

**EVALUACION DE LOS MANTOS DE *Macrocystis pyrifera*  
(PHAEOPHYTA, LAMINARIALES)  
EN BAJA CALIFORNIA, MEXICO.  
II. PRIMAVERA 1986**

**EVALUATION OF *Macrocystis pyrifera*  
(PHAEOPHYTA, LAMINARIALES) KELP BEDS  
IN BAJA CALIFORNIA, MEXICO.  
II. SPRING 1986**

G. Hernández-Carmona <sup>1\*</sup>  
Y.E. Rodríguez-Montesinos <sup>1</sup>  
J.R. Torres-Villegas <sup>2</sup>  
I. Sánchez-Rodríguez <sup>1</sup>  
M.A. Vilchis <sup>1</sup>  
O. García-de la Rosa <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Pesquerías, CICIMAR  
Apartado Postal 592  
La Paz, Baja California Sur, México

<sup>2</sup> Departamento de Biología Marina, CICIMAR  
Apartado Postal 592,  
La Paz, Baja California Sur, México

<sup>3</sup> Universidad Autónoma de Baja California Sur  
Apartado Postal 196  
La Paz, Baja California Sur, México

\* Becario de la Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas del I.P.N.

Hernández-Carmona, G., Rodríguez-Montesinos, Y.E., Torres-Villegas, J.R., Sánchez-Rodríguez, I., Vilchis, M.A. y García de la Rosa, O. Evaluación de los mantos de *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta, Laminariales) en Baja California, México. II. Primavera 1986. Evaluation of *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta, Laminariales) kelp beds in Baja California, Mexico. II. Spring 1986. Ciencias Marinas, 15(4):117-140, 1989.

## RESUMEN

Se evaluaron los mantos de *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh, durante la primavera de 1986, en la costa occidental de la Península de Baja California, empleando fotografía aérea con película infrarroja para la determinación de las áreas y muestreos de campo en cinco localidades para la estimación de la biomasa superficial. La cosecha total se estimó empleando el análisis estadístico para un muestreo aleatorio estratificado.

La distribución de los mantos mantuvo la posición descrita en invierno de 1985-86 (Hernández-Carmona *et al.*, 1989), con un reducido incremento en el límite sur hasta Punta San Pablo, B.C.S. El área entre Bahía Asunción y Punta San Hipólito, B.C.S., continuó con ausencia de mantos de *M. pyrifera*.

En primavera de 1986 se calculó una cobertura de mantos de 14,189,275m<sup>2</sup> y una biomasa cosechable de 87,095.9 ton  $\pm$  4,528.2 ton, de las cuales el 59.3% se localizaron hacia el norte de la discontinuidad en la Bahía Viscaíno, B.C., y 40.7% se localizaron en la parte sur. Este notable incremento en la cosecha estimada con respecto al invierno se relaciona con los parámetros ambientales de temperaturas, nutrientes y el crecimiento de las frondas de esta especie.

#### ABSTRACT

An evaluation of *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh kelp beds was conducted during the spring of 1986 along the western coast of Baja California, by means of infrared aerial photography to measure the total area covered and field samplings in five locations to estimate the canopy biomass. The total standing crop was estimated by the stratified random sampling method.

The distribution of the kelp beds was the same as in winter 1985-86 (Hernández-Carmona *et al.*, 1989), with a small increase southward to Punta San Pablo, B.C.S. *M. pyrifera* kelp beds continued to be absent in the area between Bahía Asunción and Punta San Hipólito, B.C.S.

In the spring of 1986, coverage by the kelp beds measured 14,189,275m<sup>2</sup> and the standing crop was 87,095.9 tons  $\pm$  4,528.2 tons, with 59.3% to the north of the discontinuity in Bahía Vizcaíno, B.C., and 40.7% in the southern area. The great increase in the standing crop in relation to winter is correlated with environmental parameters such as temperature, nutrients and the growth of the fronds of this species.

#### INTRODUCCION

Durante el invierno de 1985-86 se realizó la evaluación de los mantos de *Macrocystis pyrifera* en la Península de Baja California, donde se reportó una biomasa cosechable de 36,530 ton  $\pm$  2,260 ton (Hernández-Carmona *et al.*, 1989), sin embargo, se sabe que este recurso presenta marcadas variaciones estacionales, lo cual motivó a continuar los estudios de evaluación durante las diferentes estaciones del año. Los resultados que se presentan corresponden a la estación de primavera de 1986 y constituyen el segundo reporte, que contribuirá a conocer la dinámica de los bosques de *M. pyrifera* en Baja California.

#### MATERIALES Y METODOS

##### Area de Mantos

La metodología seguida fue la misma reportada por Hernández-Carmona *et al.* (1989), empleando fotografías aéreas verticales con película infrarroja con las cuales se elaboraron los fotomosaicos. El área de los mantos en las impresiones fotográficas se calculó dibujando éstas sobre acetatos de área y peso conocido, diferenciando tres tipos de densidades con un color determinado para cada una de ellas. Los acetatos se recortaron y se pesaron en balanza analítica para calcular

#### INTRODUCTION

An evaluation of the *Macrocystis pyrifera* kelp beds in Baja California, Mexico, was carried out during the winter of 1985-86 and a standing crop of 36,530 tons  $\pm$  2,260 tons was reported (Hernández-Carmona *et al.*, 1989). However, as it is known that this resource presents marked seasonal variations it was decided to continue the evaluation studies throughout the year. The results presented herein correspond to the spring of 1986 and constitute the second report regarding the dynamics of *M. pyrifera* forests in Baja California.

#### MATERIALS AND METHODS

##### Area of the kelp beds

The methodology was the same as that reported by Hernández-Carmona *et al.* (1989). Vertical aerial photographs were taken with infrared film and photomosaics were made. The area of the kelp beds in the prints was calculated by drawing these on acetate sheets of known area and weight, differentiating three types of density with a set colour for each one. The acetate sheets were cut and weighed on an analytical scale in order to calculate the area of kelp beds using the

el área de mantos por la relación peso área. La escala lineal en las impresiones fotográficas fue de 1:4651.3 con la cual se calculó el área real de los mantos y se representaron en mapas a escala 1:407,500.

Durante el vuelo se presentaron condiciones climatológicas desfavorables debido a la presencia de nubes bajas sobre los mantos, evitando obtener buenas fotografías y en otras áreas se perdieron las exposiciones debido a problemas con la sensibilidad de la película. Para solucionar este problema se decidió asignar a las localidades no fotografiadas el valor de área reportado en invierno de 1985-86 (Hernández-Carmona *et al.*, 1989) como una estimación conservadora, basada en las observaciones de los mantos, considerando que mantuvieron el área que presentaban tres meses antes, o que ésta era mayor. En el caso del manto de Cabo Colnett a Punta San Jacinto, sólo se tomaron fotografías de la mitad de su cobertura, por lo que la estimación de su área se complementó sumando una cantidad igual al área fotografiada. Los mantos que no fueron fotografiados, pero que se constató visualmente su presencia, se señalaron con asteriscos sobre los mapas de distribución y se indicó el área estimada para cada localidad.

#### Biomasa Superficial

Se eligieron cinco localidades de muestreo sobre las cuales se determinó la biomasa superficial en peso fresco ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ); el valor calculado en cada localidad fue extrapolado a un área mayor de acuerdo al siguiente cuadro y en la Figura 1.

Localidad de Muestreo	Zona	Área Representada
Ensenada, B.C.	1	Islas Coronado, B.C., a Punta Banda, B.C.
Santo Tomás, B.C.	2	Bahía Soledad, B.C., a Punta San Isidro, B.C.
Bahía del Rosario, B.C.	3	Cabo Colnett, B.C., a Bahía del Rosario, B.C.

weight-area relationship. The linear scale of the prints was 1:4651.3. This was used to calculate the true area of the kelp beds which were represented in maps on a scale of 1:407,500.

It was not possible to obtain good photographs due to unfavourable weather conditions during the flight caused by the presence of low clouds over the kelp beds, and photographs taken of some areas were of no use because of film sensitivity problems. In order to overcome this problem, the unphotographed areas were assigned the area values reported for winter 1985-86 (Hernández-Carmona *et al.*, 1989). These are conservative estimates since observations of the kelp beds indicate that the present area values are the same or larger than those measured three months before. As photographs were only taken of half the coverage of the kelp bed between Cabo Colnett and Punta San Jacinto, the total area was estimated to be twice that of the photographed area. The kelp beds which were not photographed but which were verified visually, are indicated with asterisks on the distribution maps and the estimated area for each site is also indicated.

#### Canopy biomass

Five sampling sites were chosen and the canopy biomass was determined in wet weight ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ). The value calculated for each site was extrapolated to a larger area according to Figure 1 and the following distribution:

Sampling Site	Zone	Area Represented
Ensenada, B.C.	1	Islas Coronado, B.C., to Punta Banda, B.C.
Santo Tomás, B.C.	2	Bahía Soledad, B.C., to Punta San Isidro, B.C.
Bahía del Rosario, B.C.	3	Cabo Colnett, B.C., to Bahía del Rosario, B.C.

Punta Eugenia, B.C.S.	4	Isla Cedros, B.C., a Punta Eugenia, B.C.S.	Punta Eugenia, B.C.S.	4	Isla Cedros, B.C., to Punta Eugenia, B.C.S.
Bahía Tortugas, B.C.S.	5	Punta Rompiente, B.C.S., a Morro Hermoso, B.C.S.	Bahía Tortugas, B.C.S.	5	Punta Rompiente, B.C.S., to Morro Hermoso, B.C.S.

En cada localidad se muestrearon tres tipos de mantos (estratos), en función de su densidad aparente, se denominaron mantos de densidad alta a aquellos en los cuales no se observan espacios vacíos dentro de toda su área; mantos de densidad media, los que presentan espacios vacíos dentro de su área y mantos de densidad baja aquellos formados por individuos aislados. En cada uno de éstos se tomaron 20, 15 y 10 muestras respectivamente. Las muestras fueron tomadas al azar, cortando las algas contenidas en un metro cuadrado de superficie y hasta un metro de profundidad. Con las muestras obtenidas se calculó la media y el intervalo de confianza al 95%. En la zona tres sólo fue posible evaluar un manto de densidad media, debido a las condiciones de mal tiempo, por lo que para las densidades alta y baja se emplearon los valores obtenidos en la zona 2, tomando en consideración que el valor de densidad media calculado fue el mismo en ambas zonas.

