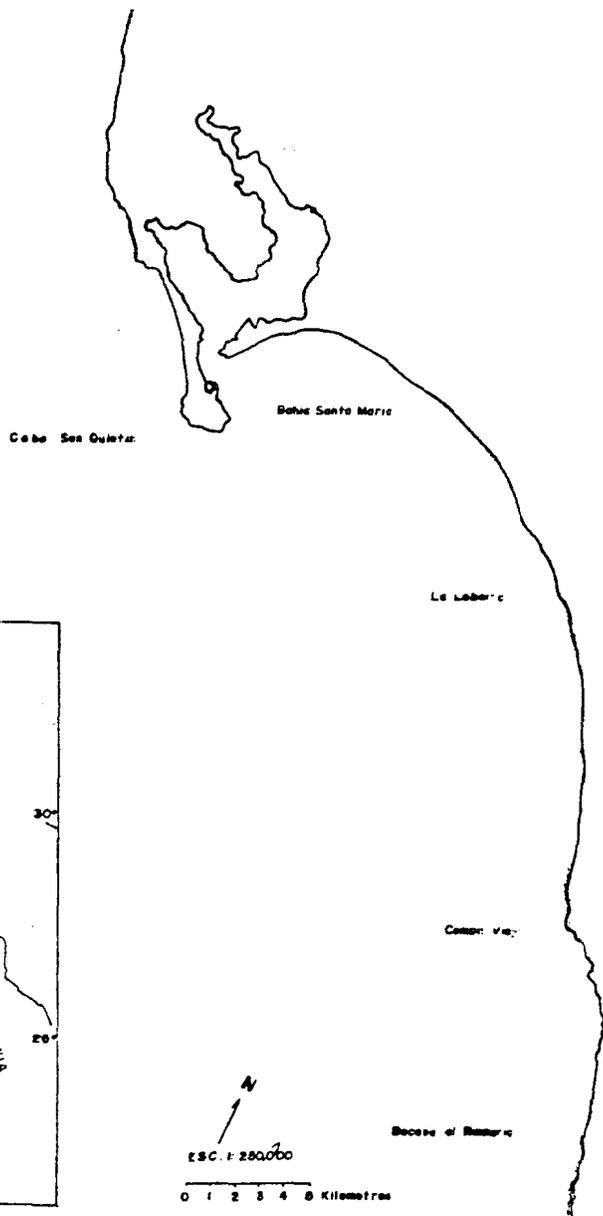
San Romon

Boque San Romon

Compo Sereble



Isla San Martín
21,587 m²

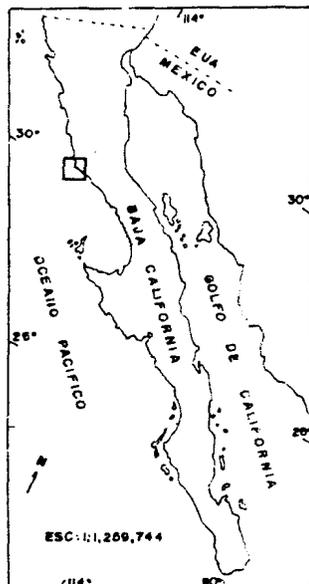
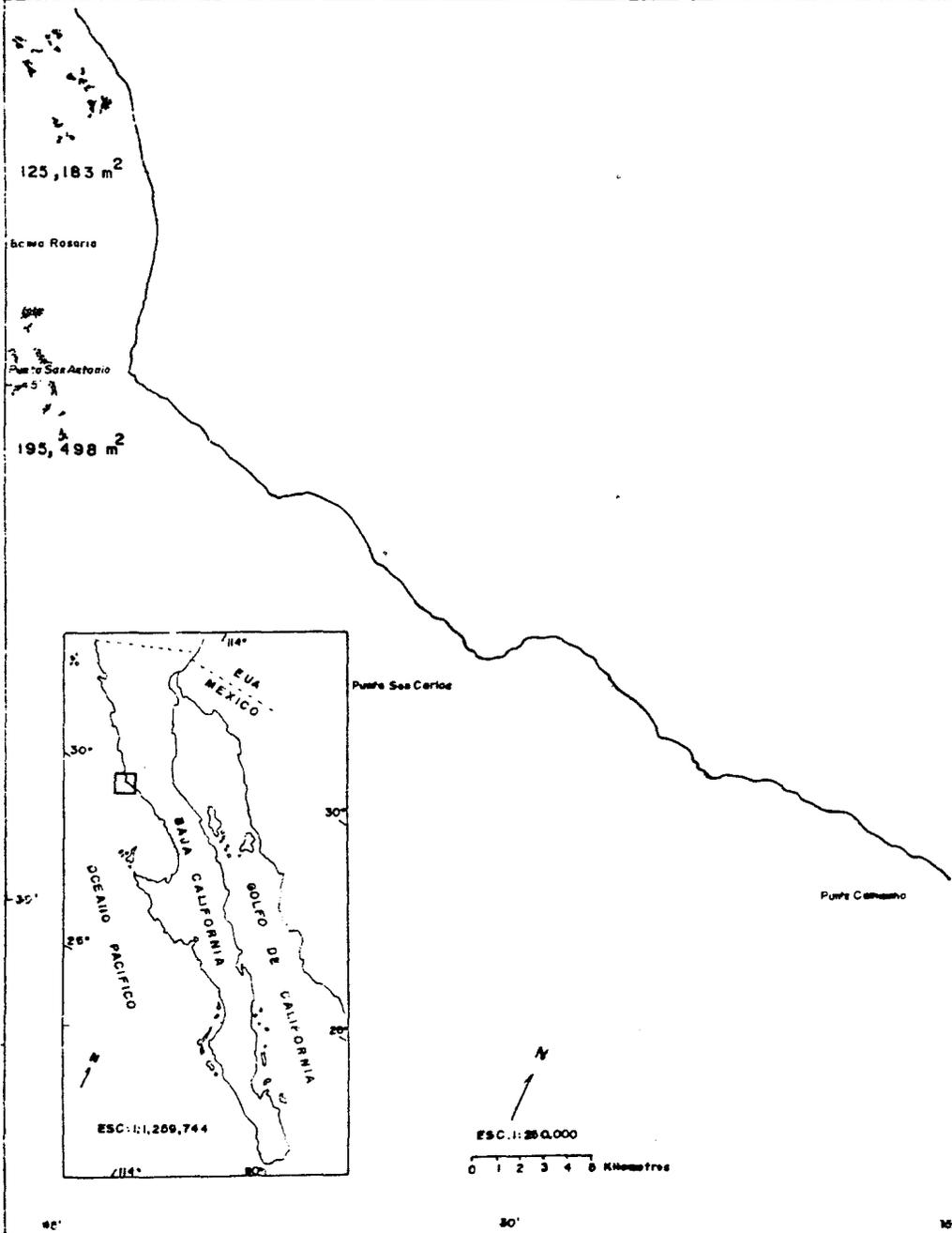


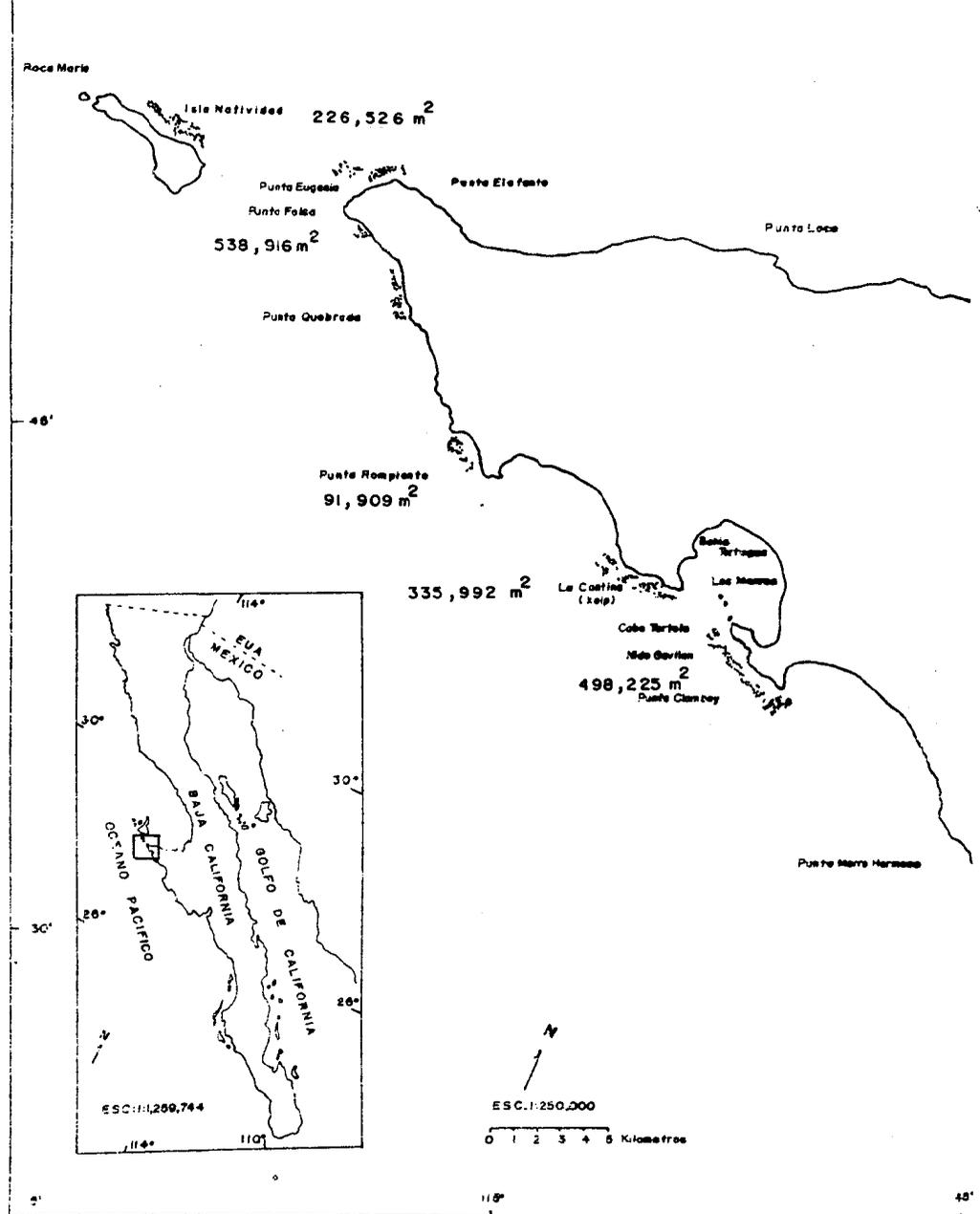
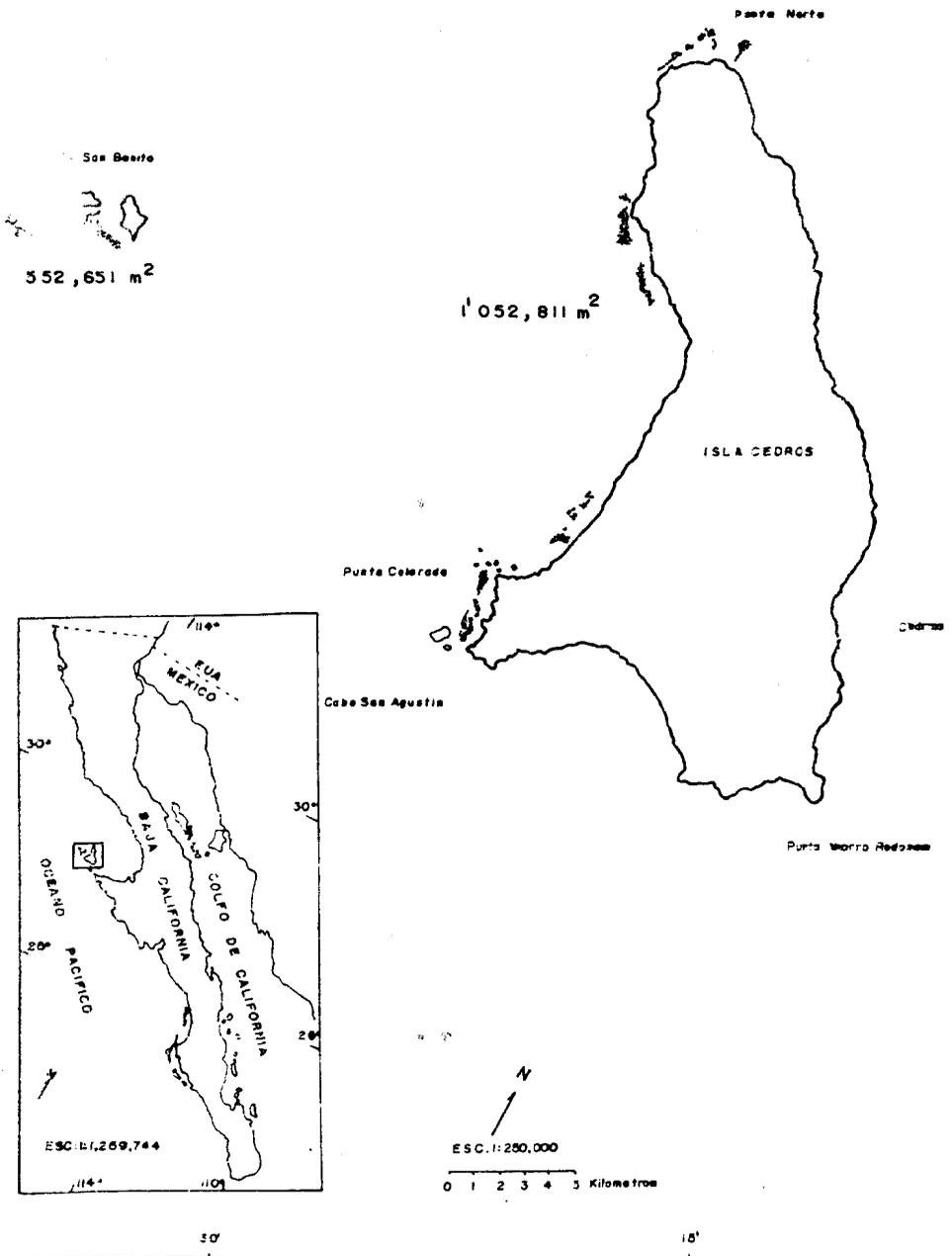
125,183 m²

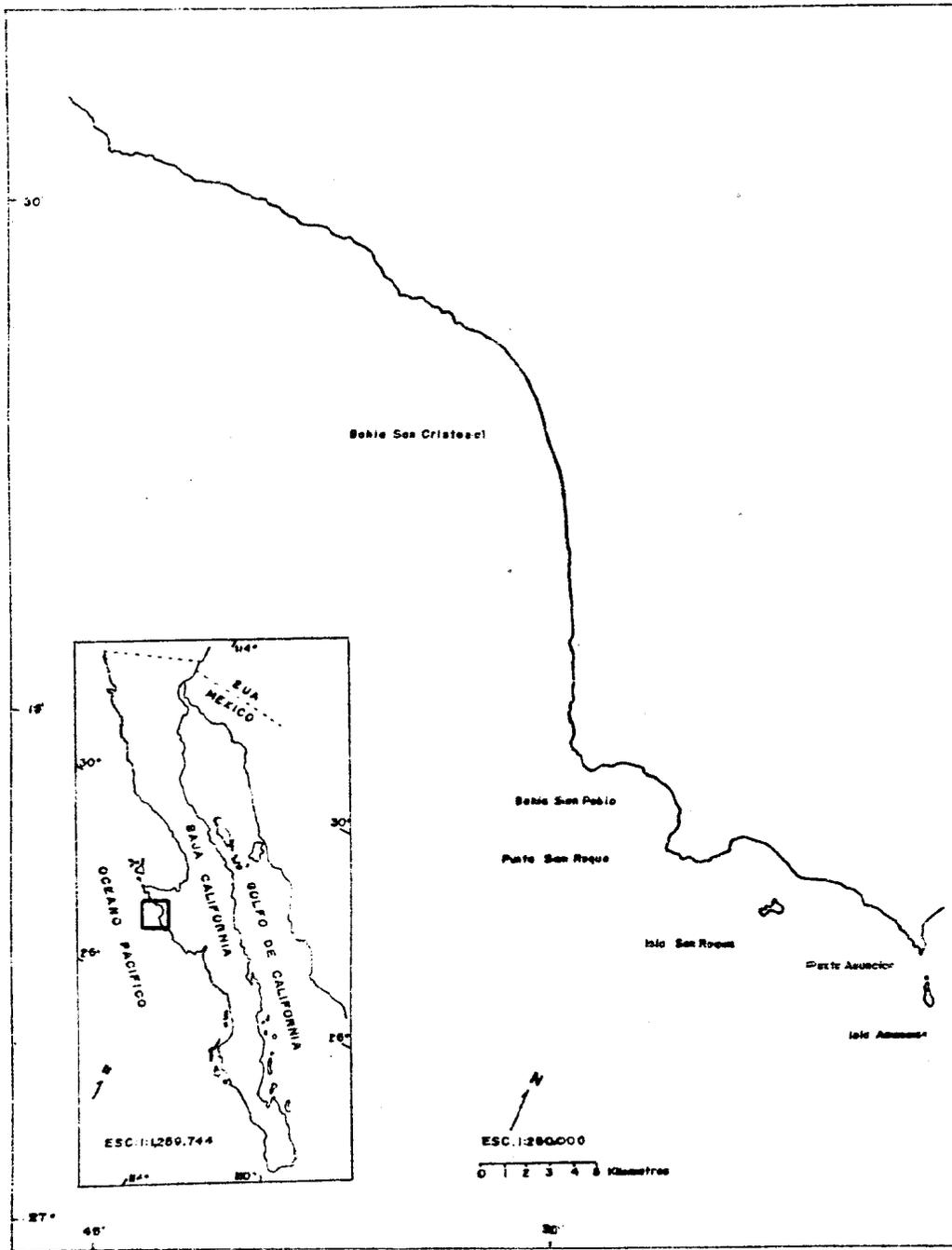
Isleto Rosario

Puerto San Antonio

195,498 m²







presenta la cosecha media estimada, con su intervalo de confianza para el 95% y la cosecha total por localidad considerando la suma del valor medio de cada una de las tres densidades.

La tabla 4 muestra los volúmenes de cosecha calculados para cada zona con su respectivo intervalo de confianza al 95% obtenidos mediante el tratamiento estadístico de muestras estratificadas, en el que la suma de áreas y biomásas de cada densidad se considera como un estrato. Como se puede observar en la figura 5, se presenta un notable incremento de norte a sur; en la zona 1 se calcularon 1,686.4 ton que representan el 4.61% del total, le sigue la zona 2 con 2,296.2 ton correspondiendo al 6.28%, en la zona 3 se calcularon 10,989.2 ton constituyendo el 30.09% y la zona con mayor abundancia fue la zona 4 con 21, 538.8 ton que representan el 58.99%. La cosecha total de mantos de Macrocystis pyrifera estimada en invierno de 1985-86 en la península de Baja California fue de 36,510.8 ton \pm 2,259.9 ton.

Primavera de 1986

Durante la primavera se presentaron condiciones climatológicas desfavorables por la presencia de nubes bajas sobre los mantos, teniendo como consecuencia que las fotografías se tomaran en horas cercanas al medio día (esperando que las nubes se elevaran), evidentemente ésto no es lo más adecuado para obtener buenas foto-

grafías debido al reflejo que se produce en la superficie del mar, lo que evita que los mantos se observen con claridad en las impresiones fotográficas. Este problema se solucionó dando una ligera inclinación a la cámara y variando el tiempo de exposición en las impresiones fotográficas, con esta técnica se logró obtener en la mayoría de los casos un buen contraste entre las algas y el mar.

En la zona entre las Islas Coronado y Ensenada, Bahía del Rosario, Isla Cedros y las Islas San Benito, la nubosidad impidió fotografiar esta importante área, sin embargo, se logró constatar visualmente la presencia de los mantos en estas zonas. Por otra parte, se presentaron problemas relacionados con la sensibilidad de la película perdiéndose las exposiciones correspondientes a la mitad de Cabo Colnett, Isla Natividad, parte de Punta Eugenia y el sur de Morro Hermoso.

Tomando como base las observaciones aéreas en las que se constató la presencia de los mantos en estas zonas y el aumento de estas áreas, en relación al muestreo de invierno, se decidió asignar los valores de área obtenidos en la evaluación de invierno para estas zonas, lo cual se considera una estimación conservadora ya que por lo menos la cobertura mantenía el área calculada tres meses antes, evitando el riesgo de sobreestimación. Basándose en el hecho de que se contaba con las fotografías de aproximadamente la mitad del manto de Cabo Colnett a Punta San Jacinto, el área total de dicho manto se calculó por similitud de áreas, sumándole un valor equivalente al de la mitad del área que si fue fotografiada.

La tabla 5 muestra las áreas de mantos de M. pyrifera por localidad, el valor estimado de las áreas no evaluadas y el área total calculada (figura 7). En la zona 1 se calculó un área de 95,157 m², que sumada a 417,668 m² de las áreas no fotografiadas hace un total de 512,825 m². En la zona 2 se calcularon 2'195,890 m²; en la zona 3 se calculó una cobertura para la mitad del manto de Cabo Colnett a Punta San Jacinto de 2'287,634 m² y se le sumó una cantidad igual, llegando a 4'575,683 m²; en el resto de los mantos de esta zona que no fueron fotografiados se estimó un área de 1'122,336 m², por lo que al sumar este valor al obtenido en el manto de Cabo Colnett se obtuvo un total para la zona 3 de 5'697,604 m². En la zona 4 solo se contó con las fotografías de Punta Eugenia calculando un área de 825,589 m² y se estimaron para las localidades no evaluadas 1'831,989 m², resultando un total de 2'657,578 m² y finalmente en la zona 5 se calcularon 3'125,378 m². El área total calculada para los mantos de M. pyrifera en primavera fue de 14'189,275 m².

La figura 8 muestra la ubicación de los mantos en mapas cartográficos y el valor de las áreas por localidad para esta estación.

La tabla 6 muestra los valores de biomasa superficial por zona calculados a partir de las muestras obtenidas en campo (Anexo 1, tablas 5 a 9). En la zona 3 solo se logró muestrear el manto de densidad media por lo que se tomaron los valores de densidad alta y baja de la zona 2 como representativos de ésta, ya que es

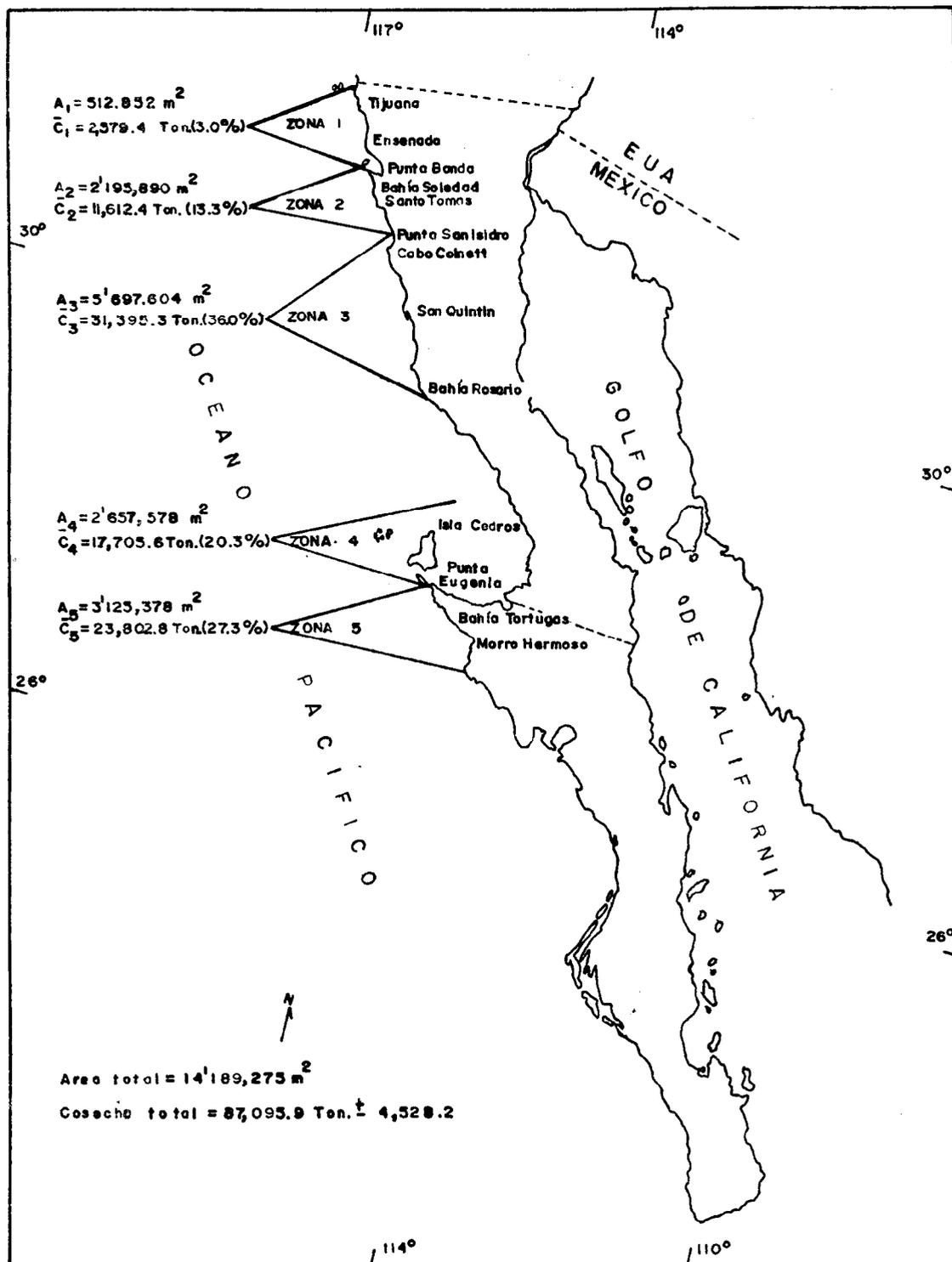
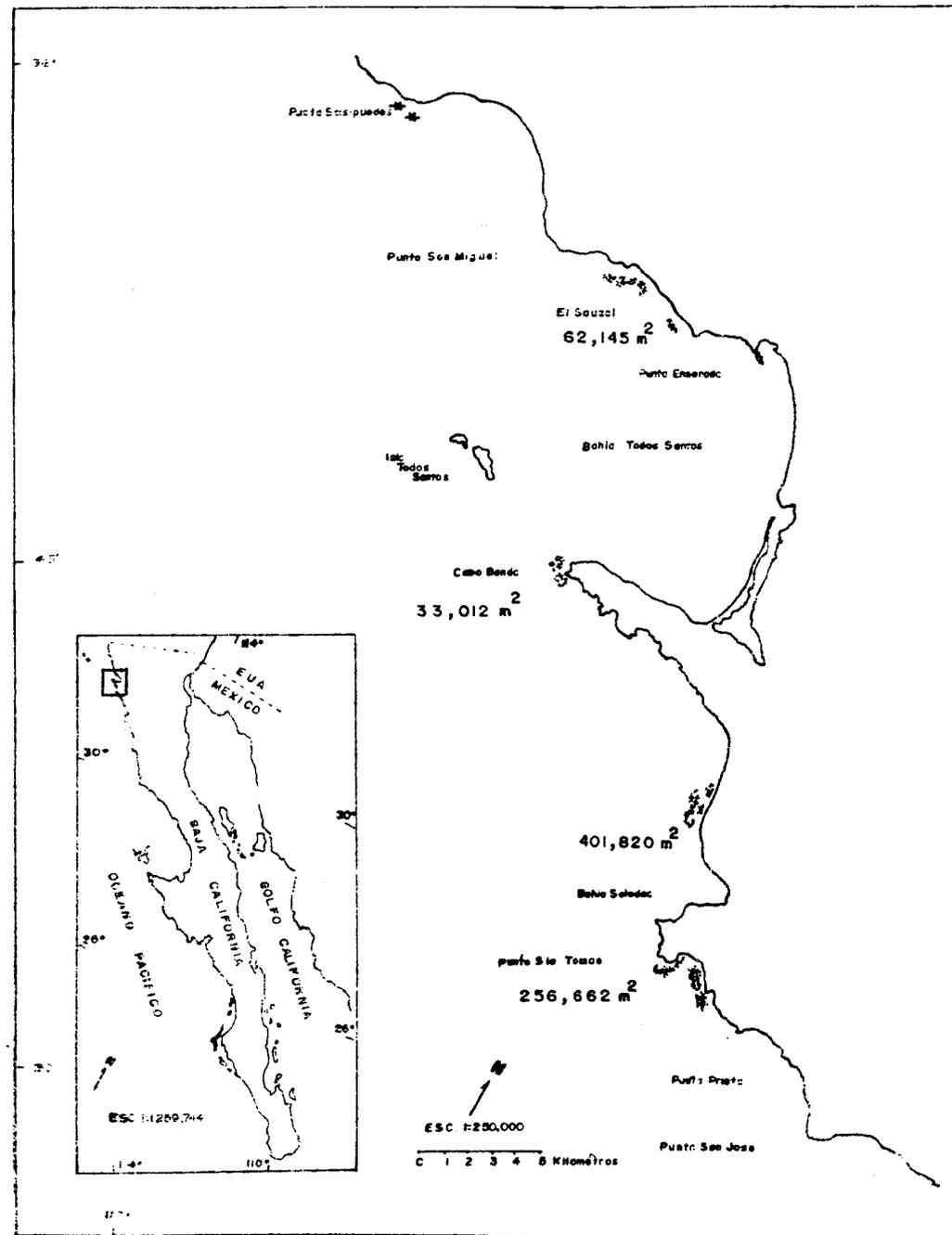
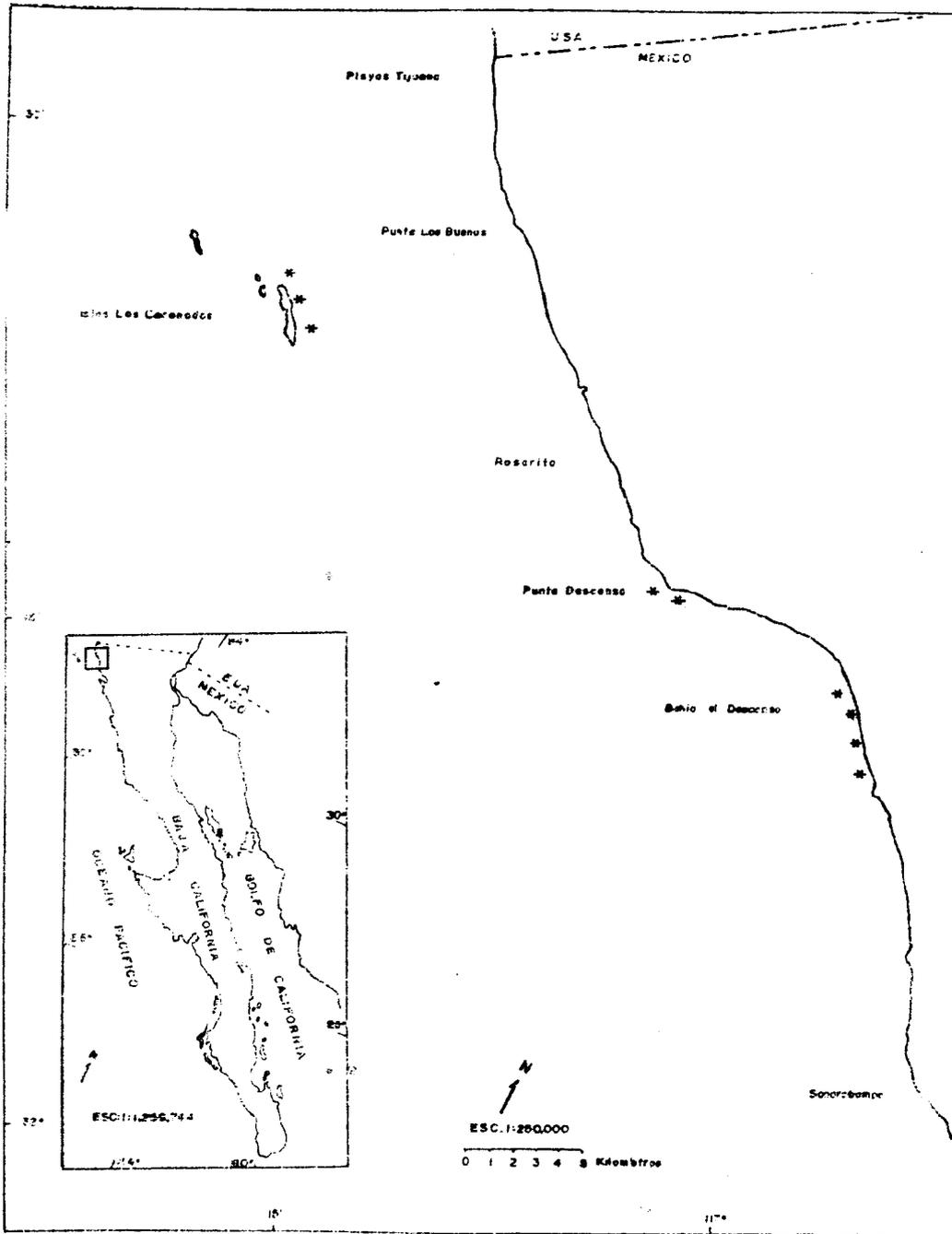
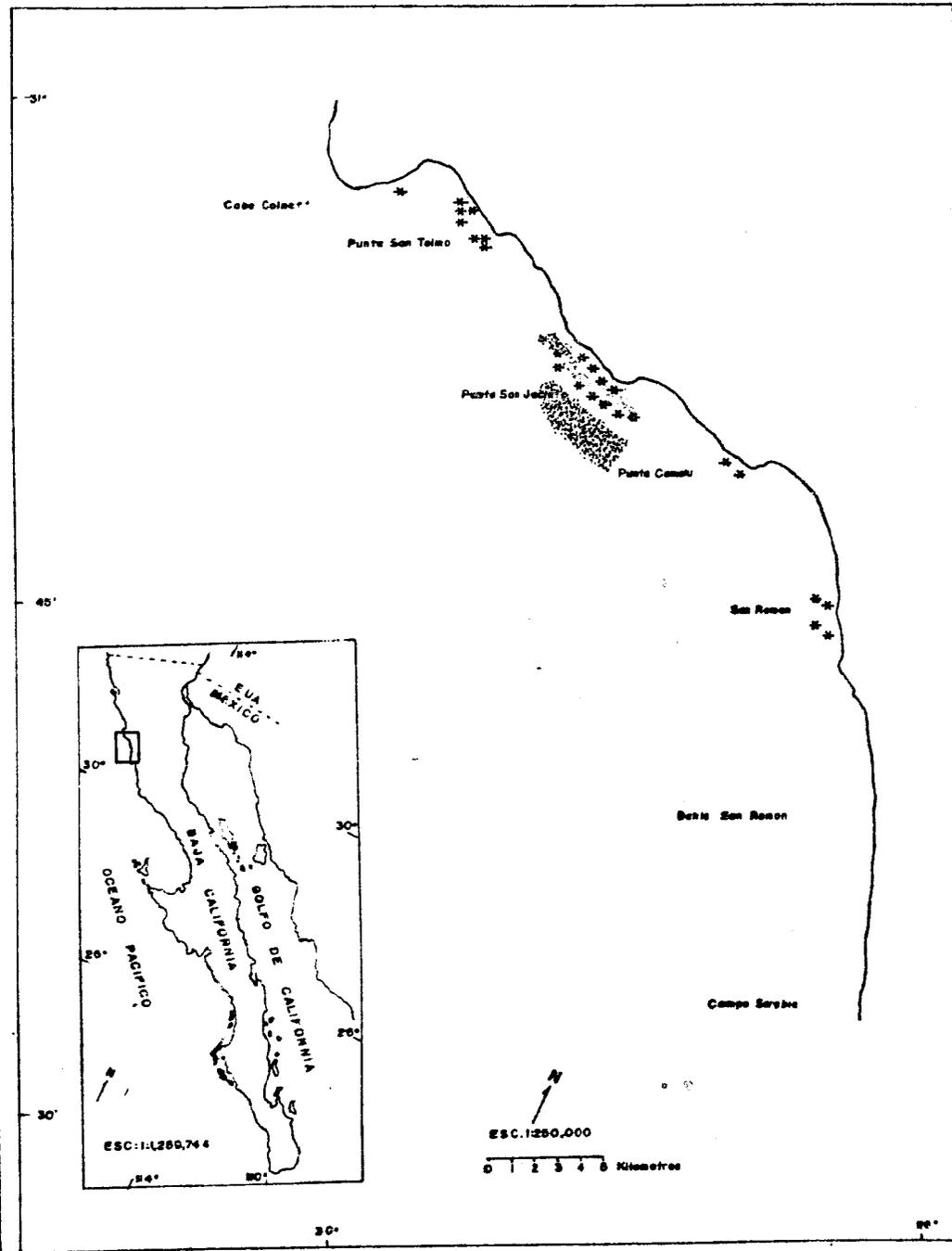
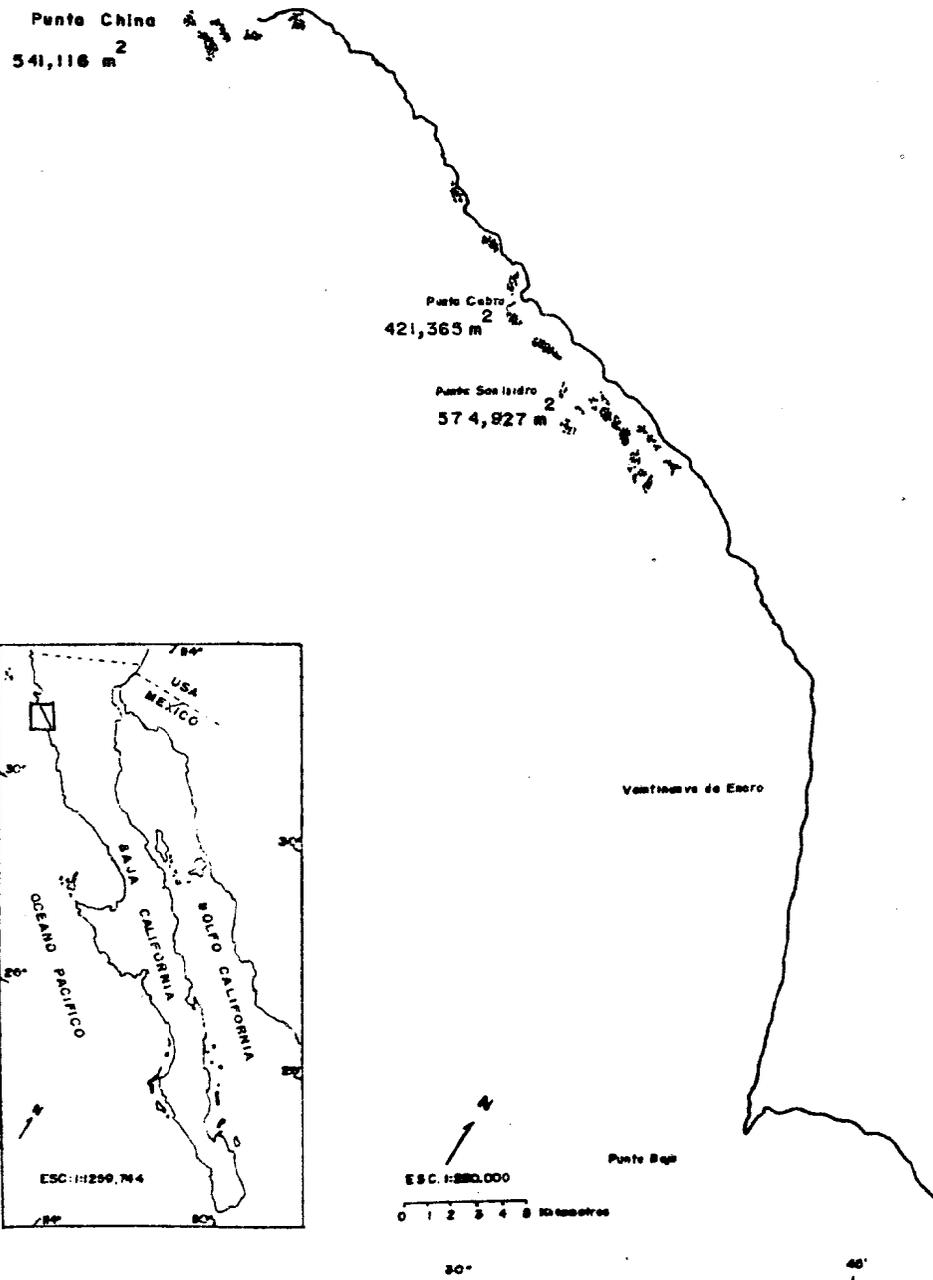


