

**EVALUACION DE LOS MANTOS DE *Macrocystis pyrifera*
(PHAEOPHYTA, LAMINARIALES)
EN BAJA CALIFORNIA, MEXICO.
I. INVIERNO 1985-1986**

**EVALUATION OF *Macrocystis pyrifera*
(PHAEOPHYTA, LAMINARIALES) KELP BEDS
IN BAJA CALIFORNIA, MEXICO.
I. WINTER 1985-1986**

G. Hernández-Carmona ^{1*}
Y.E. Rodríguez-Montesinos ¹
J.R. Torres Villegas ²
I. Sánchez Rodríguez ¹
M.A. Vilchis ¹

¹ Departamento de Pesquerías
² Departamento de Biología Marina
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del IPN
Apartado Postal 592
La Paz, Baja California Sur 23000, México

* Becario de la Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas del IPN.

Hernández-Carmona, G., Rodríguez-Montesinos, Y.E., Torres Villegas, J.R., Sánchez Rodríguez, I. y Vilchis, M.A. Evaluación de los mantos de *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta, Laminariales) en Baja California, México. I. Invierno 1985-1986. Evaluation of *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta, Laminariales) kelp beds in Baja California, Mexico. I. Winter 1985-1986. Ciencias Marinas, 15(2): 1-27, 1989.

RESUMEN

Se realizó la evaluación de los mantos de *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh, durante el invierno 1985-1986 en la Costa Occidental de Baja California, mediante la determinación de la biomasa de los mantos en cuatro localidades ubicadas a lo largo de su distribución y el cálculo del área cubierta empleando fotografía aérea con película infrarroja.

La distribución de los mantos se presentó en forma más o menos continua desde la frontera con Estados Unidos hasta Morro Hermoso, B.C.S., con una discontinuidad en la Bahía de Vizcaino, B.C. Hacia el Sur de Morro Hermoso la recuperación de los mantos ha sido lenta después de su desaparición por el fenómeno de "El Niño" (1982-1983), debido a una probable sustitución competitiva con *Eisena arborea*.

En invierno de 1985-1986 se calculó una cobertura de mantos de 6,485,049m² y una biomasa cosechable de 35,813.1 ton ± 2,260 ton, localizándose 40% hacia el Norte de la discontinuidad y 60% en el Sur.

ABSTRACT

An evaluation of *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh kelp beds was conducted during the winter of 1985-1986 along the western coast of Baja California, by means of estimated canopy in four different locations along their distribution range, and the total area covered was measured by means of aerial infrared photography.

The distribution of the kelp beds extends from the United States border to Morro Hermoso, B.C.S., with an absence of kelp in Bahía Vizcaíno, B.C. South of Morro Hermoso, B.C.S., recovery of the kelp beds has been slow after the "El Niño" phenomenon (1982-1983) due to competitive replacement by *Eisenia arborea*.

In the winter of 1985-1986, coverage by the kelp beds measured 6,485,049m² and the standing crop was 35,813.1 tons \pm 2,260 tons, with 40% in the northern and 60% in the southern areas.

INTRODUCCION

Los mantos de *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh, se distribuyen en México desde la frontera con Estados Unidos de Norteamérica hasta Punta San Hipólito, B.C.S. (Guzmán del Proó et al., 1971). Constituyen el habitat de una gran variedad de organismos y en ellos se llevan a cabo importantes pesquerías comerciales como las de abulón, langosta y erizo (Barilotti et al., 1985). *M. pyrifera* se localiza en fondos rocosos entre 8-20m y puede encontrarse hasta 30m o más en aguas claras (North, 1971, 1977).

En México, se cosecha esta alga desde 1958 en el área de las Islas Coronado, B.C., a Isla San Martín, B.C. (Corona, 1985), mediante un barco de diseño especial con capacidad de 350 ton (Guzmán del Proó et al., 1971). Hasta 1986 la cosecha promedio anual fue de 25,285 ton, con marcadas fluctuaciones anuales.

En el Sur de California, Estados Unidos, se estimó a principios de siglo un área de mantos de 285km² (Davis, 1968), reduciéndose en un 70% hacia la mitad de la década de los 1950 (North, 1977). Esta situación causó alarma por las continuas pérdidas y estimuló la creación de fondos para investigación en ecología y fisiología (North, 1977).

El primer estudio en detalle sobre la distribución y explotación de los mantos de *M. pyrifera* en México, fue realizado por Guzmán del Proó et al. (1971) y posterior-

INTRODUCTION

In Mexico, *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh kelp beds are distributed from the border with the United States to Punta San Hipólito, Baja California Sur (Guzmán del Proó et al., 1971). They provide habitat for a large variety of organisms and important commercial fisheries, such as of abalone, lobster and sea urchins, are conducted within the kelp beds (Barilotti et al., 1985). *M. pyrifera* is found in rocky bottoms between depths of 8-20m and down to 30m or more in clear waters (North, 1971, 1977).

This alga has been harvested in Mexico since 1958 in the area from Islas Coronado, B.C., to Isla San Martín, B.C. (Corona, 1985), using a specially designed harvesting boat (Barco Sargacero) with a capacity of 350 tons (Guzmán del Proó et al., 1971). Until 1986 the mean annual harvest was of 25,285 tons, with noticeable annual fluctuations.

At the beginning of the century, kelp beds were estimated to occupy an area of 285km² in southern California, USA (Davis, 1968). By the mid 1950's, they had undergone a 70% reduction (North, 1977). The continuous loss of kelp beds caused considerable concern and encouraged the creation of funds for ecological and physiological research (North, 1977).

The first detailed study on the distribution and exploitation of *M. pyrifera* kelp beds in Mexico, was carried out by Guzmán del

mente Casas *et al.* (1985) cuantificaron por primera vez los mantos de Baja California en el verano de 1982, estimando un área de mantos de 8,803,000m² y una cosecha de 80,000 ton ± 15,000 ton.

Se sabe que este recurso presenta amplias variaciones anuales que se reflejan en la actividad de cosecha del Barco Sargacero (Armenta, comunicación personal), pero se desconoce hasta qué grado pueden llegar estas fluctuaciones y las diferencias dentro de su amplia distribución.

Con el fin de conocer estas variaciones se realizó este estudio iniciando en febrero de 1986 (invierno) y terminando en septiembre de 1986 (verano) con periodicidad trimestral. Los resultados que se presentan corresponden a la estación de invierno de 1985-1986 y constituyen la primera parte de los reportes que en su totalidad darán la pauta para establecer la dinámica estacional de los bosques de *Macrocystis pyrifera* en México.

MATERIALES Y METODOS

a) Areas de mantos

Se tomaron fotografías aéreas verticales a 4,000 pies de altura con película infrarroja para blanco y negro y un filtro rojo; con la serie de fotografías se elaboraron fotomosaicos tomando como referencia las características de los mantos, y sobre éstos se calcularon las áreas cubiertas en la impresión diferenciando tres densidades: alta, media y baja.

La escala lineal en las impresiones fotográficas fue de 1:4876 con la cual se calculó el área de los mantos en campo. Los cálculos fueron corroborados mediante la medición de un objeto de área conocida (Barco Sargacero), obteniendo un error de 0.5% por lo que se consideró despreciable. Los mantos fotografados se representaron en mapas a escala 1:407,500.

b) Biomasa superficial

Se eligieron cuatro localidades de muestreo a lo largo de la distribución de *M. pyrifera* en función de la presencia de grandes

Proó *et al.* (1971). Casas *et al.* (1985) quantified the Baja California kelp beds for the first time in the summer of 1982, estimating a kelp bed area of 8,803,000m² and a harvest of 80,000 tons ± 15,000 tons.

This resource presents large annual variations which are reflected in the harvesting activity of the Barco Sargacero (Armenta, private communication). However, the extent of these fluctuations and the differences along its wide distribution are not yet known.

This work was carried out in order to study these variations. It was initiated in February 1986 (winter) and concluded in September 1986 (summer) with a quarterly periodicity. The results presented herein correspond to the winter of 1985-1986 and constitute the first part of a report which as a whole will lay down the guidelines to establish the seasonal dynamics of the *Macrocystis pyrifera* kelp beds in Mexico.

MATERIALS AND METHODS

a) Area of the kelp beds

Vertical aerial photographs were taken at an altitude of 4,000 feet with black and white infrared film and a red filter. Photomosaics were formed taking the characteristics of the kelp beds as reference. The areas covered in the prints were then calculated. Three densities were differentiated: high, medium and low.

The linear scale of the prints was 1:4876 with which the area of the kelp beds was calculated. The calculations were corroborated through the measurement of an object of known dimensions (the Barco Sargacero), obtaining an error of 0.5% which was considered negligible. The photographed kelp beds are shown in maps with a 1:407,500 scale.

b) Surface canopy

Four sampling sites were chosen along the distribution range of *M. pyrifera* in terms of the presence of large kelp bed areas and the feasibility of reaching them. Each of these sites was considered representative of a bigger

áreas de mantos y de la factibilidad de llegar a éstos. Cada una de estas localidades se consideraron representativas de una zona mayor de acuerdo a la siguiente distribución (Fig. 1):

En cada localidad se diferenciaron tres tipos de mantos de acuerdo al criterio aplicado por Casas *et al.* (1985); densidad alta, media y baja, sobre las cuales se tomaron 20, 15 y 10 muestras respectivamente.

zone according to the following distribution (Fig. 1):

In each site, three types of kelp beds were differentiated according to the criterion applied by Casas *et al.* (1985): high, medium and low density for which 20, 15 and 10 samples, respectively, were taken.

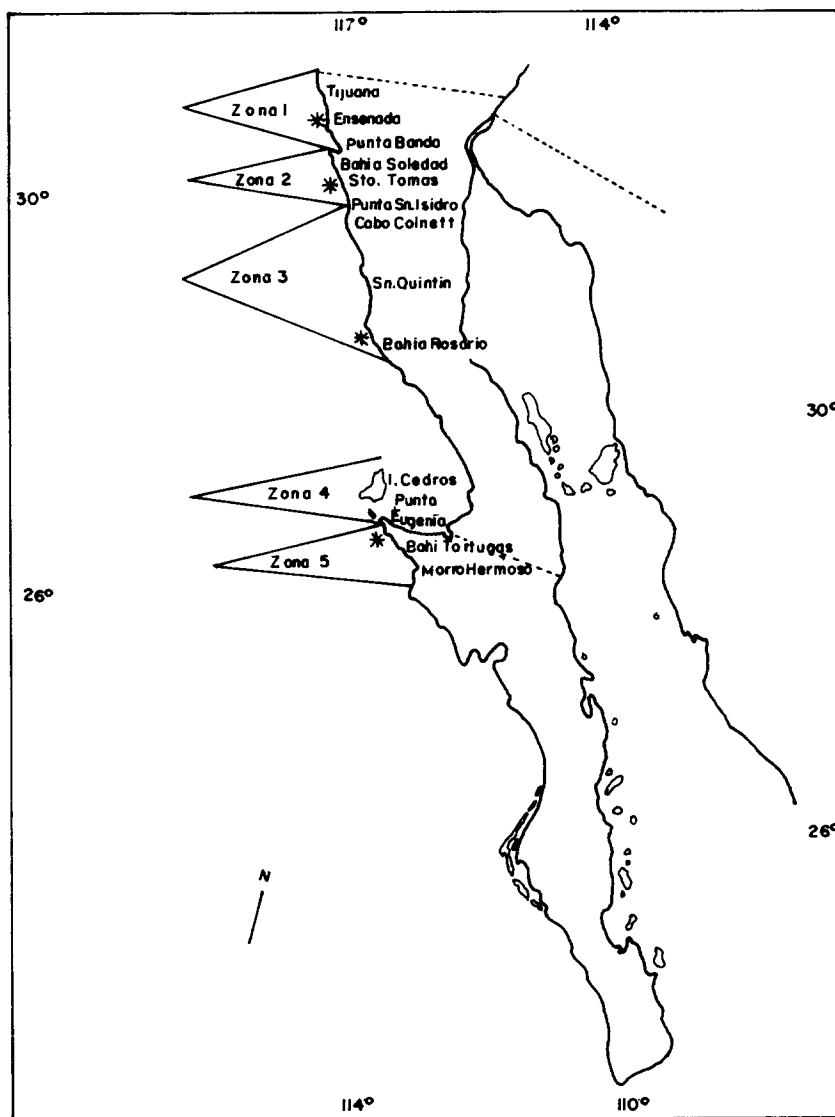


Figura 1. * Localidades de muestreo para la determinación de la biomasa superficial de los mantos de *Macrocystis pyrifera* y zonas a las que se les asignó el valor calculado.

