

**EVALUACION DE LOS MANTOS DE *Macrocystis pyrifera*  
(PHAEOPHYTA, LAMINARIALES) EN LA PENINSULA DE  
BAJA CALIFORNIA, MEXICO. III. VERANO DE 1986  
Y VARIACION ESTACIONAL**

**EVALUATION OF THE BEDS OF *Macrocystis pyrifera*  
(PHAEOPHYTA, LAMINARIALES) IN THE BAJA CALIFORNIA  
PENINSULA, MEXICO. III. SUMMER 1986  
AND SEASONAL VARIATION**

G. Hernández-Carmona\*  
Y.E. Rodríguez-Montesinos  
Ma.M. Casas-Valdez\*  
M.A. Vilchis  
I. Sánchez-Rodríguez

Departamento de Pesquerías, CICIMAR  
Apartado Postal 592  
La Paz, Baja California Sur, México

*Ciencias Marinas* (1991), Vol. 17, No. 4, pp. 121-145.

**RESUMEN**

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

La distribución de los mantos presentó un ligero incremento con respecto a primavera de 1986 (Hernández *et al.*, 1989b) en la zona norte hasta Punta San Antonio, B.C. En este punto se inicia una discontinuidad hasta las Islas San Benito, B.C., donde continúa la presencia de mantos hasta Punta San Pablo, B.C.S. El área entre este último punto y Punta San Hipólito, B.C.S., continuó con ausencia de mantos de *M. pyrifera*.

En verano de 1986 se calculó una cobertura de mantos de 18,682,018 m<sup>2</sup> y una cosecha de 97,804 ± 6,331 toneladas, de las cuales 67.74% se localizaron hacia el norte de la discontinuidad de la Bahía Vizcaíno, B.C., y 35.23% se localizaron en la parte sur. Se analizan las variaciones estacionales de este recurso para cada zona de estudio y la variación estacional global, encontrando que las estaciones más productivas son primavera y verano.

**ABSTRACT**

The beds of *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh of the west coast of the Baja California peninsula were assessed during the summer of 1986, employing aerial photography with infrared film to determine areas and field samplings in five localities to estimate surface biomass. The total yield was estimated through the statistical analysis for a stratified random sampling.

---

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

In the northern zone as far as Punta San Antonio, B.C., the distribution of the beds increased slightly compared to spring 1986 (Hernández *et al.*, 1989b). There is a discontinuity from this point to Islas San Benito, where the beds reappear and extend to Punta San Pablo, B.C.S. The area between this last site and Punta San Hipólito, B.C.S., continued without beds of *Macrocystis pyrifera*.

A bed covering of 18,682,018 m<sup>2</sup> and a yield of 97,804 ± 6,331 tons were calculated in the summer of 1986. Of this yield, 67.74% was located to the north of the discontinuity of Bahía Vizcaíno, B.C., and 35.23% was located to the south. Seasonal variations of the resource for each study zone and global seasonal variation were analyzed, finding that the most productive seasons are spring and summer.

## INTRODUCCION

Durante el invierno de 1985-86 y primavera de 1986 se evaluaron los mantos de *Macrocystis pyrifera* en la península de Baja California, reportándose una biomasa cosechable de 36,530 ± 2,260 toneladas en invierno y 87,095 ± 4,528 toneladas en primavera (Hernández *et al.*, 1989a; Hernández *et al.*, 1989b). Estos resultados demuestran que este recurso presenta marcadas variaciones estacionales, por lo que se continuó este estudio durante la estación de verano de 1986 y en este tercer reporte se incluyen los resultados obtenidos y se describe la variación estacional que presentan los bosques de *M. pyrifera* en la península de Baja California.

## MATERIALES Y METODOS

### Area de mantos

La metodología empleada en este trabajo fue la misma reportada por Hernández *et al.* (1989a) y Hernández *et al.* (1989b), la cual consiste en tomar fotografías aéreas verticales con película infrarroja a lo largo de la línea de costa, con las cuales se elaboran fotomosaicos. Sobre éstos se dibujan los mantos en acetatos de área y peso conocido, diferenciando tres tipos de densidades, se recortan, se pesan en una balanza analítica y se calcula el área para cada densidad por la relación peso-área. La escala lineal en las impresiones fotográficas fue de 1:5994.3, con la cual se calculó el área real de los mantos y éstos se representaron en mapas a escala 1:407,500.

Durante el vuelo se presentaron densas nubes en el área entre la frontera con Estados Unidos y Punta Banda, B.C., por lo que no fue posible fotografiar los mantos en esta área, pero se constató su presencia, por lo que sólo se representaron con asteriscos sobre los mapas.

## INTRODUCTION

During winter 1985-86 and spring 1986, the beds of *Macrocystis pyrifera* of the Baja California peninsula were assessed, reporting a harvestable biomass of 36,530 ± 2,260 tons in winter and of 87,095 ± 4,528 tons in spring (Hernández *et al.*, 1989a; Hernández *et al.*, 1989b). These results show that this resource presents marked seasonal variations, so the study was continued during the summer of 1986. In this third report the results and the description of the seasonal variation in the forests of *M. pyrifera* of the Baja California peninsula are presented.

## MATERIAL AND METHODS

### Area of beds

The methodology employed in this work is the same as that reported by Hernández *et al.* (1989a) and Hernández *et al.* (1989b), which consisted in taking vertical aerial photographs with infrared film all along the shoreline for the development of photomosaics. The beds were drawn over these on acetates of known area and weight distinguishing three density types, then cut out and weighed on analytical balances. The area for each density was calculated through the weight-area relation. The linear scale on the photographic impressions was 1:5994.3, with which the real area of the beds was calculated. The beds were represented on maps with a 1:407,500 scale.

The beds located between the U.S.-Mexico border and Punta Banda, B.C., could not be photographed at the time of the flight due to dense clouds that covered the area. However, their presence was verified so they appear on the maps represented by asterisks.

### Biomasa superficial

Se eligieron cinco localidades de muestreo en las cuales se determinó la biomasa superficial en peso fresco ( $\text{kg/m}^2$ ). El valor calculado para cada localidad se extrapoló a una zona mayor como se muestra en la Figura 1, siguiendo la distribución descrita por Hernández *et al.* (1989b). En cada localidad se muestrearon tres tipos de mantos en función de su densidad aparente: densidad alta, media y baja, en las que se tomaron 20, 15 y 10 muestras respectivamente. Las muestras se tomaron al azar, cortando las algas contenidas en un metro cuadrado de superficie y hasta un metro de profundidad y con éstas se calculó la media y el intervalo de confianza al 95%.

### Estimación de cosecha

Para la estimación de la biomasa cosechable por localidad se multiplicó el valor de área calculada por el valor de biomasa media muestral, con su respectivo intervalo de confianza. Para obtener el valor de 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 1 muestra los resultados obtenidos en las mediciones de área y biomasa con su intervalo de confianza, la cosecha media estimada por localidad, por zona y la cosecha total. La zona con menor área de mantos fue la 1 con  $1,301,739 \text{ m}^2$  que representan el 6.96% del área total, le sigue la zona 5 con  $3,715,888 \text{ m}^2$  (19.89%) y la zona 4 con un valor muy cercano de  $3,978,584 \text{ m}^2$  (21.29%); la zona 2 presentó  $4,311,352 \text{ m}^2$  (23.07%) y finalmente la mayor área cubierta por mantos se presentó en la zona 3 con  $5,304,305 \text{ m}^2$  (28.39%). El área total calculada para los mantos en verano de 1986 fue de  $18,682,018 \text{ m}^2$ .

Las Figuras 1 a 4 presentan los mapas cartográficos en los que se indica la ubicación de los mantos y el área cubierta por localidad. Se puede observar que se mantiene el patrón de distribución descrito en invierno (Hernández *et al.*, 1989a) y primavera (Hernández *et al.*, 1989b). Presentan una distribución semi-

### Surface biomass

Five sampling localities were chosen in which the surface biomass in fresh weight ( $\text{kg/m}^2$ ) was determined. The value calculated for each locality was extrapolated to a larger zone, as shown in Figure 1, following the distribution described by Hernández *et al.* (1989b). In each locality, three types of beds were sampled according to their apparent density: high, medium and low, taking 20, 15 and 10 samples, respectively. The samples were taken randomly, cutting the algae contained in one square meter down to one meter depth. The mean and 95% confidence limits were calculated.

### Yield estimation

The harvestable biomass per locality was estimated by multiplying the value of calculated area by the value of sampled mean biomass with its respective confidence limits. In order to obtain the values of yield per zone and total yield, each density of each zone was considered as a stratum and a statistical analysis was applied for a stratified random sampling (Cochran, 1981).

### RESULTS

Table 1 shows the values obtained of area and biomass, with their confidence limits, the estimated mean yield per locality, per zone and the total yield. The zone with smallest area was zone 1, with  $1,301,739 \text{ m}^2$ , which represents 6.96% of the total area, followed by zone 5, with  $3,715,888 \text{ m}^2$  (19.89%), zone 4 with a value very near  $3,978,584 \text{ m}^2$  (21.29%) and zone 2 with  $4,311,352 \text{ m}^2$  (23.07%). The largest area was that of zone 3, with  $5,304,305 \text{ m}^2$  (28.39%). The total area calculated for the beds in summer 1986 was of  $18,682,018 \text{ m}^2$ .

Figures 1 to 4 indicate the location of the beds and covered area per locality. The distribution patterns described in winter (Hernández *et al.*, 1989a) and spring (Hernández *et al.*, 1989b) remain the same. The beds present a semicontinuous distribution from the U.S.-Mexico border to Punta San Antonio, B.C.S., with a discontinuity from Bahía Vizcaíno to Islas San Benito, from where they continue to Morro Hermoso. Some

Tabla 1. Cosecha de los mantos de *Macrocystis pyrifera* por localidad, estimada en verano de 1986.  
 Table 1. Yield of the beds of *Macrocystis pyrifera* by locality, in summer 1986.