Fig. 7. Areas (A) y cosechas (\bar{C}) estimadas de *Macrocytis pyrifera* por zona y total en la península de Baja California en primavera de 1986

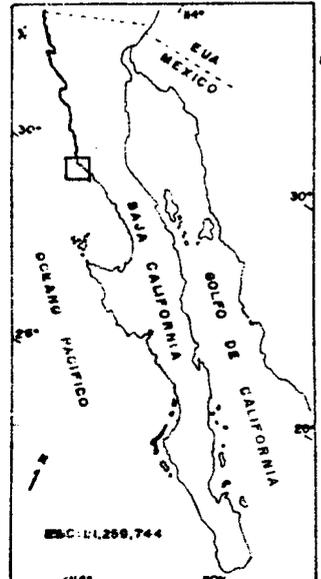
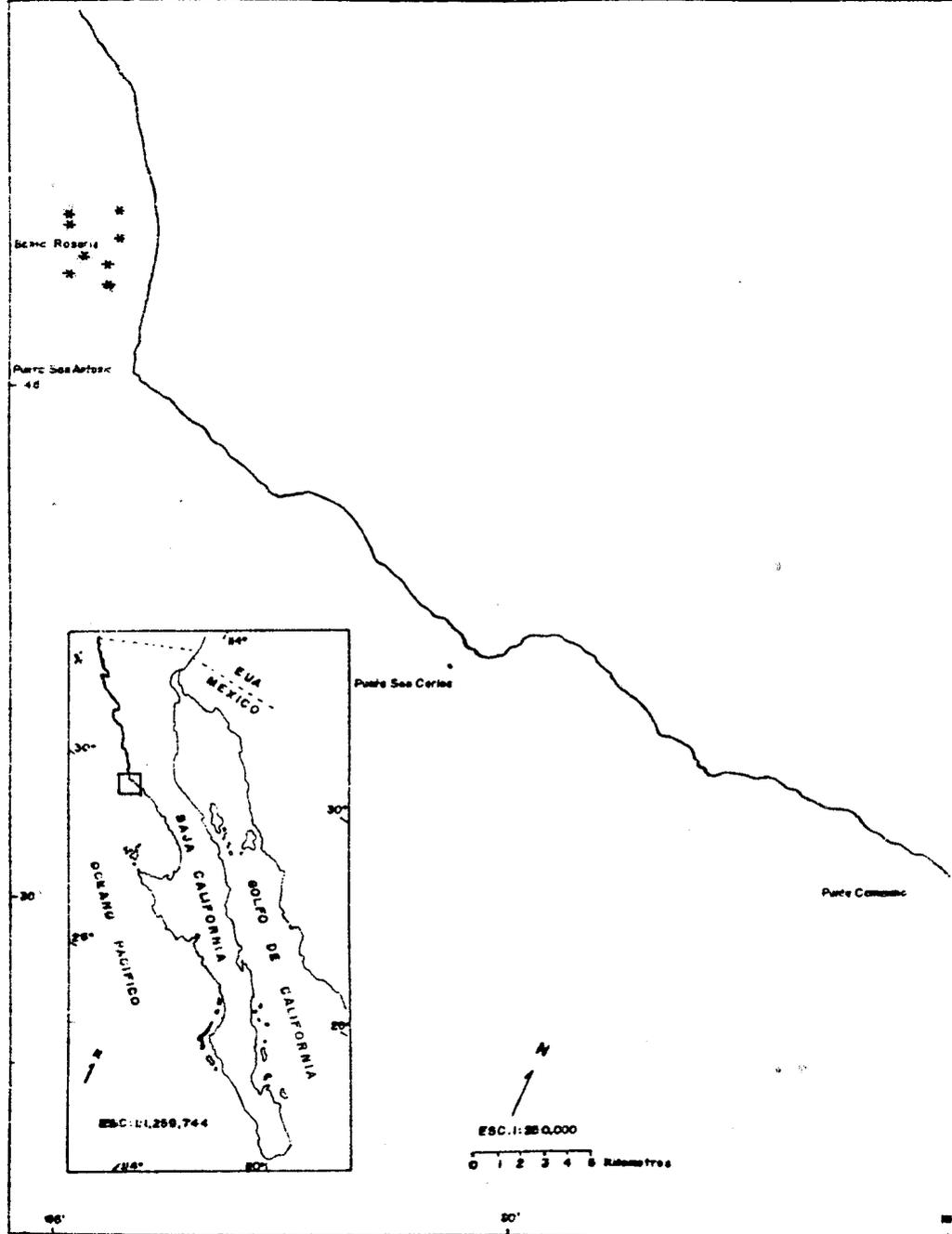
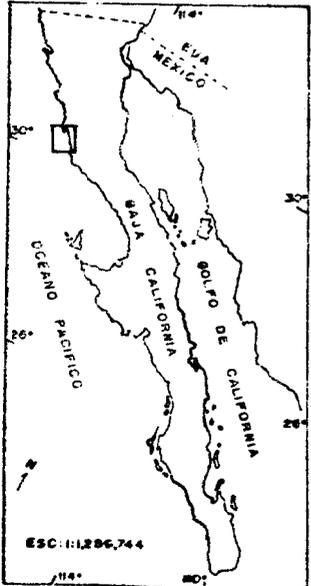
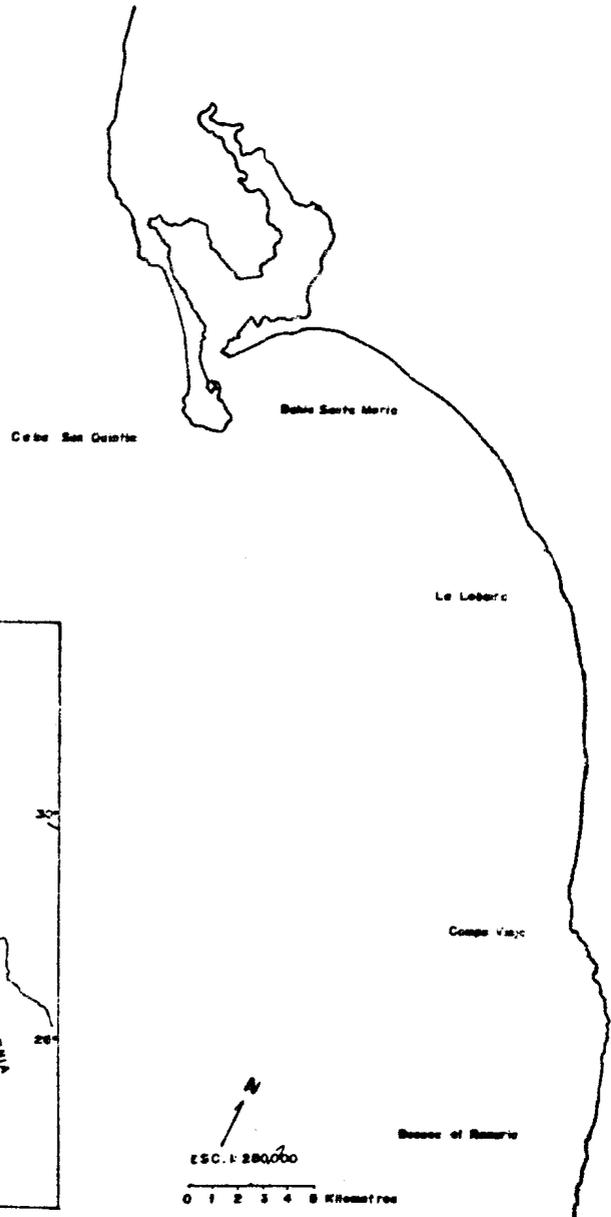
FIGURA 8. CARTOGRAFIA DE MANTOS DE Macrocystis pyrifera

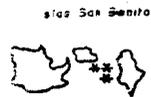
Primavera de 1986



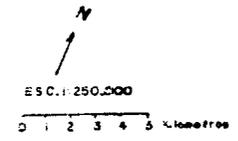
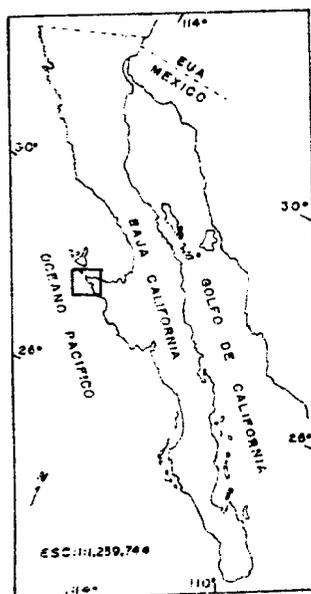
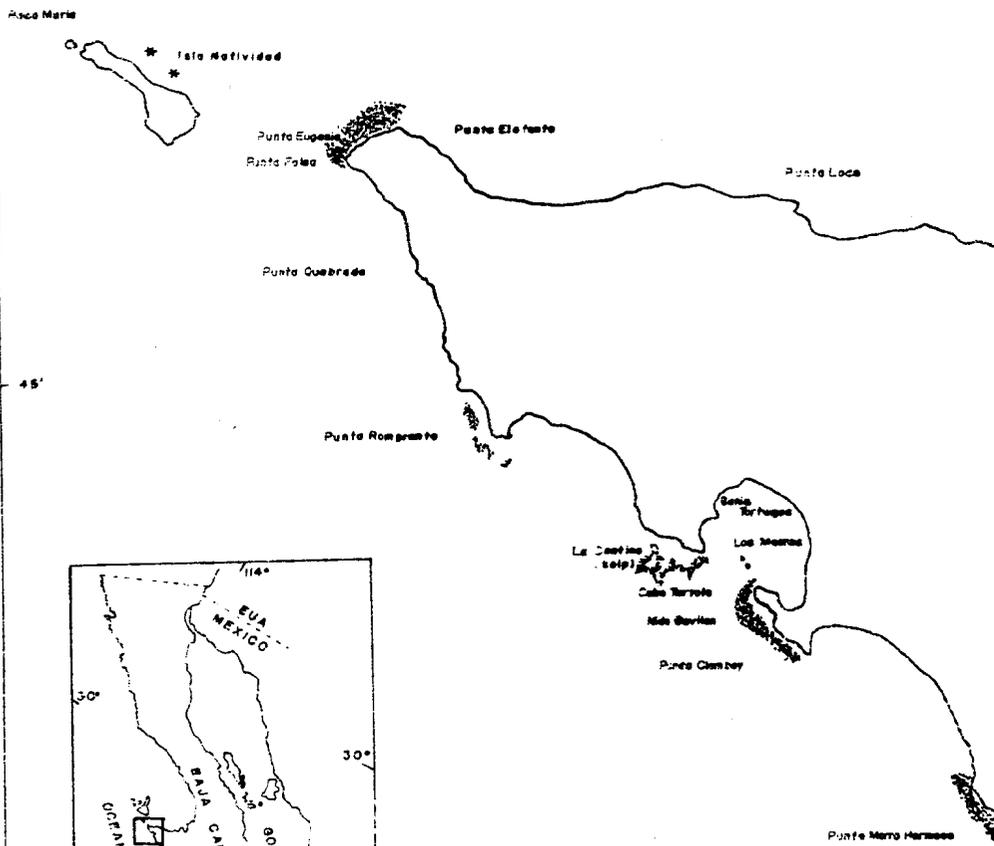
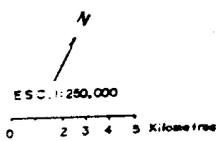
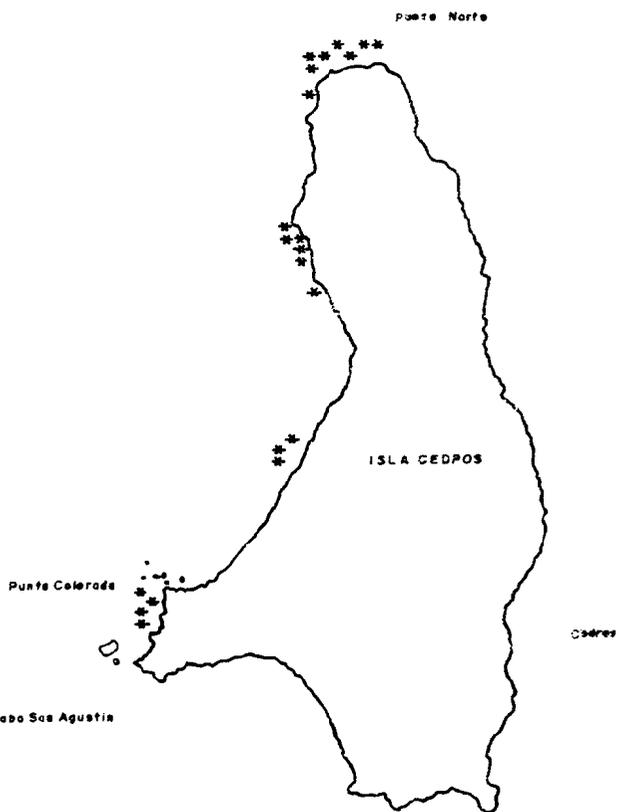
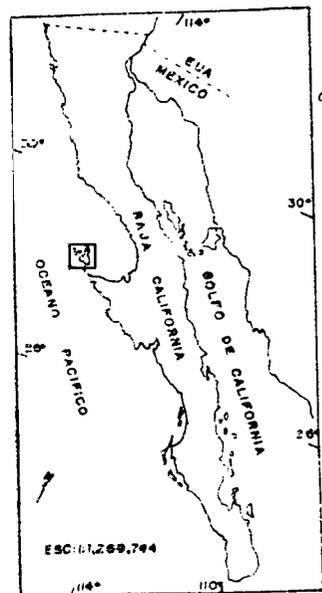


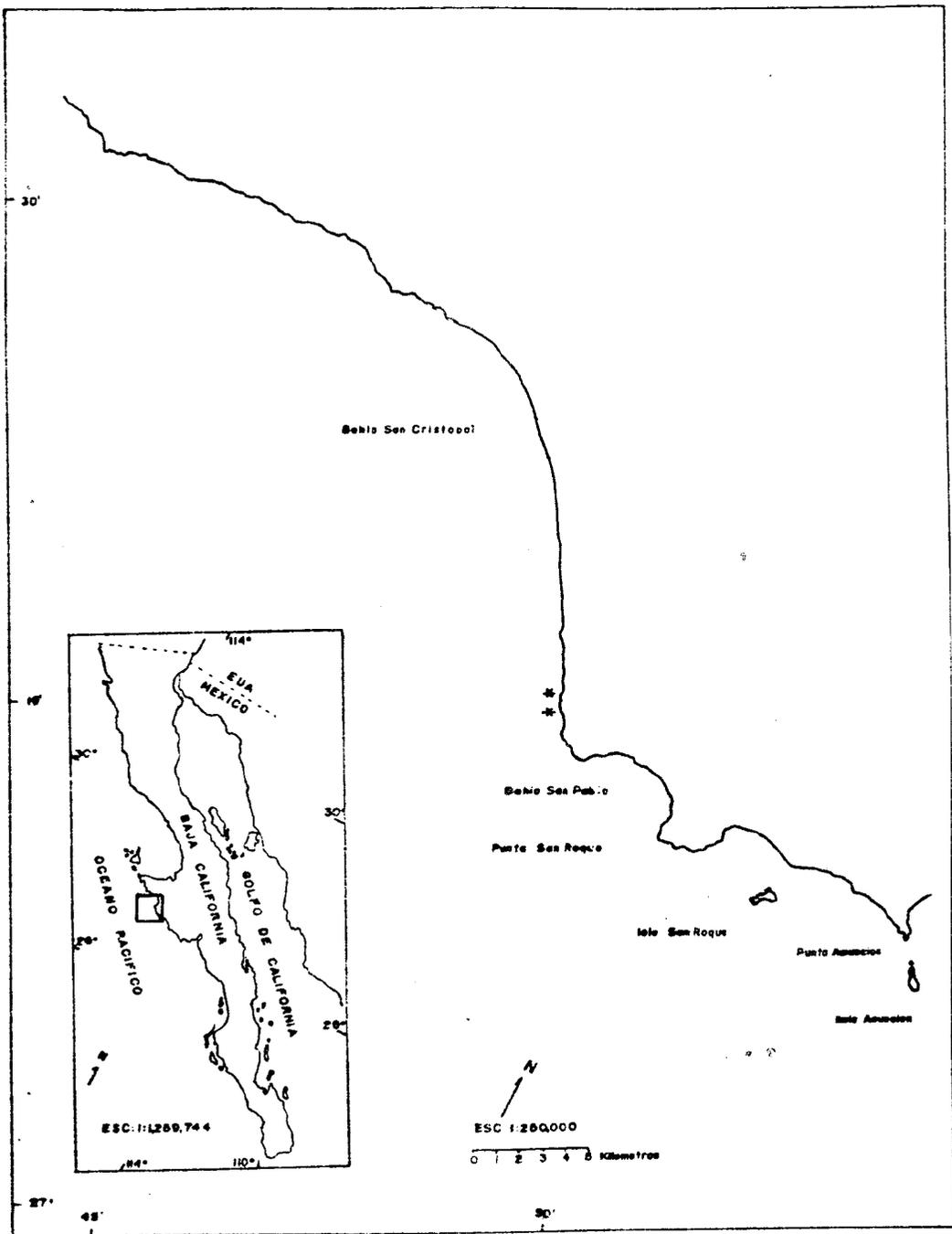
Isla San Martin





Islas San Benito





la localidad más próxima a la primera, y además presentó el mismo valor para la densidad media. Los valores más altos se presentaron en la zona 5 (Punta Rompiente a Morro Hermoso) con 8.7 kg/m^2 para la densidad alta. El valor de densidad media fue muy similar para toda la distribución, entre 5.2 y 5.6 kg/m^2 ; el valor de densidad baja fue muy similar para las zonas del norte (1 y 2) con 3.4 y 3.1 kg/m^2 respectivamente, este valor de densidad baja fue más alto en el sur de la distribución (zonas 4 y 5), con 5 kg/m^2 , y similar al valor calculado para la densidad media en las mismas zonas.

La tabla 7 muestra para cada localidad el área calculada en impresión, el área en campo, la biomasa muestral, la cosecha media estimada con su intervalo de confianza al 95% y la cosecha total. Para la estimación de la cosecha en áreas no fotografiadas, se multiplicó el valor de área calculado en invierno por el valor de biomasa calculado en primavera con su respectivo intervalo de confianza.

La tabla 8 muestra la cosecha evaluada para cada zona, las cosechas estimadas en localidades no evaluadas, bajo la consideración de que conservan el mismo valor de superficie calculado en invierno del mismo año, y la cosecha total. Con los datos obtenidos se evaluaron $54,411.9$ ton, pero se estima que las áreas no evaluadas presentaban una cosecha de $32,516.2$ ton, lo que arroja un total para esta estación de $86,928$ ton, valor obtenido de la suma de los

valores medios de cada densidad.

La tabla 9 muestra los volúmenes de cosecha para cada zona con su intervalo de confianza al 95%, obtenidos mediante el análisis estadístico para muestras estratificadas (figura 7). En la zona 1 se calcularon 2,579.4 ton que representan el 2.96% del total, en la zona 2 se calcularon 11,612.4 (13.33%); la zona 3 fue la de mayor abundancia, con 31,395.3 ton (36,04%); la zona 4 presentó 17,705.6 ton (20.32%) y finalmente la zona 5 con 23,802.8 ton (27.32%). Si consideramos estas dos últimas zonas (4 y 5) como una sola, con fines comparativos a la evaluación de invierno, se obtiene un 47.64%, manteniendo el patrón de abundancia descrito para el invierno de 1985-86 con un aumento de norte a sur. La cosecha total de mantos de Macrocystis pyrifera estimada en primavera de 1986 en la península de Baja California fue de 87,095.9 ton \pm 4,528.2 ton este valor difiere ligeramente del total presentado en la tabla 8, porque el tratamiento estadístico es diferente en cada uno.

Verano de 1986

La tabla 10 muestra las áreas totales de mantos de Macrocystis pyrifera por localidad y por zona, considerando la suma de las tres densidades. Como se observa en la figura 9, la zona con menor área fue la 1 con 1'371,739 m²; le sigue la zona 2 con 4'311,352 m²; la zona 3 continuó siendo la que contiene mayor área con 5'304,305 m²; las zonas 4 y 5 presentaron áreas similares, de 3'978,554 m² y 3'716,068 m² respectivamente. Considerando estas dos áreas como una sola, se observa que se mantiene el

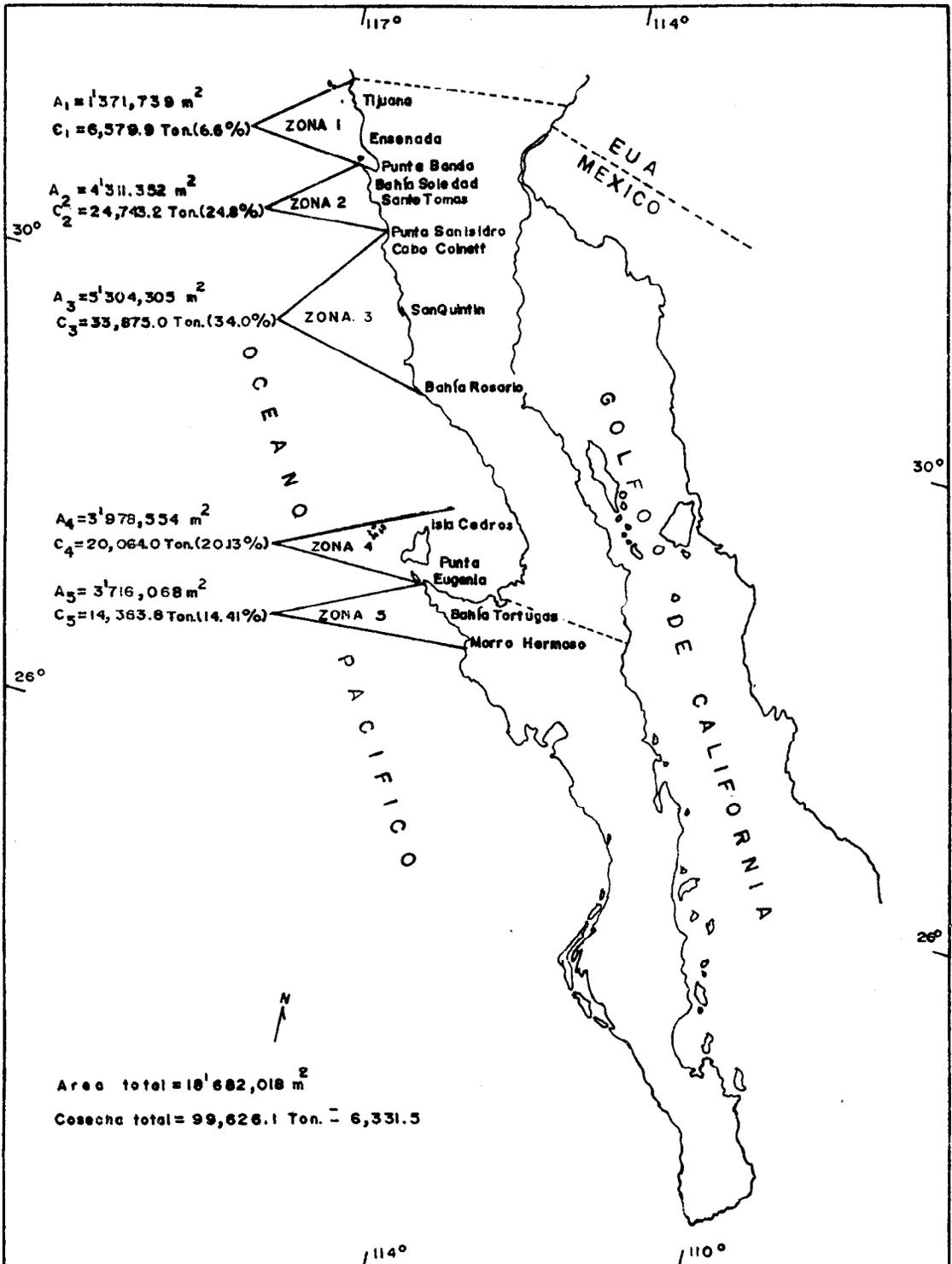


Fig. 9 Areas (A) y cosechas (\bar{C}) estimadas de *Macrocyctis pyrifera* por zona y total en la península de Baja California en verano de 1986

patrón de aumento en las áreas cubiertas de norte a sur. El área total calculada para los mantos de M. pyrifera en verano de 1986 fue 18'682,018 m². La figura 10 muestra la ubicación de los mantos en mapas cartográficos y el valor de las áreas por localidad para esta estación.