Figure 1. Indicated by an * are the sampling sites for the determination of the surface canopy of the *Macrocystis pyrifera* kelp beds and zones which were assigned the calculated value.

Las muestras fueron obtenidas al azar en la superficie del manto en estudio, cortando las algas contenidas en un metro cuadrado de superficie y hasta un metro de profundidad (Casas *et al.*, 1985). Para tener mayor precisión, las frondas contenidas en el cuadrante se amarraban con una cuerda, posteriormente se realizaba el corte y se recuperaban, evitando la incursión de frondas vecinas y finalmente se pesaban.

Con las muestras contenidas se calculó la media y el intervalo de confianza al 95% ($\sigma = 1.96$ para una distribución normal) para cada densidad de cada localidad y se asignó este valor como representativo de la zona correspondiente.

c) Biomasa cosechable o cosecha

La biomasa cosechable se calculó multiplicando el área calculada de los mantos para cada localidad por el valor de biomasa correspondiente. Para la estimación de la cosecha por zona y la cosecha total, se consideró cada densidad de cada zona como un estrato y se aplicó el análisis estadístico para un muestreo aleatorio estratificado (Cochran, 1981).

RESULTADOS

La Tabla I muestra los resultados obtenidos en las mediciones de área y biomasa con su intervalo de confianza y la cosecha media estimada para cada localidad, por zona y la cosecha total. La zona con menor área de mantos fue la zona 2 con $392,483\text{m}^2$ que representan el 6.05% del área total, le sigue la zona 1 con $461,306\text{m}^2$ (7.11%). En la zona 3 se presentó un aumento considerable con $2,334,199\text{m}^2$ (36.00%) y finalmente la mayor área cubierta por mantos se presentó en la zona 4 con $3,297,061\text{m}^2$ (50.84%). El área total calculada para los mantos en invierno de 1985-1986 fue de $6,485,049\text{m}^2$ (Fig. 2). La ubicación de los mantos que se representa en mapas cartográficos (Figs. 3 a 6), muestra una distribución continua desde la frontera con Estados Unidos hasta Punta San Antonio, B.C., con una discontinuidad desde este punto (ausencia de mantos) en la Bahía Vizcaíno, B.C., hasta las Islas San Benito, B.C., donde continúa su presencia hasta Morro Hermoso, B.C.S.

Surface samples of the kelp bed under study were taken at random, cutting the algae contained in one square metre and down to one metre in depth (Casas *et al.*, 1985). For greater precision, the fronds contained in the quadrant were tied together with a rope. They were subsequently cut and removed, thus avoiding the inclusion of other nearby fronds. They were then weighed.

From the samples obtained, the mean and 95% confidence interval were calculated ($\sigma = 1.96$ for a normal distribution) for each density in each site and this value was considered as representative of the corresponding zone.

c) Standing crop or harvest

The standing crop was computed by multiplying the calculated area of the kelp beds for each site by the corresponding canopy value. For the estimate of the harvest per zone and the total harvest, each density of each zone was considered a stratum and the statistical analysis for a stratified aleatory sampling was applied (Cochran, 1981).

RESULTS

Table I shows the results obtained from the measurements of area and canopy with its confidence interval and the mean harvest estimated for each site, per zone and the total harvest. The zone with the smallest area of kelp beds was zone 2 with $392,483\text{m}^2$, representing 6.05% of the total area. It was followed by zone 1 with $461,306\text{m}^2$ (7.11%). A considerable increase was found in zone 3 with $2,334,199\text{m}^2$ (36.00%) and finally, the largest area covered by kelp beds was found in zone 4 with $3,297,061\text{m}^2$ (50.84%). The total area calculated for the kelp beds in the winter of 1985-1986 was $6,485,049\text{m}^2$ (Fig. 2). The location of the kelp beds represented in cartographic maps (Figs. 3-6), shows a continuous distribution from the United States border to Punta San Antonio, B.C., with a discontinuity (absence of kelp beds) from this point in Bahía Vizcaíno, B.C., to the Islas San Benito, B.C., from where its presence continues to Morro Hermoso, B.C.S.

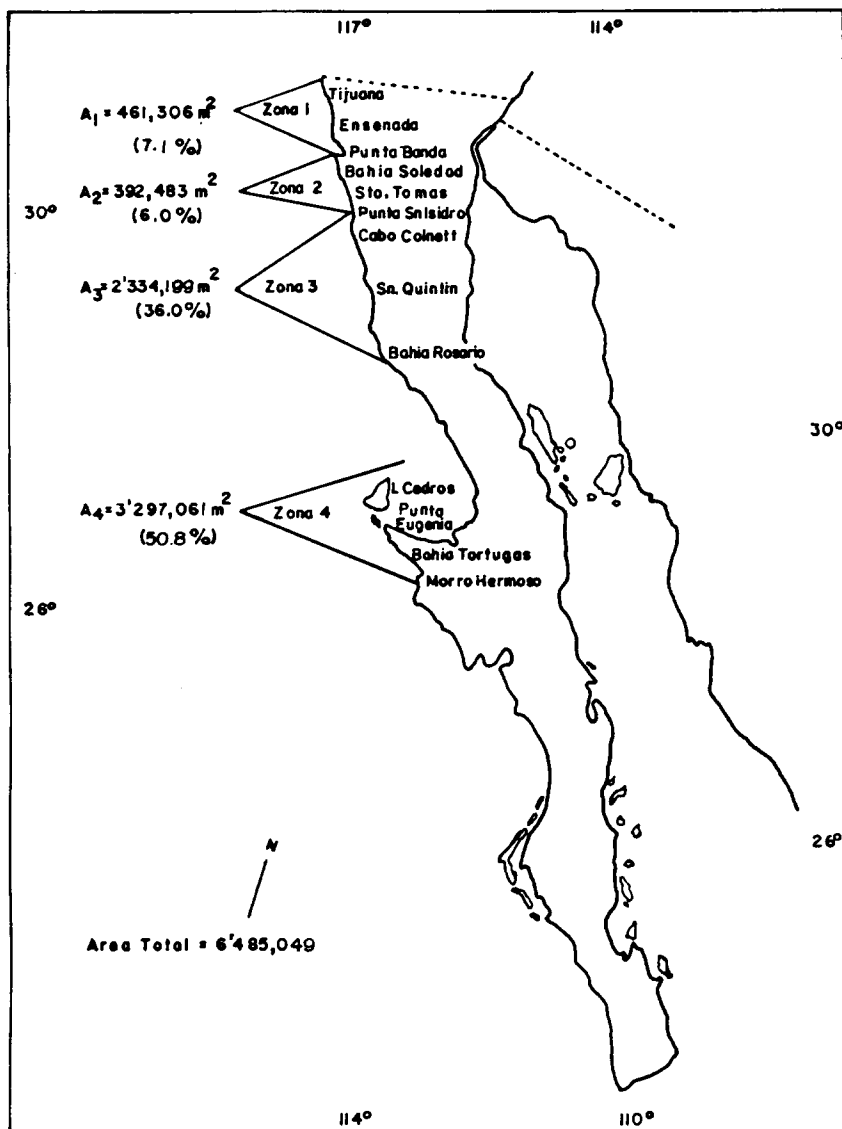


Figura 2. Areas estimadas de mantos de *Macrocystis pyrifera* por zona y total en la Península de Baja California en invierno de 1985-1986.

Figure 2. Estimated areas of *Macrocystis pyrifera* kelp beds per zone and total area in the Peninsula of Baja California in winter 1985-1986.

Los valores más altos de biomasa muestral para la densidad alta y media se obtuvieron en la zona 3 con 9.1 y 6.8 kg/m², respectivamente, mientras que los valores más

The highest sampling canopy values for the high and medium densities were obtained in zone 3 with 9.1 kg/m² and 6.8 kg/m², respectively, while the lowest values for these densities were obtained in zone 1 with 4.2

bajos para estas densidades se obtuvieron en la zona 1 con 4.2 kg/m² para la densidad alta y 3.6 kg/m² para la densidad media. Los valores de densidad baja fueron similares para todas las zonas, entre 3 y 4.3 kg/m² (Fig. 7).

kg/m² for high density and 3.6 kg/m² for medium density. The low density values were similar for all the zones, between 3 and 4.3 kg/m² (Fig. 7).

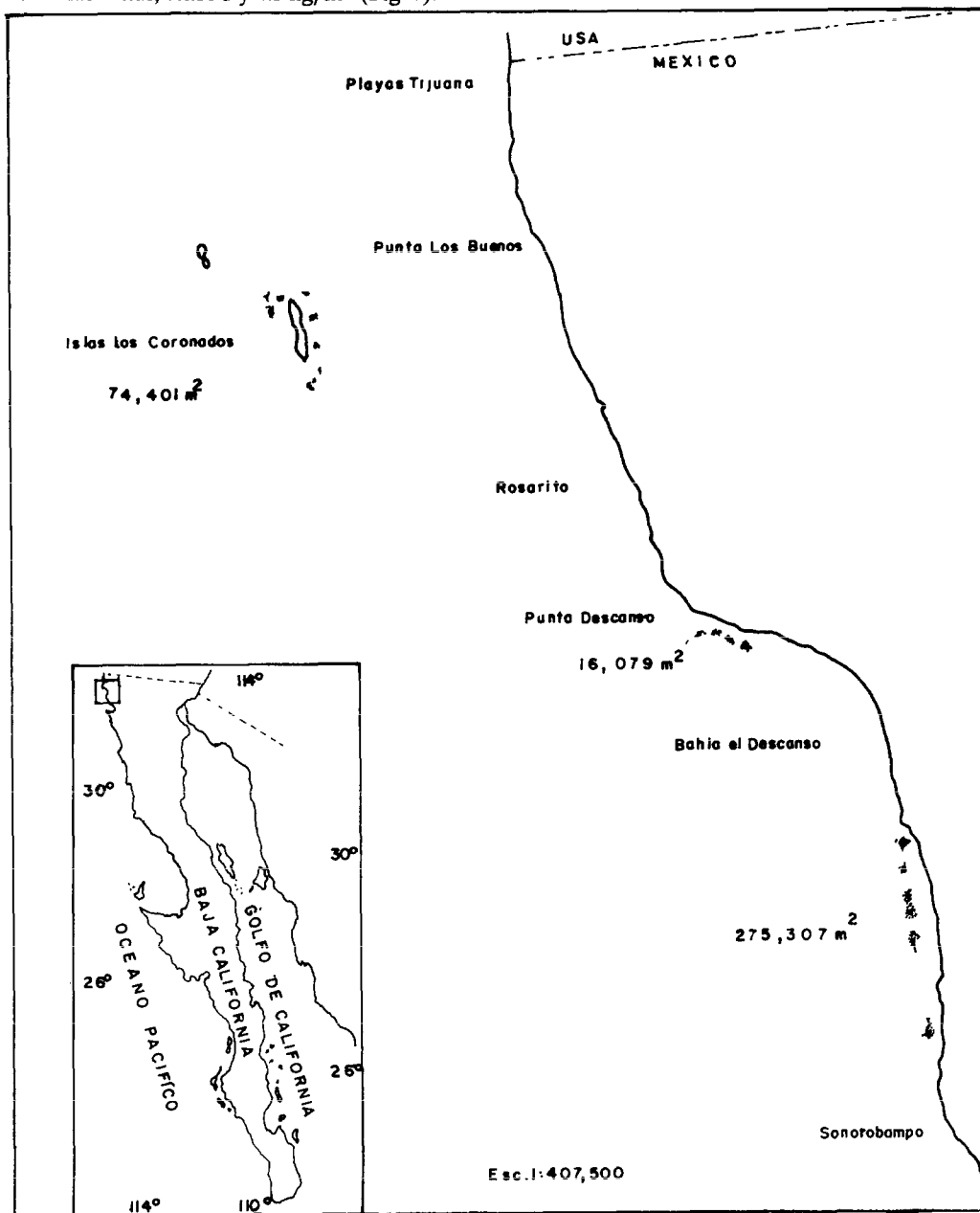


Figura 3a. Ubicación y áreas de mantos de *Macrocystis pyrifera* de Tijuana a Sonorobampo, B.C. Invierno 1985-1986.

