

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS MARINAS

ESTUDIO DE LA PRODUCCION DE Macrocyctis
pyrifer EN LA COSTA NOROCCIDENTAL DE
BAJA CALIFORNIA

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
O C E A N O L O G O
PRESENTA:
REYNALDO CORONA GRAJALES

ENSENADA, B.C., NOVIEMBRE DE 1985.

RESUMEN

Se presenta un estudio de la producción y el esfuerzo, del barco "El Sargacero" sobre mantos de Macrocystis pyrifera en la costa noroccidental de Baja California durante el período de 1978-1984. El estudio se hizo en base a la relación producción-esfuerzo, aplicada a paquetes de datos anuales y estacionales, totales y a las principales zonas de explotación.

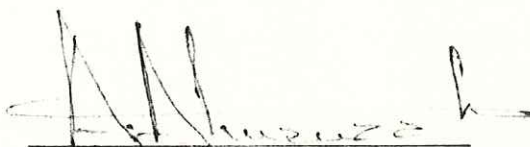
Los resultados muestran la comparación de número de horas de maniobra y número de viajes con respecto a la producción. Se utilizó horas de maniobra como la medida de esfuerzo más representativa. Un mayor volumen de la producción con un menor esfuerzo en las estaciones de primavera y verano, que se relaciona con la ocurrencia de surgencias las cuales favorecen el desarrollo de una mayor abundancia y densidad de las frondas. La mayor explotación de los mantos en Bahía Rosario en el período de 1978-1984, mostrando ser una zona de alta productividad por el volumen y continuidad de la cosecha. La relación producción-esfuerzo estacional en el período 1978-1984, muestra que conforme aumenta el esfuerzo se incrementa la producción. Por otra parte se tiene una disminución de la producción en 1981 y 1983 debido a la gran mortalidad de algas pardas gigantes, causada por las tormentas de gran magnitud que se presentaron en esos años y al fenómeno de "El Niño" de 1983, observándose que Macrocystis pyrifera posee la capacidad de recuperación para superar eventos catastróficos que se refleja en el volumen de producción.

ESTUDIO DE LA PRODUCCION DE Macrocystis pyrifera EN
LA COSTA NOROCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA

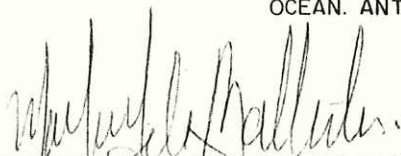
TESIS
QUE PRESENTA

REYNALDO CORONA GRAJALES

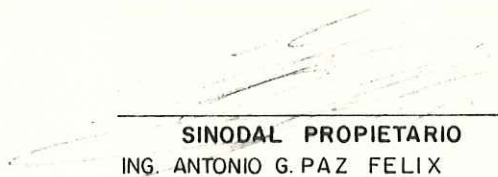
APROBADA POR:



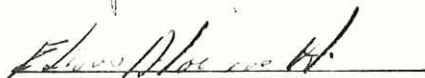
PRESIDENTE DEL JURADO
OCEAN. ANTONIO ELISEO ALMANZA HEREDIA



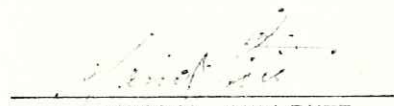
SINODAL PROPIETARIO
OC. GUADALUPE G. DE BALLESTEROS



SINODAL PROPIETARIO
ING. ANTONIO G. PAZ FELIX



SINODAL SUPLENTE
OC. ELISEO ALMANZA HEREDIA



SINODAL SUPLENTE
BIOL. MARIO SIRI CHIESA

Dedico este trabajo:
a la memoria de mi madre.

María del Carmen

a mi padre.

Reynaldo

a mis Hermanos.

David Rafael, Román Arturo

Raúl Ricardo y Carlos Rodrigo

AGRADECIMIENTOS.

Mi más sincero agradecimiento para las personas que de una u otra manera hicieron posible la realización de este trabajo.

A mi director de tesis Oc. Antonio Eliseo Almanza Heredia por su dirección y apoyo.

A mis sinodales la Oc. Guadalupe G. de Ballesteros, el Ing. Antonio G. Paz Felix, el Biol. Mario Siri Chiesa y el Oc. Eliseo Almanza por sus valiosas aportaciones.

A la Cia. Productos del Pacífico por todas las facilidades que recibí.

A Oscar Delgado, Cutberto Hernández, German Sánchez y familia Ponce Reyes , por su sincera amistad, reciban toda mi gratitud.

A Amabel Ortega, Sergio Larios , Gustavo Agüero y Luis Hurtado por su apoyo.

Al M.C. José Zertuche y al Biol. Craig Barilotti por su orientación.

1. INTRODUCCION	1
1.1 IMPORTANCIA DEL RECURSO	1
1.2 CARACTERISTICAS BIOTICAS Y ECOTICAS DE LA ESPECIE	1
1.3 IMPORTANCIA DE LAS SURGENCIAS	4
1.4 DISTRIBUCION MUNDIAL	4
1.5 EFECTO DEL FENOMENO DE "EL NINO" SOBRE LOS MANTOS	5
1.6 EXPLOTACION DEL RECURSO	7
1.7 AREAS DE COSECHA	10
1.8 METODOS DE COSECHA Y SU EFECTO SOBRE LOS MANTOS	12
1.9 OBJETIVO	15
2. MATERIALES Y METODOS	16

3. RESULTADOS		19
4. DISCUSION		44
5. CONCLUSIONES		52
6. RECOMENDACIONES		53
7. LITERATURA CITADA		54

Tabla I.- Producción en toneladas métricas de algas pardas gigantes en México y Estados Unidos en el período 1978-1982.....	11
Tabla II.- Peso húmedo desembarcado en toneladas métricas para el período 1958-1984 de <u>Macrocystis pyrifera</u>	20
Tabla III.- Comparación anual de esfuerzos en número de horas de maniobra y número de viajes, con respecto a la producción en el período de 1978-1984.....	20
Tabla IV.- Producción (toneladas métricas), esfuerzo (horas de maniobra) y producción por unidad de esfuerzo (ton/hr) para invierno, primavera, verano y otoño en el período de 1978-1984.....	24
Tabla V.- Total de la producción (toneladas métricas) de las 13 zonas de explotación en Baja California, en el período 1958-1984.....	27

Tabla VI.- Total de la producción (toneladas métricas) para las 7 principales zonas de explotación en el período de 1978-1984.....	27
--	----

Tabla VII.- Producción (toneladas métricas), esfuerzo (horas de maniobra) y producción por unidad de esfuerzo (ton/hr) para las 7 principales zonas de explotación en el período de 1978-1984.....	31
---	----

Tabla VIII.- Producción (toneladas métricas), esfuerzo (horas de maniobra) y producción por unidad de esfuerzo (ton/hr), en Punta Mezquite para invierno, primavera, verano y otoño de 1978 a 1984.....	38
---	----