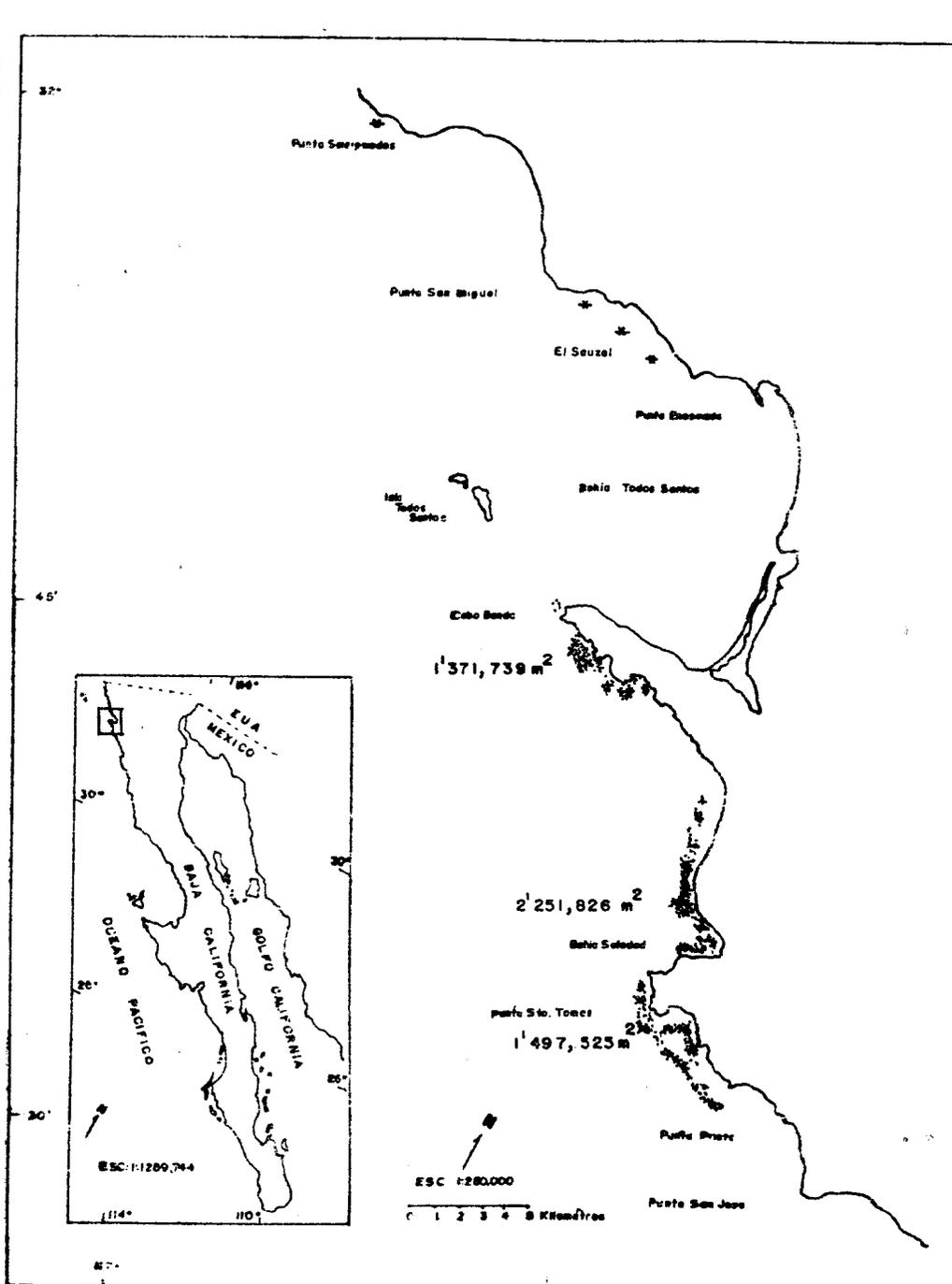
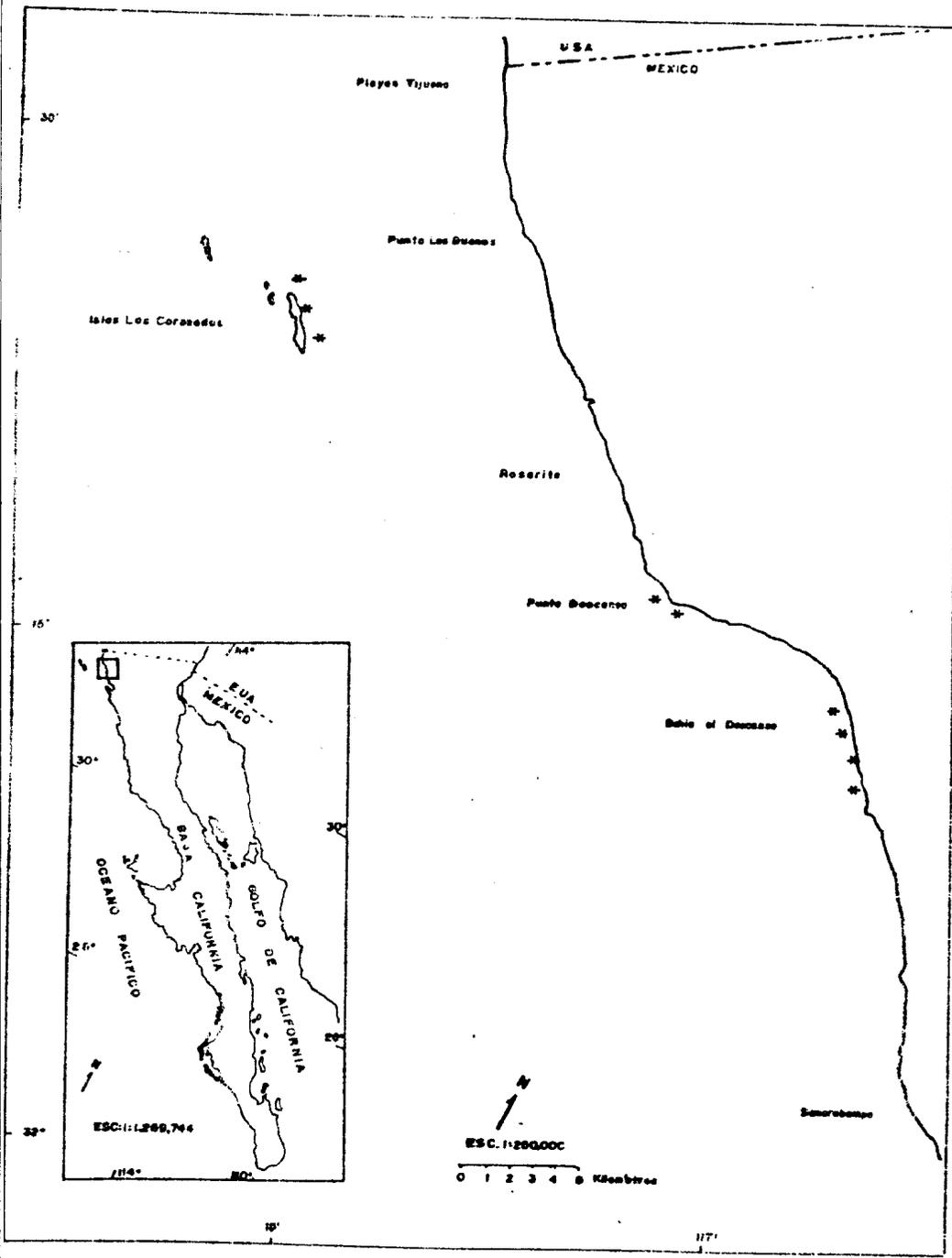
La tabla 11 muestra los valores de biomasa superficial por zona, calculados a partir de las muestras obtenidas en campo (Anexo 1, tablas 10 a 14). Los valores más altos se presentaron en la zona 3 con 8.1 kg/m² para la densidad alta y 6.7 kg/m² para la densidad media, mientras que en las zonas del sur se presentaron valores muy bajos para la densidad media, de 3.8 kg/m² para la zona 4 y 4.0 kg/m² para la zona 5. Los valores de densidad baja son variables para toda la distribución, presentándose el mayor en la zona 3 con 4.1 kg/m² y el menor en la zona 5 con 2.2 kg/m².

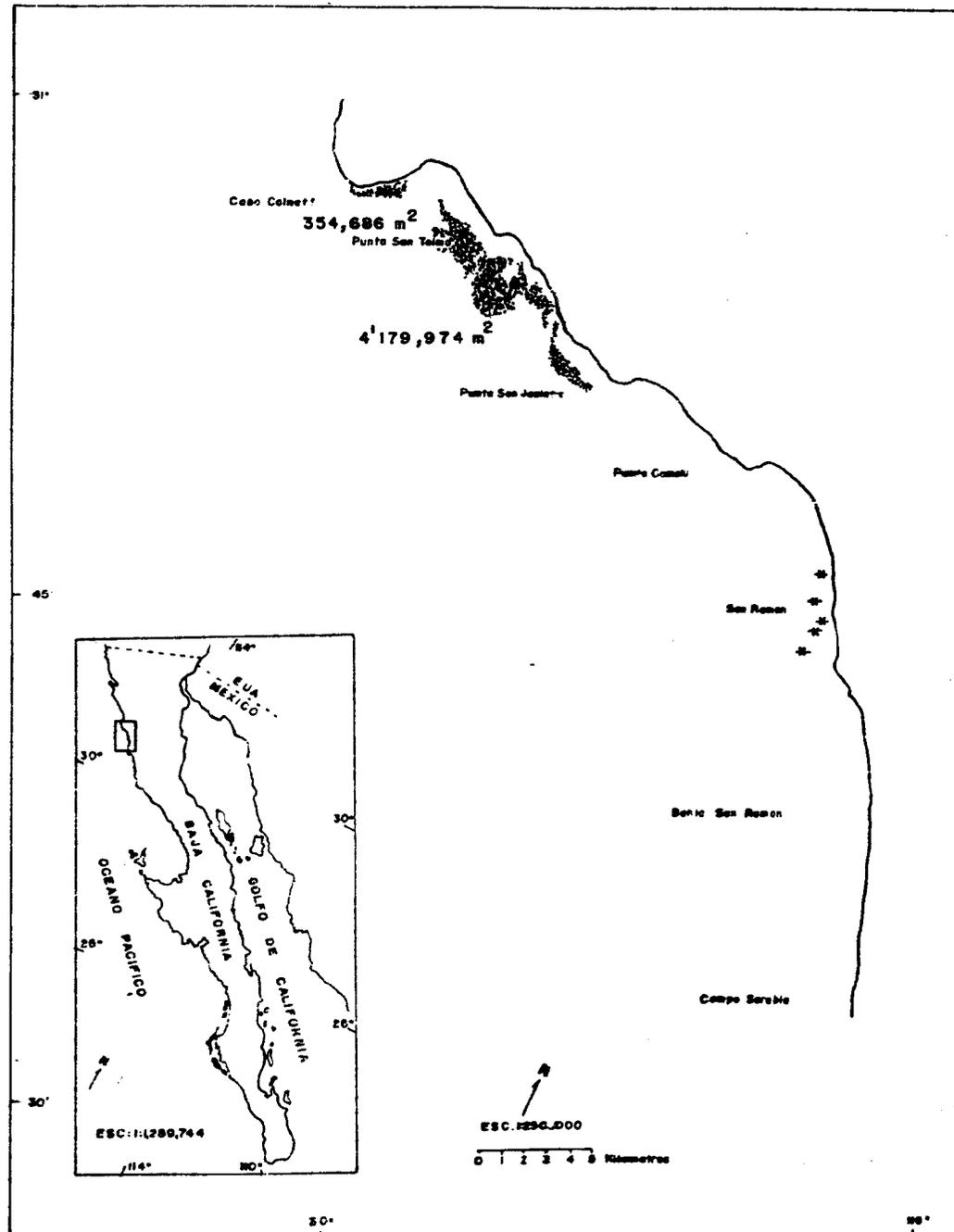
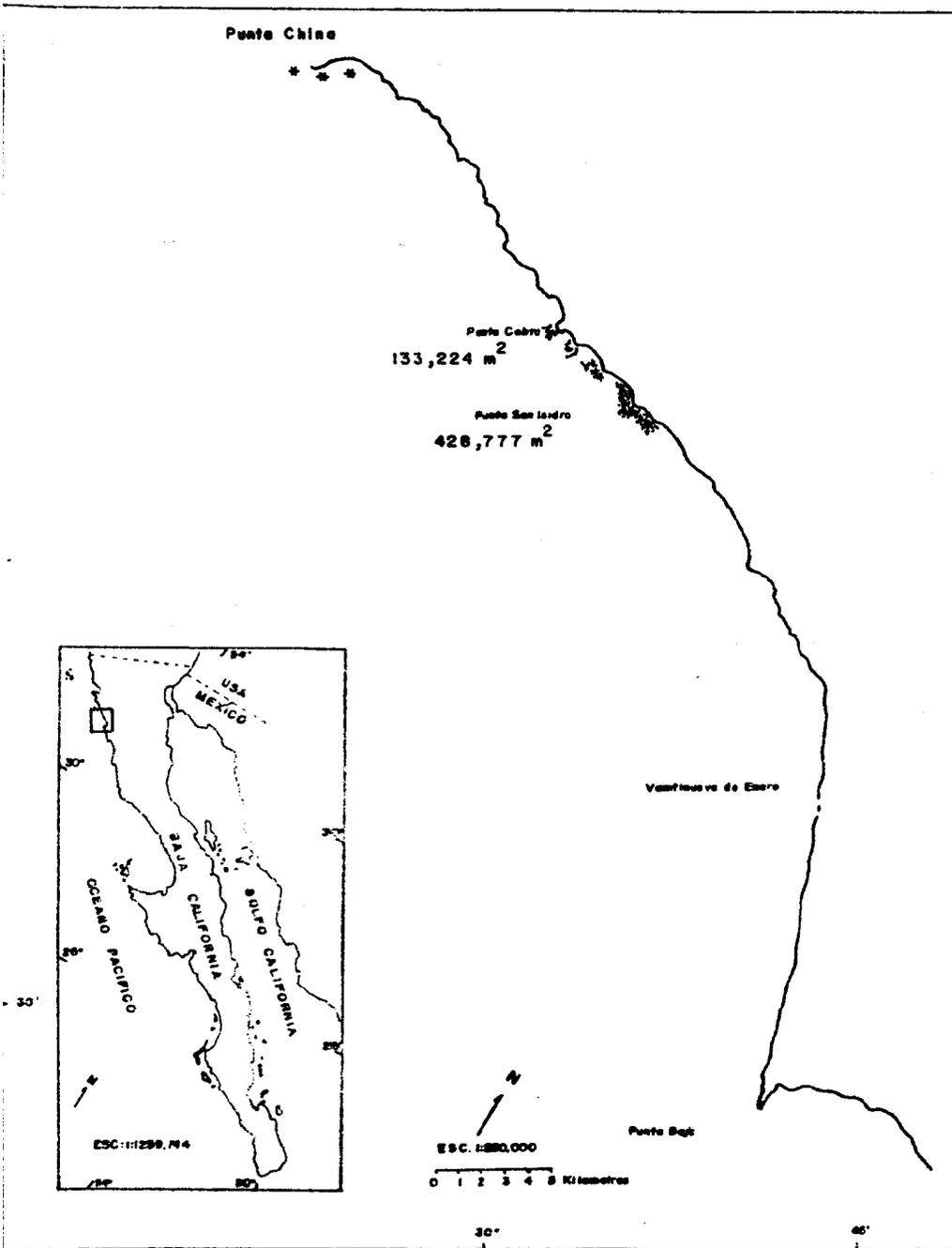
La tabla 12 muestra para cada localidad el área calculada en impresión, el área en campo, la biomasa muestral, la cosecha media estimada con su intervalo de confianza al 95% y la cosecha total.

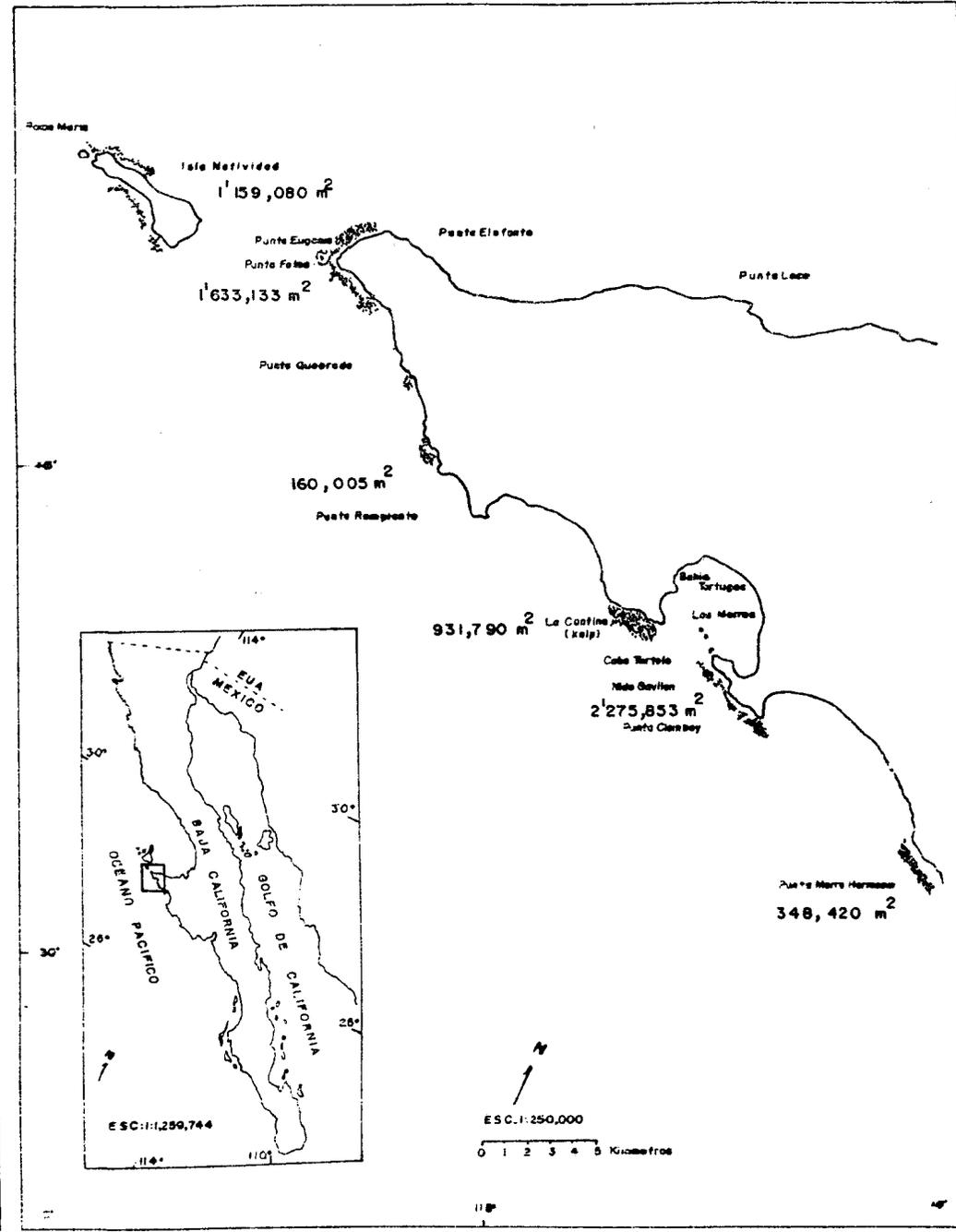
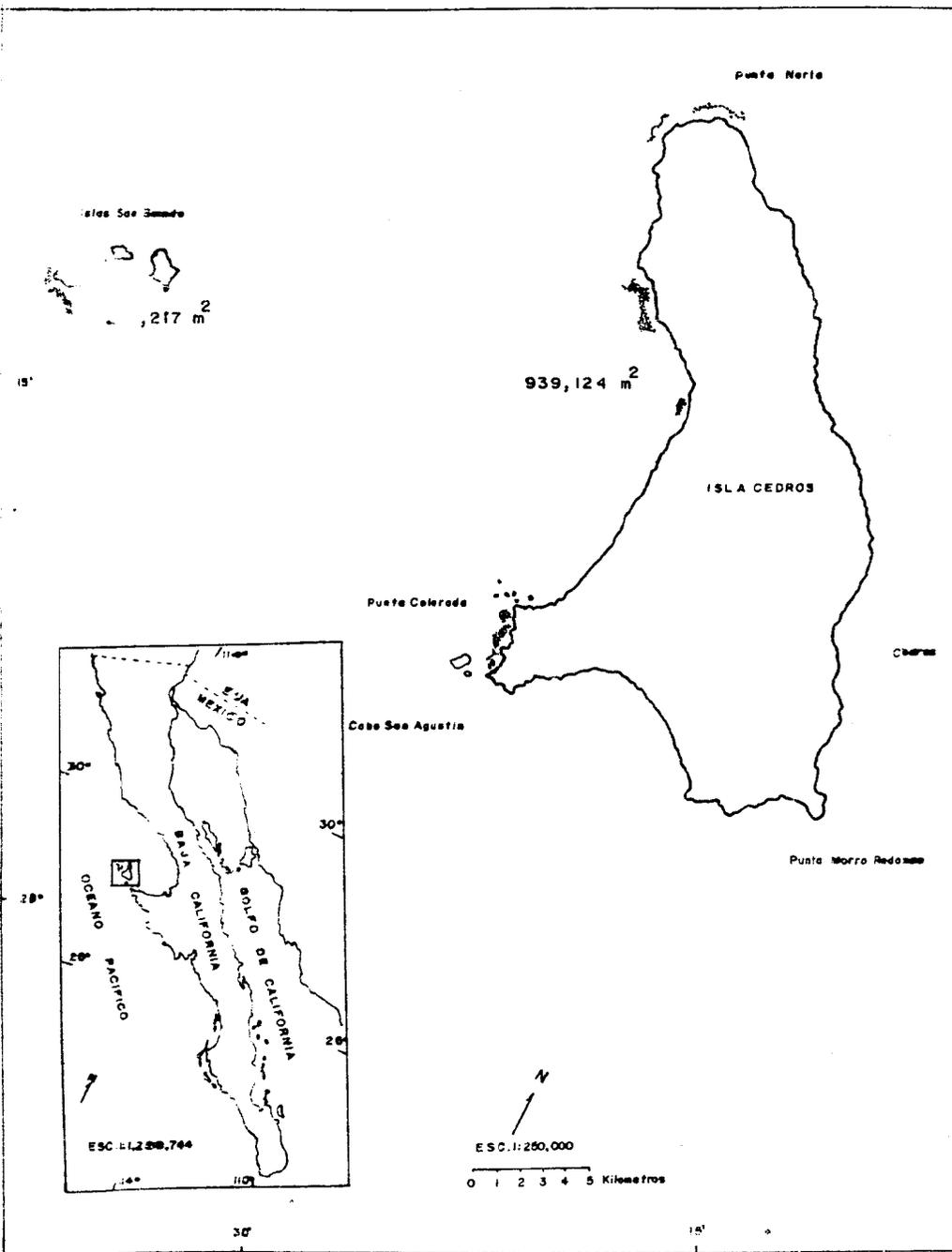
La tabla 13 muestra los volúmenes de cosecha para cada zona con su intervalo de confianza, calculados con el tratamiento de las muestras por estratos. En la zona 1 se calcularon 6,579.9 ton que representan el 6.60% del total, en la zona 2 se calcularon 24,743.2 ton (24.83%), la zona 3 continuó siendo la más abundante con 33,875.0 ton (34.00%), la zona 4 presentó 20,064.0 ton (20.13%)

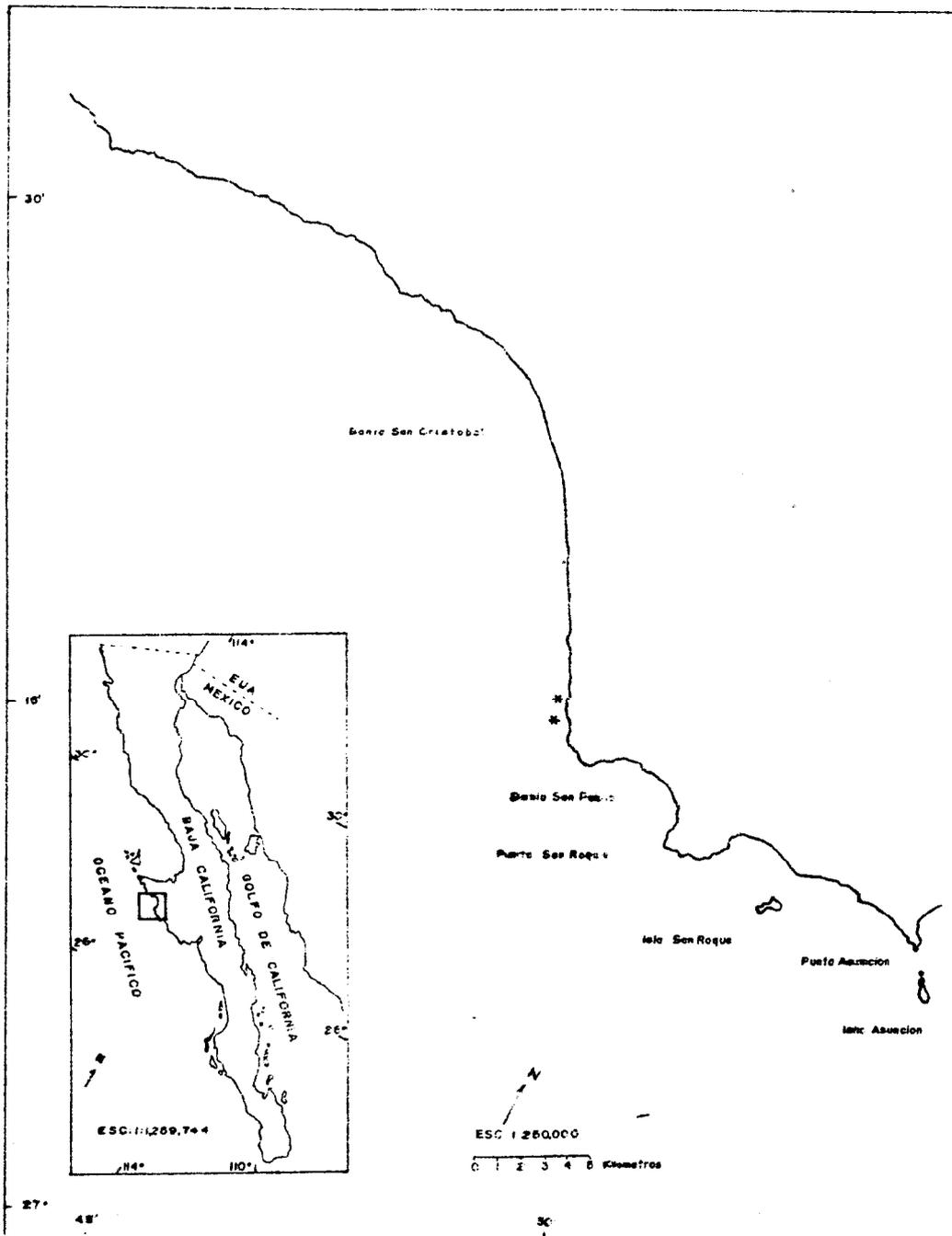
FIGURA 10. CARTOGRAFIA DE MANTOS DE Macrocystis pyrifera

Verano de 1986









y finalmente la zona 5 con 14,363.8 ton (14.41%). El 34.54% de la cosecha se presentó en el sur de la distribución (zonas 4 y 5). La cosecha total de mantos de Macrocystis pyrifera en verano de 1986 en la península de Baja California fue de 99,626.1 ton \pm 6,331.5 ton.

La tabla 14 muestra la variación estacional de las áreas cubiertas por mantos por zonas para cada estación del año, observándose un aumento progresivo con las estaciones, de 6'485,033 m² calculados en invierno, se incrementó a 14'189,275 m² en primavera, lo que representa un 118%, este valor se incrementó 31% en el verano, llegando a 18'628,018 m² (figura 11).

La tabla 15 muestra la variación estacional de la cosecha estimada en los mantos por zona para cada estación del año. En invierno se alcularon 36,510.8 ton, ésta se incrementó en 138.5% en primavera llegando a 87,095.9 ton, y en el verano en 14.3%, alcanzando un valor de 99,626.1 ton. Se graficó el valor obtenido en otoño de 1981 por Casas et al., (no publicado) con el fin de compararlo con las otras evaluaciones (figura 12).

7.2. Crecimiento y regeneración

7.2.1. C r e c i m i e n t o

Las tablas 16 a 23 muestran los datos de crecimiento obtenidos durante el período de medición corto, (considerando como tiempo cero el día que fueron marcadas las frondas), el cre-

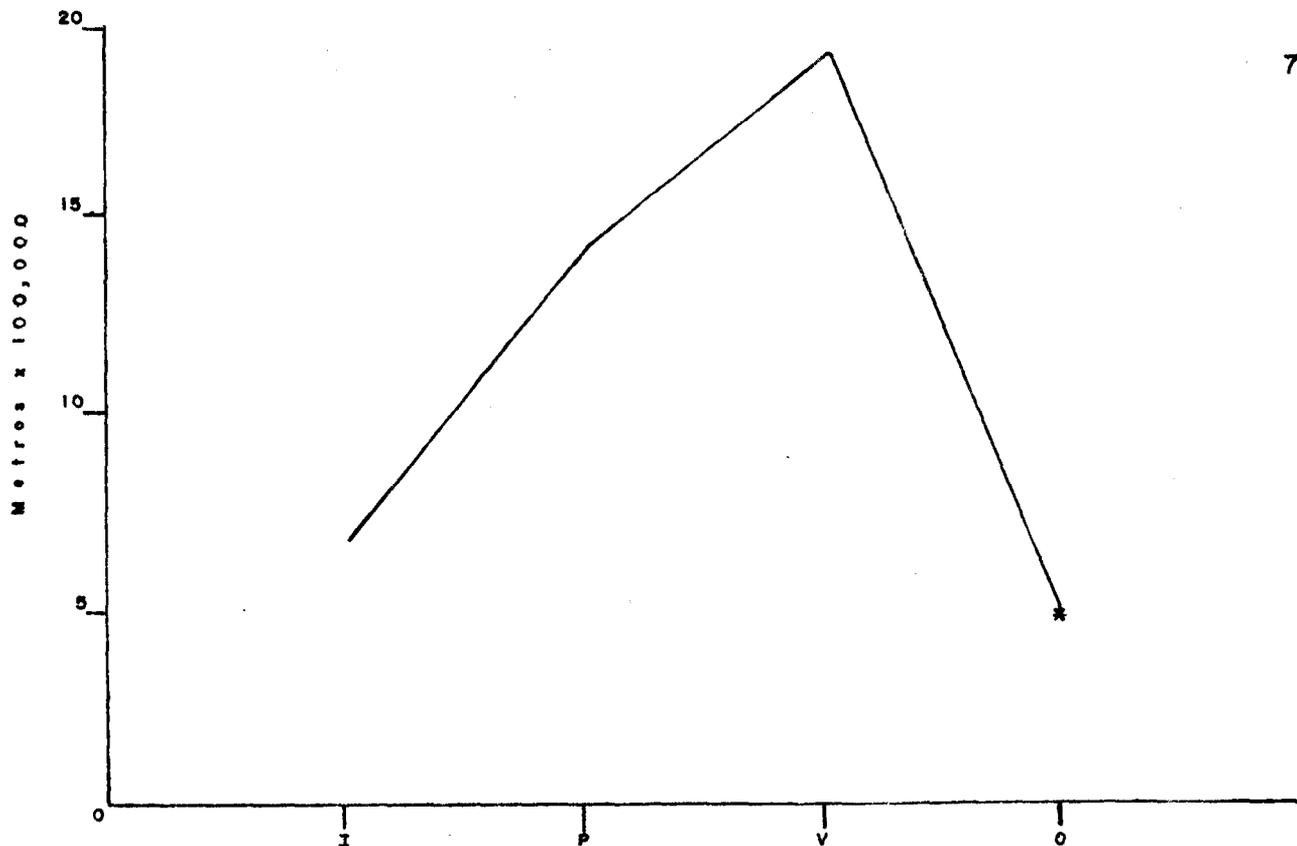


Fig. II. Variación estacional del área de mantos de Macrocystis pyrifera en la Península de Baja California (1985-1986).
I=Invierno, P=Primavera, V=Verano, O=Otoño (*1981).

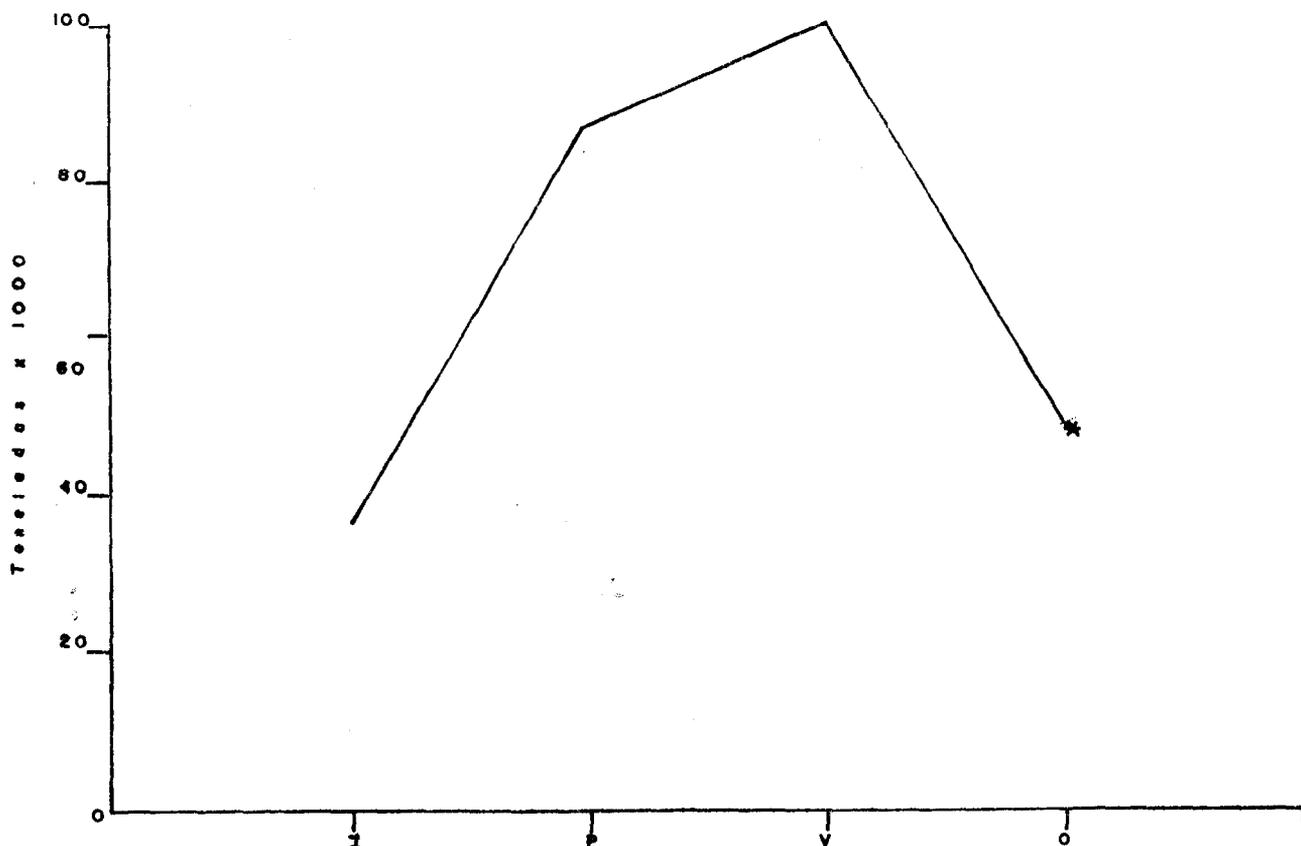


Fig. 12. Variación estacional de la cosecha de mantos de Macrocystis pyrifera en la Península de Baja California (1985-1986).
I=Invierno, P=Primavera, V=Verano, O=Otoño. (*1981)

cimiento total por fronda y el crecimiento promedio; también se muestra la longitud alcanzada el día que se recuperaron en el período de medición largo, que corresponde a la siguiente estación del año, el crecimiento total desde el día cero hasta que se recuperó y el crecimiento promedio en éste último período. En estas tablas se señalan las frondas con crecimiento anormalmente lento, con pérdida de tejido, las que se recuperaron incompletas por ruptura natural y las que se rompieron durante su recuperación. Con estos datos se realizó el análisis de crecimiento de los mantos testigo y cosechado.

En el manto testigo, al correlacionar la longitud inicial de las frondas con la tasa diaria de crecimiento, durante el período de medición corto (15 días), los mejores ajustes se obtuvieron con la regresión logarítmica en primavera, otoño e invierno, mientras que en el verano fue con la regresión potencial. En primavera se obtuvo un coeficiente de correlación (r) de 0.96, para otoño de 0.83 y para invierno de 0.94. En el verano se obtuvo el mejor ajuste con la regresión potencial con un coeficiente de correlación de 0.72, sin embargo, al probar el ajuste para la regresión logarítmica se obtuvo un valor de 0.71 el cual es muy similar al encontrado para la regresión potencial, por lo que se graficó la regresión logarítmica con el fin de compararlo con el resto de las estaciones. Los coeficientes de correlación (r) fueron

significativos para todas las curvas con $\alpha = 0.005$ (figura 13).