Localidad	Area de impresión (cm <sup>2</sup> ) Escala 1:5994.3 Densidades:	Area en campo (m <sup>2</sup> )	Area total por localidad (m <sup>2</sup> )	Biomasa muestral (kg/m <sup>2</sup> )	Cosecha media estimada (kg)	Cosecha total por localidad (t)
Zona 1						
Punta Banda, B.C.	A=221.6288	796,374		4.7 < 5.3 < 6.0	3,742,957 < 4,220,782 < 4,778,224	
	M= 83.3678	229,564		4.1 < 5.0 < 5.8	1,228,211 < 1,497,818 < 1,737,464	
	B= 76.7550	275,801	1,301,739	2.3 < 2.9 < 3.4	634,345 < 799,826 < 937,727	6,518.426
			.....			.....
Total Zona 1			1,301,739			6,518.426
Zona 2						
Bahía Soledad, B.C.	A=241.7862	868,805		6.6 < 7.5 < 8.3	5,734,112 < 6,516,036 < 7,212,080	
	M=246.2175	884,728		4.7 < 5.6 < 6.5	4,158,220 < 4,954,475 < 5,750,730	
	B=138.6736	498,293	2,251,826	3.2 < 3.9 < 4.6	1,594,537 < 1,943,341 < 2,292,146	13,413.852
Santo Tomás, B.C.	A=101.4318	205,148		6.6 < 7.5 < 8.3	964,194 < 1,087,282 < 1,230,886	
	M=153.4606	526,081		4.7 < 5.6 < 6.5	2,156,935 < 2,630,408 < 3,051,273	
	B=218.0223	766,296	1,497,525	3.2 < 3.9 < 4.6	1,762,480 < 2,222,257 < 2,605,405	5,939.947
Punta Cabras, B.C.	A= 30.1633	108,385		6.6 < 7.5 < 8.3	715,342 < 812,888 < 899,596	
	M= 2.3179	8,328		4.7 < 5.6 < 6.5	39,146 < 46,642 < 54,138	
	B= 4.5949	16,511	133,224	3.2 < 3.9 < 4.6	52,834 < 64,392 < 75,949	923.922
Punta San Isidro, B.C.	A= 82.7325	297,281		6.6 < 7.5 < 8.3	1,962,053 < 2,229,606 < 2,467,431	
	M= 5.5445	19,922		4.7 < 5.6 < 6.5	93,638 < 111,568 < 129,499	
	B= 31.0507	111,574	428,777	3.2 < 3.9 < 4.6	357,036 < 435,138 < 513,239	2,776.312
			.....			.....
Total Zona 2			4,311,352			23,054.033

Tabla 1 (Cont.)

Localidad	Area de impresión (cm <sup>2</sup> ) Escala 1:5994.3 Densidades:	Area en campo (m <sup>2</sup> )	Area total por localidad (m <sup>2</sup> )	Biomasa muestral (kg/m <sup>2</sup> )	Cosecha media estimada (kg)	Cosecha total por localidad (t)
Zona 3						
Cabo Col- nett, B.C.	A= 36.2824	130,373		7.3 < 8.1 < 8.9	951,721 < 1,056,019 < 1,160,317	
	M= 26.7157	95,997		5.8 < 6.7 < 7.5	556,782 < 643,179 < 719,977	
	B= 35.7101	128,316	354,686	3.6 < 4.1 < 4.5	461,938 < 526,096 < 577,423	2,225.294
Punta San Telmo, B.C.	A=521.9316	1,875,445		7.3 < 8.1 < 8.9	13,690,748 < 15,191,103 < 16,691,459	
	M=263.8126	947,952		5.8 < 6.7 < 7.5	5,498,120 < 6,351,177 < 7,109,638	
	B=377.5320	1,356,577	4,179,974	3.6 < 4.1 < 4.5	4,883,678 < 5,561,966 < 6,104,597	27,104.246
Isla San Martín, B.C.	A= 38.9972	140,128		7.3 < 8.1 < 8.9	1,022,933 < 1,135,035 < 1,247,137	
	M= 5.1458	18,490		5.8 < 6.7 < 7.5	107,244 < 123,885 < 138,667	
	B= 6.4281	23,098	181,716	3.6 < 4.1 < 4.5	83,153 < 94,702 < 103,940	1,353.622
Bahía San Quintín, B.C.	A= 10.9097	39,202		7.3 < 8.1 < 8.9	286,171 < 317,533 < 348,894	
	M= 3.2220	11,578		5.8 < 6.7 < 7.5	67,150 < 77,570 < 86,832	
	B= 25.5081	91,658	142,438	3.6 < 4.1 < 4.5	329,968 < 375,796 < 412,460	770.891
Bahía del Rosario e Isla San Je- rónimo, B.C.	A= 15.4120	55,380		7.3 < 8.1 < 8.9	404,271 < 448,575 < 492,878	
	M= 4.1709	14,987		5.8 < 6.7 < 7.5	86,926 < 100,414 < 112,404	
	B= 74.7906	268,743	339,110	3.6 < 4.1 < 4.5	967,476 < 1,101,848 < 1,206,345	1,650.837
Punta San Antonio y Punta San Fernando, B.C.	A= 11.9211	42,835		7.3 < 8.1 < 8.9	312,698 < 346,967 < 381,253	
	M= 5.1816	18,619		5.8 < 6.7 < 7.5	107,989 < 124,746 < 139,641	
	B= 12.5031	44,927	106,381	3.6 < 4.1 < 4.5	161,737 < 184,201 < 202,171	655.914
			.....			.....
Total Zona 3			5,304,305			33,760.812

Tabla 1 (Cont.)

Localidad	Area de impresión (cm <sup>2</sup> ) Escala 1:5994.3 Densidades:	Area en campo (m <sup>2</sup> )	Area total por localidad (m <sup>2</sup> )	Biomasa muestral (kg/m <sup>2</sup> )	Cosecha media estimada (kg)	Cosecha total por localidad (t)
<b>Zona 4</b>						
Isla de Cedros, B.C.	A=124.5107	566,242		4.7 < 6.0 < 7.3	2,661,340 < 3,397,455 < 4,133,570	
	M= 24.9134	66,597		2.7 < 3.8 < 4.9	179,812 < 253,059 < 326,326	
	B= 67.3488	306,285	939,124	2.6 < 3.8 < 5.0	796,341 < 1,163,883 < 1,531,425	4,814.397
Isla San Benito, B.C.S.	A= 26.8695	104,455		4.7 < 6.0 < 7.3	490,938 < 626,729 < 762,520	
	M= 14.6440	66,597		2.7 < 3.8 < 4.9	179,812 < 253,069 < 326,326	
	B= 16.7479	76,175	247,227	2.6 < 3.8 < 5.0	198,029 < 289,427 < 380,826	1,169.225
Isla Natividad, B.C.S.	A=190.3669	641,125		4.7 < 6.0 < 7.3	3,013,288 < 3,846,751 < 4,680,214	
	M= 36.3262	202,474		2.7 < 3.8 < 4.9	546,681 < 769,403 < 992,125	
	B= 81.7523	315,481	1,159,080	2.6 < 3.8 < 5.0	820,250 < 1,198,228 < 1,577,406	5,814.382
Punta Eugenia, B.C.S.	A=211.6514	861,869		4.7 < 6.0 < 7.3	4,050,778 < 5,171,218 < 6,291,649	
	M= 80.3389	307,920		2.7 < 3.8 < 4.9	831,386 < 1,170,098 < 1,508,811	
	B=101.7195	463,364	1,633,153	2.6 < 3.8 < 5.0	1,204,696 < 1,760,710 < 2,316,724	8,102.026
<b>Total Zona 4</b>			.....			.....
			<b>3,978,584</b>			<b>19,900.030</b>

Tabla 1 (Cont.)

Localidad	Area de impresión (cm <sup>2</sup> ) Escala 1:5994.3 Densidades:	Area en campo (m <sup>2</sup> )	Area total por localidad (m <sup>2</sup> )	Biomasa muestral (kg/m <sup>2</sup> )	Cosecha media estimada (kg)		Cosecha total por localidad (t)
<b>Zona 5</b>							
Punta Rompiente, B.C.S.	A=115.9956 M= 5.8580 B= 13.3298	72,744 26,641 60,620	159,825	3.4 < 4.4 < 5.4 3.0 < 4.0 < 5.1 1.8 < 2.2 < 2.6	247,329 < 79,922 < 109,117 <	320,073 < 106,563 < 133,365 <	392,817 135,867 157,613 560.001
Bahía Tortugas, B.C.S. (Punta Kelp)	A=120.4429 M= 49.9887 B= 34.4591	547,743 227,336 156,711	931,790	3.4 < 4.4 < 5.4 3.0 < 4.0 < 5.1 1.8 < 2.2 < 2.6	1,872,327 < 682,007 < 282,080 <	2,410,070 < 909,343 < 344,764 <	2,957,813 1,159,412 407,449 3,664.177
Bahía Tortugas, B.C.S. (Los Morros)	A=191.2332 M=241.1378 B= 68.0650	869,679 1,096,632 309,542	2,275,853	3.4 < 4.4 < 5.4 3.0 < 4.0 < 5.1 1.8 < 2.2 < 2.6	2,956,909 < 3,289,897 < 557,176 <	3,826,588 < 4,386,526 < 680,992 <	4,696,267 5,592,825 804,809 8,894.106
Morro Hermoso, B.C.S.	A= 63.2901 M= 6.4102 B= 6.9136	287,827 29,152 31,441	348,420	3.4 < 4.4 < 5.4 3.0 < 4.0 < 5.1 1.8 < 2.2 < 2.6	978,612 < 87,456 < 56,594 <	1,266,439 < 116,608 < 69,171 <	1,554,266 148,875 81,747 1,452.218
Total Zona 5			3,715,888	.....			..... 14,570.502
AREA TOTAL			18,682,018	COSECHA TOTAL		97,803.801	