Tabla IX.- Producción (toneladas métricas), esfuerzo (horas de maniobra) y producción por unidad de esfuerzo (ton/hr), en Bahía Rosario para invierno, primavera, verano y otoño de 1978-1984..	40
--	----

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.- Distribución mundial de Macrocystis sp. 6
- Figura 2.- Localización del área de estudio. 17
- Figura 3.- Peso húmedo desembarcado para el período
1958-1984 de Macrocystis pyrifera. 21
- Figura 4.- Variación anual de la producción en toneladas
métricas (A), esfuerzo en horas de maniobra (B)
y producción por unidad de esfuerzo (ton/hr)
(C), en el período de 1978-1984. 22
- Figura 5.- Variación anual de la producción en toneladas
métricas (A), esfuerzo en número de viajes (B) y
producción por unidad de esfuerzo
(ton/viajes)(C), en el período de 1978-1984. 22
- Figura 6.- Variación anual del invierno, en producción
(A), esfuerzo (B) y producción por unidad de
esfuerzo (C), en el período de 1978-1984. 25
- Figura 7.- Variación anual de la primavera en producción

(A), esfuerzo (B) y producción por unidad de
esfuerzo (C) en el período 1978-1984..... 25

Figura 8.- Variación anual del verano en producción (A),
esfuerzo (B) y producción por unidad de esfuerzo
(C) en el período 1978-1984..... 25

Figura 9.- Variación anual del otoño en producción (A),
esfuerzo (B) y producción por unidad de esfuerzo
(C) en el período 1978-1984..... 25

Figura 10.- Relación producción-esfuerzo anual para el
período 1978-1984..... 26

Figura 11.- Relación producción-esfuerzo estacional para
el período 1978-1984..... 26

Figura 12.- Porcentaje de la producción en 13 zonas de
explotación en Baja California, en el período
1958-1984..... 28

Figura 13.- Porcentaje de la producción para las
principales zonas de explotación en el período
1978-1984..... 29

Figura 14.- Comparación de la producción anual en las 7

principales zonas de explotación en el período	
1978-1984.....	32

Figura 15.- Esfuerzo anual para las 7 principales zonas	
de explotación, en el período 1978-1984.....	34

Figura 16.- Producción por unidad de esfuerzo anual para	
las 7 principales zonas de explotación, en el	
período de 1978-1984.....	35

Figura 17.- Variación anual del invierno en Punta	
Mezquite, de la producción (A), esfuerzo (B) y	
producción por unidad de esfuerzo (C), en el	
período de 1978-1984.....	39

Figura 18.- Variación anual de la primavera en Punta	
Mezquite, de la producción (A), esfuerzo (B) y	
producción por unidad de esfuerzo (C), en el	
período de 1978-1984.....	39

Figura 19.- Variación anual del verano en Punta	
Mezquite, de la producción (A), esfuerzo (B) y	
producción por unidad de esfuerzo (C), en el	
período de 1978-1984.....	39

Figura 20.- Variación anual del otoño en Punta Mezquite,	
--	--

de la producción (A), esfuerzo (B) y producción
por unidad de esfuerzo (C), en el período de
1978-1984..... 39

Figura 21.- Variación anual del invierno en Bahía
Rosario, de la producción (A), esfuerzo (B) y
producción por unidad de esfuerzo (C), en el
período de 1978-1984..... 41

Figura 22.- Variación anual de la primavera en Bahía
Rosario, de la producción (A), esfuerzo (B) y
producción por unidad de esfuerzo (C), en el
período de 1978-1984..... 41

Figura 23.- Variación anual del verano en Bahía Rosario,
de la producción (A), esfuerzo (B) y producción
por unidad de esfuerzo (C), en el período de
1978-1984..... 41

Figura 24.- Relación producción-esfuerzo estacional para
Punta Mezquite en el período de 1978-1984..... 42

Figura 25.- Relación producción-esfuerzo estacional para
Bahía Rosario en el período de 1978-1984..... 42

1. INTRODUCCION

1.1 IMPORTANCIA DEL RECURSO.

Los mantos de algas pardas gigantes de Macrocystis pyrifera abundan en la costa noroccidental de Baja California (De la Campa, 1974). Se caracterizan por sus altos intervalos de crecimiento y productividad, además de que proporcionan hábitat, sustrato y comida a una gran biomasa marina creando un ecosistema único, también benefician al hombre por que contienen iodo, potasio, vitaminas y carbohidratos que han sido usados por años como complemento alimentario. Sin embargo, de más valor es que son la principal fuente de alginato, una sustancia natural con especial habilidad para actuar como espesante, estabilizador y agente gelificante (McPeak y Glantz, 1984).

1.2 CARACTERISTICAS BIOTICAS Y ECOTICAS DE LA ESPECIE.

En M. pyrifera la reproducción es alterna, diplohaplonta y heteromórfica; los gametofitos son microscópicos, dioicos y la fusión es oogámica; el esporofito es macroscópico (llega a tener dimensiones de más de 30 m de longitud), además presenta láminas basales diferenciadas llamadas esporófilos, que poseen estructuras

reproductoras llamadas esporangios. Tiene una estructura que se fija a las rocas llamado rizoide, la fronda se origina en la base de la planta, la cual esta compuesta por un estipe y numerosas láminas que se adhieren al estipe por un pequeño pedúnculo, cada lámina tiene un neumatocisto globoso, piriforme o fusiforme que esta lleno de gas y su función es mantener a flote el alga (North, 1971).

Clendening (1960), determinó el crecimiento promedio de 50 cm diarios o bien de 3 a 4.5 m por semana para M. pyrifera el cual es un récord para cualquier planta terrestre o marina.

"El Sargazo Gigante" (Macrocystis pyrifera) forma grandes mantos entre un intervalo de profundidad de 6-36 m (McPeak y Glantz, 1984). Es un alga perene (North, 1971). Vive por un período de 2-4 años (Barilotti, comunicación personal *). Las frondas individuales sobreviven cerca de 6 meses y láminas individuales por 4 meses, el desprendimiento de frondas y láminas ocurre de manera natural (McPeak y Glantz, 1984). Su crecimiento y abundancia estan limitados por diversos factores:

i) altas temperaturas ($>20^{\circ}\text{C}$) (Gerard, 1984);

ii) cantidad de nutrientes (Gerard, 1982a);

* Biólogo de Kelco Co. en San Diego.

iii) tormentas de magnitud considerable (Dayton y Tegner, 1984);

iv) intensidad de la luz (Neushul y Xiongeng, 1984);

v) contaminantes (Philips, 1980);

vi) depredadores (erizo principalmente) (Chapa, 1964);

vii) tipo de sustrato (Guzmán, 1969).