Al comparar las curvas obtenidas se observa que el menor crecimiento se presentó en verano, siguiendo un orden ascendente primavera, otoño e invierno. Mediante un análisis de covarianza se determinó que no todas las pendientes son iguales, encontrando diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) entre las curvas de primavera - verano y verano - invierno. En este análisis se observa que se presenta una tasa de crecimiento diferente en función de la longitud de las frondas, donde las de mayor longitud crecen más rápidamente que las frondas menores.

Para el manto cosechado, en el análisis de correlación longitud-tasa de crecimiento durante el período de medición corto (15 días), se encontró un mejor ajuste para la regresión lineal durante las estaciones de primavera y otoño, mientras que las estaciones de verano e invierno presentaron un mejor ajuste con la regresión logarítmica. En primavera y otoño se obtuvieron coeficientes de correlación (r) de 0.89 y 0.92 respectivamente y en verano e invierno se obtuvo la misma correlación de 0.92, los coeficientes de correlación (r) fueron significativos para todas las curvas con $\alpha = 0.005$ (figura 14).

Al comparar las curvas obtenidas se observa que se mantiene aproximadamente la misma tendencia que en el manto testigo, en el que el mayor crecimiento se presenta en invierno y otoño, sin embargo,

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
L. V. I. C.
BIBLIOTECA

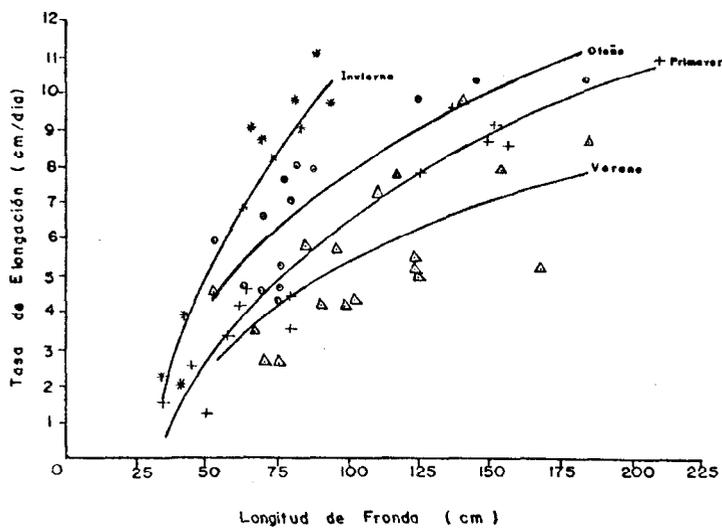


Fig. 13. Tasa de elongación de frondas de *Macrocyrtis pyrifera*. Manto Testigo, Bahía Tortugas, B.C.S. Los coeficientes de correlación (r) fueron significativas para todas las curvas con $\alpha=0.005$ + Primavera, Δ Verano, \circ Otoño, $*$ Invierno

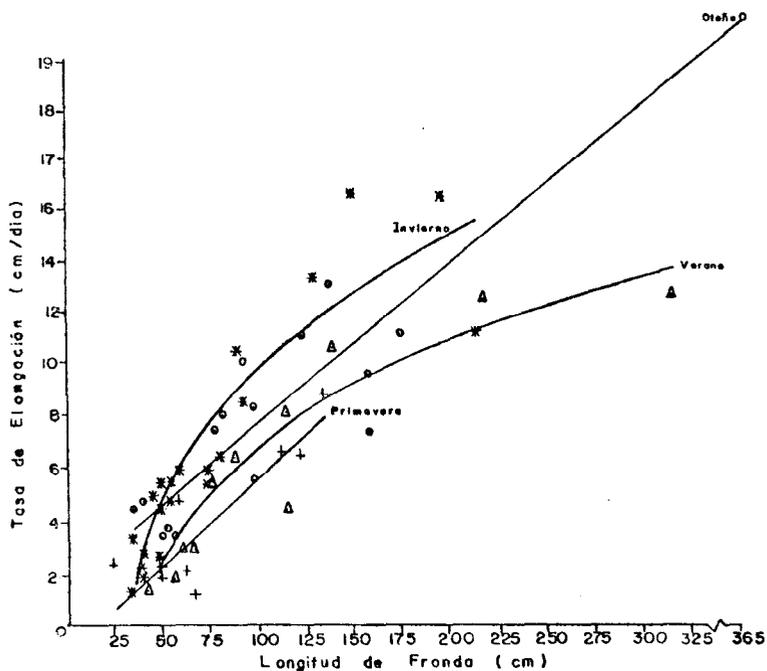
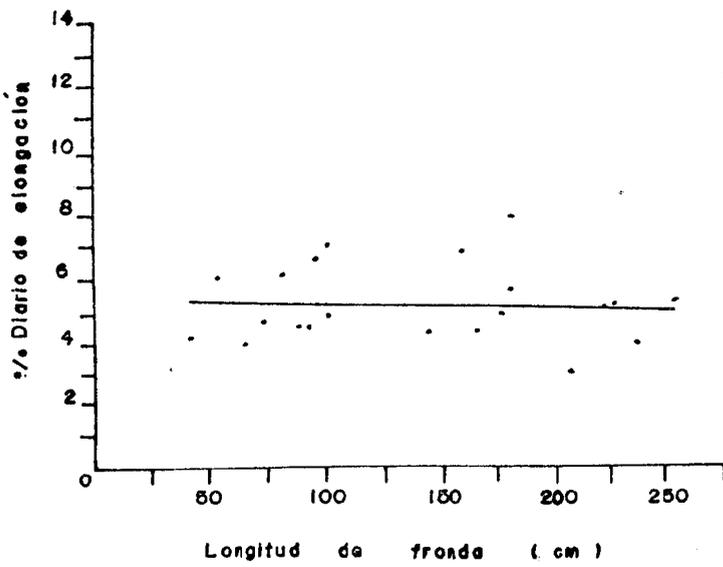


Fig. 14. Tasa de elongación de frondas de *Macrocyrtis pyrifera*. Manto coschada, Bahía Tortugas, B.C.S. Los coeficientes de correlación (r) fueron significativos para todas las curvas con $\alpha=0.005$ + Primavera, Δ Verano, \circ Otoño, $*$ Invierno

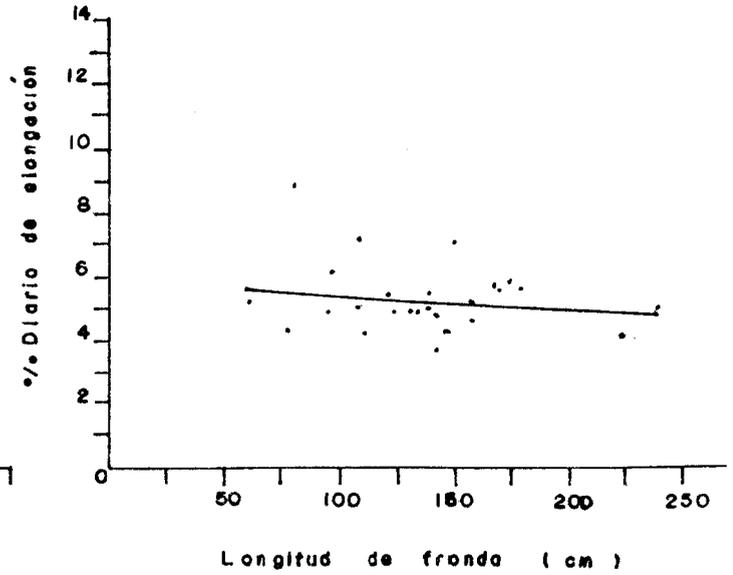
el crecimiento es ligeramente mayor en verano que en primavera. Se encontró diferencia significativa entre los pendientes de las curvas logarítmicas con $\alpha = 0.05$ (verano-invierno) y no se encontró diferencia significativa entre las regresiones lineales (primavera-otoño). En este análisis se observó que se mantiene la tendencia de presentar una tasa de crecimiento mayor en las frondas más grandes que en las frondas más pequeñas.

Al comprobar que la tasa de crecimiento cambia con la longitud de la fronda, se procedió a realizar el cálculo de la tasa estándar de crecimiento, descrita por North (1971b). Para este análisis se obtuvo el porcentaje diario de elongación para cada par de mediciones y se graficó como función de la longitud de las frondas. Las figuras 15 y 16 muestran los diagramas de dispersión para cada estación del año en el manto testigo y el manto cosechado respectivamente. La figura 17 muestra la comparación de las rectas obtenidas con una regresión lineal para cada estación del año en el manto testigo. Los pendientes de las rectas no fueron significativamente diferentes de cero ($\alpha = 0.10$), lo que indica que en el intervalo de longitudes medidas las frondas mantienen el mismo porcentaje de elongación.

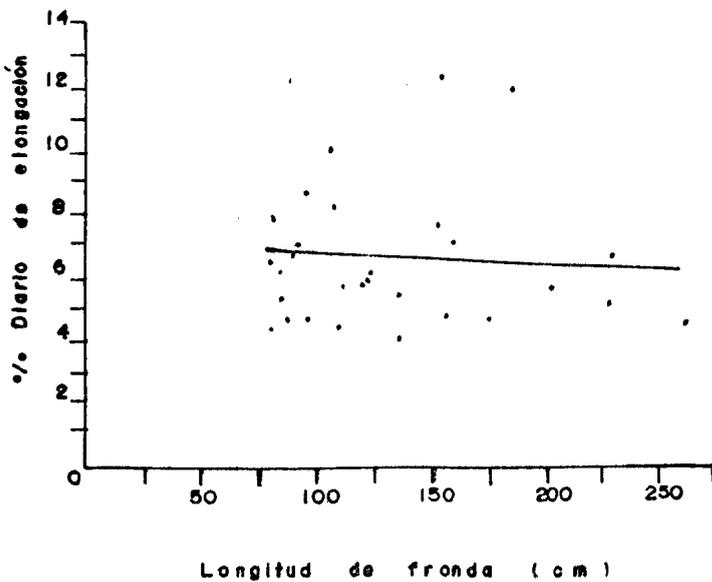
La figura 18 muestra la comparación de las rectas obtenidas en el manto cosechado, en este caso los coeficientes



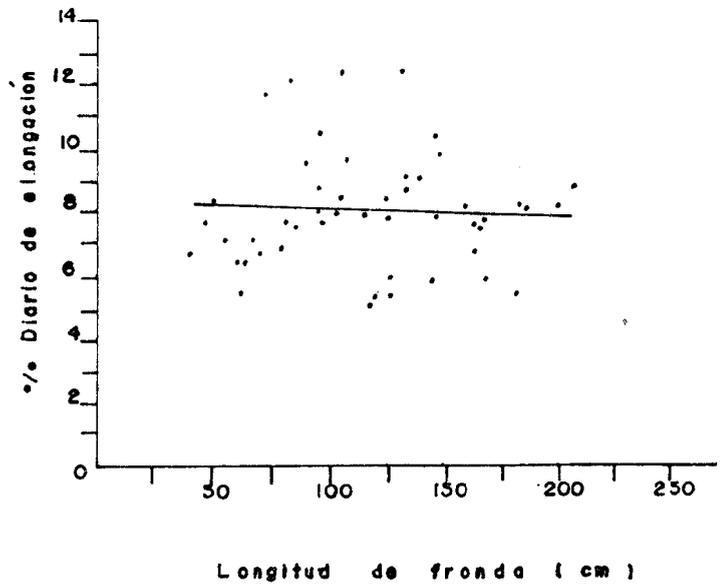
A) Primavera



B) Verano

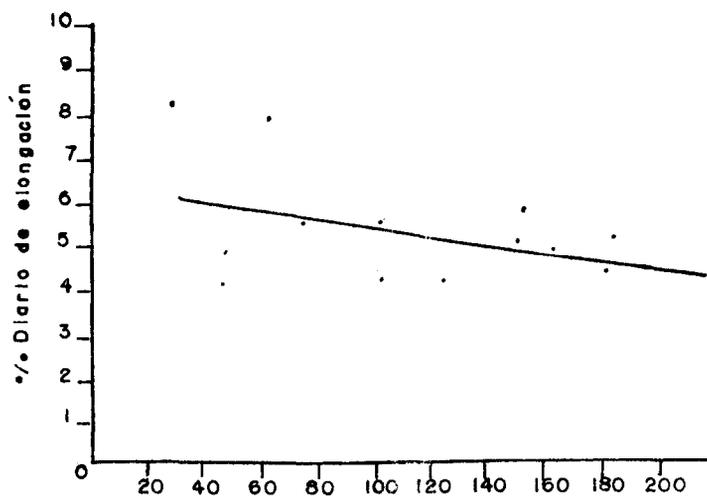


C) Otoño



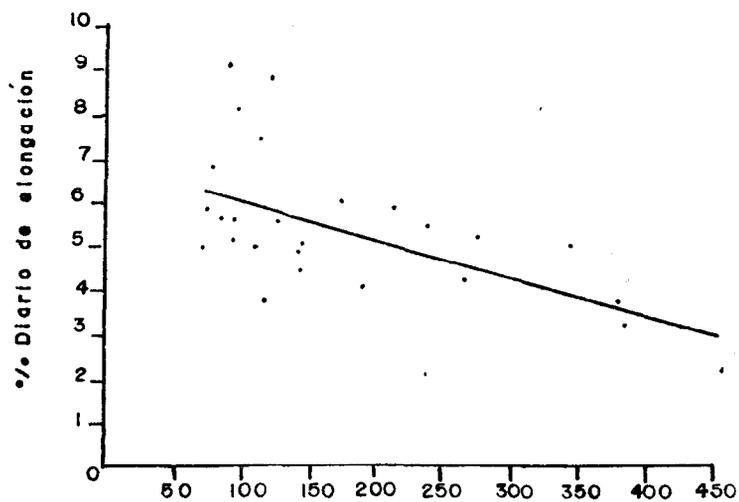
D) Invierno

Fig.15. Porcentaje diario de elongación en función de la longitud de las frondas de *Macrocystis pyrifera* por estación del año. Manto testigo. Bahía Tortugas. B.C.S. (1985)



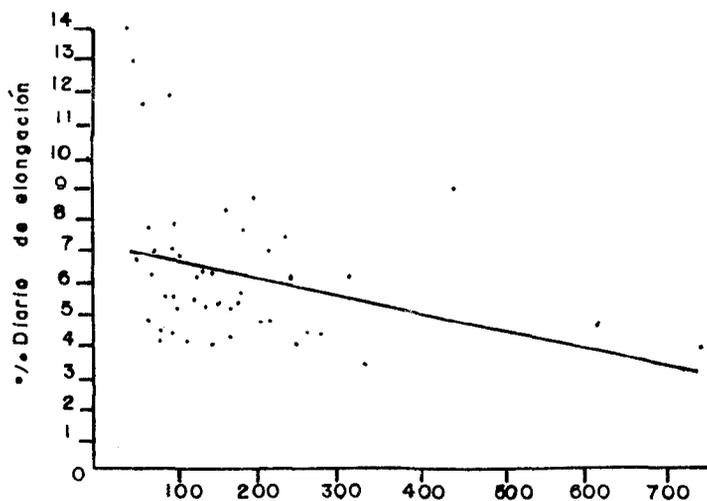
Longitud de fronda (cm)

A) Primavera



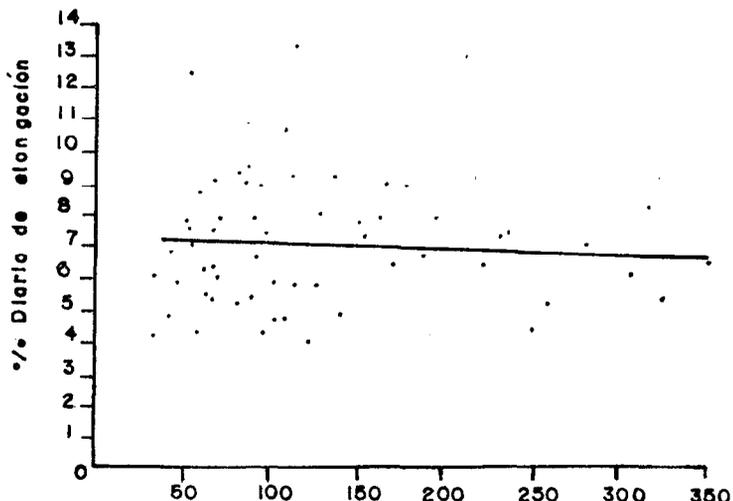
Longitud de fronda (cm)

B) Verano



Longitud de fronda (cm)

C) Otoño



Longitud de fronda (cm)

D) Invierno

Fig.16. Porcentaje diario de elongación en función de la longitud de frondas de Macrocystis pyrifera. Manto cosechado. Bahía Tortugas, B.C.S. (1985).

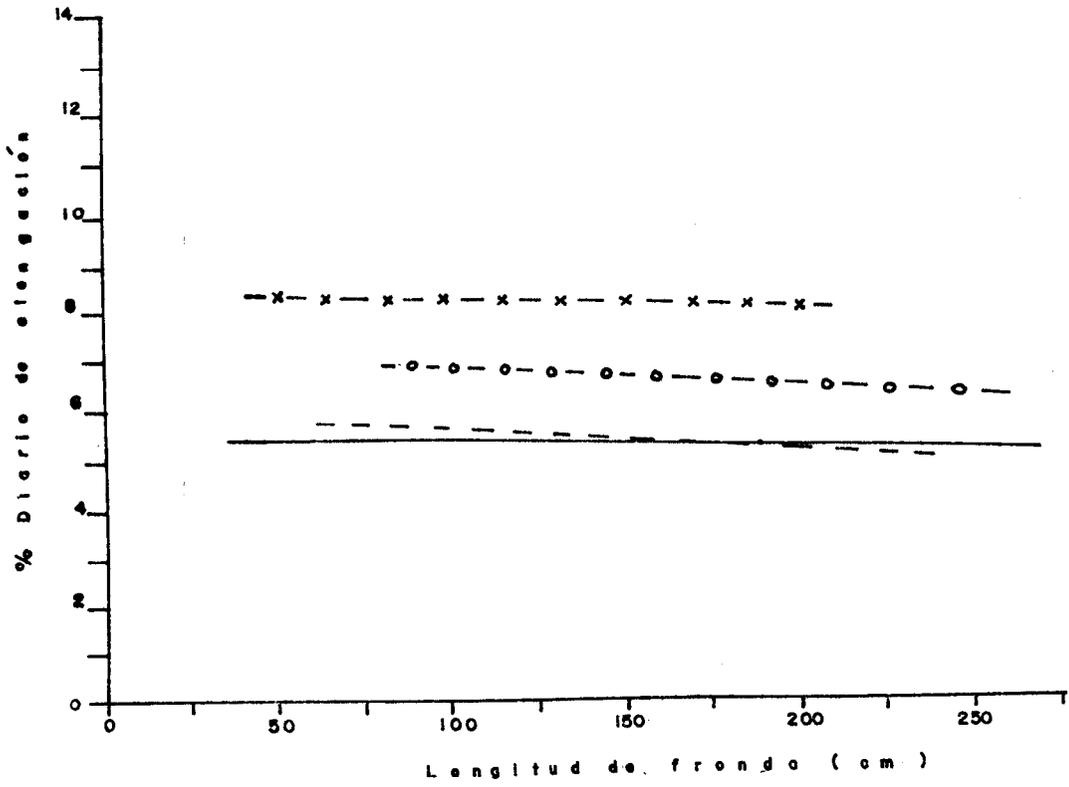


Fig.17. Porcentaje diario de elongacion en funcion de la longitud de frondas de Macrocyctis pyrifera. Manto testigo. Bahía Tortugas, B.C.S. (1985).
 — Primavera; ---- Verano; o-o-o Otoño; x-x-x Invierno.

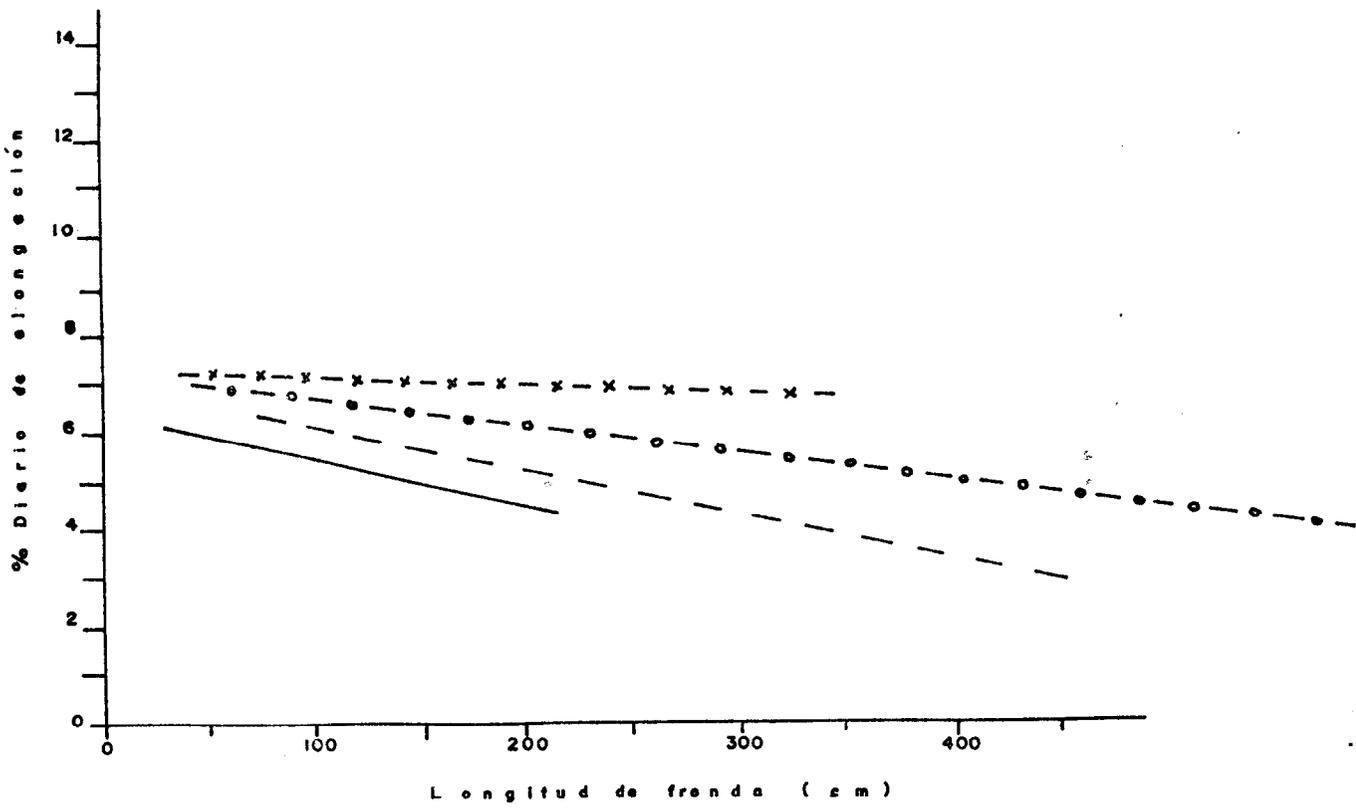
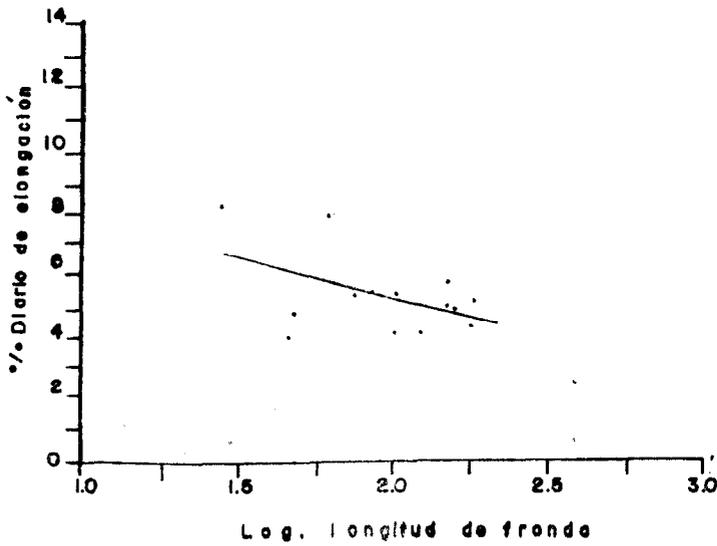


Fig.18. Porcentaje diario de elongacion en funcion de la longitud de frondas de Macrocyctis pyrifera. Manto cosechado. Bahía Tortugas, B.C.S. (1985).
 — Primavera; ---- Verano; o-o-o Otoño; x-x-x Invierno.

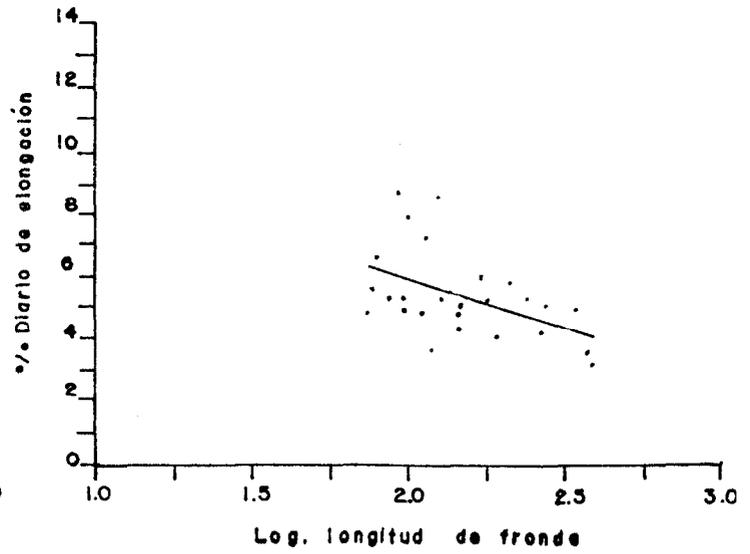
de correlación fueron significativo para todas las rectas ($\alpha = 0.10$) con pendientes negativas, con excepción de la de invierno, lo que significa una tendencia a disminuir el porcentaje de elongación a medida que la longitud de la fronda es mayor.

Para calcular la tasa estándar de crecimiento, se realizó la correlación del logaritmo base diez de la longitud de las frondas y el porcentaje diario de elongación. Las figuras 19 y 20 muestran los diagramas de dispersión obtenidos para el manto testigo y el manto cosechado, respectivamente. La figura 21 muestra la comparación entre las rectas obtenidas para el manto testigo. La tasa estándar de crecimiento para primavera fue de $G = 5.31$, en verano $G = 8.3$, en otoño $G = 8.4$ y en invierno $G = 8.8$. No se encontró diferencia significativa entre las pendientes de las rectas ($\alpha = 0.05$) y los valores de G obtenidos, que representan la intersección en el eje Y (elevación) no fueron significativamente diferentes ($\alpha = 0.05$), excepto al comparar el valor obtenido en primavera con el de las otras estaciones.

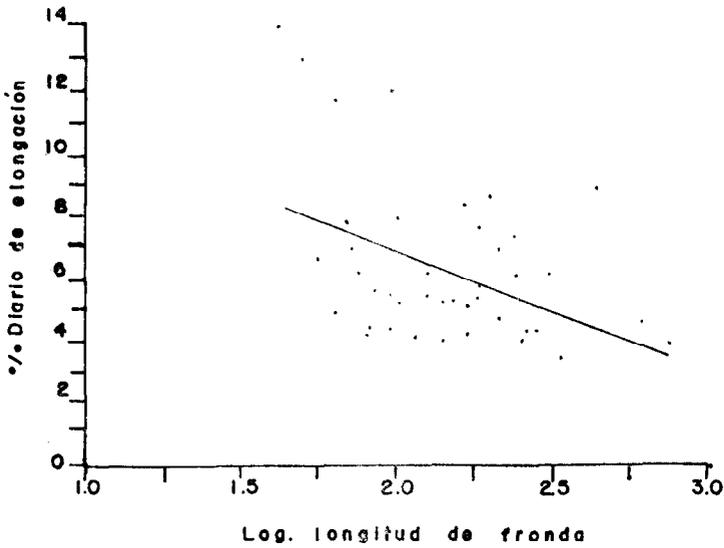
La figura 22 muestra la comparación entre las rectas obtenidas en el manto cosechado; la tasa estándar de crecimiento para primavera fue de $G = 10.1$, verano $G = 12.2$, otoño $G = 14.4$ e invierno $G = 6.9$. Las pendientes de



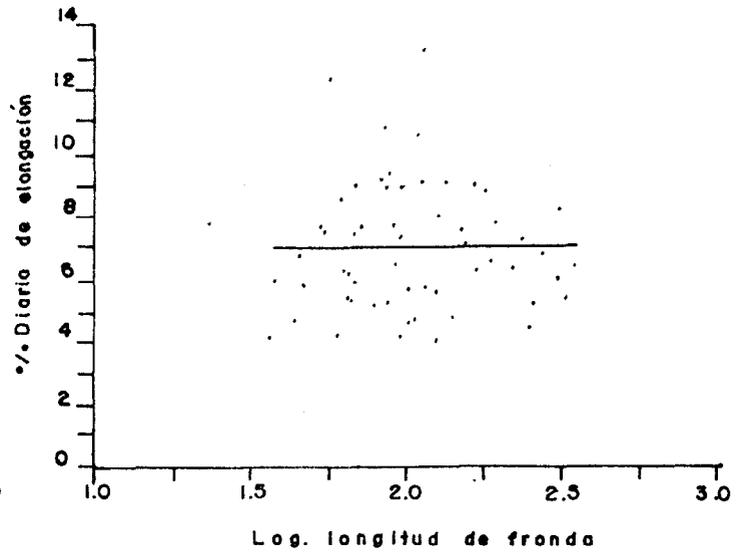
A) Primavera



B) Verano

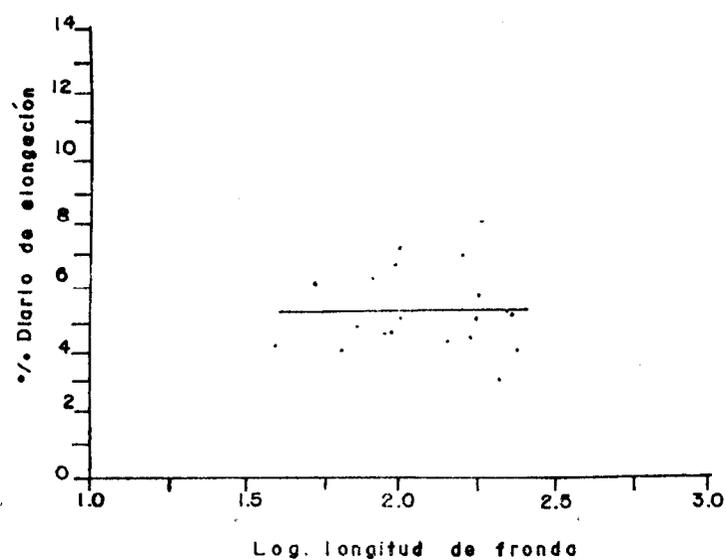


C) Otoño

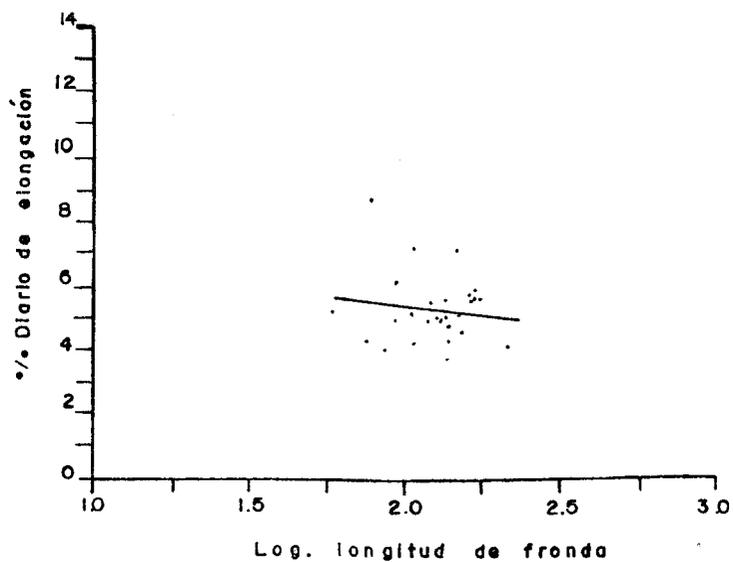


D) Invierno

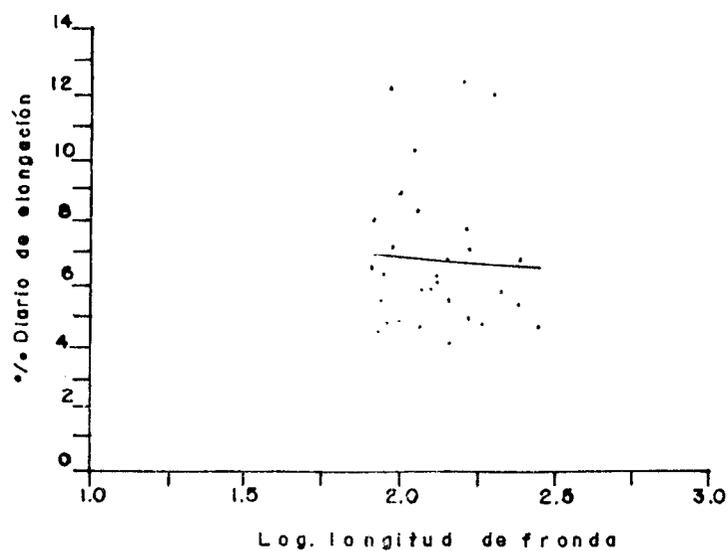
Fig.19. Porcentaje diario de elongación en función del logaritmo de la longitud de frondas de Macrocystis pyrifera en un manto testigo. Bahía Tortugas, B.C.S. (1985).