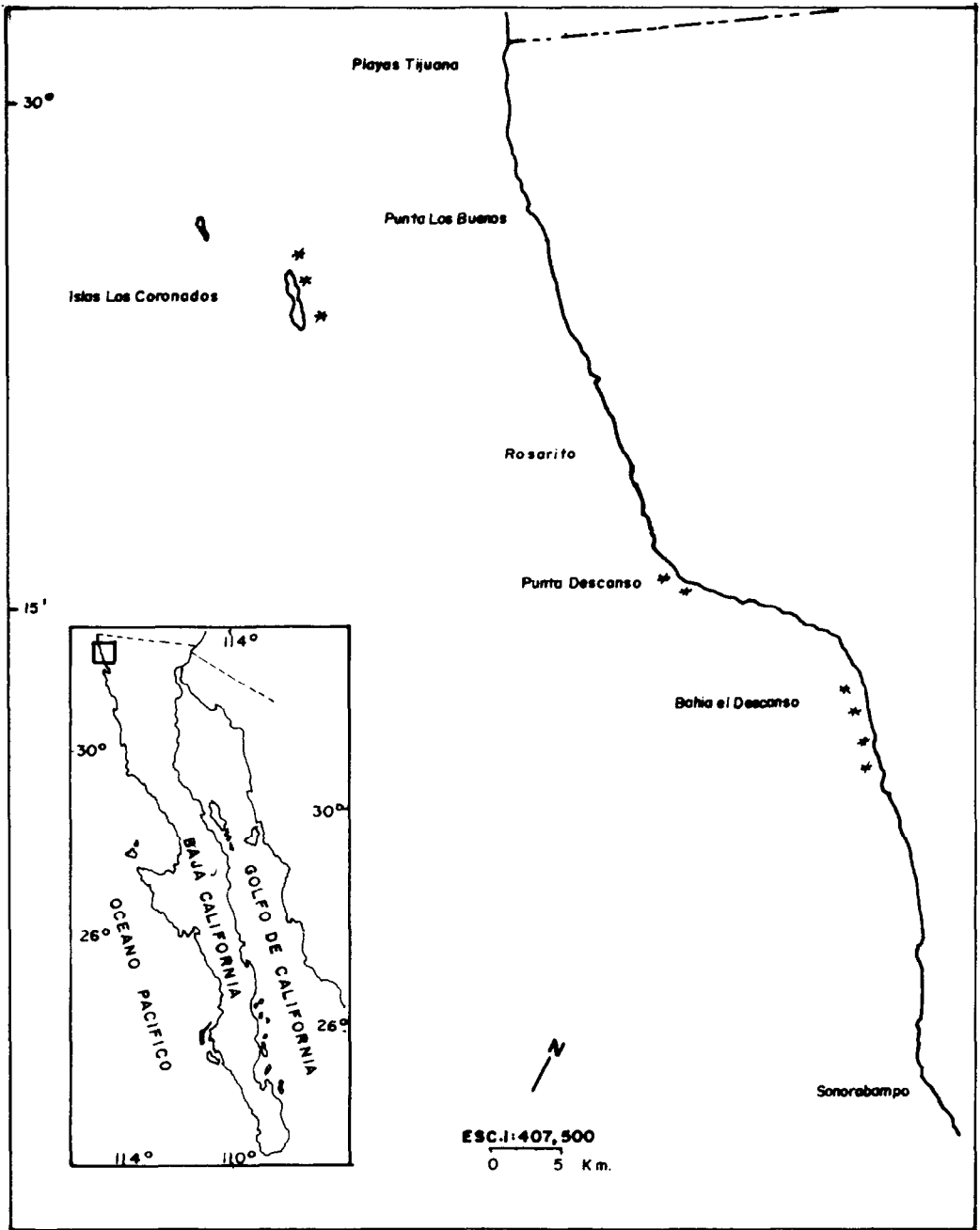
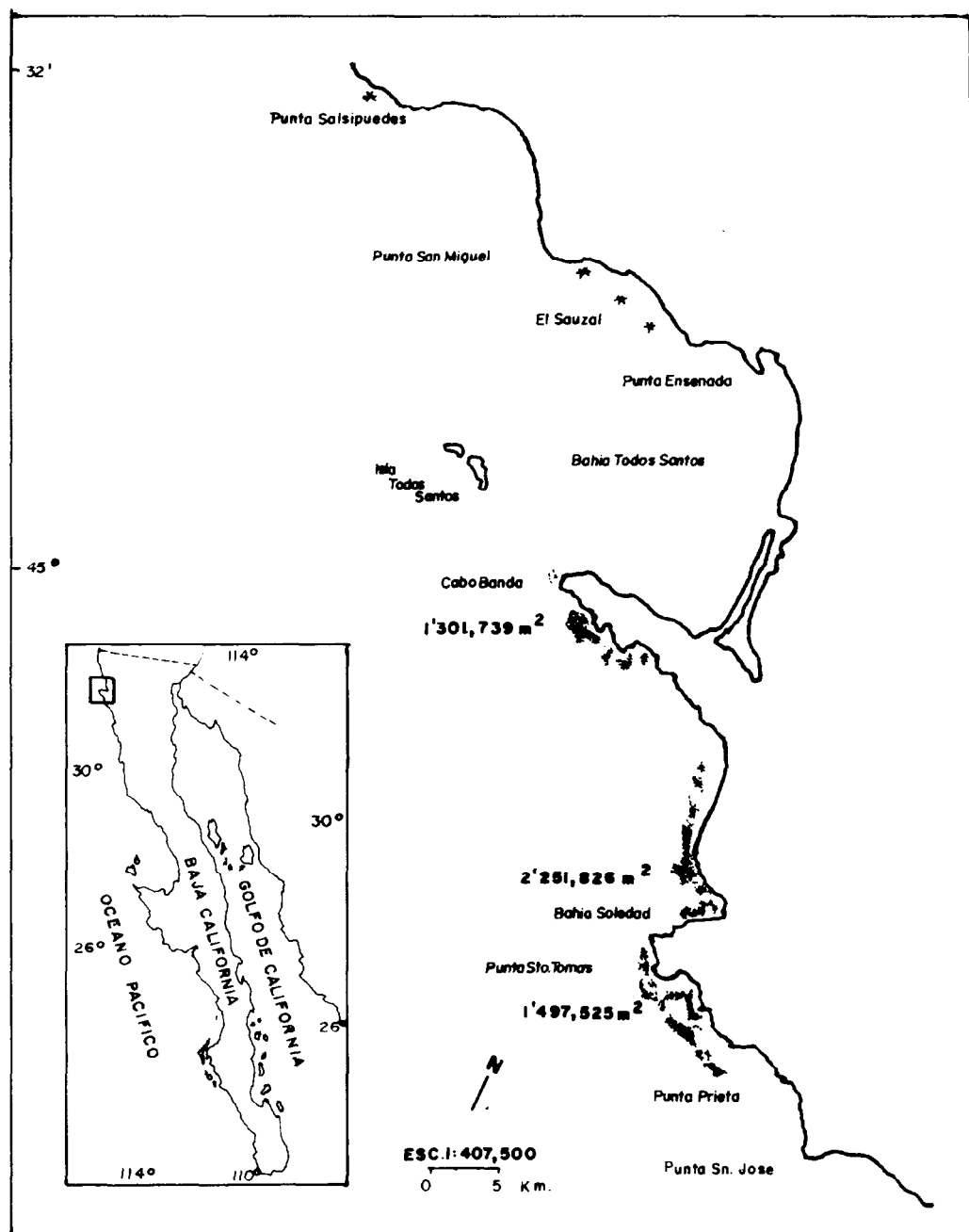


Figura 1a. Ubicación y áreas de los mantos de *Macrocytis pyrifera* de Tijuana a Sonorabampo, B.C. Verano de 1986.

Figure 1a. Location and areas of the beds of *Macrocytis pyrifera* from Tijuana to Sonorabampo, B.C. Summer 1986.





**Figura 1b.** Ubicación y áreas de los mantos de *Macrocystis pyrifera* de Punta Salsipuedes a Punta San José, B.C. Verano de 1986.

**Figure 1b.** Location and areas of the beds of *Macrocystis pyrifera* from Salsipuedes to Punta San José, B.C. Summer 1986.