M. pyrifera absorbe los nutrientes del agua a través de toda su superficie (McPeak y Glantz, 1984). El nitrógeno en forma de nitratos disueltos es el suministro más importante (Gerard, 1982b). Las reservas internas de nitrógeno son acumuladas en tejidos de la fronda cuando las concentraciones de nitratos son altas y usadas para mantener el crecimiento en el momento que la disponibilidad de nitrógeno es baja (Gerard, 1982a).

La distribución en tamaños de frondas para mantos de M. pyrifera varían estacionalmente (Gerard, 1976). Las frondas bien desarrolladas son más comunes en verano que en invierno, así mismo la proporción de tejidos con mejor capacidad de absorción es mayor en verano (Gerard, 1982b).

1.3 IMPORTANCIA DE LAS SURGENCIAS.

Dawson (1951), señala a la costa de Baja California como una de las principales regiones de surgencias del mundo, estableciendo una estrecha relación entre la vegetación marina costera e islas adyacentes con la ocurrencia de zonas de surgencia. Este autor las asocia con un inmediato desarrollo marino de la biota y también establece variaciones estacionales en la ocurrencia e intensidad de las surgencias, siendo más frecuentes en primavera y verano en el lado sur de las Bahías, desde Punta Mezquite a Bahía San Quintín y a lo largo de toda la costa de Bahía Rosario. Las surgencias se producen por la acción combinada de los fuertes vientos del noroeste cerca de la costa y el efecto de rotación terrestre, dando por resultado un transporte hacia fuera de la costa de las aguas superficiales, las cuales son reemplazadas por aguas de mediana profundidad más frías y salinas que aportan altas concentraciones de nutrientes; este fenómeno varía, con la latitud. En Baja California el fenómeno es más intenso en abril y mayo, en California en mayo, junio, julio y en Oregon en agosto (Reid, et al, 1958).

1.4 DISTRIBUCION MUNDIAL.

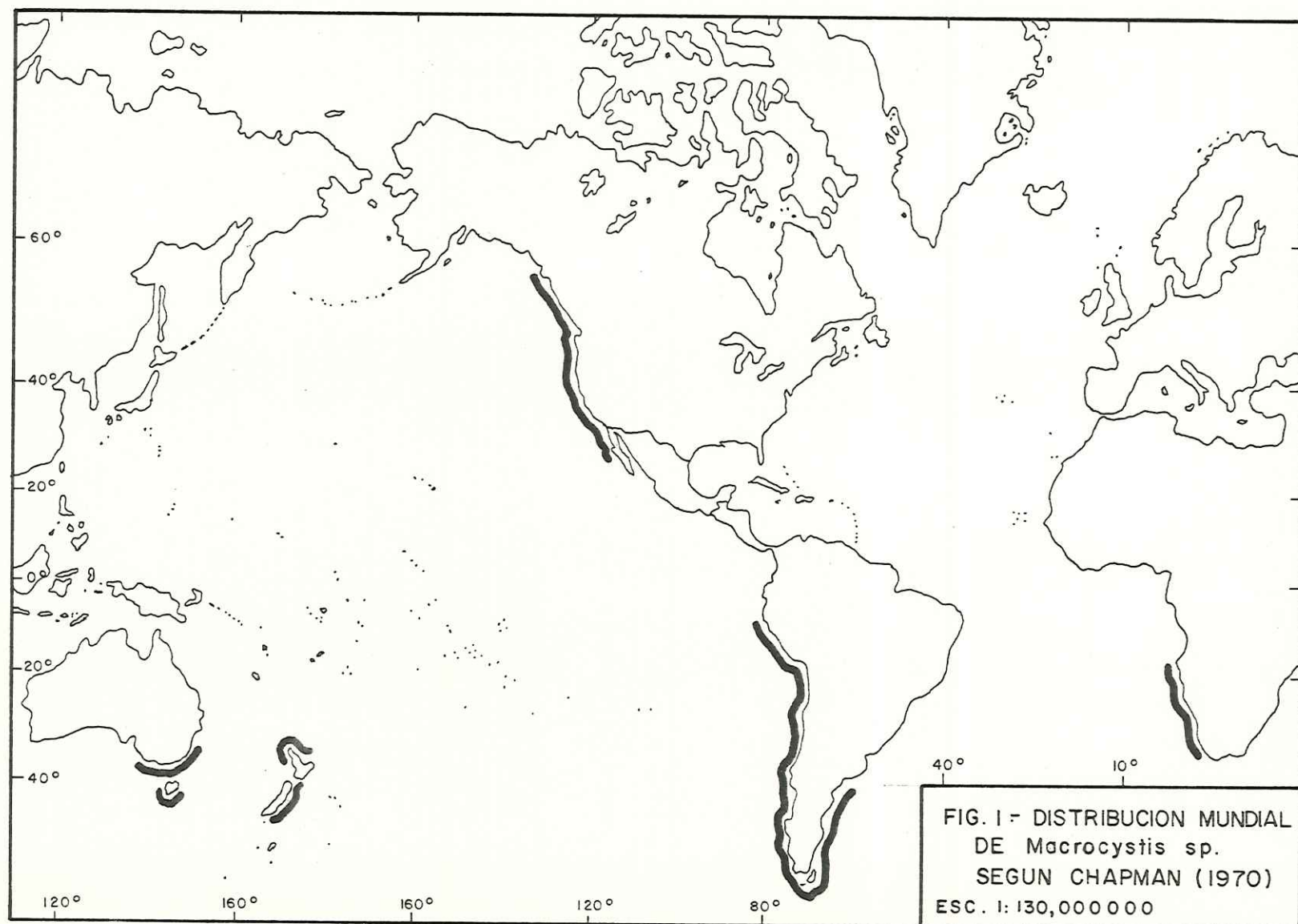
Macrocystis spp. se encuentra presente en las costas

de Australia, Nueva Zelanda; Sudafrica, Sudamérica (Argentina, Chile y Perú); en Norteamérica en la costa oeste, su distribución abarca desde Sitka, Alaska hasta Punta San Hipólito B.C.S. (Fig. 1) (Chapman, 1970).

1.5 EFECTO DEL FENOMENO DE "EL NINO" SOBRE LOS MANTOS.

En 1983 M. pyrifera fué afectada en su crecimiento y productividad, debido a las altas temperaturas del mar y bajas concentraciones de nutrientes que fueron originadas por el fenómeno de "El Niño" (Gerard, 1984); además de las tormentas que por su gran magnitud en el invierno de 1982-1983 causaron una considerable mortalidad de plantas. Técnicamente, "El Niño" es un evento periódico caracterizado por un anormal calentamiento de las aguas superficiales, a lo largo de las costas de Ecuador y Perú; el fenómeno en California estuvo marcado por una disminución en la corriente de California, teniendo un flujo anormal y una depresión de la termoclina (Dayton y Tegner, 1984).