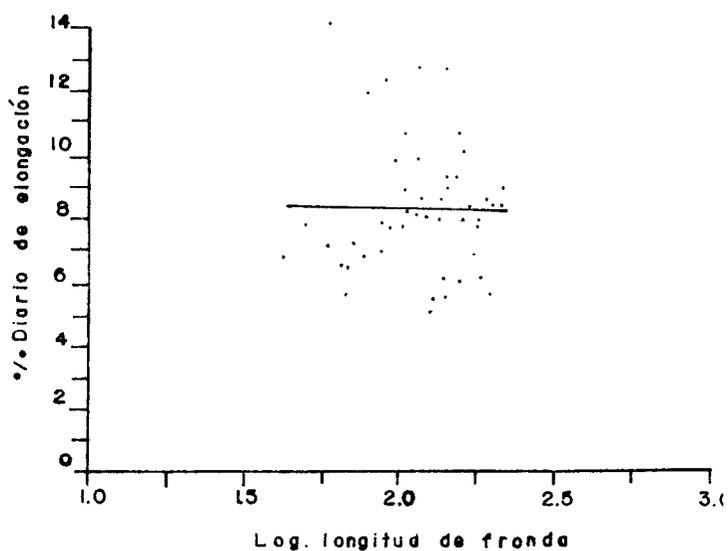
A) Primavera



B) Verano



C) Otoño



D) Invierno

Fig.20. Porcentaje diario de elongación en función del logaritmo de la longitud de frondas de Macrocystis pyrifera en un manto cosechado. Bahía Tortugas, B.C.S. (1985).

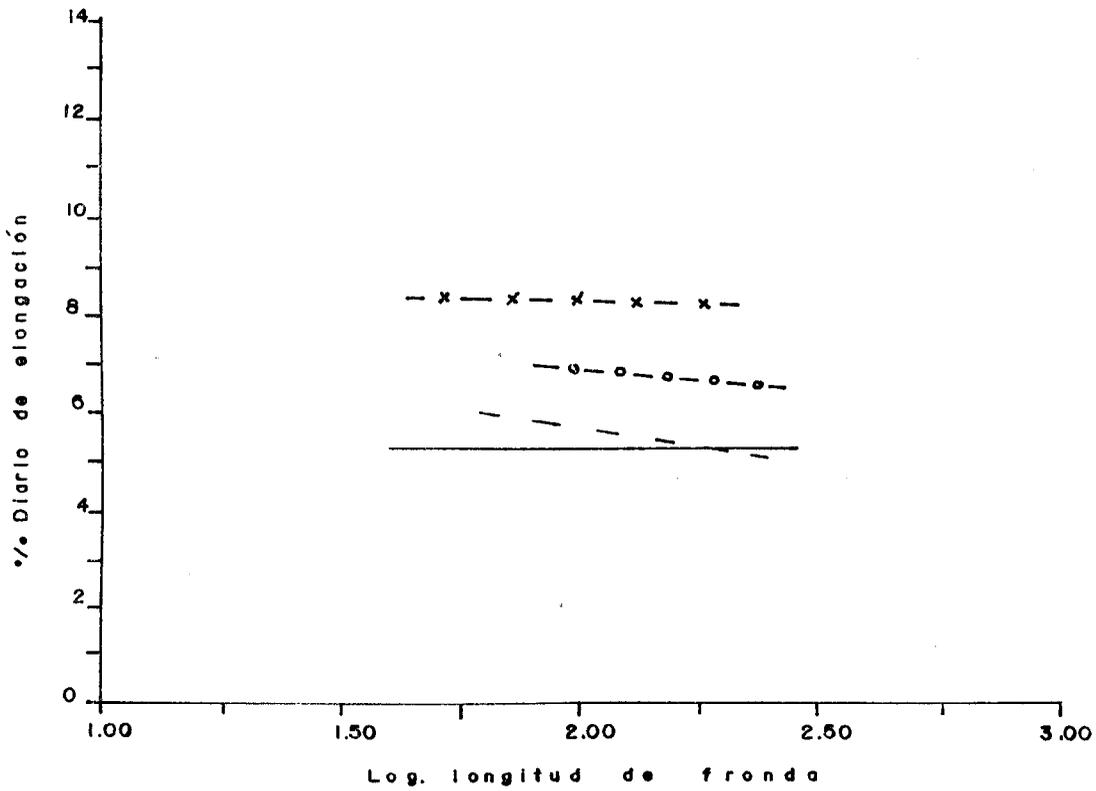


Fig.21. Comparación del porcentaje diario de elongación en función del logaritmo de la talla de frondas de Macrocyctis pyrifera en un manto festigo. Bahía Tortugas, B.C.S. (1985).
 — Primavera; - - - Verano; ····· Otoño; -x-x- Invierno.

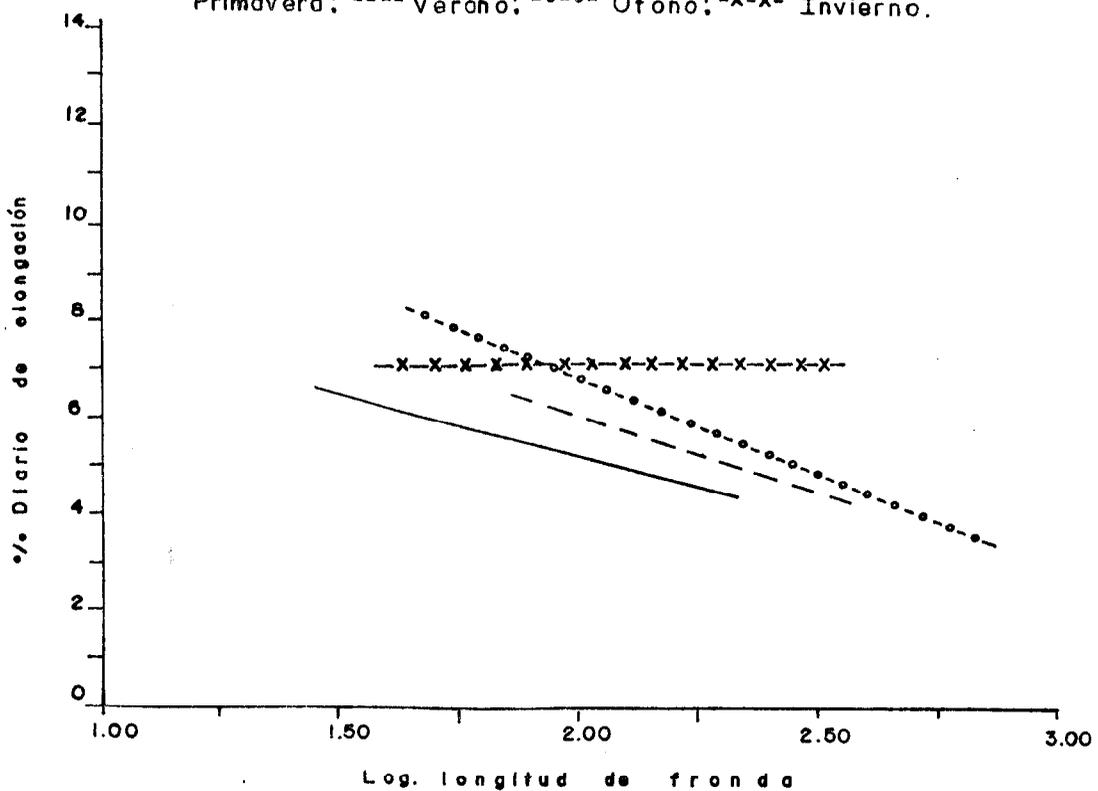


Fig.22. Comparación del porcentaje diario de elongación en función del logaritmo de la talla de frondas de Macrocyctis pyrifera en un manto festigo. Bahía Tortugas, B.C.S. (1985).
 — Primavera; - - - Verano; ····· Otoño; -x-x- Invierno.

las rectas no fueron significativamente diferentes ($\alpha=0.05$) excepto para al comparar verano-invierno y otoño-invierno. Los valores de G obtenidos fueron significativamente diferentes ($\alpha=0.05$), presentándose el mayor valor en otoño seguido de verano, primavera e invierno (notablemente más bajo). La comparación entre ambos mantos mostró que no existe diferencia significativa entre las pendientes ($\alpha=0.05$), excepto con la primavera.

Los valores de tasa estándar de elongación fueron significativamente mayores en el manto cosechado ($\alpha=0.05$) excepto en invierno en que fue mayor en el manto testigo.

La figura 23 (Anexo 1, tabla 15) y 24 (Anexo 1, tabla 16) muestran el crecimiento promedio para las frondas recuperadas después de 100 días de marcadas. En las gráficas se señalan dos estaciones ya que las frondas se marcaban en una estación y se recobraban en la siguiente, sin embargo, la primera solo corresponde 24 ó 29 días de crecimiento, de manera que la mayor parte de éste se llevó a cabo en la siguiente estación del año, por lo cual el valor obtenido se referirá a la segunda estación donde se llevó a cabo la mayor parte del crecimiento.

En el manto testigo (figura 23) el mayor crecimiento se

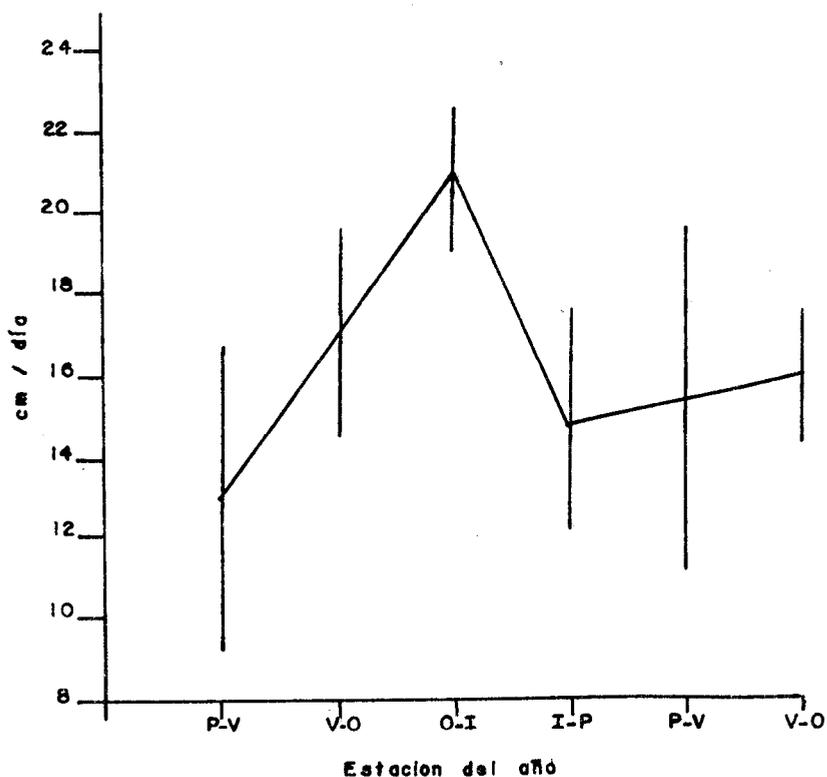


Fig.23. Crecimiento promedio estacional de frondas de *Macrocystis pyrifera* en 100 días. Manto testigo. Bahía Tortugas, B.C.S. (1985-1986)
P=Primavera; V=Verano; O=Otoño; I=Invierno

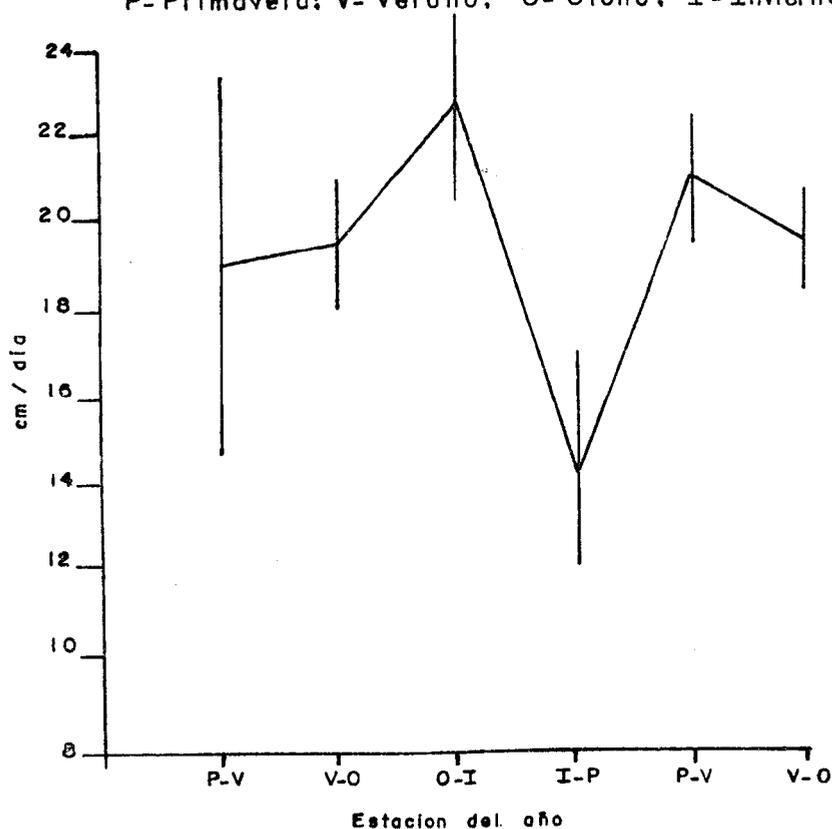


Fig.24. Crecimiento promedio estacional de frondas de *Macrocystis pyrifera* en 100 días. Manto cosechado. Bahía Tortugas, B.C.S. (1985-1986)
P=Primavera; V=Verano; O=Otoño; I=Invierno

presentó para las frondas de invierno con 20.8 cm/día; le siguen las frondas de otoño con 17.0 cm/día; primavera con 14.7 cm/día y finalmente verano con 12.8 cm/día. Los valores encontrados fueron significativamente diferentes ($\alpha=0.10$) excepto entre otoño-primavera y primavera-verano. Durante el segundo año el crecimiento promedio en verano fue de 15.4 cm/día y en otoño de 16.0 cm/día, sin presentar diferencia significativa entre un año y otro. Las líneas verticales en la figura 23 representan el intervalo de confianza para la media.

En el manto cosechado (figura 24) el mayor crecimiento para las frondas recobradas después de 100 días de marcadas se presentó en invierno con 23.3 cm/día seguido de otoño con 19.45 cm/día, verano 19.03 cm/día y finalmente primavera con 14.72 cm/día. Los valores encontrados fueron significativamente diferentes ($\alpha=0.10$), excepto entre invierno-verano y otoño-verano. Durante el segundo año el crecimiento promedio en verano fue de 21 cm/día y en otoño de 19.5 cm/día, sin presentar diferencia significativa ($\alpha=0.05$) respecto al año anterior. En este manto también se presentó una amplia variación en el intervalo de confianza, mostrando la variabilidad en la longitud de las frondas recuperadas. Al comparar los valores obtenidos entre ambos mantos se observó que el crecimiento fue mayor en el manto cosechado, sin embargo, no se encontró

diferencia significativa ($\alpha=0.10$), exceptuando la estación de verano tanto en el primer año como en el segundo.

7.2.2. R e g e n e r a c i ó n

El grado de regeneración del manto cosechado se determinó mediante la observación de las plantas con frondas marcadas para la medición de crecimiento y la evaluación de su biomasa superficial cada tres meses, comparándola con la biomasa superficial del manto testigo en la localidad de Bahía Tortugas, B.C.S.

En las observaciones submarinas del manto cosechado se encontró una completa recuperación de las plantas marcadas, presentando una tasa de crecimiento estándar de sus frondas superior incluso a las del manto testigo, como se mencionó en el análisis de período largo. Esta condición se mantuvo después de la primera cosecha de primavera, en el verano y otoño, sin embargo, en invierno se encontró un deterioro de la mayoría de las plantas marcadas, encontrándose solamente 4 de las 17 frondas que fueron marcadas en otoño, de las cuales tres pertenecían a una planta alejada del área de corte y al parecer no fue cosechada en el muestreo de otoño. El manto testigo no presentó ningún daño, que pudiera estar relacionado con la condición del manto cosechado.

Para verificar si este deterioro se debió al efecto de cosecha, se inició el marcado de frondas en un nuevo manto (2) y se siguió el crecimiento de los siguientes tres períodos (invierno-primavera, primavera-verano, verano-otoño), efectuando la cosecha en la misma forma en que se practicó en el primer manto. En este caso a pesar de que no se presentaron efectos de mortalidad sobre todas las plantas, en el último período (después de la tercera cosecha), solo se recuperaron 7 frondas de 35 que fueron marcadas, indicando una alta mortalidad de frondas.

La biomasa superficial en el manto testigo en primavera al inicio del estudio fue de 6.2 kg/m^2 , aumentó en verano a 8.1 kg/m^2 , disminuyó en otoño a 5.1 kg/m^2 y presentó un ligero incremento en invierno llegando a 6.0 kg/m^2 . Durante el segundo año de medición, la biomasa de primavera fue de 8.1 kg/m^2 , disminuyó en verano a 4.06 kg/m^2 y se mantuvo en otoño en 4.8 kg/m^2 (figura 25).

En el manto sometido a cosecha se calculó una biomasa superficial inicial en primavera de 7.7 kg/m^2 , en verano llegó a 6.1 kg/m^2 , lo que representa una regeneración de 79.2%, en otoño se calcularon 4.3 kg/m^2 , lo que representa una regeneración de 70.4% en relación a la biomasa de verano; en invierno la biomasa superficial aumentó a 6.2 kg/m^2 lo cual representa una regeneración mayor del 100%

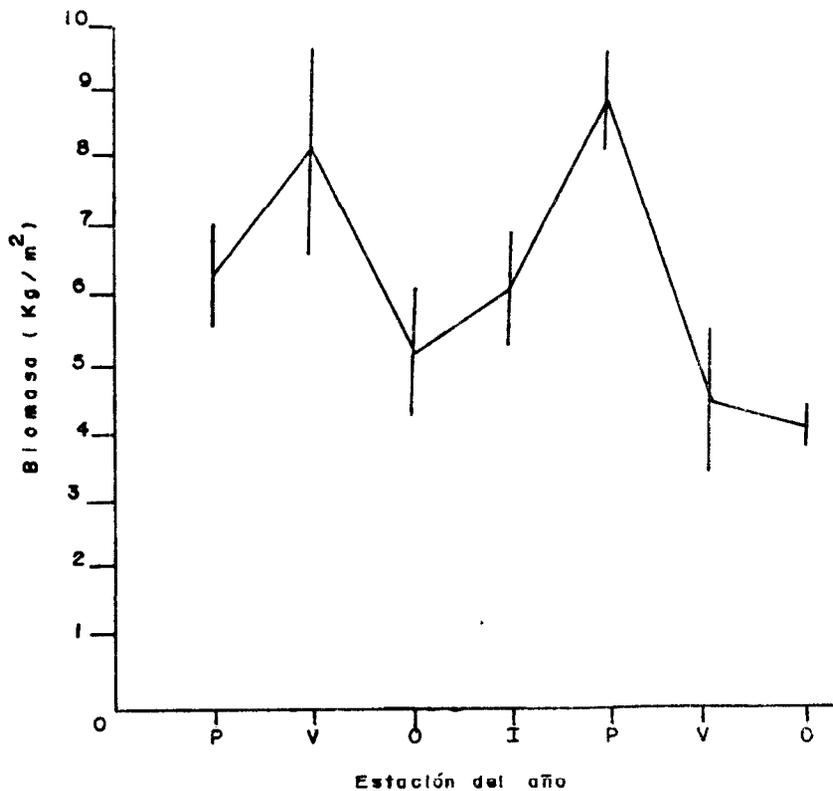


Fig.25. Variación estacional de la biomasa superficial en un Manto testigo. Bahía Tortugas, B.C.S. (1985-1986)
P=Primavera; V=Verano; O=Otoño; I=Invierno.

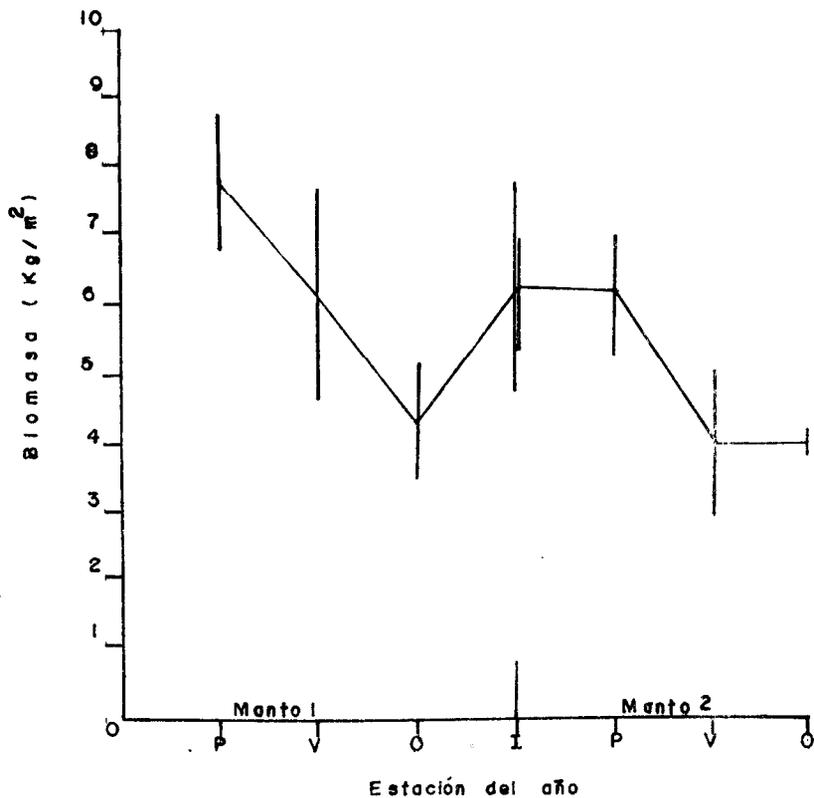


Fig.26. Variación estacional de la biomasa superficial en un Manto cosechado. Bahía Tortugas, B.C.S.(1985-1986).
P=Primavera; V=Verano; O=Otoño; I=Invierno.

respecto a las dos estaciones anteriores y una regeneración de 80.5% respecto a la biomasa de primavera, sin embargo, se observó que el incremento de la biomasa en invierno después de tres cosechas fue debido a la penetración de frondas de plantas vecinas al área de corte más que al crecimiento de las plantas en observación.

Debido al daño sufrido por las plantas después de las tres primeras cosechas, se decidió cambiar de manto para repetir esta parte del estudio, eligiendo un manto cercano al anterior pero aislado, con el fin de evitar el problema de la incursión de frondas de plantas vecinas. Al inicio de este segundo año en invierno la biomasa superficial fue de 6.2 kg/m^2 , en primavera llegó a 6.1 kg/m^2 representando una regeneración de 98.3%, en verano disminuyó a 4.4 kg/m^2 lo que representa una regeneración de 72.1%, en otoño nuevamente llegó a 4.4 kg/m^2 , representando una regeneración de 100% respecto a verano y de 72.1% respecto a primavera (figura 26) (Anexo 1, tabla 18).

Comparando los valores obtenidos por estación entre los dos mantos se encontró que la biomasa de verano del primer año y la de primavera del segundo año fueron significativamente mayores ($\alpha=0.05$) en el manto testigo; la comparación entre otras estaciones no fue significati-

vamente diferente.

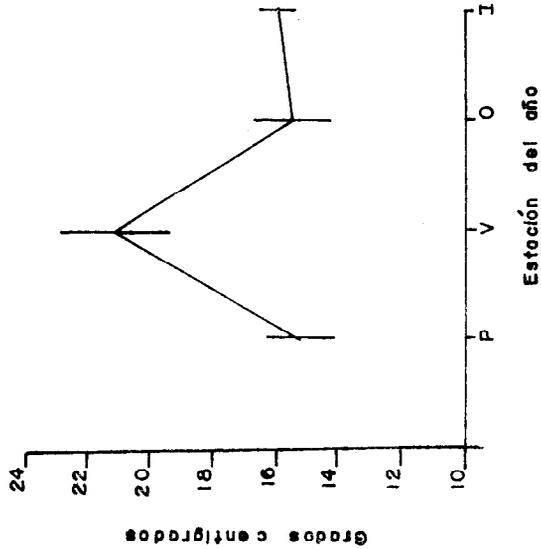
7.2.3. Registros de temperatura

La temperatura ambiental promedio en la localidad de Bahía Tortugas, B.C.S. se mantiene más o menos uniforme en los meses de primavera, otoño e invierno con 15.2, 15.5 y 15.9° C respectivamente, y en verano se presenta un máximo de 21.1° C (figura 19a) (Anexo 1, tablas 19 a 22).

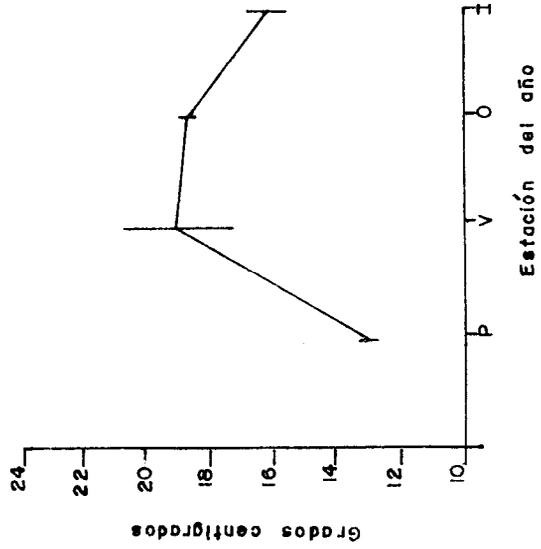
La temperatura superficial mínima del agua se presentó durante la primavera con 12.8° C, el valor máximo se presentó en verano con 19° C descendiendo ligeramente en otoño a 18.7° C y disminuyendo en invierno a 16° C (figura 19b).

La temperatura de fondo sigue el mismo comportamiento estacional que en la superficie con un grado menos aproximadamente, con excepción del verano. El mínimo se presentó en la primavera con 11.2° C, durante el verano y el otoño se mantuvo en 17.3° C y en invierno bajó a 15.2° C (figura 19c). Las líneas verticales representan el intervalo de confianza para la media de los registros obtenidos.

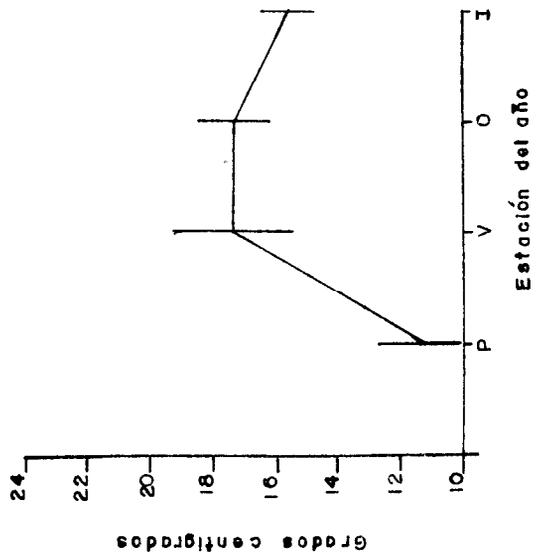
La figura 20 muestra la temperatura superficial mensual en Bahía Tortugas, B.C.S. durante tres años (Turruiates,



A) Temperatura ambiental



B) Temperatura superficial



C) Temperatura de fondo

Fig.27. Variación estacional promedio de la temperatura ambiente y del agua de mar durante el periodo de estudio en Bahía Tortugas, B.C.S. (1985)

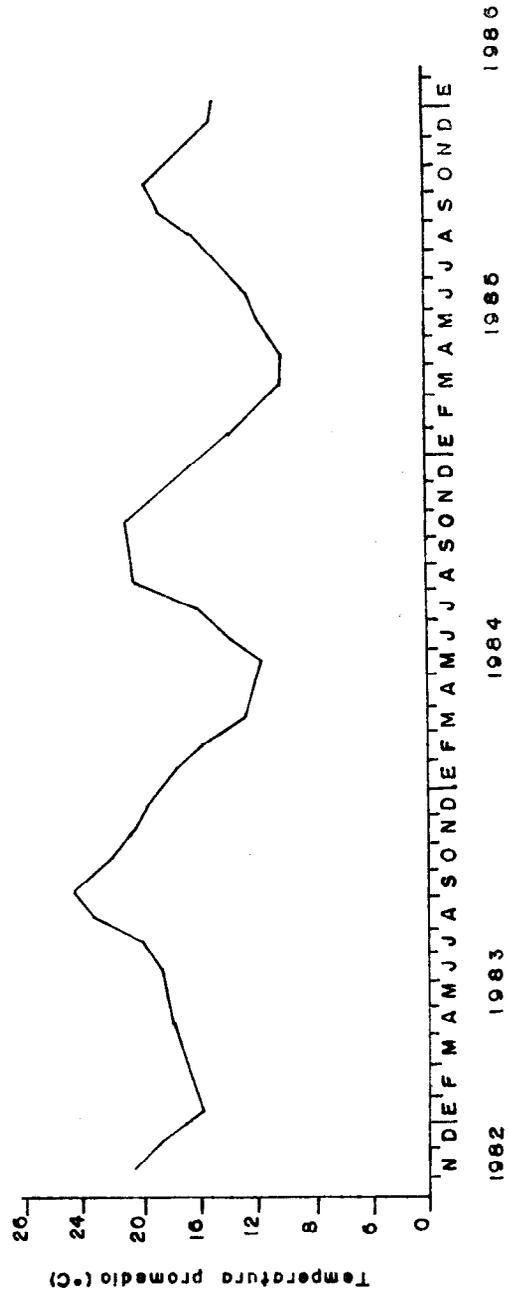


Fig.28. Variación mensual de la temperatura superficial del agua de mar en Bahía Tortugas, B.C.S. (Turrubiates Morales, comunicación personal)

comunicación personal), observándose el mismo patrón que se obtuvo con los datos registrados durante el período de estudio.

8. D I S C U S I O N

8.1. Evaluación del recurso

La fotografía aérea ha demostrado ser el método más eficiente y exacto para cuantificar la cobertura de los mantos de Macrocystis pyrifera y se ha aplicado con esta finalidad desde hace 21 años (North, 1967-1973; Krepper y Hall, 1976; Casas et al., 1985). La ventaja de la fotografía aérea es que se puede conocer con precisión el área de los mantos casi simultáneamente en una zona muy extensa, además de conocer su ubicación, sin embargo, tiene el inconveniente de que se requieren condiciones óptimas para obtener buenas fotografías; deben presentarse condiciones oceanográficas y atmosféricas favorables (como pequeñas olas, corrientes débiles, claridad en el agua y pocas o ninguna nube y ocurrir simultáneamente, situación que rara vez se presenta cuando se desean tomar las fotografías haciendo más difíciles los problemas logísticos asociados con la coordinación de las determinaciones de campo (Barilotti, 1978).

Invierno de 1985 - 1986

Durante la evaluación de invierno de 1985-86 se presentaron con-

diciones óptimas, lográndose fotografiar el 100% de la cobertura de los mantos. Se encontró que la distribución descrita por otros autores (Dawson et al., 1960; Guzmán del Proo et al., 1971 y Casas et al., 1985) de la frontera con Estados Unidos hasta Punta San Hipólito, B.C.S., se había reducido en el límite sur, presentándose solo hasta Bahía Tortugas, B.C.S. Esta reducción en la distribución de la especie como mantos, es el resultado del deterioro que éstos sufrieron durante 1983, por el incremento de la temperatura del agua y una disminución en la concentración de nutrientes durante el fenómeno de "EL NIÑO" (Gerard, 1984), y la proliferación de Eisenia arborea, que produjo una sustitución competitiva, impidiendo el desarrollo de los mantos de M. pyrifera (Hernández, en revisión).

Los mapas de localización de los mantos para esta estación del año, muestran que su posición se ha mantenido de acuerdo con los mapas presentados por Guzmán del Proo et al., (1971). La presencia continua de los mantos para esta estación del año se observó desde las Islas Coronado hasta Bahía del Rosario, a partir de este punto se presentó una discontinuidad hasta las Islas San Benito, donde aparecen nuevamente áreas de gran cobertura que pertenecen a la zona 4. Se observa que durante el invierno se presentó un gradiente de aumento del área cubierta por mantos hacia el sur de la distribución; las dos zonas más al norte (1 y 2) presentaron un área similar de 461,306 m² y 392,483 m² y se apreció un notable aumento en la zona 3 con 2'334,182 m² presentándose en esta

zona uno de los mantos más grandes de la península, el cual cubría en forma continua de Punta San Telmo a Punta San Jacinto. La zona 4 presentó el área mayor de mantos con 3'297,060 m² a pesar de la ausencia de grandes áreas de mantos que antes se encontraban cubiertas por M. pyrifera entre Morro Hermoso y Punta Prieta, B.C.S. en el verano de 1982 (Casas et al., 1985), lo que demuestra la importancia de esta especie en el sur de su distribución. El área total cubierta por M. pyrifera en el invierno de 1985-86 fue de 6'485,033 m², siendo este valor menor al reportado por Casas et al., (1985) de 8'803,103 m² para el verano de 1982.

Aunque los datos de biomasa superficial obtenidos no proporcionan el valor de la biomasa total, nos permiten obtener un valor práctico que representa la biomasa cosechable, es decir, aquella que se encuentra disponible hasta un metro de profundidad. En la mayoría de las muestras el cuadrante se localizó en coberturas formadas por extensión de las frondas, por lo que no llegaba hasta un metro de profundidad y solo en algunos casos se localizó el cuadrante precisamente donde emergía una planta, en cuyo caso se cortaron las frondas hasta un metro de profundidad. Los valores de biomasa superficial de invierno fueron medidos en 4 localidades, tres en la parte norte de la distribución y una en el sur; no se tomaron muestras en más puntos hacia el sur debido a la ausencia de mantos. Los valores promedio obtenidos, muestran que existen diferencias significativas ($\alpha=0.05$) entre las distintas zonas para las 3 diferentes densidades en que fueron divididos

los mantos. El valor más alto se presentó en la Bahía del Rosario (zona 3) con 9.1 kg/m^2 en la densidad alta y 6.8 kg/m^2 en la densidad media; el valor de densidad baja fue homogéneo para todos los puntos de muestreo entre 3.4 y 4.3 kg/m^2 .

En las cosechas totales estimadas se observa nuevamente como en los valores de área, un gradiente de aumento de norte a sur. Las zonas del norte (1 y 2) solo contribuyeron con un pequeño porcentaje al total (4.61% y 6.28%, respectivamente); la zona 3 presentó 10,989 ton (30.0%) y en la zona 4 se calculó un valor que supera a la suma de las cosechas de las 3 zonas de la parte norte con 20,538 ton que representan casi el 60% del total. La cosecha total estimada para el invierno de 1985-86 fue de 36,510 ton \pm 2,260 ton; este valor aunque es menor al reportado por Casas et al. (1985) de 80,000 ton para el verano de 1982, era de esperarse, ya que en el invierno se han presentado las menores cosechas. Durante los últimos 15 años (1972-1986) el barco sargacero ha explotado para la estación de invierno un promedio de 3,959 ton/año, lo cual representa el 13.6% de la cosecha promedio anual (28,300 ton) y constituye el menor porcentaje en relación a las otras estaciones.