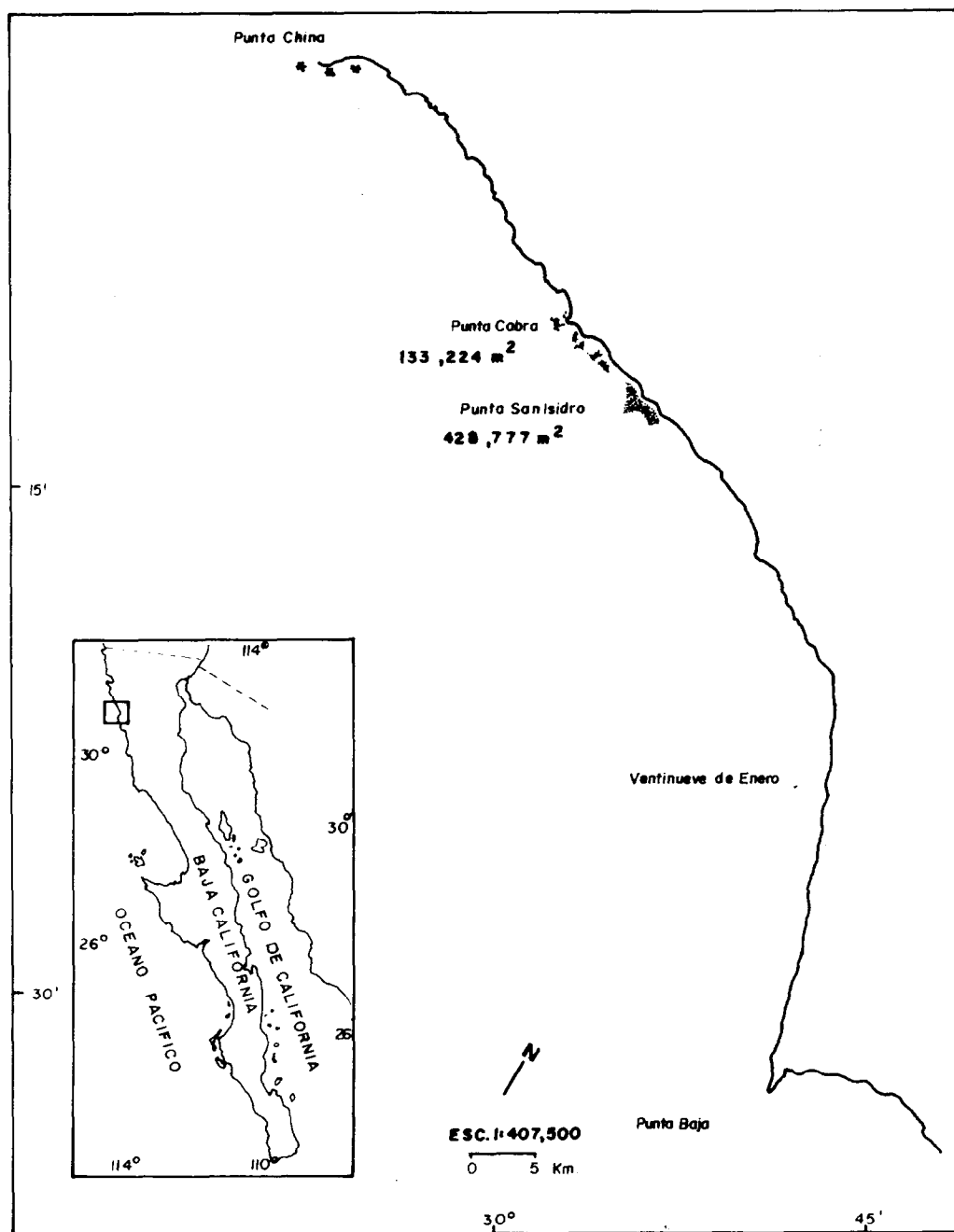
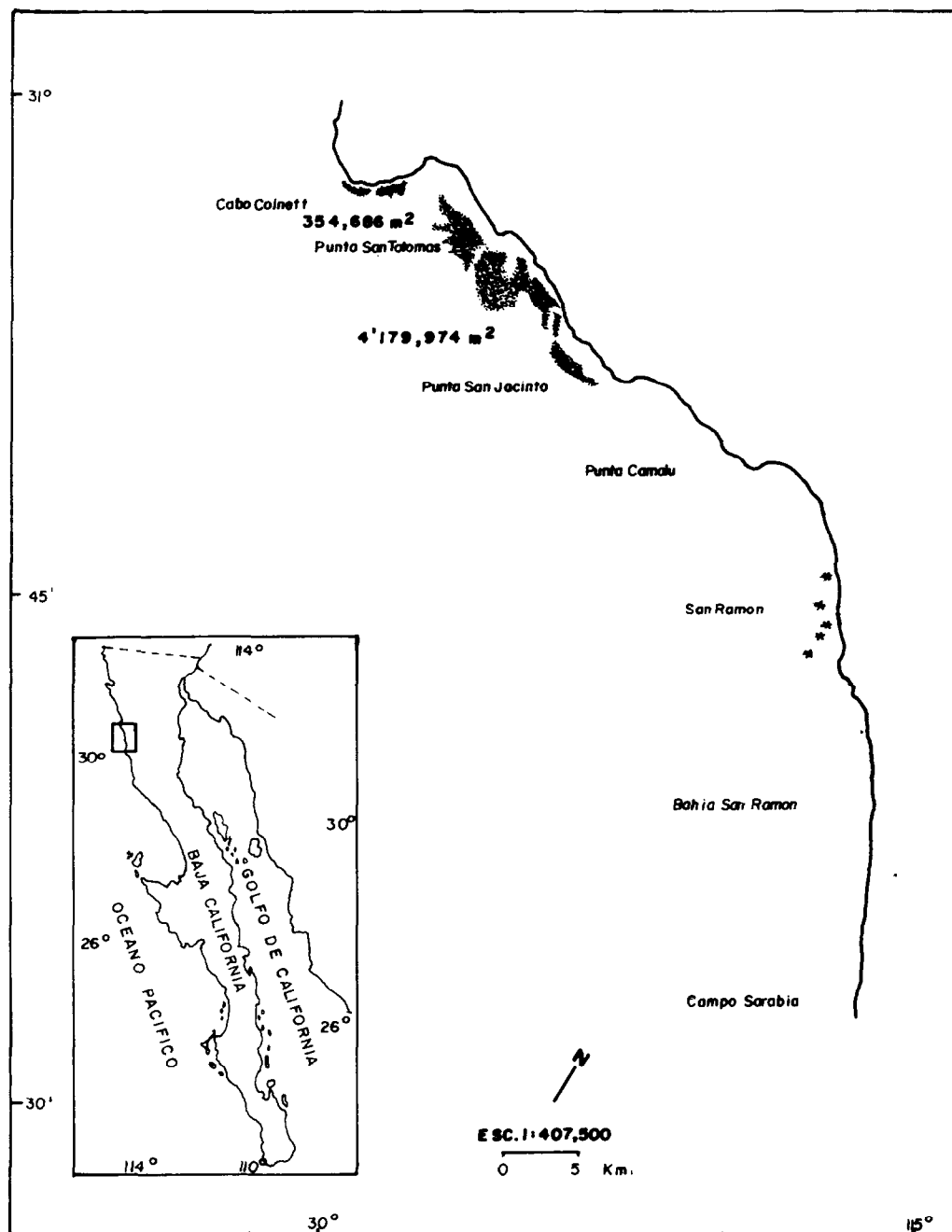


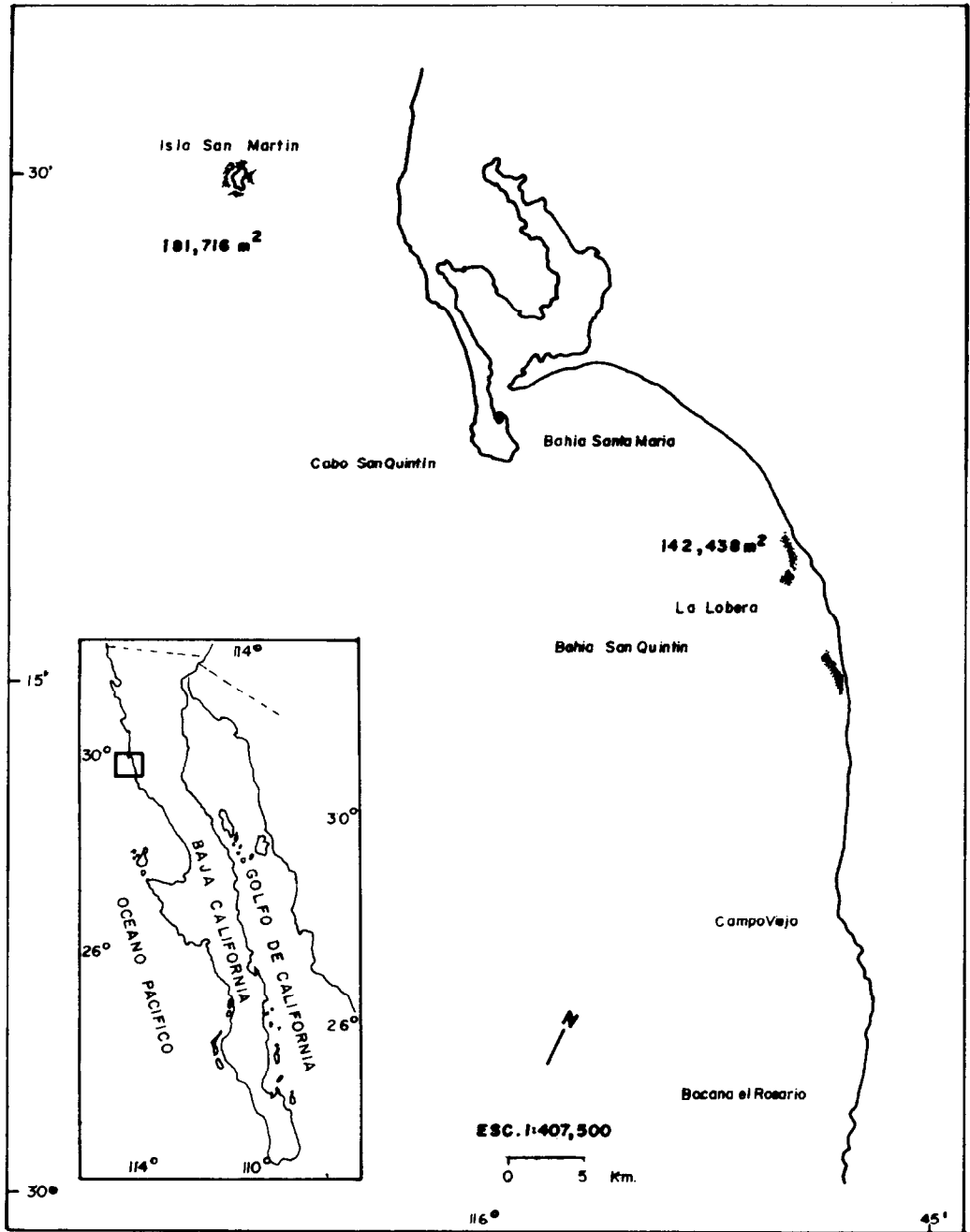
Figura 2a. Ubicación y áreas de los mantos de *Macrocystis pyrifera* de Punta China a Punta Baja, B.C. Verano de 1986.

Figure 2a. Location and areas of the beds of *Macrocystis pyrifera* from Punta China to Punta Baja, B.C. Summer 1986.



**Figura 2b.** Ubicación y áreas de los mantos de *Macrocystis pyrifera* de Cabo Colnett a Bahía San Ramón, B.C. Verano de 1986.

**Figure 2b.** Location and areas of the beds of *Macrocystis pyrifera* from Cabo Colnett to Bahía San Ramón, B.C. Summer 1986.



**Figura 3a.** Ubicación y áreas de los mantos de *Macrocyctis pyrifera* de Isla San Martín a Bocaña El Rosario, B.C. Verano de 1986.

**Figure 3a.** Location and areas of the beds of *Macrocyctis pyrifera* from Isla San Martín to Bocaña El Rosario, B.C. Summer 1986.