#### Estimación de cosecha

Para la estimación de la biomasa cosechable en las localidades fotografiadas se multiplicó el valor de área por el valor promedio de biomasa con su respectivo intervalo de confianza. En las zonas donde no se contó con fotografías se multiplicó el valor de área que tenía en invierno (Hernández-Carmona *et al.*, 1989) por el valor de biomasa promedio de primavera. Para obtener el valor de cosecha por zona, se sumaron las cosechas tanto de las áreas fotografiadas como de las áreas estimadas. Para obtener el valor de cosecha por zona y total con su intervalo de confianza al 95%, se aplicó el análisis estadístico para un muestreo estratificado, considerando el valor de área total para cada densidad (estrato) de cada zona (Cochran, 1981).

#### RESULTADOS

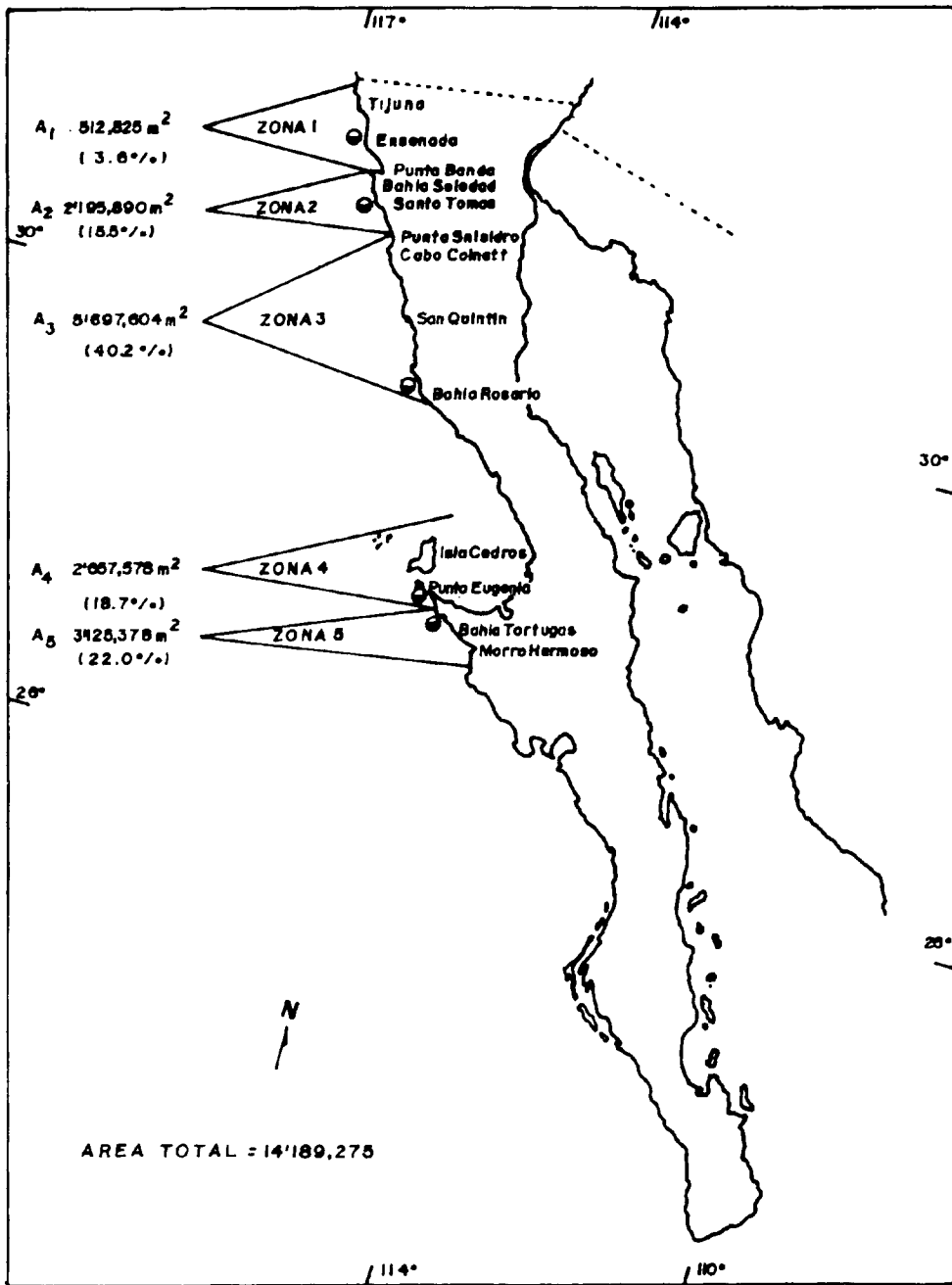
At each site, three types of kelp beds (strata) were sampled in terms of their apparent density: high density denotes the kelp beds which do not have empty spaces within their area, medium density those that have empty spaces within their area and low density those formed by isolated plants. For each type of kelp bed, 20, 15 and 10 samples were taken respectively. The samples were taken at random, cutting the algae contained in one square metre and down to one metre in depth. From the samples obtained, the mean and 95% confidence interval were calculated. In zone 3 it was only possible to evaluate a medium density kelp bed due to bad weather conditions; for the high and low densities, the values obtained for zone 2 were used, considering that the mean value calculated was the same for both zones.

#### Harvest estimate

For the estimate of the standing crop at the sites which were photographed, the area value was multiplied by the average biomass value with its respective confidence interval. For the zones which were not photographed, the winter area value (Hernández-Carmona *et al.*, 1989) was multiplied by the average biomass value obtained for spring. In order to obtain the harvest value per zone, the harvests of both the photographed and estimated areas were added. To obtain the harvest values per zone and total with its 95% confidence interval, the statistical analysis for a stratified random sampling was applied, considering the total area value for each density (stratum) of each zone (Cochran, 1981).

#### RESULTS

Table I shows the area and biomass values, the mean estimated harvest per site and the total harvest per zone for the photographed sites. An area of 95,157m<sup>2</sup> and a



**Figura 1.** Areas estimadas de mantos de *Macrocystis pyrifera* por zona y total en la Península de Baja California en primavera de 1986. ● Localidades de muestreo de biomasa.

**Figure 1.** Estimated per zone and total areas of *Macrocystis pyrifera* kelp beds in the Peninsula of Baja California in spring 1986. ● Biomass sampling sites.

Tabla I. Cosecha de los mantos de *Macrocystis pyrifera* por localidad, estimada en primavera de 1986.  
 Table I. Estimated harvest per site of the *Macrocystis pyrifera* kelp beds in spring 1986.

Localidad	Area de Impresión (cm <sup>2</sup> ) Escala 1:4651.3 Densidades:	Area en Campo (m <sup>2</sup> )	Area Total por Localidad (m <sup>2</sup> )	Biomasa Muestral (kg)	Cosecha Media Estimada (kg)	Cosecha Total por Localidad (ton)
<b>ZONA 1</b>						
Ensenada, B.C.	A= 15.9131	34,429		5.1 < 5.9 < 6.7	157,587 < 203,130 < 230,673	
	M= 6.3810	13,806		4.6 < 5.4 < 6.2	63,506 < 74,550 < 85,595	
	B= 6.4294	13,910	62,145	2.7 < 3.4 < 4.1	37,558 < 47,295 < 57,032	324.9
Punta Banda, B.C.	A= 4.7090	10,186		5.1 < 5.9 < 6.7	51,949 < 60,097 < 68,246	
	M= 6.2374	13,495		4.6 < 5.4 < 6.2	62,077 < 72,873 < 83,669	
	B= 4.3127	9,331	33,012	2.7 < 3.4 < 4.1	25,193 < 31,725 < 38,256	164.6
Total Zona 1			95,157			489.5
<b>ZONA 2</b>						
Bahía Soledad, B.C.	A=143.6236	310,737		5.7 < 6.2 < 6.7	1'771,201 < 1'926,570 < 2'113,012	
	M= 17.2055	37,225		4.6 < 5.6 < 6.5	171,235 < 208,459 < 214,962	
	B= 24.8932	53,858	401,820	2.6 < 3.1 < 3.6	140,030 < 166,958 < 193,888	2,301.9
Santo Tomás, B.C.	A= 29.4083	63,626		5.7 < 6.2 < 6.7	362,670 < 394,483 < 432,659	
	M= 15.3448	33,199		4.6 < 5.6 < 6.5	152,717 < 185,915 < 215,795	
	B= 73.8774	159,837	256,662	2.6 < 3.1 < 3.6	145,578 < 495,496 < 575,415	1,075.8

Tabla 1 (Cont.)

Localidad	Area de Impresión (cm <sup>2</sup> ) Escala 1:4651.3 Densidades:	Area en Campo (m <sup>2</sup> )	Area Total por Localidad (m <sup>2</sup> )	Biomasa Muestral (kg)	Cosecha Media Estimada (kg)	Cosecha Total por Localidad (ton)
<b>ZONA 2</b>						
Punta China, B.C.	A= 93.6198 M= 50.2801 B=106.2057	202,551 108,784 229,781	541,116	5.7 < 6.2 < 6.7 4.6 < 5.6 < 6.5 2.6 < 3.1 < 3.6	1'154,542 < 1'225,818 < 1'375,321 500,404 < 609,188 < 707,093 597,432 < 712,323 < 827,203	2,547.3
Punta Cabras, B.C.	A=117.6551 M= 30.2660 B= 46.8411	254,553 65,469 101,343	421,365	5.7 < 6.2 < 6.7 4.6 < 5.6 < 6.5 2.6 < 3.1 < 3.6	1'450,951 < 1'578,228 < 1'730,959 301,157 < 366,626 < 425,549 263,492 < 314,164 < 364,835	2,259.0
Punta San Isidro, B.C.	A=206.4344 M= 18.8117 B= 46.8411	446,631 40,700 87,596	574,927	5.7 < 6.2 < 6.7 4.6 < 5.6 < 6.5 2.6 < 3.1 < 3.6	2'545,799 < 2'769,115 < 3'037,093 187,220 < 227,220 < 264,550 227,752 < 271,551 < 315,349	3,267.8
Total Zona 2			2'195,890			11,451.8
<b>ZONA 3</b>						
Cabo Colnett, B.C. y Punta San Jacinto, B.C.	A=837.0404 M=131.7971 B= 88.5139	1'810,980 285,150 191,504	2'287,634	5.7 < 6.2 < 6.7 4.8 < 5.6 < 6.4 2.6 < 3.1 < 3.6	10'322,585 < 11'228,074 < 12'314,663 1'368,720 < 1'596,840 < 1'796,445 497,911 < 593,662 < 689,416	13,418.5
Total Zona 3			2'287,634			13,418.5

Tabla I (Cont.)