Figure 3a. Location and area of *Macrocystis pyrifera* kelp beds from Tijuana to Sonorobampo, B.C. Winter 1985-1986.

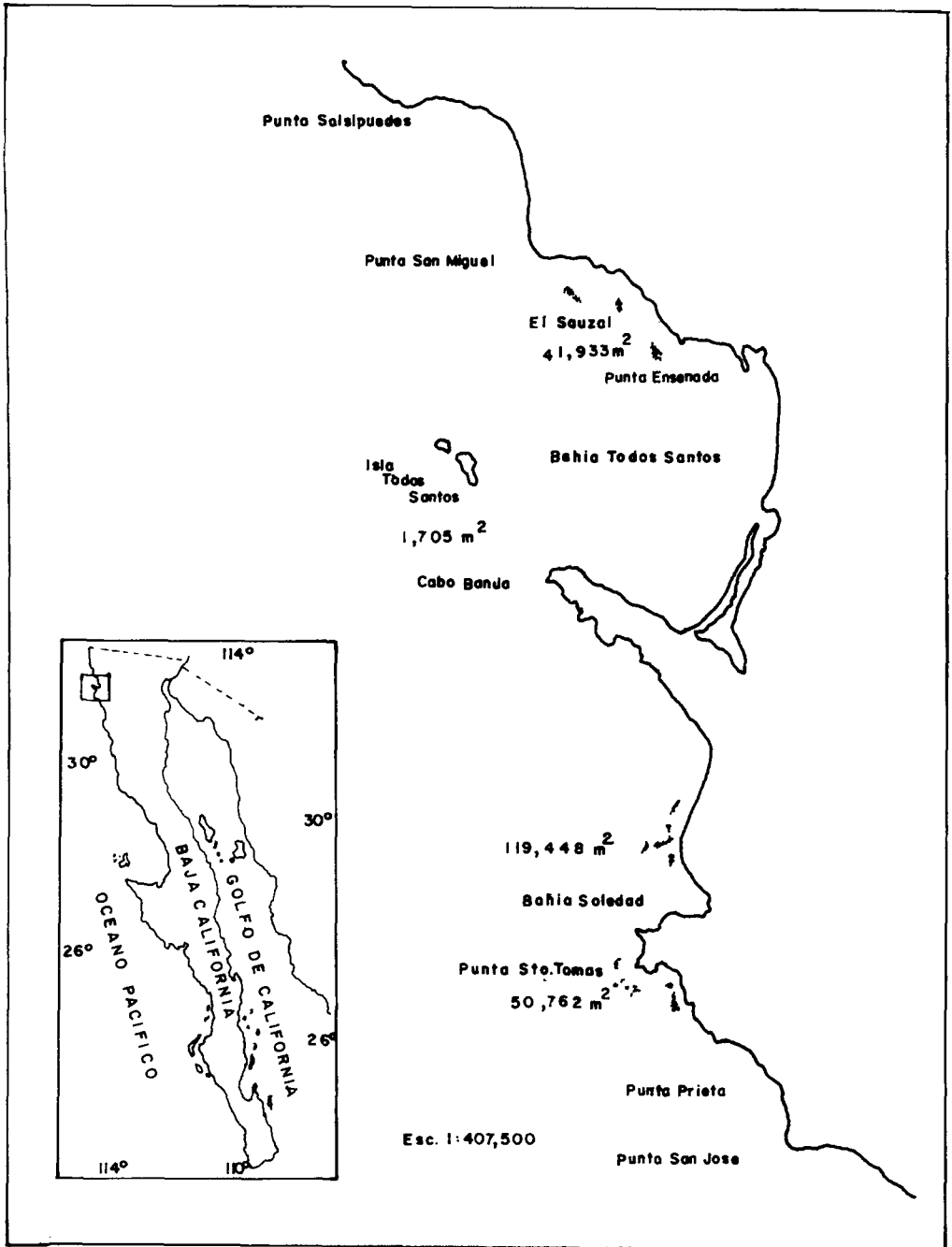


Figura 3b. Ubicación y áreas de mantos de *Macrocystis pyrifera* de Punta Salsipuedes a Punta San José, B.C. Invierno 1985-1986.

Figure 3b. Location and area of *Macrocystis pyrifera* kelp beds from Punta Salsipuedes to Punta San José, B.C. Winter 1985-1986.

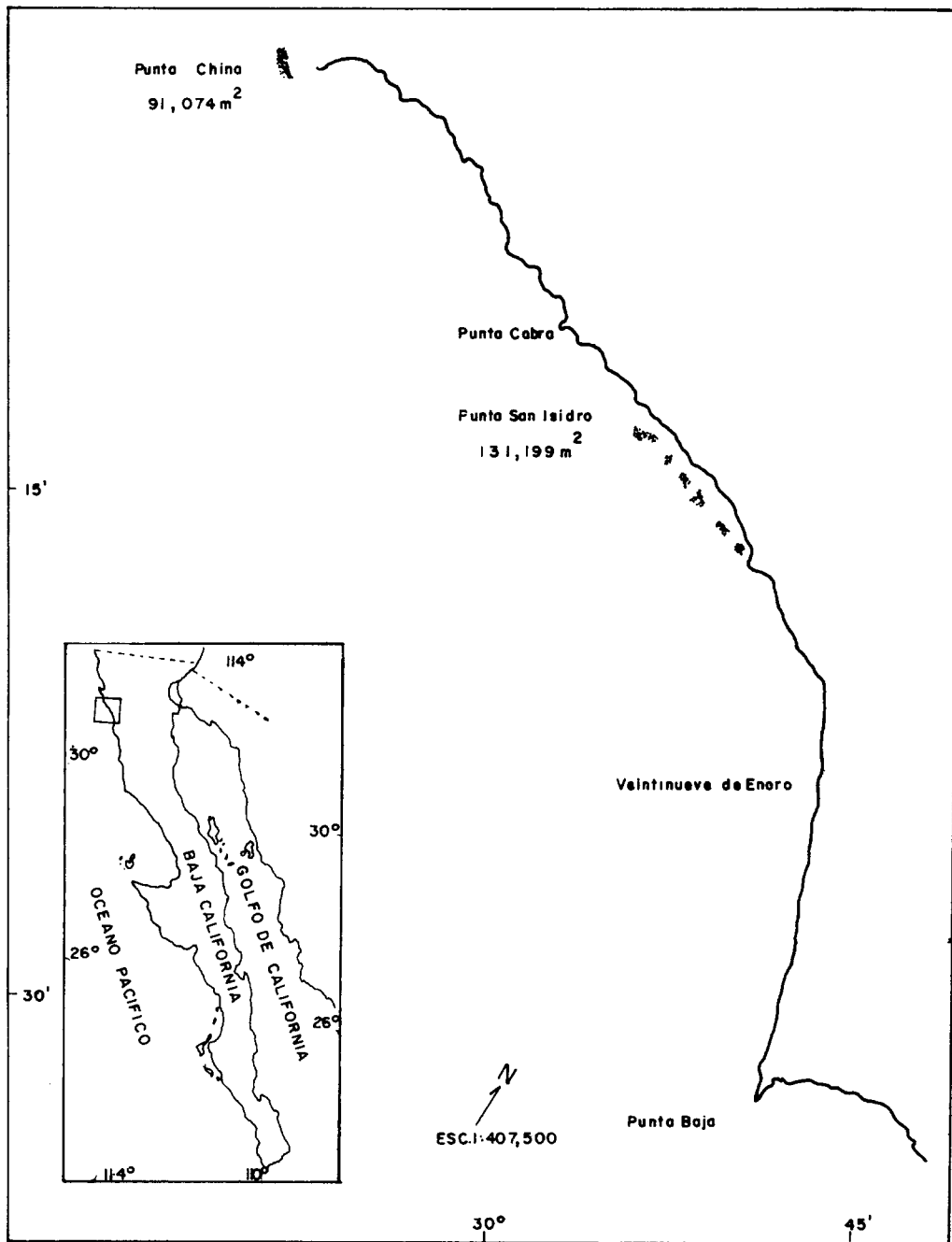


Figura 4a. Ubicación y áreas de mantos de *Macrocystis pyrifera* de Punta China a Punta Baja, B.C. Invierno 1985-1986.

Figure 4a. Location and area of *Macrocystis pyrifera* kelp beds from Punta China to Punta Baja, B.C. Winter 1985-1986.

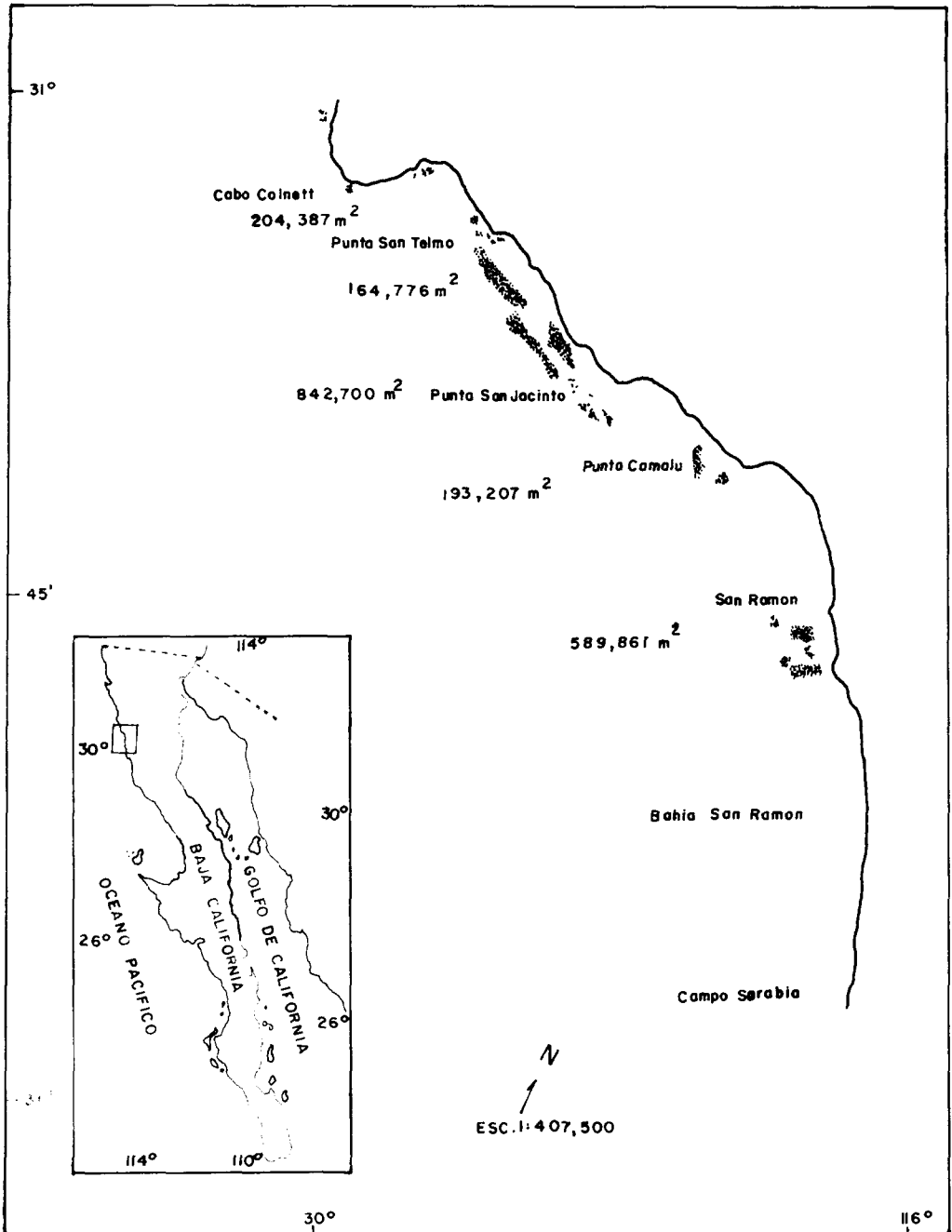


Figura 4b. Ubicación y áreas de mantos de *Macrocystis pyrifera* de Cabo Colnett a Bahía San Ramón, B.C. Invierno 1985-1986.