Observaciones en una población experimental de "Sargazo Gigante" mostraron que el esporofito sufrió cambios en su fisiología durante el verano de 1983 como; escasés de nitrógeno, "estres" por la temperatura y reducida fotosíntesis, dando como resultado el deterioro y pérdida de los mantos (Gerard, 1984). Sin embargo, en la mayor parte



de Baja California los mantos han vuelto a sus condiciones normales (Armenta, comunicación personal **)

1.6 EXPLOTACION DEL RECURSO.

La explotación comercial de algas pardas gigantes comenzó en California debido al problema que surgió por el aumento en las importaciones de potasio que se extraía de las minas en Strassfurt, Alemania en el período de 1910-1913 provocando un conflicto entre Estados Unidos y Alemania, por lo que El Congreso de los Estados Unidos autorizó el estudio de posibles suministros de potasio a escala comercial. En varios países los granjeros ya habían utilizado "El Sargazo Gigante" como fertilizante por lo cual las algas pardas de la costa del Pacífico constituyeron el recurso más importante que ayudó a la producción de potasio a buen precio. Estos estudios fueron hechos por el Departamento de Agricultura y determinaron la abundancia de algas marinas a lo largo de la costa oeste de Norteamérica. Sin embargo, un poco después, la necesidad de acetona para la industria bélica fue mayor que la de potasio debido al inicio de la Primera Guerra Mundial. En 1916 once plantas procesadoras de algas pardas gigantes operaron en el sur de California las cuales emplearon 16 barcas cosechadoras teniendo un promedio de captura por viaje de 200 toneladas métricas cada una (Scofield, 1959).

** Gerente de la Cia. Productos del Pacífico, S.A.

En 1916 la compañía más importante era "Hercules Powder Company" la cual se instaló cerca de San Diego y contó con 1500 empleados, manejando tanto como 1800 toneladas métricas de algas pardas diariamente. Con el armisticio de 1918, la demanda de acetona y potasio cayó tan rápidamente como había crecido y la mayoría de las compañías se vieron obligadas a cerrar. El reinicio de la industria en California fue en 1929 como resultado del descubrimiento hecho en 1883 por E. C. C. Stanford, un farmacéutico Británico que extrajo de las algas pardas gigantes una sustancia que se encuentra en la pared celular con la cualidad para controlar las propiedades de mezcla del agua y a la cual se le llama alginato (McPeak y Glantz, 1984).

Actualmente Kelco Co. de San Diego es el primer productor mundial de alginatos, fue fundada en 1929 y desde entonces ha cosechado y procesado a M. pyrifera. La compañía es ahora una división de Merck and Co. Inc., la cual en adición a la planta en San Diego, también procesa otras especies de algas pardas en Girvan y Barcalaine, Escocia. Inicialmente Kelco producía harina de alga como complemento alimenticio, pero a través de continuas investigaciones ha desarrollado muchas aplicaciones de los alginatos. La compañía actualmente posee manufacturas de 70 diferentes productos con cientos de aplicaciones. Los alginatos son usados en una gran variedad de alimentos

incluyendo comida en conservas, gelatinas, yogurt, pasteles, merengues, aderezos (en donde actúan como emulsificadores, estabilizadores y agentes gelificantes), además tienen usos importantes en las industrias cervecera, papelera, textil, farmacéutica y de cosméticos. En Kelco tanto la cosecha como la manufactura y la investigación representan una importante fuente de trabajo, en el presente la empresa emplea alrededor de 1600 empleados en todo el mundo de los cuales cerca de 600 se encuentran en San Diego. Las ventas anuales de productos manufacturados en California exceden los 35 millones de dólares (McPeak y Glantz, 1984).

La explotación de algas pardas gigantes en México, se originó en 1916 y fue controlada por Kondo Fisheries Co. San Diego entonces las algas eran secadas cerca de Ensenada y enviadas a San Diego semanalmente donde se vendían a las industrias. Después de la Primera Guerra Mundial hubo un período de 4 décadas con muy poca explotación dentro de aguas mexicanas (Scofield, 1959). Fue hasta 1956 cuando se otorgaron permisos para cosechar a empresas mexicanas, lo cual dejó una derrama económica en la región a través del pago de los impuestos fiscales, salarios de los empleados y ganancias de los permisionarios. Estos permisos se convirtieron a partir de 1958 en una concesión, a la empresa mexicana Productos del Pacífico S.A. continuando dicha empresa como vendedora de M. pyrifera como materia prima de

exportación a Kelco (Mateus, 1972).

Los barcos sargaceros de México y Estados Unidos han cosechado un promedio anual de 171,732 toneladas métricas de algas pardas gigantes en el período 1974-1982, donde México aportó en promedio el 13.39 % del total (Tabla I).

1.7 AREAS DE COSECHA.

La compañía Productos del Pacífico S.A. realiza inspecciones aéreas periódicas sobre los mantos para que en base a la cantidad y densidad de las frondas determinar la zona de cosecha. Además de tomar en cuenta que están presentes las condiciones que permitan al barco llevar a cabo la maniobra, sin peligro de encallar. Las áreas consecionadas comprenden las localidades de: 1.- Punta Mezquite, 2.- Salsipuedes, 3.- San Miguel y Sauzal, 4.- Isla de Todos Santos, 5.- Punta Banda, 6.- Bahía Soledad, 7.- Santo Tomás, 8.- Punta China, 9.- Punta San José, 10.- Punta San Isidro, 11.- Punta San Telmo, 12.- Islas San Martín, 13.- Islas los Coronado, 14.- Bahía Rosario (Armenta, comunicación personal **). El mayor inconveniente que presenta la explotación de M. pyrifera en lugares situados hacia el sur de Bahía Rosario, (ya que el alga está reportada hasta la latitud de Punta San Hipólito), es la lejanía, así como la descomposición del alga, aunque a bordo

Tabla I - Producción en toneladas métricas de algas pardas gigantes en México y Estados Unidos en el período 1974 - 1982.

PAIS \ AÑO	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	PROMEDIO DE 1974-82
MEXICO	37108	27478	41569	41469	30239	31046	23082	21649	29718	31595
ESTADOS UNIDOS	154384	155670	171657	175995	160000	160000	162351	48703	72475	140137
TOTAL	191492	183148	213227	217741	190239	191040	185433	70352	102193	171732
% PRODUCCION MEXICO	19.37	15.00	19.49	19.04	15.84	16.25	12.44	30.77	29.08	18.39

del barco cosechador recibe un baño de formol al 5%, por lo cuál puede durar 72 horas antes de ser sometida a industrialización (Chapa, 1964).

1.8 METODOS DE COSECHA Y SU EFECTO EN LOS MANTOS.

Entre 1911 y 1919, varios métodos de cosecha para M. pyrifera fueron desarrollados. El más primitivo consistió en recolectar a los ejemplares que eran arrojados a las playas como consecuencia de las tormentas. Algunas compañías cortaban la fronda manualmente o las tomaban flotando a la deriva. Un método muy destructivo fue arrancar toda la planta con la fuerza del motor de la embarcación; pero el más común, involucró el uso de cuchillas que cortaban los estipes tan profundo como era posible (6 o 10 pies), levantando las frondas dentro del barco o lanchón (Scofield, 1959).