Localidad	Area de Impresión (cm <sup>2</sup> ) Escala 1:4651.3 Densidades:	Area en Campo (m <sup>2</sup> )	Area Total por Localidad (m <sup>2</sup> )	Biomasa Muestral (kg)	Cosecha Media Estimada (kg)	Cosecha Total por Localidad (ton)
<b>ZONA 4</b>						
Punta Eugenia, B.C.S.	A=240.0098	519,274		6.1 < 7.3 < 8.5	3'115,644 < 3'790,700 < 4'413,829	
	M= 68.5161	148,238		4.5 < 5.5 < 6.5	667,071 < 815,309 < 963,547	
	B= 73.0639	158,077	825,589	3.6 < 5.0 < 6.4	569,079 < 790,387 < 1'011,697	5,396.3
Total Zona 4			825,589			5,396.3
<b>ZONA 5</b>						
Punta Rompiente, B.C.S.	A= 50.4042	109,052		8.0 < 8.7 < 9.4	872,417 < 948,753 < 981,469	
	M= 41.5328	89,858		4.6 < 5.2 < 5.9	413,348 < 467,263 < 530,164	
	B= 73.0639	90,523	289,433	3.6 < 5.0 < 6.4	325,884 < 452,616 < 579,348	1,868.6
Bahía Tortugas, B.C.S. (Punta Kelp)	A=456.6098	987,899		8.0 < 8.7 < 9.4	7'903,190 < 8'594,719 < 8'991,088	
	M= 58.3413	126,224		4.6 < 5.2 < 5.9	580,632 < 656,365 < 744,724	
	B= 46.8869	101,442	1'215,565	3.6 < 5.0 < 6.4	365,192 < 507,211 < 649,230	9,758.2
Bahía Tortugas, B.C.S. (Los Morros)	A=466.8025	1'009,951		8.0 < 8.7 < 9.4	8'079,609 < 8'786,575 < 9'089,560	
	M=110.7262	239,562		4.6 < 5.2 < 5.9	1'101,984 < 1'245,721 < 1'413,415	
	B= 80.1765	173,466	1'422,979	3.6 < 5.0 < 6.4	624,476 < 867,327 < 1'110,179	10,899.6
Morro Hermoso, B.C.S.	A= 9.4323	20,407		8.0 < 8.7 < 9.4	163,258 < 177,543 < 183,655	
	M= 80.8172	174,852		4.6 < 5.2 < 5.9	804,320 < 909,931 < 1'031,627	
	B= 0.9903	2,142	197,401	3.6 < 5.0 < 6.4	7,713 < 10,712 < 13,712	1,098.1
Total Zona 5			3'125,378			23,624.5
			AREA TOTAL = 8'529,648 m <sup>2</sup>	COSECHA TOTAL = 54,380.6 ton		



La Tabla I muestra los valores de área y biomasa, la cosecha media estimada por localidad y la cosecha total por zona, en las localidades que fueron fotografiadas. En la zona 1 se calculó un área de 95,157m<sup>2</sup> y una cosecha de 489.5 ton, sin embargo faltó evaluar el área entre Islas Coronado y Salsipuedes. En la zona 2 que fue completamente fotografiada presentó un área total de 2,195,890m<sup>2</sup> con una cosecha de 11,451.8 ton. En la zona 3 sólo se fotografió el área correspondiente entre Cabo Colnett y Punta San Jacinto, donde se calculó un área de 2,287,634m<sup>2</sup> y una cosecha de 13,418.5 ton, quedando sin fotografiar el área entre Punta Camalú e Isla San Jerónimo. En la zona 4 se evaluó Punta Eugenia, con un área de 825,589m<sup>2</sup> y una cosecha de 5,396.3 ton, quedando sin fotografiar las Islas Cedros, San Benito y Natividad. La zona 5 se evaluó completamente con un área de 3,125,378m<sup>2</sup> y una cosecha de 23,624.5 ton.

La Tabla II muestra el valor de área calculada en las localidades evaluadas por fotografía, las áreas asignadas en localidades no evaluadas y la suma de estos valores, que representan el área total estimada por zona. Si consideramos las zonas 4 y 5 como una sola con el fin de compararla con la evaluación de invierno, se observa que se mantiene el gradiente de aumento norte-sur; en las zonas 1 y 2 se calcularon las menores coberturas con 512,825m<sup>2</sup> (3.6%) y 2,195,890m<sup>2</sup> (15.5%) respectivamente; la zona 3 fue la que presentó mayor área de mantos, con 5,697,604m<sup>2</sup> (40.2%) así como la zona sur (4 y 5) que presentó un valor similar de 5,782,956m<sup>2</sup> (40.7%) y representan las zonas de mayor importancia en área en relación al total calculado de 14,189,275m<sup>2</sup> (Fig. 1). La ubicación de los mantos que se presentan en los mapas cartográficos (Figs. 2 a 6) muestran que mantienen la misma posición que en invierno de 1985-86, con una discontinuidad 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, donde estaban ausentes en invierno. La zona entre Bahía Asunción y Punta San Hipólito continuó sin presentar mantos de *M. pyrifera*.

harvest of 489.5 tons were calculated for zone 1; however, the area between Islas Coronado and Salsipuedes was not evaluated. A total area of 2,195,890m<sup>2</sup> and a harvest of 11,451.8 tons were found for zone 2 which was completely photographed. Only the area between Cabo Colnett and Punta San Jacinto was photographed in zone 3, for which an area of 2,287,634m<sup>2</sup> and harvest of 13,418.5 tons were calculated; the area between Punta Camalú and Isla San Jerónimo was not photographed. In zone 4, an area of 825,589m<sup>2</sup> and a harvest of 5,396.3 tons were evaluated for Punta Eugenia, but Islas Cedros, San Benito and Natividad were not photographed. An area of 3,125,378m<sup>2</sup> and a harvest of 23,624.5 tons were calculated for zone 5 which was completely evaluated.

Table II shows the area values calculated for the zones evaluated by photographs, the areas assigned to the sites not evaluated and the sum of these values which represent the total area estimated per zone. If zones 4 and 5 are considered a single zone in order to be compared with the winter evaluation, it will be seen that the north-south increase gradient has remained constant. The lowest coverages were calculated for zones 1 and 2 with 512,825m<sup>2</sup> (3.6%) and 2,195,890m<sup>2</sup> (15.5%) respectively. The largest areas of kelp beds were 5,697,604m<sup>2</sup> (40.2%) in zone 3 and 5,782,956m<sup>2</sup> (40.7%) in the southern zone (zones 4 and 5); they represent the zones of greatest importance in terms of area in relation to the calculated total of 14,189,275m<sup>2</sup> (Fig. 1). The location of the kelp beds seen in the cartographic maps (Figs. 2 to 6) shows that they have not changed since winter 1985-86, presenting a discontinuity from Bahía del Rosario to Islas San Benito, after which large kelp beds again appear on the nearby islands. They continue along the coastline to Morro Hermoso and small isolated patches continue to Punta San Pablo, where they were absent in winter. There continues to be an absence of *M. pyrifera* kelp beds in the zone between Bahía Asunción and Punta San Hipólito.

With regard to the sampling of canopy biomass, the highest values were found in zone 5 with 8.7 kg/m<sup>2</sup> for the high density. The medium density values were similar throughout the distribution, between 5.2 and 5.6

**Tabla II.** Areas totales de mantos de *Macrocystis pyrifera* calculadas en primavera de 1986.  
**Table II.** Total areas of *Macrocystis pyrifera* kelp beds calculated in spring 1986.

Localidad	Areas en campo por localidad (m <sup>2</sup> )	* Estimación en localidades no evaluadas (m <sup>2</sup> )	Area total en campo por zona (m <sup>2</sup> )	% del Total
<b>Zona 1</b>				
Islas Coronado, B.C.		74,401		
Punta Descanso, B.C.		16,079		
Bahía Descanso, B.C.		275,307		
Salsipuedes, B.C.		51,881		
Punta Sauzal, B.C.	62,145			
Punta Banda, B.C.	33,012		512,825	3.6
<b>Zona 2</b>				
Bahía Soledad, B.C.	401,820			
Santo Tomás, B.C.	256,662			
Punta China, B.C.	541,116			
Punta Cabras, B.C.	421,365			
Punta San Isidro, B.C.	574,927		2'195,890	15.5
<b>Zona 3</b>				
Cabo Colnett, B.C., a				
Punta San Jacinto, B.C.	2'287,634	**2'287,634		
Punta Camalú, B.C.		193,207		
Bahía San Ramón, B.C.		586,861		
Isla San Martín, B.C.		21,587		
Bahía del Rosario, B.C.		125,183		
Isla San Jerónimo, B.C.		195,478	5'697,604	40.2
<b>Zona 4</b>				
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	18.7
<b>Zona 5</b>				
Punta Rompiente, B.C.S.	289,433			
Bahía Tortugas, B.C.S.				
(Punta Kelp)	1'215,565			
Bahía Tortugas, B.C.S.				
(Los Morros)	1'422,979			
Morro Hermoso, B.C.S.	197,401		3'125,378	22.0
Superficie Total	8'529,648	5'659,627	14'189,275	

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

\*\* Estimación basada en el complemento de la mitad evaluada.