Figure 4b. Location and area of *Macrocystis pyrifera* kelp beds from Cabo Colnett to Bahía San Ramón, B.C. Winter 1985-1986.

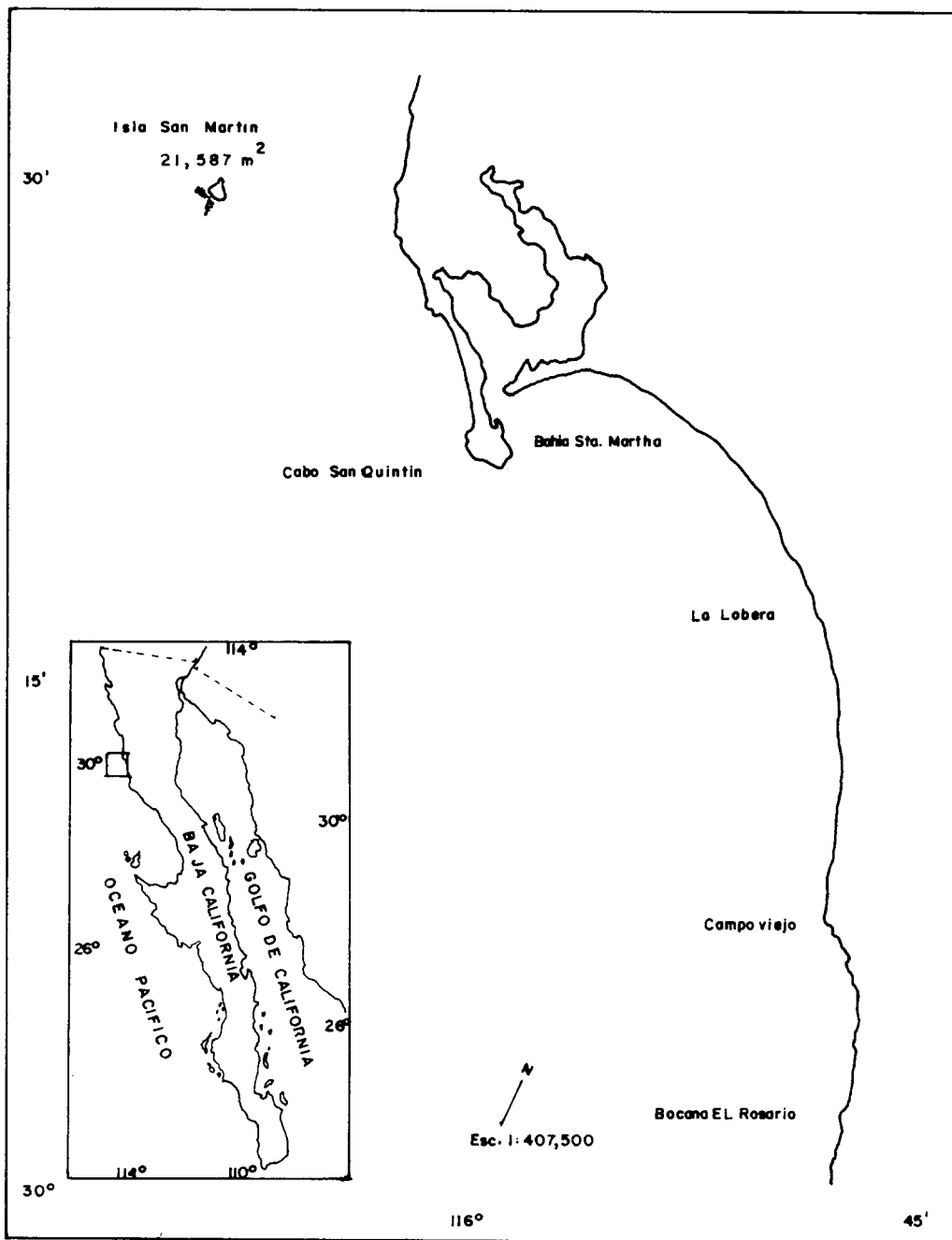


Figura 5a. Ubicación y áreas de mantos de *Macrocystis pyrifera* de Isla San Martín a Bocaña El Rosario, B.C. Invierno 1985-1986.

Figure 5a. Location and area of *Macrocystis pyrifera* kelp beds from Isla San Martín to Bocaña El Rosario, B.C. Winter 1985-1986.

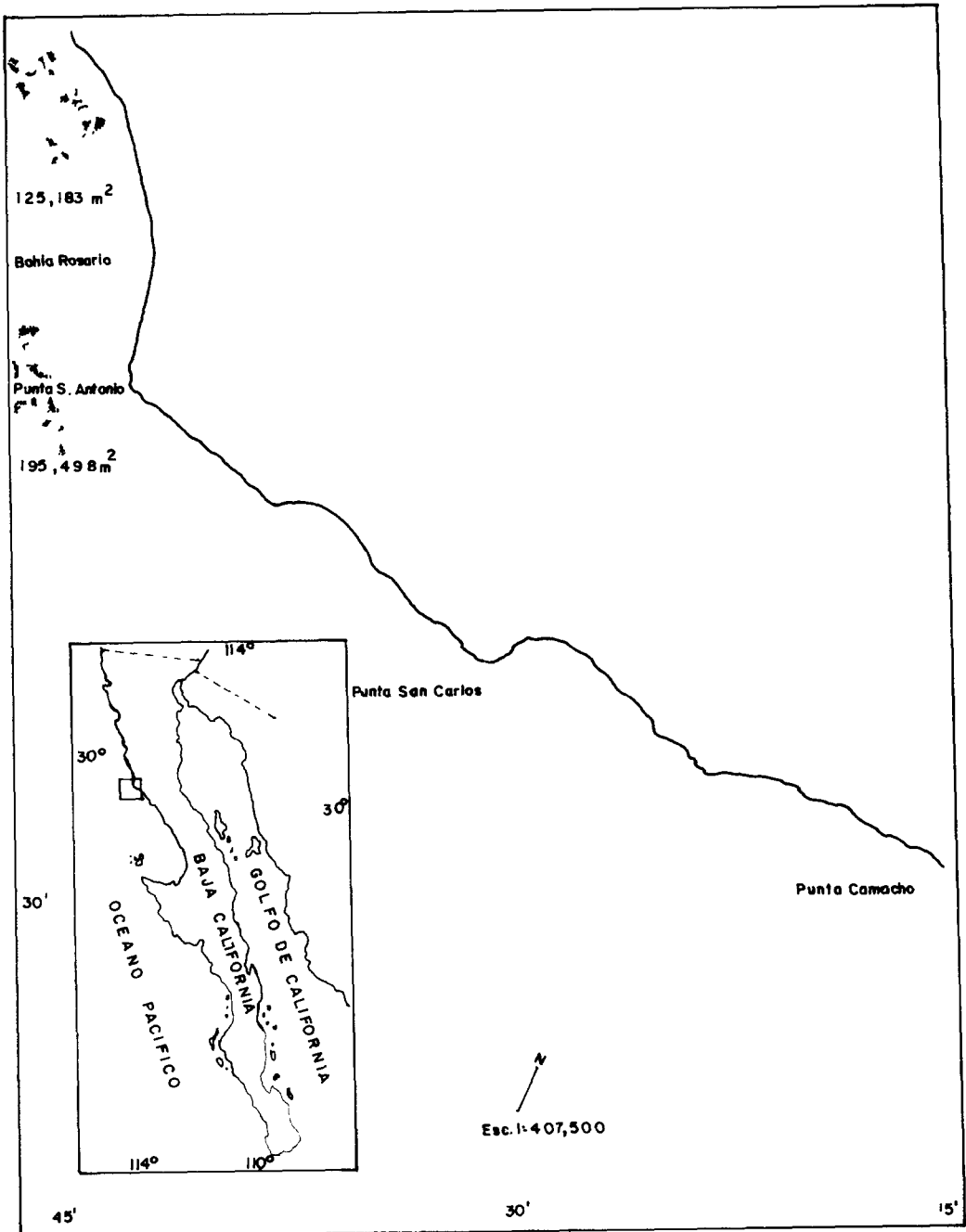


Figura 5b. Ubicación y áreas de mantos de *Macrocystis pyrifera* de Bahía Rosario a Punta San Carlos, B.C. Invierno 1985-1986.

Figure 5b. Location and area of *Macrocystis pyrifera* from Bahía Rosario to Punta San Carlos, B.C. Winter 1985-1986.

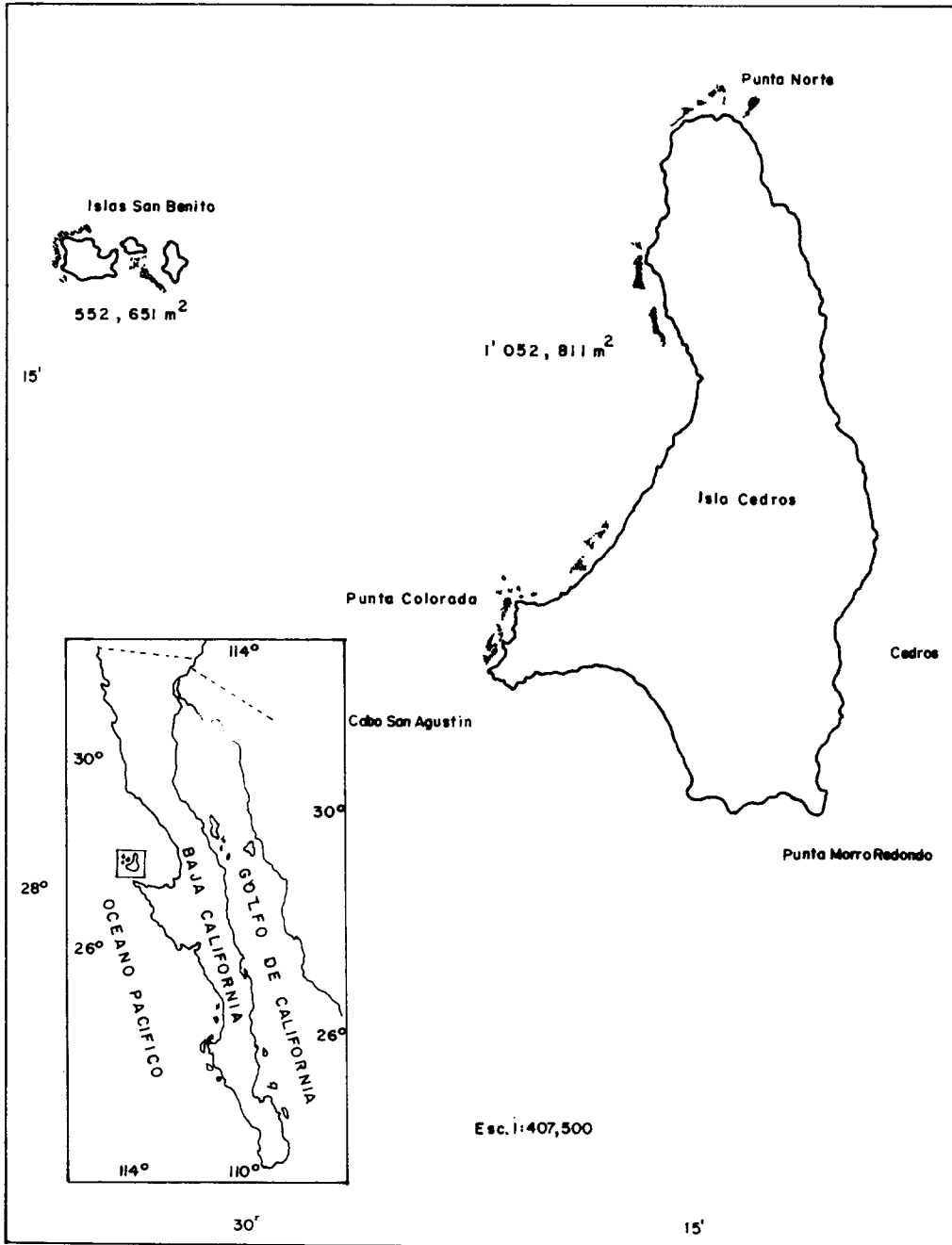


Figura 6a. Ubicación y áreas de mantos de *Macrocystis pyrifera* de Islas San Benito a Isla Cedros, B.C. Invierno 1985-1986.