El método de cosecha que se utiliza actualmente fue desarrollado en 1916, por el Departamento de Pesca Deportiva y la Institución Oceanográfica de Scripps (McPeak y Glantz, 1984). Este método es el mismo que se utiliza para la obtención de recursos en Baja California, el cual consiste en la utilización de un barco de diseño especial de plantilla rectangular con 33.52 m de eslora, 9.75 m de manga y 2.75 m de puntal, utiliza diesel como combustible y

desarrolla una velocidad de crucero de 10 nudos, pero la velocidad se reduce durante la cosecha a 3 nudos aproximadamente. Para el corte de la planta la embarcación dispone en proa de una rampa rectangular abatible provista de un sistema de cuchillas aserradas que al deslizarse una sobre otra actúan de manera semejante a tijeras, estas cuchillas se encuentran al frente y a los lados de la rampa que suele ser preparada para el corte a una profundidad aproximada de 1.20 m. Una banda sinfin de la propia rampa recibe el sargazo cortado y lo transporta al depósito de almacenamiento que tiene una capacidad de 350 toneladas métricas de producto húmedo. La tripulación consta del capitán, el contramaestre, el jefe de máquinas, el ayudante de máquinas, el cocinero y tres marineros para la operación de estiba. El barco desembarca un promedio de 70 cargas completas al año. El tiempo requerido para reunir una carga varía entre 5 y 7.5 horas en el verano y hasta 10 horas en invierno. La cosecha se realiza durante todo el año pero está limitada por las condiciones meteorológicas y a la demanda del mercado (De la Campa, 1974).

Segun McPeak y Glantz (1984), "El Sargazo Gigante" es accesible para la cosecha mecánica :

i) por la profundidad a la que habita permite el uso de grandes barcos sargaceros;

ii) la superficie del manto puede ser podada varias veces en un año sin perturbar las partes sumergidas de la planta donde la reproducción vegetativa, asexual y sexual ocurren;

iii) fotosíntesis, crecimiento y flotabilidad están distribuidos a lo largo de toda la planta y no son afectados cuando la porción superficial de la fronda es removida;

iv) la superficie del manto es regenerada por frondas más jóvenes que están creciendo debajo de la superficie, además de que se permite el paso de la luz hacia ellas.

Por otra parte el efecto de la cosecha de sargazo en la pesca deportiva es mínimo ya que los cortes representan menos del 50% de la planta quedando el resto de refugio para los peces (Chapa, 1964).

Entre los peces de valor comercial asociados a los mantos de algas se encuentran: La anchoveta, bonito, macarela, sardina, bacalao, mero, cabrilla, rockcod, pez escorpión y vieja. (Mateus, 1972).

M. pyrifera es un recurso económicamente muy importante ya que ha proporcionado material de cosecha durante los últimos 75 años.

1.9 OBJETIVO.

El presente trabajo tiene el objetivo de llevar a cabo un estudio de la producción y el esfuerzo realizado por el barco "El Sargacero" sobre mantos de M. pyrifera en Baja California en el período 1978-1984.

2. MATERIALES Y METODOS

El área de explotación de M. pyrifera en México está comprendida en la costa noroccidental de Baja California, entre los $29^{\circ}40'$ y $32^{\circ}30'$ latitud norte y los $115^{\circ}50'$ y $117^{\circ}30'$ longitud oeste desde Islas los Coronado hasta Bahía Rosario (Fig. 2).

Los datos fueron proporcionados por la compañía Productos del Pacífico S.A., propietaria del barco "El Sargacero", que es el único barco que lleva a cabo la cosecha de M. pyrifera en Baja California. La información obtenida consiste en:

i) producción total anual y producción total por zona de explotación en el período 1958-1984;

ii) datos obtenidos de bitácora donde se informa; fecha, número de viaje, horas de maniobra, total de producción en toneladas métricas (ton) y localidad donde se llevo a cabo la cosecha de enero de 1978 a diciembre de 1984.

La información se procesó formando paquetes anuales y estacionales elaborando; un histograma de capturas totales