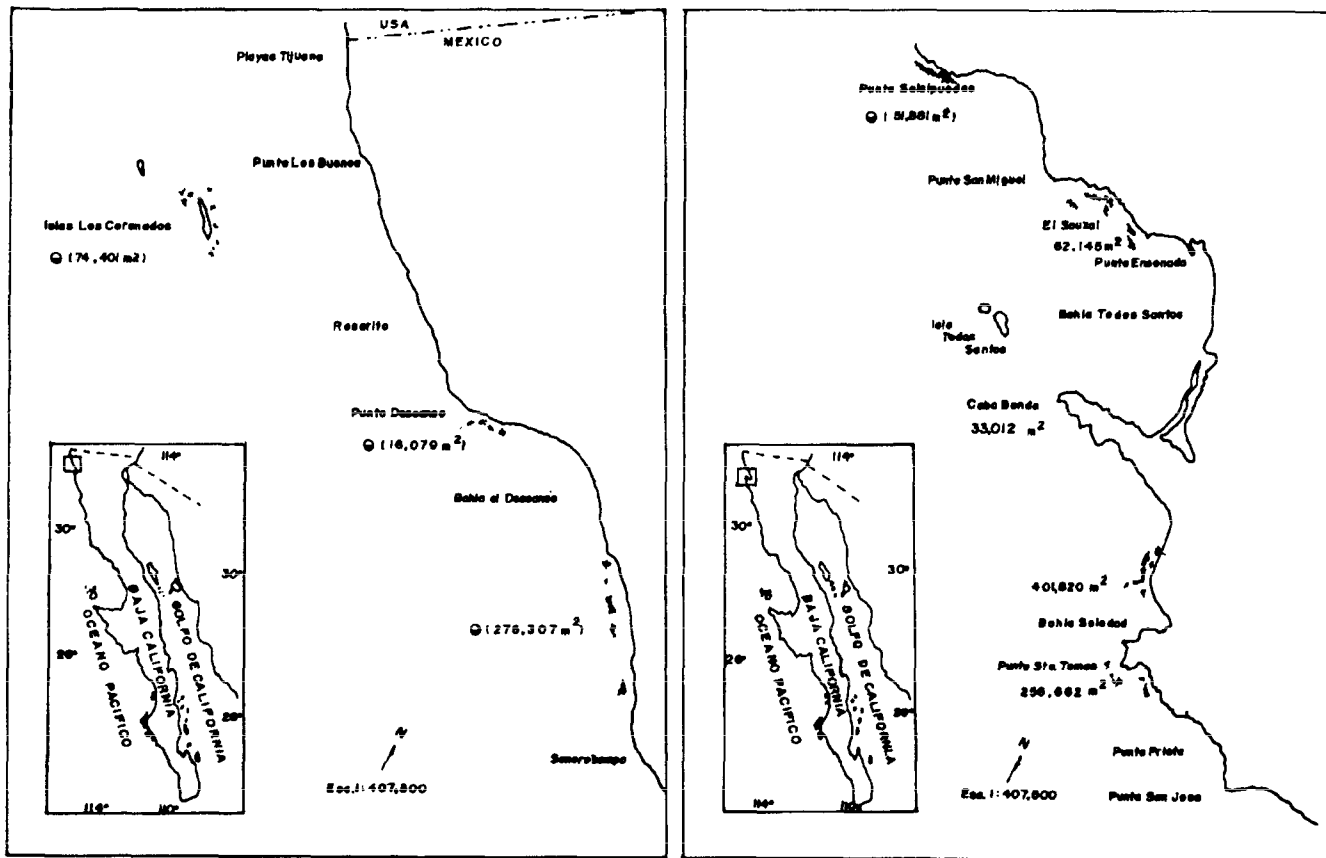
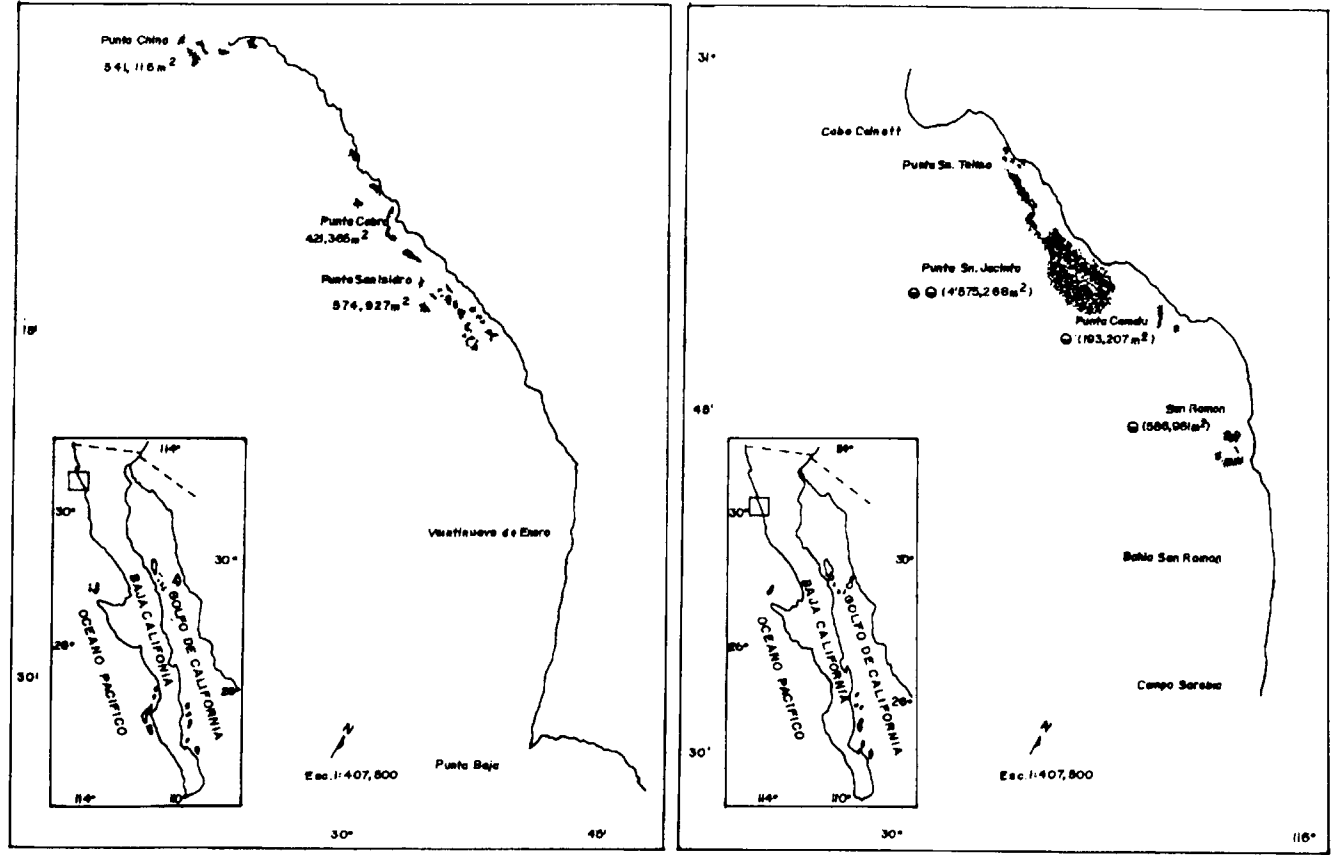


Figura 2. Ubicación y áreas de mantos de *Macrocystis pyrifera* de Tijuana, B.C., a Punta San José, B.C. Primavera 1986. ● Estimaciones basadas en fotografías de invierno 1985-86.

Figure 2. Location and area of *Macrocystis pyrifera* kelp beds from Tijuana, B.C., to Punta San José, B.C. Spring 1986. ● Estimates based on photographs of winter 1985-86.



**Figura 3.** Ubicación y áreas de mantos de *Macrocystis pyrifera* de Punta China a Bahía San Ramón, B.C. Primavera 1986. ● Estimaciones basadas en la evaluación de invierno 1985-86. ●● Estimación basada en el complemento de la mitad evaluada.

**Figure 3.** Location and area of *Macrocystis pyrifera* kelp beds from Punta China to Bahía San Ramón, B.C. Spring 1986. ● Estimates based on the evaluation for winter 1985-86. ●● Estimate based on the complement of the evaluated half.