Figure 6a. Location and area of *Macrocystis pyrifera* kelp beds from Islas San Benito to Isla Cedros, B.C. Winter 1985-1986.

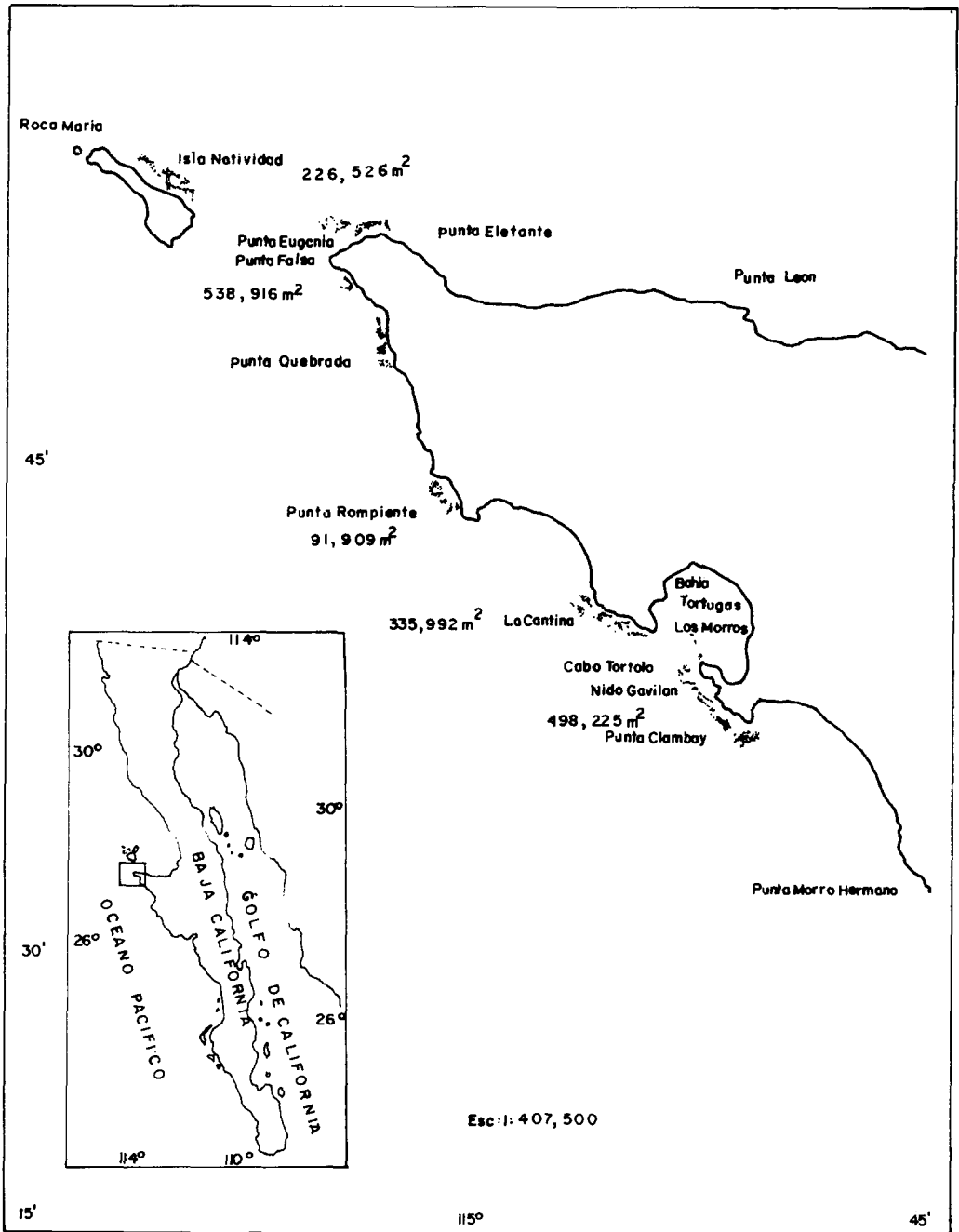


Figura 6b. Ubicación y áreas de mantos de *Macrocystis pyrifera* de Isla Natividad a Morro Hermoso, B.C.S. Invierno 1985-1986.

Figure 6b. Location and area of *Macrocystis pyrifera* kelp beds from Isla Natividad to Morro Hermoso, B.C.S. Winter 1985-1986.

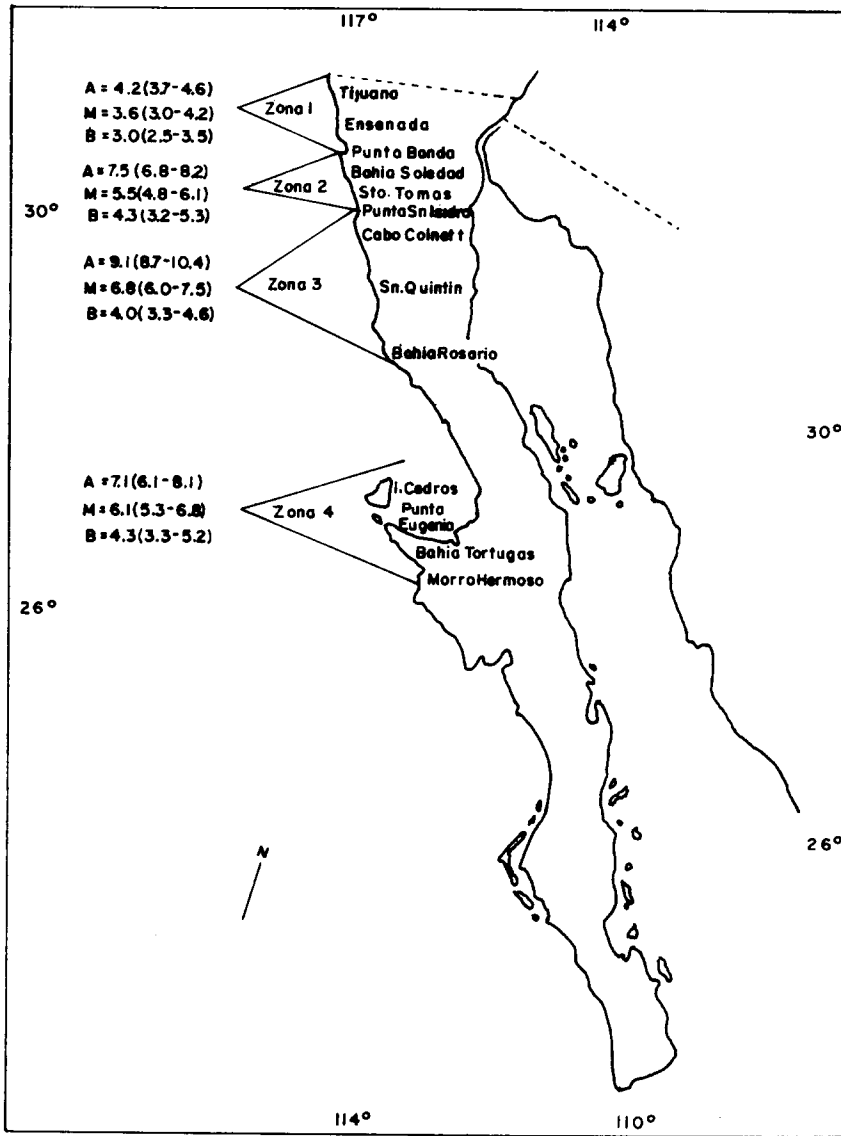


Figura 7. Biomasa muestral por zonas de los mantos de *Macrocystis pyrifera* en la Península de Baja California, invierno de 1985-1986. Densidad: A = alta, M = media, B = baja en kg/m^2 ; () intervalo de confianza al 95%.

Figure 7. Sampling canopy per zones of the *Macrocystis pyrifera* kelp beds in the Peninsula of Baja California, winter 1985-1986. Density: A = high, M = medium, B = low in kg/m^2 ; () 95% confidence interval.

Los valores de cosecha calculados por zona muestran un gradiente de aumento de Norte a Sur (Tabla II); el valor mínimo se encontró en la zona 1 y el máximo en la zona 4. La cosecha total de mantos de *Macrocystis pyrifera* en invierno de 1985-1986 en la Península de Baja California fue de 35,813.1 ton \pm 2,269.9 ton (Fig. 8).

The harvest values calculated per zone indicate an increasing gradient from north to south (Table II); the lowest value was found in zone 1 and the highest in zone 4. The total harvest of *Macrocystis pyrifera* kelp beds in the Peninsula of Baja California was 35,813.1 tons \pm 2,269.9 tons (Fig. 8).

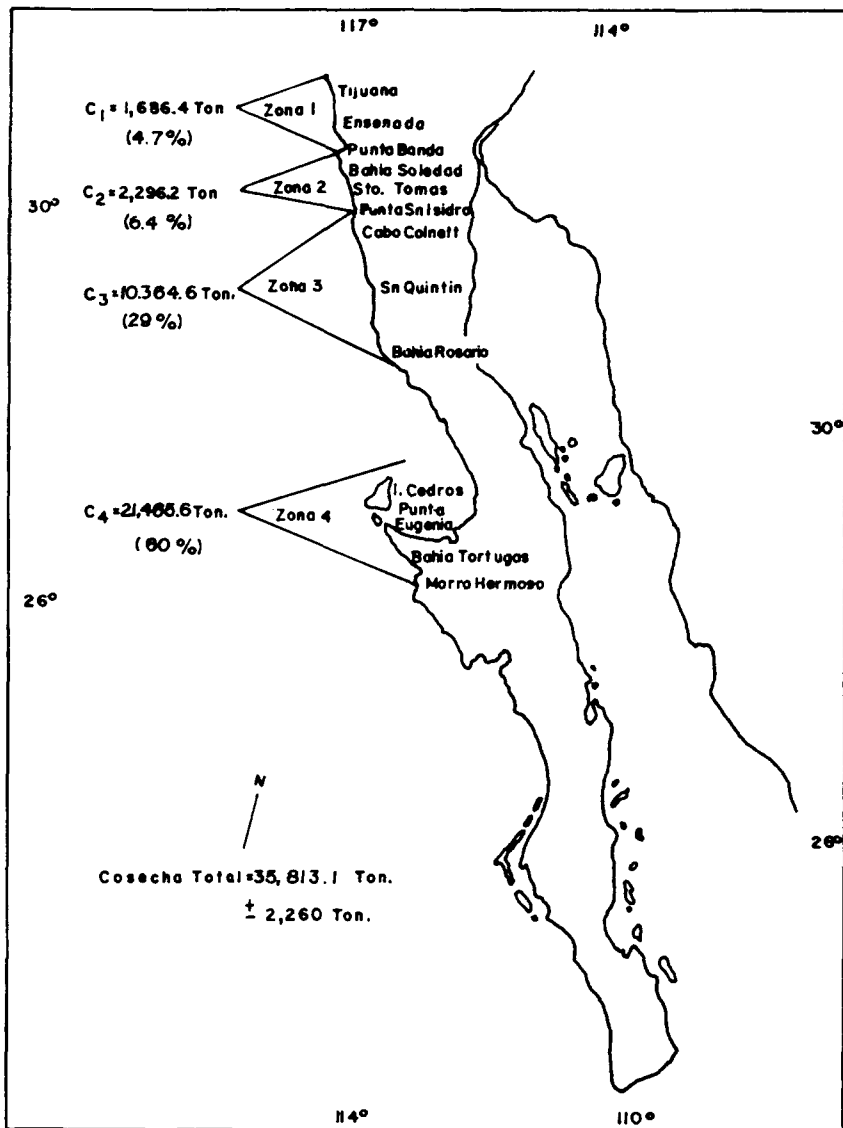


Figura 8. Cosecha estimada de mantos de *Macrocystis pyrifera* por zona y total en la Península de Baja California en invierno de 1985-1986.