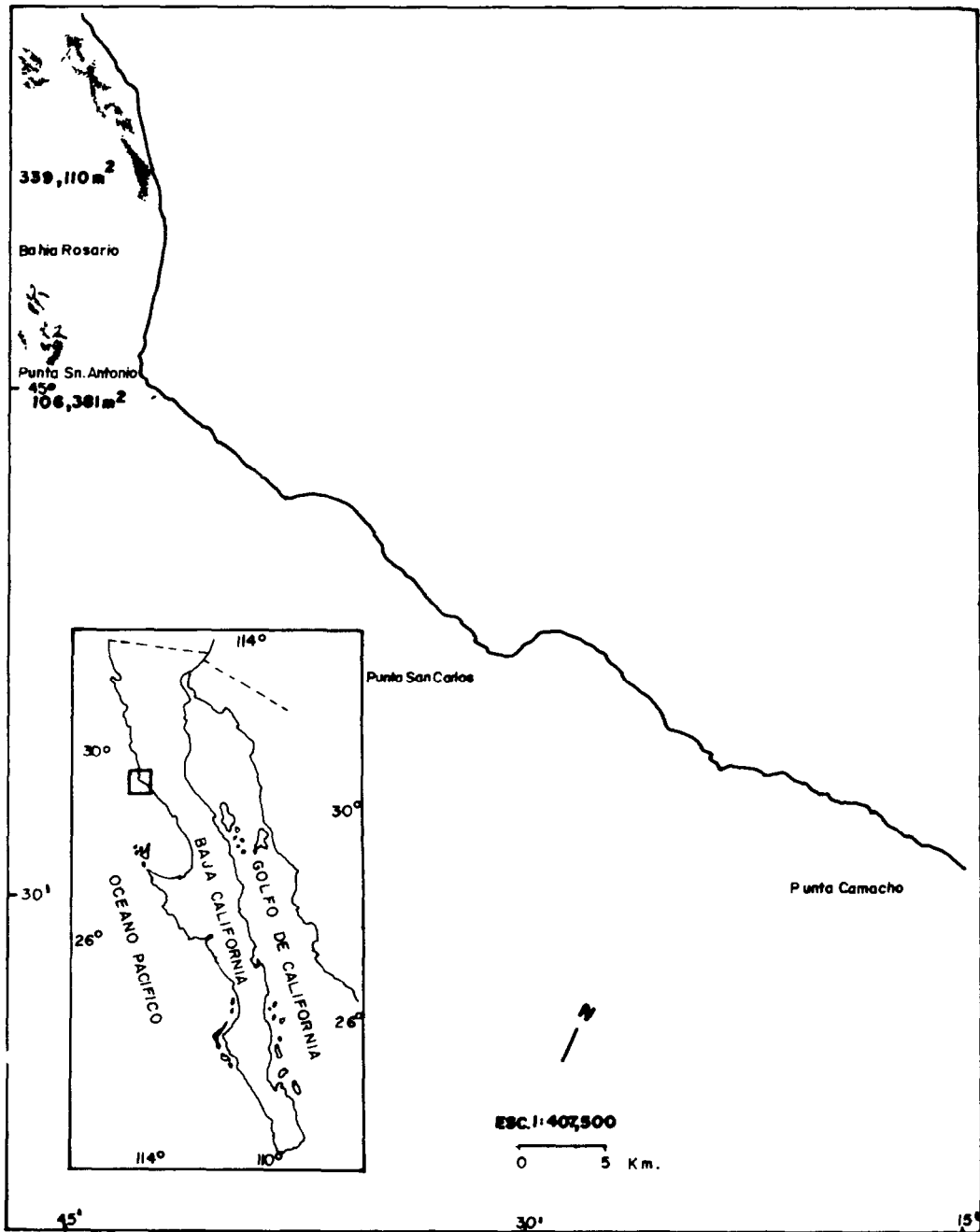


Figura 3b. Ubicación y áreas de los mantos de *Macrocystis pyrifera* de Bahía Rosario a Punta San Carlos, B.C. Verano de 1986.

Figure 3b. Location and areas of the beds of *Macrocystis pyrifera* from Bahía Rosario to Punta San Carlos, B.C. Summer 1986.

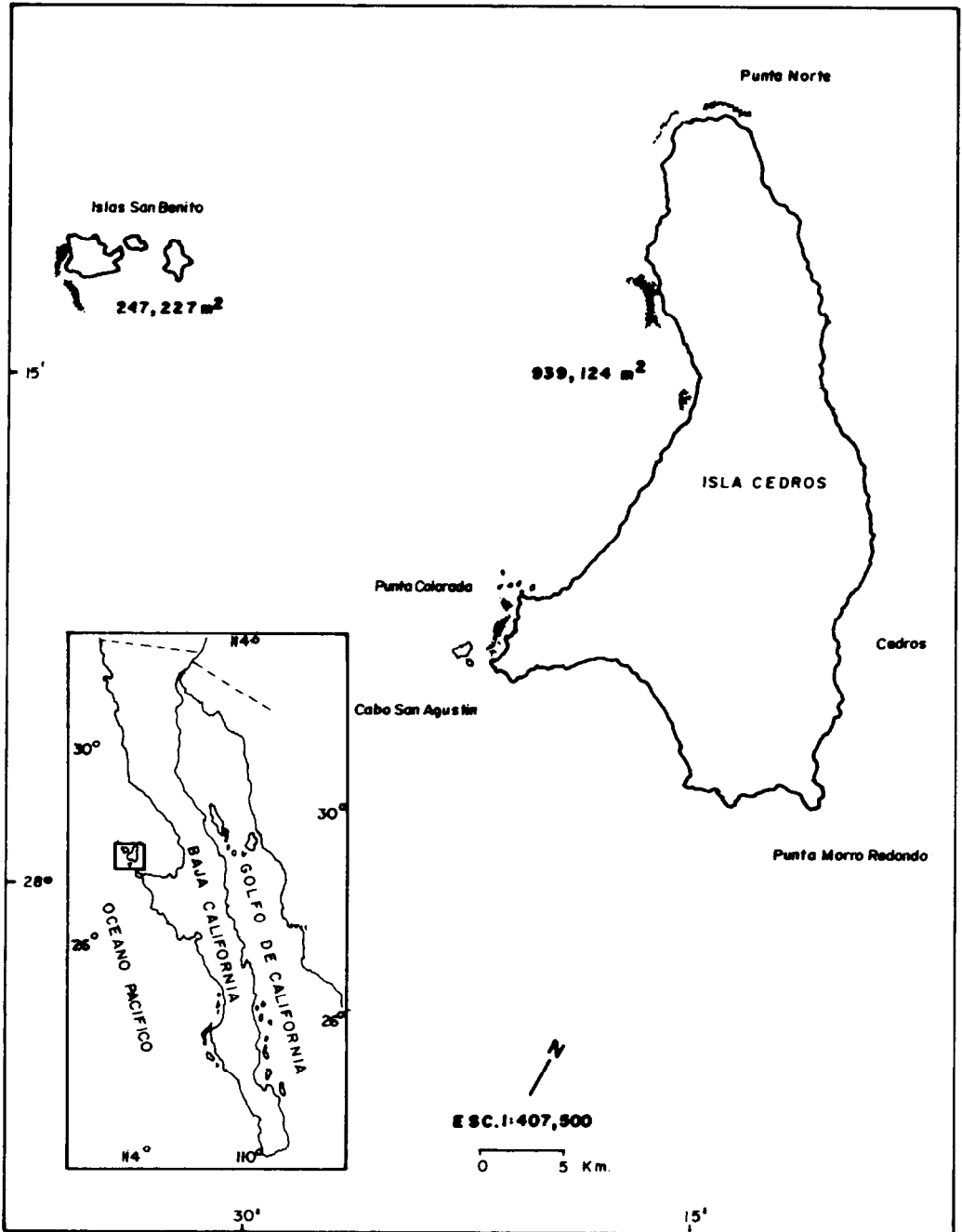


Figura 4a. Ubicación y áreas de los mantos de *Macrocyctis pyrifera* de Islas San Benito a Isla Cedros, B.C. Verano de 1986.

Figure 4a. Location and areas of the beds of *Macrocyctis pyrifera* from Islas San Benito to Isla Cedros, B.C. Summer 1986.

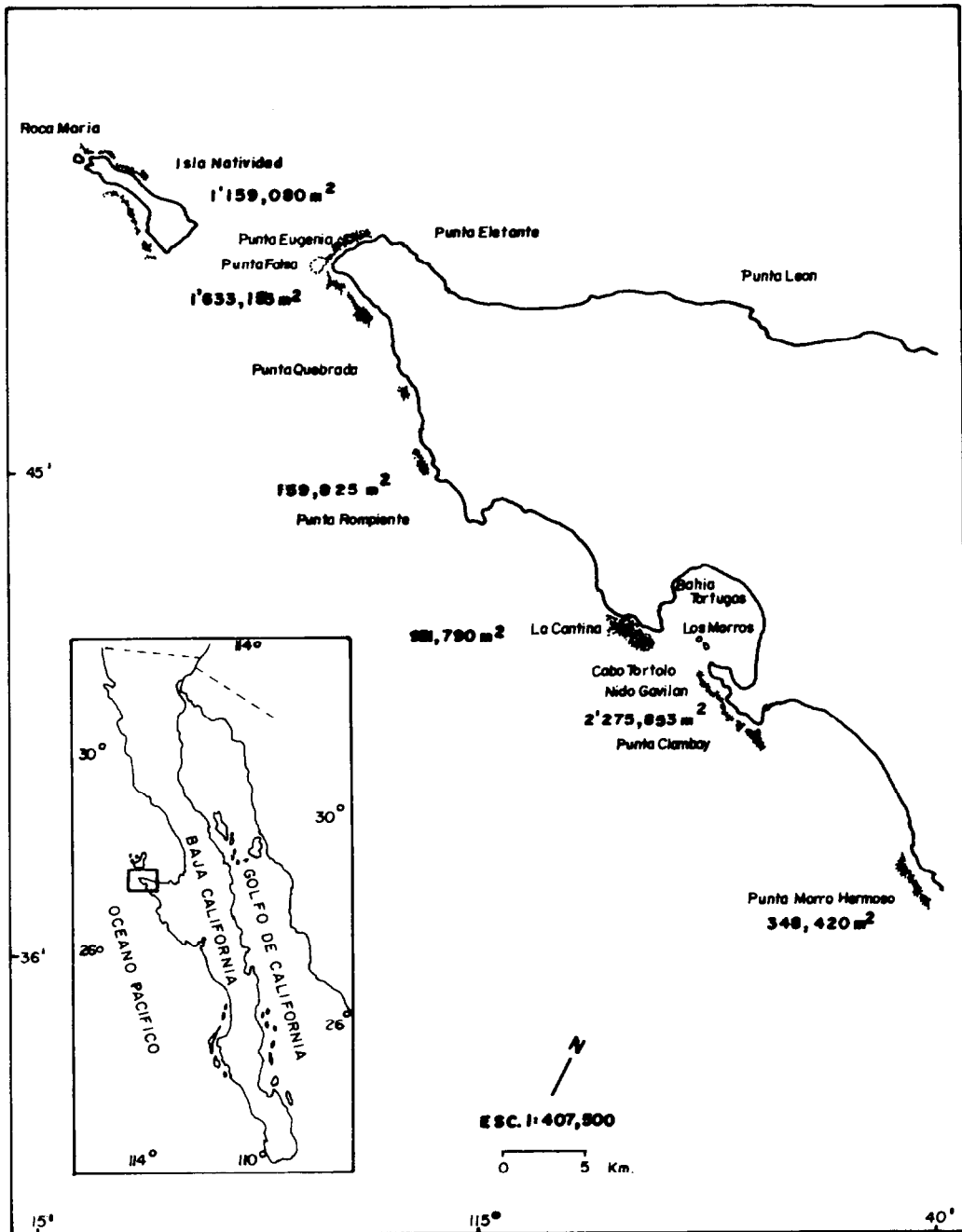


Figura 4b. Ubicación y áreas de los mantos de *Macrocystis pyrifera* de Isla Natividad a Punta Morro Hermoso, B.C.S. Verano de 1986.

Figure 4b. Location and areas of the beds of *Macrocystis pyrifera* from Isla Natividad to Punta Morro Hermoso, B.C. Summer 1986.

continúa desde la frontera con Estados Unidos a Punta San Antonio, B.C.S., con una discontinuidad de Bahía Vizcaino hasta las Islas San Benito, B.C.S., desde donde continúan hasta Morro Hermoso y se detectaron algunos mantos pequeños en Punta San Pablo, B.C.S.