Considerando la discontinuidad de los mantos en la Bahía Vizcaíno, se puede realizar una gran división para separar los mantos de la parte norte de la distribución, desde la frontera con Estados Unidos hasta Punta San Carlos (zonas 1, 2 y 3) y los de la parte sur,

de las Islas San Benito a Punta San Pablo (zona 4), se observa que de las 36,510 ton calculadas en invierno casi el 60% se encuentra en la parte sur y 40% en la parte norte.

Primavera de 1986

En la primavera se observó un notable incremento en el área de los mantos manteniendo la misma ubicación, las localidades marcadas con asteriscos en los mapas representan los mantos que no fueron fotografiados pero que se constató visualmente su presencia. Se mantuvo la discontinuidad de los mantos desde la Bahía del Rosario hasta las Islas San Benito, a partir de este punto se volvieron a presentar mantos grandes en las islas cercanas, continuando por la línea de costa hasta Morro Hermoso y pequeñas manchas aisladas hasta Punta San Pablo. La zona entre Bahía Asunción y Punta San Hipólito continuó sin presentar mantos de M. pyrifera.

Durante este muestreo la zona 4 se dividió en dos subzonas, ya que durante el vuelo de invierno se observó que los mantos de Punta Eugenia presentaban características diferentes a los de Bahía Tortugas, además de proporcionarnos un mayor número de muestras para tener mayor precisión en los resultados, sin embargo, para fines de discusión se mencionarán las zonas 4 y 5 como una sola para compararla con el resto de las estaciones.

Los cálculos de las áreas cubiertas por mantos muestran que se mantiene el gradiente de aumento de norte a sur. Las mayores coberturas se presentaron en la zona 3 con 5'697,604 m² y la zona sur (4 y 5) con un valor similar de 5'782,956 m² y representan las zonas de mayor importancia en área del total calculado de 14'189,275 m².

En las estimaciones de la biomasa superficial de la zona 3 solo fue posible evaluar un manto de densidad media, por las condiciones del tiempo, por lo que para las densidades alta y baja se emplearon los valores obtenidos en la zona 2, tomándose en consideración que el valor de densidad media calculado fue el mismo en ambas zonas. Se observa un gradiente de aumento hacia el sur de la distribución para la densidad alta, variando de 5.9 kg/m² en la zona 1 a 8.7 kg/m² para la zona 5. Los valores de densidad media y baja fueron similares para las tres zonas del norte e igualmente fueron similares entre las dos zonas del sur.

Las determinaciones de cosecha muestran un notable aumento en las zonas con relación al invierno, con un gradiente de aumento de norte a sur. La estimación de las áreas fotografiadas da un valor de cosecha de 54,411.9 ton y se estimó que existían en las áreas no evaluadas un potencial de 32,516.2 ton, haciendo un total de 86,928 ton. Este valor se obtuvo considerando la suma de las cosechas medias de cada zona. El valor total obtenido por el método de muestras estratificadas dió un total de 87,095 ton \pm 4,528 ton,

valor muy cercano al primero, lo que demuestra la bondad del método, permitiéndonos establecer un intervalo de confianza para la estimación. En esta estación el 52% de la cosecha total correspondió a los mantos que se encuentran al norte de la discontinuidad (zonas 1, 2 y 3) y 48% a los mantos del sur (zonas 4 y 5).

El valor de cosecha obtenido es similar al reportado por Casas et al., (1985) y se refleja en la actividad del barco sargacero, ya que durante los últimos 15 años se han explotado en promedio en la primavera 8,864 ton anuales que representan el 32.5% de la cosecha anual y constituye la segunda estación más productiva.

Verano de 1986

Durante el verano se presentaron las mayores coberturas así como los mayores valores de cosecha. La distribución de mantos grandes aumentó hacia el sur de Bahía del Rosario hasta Punta San Fernando donde se inició la discontinuidad hasta las Islas San Benito; a partir de este punto se presentaron mantos grandes en las islas cercanas, continuando por la línea de costa hasta Morro Hermoso y pequeñas manchas aisladas hasta Punta San Pablo. La zona de Bahía Asunción a Punta San Hipólito continuó sin presentar mantos de M. pyrifera y se constató en Bahía Asunción el desarrollo de grandes mantos de Eisenia arborea con longitudes máximas de 2.5 m sobre los fondos ocupados antes por M. pyrifera.

Las superficies totales en campo por zona, muestran el mismo patrón de cobertura con un gradiente norte-sur. En todas las zonas se aprecia un aumento considerable, llegando a un valor de 18'682,018 m² siendo éste el valor más alto registrado en las evaluaciones de este recurso. Los valores de cosecha obtenidos muestran también este patrón, sin embargo, el aumento en las cosechas es más notorio en las 2 zonas más al norte; en la zona 2 se incrementó de 2,579 ton calculadas en primavera a 6,579 ton en verano (a pesar de que no fue posible fotografías la zona entre la frontera y Punta Banda); en la zona 2 la cosecha calculada en primavera de 11,612 ton se incrementa a 24,743 ton. Las zonas 3 y 4 tuvieron poco aumento mientras que en la zona sur (4 y 5) disminuyó el valor de cosecha de 41,508 ton calculadas en primavera a 34,427 ton en verano. Esta disminución en las zonas del sur fue debido a los bajos valores obtenidos en la biomasa superficial. Durante el muestreo se pudo apreciar que aunque la cobertura no había variado, la capa superficial era muy delgada, posiblemente relacionado con las altas temperaturas que se presentan durante el verano en esta zona.

El valor total de cosecha obtenido de 99,626 ton es muy cercano al reportado por Casas et al., (1985) para la misma estación (verano), de hecho mencionan que no fueron fotografiadas algunas localidades, que representaban aproximadamente 20% de la cosecha total por lo que la estimación podría llegar a 100,000 ton, coincidiendo con el valor obtenido en este trabajo. Durante esta es-

tación el 65.7% de la cosecha correspondió a los mantos del norte (zona 1, 2 y 3) y 34.3% a los mantos del sur de la distribución.

Al analizar las estadísticas de cosecha del barco sargacero, nuevamente podemos observar que el valor de cosecha promedio corresponde con los resultados obtenidos ya que en los últimos 15 años de explotación se han obtenido en promedio 9,297 ton para la estación de verano, lo que representa el 34% de la cosecha anual y constituye la estación más productiva.

Las fluctuaciones de abundancia de los mantos también se reflejan en los volúmenes cosechados por el barco sargacero, ya que en primavera y verano se han reportado valores de 14-35 kg/m² mientras que en el invierno disminuye a 5-10 kg/m² (Guzmán del Proo et al., 1971; Michaneck, 1975). Estas fluctuaciones también se reflejan en el esfuerzo de pesca, ya que el barco emplea de cinco a siete horas como máximo durante los meses de primavera y verano para llenar su máxima capacidad, mientras que en el invierno consume 10 horas (Guzmán del Proo et al., 1971). Estas observaciones fueron confirmadas para el período (Guzmán del Proo et al., 1971) y por Corona (1985) en el período 1978 - 1984.

En general se puede observar que no existe un gradiente en aumento de los volúmenes cosechables para las diferentes localidades, por lo que los mantos más productivos pueden encontrarse en forma

alternada, posiblemente en relación a las mejores condiciones físicas y oceanográficas que se presentan en cada localidad, sin embargo, si agrupamos los mantos en zonas se puede observar un gradiente en abundancia de norte a sur.

Por otra parte, considerando la división entre los mantos de la parte norte de la distribución y los de la parte sur se refleja la diferencia del desarrollo de los mantos en estas dos grandes áreas. La distribución porcentual de la biomasa cosechable puede resumirse en el siguiente cuadro:

ESTACION DEL AÑO	COSECHA ESTIMADA (ton)	%NORTE	%SUR
Invierno	36,510	40.0	60.0
Primavera	87,096	52.4	47.6
Verano	99,600	65.7	34.3

Esta distribución del porcentaje de algas resulta ser de interés ya que solo las áreas de la parte norte son cosechadas quedando disponible casi el 50% del recurso que año con año es desaprovechado depositándose en las playas durante las épocas de tormentas y marejadas. Debe aclararse que la división realizada no corresponde con la división política de la península, ya que áreas con mantos muy importantes considerados en el sur de la distribución corresponden al estado de Baja California, específicamente las Islas San Benito y la Isla Cedros, sin embargo, el estado de Baja California

Sur también cuenta con mantos importantes y se espera que eventualmente se recuperen las áreas entre Punta San Pablo y Punta San Hipólito, ya que poco a poco Macrocystis pyrifera está repoblando esta área.

Existen en la literatura algunas estimaciones de los volúmenes cosechables de Macrocystis pyrifera en México, los cuales pueden resumirse en el siguiente cuadro:

AUTOR (año)	COSECHA ESTIMADA (ton)
Camerón (1915) *	8,500,000
Tseng (1947) *	425,000
Guzmán del Proo (1975) *	65,000 - 147,000
Casas <u>et al.</u> , (1981) **	49,000 (otoño de 1981)
Casas <u>et al.</u> , (1985)	80,000 (verano de 1982)

* Citados por Michaneck (1975).

** Informe técnico para CICIMAR (no publicado).

Aunque se desconoce la metodología que se utilizó para obtener el valor reportado por Guzmán del Proo (citado en prensa por Michaneck, 1975), se aproxima a los intervalos estacionales que aquí se reportan, mientras que los valores de Casas et al., (1981, 1985) obtenidos con la metodología que aquí se describe, están dentro del intervalo encontrado. El valor reportado de otoño, a pe-

sar de ser de otro año, complementa la información para establecer la variación estacional de los mantos de M. pyrifera.

Hodder y Meal (1978) han calculado la cobertura y distribución de los mantos en California, mediante el empleo de fotografía aérea con película infrarroja, encontrando que las fluctuaciones en el área varían geográfica y temporalmente dependiendo de ciertas consideraciones locales y regionales. En el área que estudiaron la temperatura del agua y el tipo de oleaje son los factores de mayor influencia. Harger (1983) ha observado que los mantos han disminuído su tamaño en el último siglo; la disminución se ha atribuído a la cosecha, la contaminación, otras actividades humanas, ataques por poblaciones de erizos, períodos naturales de aguas cálidas y períodos naturales de bajos nutrientes. Dicho autor, propone un modelo estadístico que puede predecir 46% de la variación en la tasa de cosecha del alga obteniendo unos meses antes datos de la irradiación superficial promedio, magnitud de las surgencias y la temperatura del agua.

Los valores máximos de área y de cosecha durante la primavera y verano son el resultado del desarrollo favorable que presentan las frondas de Macrocystis durante estas estaciones, lo cual puede estar relacionado con la intensidad de las surgencias que se presentan con mayor fuerza durante estas estaciones en Baja California, con el consecuente aporte de nutrientes que favorecen el crecimiento de las plantas (Reid et al., 1958).

8.2. C r e c i m i e n t o

8.2.1. Manto testigo

En el análisis del crecimiento durante el período de medición corto (15 días) en el manto testigo se encontró que sigue una curva logarítmica creciente, la cual indica que las frondas de menor longitud crecen más lentamente que las frondas mayores, con una tendencia hacia una asíntota donde se mantiene ese ritmo de crecimiento durante algún tiempo. Esta forma de crecimiento fue descrita para M. pyrifera por North (1971b) y para M. integrifolia por Lobban (1978); de acuerdo con estos autores las frondas aceleran su crecimiento a medida que aumentan de longitud; M. pyrifera llega a la máxima tasa de crecimiento cuando la longitud de la fronda es de 12-13 m a profundidades de 10-20 m (North, 1971b); el punto máximo de esta curva se define como el final de la etapa juvenil de la fronda (Leopoldo y Kriedemann, 1975, citado por Lobban, 1978), a partir del cual el crecimiento disminuye al aumentar su longitud hasta llegar a cero cerca de la senectud, completando una curva de tipo campana.

La comparación de las curvas obtenidas muestra que el mayor crecimiento se presenta durante invierno seguido de otoño, primavera y finalmente verano; estadísticamente se presentan diferencias significativas entre primavera-ve-

rano y verano-invierno.

Uno de los principales factores ambientales que limitan el crecimiento de las frondas es la disponibilidad de nutrientes en el agua de mar (North, 1971b, Gerard, 1982a); se ha encontrado, que en el sur de California existe una correlación negativa entre la temperatura del agua y la concentración de nutrientes (Zimmerman, 1983), pudiendo influir estos dos factores en la disminución de la tasa de elongación durante el verano, ya que en esta estación se presentaron las temperaturas más altas de 19° C en superficie y 17.3° C en el fondo; de acuerdo con la ecuación de Zimmerman (op. cit.), a esta temperatura la concentración de nitratos se encuentra a un nivel de 0.472 y 0.694 $\mu\text{M-at/l}$ respectivamente, los cuales son inferiores al nivel de saturación mínimo para la tasa de elongación que es de 1 $\mu\text{M-at/l}$ (Zimmerman, op. cit.).

Las mayores tasas de elongación se presentaron durante el invierno, sin embargo, era de esperarse que también se presentaran durante la primavera que es cuando se registraron las menores temperaturas de 12.8° C en superficie y 11.2° C en el fondo y por lo tanto las concentraciones más altas de nutrientes de 10.752 y 16.937 $\mu\text{M-at/l}$ respectivamente; aunque este patrón ha sido también encontrado en California, no se le ha dado ninguna explicación hasta el

momento, pero podría estar relacionado con la época de reproducción de las plantas, ocupando la mayor parte de su energía en la liberación de esporas, durante el tiempo más favorable que permita la supervivencia de los nuevos organismos. El crecimiento máximo durante el invierno se ha explicado en función de que las plantas emplean una estrategia de producir primero nuevas frondas (aumento de la tasa de iniciación), durante el otoño, cuando se presenta un incremento en la disponibilidad de nutrientes; dicha iniciación de frondas disminuye durante el invierno, en que estas nuevas frondas empiezan a crecer rápidamente, demandando grandes cantidades de nutrientes, este grupo alcanza la superficie al final del invierno y entonces son capaces de apoyar la producción de nuevas frondas (Zimmerman, 1983).

Al graficar el porcentaje diario de elongación de las frondas en función de su longitud, se encontró una amplia dispersión en los puntos obtenidos; esta variabilidad puede deberse a que los intervalos de medición fueron muy cortos, ya que otros autores recomiendan que las mediciones se realicen con suficiente tiempo para que se tenga una considerable elongación (North, 1971b); aunado a esto, las mediciones cuantitativas de crecimiento son extremadamente difíciles, además de presentarse una gran variabilidad natural (Lobban, 1978). Con el fin de disminuir en

algo esta variabilidad se aplicó el criterio descrito por North (1971b), de eliminar aquellas frondas de crecimiento "anormalmente lento"; este criterio está basado en la observación de que cuando un ramoneador rompe la conexión entre una fronda adulta y la planta progenitora, las frondas jóvenes pequeñas disminuyen su tasa de elongación debido a la carencia de nutrientes transportados. Es notorio que estas frondas no siguen el crecimiento normal de las otras y cuando se las examina en campo se les encuentra aisladas del rizoide. Estas frondas lentas no se distinguen fácilmente de las de rápido crecimiento excepto por las mediciones realizadas. Aunque la clasificación es arbitraria, si estas frondas son incluídas causan una distorsión considerable en los cálculos (North, 1971). En nuestro caso este comportamiento pudo ser observado en campo en algunas ocasiones y se reflejó en los datos de crecimiento obtenidos, por lo que se decidió aplicar este criterio. Las frondas de crecimiento negativo también fueron eliminadas en los cálculos, ya que ésto significa pérdida de tejido apical y no proporciona datos útiles que permitan describir el crecimiento de las frondas.

Las pendientes de las curvas fueron cercanas a cero lo que significa que las frondas mantienen el mismo porcentaje de elongación, sin embargo, en teoría éste tiende a disminuir a medida que la longitud de la fronda es mayor; és-

to puede explicarse en función de que las frondas medidas fueron de tallas muy pequeñas; lo cual no permite observar este cambio.

Con los valores del porcentaje diario de elongación se calculó la tasa estándar de crecimiento (G) por el método descrito por North (1971b). Los valores obtenidos para invierno ($G=8.8$), otoño ($G=8.4$) y verano ($G=8.3$) no fueron significativamente diferentes, sin embargo, la diferencia fue significativa cuando se compararon con primavera ($G=5.3$). Este comportamiento puede relacionarse con la hipótesis de que los factores que influyen en el crecimiento tienden a compensarse entre sí, por ejemplo, el aumento de la luz del día en el verano generalmente está asociado a florecimientos del plancton lo cual reduce la iluminación en el fondo, inversamente, los días cortos de otoño e invierno generalmente son las épocas de mayor penetración de la luz en el agua, debido a la ausencia de plancton (North, 1971b, Lobban, 1978). Los valores de tasa estándar de elongación obtenidos por North (1971) para las frondas de M. pyrifera en California fluctuaron entre $G=6.45$ y $G=7.10$ para 6 localidades de La Jolla y se puede observar que estos valores son similares a los obtenidos en este trabajo.

Los promedios de crecimiento para las frondas recobradas después de 100 días de marcadas, presentaron la misma va-

riación estacional calculada en los promedios de los primeros 15 días de medición, es decir, el mayor crecimiento se presenta en invierno (20.8 cm/día) seguido de otoño (17.0 cm/día), primavera (14.7 cm/día) y verano (12.8 cm/día), con diferencia significativa entre la mayoría de éstas. Esta evidencia nos lleva a la hipótesis de que el crecimiento de las frondas pequeñas presenta poca variación estacional, pero cuando llegan a su madurez puede verse reflejada la influencia de los parámetros ambientales, entre los cuales la temperatura parece ser uno de los más importantes; en el caso de la zona de Bahía Tortugas, este factor llega cerca de los niveles críticos para las plantas (19° C) y presumiblemente con bajas concentraciones de nutrientes, lo cual puede influir en la disminución de la tasa de elongación de las frondas de verano. Durante el segundo año de medición después de 100 días de crecimiento se encontraron valores para las mismas estaciones que no difieren significativamente a los obtenidos en el primer año lo que indica que esta estacionalidad puede repetirse anualmente.

8.2.2. Manto cosechado

El crecimiento promedio de las frondas de M. pyrifera en primeros 15 días en el manto sometido a cosecha también mostró una tendencia a incrementar la tasa de crecimiento

a medida que aumenta la longitud de la fronda, sin embargo, la tendencia logarítmica solo se presentó para las frondas de invierno y verano mientras que en primavera y otoño el crecimiento siguió una línea recta. La tasa estándar de elongación fue significativamente diferente entre todas las estaciones y los valores calculados fueron significativamente mayores que en el manto testigo. Clendenning (1971a) menciona que la cosecha del manto puede tener efectos benéficos debido al incremento de la penetración de la luz la cual llega hasta las pequeñas frondas jóvenes promoviendo así su crecimiento vía fotosíntesis. En el presente estudio éste puede ser el caso, ya que se encontraron valores notablemente mayores que en el testigo. El cambio de la tendencia logarítmica a lineal puede deberse a que las frondas continúan durante más tiempo incrementando su tasa de crecimiento y probablemente los valores cercanos a la asintota se alcancen cuando la fronda tiene una longitud mayor en este manto que en el testigo, sin embargo, no se explica por qué no todas las estaciones presentaron esta tendencia.

Las rectas obtenidas de la correlación del porcentaje diario de elongación en función de la longitud de la fronda mostraron disminución del porcentaje con el aumento de la longitud; esta tendencia se observó más claramente en este manto ya que se midieron frondas de mayor longitud

que en el manto testigo. Al igual que en el manto testigo se observó una amplia variabilidad en los valores obtenidos, especialmente en tallas menores.

Los valores de tasa estándar de elongación fueron muy variables, el mayor valor se presentó en otoño con $G = 14.4$ seguido de verano $G = 12.2$ y primavera $G = 10.1$. La tasa estándar de elongación obtenida en invierno no coincide con la tendencia observada en el manto testigo y contrariamente presenta la menor tasa de elongación $G = 6.9$, esta discrepancia puede deberse a la amplia dispersión que presentaron los valores obtenidos entre cada par de mediciones, posiblemente debido a errores en las mediciones a intervalos muy cortos, por lo que es más conveniente realizar la comparación sobre el primer análisis, con los promedios de crecimiento en 15 días, en donde se aprecia que en la estación de invierno es cuando se presentan las mayores tasas de crecimiento en ambos mantos.

El crecimiento promedio de las frondas recobradas después de tres meses (100 días) en el primer manto cosechado presentó aproximadamente el mismo patrón estacional que el manto testigo, con los mayores promedios de crecimiento en invierno (23.3 cm/día) y otoño (19.4 cm/día) y los menores en verano (19.0 cm/día) y primavera (14.7 cm/día) además

de ser significativamente mayores que en el testigo, esto apoya la hipótesis de que la variación estacional es mayormente reflejada cuando las frondas llegan a su madurez después de haber estado expuestas durante toda una estación a determinadas características ambientales. Por otra parte, los valores más altos obtenidos en este manto confirman la influencia de la penetración de la luz sobre las tasas de crecimiento.

Es importante aclarar que el valor máximo obtenido en invierno, corresponde al promedio de solo cuatro frondas que fueron las únicas que se recuperaron en esta estación y que probablemente pertenecían a una planta que escapó a la cosecha, sin sufrir los efectos de ésta como el resto de las plantas, por lo que este valor puede considerarse como parte de las frondas testigo, de hecho muestra un valor similar al obtenido en el invierno para el manto testigo (20.8 cm/día) y también constituye el valor máximo obtenido; lo cual coincide con el análisis de los promedios de crecimiento en 15 días, en el que las mayores tasas de elongación se presentaron durante el invierno.

No se encontró diferencia significativa en los promedios de crecimientos obtenidos en las estaciones de verano y otoño con respecto al año anterior lo que confirma que el patrón de crecimiento en 100 días puede repetirse anualmente.

8.3. R e g e n e r a c i ó n

Como se observa en el siguiente cuadro el porcentaje de regeneración del manto cosechado siempre fue mayor del 70%.

ESTACION (1985)	MANTO COSECHADO BIOMASA (kg/m ²)	%REGENERACION
Primavera	7.7	
* Verano	6.1	70.0
Otoño	4.3	70.4
Invierno	6.2	>100.0
(1986)		
Invierno	6.2	
* Primavera	6.1	98.3
Verano	4.4	70.1
Otoño	4.4	100.0

* Valores significativamente menores que en el manto testigo.

Las dos primeras cosechas fueron resistidas favorablemente y el crecimiento de las nuevas frondas superó el valor obtenido en el manto testigo, sin embargo, después de la tercera cosecha trimestral se presentó una alta mortalidad de las nuevas frondas y en general todas las plantas que se encontraban en el área se encontraron dañadas; aun-

que la biomasa superficial de invierno presentó una regeneración mayor de 100% este incremento fue el resultado de la penetración de frondas de plantas vecinas al área de cosecha; aunque es razonable considerar esta biomasa como regeneración es importante el daño que sufren las plantas, el cual debe ser considerado como un efecto adverso de la cosecha trimestral. Comparando las fluctuaciones de biomasa con el manto testigo encontramos que solo el valor obtenido en verano fue significativamente mayor en el testigo y los cambios en las otras estaciones corresponden a fluctuaciones naturales como lo demuestra la variación en el manto testigo.

Durante el segundo año no se encontró el efecto de daño total sobre las plantas, sin embargo, en el último período después de la tercera cosecha solo se recobraron 7 frondas de 35 que fueron marcadas y el resto no fueron localizadas. La mayor resistencia en este manto puede estar relacionada con la edad de las plantas ya que en el segundo se observó que eran más jóvenes, debido a que contenían un menor número de frondas, una variable que no fue considerada en el experimento.

A pesar de que la biomasa disminuyó constantemente en este segundo manto, solo el valor de primavera fue significativamente menor al testigo y el resto de las estaciones

mantuvieron valores similares a éste.

En California, E.E.U.U., se han llevado a cabo experimentos para determinar el efecto de la cosecha de M. pyrifera; Miller y Geibel (1975), reportan que cuando se realizan tres cortes consecutivos sobre la misma planta en un año se produce el desprendimiento de toda la planta; McClenehan y Houk (1985) encuentran que la cosecha reduce la eficiencia del rizoide por la disminución del crecimiento hapteral, aumentando la mortalidad de las plantas por desprendimiento. Miller y Geibel (1975), mencionan que la cosecha comercial de M. pyrifera no debe realizarse a más de 1.2 m bajo la superficie del agua durante el corte, como lo especifica la Comisión de Caza y Pesca de California, pero no existen restricciones en cuando a: i) la frecuencia con que puede ser cosechado un manto; ii) el porcentaje del manto que puede ser cosechado; iii) la cantidad de algas que pueden ser cosechadas durante un año. Por otra parte, Barilotti et al., (1985), no encuentran ningún efecto adverso sobre los mantos cuando son cosechados, ni en la elongación hapteral, ni en la ramificación como tampoco en la supervivencia de las plantas, y mencionan que en los estudios de Miller y Geibel (1975) la cosecha se realizó a mayor profundidad (3.3 m) y la frecuencia de corte fue de 5 veces en 14 meses, por lo que no se puede comparar con la cosecha comercial que realiza la com-

pañía Kelco, que es de una al año y solo en 1975 realizaron dos cosechas un un año.

Tomando en consideración los estudios realizados en California, (Miller y Geibel, 1975; McCleneghan y Houk, 1985 y Barilotti et al., 1985), parece probable que la frecuencia de corte aplicada en nuestros experimentos de cosecha fue excesiva, causando el deterioro de las plantas, la resistencia del segundo manto puede estar relacionada con las observaciones de Barilotti et al., (1985) quienes señalan que dependiendo del año en el cual se lleven a cabo los estudios se puede encontrar que la cosecha ejerce efectos favorables, desfavorables o que no ejerce ningún efecto y que considerando esta variabilidad debida a un factor desconocido, los resultados de deterioro en un año difícilmente pueden interpretarse como un efecto de la cosecha sobre la sobrevivencia de las plantas, sin embargo los resultados obtenidos demuestran que la práctica de dos cosechas en un año no tiene efectos adversos sobre las plantas ni en el crecimiento de las nuevas frondas y se logra una regeneración mayor del 70%. Este porcentaje podría incrementarse aumentando el intervalo de cosecha sobre un mismo manto a 4 meses. En los mantos del sur la cosecha podría realizarse en abril y julio, y en los mantos del norte en mayo y agosto, coincidiendo con las estaciones de mayor abundancia en cada zona.

Si las necesidades del mercado no requieren la explotación del total disponible es recomendable que solo se efectúe una cosecha al año durante las épocas de mayor abundancia, que corresponden a la primavera en los mantos del sur y en verano en los mantos del norte, asegurando la supervivencia de los bosques de M. pyrifera. Por otra parte, se ha visto que la biomasa superficial se recupera por el aporte de frondas de plantas vecinas en el área de corte, por lo que es recomendable realizar la cosecha dejando una franja no cosechada entre dos cosechadas, permitiendo la pronta recuperación del manto; esta recomendación debe ser analizada desde un punto de vista económico, dependiendo de la distancia entre los mantos, ya que la pérdida de tiempo, combustible, etc., que requeriría un segundo viaje no justifica esta técnica, sin embargo, durante el vuelo de primavera se observó que el manto de Cabo Colnett había sido cosechado en franjas alternadas por lo que probablemente este método se practique actualmente como resultado de las observaciones empíricas.

9. CONCLUSIONES

- La fotografía aérea y los muestreos de campo han demostrado ser el método más eficiente y exacto para cuantificar la biomasa cosechable de los mantos de Macrocystis pyrifera.
- El límite sur de la distribución de los mantos de M. pyrifera se redujo después de el fenómeno de "EL NIÑO" hasta Punta San Pablo, pero se espera que eventualmente se recuperen hasta Punta San Hipólito.
- La ubicación de los mantos mantiene la posición descrita por otros autores (Guzmán del Proo et al., 1971, Casas et al., 1985).
- Su distribución permite considerar dos grupos separados por una discontinuidad en Bahía Vizcaíno; los mantos del norte que se encuentran sometidos a explotación y los del sur que permanecen intactos.
- Las mayores áreas cubiertas por mantos de M. pyrifera se presentan durante el verano y primavera con 18'682,018 m² y 14'189,275 m² respectivamente y disminuyen notablemente en invierno a 6'485,033 m².
- La cosecha total estimada para los mantos de M. pyrifera en la península de Baja California en invierno de 1985-86 fue de 36,510 ton \pm 2,260 ton, en primavera de 1986 se incrementó en 138.5% llegando a 87,096 ton \pm 4,528 ton y en verano el incremento fue de 14.3% alcanzando un valor de 99,626 ton \pm 6,631 ton.
- Las estaciones más productivas son la primavera y verano, lo cual se refleja en los porcentajes de cosecha estacional del barco sar-

gacero y en el esfuerzo de pesca.

- No se presenta un gradiente de aumento en los de los volúmenes para las diferentes localidades, posiblemente porque está relacionado con las condiciones oceanográficas de cada lugar, sin embargo, mediante la agrupación por zonas se observa un gradiente de aumento de norte a sur.
- Prácticamente el 50% del recurso se encuentra en el sur de la distribución y representa un recurso potencial para su explotación.
- El crecimiento de las frondas de M. pyrifera en un manto sin cosechar sigue una curva logarítmica creciente y corresponde con lo reportado por otros autores (North, 1971b; Lobban, 1978). La cosecha del manto puede cambiar esta tendencia con un efecto favorable probablemente relacionado con la penetración de luz al eliminar la capa superficial del manto.
- Los mayores promedios de crecimiento en 15 días se presentaron durante el invierno seguidos de otoño, primavera y finalmente verano; el manto cosechado presentó aproximadamente el mismo patrón.
- La tasa estándar de elongación refleja poca variación estacional, en el manto testigo fue para invierno $G = 8.8$, otoño $G = 8.4$, verano $G = 8.3$ y primavera $G = 5.3$. Estos valores fueron significativamente mayores en el manto cosechado excepto en invierno en que fue menor.

- Se presentó una marcada variación estacional en el crecimiento promedio de las frondas después de 100 días de marcadas y mantienen el patrón estacional obtenido durante el período de medición corto. En el manto testigo las tasas de elongación variaron desde 12.8 cm/día en verano hasta un máximo de 20.8 cm/día en invierno. El manto cosechado presentó el mismo patrón estacional que el testigo con valores significativamente mayores que van de 14.7 cm/día en primavera a 23.3 cm/día en invierno.
- Las variaciones estacionales encontradas se relacionan con los cambios ambientales entre los cuales la temperatura del agua y la concentración de nutrientes parecen ser los más importantes.
- La regeneración de la biomasa cosechada trimestralmente siempre fue mayor de 70%, sin embargo, la práctica de más de dos cosechas causó efectos adversos sobre las plantas.
- Se recomienda que la cosecha de los mantos de M. pyrifera se realice a una profundidad máxima de 1 m bajo la superficie del mar aplicando el método de franjas alternadas.
- Se recomienda que se practique una sola cosecha anual y como máximo dos con intervalos de 4 meses durante las épocas de mayor abundancia que son la primavera en los mantos del sur y en el verano en los mantos del norte.
- Se recomienda realizar estudios de trasplante experimental de M. pyrifera en Bahía Asunción, B.C.S., como primer paso para lograr una repoblación más rápida en la zona donde ha desaparecido.

T A B L A S

Tabla 1. Areas totales de mantos de Macrocystis purifera calculadas en invierno de 1985-86.

Localidad	Area total en campo por localidad (m ²)	Area total en campo por zonas (m ²)
ZONA 1		
Islas Coronado, B. C.	74,401	
Punta Descanso, B. C.	16,079	
Bahia Descanso, B. C.	275,307	
Salsipuedes, B. C.	51,881	
Punta Sauzal, B. C.	41,933	
Isla de Todos Santos, B. C.	1,705	461,306
ZONA 2		
Bahia Soledad, B. C.	119,440	
Santo Tomas, B. C.	50,762	
Punta China, B. C.	91,074	
Punta San Isidro, B. C.	131,199	392,483
ZONA 3		
Cabo Colnett, B. C.	204,387	
Punta San Telmo, B. C.	164,776	
Punta San Jacinto, B. C.	842,700	
Punta Camalu, B. C.	193,207	
Bahia San Ramon, B. C.	586,861	
Isla San Martin, B. C.	21,587	
Bahia del Rosario, B. C.	125,182	
Isla San Jeronimo, B. C. (Arrecife Sacramento)	195,598	2'334,182
ZONA 4		
Isla Cedros, B. C.	1,052,811	
Isla San Benito, B. C. S.	552,651	
Isla Natividad, B. C. S.	226,526	
Punta Eugenia, B. C. S.	538,916	
Punta Rompiente, B. C. S.	91,909	
Bahia Tortugas, B. C. S. (Punta Kelp)	335,992	
Bahia Tortugas, B. C. S. (Los Morros)	490,255	3'297,060
AREA TOTAL:		6'485,033 m²

Tabla 2. Biomasa muestral de los mantos de Macrocystis purifera en invierno de 1985-86.

DENSIDAD	BIOMASA (Kg/m ²)	INTERVALO DE CONFIANZA (Kg/m ²)
ZONA 1 Islas Coronado a Punta Banda		
alta	4.2	(3.7 - 4.6)
media	3.6	(3.0 - 4.2)
baja	3.0	(2.5 - 3.5)
ZONA 2 Bahia Soledad a Punta San Isidro		
alta	7.5	(6.8 - 8.2)
media	5.5	(4.8 - 6.1)
baja	4.3	(3.2 - 5.3)
ZONA 3 Cabo Colnett a Bahia del Rosario		
alta	9.1	(7.7 - 10.4)
media	6.8	(6.0 - 7.5)
baja	4.0	(3.3 - 4.6)
ZONA 4 Isla Cedros a Bahia Tortugas		
alta	7.1	(6.1 - 8.1)
media	6.1	(5.3 - 6.8)
baja	4.3	(3.3 - 5.2)

Tabla 3. Cosecha de los mantos de *Macrocystis pyrifera* estimada en invierno de 1985-1986.