Figure 8. Estimated harvest of *Macrocystis pyrifera* kelp beds per zone and in total in the Peninsula of Baja California in winter 1985-1986.

Tabla I. Cosecha de los mantos de *Macrocystis pyrifera* estimada en invierno de 1985-1986.
Table I. Estimated harvest of *Macrocystis pyrifera* kelp beds in the winter of 1985-1986.

| Localidad | Area de Impresión (cm ²) Escala 1:4876.8 Densidades: | Area en Campo (m ²) | Area Total por Localidad (m ²) | Biomasa Muestral (kg) | Cosecha Media Estimada (kg) | Cosecha Total por Localidad (ton) |
|-------------------------------|---|---------------------------------------|---|-----------------------------|-----------------------------------|---|
| ZONA 1 | | | | | | |
| Islas Coronado, B.C. | A= 1.6255 | A= 3,866 | 74,401 | 3.7 < 4.2 < 4.6 | 14,304 < 16,237 < 17,783 | < 239.4 |
| | M= 8.0664 | M= 19,184 | | 3.0 < 3.6 < 4.2 | 57,553 < 69,064 < 80,575 | |
| | B= 21.5914 | B= 51,351 | | 2.5 < 3.0 < 3.5 | 128,378 < 154,054 < 179,729 | |
| Punta Descanso, B.C. | A= 1.3188 | A= 3,137 | 16,079 | 3.7 < 4.2 < 4.6 | 11,605 < 13,173 < 14,428 | 53.6 |
| | M= 1.1102 | M= 2,640 | | 3.0 < 3.6 < 4.2 | 7,921 < 9,505 < 11,090 | |
| | B= 4.3319 | B= 10,302 | | 2.5 < 3.0 < 3.5 | 25,757 < 30,908 < 36,059 | |
| Bahía Descanso, B.C. | A= 69.0225 | A=164,157 | 275,307 | 3.7 < 4.2 < 4.6 | 607,383 < 689,461 < 755,124 | 1,049.8 |
| | M= 18.8344 | M= 44,794 | | 3.0 < 3.6 < 4.2 | 134,383 < 161,259 < 188,136 | |
| | B= 27.9005 | B= 66,356 | | 2.5 < 3.0 < 3.5 | 165,891 < 199,069 < 232,247 | |
| Salsipuedes, B.C. | A= 12.1948 | A= 29,003 | 51,881 | 3.7 < 4.2 < 4.6 | 107,312 < 121,813 < 133,414 | 196.7 |
| | M= 4.3565 | M= 10,361 | | 3.0 < 3.6 < 4.2 | 31,083 < 37,300 < 43,517 | |
| | B= 5.2628 | B= 12,517 | | 2.5 < 3.0 < 3.5 | 31,292 < 37,550 < 43,808 | |
| Punta Sauzal, B.C. | A= 2.7403 | A= 6,517 | 41,933 | 3.7 < 4.2 < 4.6 | 24,114 < 27,373 < 29,980 | 142.0 |
| | M= 5.8634 | M= 13,945 | | 3.0 < 3.6 < 4.2 | 41,835 < 50,202 < 58,569 | |
| | B= 9.0291 | B= 21,474 | | 2.5 < 3.0 < 3.5 | 53,685 < 64,422 < 75,159 | |
| Isla de Todos Santos, B.C. | B= 0.7171 | B= 1,705 | 1,705 | 2.5 < 3.0 < 3.5 | 4,264 < 5,116 < 5,969 | 5.1 |
| Total Zona 1 | | | 461,306 | | | 1,686.6 |

Cont. Tabla I
Cont Table I

| Localidad | Area de Impresión (cm ²) Escala 1:4876.8 Densidades: | Area en Campo (m ²) | Area Total por Localidad (m ²) | Biomasa Muestral (kg) | Cosecha Media Estimada (kg) | Cosecha Total por localidad (ton) |
|--------------------------------------|---|---------------------------------------|---|---|---|---|
| ZONA 2 | | | | | | |
| Bahía Soledad, B.C. | A= 33.9000 M= 5.4940 B= 10.8300 | A= 80,625 M= 13,066 B= 25,757 | 119,448 | 6.8 < 7.5 < 8.2 4.8 < 5.5 < 6.1 3.2 < 4.3 < 5.3 | 548,250 < 604,687 < 661,125 62,719 < 71,866 < 79,706 82,423 < 110,756 < 136,513 | 787.3 |
| Santo Tomás, B.C. | A= 3.5613 M= 4.4730 B= 13.3096 | A= 8,470 M= 10,638 B= 31,654 | 50,762 | 6.8 < 7.5 < 8.2 4.8 < 5.5 < 6.1 3.2 < 4.3 < 5.3 | 57,595 < 63,524 < 69,453 51,063 < 58,510 < 64,893 101,294 < 136,114 < 167,769 | 258.1 |
| Punta China, B.C. | A= 14.5669 M= 8.5043 B= 15.5522 | A= 33,931 M= 30,226 B= 36,917 | 91,074 | 6.8 < 7.5 < 8.2 4.8 < 5.5 < 6.1 3.2 < 4.3 < 5.3 | 230,732 < 254,484 < 278,236 97,084 < 111,243 < 123,378 118,134 < 158,742 < 195,659 | 524.5 |
| Eréndira y Punta San Isidro, B.C. | A= 15.6111 M= 36.2357 B= 24.3106 | A= 37,128 M= 36,235 B= 57,818 | 131,199 | 6.8 < 7.5 < 8.2 4.8 < 5.5 < 6.1 3.2 < 4.3 < 5.3 | 252,471 < 278,461 < 304,451 173,930 < 199,294 < 221,036 185,019 < 248,619 < 306,437 | 726.4 |
| Total Zona 2 | | | 392,483 | | | 2,296.3 |
| ZONA 3 | | | | | | |
| Cabo Colnett | A= 5.2446 M= 8.5857 B= 72.1071 | A= 12,473 M= 20,420 B=171,494 | 204,387 | 8.7 < 9.1 <10.4 6.0 < 6.8 < 7.5 3.3 < 4.0 < 4.6 | 96,045 < 113,507 < 129,723 122,517 < 138,853 < 153,146 67,384 < 81,678 < 93,930 | 334.0 |
| Punta San Telmo, B.C. | A= 13.6644 M= 7.0593 B= 48.5564 | A= 32,498 M= 16,789 B=115,489 | 164,776 | 8.7 < 9.1 <10.4 6.0 < 6.8 < 7.5 3.3 < 4.0 < 4.6 | 250,237 < 295,734 < 337,982 100,734 < 114,165 < 125,918 381,092 < 461,930 < 531,220 | 871.8 |

Cont. Tabla I
Cont Table I

| Localidad | Area de Impresión (cm ²) Escala 1:4876.8 Densidades: | Area en Campo (m ²) | Area Total por Localidad (m ²) | Biomasa Muestral (kg) | Cosecha Media Estimada (kg) | Cosecha Total por Localidad (ton) |
|----------------------------|---|---------------------------------------|---|--|---|---|
| Punta San Jacinto, B.C. | A= 11.3107 M= 39.3427 B=303.6730 | A= 26,900 M= 93,569 B=722,231 | 842,700 | 8.7 < 9.1 < 10.4 6.0 < 6.8 < 7.5 3.3 < 4.0 < 4.6 | 207,133 < 244,794 < 279,765 561,417 < 636,272 < 701,771 2,383,362 < 2,888,924 < 3,322,262 | 3,769.8 |
| Punta Camalú, B.C. | M= 6.3586 B= 74.8781 | M= 15,123 B=178,084 | 193,207 | 6.0 < 6.8 < 7.5 3.3 < 4.0 < 4.6 | 90,737 < 102,835 < 113,421 587,677 < 712,336 < 819,186 | 815.2 |
| Bahía San Ramón, B.C. | A= 2.9891 M= 59.5975 B=138.7183 | A= 7,109 M=141,742 B=438,010 | 586,861 | 8.7 < 9.1 < 10.4 6.0 < 6.8 < 7.5 3.3 < 4.0 < 4.6 | 54,740 < 64,692 < 37,934 850,451 < 963,844 < 1,063,063 1,445,406 < 1,752,008 < 2,014,809 | 2,780.5 |
| Isla San Martín, B.C. | M= 1.0581 B= 8.0186 | M= 2,516 B= 19,071 | 21,587 | 6.0 < 6.8 < 7.5 3.3 < 4.0 < 4.6 | 15,099 < 17,112 < 18,874 62,934 < 76,283 < 87,726 | 93.4 |
| Bahía del Rosario, B.C. | A= 0.2180 M= 12.5271 B= 39.8903 | A= 518 M= 29,793 B= 94,872 | 125,183 | 8.7 < 9.1 < 10.4 6.0 < 6.8 < 3.5 3.3 < 4.0 < 4.6 | 3,992 < 4,718 < 5,392 178,761 < 202,595 < 223,450 313,077 < 379,487 < 436,414 | 586.8 |
| Isla San Jerónimo, B.C. | A= 21.0836 M= 14.3206 B= 46.7948 | A= 50,147 M= 34,058 B=111,293 | 195,498 | 8.7 < 9.1 < 10.4 6.0 < 6.8 < 7.5 3.3 < 4.0 < 4.6 | 386,105 < 456.309 < 521,495 204,354 < 231,601 < 255,442 367,267 < 445,172 < 511,947 | 1,113.1 |
| Total Zona 3 | | | 2,334,199 | | | 10,364.6 |
| ZONA 4 | | | | | | |
| Isla de Cedros, B.C. | A=289.6339 M= 86.5606 B= 66.4763 | A=688,841 M=205,869 B=158,102 | 1,052,812 | 6.1 < 7.1 < 8.1 5.3 < 6.1 < 6.8 3.3 < 4.3 < 5.2 | 4,243,263 < 4,938,994 < 5,634,723 1,091,104 < 1,255,799 < 1,399,907 521,736 < 679,838 < 822,130 | 6,874.6 |