En cuanto a la biomasa muestral por zona, los valores más altos se presentaron en la zona 3 con 8.1 kg/m<sup>2</sup> para la densidad alta y 6.7 kg/m<sup>2</sup> para la media, mientras que en las zonas del sur los valores de densidad media fueron muy bajos, de 3.8 kg/m<sup>2</sup> para la zona 4 y 4.0 kg/m<sup>2</sup> para la zona 5. Los valores de densidad baja fueron variables para toda la distribución, presentándose el mayor en la zona 3 con 4.1 kg/m<sup>2</sup> y el menor en la zona 5 con 2.2 kg/m<sup>2</sup>.

La Tabla 2 muestra los valores de cosecha calculados por zona. La zona 3 es la de mayor abundancia con 33,761 t (34.51%); esto se debe a que continuó el desarrollo del manto localizado entre Cabo Colnett y Punta San Jacinto, así como al incremento de los mantos de Isla San Martín, Bahía San Quintín y Bahía Rosario, B.C. Sin embargo, si se agrupan los mantos de la zona sur (4 y 5), para compararlos con las evaluaciones de invierno (Hernández *et al.*, 1989a) y primavera (Hernández *et al.*, 1989b), se puede observar el mismo gradiente de aumento de norte a sur, con el mínimo en la zona 1 de 6,518 t (6.66%) y el máximo en la zona sur (4 y 5), con 34,470 t (35.23%). La cosecha total de los mantos de *Macrocystis pyrifera* en verano de 1986 en la península de Baja California fue de 97,804 ± 6,331 t.

La Tabla 3 muestra la variación estacional de las áreas por zonas y la variación total (Fig. 5) para cada estación del año de 1986, observándose un aumento progresivo con las estaciones, de 6,485,049 m<sup>2</sup> calculados en invierno, se incrementó a 14,189,275 m<sup>2</sup> en primavera, lo que representa un aumento de 118%; este valor se incrementó 31% en verano, llegando a 18,628,018 m<sup>2</sup>. En esta figura se incluye el valor de otoño de 1981 (Casas *et al.*, informe técnico no publicado) con el fin de complementar el ciclo anual y verano de 1982 (Casas *et al.*, 1985) para comparar entre años.

La Tabla 4 muestra la variación estacional de la cosecha estimada de los mantos por zona y la variación total (Fig. 5) para cada estación del año de 1986 y verano de 1982 (Casas *et al.*, 1985). En esta última

small beds were detected at Punta San Pablo, B.C.S.

For the biomass sampled per zone, the highest values occurred in zone 3, with 8.1 kg/m<sup>2</sup> for high density and 6.7 kg/m<sup>2</sup> for medium density. In the southern zones the medium density values were very low: 3.8 kg/m<sup>2</sup> for zone 4 and 4.0 kg/m<sup>2</sup> for zone 5. The values of low density beds varied between 4.1 kg/m<sup>2</sup> for zone 3 and 2.2 kg/m<sup>2</sup> for zone 5.

Table 2 shows the calculated yield per zone. Zone 3 presents the highest abundance, of 33,761 tons (34.51%), which is due to the continued development of the beds located between Cabo Colnett and Punta San Jacinto, as well as to the increase of the beds of Isla San Martín, Bahía San Quintín and Bahía Rosario, B.C. However, if we group the beds of the southern zone (4 and 5) to compare them to the winter (Hernández *et al.*, 1989a) and spring (Hernández *et al.*, 1989b) evaluations, the same north to south gradient increase can be observed, with the minimum in zone 1 of 6,518 tons (6.66%) and the maximum in the southern zone (4 and 5) of 34,470 tons (35.23%). The total yield of the beds of *Macrocystis pyrifera* in summer 1986 in the Baja California peninsula was 97,804 ± 6,331 tons.

Table 3 displays the seasonal variation of the areas per zone and the total variation (Fig. 5) for each season of 1986 showing a progressive increase along the seasons, from 6,485,049 m<sup>2</sup> calculated in winter to 14,189,275 m<sup>2</sup> calculated in spring. This change represented a 118% increase. The value increased 31% in summer reaching 18,628,018 m<sup>2</sup>. The values for summer 1982 (Casas *et al.*, 1985), to which the value of fall 1981 (Casas *et al.*, unpublished technical report) has been added, are included in the figure to complete the annual cycle and to allow a comparison between years.

Table 4 shows the seasonal variation of the estimated yield of the beds per zone and the total variation (Fig. 5) for each season of 1986 and summer 1982 (Casas *et al.*, 1985). This last figure includes the value of fall 1981 (Casas *et al.*, unpublished technical report). In winter 35,813 tons were calculated, which increased 138.5% in spring, reaching 87,096 tons, and 12.3% in summer, reaching 97,804 tons.



**Tabla 2.** Cosecha total de *Macrocystis pyrifera*, verano de 1986.

**Table 2.** Total yield of *Macrocystis pyrifera*, summer 1986.

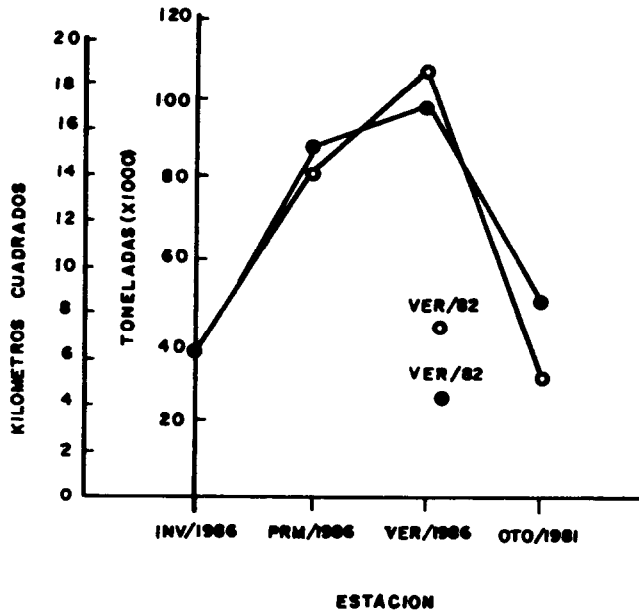
Zona	Cosecha media (kg)	Intervalo de confianza (kg)	Porcentaje del total
1	6,518,426	(6,130,267 - 6,906,585)	6.66
2	23,054,033	(21,853,902 - 24,254,164)	23.57
3	33,760,812	(32,424,847 - 35,096,777)	34.51
4	19,900,030	(17,873,641 - 21,926,425)	20.34
5	14,570,502	(13,189,621 - 15,951,383)	14.89
<b>Total</b>	<b>97,804 ± 6,331 t</b>		

**Tabla 3.** Variación estacional del área de mantos de *Macrocystis pyrifera* por zona en la península de Baja California durante 1986 y verano de 1982.

**Table 3.** Seasonal variation of the area of beds of *Macrocystis pyrifera* per zone in the Baja California peninsula during 1986 and summer 1982.

Zona	1986			1982
	Invierno (m <sup>2</sup> )	Primavera (m <sup>2</sup> )	Verano (m <sup>2</sup> )	Verano (m <sup>2</sup> )
1	461,306 (7.1%)	512,825 (3.6%)	1,301,739 (7.0%)	75,429 (0.8%)
2	392,483 (6.0%)	2,195,890 (15.5%)	4,311,352 (23.0%)	138,306 (1.6%)
3	2,334,199 (36.0%)	5,697,604 (40.2%)	5,304,305 (28.4%)	1,596,372 (18.2%)
4	3,297,061 (50.9%)	5,782,956* (40.7%)	7,694,472* (41.6%)	6,968,129 (79.4%)
<b>Area total</b>	<b>6,485,049</b>	<b>14,189,275</b>	<b>18,682,018</b>	<b>8,778,236</b>

\* Incluyen a la zona 5.



**Figura 5.** Variación estacional del área total de mantos y de la cosecha total estimada de *Macrocyctis pyrifera* en la península de Baja California durante 1986. Se incluye el valor de otoño de 1981 (Casas *et al.*, informe técnico no publicado) para complementar el ciclo y verano de 1982 (Casas *et al.*, 1985) para comparar entre años.

**Figure 5.** Seasonal variation of the total area of beds and of estimated total yield of *Macrocyctis pyrifera* in the Baja California peninsula during 1986, including the values of fall 1981 (Casas *et al.*, unpublished technical report) to complete the cycle and of summer 1982 (Casas *et al.*, 1985) to compare between years.

**Tabla 4.** Variación estacional de la cosecha de mantos de *Macrocyctis pyrifera* por zona en la península de Baja California durante 1986 y verano de 1982.

**Table 4.** Seasonal variation of the yield of beds of *Macrocyctis pyrifera* per zone in the Baja California peninsula during 1986 and summer 1982.

Zona	1986			1982
	Invierno (kg)	Primavera (kg)	Verano (kg)	Verano (kg)
1	1,686	2,579	6,518	947
2	2,296	11,612	23,054	1,342
3	10,365	31,395	33,761	13,272
4	21,466	41,508*	34,470*	64,511
<b>Cosecha total</b>	<b>35,813</b>	<b>87,096</b>	<b>97,804</b>	<b>80,072</b>

\* Incluyen a la zona 5.

figura se incluye también el valor de otoño de 1981 (Casas *et al.*, informe técnico no publicado). En invierno se calcularon 35,813 t; ésta se incrementó 138.5% en primavera llegando a 87,096 t y en verano el incremento fue de 12.3%, con un valor de 97,804 t.

## DISCUSSION

Durante verano se presentaron las mayores coberturas, así como los mayores valores de cosecha, con respecto a las evaluaciones realizadas en invierno y primavera. La distribución de los mantos aumentó hacia el sur de Bahía Rosario hasta Punta San Antonio, B.C.; en este punto se inicia la discontinuidad hasta las Islas San Benito, B.C., donde continúa la presencia de mantos hasta Punta San Pablo, B.C.S. La zona de Bahía Asunción a Punta San Hipólito continuó sin presentar mantos de *M. pyrifera* debido probablemente a la ocupación del sustrato por *Eisenia arborea* (Hernández, 1987).

Al comparar el comportamiento en cuanto a superficies cubiertas por los mantos y la biomasa media muestral estimada de las cuatro zonas de estudio (considerando las zonas 4 y 5 como una sola con fines de comparación con otras evaluaciones) en cada una de las tres épocas del año 1986 así como con los resultados obtenidos en verano de 1982 (Casas *et al.*, 1985), se observa lo siguiente:

Con respecto a la superficie cubierta por los mantos (Tabla 3), en la zona 1 se incrementó en un 11% de invierno a primavera y un 153% de esta última a verano; en la zona 2 se presentó un incremento muy alto (458%) de invierno a primavera, mientras que de esta última a verano se incrementó en 96%. En la zona 3 se presentó un incremento de 144% de invierno a primavera, mientras que en verano se mantuvo prácticamente constante la superficie cubierta por los mantos.