LOCALIDAD	AREA EN IMPRESION (cm ²) escala: 1:4876.8	AREA EN CAMPO (m ²)	BIOMASA MUESTRAL (Kg/m ²)	COSECHA MEDIA ESTIMADA (Kg)	INTERVALO DE CONFIANZA (Kg)	COSECHA TOTAL POR LOCALIDAD (Ton)
ISLAS CORONADO, B. C.	A= 1.6255 M= 8.0664 B= 21.5914	3.866 19.184 51.351	4.2 3.6 3.0	16.237 69.064 154.054	14.304 - 17.783 57.553 - 80.575 128.378 - 179.729	239.0
PUNTA DESCANSO, B. C.	A= 1.3188 M= 1.1102 B= 4.3319	3.137 2.640 10.302	4.2 3.6 3.0	13.173 9.505 30.908	11.605 - 14.428 7.921 - 11.090 25.757 - 36.059	54.0
BAHIA DESCANSO, B. C.	A= 69.0525 M= 18.8344 B= 27.9005	164.157 44.794 66.356	4.2 3.6 3.0	689.461 161.256 199.069	607.383 - 755.124 134.383 - 188.136 165.891 - 232.247	1.050.0
SALSIPUEDES, B. C.	A= 12.1948 M= 4.3565 B= 5.2628	29.003 10.361 12.517	4.2 3.6 3.0	121.813 37.300 37.550	107.312 - 133.414 31.083 - 45.517 31.292 - 43.808	197.0
PUNTA SAUZAL, B. C.	A= 2.7403 M= 5.8634 B= 9.0291	6.517 13.945 21.474	4.2 3.6 3.0	27.373 50.202 64.442	24.114 - 29.980 41.835 - 58.569 53.685 - 75.159	142.0
ISLA DE TODOS SANTOS, B. C.	B= 0.7171	1.705	3.0	5.116	4.264 - 5.969	5.0
BAHIA SOLEDAD, B. C.	A= 33.9000 M= 5.4940 B= 10.8300	80.625 13.066 25.757	7.5 5.5 4.3	604.687 71.866 110.756	548.250 - 661.125 67.719 - 79.706 62.423 - 136.513	787.0
SANTO TOMAS, B. C.	A= 3.5603 M= 4.4730 B= 13.3096	8.470 10.638 31.654	7.5 5.5 4.3	63.524 58.510 136.114	57.595 - 69.453 51.063 - 64.893 101.294 - 167.769	258.0
PUNTA CHINA, B. C.	A= 14.2669 M= 8.5043 B= 15.5522	33.931 20.226 36.917	7.5 5.5 4.3	254.484 111.243 158.742	230.732 - 278.236 97.084 - 123.378 118.134 - 195.659	524.0
ERENDIRA Y PUNTA SAN ISIDRO, B. C.	A= 15.6111 M= 15.2357 B= 24.3106	37.128 36.235 57.818	7.5 5.5 4.3	278.461 199.294 248.619	252.471 - 304.451 173.930 - 221.036 185.019 - 306.437	726.0
CABO COLNETT, B. C.	A= 5.2446 M= 8.5857 B= 72.1071	12.473 20.420 171.494	9.1 6.8 4.0	113.507 138.853 81.678	96.045 - 129.723 122.517 - 153.146 67.384 - 93.930	334.0
PUNTA SAN TELMO, B. C.	A= 13.6644 M= 7.0593 B= 48.5564	32.498 16.789 115.489	9.1 6.8 4.0	295.734 114.165 461.930	250.237 - 337.982 100.734 - 125.918 381.092 - 531.220	872.0

PUNTA SAN JACINTO, B. C.	A= 11. 3107 M= 39. 3427 B=303. 6730	26, 900 93, 569 722, 231	9. 1 6. 8 4. 0	244, 794 636, 272 2, 888, 924	207, 133 - 279, 765 561, 417 - 701, 771 2, 383, 362-3, 322, 262	3, 769. 0
PUNTA CAMALU, B. C.	A= 6. 3586 B= 74. 8781	15, 123 178, 084	6. 8 4. 0	102, 835 712, 336	90, 737 - 113, 421 597, 677 - 819, 186	815. 0
BAHIA SAN RAMON, B. C.	A= 2. 9891 M= 59. 5975 B=138. 7183	7, 109 141, 742 438, 010	9. 1 6. 8 4. 0	64, 692 963, 844 1, 752, 008	54, 740 - 73, 934 850, 451-1, 063, 063 1, 445, 406-2, 014, 809	2, 780. 0
ISLA SAN MARTIN, B. C.	M= 1. 0581 B= 8. 0186	2, 516 19, 071	6. 8 4. 0	17, 112 76, 283	15, 099 - 18, 874 62, 934 - 87, 726	93. 0
BAHIA DEL ROSARIO, B. C.	A= 0. 2180 M= 12. 5271 B= 39. 8903	518 29, 793 94, 872	9. 1 6. 8 4. 0	4, 718 202, 595 379, 487	3, 992 - 5, 392 178, 761 - 223, 450 313, 077 - 436, 414	587. 0
ISLA SAN JERONIMO, B. C.	A= 21. 0836 M= 14. 3206 B= 46. 7948	50, 147 34, 058 111, 293	9. 1 6. 8 4. 0	456, 309 231, 601 445, 172	386, 305 - 521, 495 204, 354 - 255, 442 367, 267 - 511, 947	1, 113. 0
ISLA DE CEDROS, B. C.	A=289. 6339 M= 86. 5606 B= 71. 4382	688, 841 205, 869 158, 2	7. 1 6. 1 4. 3	4, 938, 994 1, 255, 799 679, 838	4, 243, 263-5, 634, 723 1, 091, 104-1, 399, 907 521, 736 - 822, 130	6, 874. 0
ISLA SAN BENITO, B. C. S.	A=197. 8893 M= 14. 0733 B= 20. 4075	470, 644 33, 471 48, 536	7. 1 6. 1 4. 3	3, 374, 515 204, 172 208, 703	2, 899, 165-3, 849, 865 177, 395 - 227, 601 160, 167 - 252, 385	3, 787. 0
ISLA NATIVIDAD, B. C. S.	A= 43. 6831 M= 15. 0892 B= 36. 4739	103, 892 35, 887 86, 747	7. 1 6. 1 4. 3	744, 908 218, 910 373, 010	639, 977 - 849, 839 190, 201 - 244, 031 286, 264 - 451, 082	1, 336. 0
PUNTA EUGENIA, B. C. S.	A=165. 1464 M= 26. 0955 B= 35. 3530	392, 771 62, 064 84, 081	7. 1 6. 1 4. 3	2, 819, 165 378, 587 361, 547	2, 419, 467-3, 212, 864 328, 936 - 422, 031 277, 466 - 437, 219	3, 556. 0
PUNTA ROMPIENTE, B. C. S.	A= 16. 4170 M= 11. 1070 B= 11. 1203	39, 045 26, 416 26, 448	7. 1 6. 1 4. 3	276, 952 161, 137 113, 725	240, 516 - 319, 387 140, 007 - 179, 629 87, 277 - 137, 528	555. 0
BAHIA TORTUGAS, B. C. S. (PUNTA KELP)	A= 59. 2731 M= 65. 8779 B= 16. 1678	140, 970 156, 678 38, 344	7. 1 6. 1 4. 3	1, 000, 889 955, 739 165, 344	859, 919-1, 141, 859 830, 396-1, 065, 414 126, 892 - 199, 951	2, 122. 0
BAHIA TORTUGAS, B. C. S. (LOS MORROS)	A=153. 7089 M= 15. 7801 B= 40. 0098	365, 569 37, 530 95, 156	7. 1 6. 1 4. 3	2, 595, 537 228, 934 409, 171	2, 229, 969-2, 961, 105 198, 909 - 255, 205 314, 015 - 494, 811	3, 233. 0

Tabla 4. Cosecha total de los mantos de Macrocytis purifera estimada en invierno de 1985-86.

Zona	Cosecha media (Kg)	Intervalo de confianza (Kg)	Porcentaje del total
1	1'686,497	(1'529,270 - 1'409,680)	4.61
2	2'276,290	(2'182,892 - 2'409,680)	6.28
3	10'789,213	(10'427,693 - 11'550,733)	30.09
4	21'538,814	(21'111,046 - 22'966,581)	58.99

COSECHA TOTAL: 36,510.8 Ton + 2,259.9 Ton

Tabla 5. Areas totales de mantos de Macrocytis purifera calculadas en primavera de 1986.

Localidad	Areas en campo por localidad (m ²)	Estimacion en localidades no evaluadas*	Area total en campo por zona
ZONA 1			
Islas Coronado a Salsipuedes		417,668	
Punta Sauzal, B.C.	62,145		
Punta Banda, B.C.	33,012		512,825
ZONA 2			
Bahia Soledad, B.C.	401,820		
Santo Tomas, B.C.	256,662		
Punta China, B.C.	541,116		
Punta Cabras, B.C.	421,365		
Punta San Isidro, B.C.	574,927		2'195,870
ZONA 3			
Cabo Colnett, B.C. a			
Punta San Jacinto, B.C.	2'287,634	2'287,634**	
Punta Camalu, B.C.		193,207	
Bahia San Ramon, B.C.		586,861	
Isla San Martin		21,587	
Bahia del Rosario		125,183	
Isla San Martin		195,498	5'697,604
ZONA 4			
Punta Eugenia, B.C.S.	825,589		
Isla Cedros, B.C.		1'052,812	
Islas San Benito, B.C.		552,651	
Isla Natividad, B.C.S.		226,526	2'657,578
ZONA 5			
Punta Rompiente, B.C.S.	289,433		
Bahia Tortugas, B.C.S. (Punta Kelp)	1'215,565		
Bahia Tortugas, B.C.S. (Los Morros)	1'422,979		
Morro Hermoso, B.C.S.	197,401		3'125,378
SUPERFICIE TOTAL:	8'529,648	5'659,627	14'189,275 m²

* Estimaciones basadas en los calculos realizados en estas zonas en el invierno 1985-86.

** Estimacion basada en el complemento de la mitad evaluada.

Tabla 6. Biomasa muestral calculada de Macrocystis purifera en primavera de 1966.

DENSIDAD	BIOMASA (Kg/m ²)	INTERVALO DE CONFIANZA (Kg/m ²)
ZONA 1	Islas Coronado a Punta Banda	
alta	5.9	(5.1 - 6.7)
media	5.4	(4.6 - 6.2)
baja	3.4	(2.7 - 4.1)
ZONA 2	Bahia Soledad a Punta San Isidro	
alta	6.2	(5.7 - 6.8)
media	5.6	(4.6 - 6.5)
baja	3.1	(2.6 - 3.6)
ZONA 3	Cabo Colnett a Bahia Rosario	
alta		
media	5.6	(4.8 - 6.3)
baja		
ZONA 4	Isla Cedros a Punta Eugenia	
alta	7.3	(6.1 - 8.5)
media	5.5	(4.5 - 6.5)
baja		
ZONA 5	Punta Rompiente a Morro Hermoso	
alta	8.7	(8.0 - 9.4)
media	5.2	(4.6 - 5.9)
baja	5.0	(3.6 - 6.4)

Tabla 7. Cosecha de los mantos de *Macrocystis pyrifera* estimada en primavera de 1985-1986.

LOCALIDAD	AREA EN IMPRESION (cm ²) escala: 1:4651.3	AREA EN CAMPO (m ²)	BIOMASA MUESTRAL (Kg/m ²)	COSECHA MEDIA ESTIMADA (Kg)	INTERVALO DE CONFIANZA (Kg)	COSECHA TOTAL POR LOCALIDAD (Ton)
ENSENADA, B. C.	A= 15.9131	34.429	5.9	203.130	157.587 - 230.673	325.0
	M= 6.3810	13.806	5.4	74.550	63.506 - 85.595	
	B= 6.4294	13.910	3.4	47.295	37.558 - 57.032	
PUNTA BANDA, B. C.	A= 4.7090	10.186	5.9	60.097	51.949 - 68.246	165.0
	M= 6.2374	13.495	5.4	72.873	62.077 - 83.669	
	B= 4.3127	9.331	3.4	31.725	25.193 - 38.256	
BAHIA SOLEDAD, B. C.	A=143.6236	310.737	6.2	1.926.570	1.771.201-2.113.012	2.302.0
	M= 17.2055	37.225	5.6	208.459	171.235 - 214.962	
	B= 24.8932	53.858	3.1	166.958	140.030 - 193.888	
SANTO TOMAS, B. C.	A= 29.4093	63.626	6.2	394.483	362.670 - 432.659	1.076.0
	M= 15.3448	33.199	5.6	185.915	152.717 - 215.795	
	B= 73.8774	159.837	3.1	495.496	145.578 - 575.415	
PUNTA CHINA, B. C.	A= 93.6198	202.551	6.2	1.255.818	1.154.542-1.137.348	2.577.0
	M= 50.2801	108.784	5.6	609.188	500.404 - 707.093	
	B=106.2057	229.781	3.1	712.323	597.432 - 827.203	
PUNTA CABRAS, B. C.	A=117.6551	254.533	6.2	1.578.228	1.430.951-1.730.959	2.298.0
	M= 30.2600	65.469	5.6	366.626	301.157 - 425.549	
	B= 46.8411	101.343	3.1	314.164	263.492 - 364.835	
PUNTA SAN ISIDRO, B. C.	A=206.4344	446.631	6.2	2.769.115	2.545.799-3.037.093	3.268.0
	M= 18.8117	40.700	5.6	227.220	187.220 - 264.550	
	B= 46.8411	87.596	3.1	271.551	227.752 - 315.349	
CABO COLNETT, B. C. Y PUNTA SAN JACINTO, B. C.	A=837.0404	1.810.980	6.2	11.228.074	10.322.585-12.314.663	13.589.0
	M=131.7971	285.150	5.6	1.596.840	1.368.720-1.796.445	
	B= 88.5139	191.504	3.1	593.664	497.911 - 689.416	
PUNTA EUGENIA, B. C. S.	A=240.0098	519.274	7.3	3.790.700	3.115.644-4.413.829	5.397.0
	M= 68.5161	148.238	5.5	815.309	667.071 - 963.547	
	B= 73.0639	158.077	5.0	790.387	569.079-1.011.697	
PUNTA ROMPIENTE, B. C. S.	A= 50.4042	109.052	8.7	948.753	872.417 - 981.469	1.869.0
	M= 41.5328	89.858	5.2	467.263	413.348 - 530.164	
	B= 73.0639	90.523	5.0	452.616	325.884 - 579.348	
BAHIA TORTUGAS, B. C. S. (PUNTA KELP)	A=456.6098	987.899	8.7	8.594.719	7.903.190-8.891.088	9.758.0
	M= 58.3413	126.224	5.2	556.365	580.632 - 744.724	
	B= 46.8869	101.442	5.0	507.211	365.192 - 649.230	
BAHIA TORTUGAS, B. C. S. (LOS MORROS)	A=466.8025	1.009.951	8.7	8.786.575	8.079.609-9.099.560	10.900.0
	M=110.7262	239.562	5.2	1.245.721	1.101.984-1.413.415	
	B= 80.1765	173.466	5.0	867.327	624.476-1.110.179	
MORRO HERMOSO, B. C. S.	A= 9.4323	20.407	8.7	177.543	163.258 - 183.665	1.097.0
	M= 80.8172	174.852	5.2	909.931	804.320-1.031.627	
	B= 0.9903	2.142	5.0	10.712	7.713 - 13.712	

Tabla 8. Cosecha de los mantos de Macrocystis pyrifera estimada en primavera de 1985-1986 (total).

Zona	Cosecha evaluada por zona (ton)	Localidades no evaluadas	Cosecha estimada* en localidades no evaluadas(ton)	Cosecha total estimada por zona (ton)
1	489.6	Islas Coronado a Salsipuedes	1,538.8	2,028.4
2	11,483.0	-	-	11,483.0
3	13,418.6	Cabo Colnet a Punta San Jacinto Punta Camalu Bahia San Ramon Isla San Martin Bahia del Rosario Isla San Jeronimo	13,587.6** 815.2 2,700.5 93.4 586.8 1,113.1	
			total 18,978.6	32,397.2
4	5,396.7	Islas San Benito Islas Cedros Isla Natividad	3,787.4 6,074.6 1,336.0	
			total 11,998.0	17,395.5
5	23,624.0			23,624.0
TOTALES	54,411.9		32,516.2	86,928.1 ton

* Estimaciones basadas en la evaluacion de invierno 85-86 para las mismas localidades

** Estimacion realizada por similitud de areas del complemento evaluado.

Tabla 9. Cosecha total de los mantos de Macrocystis pyrifera estimada en primavera de 1986.

Zona	Cosecha media (kg)	Intervalo de confianza (Kg)	Porcentaje del total
1	2'579,474	(2'416,931- 2'742,058)	2.96
2	11'612,454	(11'101,942-12'122,965)	13.33
3	31'395,366	(29'993,666-32'797,067)	36.04
4	17'705,694	(16'249,552-19'161,837)	20.32
5	23'802,892	(22,805,520-24'800,263)	27.32

COSECHA TOTAL 87,095.9 ton \pm 4,528.2 ton

Tabla 10. Areas totales de mantos de Macrocystis pyrifera calculadas en verano de 1986.

Localidad	Superficie total en campo por localidad (m ²)	Superficie total en campo por zonas (m ²)
ZONA 1		
Punta Banda, B. C.	1'371,739	1'371,739
ZONA 2		
Bahia Soledad, B. C.	2'251,826	
Santo Tomas, B. C.	1'497,525	
Punta Cabras, B. C.	133,224	
Punta San Isidro, B. C.	428,777	4'311,352
ZONA 3		
Cabo Colnett, B. C.	354,686	
Punta San Telmo, B. C.	4'179,974	
Isla San Martin, B. C.	181,716	
Bahia San Quintin, B. C.	142,438	
Bahia del Rosario, B. C. a		
Isla San Jeronimo, B. C.	339,110	
Punta San Antonio, B. C. a		
Punta San Fernando, B. C.	106,381	5'304,305
ZONA 4		
Isla Cedros, B. C.	939,124	
Islas San Benito, B. C.	247,217	
Islas Natividad, B. C. S.	1'159,080	
Punta Eugenia, B. C. S.	1'633,133	3'978,554
ZONA 5		
Punta Rompiente, B. C. S.	160,005	
Bahia Tortugas, B. C. S. (Punta Kelp)	931,790	
Bahia Tortugas, B. C. S. (Los Morros)	2'275,853	
Morro Hermoso, B. C. S.	348,420	3'716,068
SUPERFICIE TOTAL:		18'682,018

Tabla 11. Biomasa muestral de los mantos de Macrocystis pyrifera en verano de 1986.

DENSIDAD	BIOMASA (Kg/m ²)	INTERVALO DE CONFIANZA (Kg/m ²)
ZONA 1		
Islas Coronado a Punta Banda		
alta	5.3	(4.7 - 6.0)
media	5.0	(4.1 - 5.8)
baja	2.9	(2.3 - 3.4)
ZONA 2		
Bahia Soledad a Punta San Isidro		
alta	7.5	(6.6 - 8.3)
media	5.6	(4.7 - 6.5)
baja	3.9	(3.2 - 4.6)
ZONA 3		
Cabo Colnett a Bahia del Rosario		
alta	8.1	(7.3 - 8.9)
media	6.7	(5.8 - 7.5)
baja	4.1	(3.6 - 4.5)
ZONA 4		
Isla Cedros a Punta Eugenia		
alta	6.0	(4.7 - 7.3)
media	3.8	(2.7 - 4.9)
baja	3.8	(2.6 - 5.0)
ZONA 5		
Punta Rompiente a Morro Hermoso		
alta	4.4	(3.4 - 5.4)
media	4.0	(3.0 - 5.1)
baja	2.2	(1.8 - 2.6)

Tabla 12. Cosecha de los mantos de *Macrocystis pyrifera* estimada en verano de 1986.

LOCALIDAD	AREA EN IMPRESION (cm ²) escala: 1: 5994.3	AREA EN CAMPO (m ²)	BIOMASA MUESTRAL (Kg/m ²)	COSECHA MEDIA ESTIMADA (Kg)	INTERVALO DE CONFIANZA (Kg)	COSECHA TOTAL POR LOCALIDAD (Ton)
PUNTA BANDA, B. C.	A=221.6288 M= 83.3678 B= 76.7550	796,374 229,564 275,801	5.3 5.0 2.9	4,220,782 1,497,818 799,826	3,742,957 - 4,778,224 1,228,211 - 1,737,464 634,345 - 937,727	6,518.0
BAHIA SOLEDAD, B. C.	A=241.7862 M=246.2175 B=138.6736	868,805 884,723 498,293	7.5 5.6 3.9	6,516,036 4,954,475 1,943,341	5,734,112 - 7,212,080 4,158,220 - 5,750,730 1,594,537 - 2,292,146	13,414.0
SANTO TOMAS, B. C.	A=101.4318 M=153.4606 B=218.0223	205,148 526,081 766,296	7.5 5.6 3.9	1,087,282 2,630,408 2,222,257	964,194 - 1,230,886 2,156,935 - 3,051,273 1,762,480 - 2,605,405	5,940.0
PUNTA CABRAS, B. C.	A= 30.1633 M= 2.3179 B= 4.5949	108,385 8,328 16,511	7.5 5.6 3.9	812,888 46,642 64,392	715,342 - 899,596 39,146 - 54,138 52,834 - 75,949	924.0
PUNTA SAN ISIDRO, B. C.	A= 82.7325 M= 5.5445 B=31.0507	297,281 19,922 111,574	7.5 5.6 3.9	2,229,606 111,568 435,138	1,962,053 - 2,467,431 93,638 - 129,499 357,036 - 513,239	2,776.0
CABO COLNETT, B. C.	A= 36.2824 M= 26.7157 B= 35.7101	130,373 95,997 128,316	8.1 6.7 4.1	1,056,019 643,179 526,096	951,721 - 1,160,317 556,782 - 719,977 461,938 - 577,423	2,225.0
PUNTA SAN TELMO, B. C.	A=521.9316 M=263.8126 B=377.5320	1,875,445 947,952 1,356,577	8.1 6.7 4.1	15,191,103 6,351,277 5,561,966	13,690,748 - 16,691,459 5,498,120 - 7,109,638 4,883,678 - 6,104,597	27,104.0
ISLA SAN MARTIN, B. C.	A= 38.9972 M= 5.1458 B= 6.4281	140,128 18,490 23,098	8.1 6.7 4.1	1,135,035 123,885 94,702	1,022,933 - 1,247,137 107,244 - 138,667 83,153 - 103,940	1,357.0
BAHIA SAN QUINTIN, B. C.	A= 10.9097 M= 3.2220 B= 25.5081	39,202 11,578 91,658	8.1 6.7 4.1	317,533 77,570 375,796	286,171 - 348,894 67,150 - 86,832 329,968 - 412,460	771.0
BAHIA DEL ROSARIO, e ISLA SAN JERONIMO, B. C.	A= 15.4120 M= 4.1709 B= 74.7906	55,380 14,987 268,743	8.1 6.7 4.1	448,575 100,414 1,101,848	404,271 - 492,878 86,926 - 112,404 967,476 - 1,206,345	1,651.0
PUNTA SAN ANTONIO Y PUNTA SAN FERNANDO, B. C.	A= 11.9211 M= 5.1816 B= 12.5031	42,835 18,619 44,927	8.1 6.7 4.1	346,967 124,746 184,201	312,698 - 381,253 107,989 - 139,641 161,737 - 202,171	656.0
ISLA DE CEDROS, B. C.	A=124.5107 M= 24.9134 B= 67.3488	566,242 66,597 306,285	6.0 3.8 3.8	3,397,455 253,059 1,163,883	2,661,340 - 4,133,570 179,812 - 326,326 796,341 - 1,531,425	4,814.0

ISLA SAN BENITO, E. C. S.	A= 26.8695 M= 14.6440 B= 16.7479	104,455 66,597 76,175	6.0 3.8 3.8	626,729 253,069 289,427	490,938 - 762,520 179,812 - 326,326 198,029 - 380,826	1,669.0
ISLA NATIVIDAD, B. C. S.	A=190.3669 M= 36.3262 B= 81.7523	641,125 202,474 315,481	6.0 3.8 3.8	3,846,751 769,403 1,198,228	3,013,288 - 4,680,214 546,681 - 992,125 820,250 - 1,577,406	5,814.0
PUNTA EUGENIA, B. C. S.	A=211.6514 M= 80.3389 B=101.7195	861,869 307,920 463,364	6.0 3.8 3.8	5,171,218 1,170,098 1,760,710	4,050,778 - 6,291,649 831,386 - 1,508,811 1,204,696 - 2,316,724	8,102.0
PUNTA ROMPIENTE, B. C. S.	A=115.9756 M= 5.8580 B= 13.3298	72,744 26,641 60,620	4.4 4.0 2.2	320,073 106,563 133,365	247,329 - 392,817 79,922 - 135,867 109,117 - 157,613	560.0
BAHIA TORTUGAS, B. C. S. (PUNTA KELP)	A=120.4429 M= 49.9897 B= 34.4591	547,743 227,336 156,711	4.4 4.0 2.2	2,410,070 909,343 344,764	1,872,327 - 2,957,813 682,007 - 1,159,412 282,080 - 407,449	3,664.0
BAHIA TORTUGAS, B. C. S. (LOS MORROS)	A=191.2332 M=241.1378 B= 68.0650	869,679 1,096,632 309,542	4.4 4.0 2.2	3,826,588 4,386,826 680,992	2,956,909 - 4,696,267 3,289,897 - 5,592,825 557,176 - 804,809	8,894.0
MORRO HERMOSO, B. C. S.	A= 63.2701 M= 6.4102 B= 6.9136	287,827 29,152 31,441	4.4 4.0 2.2	1,266,439 116,608 69,171	978,612 - 1,554,266 87,456 - 148,875 56,594 - 81,747	1,452.0

Tabla 13. Cosecha total de los mantos de Macrococtis purifera estimada en verano de 1986.

Zona	Cosecha media (kg)	Intervalo de confianza (Kg)	porcentaje del total
1	6'579,997	(6'191,838- 6'968,156)	6.60
2	24'743,278	(23'543,147-25'943,410)	24.83
3	33'875,090	(32'539,125-35'211,055)	34.00
4	20'064,003	(18'037,612-22'090,375)	20.13
5	14'363,806	(12'982,925-15'744,686)	14.41

COSECHA TOTAL: 99,626.1 ton \pm 6,331.5 ton

Tabla 14. Variación estacional por zona del área de mantos de Macrococtis purifera en la península de Baja California. (datos en m²).

Zona	Invierno	Primavera	Verano
1	461,306	512,825	1'371,739
2	392,483	2'195,890	4'311,352
3	2'334,182	5'697,604	5'304,305
4	3'297,060	2'657,578	3'978,554
5		3'125,378	3'716,068
TOTAL	6'485,033	14'189,275	18'682,018

Tabla 15. Variación estacional por zona de la cosecha de mantos de Macrococtis purifera en la península de Baja California. (datos en ton).

Zona	Invierno	Primavera	Verano
1	1,686.4	2,579.4	6,579.9
2	2,296.2	11,612.4	24,743.2
3	10,989.2	31,395.3	33,875.0
4	21,538.8	17,705.6	20,064.0
5		23,802.8	14,363.8
TOTAL	36,510.8	87,075.9	99,626.1
Intervalo de confianza	\pm 2,259.7	\pm 4,528.2	\pm 6,331.5

PRIMAVERA										RECUPERACION			
tiempo en dias										crecimiento total	crecimiento promedio	crecimiento total	crecimiento promedio
Marca	0	1	2	3	5	7	9	12	14	100	105	106	108
2	35		37.0			45.5				10.5	1.50	837.5	
3	45		46.5			62.5				17.5	2.50	1414	1367.0
13	50			56.0						6.0	1.20	1241	1185.0
8	57.5					76.0			104	16.5	3.32		1468
6	61.5					85.0		129.0		57.5	4.10	1334	1392.0
16	65				79	85.0				55.0	4.58		1249.0
1	80		84.0			105.0				25.0	3.50	837.5	1566.0
10	80	85			110	116.0				31.0	4.40		753.5
9	125					168.0	196			71.0	7.88		
12	137	140		183	196.5			252.5		115.5	9.62	600	463.0**
14	150				186	199.0		255.0		105.0	8.75	1915	1765.0**
4	151.5			162		202.0	215		262	110.5	9.20		
11	157				200					43.0	8.60	2811.5	2611.5
15	210		222			287.5				77.5	11.07	1366	1156.0**
7*	217				225					8.0	1.60		

Tabla 16. Elongacion de frondas de plantas adultas de *M. purifera* a una profundidad de 16m en un manto testigo. (primavera-verano, 1985). Bahia Tortugas, B.C.S. (longitudes en cm, tiempo 0= 20 mayo).

* fronda de lento crecimiento
** fronda recuperada incompleta.

VERANO										RECUPERACION			
tiempo en dias										crecimiento total	crecimiento promedio	crecimiento total	crecimiento promedio
Marca	0	1	4	5	6	7	9	10	11	84	98	101	
38	52.0				71		92		101.5	49.5	4.50	1857.5	1805.5
39	66.0						93		105.0	39.0	3.50		1679.0
45	67.0											1745	1662
32	69.5					90.0		96.0		26.5	2.65	1300	1233.0
34	74.0		74					76.5	80.0	6.0	0.54		
41	75.0			84.0			99			24.0	2.66		
37	84.7						134		148.2	63.5	5.77		
47	90.0			95.0			126		135.0	45.0	4.09		
44*	92.0				96			104.0		12.0	1.20		
31	96.0					129.8		153.0		57.0	5.70	1030	934.0**
35	98.0			117.5			130		143.5	45.5	4.13		
50	102.0			111.0			138		149.0	47.0	4.27	2142	2040.0
42	110.0			141.0	148		170		190.0	80.0	7.27	1947	1937.0
48	117.0			150.0			188			71.0	7.88	1980	1863.0
40	123.0			145.0			161		180.0	57.0	5.18	2142	2019.0
46	123.0			130.0			172		183.0	60.0	5.45		
33	124.5					169.0		174.0		49.5	4.95		
30	140.0					210.0		238.0		98.0	9.80	2120	1980.0
36	153.0	161								8.0	8.0	875	722.0
43	168.0							220.0		52.0	5.20		640
49	184.0			215.0			263			79.0	8.77		472.0

Tabla 17. Elongacion de frondas de plantas adultas de *M. purifera* a una profundidad de 16m en un manto testigo (verano-otono, 1985). Bahia Tortugas, B.C.S. (longitudes en cm, tiempo 0=26 agosto).

* frondas de lento crecimiento
** fronda recuperada incompleta.

OTDNO										RECUPERACION									
Marca	tiempo en días			10	12	14	crecimiento		87	88	89	94	95	96	99	crecimiento			
	0	4	7				total	promedio								total	promedio		
75	52					135.0	83.0	5.92								1866.0	21.20		
68	62	71.0		92.5		127.0	65.0	4.64		1918				2224		2162.0	21.83		
81	70	95.0		120.0	124		54.0	4.50											
74	70	90.0				163.0	93.0	6.64		1382						1312.0	14.90		
69	75	83.5		110.5		139.5	64.5	4.60	662.5							587.5*			
70	75	86.5		108.5		136.0	61.0	4.35											
73	76	97.0		127.0		149.5	73.5	5.25	1671.0							1615.0	18.56		
71	77	95.0		140.5		185.2	108.0	7.72		425						347.5*			
72	79	95.0		132.5		178.0	99.0	7.07		1912						1833.0	20.59		
80	80	112.5					32.5	8.10			2404					2324.0	24.72		
76	81	113.5					32.5	8.10											
66	124	153.5		202.5		262	138.0	9.85											
82	130												2369			2239.0	23.32		
67	144	174.0				146.5	10.46					2100				1926.0	20.27		
78	183	229.0		300.0	309	126.0	10.50					2282				2099.0	22.09		

Tabla 18. Elongacion de frondas de plantas adultas de *M. purifera* a una profundidad de 16 m en un manto testigo. (otoño-invierno, 1985). Bahía Tortugas, B.C.S. (longitudes en cm, tiempo 0=28 noviembre).
* frondas recuperadas incompletas.

INVIERNO										RECUPERACION									
Marca	tiempo en días			6	8	9	10	11	12	13	108	110	crecimiento		1077	crecimiento			
	0	2	5										total	promedio		total	promedio		
105 *	34			50	47	56.0	60.0	60					26.0	2.36					
110	40		58	60	68.0		85.0	88				1177.0	24.0	2.18		1077	9.79		
118	42		63		77.5		83.5						41.5	4.15					
116	43			48		71.0	71.0					1449.5	28.0	2.00		1406	12.78		
115 **	53			77	88.0	106.5	110.0	107				1680.0	54.0	4.90		1627	14.79		
108	55			76		95.0	105.0	114					59.0	5.36					
106	62		86	92	109.0		127.0	143					81.0	7.36 **					
102	65					92.0	165	178	193	128.0			10.66						
114	69			118	139.0		162.0	173		105.0			9.54		2134.0	2066	18.78		
109	72		104	117	130.0	142.0	157.0	170		98.0		1190.0	8.90		1118		10.16		
111	80		118	124	138.0		167.0	177		97.0			8.81		1665 **		15.41		
112	80			140	157.0		182.0	197		117.0		1745	10.63		1640		14.90		
113	82			130	155.0		180.0	190		108.0			9.81		1722.0**				
117	88			71		187.5		220		132.0			12.00						
103	93	108			153.0		165.0	201	219	137.0			10.53						
107	94			140	160.0	174.0	192.0	196		102.0			9.27		2455.0	2361	21.46		

Tabla 19. Elongacion de frondas de plantas adultas de *M. purifera* a una profundidad de 16 m en un manto testigo. (invierno-primavera, 1986). Bahía Tortugas, B.C.S. (longitudes en cm, tiempo 0=22 febrero).
* fronda con perdida de tejido
** fronda recuperada incompleta

PRIMAVERA					RECUPERACION					
Marca	tiempo en días				crecimiento total	crecimiento promedio			crecimiento total	crecimiento promedio
	0	2	4	7						
21	24.0		33.0		9.0	2.25	1390		1366	15.5
25	40.0			53	13.0	1.85		1394	1354	15.04
22	42.0*			43	52.0	10.0				
19	49.0		53.0		72.0	23.0		2021	1972	21.91
24	50.0			63	13.0	1.85			1484 ***	
28	62.5	65			85.0	22.5				
26	64.0**		193.0	238	131.0	11.90				
20	68.0	71	79.0	93	110.0	42.0	2152		2084	23.68
18	72.0		64.5 *		129.5	37.5	1224 ***			
17	112.5		133.0		187.0	74.5		616 ***		
27	122.0		134.0	164	195.0	73				
29	134.0		168.0	196	233.0	99.0		776 ***		

Tabla 20. Elongacion de frondas de plantas adultas de *M. purifera* a una profundidad de 16 m en el manto cosechado (primavera-verano, 1985). Bahía Tortugas, B.C.S. (Longitudes en cm, tiempo 0=24 mayo).