Cont. Tabla I
Cont Table I

| Localidad | Area de Impresión (cm ²) Escala 1:4876.8 Densidades: | Area en Campo (m ²) | Area Total por Localidad (m ²) | Biomasa Muestral (kg) | Cosecha Media Estimada (kg) | Cosecha Total por Localidad (ton) |
|-------------------------------------|---|---------------------------------------|---|---|---|---|
| Isla San Benito, B.C. | A=197.8893 M= 14.0733 B= 20.4075 | A=470,644 M= 33,471 B= 48,536 | 552,651 | 6.1 < 7.1 < 8.1 5.3 < 6.1 < 6.8 3.3 < 4.3 < 5.2 | 2,899,165 < 3,374,515 < 3,849,865 177,395 < 204,172 < 227,601 160,167 < 208,703 < 252,385 | 3,787.4 |
| Isla Natividad, B.C.S. | A= 43.6831 M= 15.0892 B= 36.4739 | A=103,892 M= 35,887 B= 86,747 | 226,526 | 6.1 < 7.1 < 8.1 5.3 < 6.1 < 6.8 3.3 < 4.3 < 5.2 | 639,977 < 744,908 < 849,829 190,201 < 218,910 < 244,031 286,364 < 373,010 < 451,082 | 1,336.8 |
| Punta Eugenia, B.C.S. | A=165.1464 M= 26.0955 B= 35.3530 | A=392,771 M= 62,064 B= 84,081 | 538,916 | 6.1 < 7.1 < 8.1 5.3 < 6.1 < 6.8 3.3 < 4.3 < 5.2 | 2,419,467 < 2,816,165 < 3,212,864 328,936 < 378,587 < 422,031 277,466 < 361,547 < 437,219 | 3,556.3 |
| Punta Rompiente, B.C.S. | A= 16.4170 M= 11.1070 B= 11.1203 | A= 39,045 M= 26,416 B= 26,448 | 91,909 | 6.1 < 7.1 < 8.1 5.3 < 6.1 < 6.8 3.3 < 4.3 < 5.2 | 240,516 < 279,952 < 319,387 140,007 < 161,137 < 179,629 87,277 < 113,725 < 137,528 | 554.8 |
| Bahía Tortugas, B.C.S. (Punta Kelp) | A= 59.2731 M= 65.8779 B= 16.1678 | A=140,970 M=156,678 B= 38,344 | 335,992 | 6.1 < 7.1 < 8.1 5.3 < 6.1 < 6.8 3.3 < 4.3 < 5.2 | 859,919 < 1,000,889 < 1,141,859 830,396 < 955,739 < 1,065,414 126,892 < 165,344 < 199,951 | 2,122.0 |
| Bahía Tortugas, B.C.S. (Los Moros) | A=153.7089 M= 15.7801 B= 40.0098 | A=365,569 M= 37,530 B= 95,156 | 498,255 | 6.1 < 7.1 < 8.1 5.3 < 6.1 < 6.8 3.3 < 4.3 < 5.2 | 2,229,969 < 2,595,537 < 2,961,105 198,909 < 228,934 < 255,205 314,015 < 409,171 < 494,811 | 3,233.6 |
| Total Zona 4 | | | 3,297,061 | | | 21,465.6 |
| | | | AREA TOTAL = 6,485,049 m ² | COSECHA TOTAL = 35,813.1 ton | | |

Tabla II. Cosecha total de *Macrocystis pyrifera*. Invierno de 1985-1986.
Table II. Total harvest of *Macrocystis pyrifera*. Winter of 1985-1986.

| Zona | Cosecha Media (kg) | Intervalo de Confianza (kg) | Porcentaje del Total |
|--------------|--------------------|-----------------------------|----------------------|
| 1 | 1,686,497 | (1,529,270 - 1,843,724) | 4.70 |
| 2 | 2,296,290 | (2,182,892 - 2,409,680) | 6.41 |
| 3 | 10,364,600 | (10,427,693 - 11,550,733) | 28.94 |
| 4 | 21,465,600 | (21,111,046 - 22,966,581) | 59.93 |
| TOTAL | 35,812,987 | | |

DISCUSION

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 por diversos autores desde hace 20 años (North, 1967; Krepper y Hall, 1976; Barilotti, 1978; Hodder y Mel, 1978; Herger, 1983; Casas *et al.*, 1985; entre otros). La forma en que crece esta alga permite observarla desde plataformas aéreas con mayor detalle que las especies que no forman un manto superficial (Hodder y Mel, 1978). 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 (Krepper y Hall, 1976). Sin embargo, tiene el inconveniente de que se requieren condiciones atmosféricas y oceanográficas óptimas para obtener buenas fotografías como son corrientes débiles, claridad en el agua y poca o nula nubosidad y ocurrir simultáneamente, una situación que rara vez se presenta cuando se toman las fotografías haciendo más difícil los problemas logísticos asociados con la coordinación de las determinaciones de campo (Barilotti, 1978). Por otra parte, las condiciones oceanográficas y la inaccesibilidad en algunas localidades donde se encuentran los mantos condiciona la posibilidad de efectuar las determinaciones de biomasa en campo, lo que impide tomar muestras en un mayor número de localidades y nos conduce a considerar los valores de una localidad como representativos de zonas mayores.

DISCUSSION

Aerial photography has proved to be the most efficient and exact method of quantifying the coverage of *Macrocystis pyrifera* kelp beds and has been used by several authors for 20 years (North, 1967; Krepper and Hall, 1976; Barilotti, 1978; Hodder and Mel, 1978; Herger, 1983; Casas *et al.*, 1985; among others). Because of the way in which this alga grows it can be observed in greater detail from aerial platforms than other species which do not form surface canopy (Hodder and Mel, 1978). The advantage of aerial photography is that the area of the kelp beds can be determined precisely, almost simultaneously, in an extended area, as well as determining their location (Krepper and Hall, 1976). However, its disadvantage is that simultaneous optimum atmospheric and oceanographic conditions, such as weak currents, clarity of water and little or no nebulosity, are required in order to obtain good photographs. This rarely occurs when photographs are taken, making the logistic problems associated with the coordination of the determined fields more difficult (Barilotti, 1978). On the other hand, canopy determinations in the field depend on oceanographic conditions and the accessibility of locations where kelp beds are found. This may prevent samples from being taken in a number of locations, resulting in the consideration of values of one location as representative of bigger areas.

En la representación de los mantos sobre los mapas se observa que su ubicación mantiene la posición descrita por otros autores (Dawson et al., 1960; Guzmán del Proó et al., 1971; Casas et al., 1985). Sin embargo, su distribución como grandes mantos se encontró restringida hasta la localidad de Morro Hermoso, B.C.S., debido a la desaparición de los mantos entre este punto y Punta San Hipólito, B.C.S., donde sólo se presentan algunas plantas aisladas. Durante las campañas de muestreo se inspeccionaron las localidades de Bahía Asunción, B.C.S. y Punta Prieta, B.C.S., donde se pudo observar grandes praderas de *Eisenia arborea* con longitudes promedio de 2m, sobre los fondos que anteriormente fueron ocupados por los mantos de *Macrocystis pyrifera*. Casas et al. (1985) estimaron en el verano de 1982 que en el área comprendida entre Bahía Asunción y Punta Prieta existía una cobertura de mantos de 2,602,754m², lo que refleja la importancia de esta especie en esta zona. La ausencia de estos mantos se puede atribuir al deterioro que sufrieron durante las tormentas de invierno de 1982 y el incremento de la temperatura del agua durante el verano de 1983 con la presencia del fenómeno "El Niño", presumiblemente con una disminución en la concentración de nutrientes (Gerard, 1984). Estas observaciones conducen a suponer una probable sustitución competitiva por *Eisenia arborea* propiciada por la ausencia de *M. pyrifera*, ocupando el sustrato e impidiendo posteriormente la fijación y supervivencia de los nuevos esporofitos de *M. pyrifera*, por la carencia de sustrato o por el sombreado que les producen (Hernández, 1988).

Los resultados en área y biomasa indican que los mantos no presentan un gradiente de abundancia establecido por lo que las variaciones dependen más de ciertas características locales y regionales, las que determinan la distribución y abundancia de los mantos. De hecho, existen zonas bien localizadas donde se presentan grandes mantos entre las que se pueden mencionar como las más importantes: Bahía Descanso, Bahía Soledad, Punta China, Punta San Isidro, Punta San Telmo, Punta San Jacinto, Bahía San Ramón, Bahía del Rosario, Isla San Benito, Isla Cedros, Isla Natividad, Punta Eugenia, Punta Kelp y Los Morros.

The location of the kelp beds, as observed in the maps, has remained constant in relation to the positions described by other authors (Dawson et al., 1960; Guzmán del Proó et al., 1971; Casas et al., 1985). However, its distribution as large kelp beds was found to be restricted in the site of Morro Hermoso, B.C.S., due to the disappearance of the kelp beds between this point and Punta San Hipólito, B.C.S., where only a few isolated plants occur. During the sampling campaigns, the sites of Bahía Asunción, B.C.S. and Punta Prieta, B.C.S., were studied. Large meadows of *Eisenia arborea* with average lengths of 2m were found in bottoms previously occupied by *Macrocystis pyrifera* kelp beds. In the summer of 1982, Casas et al. (1985) estimated that kelp beds covered 2,602,754m² in the area between Bahía Asunción and Punta Prieta, which reflects the importance of this species in this zone. The absence of these kelp beds can be due to their deterioration during the winter storms of 1982 and the increase in the temperature of the water during the summer of 1983 because of the "El Niño" phenomenon, presumably with a decrease in the concentration of nutrients (Gerard, 1984). From these observations, competitive replacement by *Eisenia arborea* can be assumed, propitiated by the absence of *M. pyrifera*. They occupy the substratum and later impede the attachment and survival of the new sporophytes of *M. pyrifera*, due to the lack of substratum or overshadowing (Hernández, 1988).

The area and canopy results indicate that the kelp beds do not present a well-defined abundance gradient. Hence, the variations depend more on local and regional characteristics, which determine the distribution and abundance of the kelp beds. In fact, there are well-located areas where large kelp beds are found, the most important being: Bahía Descanso, Bahía Soledad, Punta China, Punta San Isidro, Punta San Telmo, Punta San Jacinto, Bahía San Ramón, Bahía del Rosario, Isla San Benito, Isla Cedros, Isla Natividad, Punta Eugenia, Punta Kelp and Los Morros.

Through the grouping by zones of the different sites in which the kelp beds occur, an increasing gradient from the northern to the southern zones can be appreciated. Zones 1

Mediante la agrupación por zonas de las diferentes localidades donde se presentan los mantos, podemos apreciar que existe cierto gradiente de aumento en las áreas de Norte a Sur; la zona 1 y 2 presentaron coberturas similares de 461,306m² y 392,483m² respectivamente, representando sólo un pequeño porcentaje del total, 7.1% para la zona 1 y 6.05% para la zona 2. La cobertura de mantos se incrementó notablemente en la zona 3 con 2,334,199m² que representan el 36.0% del total y finalmente la zona con mayor cobertura fue la zona 4 con 3,297,061m² que representan el 50.8% del total calculado que fue 6,485,049m². Este valor es menor al reportado por Casas *et al.* de 8,803,160m² para el verano de 1982, sin embargo, era de esperarse que así fuera, ya que el valor que se presenta refleja las condiciones de invierno.

Los valores de biomasa muestral encontrados no presentaron ningún gradiente y se obtuvieron valores muy variables para la misma densidad en diferentes localidades. Esto se debe a que los mantos pueden tener una apariencia similar en función de la uniformidad de la cobertura, pero el grosor de la capa vegetal puede ser variable en función del desarrollo de sus frondas, ya que se acumulan en la capa superficial del manto. Los valores de biomasa muestral obtenidos fluctuaron desde 9.1 kg/m² para la densidad alta en la zona 3 hasta 3.0 kg/m² para la densidad baja en la zona 1, y en general son más bajos que los reportados en el verano de 1982 (Casas *et al.*, 1985) que fluctuaron desde 12.8 kg/m² para la densidad alta en la zona 1 hasta 4.7 kg/m² para la densidad baja en la zona 2, lo cual también refleja las condiciones diferentes entre las estaciones.

Los valores de cosecha total por zona muestran el gradiente de aumento de Norte a Sur, con el valor mínimo en la zona 1 de 1,686.4 ton (4.7%) y el máximo en la zona 4 de 21,465.6 ton (59.9%). Esto significa que más de la mitad del recurso disponible se encuentra en la parte Sur de la distribución, entre las Islas Benito, B.C. y Morro Hermoso B.C.S., las cuales no se encuentran sometidas a explotación, ya que no están concesionadas. La cosecha total estimada para los mantos de *Macrocystis pyrifera* para el invierno de 1985-

and 2 presented similar coverage of 461,306m² and 392,483m² respectively, representing only a small percentage of the total: 7.1% for zone 1 and 6.05% for zone 2. The kelp bed coverage increased notably in zone 3 with 2,334,199m², representing 36.0% of the total and finally, the zone with most coverage was zone 4 with 3,297,061m², representing 50.8% of the calculated total of 6,485,049m². This value is lower than that reported by Casas *et al.* (1985) of 8,803,160m² for the summer of 1982. However, this is to be expected since the present value represents winter conditions.

The sampling canopy values found showed no gradient and highly variable values were obtained for the same density in different sites. This is due to the fact that kelp beds can have a similar appearance in terms of the uniformity of the coverage, but the thickness of the plant layer can be variable in terms of the development of its fronds, since they accumulate in the surface layer of the kelp bed. The sampling canopy values obtained

fluctuated between 9.1 kg/m² for the high density in zone 3 and 3.0 kg/m² for the low density in zone 1. In general, they are lower than those reported for the summer of 1982 (Casas *et al.*, 1985) which fluctuated between 12.8 kg/m² for the high density in zone 1 and 4.7 kg/m² for the low density in zone 2. This also reflects the different conditions between the seasons.