En la zona 4 la superficie de los mantos se incrementó significativamente en primavera (75%) con respecto al invierno, y en verano tan solo se incrementó en 33%; el valor obtenido es semejante al calculado en 1982, debiéndose hacer notar que en 1986 no se han recuperado los mantos de Morro Hermoso a Punta Prieta, B.C.S., que representan extensiones importantes.

Con respecto a la biomasa muestral (Tabla 5), los valores obtenidos durante 1986 son notablemente bajos en relación a los

## DISCUSSION

The largest covered areas, as well as those having the highest yields, were found during summer. The distribution of the beds increased to the south of Bahía Rosario to Punta San Antonio, B.C. There is a discontinuity from this point to Islas San Benito, where the beds reappear and extend to Punta San Pablo, B.C.S. The area between this last site and Punta San Hipólito, B.C.S., had no *Macrocystis pyrifera* beds, probably due to the occupation of the substrate by *Eisenia arborea* (Hernández, 1987).

When comparing areas covered by the beds and the mean sampled biomass estimated in the four zones studied (considering zones 4 and 5 as one for comparison purposes) in each of the three seasons of 1986 as well as the results obtained in summer 1982 (Casas *et al.*, 1985), it is observed that:

1. The area covered by the beds (Table 3) increased 11% from winter to spring and 153% from spring to summer in zone 1; in zone 2 the first increase was very high (458%) and the second one was 96%. In zone 3 the area increased 144% from winter to spring, and remained fairly constant through summer.

2. In zone 4, the area covered by the beds increased significantly in spring (75%) and only 33% in summer. This value is similar to the one obtained in 1982, although in 1986 the beds from Morro Hermoso to Punta Prieta, B.C.S., which represent important areas, had not recovered from the effects of "El Niño".

3. As for the sampled biomass (Table 5), the values obtained in 1986 are much lower than those obtained in 1982 for all the zones. During 1986, the biomass increased from winter to spring and decreased slightly in summer in zone 1. In zones 2 and 3 it decreased from spring to summer. In zone 5 the biomass of the high and low densities increased from winter to spring, while in the medium density it decreased. In both zones (4 and 5) there is a very marked decrease of the biomass in summer.

The results of area and biomass indicate that the beds do not present an established abundance gradient, so the variations depend more on certain local and regional characteristics that determine their distribution and abundance. Highly productive beds can be found in different zones associated with the

obtenidos en 1982 en todas las zonas. Durante 1986, en la zona 1 la biomasa se incrementa de invierno a primavera y disminuye ligeramente en verano. En las zonas 2 y 3 la biomasa disminuye de primavera a verano y en la 5 la biomasa de las densidades alta y baja se incrementó en primavera con respecto a invierno, mientras que la densidad media disminuye. En ambas zonas (4 y 5) hay una disminución muy marcada en la biomasa de la época de verano.

Los resultados de área y biomasa indican que los mantos no presentaron un gradiente de abundancia establecido, por lo que las variaciones dependen más de ciertas características locales y regionales que son las que determinan la distribución y abundancia de los mismos; se pueden encontrar mantos altamente productivos en diferentes zonas relacionadas con las características del fondo, la presencia de surgencias locales con bajas temperaturas y alta concentración de nutrientes.

Las zonas que presentaron los mayores incrementos en cosecha son la 2 y la 1, ya que la zona 2 se incrementó de invierno a primavera en 406% y de esta última a verano en 98%, mientras que la zona 1 se incrementó 53% de invierno a primavera y de esta última a verano en 138%. La zona 3 tuvo un aumento muy notable de invierno a primavera (203%), mientras que en verano se mantuvo prácticamente constante. Con respecto a la zona 4, ésta se incrementó de invierno a primavera en 93%, disminuyendo en verano en 17%. Esta disminución en la zona del sur fue debido a los bajos valores de biomasa superficial obtenidos. Durante el muestreo se pudo apreciar que a pesar de que el área cubierta no había variado sustancialmente, la capa superficial era muy delgada, posiblemente debido al deterioro que presentan las plantas por las temperaturas relativamente altas que se presentan durante verano en esta zona (20.7°C; Hernández, 1988).

Los valores de cosecha obtenidos en verano de 1982 para la zona 4 fueron muy altos (64,511 t) en comparación con verano de 1986, mientras que en las zonas del norte (1, 2 y 3) los valores fueron más altos en verano de 1986 (34,470 t).

En general se observa una tendencia hacia el incremento en la superficie de los mantos en primavera y verano siendo ésta más marcada en los mantos del norte que en los

características de the sea floor, the presence of local upwellings with low temperatures and high concentration of nutrients.

As for the yield, zones 1 and 2 presented the highest increase, since zone 2 increased 406% from winter to spring and 98% in summer, while zone 1 increased 53% in spring and 138% in summer. Zone 3 had a large increase from winter to spring (203%), then remained practically constant through summer. Zone 4 increased 93% in spring and decreased 17% in summer. This decrease in the southern zone was due to the low values of surface biomass that were obtained. During the sampling it was noticeable that, although the covered area had not varied substantially, the surface layer was very thin, possibly due to damage to the plants caused by the relatively high temperatures found during summer in this zone (20.7°C; Hernández, 1988).

The yield values obtained in summer 1982 for zone 4 were very high (64,511 tons) in comparison with summer 1986, while in the northern zones (1, 2 and 3) the values were higher in summer 1986 (34,470 tons).

The kelp beds have a general tendency to increase in area in spring and summer. This is more noticeable in the northern than in the southern beds. The increase is higher from winter to spring (118%) than from spring to summer (31%). While there is a wide variation in the biomass behaviour, depending on the zone and density, the only noticeable trend is the decrease in biomass in the southern zone in summer.

The total yield value obtained in summer 1986 (97,804 tons) was higher than the one reported by Casas *et al.* (1985) for the same season in 1982. The percentage distribution of the total yield was of 64.74% in the northern beds and of 35.23% in the southern ones. It must be considered that the beds from Morro Hermoso to Punta Prieta, B.C.S., had not recovered from "El Niño".

By analyzing the yield statistics of kelp harvesting boats in Mexico, we observed that during the last 15 years of exploitation an average of 9,297 tons, which represent 34% of the average annual yield (Armenta, written communication), have been obtained in summer, the most productive season, which coincides with the results obtained. The fluctuations in abundance are also reflected in the yield per unit area obtained by kelp harvest-

**Tabla 5.** Variación estacional de la biomasa muestral de mantos de *Macrocystis pyrifera* por zona en la península de Baja California durante 1986 y verano de 1982 (A = densidad alta, M = densidad media, B = densidad baja).

**Table 5.** Seasonal variation of the sampled biomass of beds of *Macrocystis pyrifera* per zone in the Baja California peninsula during 1986 and summer of 1982 (A = high density, M = medium density, B = low density).

Zona	1986			1982	
	Invierno (kg/m <sup>2</sup> )	Primavera (kg/m <sup>2</sup> )	Verano (kg/m <sup>2</sup> )	Verano (kg/m <sup>2</sup> )	
1	A	4.2 (3.7-4.6)	5.9 (5.1-6.7)	5.3 (4.7-6.0)	—
	M	3.6 (3.0-4.2)	5.4 (4.6-6.2)	5.0 (4.1-5.8)	10.5 (8.7-12.3)
	B	3.0 (2.5-3.5)	3.4 (2.7-4.1)	2.9 (2.3-3.4)	—
2	A	7.5 (6.8-8.2)	6.2 (5.7-6.7)	7.5 (6.6-8.3)	12.2 (9.3-15.0)
	M	5.5 (4.6-6.5)	5.6 (4.6-6.5)	5.6 (4.7-6.5)	10.2 (8.8-11.6)
	B	4.3 (3.2-5.3)	3.1 (2.6-3.6)	3.9 (3.2-4.6)	4.7 (4.0- 5.4)
3	A	9.1 (8.7-10.4)	6.2 (5.7-6.7)	8.1 (7.3-8.9)	9.9 (8.9-10.8)
	M	6.8 (6.0- 7.5)	5.6 (4.8-6.4)	6.7 (5.8-7.5)	6.4 (5.1- 7.6)
	B	4.0 (3.3- 4.6)	3.1 (2.6-3.6)	4.1 (3.6-4.5)	5.5 (4.7- 6.2)
4	A	—	7.3 (6.1-8.5)	6.0 (4.7-7.3)	—
	M	—	5.5 (4.5-6.5)	3.8 (2.7-4.9)	—
	B	—	5.0 (3.6-6.4)	3.8 (2.6-5.0)	—
5	A	7.1 (6.1-8.1)	8.7 (8.0-9.4)	4.4 (3.4-5.4)	12.8 (8.9-16.5)
	M	6.1 (5.3-6.8)	5.2 (4.6-5.9)	4.0 (3.0-5.1)	9.8 (8.7-10.9)
	B	4.3 (3.3-5.2)	5.0 (3.6-6.4)	2.2 (1.8-2.6)	7.8 (6.0- 8.9)

**Tabla 6.** División entre los mantos de la parte norte de la distribución (frontera con Estados Unidos a Punta San Fernando, B.C.) y los de la parte sur (Islas San Benito, B.C., a Morro Hermoso, B.C.S.).

**Table 6.** Division between the beds of the northern part of the distribution (U.S.-Mexico border to Punta San Fernando, B.C.) and those of the southern part (Islas San Benito, B.C., to Morro Hermoso, B.C.S.).

Estación del año (1986)	Cosecha estimada (toneladas)	% Norte	% Sur
Invierno	36,530	40.00	60.00
Primavera	87,095	52.40	47.60
Verano	97,804	64.74	35.23

mantos del sur, presentándose un mayor incremento de invierno a primavera (118%) que de primavera a verano (31%). Mientras que en la biomasa hay una amplia variación en su comportamiento, dependiendo de la zona y de la densidad, sólo se observa una tendencia muy marcada hacia su disminución en verano en la zona sur.

El valor total de cosecha obtenido de 97,804 t en verano de 1986 fue más alto que el reportado por Casas *et al.* (1985) para la misma estación (verano). La distribución en porcentaje de la cosecha total obtenida fue de 64.74% en los mantos del norte y 35.23% en los mantos del sur, debiéndose hacer notar que faltan por recuperarse los mantos de Morro Hermoso a Punta Prieta, B.C.S.