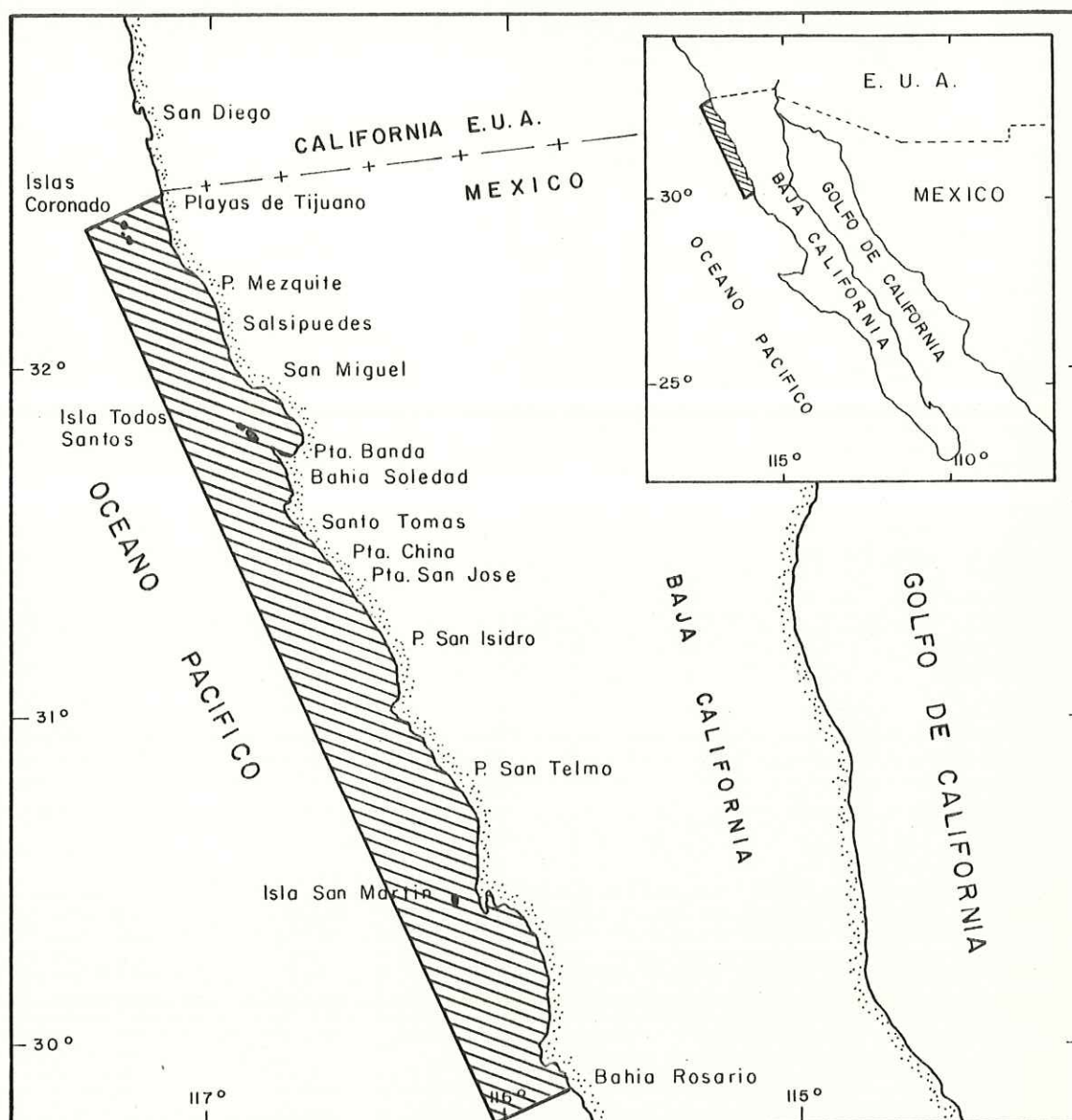


FIG. 2 - LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO .

anuales de 1958 a 1984 y en base a la producción, esfuerzo y producción por unidad de esfuerzo (PPUE=producción/esfuerzo). Se elaboraron gráficas con totales anuales y estacionales así como por áreas de explotación en el período 1978-1984 y dos diagramas de pastel de porcentajes de producción en las principales zonas de explotación .

3. RESULTADOS

El total de la producción de M. pyrifera para el período 1958-1984 es de 641786 ton (Tabla II). Siendo el promedio de producción por año de 23769 ton . También se muestra un ascenso en la producción de 1958 a 1976, año que se cosecharon 41569 ton, a partir de este año se observa una tendencia al descenso hasta 1984, siendo el año de 1983 el de menor cosecha con 2980 ton (Fig. 3).

La comparación del número de horas de maniobra y el número de viajes con respecto a la producción en el período 1978-1984 (Tabla III), se observa un comportamiento muy similar de esfuerzos entre sí y en relación a la producción. Solo el año de 1981, muestra una diferencia en el comportamiento de los dos esfuerzos ya que a una disminución de la producción se presenta una reducción en el número de viajes, pero un aumento en el número de horas de maniobra (Figs. 4 y 5).

Estacionalmente primavera y verano (Figs. 7 y 8), mantienen su mayor producción , los años de 1978,1979,1980 y 1982, pero muestran problemas en 1981 y 1983 en donde disminuye la producción. Para el año 1984 la primavera tuvo una buena producción (9508 ton), pero una baja en la

TABLA II - PESO HUMEDO DESEMBARCADO EN TONE-
LADAS METRICAS PARA EL PERIODO
1958 - 1984 DE Macrocystis pyrifera.

A Ñ O	PRODUCCION	A Ñ O	PRODUCCION
1 9 5 8	3 5 0 0	1 9 7 2	2 4 8 0 5
1 9 5 9	1 7 2 5 0	1 9 7 3	2 9 3 9 3
1 9 6 0	1 4 3 0 0	1 9 7 4	3 7 1 0 8
1 9 6 1	1 5 3 5 0	1 9 7 5	2 7 4 7 8
1 9 6 2	2 0 8 0 0	1 9 7 6	4 1 5 6 9
1 9 6 3	1 8 8 5 0	1 9 7 7	4 1 4 6 9
1 9 6 4	2 2 9 0 0	1 9 7 8	3 0 2 3 9
1 9 6 5	1 6 5 0 0	1 9 7 9	3 1 0 4 6
1 9 6 6	2 3 1 0 0	1 9 8 0	2 3 0 8 2
1 9 6 7	2 0 7 6 0	1 9 8 1	2 1 6 4 9
1 9 6 8	2 8 5 0 0	1 9 8 2	2 9 7 1 8
1 9 6 9	2 6 8 0 0	1 9 8 3	2 9 8 0
1 9 7 0	2 9 2 0 0	1 9 8 4	1 7 9 4 0
1 9 7 1	2 5 5 0 0	TOTAL	= 6 4 1 7 8 6

TABLA III - COMPARACION ANUAL DEL ESFUERZO EN NUMERO
DE HORAS DE MANIOBRA Y NUMERO DE VIAJES
CON RESPECTO A LA PRODUCCION EN TONELADAS METRICAS
PARA EL PERIODO DE 1978 - 1984.

AÑO	PRODUCCION EN TONELADAS METRICAS	NUMERO DE HORAS DE MANIOBRA	P P U E TON / HR	NUMERO DE VIAJES	P P U E TON / VIAJES
1 9 7 8	3 0 2 3 9	5 5 0 . 0 8	5 4 . 9	8 3	3 6 4 . 3
1 9 7 9	3 1 0 4 6	5 4 5 . 2 5	5 6 . 9	8 4	3 6 9 . 5
1 9 8 0	2 3 0 8 2	4 2 8 . 3 3	5 3 . 8	6 1	3 7 8 . 3
1 9 8 1	2 1 6 4 9	5 0 3 . 3 3	4 3 . 0	5 7	3 7 9 . 8
1 9 8 2	2 9 7 1 8	5 1 3 . 5 8	5 1 . 8	7 7	3 8 5 . 6
1 9 8 3	2 9 8 0	8 5 . 5 8	3 4 . 8	9	3 3 1 . 1
1 9 8 4	1 7 9 4 0	3 1 9 . 4 0	5 6 . 2	4 5	3 9 8 . 6