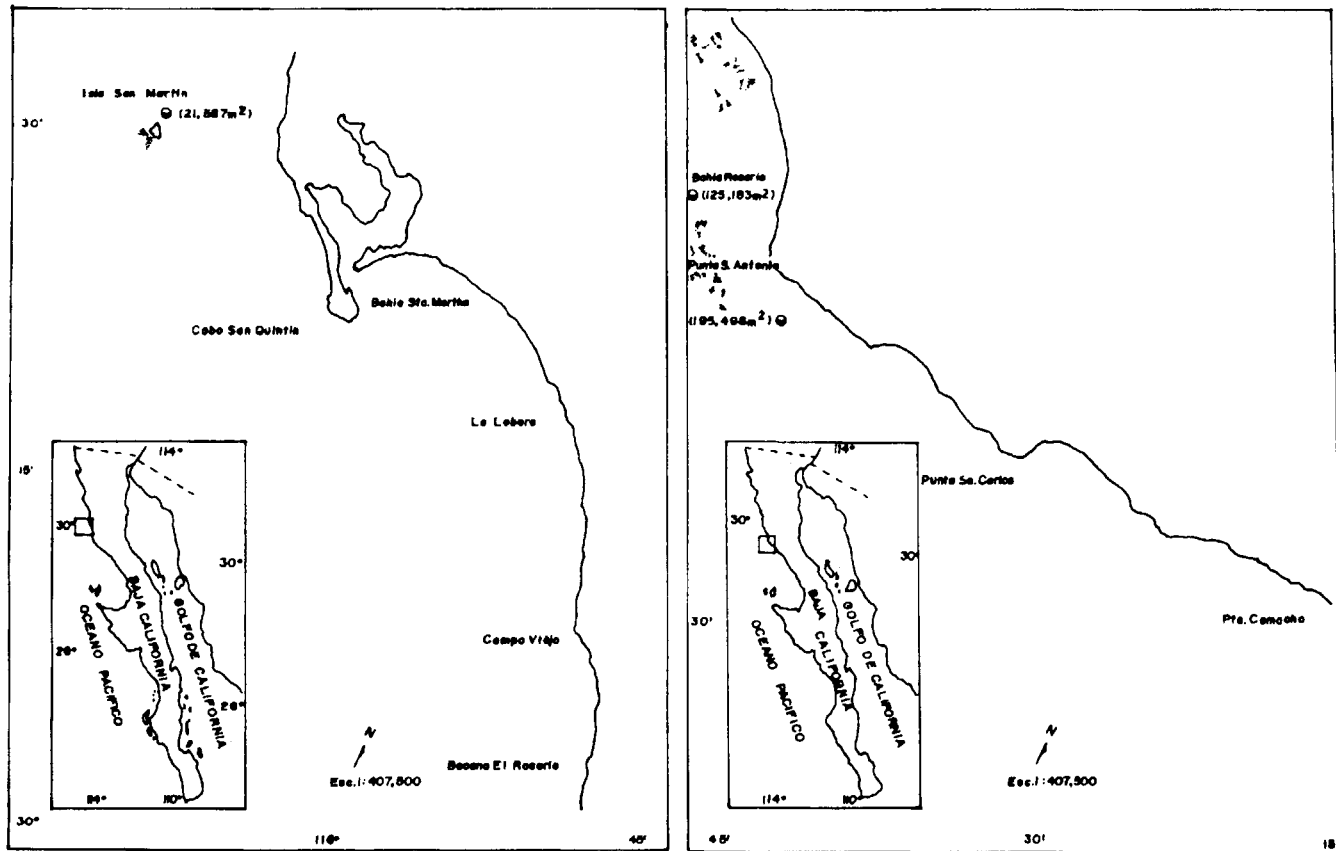


Figura 4. Ubicación y áreas de mantos de *Macrocystis pyrifera* de Isla San Martín, B.C., a Punta San Carlos, B.C. Primavera 1986. ● Estimaciones basadas en la evaluación de invierno 1985-86.  
 Figure 4. Location and area of *Macrocystis pyrifera* kelp beds from Isla San Martín, B.C., to Punta San Carlos, B.C. Spring 1986. ● Estimates based on the evaluation for winter 1985-86.

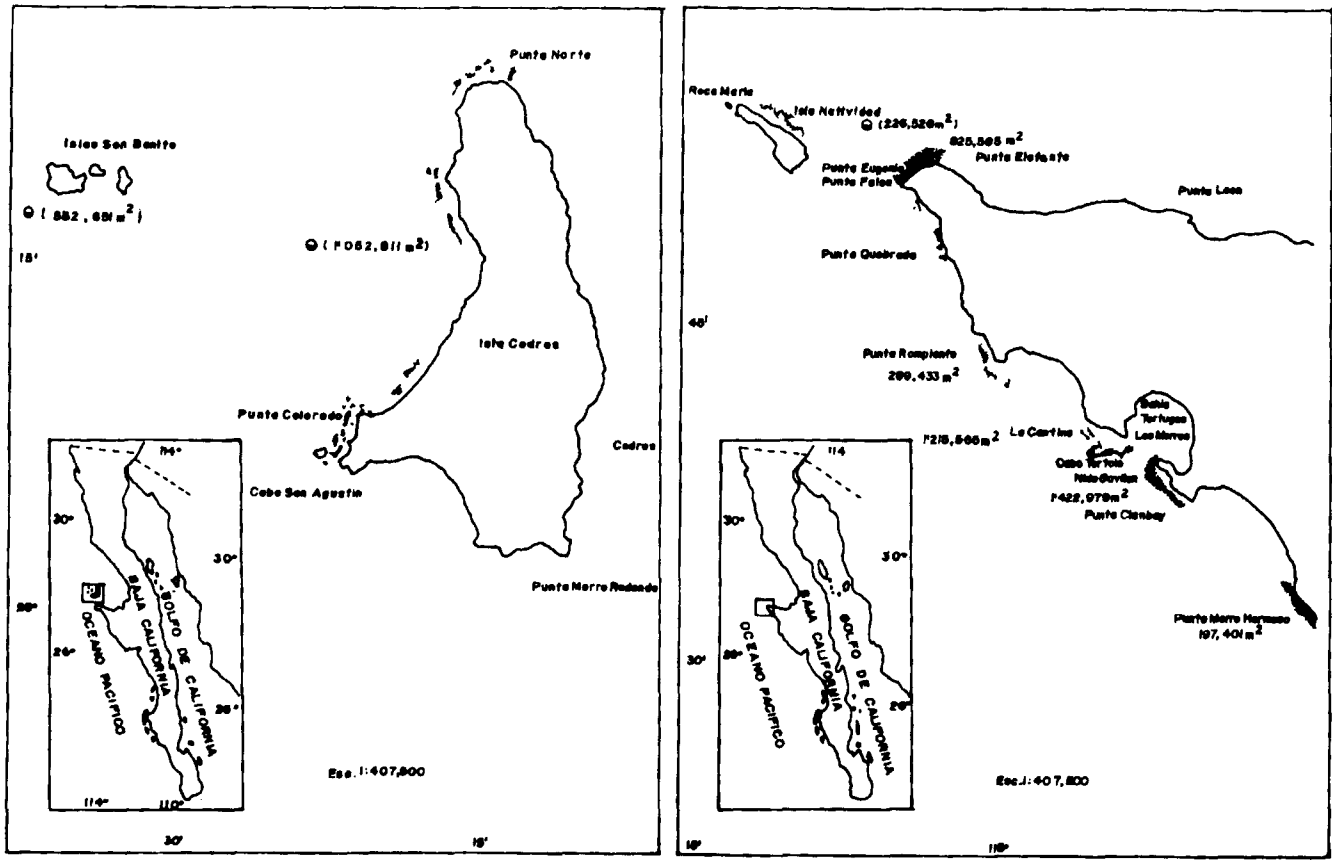
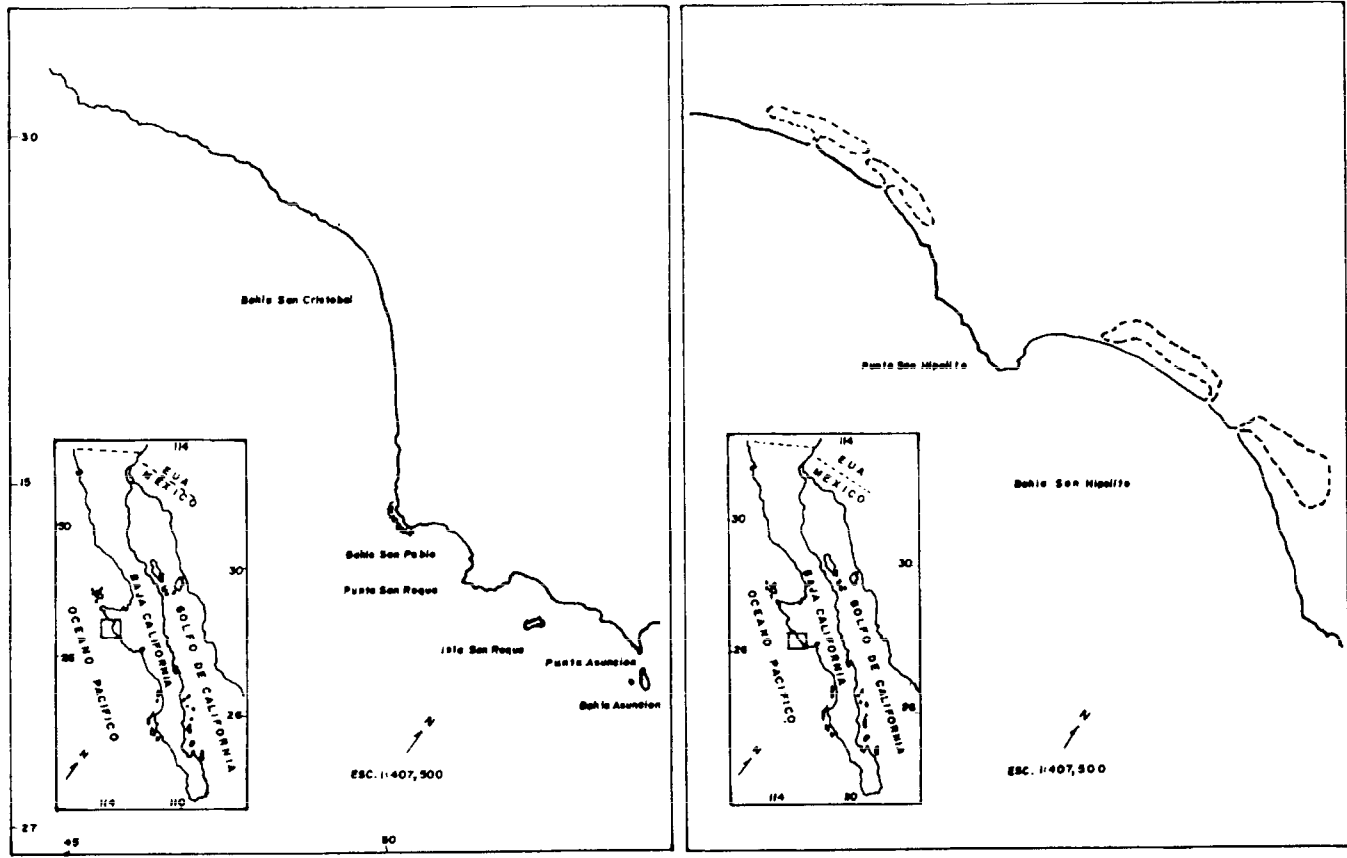


Figura 5. Ubicación y áreas de mantos de *Macrocystis pyrifera* de Islas San Benito, B.C., a Morro Hermoso, B.C.S. Primavera 1986. ● Estimaciones basadas en la evaluación de invierno 1985-86.  
 Figure 5. Location and area of *Macrocystis pyrifera* kelp beds from Islas San Benito, B.C., to Morro Hermoso, B.C.S. Spring 1986. ● Estimates based on the evaluation for winter 1985-86.



**Figura 6.** Ubicación de mantos de *Macrocystis pyrifera* de Bahía San Cristóbal a Bahía San Hipólito, B.C.S. Primavera 1986.  
**Figure 6.** Location of *Macrocystis pyrifera* kelp beds from Bahía San Cristóbal to Bahía San Hipólito, B.C.S. Spring 1986.

En el muestreo de biomasa superficial se encontraron los valores más altos en la zona 5 con 8.7 kg/m<sup>2</sup> para la densidad alta. El valor de densidad media fue similar para toda la distribución, entre 5.2 y 5.6 kg/m<sup>2</sup>; mientras que el valor de densidad baja fue similar en las zonas del norte (1 y 2) con 3.4 y 3.1 kg/m<sup>2</sup> respectivamente, este valor de densidad baja fue más alto en el sur de la distribución (zonas 4 y 5) con 5.0 kg/m<sup>2</sup> y muy cercano al valor calculado para la densidad media en las mismas zonas (Fig. 7).