Al analizar las estadísticas de cosecha del barco sargacero se observa que en los últimos 15 años de explotación se han obtenido en promedio 9,297 t para la estación de verano, lo que representa 34% de la cosecha anual promedio (Armenta, comunicación escrita) y constituye la estación más productiva, lo cual coincide con los resultados obtenidos. Las fluctuaciones de abundancia también se reflejan en la cosecha por unidad de área del barco sargacero, ya que en primavera y verano se han reportado valores de 14-35 kg/m<sup>2</sup> y emplean de cinco a siete horas para llenar su máxima capacidad, mientras que en invierno disminuye a 5-10 kg/m<sup>2</sup> y consumen 10 horas (Guzmán del Proó *et al.*, 1971; Michaneck, 1975; Corona, 1985).

Considerando la división entre los mantos de la parte norte de la distribución (frontera con Estados Unidos a Punta San Fernando, B.C.) y los de la parte sur (Islas San Benito, B.C., a Morro Hermoso, B.C.S.), se refleja la diferencia del desarrollo de los mantos en estas áreas (Tabla 6). Esto obedece a que aunque hay un incremento en la superficie cubierta por los mantos en ambas zonas, la biomasa disminuye en forma significativa en la zona sur, mientras que en la zona norte ésta se incrementa.

Esta distribución del porcentaje de algas resulta ser de interés ya que sólo las áreas consideradas como la parte norte son cosechadas, quedando disponible casi el 50% del recurso que año con año es desaprovechado depositándose en las playas durante las épocas de tormenta y marejada.

La variación estacional encontrada responde a los cambios del medio ambiente.

ing boats, since values of 14-35 kg/m<sup>2</sup> are reported in spring and summer, when five to seven hours are needed to fill to maximum capacity, while in winter these decrease to 5-10 kg/m<sup>2</sup> and ten harvesting hours are needed (Guzmán del Proó *et al.*, 1971; Michaneck, 1975; Corona, 1985).

The division between the beds of the northern part of the distribution (U.S.-Mexico border to Punta San Fernando, B.C.) and those of the southern part (Islas San Benito, B.C., to Morro Hermoso, B.C.S.) reflects the differences in the development of the beds in these areas (Table 6). This is because the biomass decreases significantly in the south, while it increases in the north, even though in both zones there is an increase in the areas covered by the beds.

This percentage distribution of algae is interesting since only the northern zones are harvested and year after year almost 50% of the resource is wasted, deposited on the beaches during storms and heavy swells.

The seasonal variation found responds to environmental changes. Using aerial photography with infrared film to estimate the coverage and distribution of the beds in California, Hodder and Meal (1987) found that the fluctuations in area vary geographically and temporally depending on certain local and regional conditions. In the area they studied, the water temperature and the type of sea swells were the factors that had the strongest influence. Herger (1983) observed that the *Macrocystis* beds have decreased in size during the last century. This is attributed to harvest, pollution and other human activities, attacks from sea urchin populations and natural periods of warm water and low nutrients. This author suggests a statistical model that can predict 46% of the variation in the yield rate, by obtaining some months in advance data of average surface irradiation, magnitude of the upwellings and water temperature.

The maximum values of area and yield are the result of the favourable development of the kelp beds during spring and summer and can be related with the intensity of the upwellings, which is higher during these seasons in Baja California, with the consequent contribution of nutrients which favour the growth of the plants (Simpson and Lynn, 1987).

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

Los valores máximos de área y de cosecha durante la primavera y verano son el resultado del desarrollo favorable que presentan las frondas de *Macrocystis pyrifera* durante estas estaciones, lo cual puede estar relacionado con la intensidad de las surgencias que se presentan con mayor intensidad durante estas estaciones en Baja California, con el consecuente aporte de nutrientes que favorece el crecimiento de las plantas (Simpson y Lynn, 1987).

## CONCLUSIONES

La fotografía aérea y los muestreos de campo para la determinación de biomasa han demostrado ser el método más eficiente y exacto para cuantificar la biomasa cosechable de los mantos de *Macrocystis pyrifera*.

El límite sur de la distribución de los mantos de *M. pyrifera* se redujo después del fenómeno de "El Niño" hasta Punta San Pablo, pero se espera que eventualmente se recuperen hasta Punta San Hipólito, B.C.S.

La ubicación de los mantos mantiene la posición descrita por otros autores (Guzmán del Proó *et al.*, 1971; Casas *et al.*, 1985).

Su distribución permite considerar dos grupos separados por una discontinuidad en Bahía Vizcaíno, los mantos del norte que se encuentran sometidos a explotación y los del sur que permanecen sin ser explotados.

Las mayores áreas cubiertas por mantos de *M. pyrifera* se presentan durante el verano

## CONCLUSIONS

Aerial photography and field sampling for the determination of biomass have proven to be the most efficient and exact method of quantifying the harvestable biomass of the beds of *Macrocystis pyrifera*.

The southern limit of the distribution of the beds of *M. pyrifera* was reduced to Punta San Pablo after the "El Niño" phenomenon, though their eventual recovery to Punta San Hipólito, B.C.S., is expected.

The location of the beds are in the same position described by other authors (Guzmán del Proó *et al.*, 1971; Casas *et al.*, 1985).

The distribution has a discontinuity in Bahía Vizcaíno, allowing the consideration of two separate groups: the northern beds, subject to exploitation, and the southern beds which remain unexploited.

The largest areas covered by beds of *Macrocystis pyrifera* are found in summer and spring with 18,682,018 m<sup>2</sup> and 14,189,275 m<sup>2</sup> respectively, and decrease greatly in winter to 6,485,033 m<sup>2</sup>.

The total yield estimated for the beds of *Macrocystis pyrifera* in the Baja California peninsula in winter 1985-86 was 35,813 ± 2,260 tons. In spring 1986 it increased 138.5% reaching 87,096 ± 4,528 tons, and in summer the increase was 12.3% reaching a value of 97,804 ± 6,331 tons.

The most productive seasons are spring and summer which is reflected in the percentages of seasonal yield of the kelp harvesting boats and in the fishing effort.

The volumes of the different localities do not present a gradient increase, probably because they are related to the oceanographic conditions of each place. However, by means of grouping by zones, a gradient increase is observed from north to south.

About 50% of the resource is found in the southern zones and is potentially exploitable.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to thank the Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica (COSNET) for financial support of this project; the company Productos Pesqueros Mexicanos (PPM) for the use of their plane; the Centros de Investigación Pesquera de Ensenada and Bahía Tortugas and the Fed-

y primavera con 18,682,018m<sup>2</sup> y 14,189,275m<sup>2</sup> respectivamente y disminuyen notablemente en invierno a 6,485,033 m<sup>2</sup>.

La cosecha total estimada para los mantos de *M. pyrifera* en la península de Baja California en invierno de 1985-86 fue de 35,813 ± 4,528 t, en primavera de 1986 se incrementó en 138.5% llegando a 87,096 ± 2,260 t, y en verano el incremento fue de 12.3% alcanzando un valor de 97,804 ± 6,331 t.

Las estaciones más productivas son primavera y verano, lo cual se refleja en los porcentajes de cosecha estacional del barco sargacero y en el esfuerzo de pesca.

No se presenta un gradiente de aumento en los volúmenes para las diferentes localidades, posiblemente porque está relacionado con las condiciones oceanográficas de cada lugar, sin embargo, mediante la agrupación por zonas se observa un gradiente de aumento de norte a sur.

Prácticamente el 50% del recurso se encuentra en el sur de la distribución y representa un recurso potencial para su explotación.

#### 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 de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera de Baja California, por su apoyo durante los muestreos de campo.

A René Torres Villegas por su colaboración para tomar las fotografías aéreas.

Nuestro reconocimiento al personal del proyecto Macroalgas que contribuyeron en el procesamiento del material obtenido: Roberto Orozco Castañeda, Ofelia García de la Rosa, Carmen Fajardo León, Adolfo Pérez Alvarez, Georgina Barbata y José Hernández.

#### LITERATURA CITADA

Casas-V., Ma.M., Hernández-C., G., Torres-V., J.R. y Sánchez-R., I. Evaluación de los mantos de *Macrocystis pyrifera* "Sargazo Gigante" en la península de

ración de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera de Baja California for their support during the field samplings.

To René Torres Villegas for his collaboration in taking the aerial photographs.

Our acknowledgements to the staff of the project Macroalgas who contributed with the processing of the material: Roberto Orozco Castañeda, Ofelia García de la Rosa, Carmen Fajardo León, Adolfo Pérez Alvarez, Georgina Barbata and José Hernández.

English translation by Lucrecia Orensanz

- 
- Baja California (otoño de 1981). Informe Técnico de CICIMAR (no publicado).
- Casas-V., Ma.M., Hernández-C., G., Torres-V., J.R. y Sánchez-R., I. (1985). Evaluación de los 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 pp.
- Corona, G.R. (1985). Estudio de la producción de *Macrocystis pyrifera* en la costa noroccidental de Baja California. Tesis Profesional, UABC, México, 57 pp.
- 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. Coastal Water Research Project and Inst. of Mar. Res. of Univ. of Cal., Scripps Inst. of Oceanography, California, USA, pp. 70-83.
- 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, pp. 147-154.
- Hernández-C., G. (1988). Evaluación, crecimiento y regeneración de mantos de *Macrocystis pyrifera* en la costa occi-



- dental de la península de Baja California, México. Tesis de Maestría, CICI-MAR, 157 pp.
- Hernández-C., G., Rodríguez-M., Y.E., Torres-V., J.R., Sánchez-R., I. y Vilchis, M.A. (1989a). Evaluación de los mantos de *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta, Laminariales) en Baja California, México. I. Invierno 1985-1986. *Ciencias Marinas*, 15(2): 1-27.
- Hernández-C., G., Rodríguez-M., Y.E., Torres-V., J.R., Sánchez-R., I., Vilchis, M.A. y García-D., O. (1989b). Evaluación de los mantos de *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta, Laminariales) en Baja California, México. II. Primavera de 1986. *Ciencias Marinas*, 15(4): 117-140.
- Hodder, D. and Meal, M. (1978). Kelp survey of Southern California Bight. *Science Applications, USA*, 105 pp.
- Michaneck, G. (1975). Seaweed resource of the ocean. *FAO Fisheries Technical Paper*, No. 138: 127 p.
- Simpson, S.S. and Lynn, R.S. (1987). The California Current System: The seasonal variability of its physical characteristics. *J. of Geophysical Research*, 92(12): 12947-12966.