* fronda con perdida de tejido
 ** fronda de un organismo juvenil
 *** fronda recuperada incompleta.

VERANO					RECUPERACION								
Marca	0	2	9	12	14	crecimiento total	crecimiento promedio				crecimiento total	crecimiento promedio	
													56
61	55.0		66.0	72.0	80.5	25.5	1.00						
61	55.0		66.0	72.0	80.5	25.5	1.82			2127	2072.0	20.31	
59	57.3		104.3	117.0	138.5	81.2	5.80				2134	2256.0	21.69
64	59.0		90.9	107.0	123.5	64.5	4.60				1819	1660.0	15.96
60	60.0		81.0	87.0	103.5	43.5	3.10				2100	2040.0	20.00
57	66.0		80.0	94.0	110.0	44.0	3.14		1970			1904.0	19.42
51	75.5		119.0	140.0	153.0	77.5	5.53						
63	87.5		136.0	157.0	177.0	89.5	6.39		1870			1756.0	17.91
55	115.0	124				9.0	4.50						
62	138.5		223.0	262.0	290.0	151.5	10.82		1095			956.5	9.96
58	218.0		320.0	372.0	397.0	179.0	12.78	2142				1924.0	20.25
54	314.5		439.5	471.0	496.0	181.0	12.96		2473			2158.5	22.48

Tabla 21. Elongacion de frondas de plantas adultas de *M. purifera* a una profundidad de 16m en un manto cosechado (verano - otoño, 1985). Bahía Tortugas, B.C.S. (longitudes en cm, tiempo 0=26 agosto).

OTONO													RECUPERACION					
Marca	tiempo en dias												crecimiento total	crecimiento promedio	91	97	crecimiento total	crecimiento promedio
	0	2	3	4	6	7	10	11	12	13	15	16						
98	37.0	48.0			62				89		101		64.5	4.20	65**			
89	41.0		59.0			79.5				90.5	113		72.0	4.50		909**		
85	50.0		55.0				57			85.0	104		54.0	3.37				
91	54.0		75.0				93			108.0	112		58.0	3.62	910**			
93	57.0	53.5				70.5			90		113		56.0	3.73		123**		
99	61.0	52.0				64.0			69		76		11.0		551**			
95	78.0	85.0				105.0			144		183		105.0	7.00		2316	2218	
87	82.5		92.5				113.0			163.0	203		120.5	7.53	1219**			
84	92.5		112.0				142.0			191.5	234		141.5	9.40				
86	98.0		107.0				121.5			174.0	223		125.0	7.81	1062**			
96	98.0		105.0			123.5			157		178		80.0	5.33		2566	2465	
94	124.0			152			212			262			138.0	10.61	6 **			
83	138.0		161.0			198.0				282	337		199.0	12.43				
97	158.0			184			243			276			118.0	9.07		2212	2054	
92	160.0	168			189.5				234		263.5		103.5	6.90		98 **		
90	175.0		148.0			242.0				312	346.0		171.0	10.68 **				
88	381.0		492.0			528.0				692	775.5		394.5	24.65	2565		2184	24.00

Tabla 22. Elongacion de frondas de plantas adultas de *M. pyrifera* a una profundidad de 16 m en un manto cosechado. (otono - invierno, 1985). Bahia Tortugas, B.C.S. (longitudes en cm, tiempo 0=26-noviembre).

* fronda de lento crecimiento
** frondas recuperadas incompletas

INVIERNO										RECUPERACION			
Marca	tiempo en dias									crecimiento total	crecimiento promedio	crecimiento total	crecimiento promedio
	0	4	7	9	10	103	108						
120 *	34	40.0	43	43.5	40	9	1.28			1015	981	9.08	
121	34	43.0	51	64.5	68	34	3.40						
119 *	39	44.0	45	42.0	39	15	2.14			1770	1731	16.02	
125	40	52.0	58	63.0	67	27	2.70			2357	2317	21.45	
127	40	48.0	53			13	1.85						
122	46	62.0	77	92.0	98	52	5.20	273					
126	47	63.0	64	71.0		24	2.60			2247	2200	20.37	
123	48	63.0	75	83.0	92	44	4.40						
134	49		90	107.0	103	54	5.40	497 **					
128	52	72.5	80	95.0	99	47	4.70			1728	1676	15.51	
132	53		81	97.0	100	47	4.70	241 **					
135	54		91	105.0	110	56	5.60	62 **					
124	73	96.0	110	123.0	128	55	5.50			866	793	7.34	
139	73	83.0	104	124.0	131	58	5.80			277			
138	79	97.0	102	131.0	143	64	6.40			500			
130	88	132.0	152	181.0	193	105	10.50	522					
129	92	115.0	145	166.5	177	85	8.50			2208	2116	19.59	
131	129	173.0	217	250.0	263	134	13.40	1405			1276	12.38	
137	149	210.0	260	298.0	316	167	16.70						
136	195	250.0	305	339.0	361	166	16.60			1736	1541	14.26	
133	212		288	302.0	327	115	11.5	1368			1156	11.22	

Tabla 23. Elongacion de frondas de plantas adultas de *M. pyrifera* a una profundidad de 16 m en un manto cosechado (2) (invierno-primavera, 1986). Bahia Tortugas, B.C.S. (Longitudes en cm, tiempo 0=25 febrero).

* frondas con perdida de tejido
** frondas recuperadas incompletas.

A N E X O 1

TABLA 1. Evaluacion de la biomasa superficial para tres mantos de diferente densidad. Ensenada, B.C. Invierno 1985-1986

DENSIDAD ALTA		DENSIDAD MEDIA		DENSIDAD BAJA	
MUESTRA	PESO(Kg/m ²)	MUESTRA	PESO(Kg/m ²)	MUESTRA	PESO(Kg/m ²)
1	4.50	1	2.00	1	2.50
2	3.80	2	6.00	2	4.00
3	4.50	3	4.70	3	3.50
4	3.50	4	3.00	4	2.50
5	5.00	5	4.00	5	3.50
6	5.70	6	3.00	6	2.50
7	4.50	7	4.50	7	2.00
8	5.00	8	2.00	8	4.50
9	2.50	9	4.00	9	3.00
10	2.50	10	5.00	10	2.50
11	5.10	11	3.00		
12	4.50	12	4.8		media= 3.05
13	6.00	13	2.50		
14	3.00	14	3.00		intervalo de
15	2.50	15	3.50		confianza:
16	3.50				(2.55 - 3.54)
17	4.50		media= 3.66		
18	6.50				
19	3.50		intervalo de		
20	4.00		confianza:		
	media= 4.23		(3.07 - 4.25)		
	intervalo de				
	confianza:				
	(3.72 - 4.73)				

TABLA 2. Biomasa superficial en tres mantos de diferente densidad. Santo Tomas, B.C. Invierno de 1985-86.

DENSIDAD ALTA		DENSIDAD MEDIA		DENSIDAD BAJA	
MUESTRA	PESO(Kg/m ²)	MUESTRA	PESO(Kg/m ²)	MUESTRA	PESO(Kg/m ²)
1	6.00	1	2.50	1	7.00
2	5.00	2	4.00	2	4.50
3	6.50	3	5.50	3	4.00
4	10.50	4	5.50	4	1.00
5	6.00	5	6.00	5	2.50
6	9.70	6	6.50	6	6.50
7	7.00	7	6.00	7	5.00
8	8.00	8	6.00	8	3.00
9	6.50	9	6.50	9	5.00
10	10.00	10	7.00	10	4.30
11	8.00	11	3.00		
12	8.50	12	5.50		media= 4.3
13	7.00	13	6.50		
14	8.00	14	4.50		intervalo de
15	6.00	15	7.00		confianza:
16	8.50				(3.2 - 5.3)
17	8.50		media= 5.55		
18	5.50				
19	6.00		intervalo de		
20	9.00		confianza:		
	media= 7.51		(4.17 - 6.93)		
	intervalo de				
	confianza:				
	(6.81 - 8.20)				

TABLA 3. Biomasa superficial en tres mantos de diferente densidad.
El Rosario B.C. Invierno de 1985-86.

DENSIDAD ALTA		DENSIDAD MEDIA		DENSIDAD BAJA	
muestra	peso(Kg/m ²)	muestra	peso(Kg/m ²)	muestra	peso(Kg/m ²)
1	7.5	1	8.00	1	3.75
2	10.5	2	6.00	2	5.00
3	11.0	3	7.50	3	4.50
4	12.0	4	4.00	4	3.25
5	8.5	5	6.00	5	4.00
6	7.5	6	5.00	6	3.00
7	6.5	7	6.75	7	3.50
8	5.5	8	7.50	8	3.00
9	10.0	9	8.00	9	4.00
10	11.5	10	9.00	10	2.50
11	3.5	11	8.50		
12	6.5	12	7.50		media= 4.0
13	13.5	13	7.00		
14	12.0	14	3.50		intervalo de
15	12.0	15	7.00		confianza:
16	10.0				(3.3 - 4.6)
17	4.0		media= 6.8		
18	5.0				
19	12.5		intervalo de		
20	13.5		confianza:		
			(6.0 - 7.5)		
	media= 9.1				
	intervalo de				
	confianza:				
	(10.4 - 7.7)				

TABLA 4. Biomasa superficial en tres mantos de diferente densidad.
Bahia Tortugas B.C.S. Invierno de 1985-86.

DENSIDAD ALTA		DENSIDAD MEDIA		DENSIDAD BAJA	
Muestra	peso(Kg/m ²)	Muestra	peso(Kg/m ²)	Muestra	peso(Kg/m ²)
1	4.50	1	4.50	1	2.50
2	4.50	2	10.00	2	5.50
3	7.50	3	7.00	3	5.50
4	7.50	4	4.50	4	4.50
5	8.50	5	5.00	5	6.00
6	8.00	6	5.00	6	3.75
7	9.50	7	7.75	7	1.50
8	7.00	8	8.00	8	4.75
9	2.50	9	6.00	9	2.80
10	6.00	10	4.50	10	5.30
11	4.50	11	7.00	11	3.00
12	4.50	12	6.00	12	7.00
13	11.00	13	5.00		
14	8.50	14	6.80		media= 4.30
15	11.25	15	5.00		
16	11.00	16	4.50		intervalo de
17	9.00	17	5.00		confianza:
18	7.50	18	3.50		(3.3 - 5.2)
19	8.00	19	9.50		
20	3.50	20	5.00		
21	7.00	21	5.50		
22	6.50	22	5.50		
	media= 7.17	23	8.00		
	intervalo de	24	9.50		
	confianza:		media= 6.13		
	(6.16 - 8.18)		intervalo de		
			confianza :		
			(5.3 - 6.8)		

Tabla 7. Biomasa superficial en un manto de densidad media
El Rosario, B. C. Primavera, 1986.

DENSIDAD MEDIA
Muestra Peso(Kg/m²)

1	8.00
2	6.00
3	6.50
4	5.50
5	4.50
6	6.00
7	4.00
8	4.00
9	5.00
10	6.00
11	3.50
12	8.00
13	7.00
14	3.50
15	7.00

media X=5.63

intervalo de
confianza:
(4.86-6.40)

Tabla 8. Biomasa superficial en dos mantos de diferente densidad.
Punta Eugenia, B. C. S. Primavera, 1986.

DENSIDAD ALTA
Muestra Peso(Kg/m²)

1	3.75
2	5.00
3	13.75
4	6.50
5	11.25
6	9.50
7	6.50
8	4.75
9	5.50
10	11.50
11	6.75
12	6.00
13	6.50
14	6.00
15	10.00
16	7.50
17	11.00
18	4.50
19	6.00
20	4.50

media X=7.33

intervalo de
confianza:
(6.10-8.57)

DENSIDAD MEDIA
Muestra Peso(Kg/m²)

1	3.50
2	7.00
3	6.50
4	7.50
5	5.00
6	9.00
7	3.50
8	5.00
9	3.75
10	5.00
11	7.00
12	3.00
13	3.75
14	9.00
15	5.00

media X=5.56

intervalo de
confianza:
(4.56-6.56)

Tabla 15. Crecimiento promedio de frondas de Macrocystis purifera
por estacion del ano. Manto testigo, Bahia Tortugas, B. C. S.
(periodo de marcado-recuperacion en 100 dias)

		ANO (1) 1985				ANO (2) 1986					
Primavera-Verano talla-crec.		Verano-Otono talla-crec.		Otono-Invierno talla-crec.		Invierno-Primavera talla-crec.		Primavera-Verano talla-crec.		Verano-Otono talla-crec.	
35	7.64	52	18.42	52	21.20	40	9.79	23	10.07	44	13.00
45	12.90	66	16.62	62	21.83	43	12.78	67	22.25	62	16.60
50	11.17	67	14.67	70	14.90	53	14.79	68	15.14	80	16.40
57.5	12.88	102	20.19	76	18.56	68	18.78	86	15.95	103	17.04
61.5	11.89	110	18.18	79	20.59	72	10.16	124	20.37	136	17.00
65	14.50	117	18.44	80	24.72	80	15.41	125	8.90		
80	7.53	123	19.19	130	23.32	82	14.90				
157	24.63	124.5	20.20	144	20.80	94	21.46				
		153	8.59	183	22.09						
-----		-----		-----		-----		-----		-----	
MEDIA X=12.89		X = 17.16		X = 20.89		X = 14.75		X = 15.44		X = 16.00	
Intervalo de confianza: (9.1-16.6)		(14.78-19.55)		(19.03-22.74)		(11.99-17.52)		(11.17-19.7)		(14.51-17.49)	

Tabla 16. Crecimiento promedio de frondas de Macrocystis purifera
por estacion del ano. Manto cosechado, Bahia Tortugas, B. C. S.
(periodo de marcado-100 dias)

		Manto (1) 1985				Manto (2) 1986					
Primavera-Verano talla-crec.		Verano-Otono talla-crec.		Otono-Invierno talla-crec.		Invierno-Primavera talla-crec.		Primavera-Verano talla-crec.		Verano-Otono talla-crec.	
24	15.50	42	17.09	78	22.86	34	9.08	126	20.95	10	20.38
40	15.04	55	20.31	98	25.44	39	16.02	83	22.66	60	16.82
49	21.91	57.3	21.69	158	21.17	40	21.45	50	23.78	62	18.85
68	23.68	59	15.93	381	24.00	47	20.37	60	20.70	67.5	19.22
		60	20.00			52	15.51	37	21.59	75	21.90
		66	19.42			73	7.34	15	19.42	81	20.55
		114	17.91			92	19.59	19	17.91	95	18.98
		218	20.25			129	12.38				
		314.5	22.48			195	14.26				
						212	11.22				
-----		-----		-----		-----		-----		-----	
MEDIA X = 19.03		X = 19.45		X = 23.36		X = 14.72		X = 21.00		X = 19.52	
Intervalo de confianza (95 %): (14.71-23.35)		(18.07-20.83)		(21.59-25.12)		(11.83-17.60)		(19.55-22.44)		(18.33-20.71)	

Tabla 17. Biomasa superficial calculada para un manto testigo de Macrocystis pyrifera. 1985-1986. Bahía Tortugas, B. C. S. (datos en Kg/m²).

Muestra	Primavera	Verano	Otono	Invierno	Primavera	Verano
1	6.25	7.50	5.50	4.50	8.50	7.00
2	3.50	5.60	2.50	10.00	9.50	5.50
3	5.50	7.00	4.00	7.00	6.25	5.00
4	6.50	8.20	5.50	4.50	7.75	3.00
5	8.75	5.55	6.50	5.00	9.00	4.00
6	3.75	8.70	2.00	5.00	6.25	6.50
7	8.00	11.60	6.00	7.75	10.50	4.50
8	4.25	8.00	7.00	8.00	9.75	5.50
9	8.00	3.90	2.00	6.00	9.00	3.00
10	6.75	13.60	5.00	4.25	10.75	3.50
11	5.00	4.60	5.00	7.00	9.00	1.00
12	5.25	8.70	8.00	6.00	7.75	2.50
13	5.00	9.40	5.50	5.00	12.00	5.00
14	12.00	6.10	7.00	6.00	9.00	2.00
15	6.50	13.50	6.00	5.00	8.75	8.50
16	4.75				8.50	
17	8.75				10.00	
18	6.00				6.00	
19	8.25				7.00	
20	3.00				7.50	
MEDIA X=	6.28	8.13	5.16	6.08	8.75	4.06
intervalo de confianza	5.3-7.2	6.4-9.6	4.2-6.0	5.2-6.8	8.0-9.4	3.0-5.1

Tabla 18. Biomasa superficial calculada para un manto cosechado de Macrocystis pyrifera. 1985-1986. Bahía Tortugas, B. C. S. (datos en Kg/m²).

Muestra	Primavera	Verano	Otono	Invierno	Primavera	Verano
1	7.00	5.00	2.75	4.50	6.00	5.00
2	8.75	4.50	5.00	5.00	5.00	5.00
3	6.25	5.50	5.00	3.50	4.50	2.50
4	9.00	7.75	2.00	9.50	6.50	2.50
5	5.25	6.00	5.25	5.00	6.50	2.50
6	7.50	11.00	3.50	5.50	6.75	2.50
7	8.00	7.00	2.75	5.50	8.00	3.00
8	7.50	7.50	3.50	8.00	7.50	3.00
9	10.00	4.50	3.50	9.50	4.00	3.00
10	6.25	2.50	4.75		4.00	3.50
11			4.75		4.00	3.50
12			5.25		8.50	6.00
13			6.00		6.50	2.50
14			2.25		7.00	10.00
15			8.25		7.50	6.00
MEDIA X =	7.75	6.12	4.3	6.2	6.15	4.43
Intervalo de confianza	6.7-8.7	4.6-7.50	3.4-5.1	4.7-7.6	5.3-6.9	3.4-5.4

Tabla 19. Temperaturas registradas durante el periodo de estudio de crecimiento de frondas de Macrocystis pyrifera. Primavera 1985. Bahía Tortugas, B.C.S. (datos en °C).

Fecha	Temperatura ambiental	Temperatura superficial	Temperatura de fondo	Profundidad
15 mayo	24	14	12	15
16 mayo	15	13	12	15
17 mayo	13	12.5	11	15
20 mayo	15	13		16
21 mayo	15	12.5	11.5	13
22 mayo	15	12.5	11.5	15
23 mayo	15	12.5	11.5	15
24 mayo	14	13	11	16
26 mayo	14	13	10	16.6
27 mayo	14	12.5	11	15
28 mayo	15	13	12	16.6
29 mayo	15	13		15
31 mayo	16	14		15
02 junio	14	12	11	13
03 junio	16	13	11	13
04 junio	16	13	11	15
05 junio	14	12	11	13
06 junio	14	12		15
<hr/>				
	X = 15.2	X = 12.8	X = 11.2	X = 14.2
<hr/>				
Intervalo de confianza:	(14.1-16.28)	(12.5-13.6)	(10.1-12.7)	

Tabla 20. Temperaturas registradas durante el periodo de estudio de crecimiento de frondas de Macrocystis pyrifera. Verano 1985. Bahía Tortugas, B.C.S. (datos en °C).

Fecha	Temperatura ambiental	Temperatura superficial	Temperatura de fondo
20 agosto	18	14.5	13.2
22 agosto	18	15	14
23 agosto	25.5	17	
26 agosto	22	23	19
31 agosto	20	18	15.5
01 septiembre	20	19	19
02 septiembre	24.9	22.2	21.9
03 septiembre	22.2	21	19.4
04 septiembre	21.1	20.5	18.3
05 septiembre	20	20	15.5
<hr/>			
	X = 21.1	X = 19.0	X = 17.3
<hr/>			
Intervalo de confianza:	(19.5-22.6)	(17.22-20.78)	(15.4-19.1)

Tabla 21. Temperaturas registradas durante el periodo de estudio de crecimiento de frondas de *Macrocystis purifera*. Otoño 1985. Bahía Tortugas, B. C. S. (datos en °C).

Fecha	Temperatura ambiental	Temperatura superficial	Temperatura de fondo
21 noviembre	16.5	19	
28 noviembre	15	19	15
29 noviembre	17	19	18
02 diciembre	15	18	17.5
03 diciembre	15	17	17.5
05 diciembre		17	17.5
07 diciembre	18	18.5	
08 diciembre	16.5	18.5	18.5
10 diciembre	14	18.5	18
12 diciembre	15	18	16.5
	X = 15.5	X = 18.7	X = 17.3
Intervalo de confianza:	(14.1-16.5)	(18.4-18.9)	(16.5-18.1)

Tabla 22. Temperaturas registradas durante el periodo de estudio de crecimiento de frondas de *Macrocystis purifera*. Invierno 1985-1986. Bahía Tortugas, B. C. S. (datos en °C).

Fecha	Temperatura ambiental	Temperatura superficial	Temperatura de fondo
19 febrero	15	16	
22 febrero	17	15	14
23 febrero	15	15	14
24 febrero	16	15	14
25 febrero	17	16	15
01 marzo	15	17	17
02 marzo	16	17	17
03 marzo	16	17	16.5
04 marzo	15.5	17	17
05 marzo	16	17	15
07 marzo	17	16.5	16.5
	X = 15.95	X = 16.2	X = 15.2
Intervalo de confianza:	(15.48-16.41)	(15.6-16.71)	(14.8-16.39)

10. BIBLIOGRAFIA

- ABBOT, A.I. y G.J. HOLLENBERG, 1976. Marine algae of California. Stanford University Press Sandford, California. U.S.A. 244:258.
- ARREDONDO, G.S., 1981. Estudio sobre la factibilidad de detectar y cuantificar mantos de Sargazo mediante técnicas de procesamiento digital de imágenes multiespectrales. Coor. Gral. de los Servicios Nacionales de Estadística Geográfica e Informática. México. 26 p.
- BAARDSETH, 1970. A square-scanning, two stage sampling method of estimating seaweed quantities. Report No. 33. Inst. of Marine Biochemistry, Univ. of Trondheim. Noruega. 41 p.
- BARILOTTI, C., 1978. Bi-annual reporte of the Kelp Ecology Project September 1975, trough September 1977. Center for Marine Studies San Diego State University. San Diego, California, U.S.A. 134p.
- BARILOTTI, C., R.H. McPEAK y P.K. DAYTON, 1985. Experimental studies on the effects of comertial kelp harvesting in Central and Southern California Macrocystis pyrifera kelp beds. Calif. Fish and Game. USA. 71(1):4-20.
- CASAS V. M.M., G. HERNANDEZ C., J.R. TORRES V., I. SANCHEZ R. y R. GUERRERO, 1981. Evaluación de los Mantos de Macrocystis pyrifera en la Costa Occidental de la península de Baja California (otoño de 1981). Informe técnico interno. IPN-CICIMAR. 57p.
- CASAS, V.M.M., G. HERNANDEZ, J.R. TORRES e I. SANCHEZ, 1985. Evaluación de mantos de Macrocystis pyrifera "Sargazo Gigante" en la península de Baja California. (Verano de 1982). Inv. Mar. CICIMAR. México 2(1):1-17.

- CLENDENNING, K.A., 1971a. Photosynthesis and general development in Macrocystis pyrifera. In: North, W.J. (ed.). The biology of giant kelp beds (Macrocystis pyrifera) in California. Nova Hedwigia, Alemania: 169-190.
- CLENDENNING, K.A., 1971b. Organic productivity in kelp areas. In: North, W.J. (ed.). The biology of giant kelp beds (Macrocystis) in California. Nova Hedwigia, Alemania: 259-264.
- COCHRAN, W.G., 1981. Técnicas de muestreo. C.E.C.S.A. México. 513 p.
- COON, D., 1981. Studies of whole plant growth in Macrocystis angustifolia. Bot. Mar. U.S.A. 24(1):19-27.
- CORONA, G.R., 1985. Estudio de la producción de Macrocystis pyrifera en la Costa Noroccidental de Baja California. Tesis profesional. U.A.B.C. México 57 p.
- COWEN, R.K., C.R. AGREGIAN and M.S. FOSTER, 1982. The maintenance of community structure in a Central California giant forest. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. U.S.A. 64:189-201.
- CHAPA, S.H., 1963. La explotación de algas de Baja California. Trab. Divulg., Dir. Gral. Pesca e Ind. Conexas. México. 9(84):32 p.
- CHAPMAN, V.J., 1970. Marine algae of New Zealand. Nova Hedwigia. Alemania. 56 p.
- DAWSON, Y.E., M. NEUSHUL and R.D. WILDMAN, 1960. Seaweeds associated with kelp beds along Southern California and Northwestern México. Pacific Naturalist. U.S.A. 1(14):1-80.
- DEAN, T.A. and L.E. DEYSHER, 1983. The effects of suspended solids and thermal discharges on kelp. In: W. Bascom (ed.). The effects of waste disposal on kelp communities. U.S.A. 114-135.

- DEAN, T.A., S.C. SCHROETER and J.D. DIXON, 1984. Effects of grazing by two species of sea urchins (Strongylocentrotus franciscanus and Lutechinus anamesus) on recruitment and survival of two species of Kelp (Macrocystis pyrifera and Perigophora californica. Mar. Biol. U.S.A. 78:301-313.
- DEAN, T.A., and F.R. JACOBSEN, 1984. Growth of juvenile Macrocystis pyrifera (Laminariales) in relation to environmental factors. Mar. Biol. U.S.A. 83:301-311.
- DRUEHL, L.D. and L. KEMP, 1982. Morphological and growth responses of geographically isolated Macrocystis integrifolia population when grown in a common environment. Can. J. Bot. Canada 60:1409-1413.
- DRUEHL, L.D., 1984. Morphological and physiological responses of Macrocystis pyrifera to nitrate enrichment. Hidrobiology Canada. 116/117:471-474.
- FOSTER, M.S., 1975. Regulation of algal community development in Macrocystis pyrifera forest. Mar. Biol. U.S.A. 32:331-342.
- GERARD, U.A., 1982a. Growth and utilization of internal nitrogen reserves by the giant kelp Macrocystis pyrifera in a low nitrogen environment. Mar. Biol. U.S.A. 66:27-35.
- GERARD, V.A., 1982b. In situ water motion and nutrient uptake by the giant kelp Macrocystis pyrifera. Mar. Biol. U.S.A. 69:51-54.
- GERARD, V.A., 1984. Physiological effects of "El Niño" on giant kelp in Southern California. Hidrobiology. U.S.A. (5):317-322.
- GUZMAN DEL PROO, S.A., 1963. Las algas marinas como recurso natural explotable. La necesidad de realizar en México estudios sistemáticos y bioquímicos de este recurso. Trab. Divulg. Dir. Gral.

de Pesca e Ind. Conexas. México. 13(130):1-40.

GUZMAN DEL PROO, S.A., 1968. Programa nacional sobre algas marinas mexicanas. Avances de Investigación. Trab. Divulg. Dir. Gral. de Pesca e Ind. Conexas. México. 13(130):40.

GUZMAN DEL PROO, S.A., S. DE LA CAMPA, J.L. GRANADOS, 1971. El Sargazo Gigante (Macrocystis pyrifera) y su explotación en Baja California. Rev. Soc. Mex. de Hist. Nat. México. 32(12):15-57.

GUZMAN DEL PROO, S.A., M.M. CASAS, A. DIAZ C., M.L. DIAZ L., J. PINEDA B. y M.E. SANCHEZ R., 1986. Diagnóstico sobre las investigaciones y explotación de las algas marinas en México. Inv. Mar. CICIMAR. 3(II):1-63.

HALL, M.A., 1976. Método para la evaluación de recursos de Macrocystis pyrifera. Parte I. El uso de película infrarroja en la medición de densidad con fotografía aérea. Com. Nal. de Estudios Geo-Heliolísicos en el Centro Nal. Patagonico. Argentina. 35(91):103.

HALL, M.A. and A.L. BORASO DE ZAIOSO, 1979. Ciclo de los bosques de Macrocystis en Bahía Camarones, Provincia del Chubut, República de Argentina. Ecosur. Argentina 6(12):165-184.

HALL, M.A., 1980. Métodos para la evaluación de los recursos de Macrocystis pyrifera. III Consideraciones biométricas. Centro Nacional Patagonico. Argentina (29):1-15.

HARGER, W.B., 1983. A historical overview of kelp in southern California. Coastal Water Research Project. and Inst. of Mar. Res. of Univ. of Cal. Scripps Inst. of Oceanography, Cal. U.S.A. 70-83.

HERNANDEZ, C.G., (en revisión). Recuperación de los mantos de "Sargazo Gigante" Macrocystis pyrifera en Baja California después del fenómeno de "EL NIÑO" (1982-83). Inv. Mar. CICIMAR.

- HODDER, D. and M. MEL, 1978. Kelp Survey of the Southern California Bight. Science Applications. U.S.A. 105p.
- JACKSON, G.A., 1977. Nutrients and production of giant kelp, Macrocystis pyrifera, of Southern California. Limnol. Oceanogr. 22(1): 979-995.
- JENSEN, J.R., J.E. ESTES and L. TINNEY, 1980. Remote sensing techniques for kelp surveys. Photogrammetric engineering and remote sensing. U.S.A. 46(6):743-755.
- KAIN, M., 1982. Morphology and growth of the giant kelp Macrocystis pyrifera in New Zealand and California. J. Mar. Assn. U.K. 143-157.
- KREPPER, C.C. y M.A. HALL, 1976. Métodos para la evaluación de Macrocystis pyrifera. Parte II El uso de filtros en fotografía aérea para la medición del área de bosques. Com. Nal. de Estudios Geo-Heliofísicos en el Centro Nacional Patagónico. Argentina. 35(91):109-113.
- LOBBAN, C.S., 1978. The growth and death of the Macrocystis sporophyte (Phaeophyceae, Laminariales). Phycologia Canada. 17(2):196-212.
- McCLENEGHAN, K. and J.L. HOUK, 1985. The effect of canopy removal on holdfast growth in Macrocystis pyrifera (Phaeophyta: Laminariales). Calif. Fish and Game. U.S.A. 71(1):21-27.
- McPEAK, R.H. and D. GLANTZ, 1984. Harvesting California's kelp forest. Oceanus. U.S.A. 27(1):26p.
- MICHANEK, G., 1975. Seaweed resources of the ocean. F.A.O. Fisheries technical paper. U.S.A. (138):127p.

- MILLER, D.J. and J.J. GEIBEL, 1973. Summary of blue rockfish and lingcod life histories; a reef ecology study; and giant kelp Macrocystis pyrifera, experiments in Monterrey Bay. Calif. Fish and Game. U.S.A. 139(1):1-26.
- NORTH, W.J. and M.B. SCHAEFER, 1964. An investigation of the effects of discharged waster on kelp. State water Cuality Control Board. U.S.A. 26:125.
- NORTH, W.J. (Ed.), 1967. Annual report. 1 April, 1966-30 June 1967. Kelp habitat improvement project. U.S.A.105p.
- NORTH, W.J. (Ed.), 1968. Annual report. 1 July, 1967-30 June, 1968. Kelp habitat improvement project. U.S.A. 142 p.
- NORTH, W.J. (Ed.), 1969. Annual report. 1 July, 1968-30 June 1969. Kelp habitat improvement project. U.S.A.142p.
- NORTH, W.J. (Ed.), 1970. Annual report. 1 July, 1969-30 June 1970. Kelp habitat improvement project. U.S.A.150p.
- NORTH, W.J. (Ed.), 1971a. Annual report. 1 July, 1970-30 June 1971. Kelp habitat improvement project. U.S.A. 150p.
- NORTH, W.J. (Ed.), 1971b. The biology of giant kelp beds (Macrocystis) in California. Nova Hewigia, Alemania. 600p.
- NORTH, W.J. (Ed.), 1972a. Annual report. 1 July, 1971-30 June 1972. Kelp habitat improvement project. U.S.A. 200p.
- NORTH, W.J., 1972b. Mass cultured Macrocystis as a means of increasing kelp stands in nature. In: Nisizawa, K. (ed.). Proc. Intl. Seaweed symp. 7. Univ. Tokyo Press. 394-399.

- NORTH, W.J. (Ed.), 1973. Annual report. 1 June, 1972-30 June 1973. Kelp habitat improvement project. U.S.A. 200p.
- NORTH, W.J., 1977. Evaluación manejo y cultivo de praderas de Macrocystis. En: Santelices, B. (ed.), Ecología de algas marinas bentónicas. Efecto de factores ambientales. Actas I Symp. Algas Mar. Chilenas. Chile. 75-128.
- REID, L.J., RODEN I.G. and WYLLIE G.J., 1958. Studies of the California current system. CalCOFI Progress Report. 1 July 1956-1 January 1958. U.S.A. 28-56.
- ROSENTHAL, R.J., W.D. CLARKE and P.K. DAYTON, 1974. Ecology and natural history of a stand of giant kelp, Macrocystis pyrifera off Del Mar, California Dep. of Fish and Game. U.S.A. 72(3):670-684.
- SCOFIELD, W.L., 1959. History of kelp harvesting in California. Calif. Fish and Game. U.S.A. 45(3):135-157.
- WHEELER, D.A. and W.J. NORTH, 1980. Effect on nitrogen supply on nitrogen content and growth rate of juvenile Macrocystis pyrifera (Phaeophyta) Sporophytes. Phycol. U.S.A. (16):577-582.
- WILSON, K.D. and R. McPEAK, 1983. Kelp Restoration. In: Proc. Symp. on the effects of waste disposal on kelp communities. U.S.A.: 199-216.
- ZIMMERMAN, R.C., 1983. Seasonal patterns in the productivity of a giant kelp (Macrocystis pyrifera) forest: the effect of nutrient availability. Ph. D. Thesis. University of Southern California. U.S.A. 182p.
- ZAR, J.H., 1974. Biostatistical analysis. Prentice Hall. 620p.
- ZOBELL, C., 1971. Drift seaweeds on San Diego country beaches. Nova Hedwigia. 32:269-314.