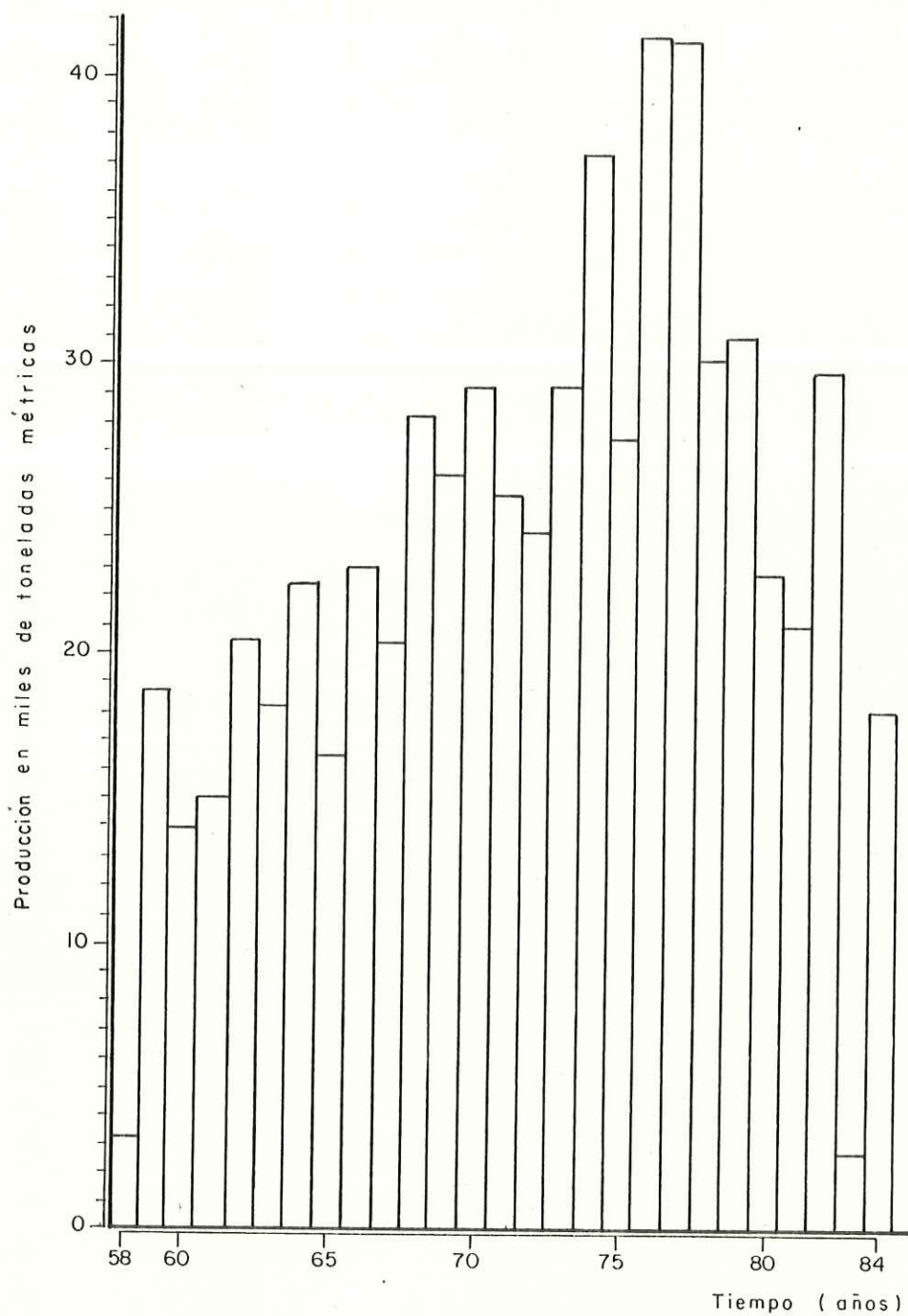


Fig.3- Peso (en húmedo) desembarcado en el período 1958 - 1984 de Macrocyctis pyrifera.

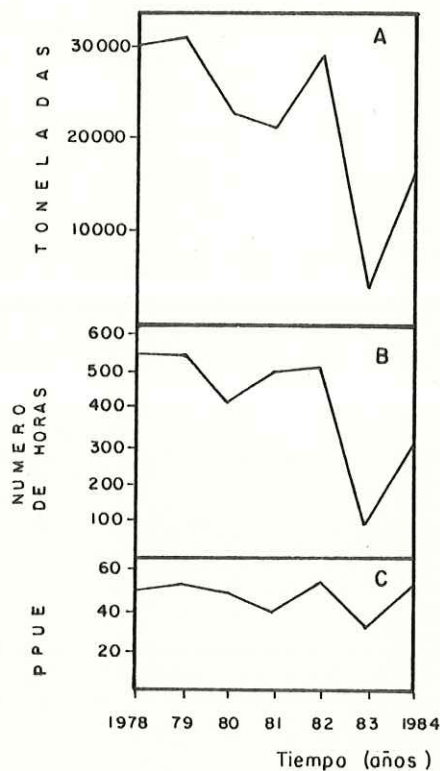


Fig. 4 - Variación anual de la producción en toneladas métricas (A), esfuerzo en número de horas (B) y producción por unidad de esfuerzo (C) en toneladas / horas para el período de 1978 - 1984 .

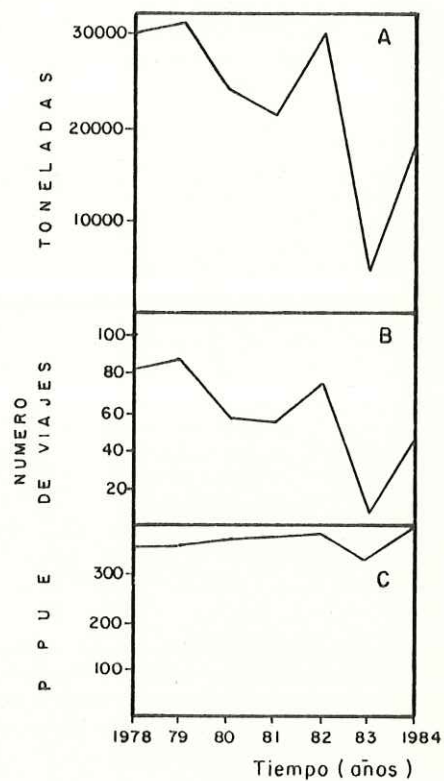


Fig. 5 - Variación anual de la producción en toneladas métricas (A), esfuerzo en número de viajes (B) y producción por unidad de esfuerzo (C) en toneladas / viajes para el período de 1978 - 1984 .

producción por unidad de esfuerzo (37.4 ton/hr) a diferencia del verano donde una menor producción de 6244 ton tiene una producción por unidad de esfuerzo de 54.7 ton/hr (Tabla IV).

El otoño tuvo su mayor producción en el año de 1979 (8134 ton) y su mayor esfuerzo en 1981 (180.5 hr), la producción por unidad de esfuerzo se mantiene por debajo de 48 ton/hr de 1978 a 1982 (Fig. 9).

La relación producción-esfuerzo muestra que al aumentar el esfuerzo se incrementa la producción tanto anual total (Fig. 10), como estacional (Fig. 11), encontrándose diferencias entre los coeficientes de las pendientes siendo similares y mayores en la primavera ($b=67.7$) y el verano ($b=70.7$), y menores en el invierno ($b=41.2$) y el otoño ($b=46.9$).

La tabla V presenta el total de la producción en 13 zonas de explotación para el período 1958-1984. El mayor porcentaje de producción (64.4 %), es en cuatro zonas: Punta Mezquite (22.9 %), Santo Tomás (17.0 %), Punta China (12.5 %) y Bahía Soledad (12.0 %) (Fig. 12).

El total de la producción para las 7 principales zonas de explotación es de 156323 ton (Tabla VI), en el período 1978-1984. El mayor porcentaje de producción (58.0 %), es

TABLA IV - PRODUCCION (TONELADAS METRICAS) ESFUERZO (HORAS DE MANIOBRA) Y PRODUCCION POR UNIDAD DE ESFUERZO (TONELADAS / HORAS DE MANIOBRA) PARA INVIERNO, PRIMAVERA, VERANO Y OTOÑO EN EL PERIODO DE 1978 - 1984.