La Tabla III muestra la cosecha evaluada para cada zona, la cosecha estimada en localidades no evaluadas, bajo la consideración de que conservaron la misma superficie calculada en invierno del mismo año y la cosecha total. Con los datos obtenidos se evaluaron 54,380.6 ton, pero se estima que las áreas no fotografiadas presentaban una cosecha de 31,908.7 ton, lo que hace un total para esta estación de 86,289.4 ton; este valor fue obtenido de la suma de los valores promedio de cada densidad.

La Tabla IV muestra los volúmenes de cosecha para cada zona con su intervalo de confianza al 95% obtenidos mediante el análisis estadístico para muestras estratificadas (Fig. 8). En la zona 1 se calcularon 2,579.4 ton que representan 2.96% del total, en la zona 2 se calcularon 11,612.4 ton (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%).

Considerando la zona sur (4 y 5) como una sola, se obtiene 47.64%, manteniendo el patrón de abundancia de invierno de 1985-86, con un gradiente de aumento de norte a sur. La cosecha total de mantos de *M. pyrifera* estimada en la primavera de 1986 en la Península de Baja California fue de 87,095.9 ton  $\pm$  4,528.2 ton.

## DISCUSION

Existen dos métodos que se emplean como medida de abundancia de los bosques de *M. pyrifera*; el método directo, que implica la estimación del número de plantas en un área determinada, el conteo de frondas por planta y la estimación del peso promedio por fronda,

kg/m<sup>2</sup>. The low density values in the northern zones (1 and 2) were similar, 3.4 and 3.1 kg/m<sup>2</sup> respectively. The low density value was higher in the southern part of the distribution (zones 4 and 5), 5.0 kg/m<sup>2</sup>, and very close to the value calculated for the medium density in the same zones (Fig. 7).

Table III shows the harvest evaluated for each zone, the estimated harvest for sites not evaluated, assuming that they had the same surface as that calculated in winter of the same year, and the total harvest. With the data obtained 54,380.6 tons were calculated, but it is estimated that the areas which were not photographed had a harvest of 31,908.7 tons which makes a total of 86,289.4 tons for this season. This value was obtained from the sum of the average values for each density.

Table IV shows the volumes of harvest for each zone with a 95% confidence interval, obtained by means of the statistical analysis for stratified samples (Fig. 8). In zone 1, 2,579.4 tons were calculated which represent 2.96% of the total; 11,612.4 tons (13.33%) were calculated for zone 2; the highest abundance was found in zone 3 with 31,395.3 tons (36.04%); 17,705.6 tons (20.32%) were calculated for zone 4 and 23,802.8 tons (27.32%) for zone 5.

If zones 4 and 5 are considered a single zone then 47.64% is obtained, keeping the abundance pattern of winter 1985-86 with an increase gradient from north to south. The total harvest of *M. pyrifera* kelp beds estimated for the spring of 1986 in the Peninsula of Baja California was 87,095.9 tons  $\pm$  4,528.2 tons.

## DISCUSSION

Two methods are used to measure the abundance of *M. pyrifera* forests. The first is the direct method which means the estimation of the number of plants in a given area, the counting of fronds per plant and the estimation of the mean weight per frond, with which an estimate of the total biomass is obtained. However, this method takes up a lot of time and effort. The second method requires the use of aerial photography for the determination of the area and field samplings for the estimation of the canopy biomass. This



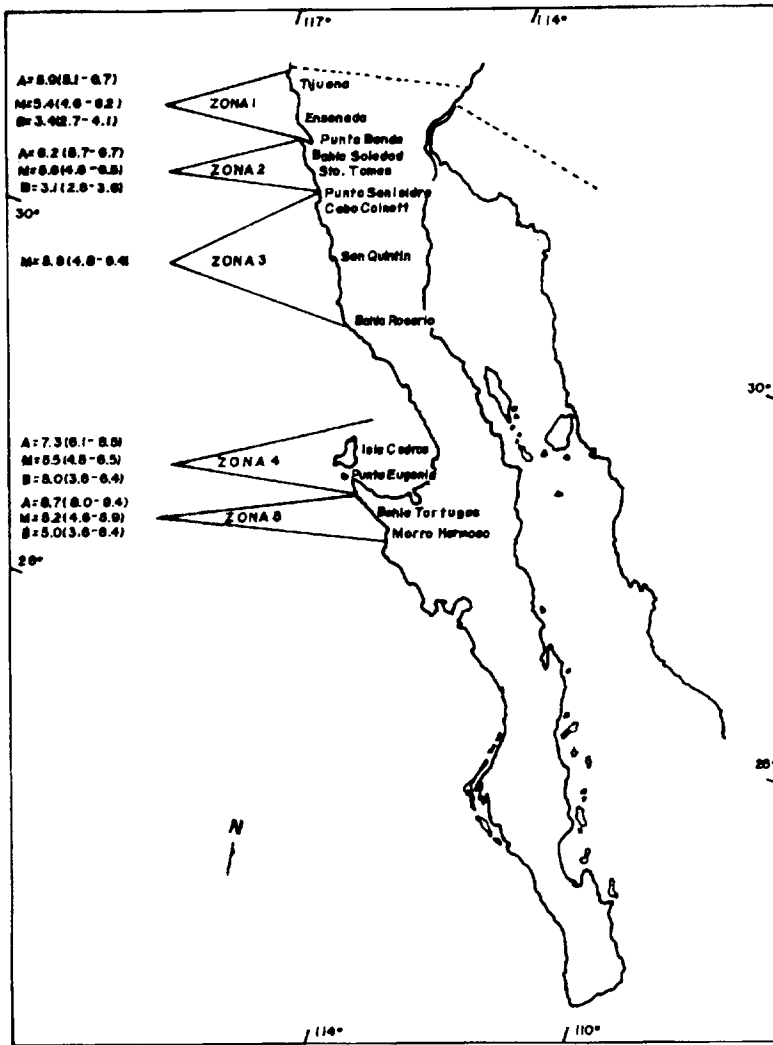


Figura 7. Biomasa muestral ( $\text{km}/\text{m}^2$ ) por zonas de los mantos de *Macrocystis pyrifera* en la Península de Baja California. Primavera 1986. Densidades: A = alta, M = media, B = baja; ( ) intervalo de confianza al 95%.

Figure 7. Sampling biomass ( $\text{km}/\text{m}^2$ ) per zone of the *Macrocystis pyrifera* kelp beds in the Peninsula of Baja California. Spring 1986. Densities: A = high, M = medium, B = low; ( ) 95% confidence interval.

con lo cual se obtiene una estimación de la biomasa total, sin embargo, este método consume mucho tiempo y esfuerzo. El segundo método implica el uso de fotografía aérea para la determinación del área y muestreos de campo para estimación de la biomasa superficial. Este método tiene la desventaja de que requiere condiciones óptimas tanto oceanográficas

como atmosféricas. Este método tiene la desventaja de que requiere condiciones óptimas tanto oceanográficas como atmosféricas (Barilotti, 1978). En este estudio se decidió utilizar el último método como índice de abundancia, considerando que la capa superficial es de mayor importancia desde un punto de vista práctico ya que representa la parte del recurso que está disponible para explotación.

**Tabla III.** Cosecha total por zona de los mantos de *Macrocystis pyrifera* en primavera de 1986.  
**Table III.** Total harvest per zone of the *Macrocystis pyrifera* kelp beds in spring 1986.

Zona	Cosecha evaluada por zona (ton)	Localidades no evaluadas	* Cosecha estimada en localidades no evaluadas (ton)	Cosecha total estimada por zona (ton)
1	489.5	Islas Coronado Punta Descanso Bahía Descanso Salsipuedes	301.2 67.5 1,436.0 <u>269.6</u> 2,073.7	2,563.2
2	11,451	---	---	11,451.8
3	13,418.5	Cabo Colnett a Punta San Jacinto Punta Camalú Bahía San Ramón Isla San Martín Bahía del Rosario Isla San Jerónimo	**13,418.6 633.7 2,195.6 73.2 464.1 <u>846.6</u> 17,631.8	31,050.3
4	5,396.3	Islas San Benito Isla Cedros Isla Natividad	3,862.4 6,951.3 <u>1,389.5</u> 12,203.2	17,599.5
5	23,624.5	---	---	23,624.5
Totales (ton)	54,380.6	---	31,908.7	86,289.4

\* Estimaciones basadas en los cálculos realizados en estas zonas en invierno 1985-86.

\*\* Estimación basada en el complemento de la mitad evaluada.

ficas como atmosféricas (Barilotti, 1978). En nuestro caso se decidió emplear este último método como índice de abundancia, considerando que la capa superficial es de mayor importancia desde el punto de vista práctico, ya que representa la parte disponible del recurso para su explotación (Casas *et al.*, 1985), sin embargo, se presentaron condiciones desfavorables que impidieron fotografiar la totalidad de los mantos y la realización del muestreo de campo en la zona 3. Para solucionar el problema fue necesario emplear los valores de área obtenidos en invierno del mismo año, lo cual se consideró como una decisión adecuada, tomando en cuenta que se

(Casas *et al.*, 1985). However, due to unfavourable weather conditions, it was not possible to photograph all the kelp beds or carry out the field sampling in zone 3. In order to overcome this problem it was necessary to use the area values obtained in winter of the same year. This was considered an adequate decision as the presence of the kelp beds and the obvious increase in the areas which were evaluated were verified, implying that the probability of overestimating was low.

The distribution maps show that the location of the kelp beds has remained constant and that the areas increased consider-

**Tabla IV.** Cosecha total de los mantos de *Macrocystis pyrifera* estimada por muestreo estratificado en primavera de 1986.