The values of total harvest per zone indicate an increasing gradient from north to south, with the lowest value in zone 1 of 1,686.4 tons (4.7%) and the maximum in zone 4 of 21,465.6 tons (59.9%). This means that more than half of the available resource is found in the southern part of its distribution, between Islas Benito, B.C. and Morro Hermoso, B.C.S., which are not subjected to exploitation. The total harvest estimated for the *Macrocystis pyrifera* kelp beds for the winter of 1985-1986 was 35,813.1 ± 2,269.9 tons. This is the lowest value reported as can be seen below:

1986 fue de 35,813.1 ton \pm 2,269.9 ton y representa el valor más bajo reportado por otros autores como se refleja en el siguiente cuadro:

| Autor | Año | Biomasa Calculada |
|-----------------------------------|------|--------------------|
| Cameron* | 1975 | 8,500,000 ton |
| Tseng* | 1947 | 425,000 ton |
| Guzmán del Proó* | 1975 | 65,000-147,500 ton |
| Casas <i>et al.</i> (verano 1982) | 1985 | 65,212-95,480 ton |

* Citados por Michaneck (1975).

Este valor refleja las condiciones de invierno, en las que se presentan los menores volúmenes de cosecha de el Barco Sargacero, que en promedio para los últimos 15 años representan el 14% del total anual (Armenta, comunicación escrita), y muestra la escasa disponibilidad del recurso en esta época y la dinámica que pueden presentar los mantos, ya que este valor podría aumentar hasta 80,000 ton como lo reflejan los datos de Casas *et al.* (1985), para el verano de 1982.

CONCLUSIONES

La fotografía aérea con película infrarroja y los muestreos de campo constituyen un método apropiado para la determinación de la biomasa cosechable de los mantos de *Macrocystis pyrifera*, permitiendo ubicarlos en mapas cartográficos.

La distribución de los mantos se presentó desde la frontera con Estados Unidos hasta Morro Hermoso, B.C.S., con una discontinuidad en la Bahía Sebastián Vizcaíno, B.C.S., lo que permite agruparlos en dos zonas, una al Norte de la discontinuidad y otra al Sur de ésta. Los mantos al Sur de Morro Hermoso, B.C.S., probablemente fueron reemplazados después del fenómeno de "El Niño" por el alga café *Eisenia arborea*, pero se espera que eventualmente vayan recuperando estas zonas hasta Punta San Hipólito, B.C.S.

| Author | Year | Calculated Biomass |
|-----------------------------------|------|---------------------|
| Cameron* | 1975 | 8,500,000 tons |
| Tseng* | 1947 | 425,000 tons |
| Guzmán del Proó* | 1975 | 65,000-147,500 tons |
| Casas <i>et al.</i> (summer 1982) | 1985 | 65,212-95,480 tons |

* Cited by Michaneck (1975).

This value reflects winter conditions, in which the lowest harvest volumes of the Barco Sargacero are present, which on average for the last 15 years, represent 14% of the annual total (Armenta, personal communication). It also shows how scarce the resource is at this time of year and the dynamics of the kelp beds, since this value could increase up to 80,000 tons as reflected in the data of Casas *et al.* (1985) for the summer of 1982.

CONCLUSIONS

Aerial infrared photography and field work constitute an appropriate method for the determination of the standing crop which can be harvested from the *Macrocystis pyrifera* kelp beds. These can be located on cartographic maps.

The distribution of the kelp beds ranged from the United States border to Morro Hermoso, B.C.S., with a discontinuity in Bahía Sebastián Vizcaíno, B.C.S. They can therefore be grouped into two zones: one to the north of the discontinuity and the other to the south. The kelp beds to the south of Morro Hermoso, B.C.S., were probably replaced by the brown alga *Eisenia arborea* after the "El Niño" phenomenon, but it is expected that they will eventually recuperate these zones to Punta San Hipólito, B.C.S.

The abundance of kelp beds per site does not present a specific gradient in the distribution, leading to the supposition that the variations depend on the local and regional characteristics of each zone.

La abundancia de los mantos por localidad no presenta un gradiente específico en la distribución por lo que se piensa que las variaciones dependen de las características locales y regionales de cada zona.

Los valores de biomasa superficial varían para cada localidad, reflejando la diferencia del desarrollo de las frondas que contribuyen a la formación de la capa superficial.

Mediante la agrupación de los mantos en cuatro grandes zonas se aprecia un gradiente de aumento de Norte a Sur tanto para los valores de área como en los valores de biomasa total por zona.

La biomasa total de los mantos de *Macrocystis pyrifera* calculada para el invierno de 1985-1986 fue de 35,813.1 ton \pm 2,260 ton, de los cuales el 40% se localizó en la zona del Norte (zonas 1, 2 y 3) y 60% en la zona Sur (zona 4).

Sólo los mantos de la zona Norte son explotados actualmente, por lo que se considera que este recurso se encuentra sub-explotado en la zona Sur.

Se recomienda realizar estudios de trasplante experimental de plantas de *Macrocystis pyrifera* en las zonas del Sur que fueron ocupadas por *E. arborea*, con el fin de acelerar la repoblación natural de estas zonas.

Se recomienda continuar la evaluación de los mantos de *M. pyrifera* durante cada estación del año para conocer las variaciones estacionales que presenta esta especie.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica y a la Dirección de Graduados e Investigación del IPN, a través del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, el apoyo económico para la realización de este proyecto.

A la Empresa Productos Pesqueros Mexicanos, a través de Salvador Lizárraga Saucedo, Carlos Chavolla Gómez, Víctor Corral y Rutilio Angeles, por las facilidades brindadas para el uso de la avioneta en que se realizó el vuelo.

The surface canopy values vary for each site, reflecting the difference in the development of the fronds which contribute to the formation of the surface layer.

By grouping the kelp beds into four large zones, an increasing gradient from north to south can be appreciated for the area values as well as total harvest values per zone.

The total harvest of the *Macrocystis pyrifera* kelp beds calculated for the winter of 1985-1986 was 35,813.1 tons \pm 2,260 tons, of which 40% were located in the northern zones (zones 1, 2 and 3) and 60% in the southern zone (zone 4).

Only the kelp beds in the northern zone are actually exploited. This resource is therefore considered underexploited in the southern zone.

Studies of experimental transplant of *Macrocystis pyrifera* plants in the southern zones which have been occupied by *E. arborea* should be carried out, in order to accelerate the natural repopulation of these zones.

Also recommended is the continuation of the evaluation of *M. pyrifera* kelp beds during each season of the year in order to learn the seasonal variations presented by this species.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank the Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica and the Dirección de Graduados e Investigación of the IPN, through the Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, for financial assistance in order to carry out this project.

The Empresa Productos Pesqueros Mexicanos, in particular Salvador Lizárraga Saucedo, Carlos Chavolla Gómez, Víctor Corral and Rutilio Angeles, for the facilities provided for the use of the aircraft.

The Federación Regional de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera, B.C.: Ensenada, Bahía Tortugas, Emancipación, La Purísima and California San Ignacio cooperatives, for their collaboration in the field work.

A la Federación Regional de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera, B.C.: Cooperativas Ensenada, Bahía Tortugas, Emancipación, La Purísima y California San Ignacio, por su colaboración en los muestreos de campo.

Al Centro de Investigaciones Pesqueras de Ensenada, José Luis Granados, Francisco Uribe y al Centro de Investigaciones Pesqueras de Bahía Tortugas, Armando Vega, José R. Turrubiates y Gerónimo Espinoza.

A los estudiantes Roberto Orozco Castañeda y Oscar Hernández Tagle por su participación en el muestreo.

A Ofelia García de la Rosa, quien participó en el proceso del material obtenido, así como en la mecanografía del manuscrito original.

The Centro de Investigaciones Pesqueras de Ensenada, José Luis Granados, Francisco Uribe and the Centro de Investigaciones Pesqueras de Bahía Tortugas, Armando Vega, José R. Turrubiates and Gerónimo Espinoza.

The students Roberto Orozco Castañeda and Oscar Hernández Tagle for their participation in the field work.

Also, Ofelia García de la Rosa, for her participation in the processing of the material obtained and for the typing of the original manuscript.

English translation by Christine Harris.

LITERATURA CITADA

Barilotti, C. (1978). Annual report of the kelp ecology project. Center for Mar. Studies, San Diego State Univ., San Diego, Cal., USA, 134p.

Barilotti, D.C., McPeak, R.H. and Dayton, P.K. (1985). Experimental studies on the effects of commercial kelp harvesting in central and southern California *Macrocystis pyrifera* kelp beds. Calif. Fish and Game, USA, 71(1): 4-20.

Casas-V., Ma.M., Hernández-C., G., Torres-V., J.R. y Sánchez-R., I. (1985). Evaluación de mantos de *Macrocystis pyrifera* "Sargazo Gigante" en la Península de Baja California (verano de 1982). Inv. Mar. CICIMAR, 2(1): 1-17.

Cochran, G.W. (1981). Técnicas de muestreo. CECSA, México, 513 p.

Corona, G.R. (1985). Estudio de la producción de *Macrocystis pyrifera* en la costa noroccidental de Baja California. Tesis Profesional, UABC, México, 57 p.

Davis, H.D. (1968). Statistical analysis of the relation between kelp harvesting and sport-fishing in the California kelp beds. In: W.J. North and C.L. Hubbs (eds.), Utilization of Kelp Resources in Southern California. Dept. of Fish and Game Fish Bull., USA, 139: 155-212.

Dawson, E.Y., Neushul, M. and Wildman, R.D. (1960). Seaweeds associated with kelp beds along southern California and north-western Mexico. Pacific Naturalist, USA, 1(14): 1-80.

Gerard, V.A. (1984). Physiological effects of "El Niño" on giant kelp in southern California. Mar. Biol. Letters, USA, 5: 317-322.

Guzmán del Proó, S.A., de la Campa, S. y Granados, J.L. (1971). El Sargazo Gigante (*Macrocystis pyrifera*) y su explotación en Baja California. Rev. Soc. Mex. de Hist. Nat., México, 32(12): 15-57.

Herger, W.B. (1983). A historical overview of kelp in southern California. Southern California Coastal Water Research Project and Inst. of Mar. Res. of the Univ. of Cal., Scripps Inst. of Oceanography, California, USA, 70-83 pp.

Hernández, C.G. (1987). Recuperación de los mantos de "Sargazo Gigante" (*Macrocystis pyrifera*) en Baja California, después del fenómeno "El Niño" (1982-1983). En: Ramírez Rodríguez (ed.), Memorias del Simposium sobre Investigación en Biología y Oceanografía Pesquera en México, 147-154.

Hodder, D. and Mel, M. (1978). Kelp survey of the Southern California Bight. Science Applications, USA, 105 p.

Krepper, C.C. y Hall, M.D. (1976). Métodos para la evaluación de los recursos de *Macrocystis pyrifera*. Parte II. El uso de filtros en fotografía aérea para la medición del área de bosques. Com. Nal. de Estudios Geo-Heleofísicos en el Centro Nal. Patagónico, Argentina, 35(91): 109-113.

Michaneck, G. (1975). Seaweed resources of the ocean. FAO Fisheries Technical Paper, No. 138: 127 p.

North, W.J. (1967). Annual Report 1 April, 1966 - 30 June, 1967. Kelp habitat improvement project. W.M. Keck Laboratory of Environmental Health Engineering. California Inst. of Technology, USA, 105 p.

North, W.J. (1971). The Biology of Giant Kelp Beds (*Macrocystis*) in California. Nova Hedwigia, Alemania, 600 p.

North, W.J. (1977). Evaluación, manejo y cultivo de praderas de *Macrocystis*. En: B. Santelices (ed.), Ecología de las algas marinas bentónicas - efecto de factores ambientales. Actas I Simp. Algas Mar. Chilenas, Chile, 72-128 pp.