**Table IV.** Total harvest of *Macrocystis pyrifera* kelp beds estimated by stratified sampling in spring 1986.

Zona	Cosecha Media (kg)	Intervalo de Confianza (kg)	Porcentaje del Total
1	2,579,494	( 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	23,802,092	(22,805,520 - 24,800,263)	27.32
COSECHA TOTAL 87,095.9 ton ± 4,528.2 ton			

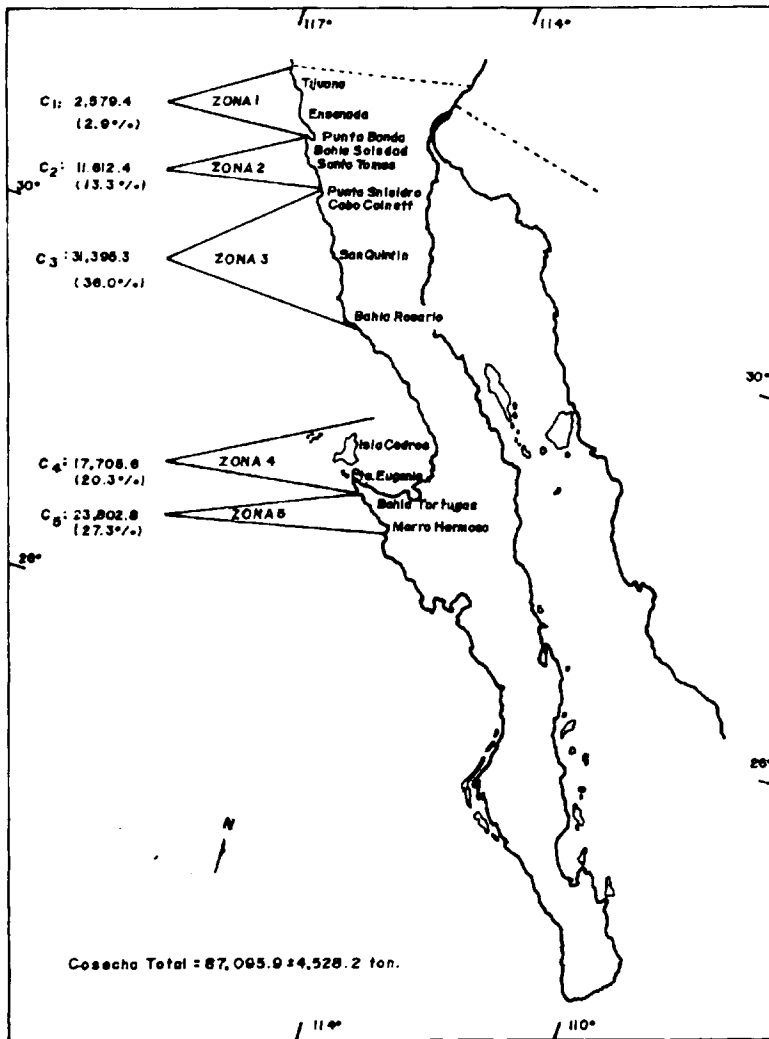
constató la presencia de los mantos y el evidente incremento en las áreas que sí fueron evaluadas, lo cual deja poca probabilidad de una sobreestimación.

Los mapas de distribución muestran que los mantos han mantenido su ubicación y las áreas se incrementaron notablemente con respecto a la evaluación de invierno 1985-86 (Hernández-Carmona *et al.*, 1989). Continuó presentándose la discontinuidad en Bahía Vizcaíno, que separa a los mantos en dos grupos; la parte norte (zonas 1, 2 y 3) y la parte sur (4 y 5). El límite sur de los mantos continúa siendo Morro Hermoso, donde se desarrolló un gran manto y se observó un avance hasta Punta San Pablo, donde se encontraron algunas plantas aisladas. En contraste con el buen desarrollo de los mantos del límite sur, el área de Bahía Asunción a Punta San Hipólito donde antes se reportaban grandes mantos (Dawson *et al.*, 1960; Guzmán del Proo *et al.*, 1971; Casas *et al.*, 1985), continúa sin repoblarse, debido probablemente a la invasión de *Eisenia arborea*, la cual aparentemente ha impedido la recuperación de *M. pyrifera* a pesar de que la temperatura del agua ha regresado a su normalidad (Hernández-Carmona, 1987).

Los mantos más productivos no presentaron ningún gradiente y cada zona tiene

abily in relation to the evaluation for winter 1985-86 (Hernández-Carmona *et al.*, 1989). The discontinuity in Bahía Vizcaíno still occurs, separating the kelp beds into two groups: the northern part (zones 1, 2 and 3) and the southern part (zones 4 and 5). The southern limit of the kelp beds continues to be Morro Hermoso, where a large kelp bed has developed. An advance has been observed to Punta San Pablo where some isolated plants were found. In contrast to the favourable development of the kelp beds in the southern limit, there is still no repopulation in the area from Bahía Asunción to Punta San Hipólito where large kelp beds have previously been reported (Dawson *et al.*, 1960; Guzmán del Proo *et al.*, 1971; Casas *et al.*, 1985). This is probably due to the invasion by *Eisenia arborea*, which has apparently prevented the recuperation of *M. pyrifera* in spite of the fact that the water temperature has returned to normal (Hernández-Carmona, 1987).

The most productive kelp beds did not present any gradient and each zone has a high production site. This is related to the characteristics of the bottom and to the presence of local upwellings with low temperatures and high concentration of nutrients (Dawson, 1951). With regard to the grouping by zones, an increase gradient is observed towards the south both in area and harvest. Of the total



**Figura 8.** Cosecha estimada (ton) de mantos de *Macrocystis pyrifera* por zona y total en la Península de Baja California. Primavera 1986. C = Cosecha.

**Figure 8.** Estimated per zone and total harvest (tons) of *Macrocystis pyrifera* kelp beds in the Peninsula of Baja California. Spring 1986. C = harvest.

alguna localidad de alta producción, lo cual se relaciona con las características del fondo y la presencia de surgencias locales con bajas temperaturas y alta concentración de nutrientes (Dawson, 1951). En la agrupación por zonas se observa el gradiente de aumento hacia el sur tanto en áreas como en cosechas. En los mantos del norte (zonas 1, 2 y 3), se concentró el 59.3% del área total, de los cuales la zona 3 contribuyó con el 40.2%. En los

area, 59.3% was found in the northern kelp beds (zones 1, 2 and 3), of which zone 3 contributed with 40.2%, and 40.7% was found in the southern kelp beds (zones 4 and 5), with a similar contribution by both zones. The total area of 6,485,049m<sup>2</sup> calculated for winter 1985-86 increased to more than double in spring, reaching 14,189,275m<sup>2</sup>. This value is larger than that reported by Casas *et al.* (1985) for the summer of 1982 of 8,803,160m<sup>2</sup>.

mantos del sur (zonas 4 y 5), se concentró el 40.7% del área total, pero la contribución de las dos zonas es similar. El área total calculada en invierno de 1985-86 con 6,485,049m<sup>2</sup> se incrementó en primavera a más del doble, llegando a 14,189,275m<sup>2</sup>; este valor supera al reportado por Casas *et al.* (1985) para el verano de 1982 de 8,803,160m<sup>2</sup>.

La biomasa muestreal fluctuó de 3.1 kg/m<sup>2</sup> para la densidad baja en la zona 2 hasta 8.7 kg/m<sup>2</sup> en la densidad alta de la zona 5. En general se presentó muy poco incremento en los mantos del norte en relación al invierno e incluso en algunos mantos disminuyó ligeramente, mientras que en los mantos del sur el incremento en biomasa superficial fue más evidente. Otros autores han encontrado valores similares; North (1977), reporta de 2.1 a 14.3 kg/m<sup>2</sup> con un promedio de 6 kg/m<sup>2</sup> de biomasa total; Casas *et al.* (1985) reporta de 4.7 a 12.8 kg/m<sup>2</sup> de biomasa superficial para el verano de 1982 y el barco sargacero reporta de 5-10 kg/m<sup>2</sup> en invierno y de 14-35 kg/m<sup>2</sup> en verano (Guzmán del Proó *et al.*, 1971; Michanek, 1975).

La cosecha calculada por zona mantuvo el gradiente norte-sur encontrado en invierno, considerando las zonas 4 y 5 como una sola, con el mínimo en la zona 1 de 2,579.4 ton (2.9%) y el máximo en la zona sur con 41,508.4 ton (47.6%). Durante el invierno 60% del recurso se encontraba en la parte sur y en primavera disminuyó a 47.6%, invirtiéndose el patrón, pero continúa siendo muy similar al porcentaje entre la parte norte y sur. Este hecho destaca la disponibilidad de casi 50% del recurso en la zona sur donde no se explota actualmente.

La cosecha total estimada en primavera de 87,095.9 ton representa un incremento de 2.3 veces en relación a la cosecha estimada en invierno de 36,510.8 ton y refleja la gran dinámica que presentan los bosques de *M. pyrifera* en Baja California. La estimación de primavera es ligeramente superior al valor obtenido por Casas *et al.* (1985) en el verano de 1982 quienes estimaron 80,000 ton y refleja la actividad del barco sargacero, ya que durante los últimos 15 años ha explotado en promedio en la primavera 8,864 ton en la zona norte, que representa el 32.5% de la cosecha anual y constituye la estación más productiva

The biomass values fluctuated from 3.1 kg/m<sup>2</sup> for the low density in zone 2 to 8.7 kg/m<sup>2</sup> for the high density in zone 5. In general, very little increase was found in the northern kelp beds relative to winter and there was even a slight decrease in some kelp beds, while in the southern kelp beds the increase in canopy biomass was more evident. Other authors have found similar values: North (1977) reported 2.1 to 14.3 kg/m<sup>2</sup> with an average of 6 kg/m<sup>2</sup> of total biomass; Casas *et al.* (1985) reported from 4.7 to 12.8 kg/m<sup>2</sup> of canopy biomass for the summer of 1982 and the kelp harvesting boat reported from 5 to 10 kg/m<sup>2</sup> in winter and from 14 to 35 kg/m<sup>2</sup> in summer (Guzmán del Proó *et al.*, 1971; Michanek, 1975).

Regarding the harvest calculated per zone, the same north-south gradient as that found in winter can be seen if zones 4 and 5 are considered as a single zone, with the minimum in zone 1 of 2,579.4 tons (2.9%) and the maximum of 41,508.4 tons (47.6%) in the southern zone. During winter, 60% of the resource was found in the southern part and in spring it decreased to 47.6%, reversing the pattern, but it continues to be very similar to the percentage between the northern and southern parts. This fact emphasizes the availability of nearly 50% of the resource in the southern zone which is not exploited at present.

The total harvest of 87,095.9 tons estimated in spring represents an increase of 2.3 times in relation to the harvest estimated in winter of 36,510.8 tons and reflects the dynamics shown by the *M. pyrifera* forests in Baja California. The spring estimate is slightly higher than the value of 80,000 tons obtained by Casas *et al.* (1985) in the summer of 1982 and reflects the activity of the harvesting boat. During the past 15 years it has exploited on average 8,864 tons during spring in the northern zone. This represents 32.5% of the annual harvest and constitutes the most productive season after summer (Armenta, personal communication).

The impressive increase of the kelp beds both in area and harvest in only three months reflects the favourable development of the *Macrocystis* fronds during spring. This can be

después de verano (Armenta, comunicación personal).

El impresionante incremento que presentaron los mantos tanto en áreas como en cosechas en tan sólo tres meses reflejan el desarrollo favorable que presentan las frondas de *Macrocystis* durante la primavera, lo cual puede estar relacionado con las surgencias que se presentan con mayor intensidad durante esta estación en Baja California con el consecuente aporte de nutrientes (Reid *et al.*, 1958) que favorece el crecimiento de las plantas. Zimmerman (1983) encontró una fuerte correlación entre la temperatura del agua y la concentración de nutrientes en el sur de California y establece que la primavera es la estación donde se registran menores temperaturas, sin embargo, encuentra que la mayor tasa de crecimiento de las frondas de *M. pyrifera* se presenta durante el invierno y propone la hipótesis de que las plantas emplean la estrategia de producir primero nuevas frondas durante el otoño con el incremento en la disponibilidad de nutrientes, estas frondas empiezan a crecer rápidamente en invierno y alcanzan la superficie a finales de éste, de manera que durante la primavera alcanzan la madurez y contribuyen al incremento en las áreas de mantos. El incremento máximo de frondas en invierno también fue encontrado por Hernández y Vilchis (en preparación) para los mantos de Bahía Tortugas, B.C.S., apoyando la hipótesis de Zimmerman (1983) que explica el mecanismo por el cual los mantos de *M. pyrifera* tienen este notable incremento de una estación a otra.

Los resultados de este trabajo muestran que el incremento de la biomasa cosechable de invierno a primavera se debe principalmente a un incremento en el área de mantos, sin embargo, esto es un reflejo del desarrollo de las plantas, el cual puede producir una expansión de los mantos a pesar de que la biomasa por unidad de área se incrementa poco, ya que las frondas tienden a expandirse hacia la periferia del manto y pueden cambiar su densidad aparente de baja a media o alta. Otra posible explicación a esta variación es la incorporación de las frondas de organismos que tres meses antes aún no llegaban a la superficie, con el consecuente incremento en área y valores de biomasa baja.

related to upwellings which occur with greater intensity during this season in Baja California, with the consequent contribution of nutrients (Reid *et al.*, 1958) which favours the growth of the plants. Zimmerman (1983) found a strong correlation between the water temperature and the concentration of nutrients in southern California and established that the lowest temperatures are recorded in spring. However, this same author found that the highest growth rate of *M. pyrifera* fronds occurs during winter and advances the hypothesis that the plants produce new fronds during autumn when there is an increase in the availability of nutrients. These fronds grow quickly during winter, reaching the surface at the end of this season. In this way they reach maturity in spring and contribute to the increase of the kelp bed areas. The maximum increase of fronds in winter was also found by Hernández and Vilchis (in preparation) for the kelp beds in Bahía Tortugas, B.C.S., thus supporting Zimmerman's (1983) hypothesis which explains the mechanism through which the *M. pyrifera* kelp beds have this notable increase from one season to another.

The results of this study show that the increase in standing crop from winter to spring is mainly due to an increase in the area of kelp beds. However, this is a reflection of the development of the plants which can produce an expansion of the kelp beds even though the biomass per unit area increases little, since the fronds tend to expand towards the periphery of the bed and can change their apparent density from low to medium or high. Another possible explanation for this variation is the incorporation of fronds of organisms that three months previously had still not reached the surface, with the consequent increase in area and values of low biomass.

## CONCLUSIONS

The distribution of *M. pyrifera* kelp beds in the Peninsula of Baja California has not changed with respect to that described by other authors (Guzmán del Proó *et al.*, 1971; Casas *et al.*, 1985; Hernández-Carmona *et al.*, 1989). However, the southern limit of the distribution has been reduced to Punta San Pablo, B.C.S., probably due to the invasion by *Eisenia arborea* of the area between Bahía Asunción and Punta San Hipólito, B.C.S.

## CONCLUSIONES

La distribución de los mantos de *M. pyrifera* en la Península de Baja California ha mantenido la posición descrita por otros autores (Guzmán del Proó *et al.*, 1971; Casas *et al.*, 1985; Hernández-Carmona *et al.*, 1989), sin embargo, el límite sur de la distribución se ha reducido a Punta San Pablo, B.C.S., debido probablemente a la invasión de *Eisenia arborea* en el área entre Bahía Asunción y Punta San Hipólito, B.C.S.

Considerando los mantos por localidad, no se observa un gradiente de abundancia definido, sin embargo, en la agrupación por zonas se observa un incremento de norte a sur.

El área total calculada en primavera de 1986 fue de 14,189,275m<sup>2</sup>, de los cuales 59.3% se concentran al norte (zonas 1, 2 y 3) y 40.7% en el sur (zonas 4 y 5).

La biomasa muestral fluctuó de 3.1 a 8.7 kg/m<sup>2</sup>, mostrando el poco incremento en relación a la estimación de invierno (Hernández-Carmona *et al.*, 1989).

La cosecha total estimada en primavera de 1986 fue de 87,095.9 ton  $\pm$  4,528.2 ton, de las cuales 59.3% se localizan en las zonas del norte (1, 2 y 3) y el 40.7% en el sur; lo cual destaca la disponibilidad de casi del 50% del recurso en el sur de la distribución, donde aún no se explota.

El notable incremento de la cosecha en relación al invierno, se relaciona con las características ambientales de primavera, donde se registran los menores valores de temperatura y alta concentración de nutrientes, que favorece el desarrollo de los mantos (Dawson, 1951; Reid *et al.*, 1958; Zimmerman, 1983; Hernández y Vilchis, en preparación).

Otro factor de influencia en el incremento de la cosecha es el rápido crecimiento de las frondas durante invierno las cuales alcanzan su madurez en la primavera incrementando la biomasa de los mantos (Zimmerman, 1983; Hernández y Vilchis, en preparación).

Considering the kelp beds per site, a defined abundance gradient is not observed. However, in the grouping by zones an increase from north to south is seen.

The total area calculated for the spring of 1986 was of 14,189,275m<sup>2</sup>, of which 59.3% was found in the north (zones 1, 2 and 3) and 40.7% in the south (zones 4 and 5).

The biomass values fluctuated from 3.1 to 8.7 kg/m<sup>2</sup>, showing little increase in relation to the winter estimate (Hernández-Carmona *et al.*, 1989).

The total harvest estimated for the spring of 1986 was of 87,095.9 tons  $\pm$  4,528.2 tons, of which 59.3% are located in the northern zones (1, 2 and 3) and 40.7% in the south. This indicates the availability of nearly 50% of the resource in the southern part of the distribution, where it still remains unexploited.

The considerable increase in harvest relative to winter, is related to the environmental characteristics of spring, which is when the lowest temperature values and high concentration of nutrients are recorded favouring the development of the kelp beds (Dawson, 1951; Reid *et al.*, 1958; Zimmerman, 1983; Hernández and Vilchis, in preparation).

Another factor influencing the increase of the harvest is the rapid growth of the fronds during winter, thus reaching maturity during spring and increasing the biomass of the kelp beds (Zimmerman, 1983; Hernández and Vilchis, in preparation).

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica (COSNET) for financial assistance provided in order to carry out this project; the Empresa Productos Pesqueros Mexicanos (PPM) for the use of the plane; the Centro de Investigación Pesquera in Ensenada as well as Bahía Tortugas and the Federación Regional de Sociedades Cooperativas of the Industria Pesquera de Baja California, for their support during the field work.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica (COSNET) el apoyo económico otorgado para la realización de este proyecto; a la Empresa Productos Pesqueros Mexicanos (PPM) por las facilidades para el uso de su avioneta; a los Centros de Investigación Pesquera de Ensenada y Bahía Tortugas y a la Federación Regional de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera de Baja California, por su apoyo durante los muestreos de campo.

Nuestro reconocimiento al personal del proyecto macroalgas que contribuyeron en el procesamiento del material obtenido: Margarita Casa Valdez, Carmen Fajardo León, Roberto Orozco C., Adolfo Pérez Alvarez y José Luis España E.

## LITERATURA CITADA

- Barilotti, C. (1978). Annual report of the kelp ecology project. Center for Mar. Studies, San Diego State Univ., San Diego, Cal., USA, 134pp.
- Casas-V., M.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, 513 pp.
- Dawson, E.Y. (1951). A further study of upwelling and associated vegetation along Pacific Baja California, México. J. Mar. Res., (10): 39-58.
- 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.
- 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.
- We are grateful to the following personnel of the macroalgae project for their collaboration in the processing of the material obtained: Margarita Casa Valdez, Carmen Fajardo León, Roberto Orozco C., Adolfo Pérez Alvarez and José Luis España E.
- English translation by Christine Harris.
- 
- Hernández-Carmona, 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, pp. 147-154.
- Hernández-Carmona, G., Rodríguez-Montesinos, Y.E., Torres Villegas, J.R., Sánchez Rodríguez, I. y Vilchis, M.A. (1989). Evaluación de los mantos de *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta, Laminariales) en Baja California, México. I. Invierno 1985-1986. Ciencias Marinas, 15(2): 1-27.
- Michaneck, G. (1975). Seaweed resources of the ocean. FAO Fisheries Technical Paper, No. 138, 127 pp.
- 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, pp. 72-128.
- 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, USA, pp. 28-56.
- Zimmerman, R.C. (1983). Seasonal patterns in the productivity of a giant kelp (*Macrocystis pyrifera*) forest: The effect of nutrient availability. Ph.D. Thesis, Univ. of Southern California, USA, 182 pp.