INVIERNO DE	PRODUCCION	ESFUERZO	P P U E
1978	3896	88.5	43.9
1979	3153	81.5	38.7
1980	384	7.2	53.3
1981	1889	51.5	36.6
1982	4120	97.4	42.3
1983	351	7.1	49.4
1984	1750	40.0	43.7
PRIMAVERA DE			
1978	8199	136.4	60.1
1979	10550	148.0	71.3
1980	8161	153.0	53.3
1981	6481	131.1	49.4
1982	10747	160.4	66.9
1983	868	27.4	31.6
1984	9508	165.5	37.4
VERANO DE			
1978	9833	159.8	61.8
1979	10361	168.2	61.5
1980	11173	187.4	59.6
1981	5630	140.1	40.2
1982	13186	216.3	60.9
1983	1739	50.4	34.5
1984	6244	114.0	54.7
OTOÑO DE			
1978	8134	172.0	47.3
1979	6957	165.6	42.0
1980	3397	86.1	39.5
1981	7540	180.5	41.7
1982	1216	37.5	32.2
1983	—	—	—
1984	—	—	—

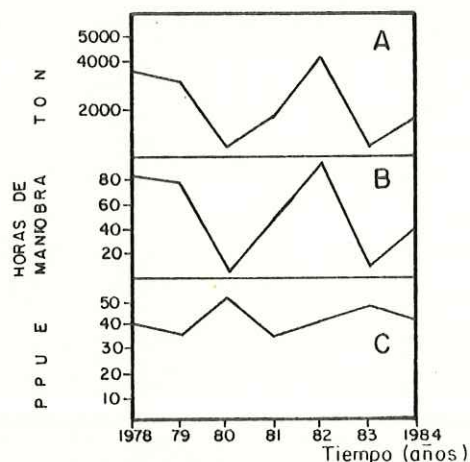


Fig. 6 - Variación anual del invierno en la producción (A) esfuerzo (B) y producción por unidad de esfuerzo (C) para el período 1978 - 1984.

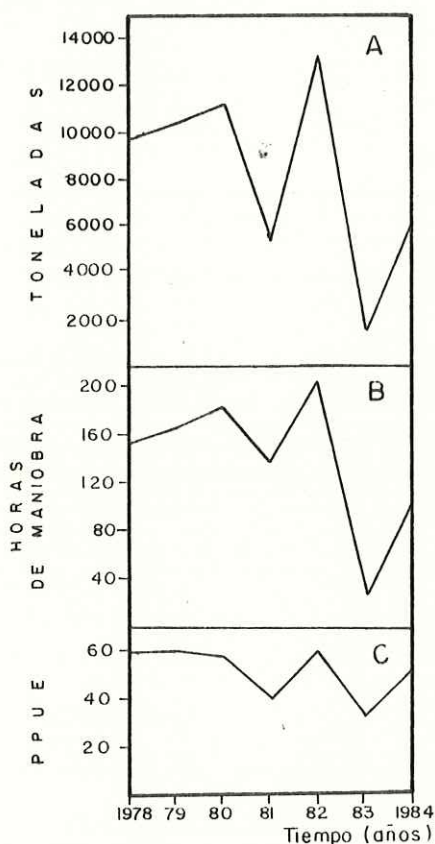


Fig. 8 - Variación anual del verano en la producción (A) esfuerzo (B) y producción por unidad de esfuerzo (C) para el período de 1978 - 1984.

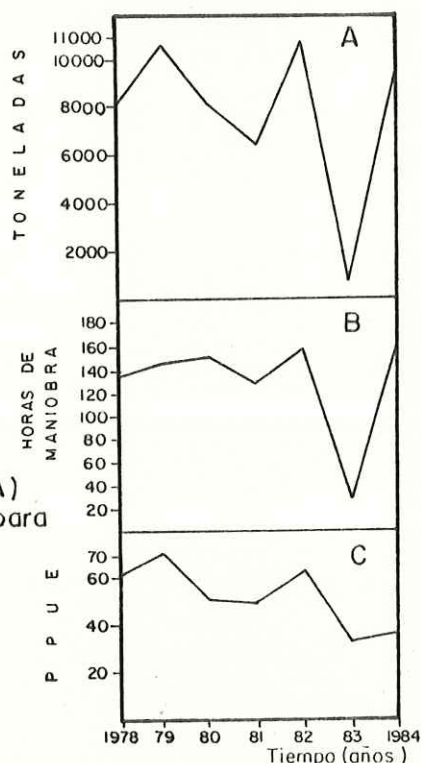


Fig. 7 - Variación anual de la primavera en la producción (A) esfuerzo (B) y producción por unidad de esfuerzo (C) para 1978 - 1984.

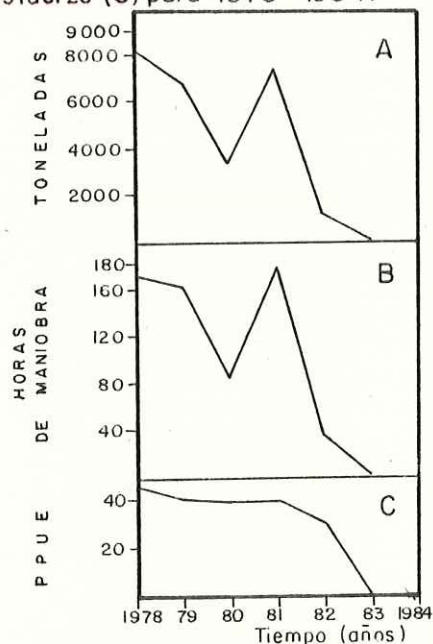


Fig. 9 - Variación anual del otoño en la producción (A) esfuerzo (B) y producción por unidad de esfuerzo (C) para 1978 - 84.

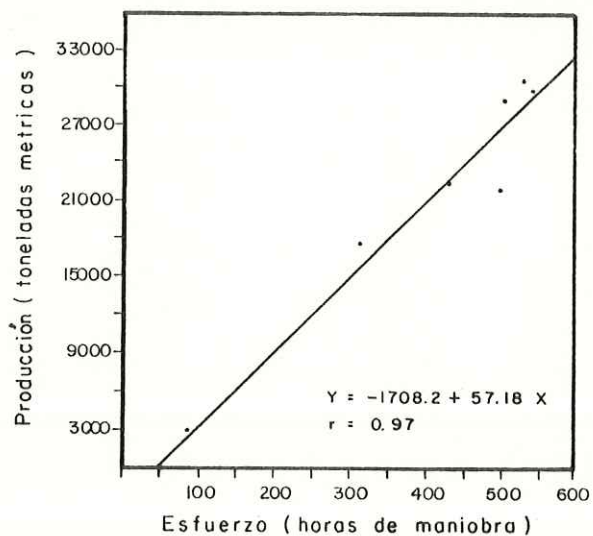


Fig. 10 = Relación producción-esfuerzo anual para el período 1978-1984

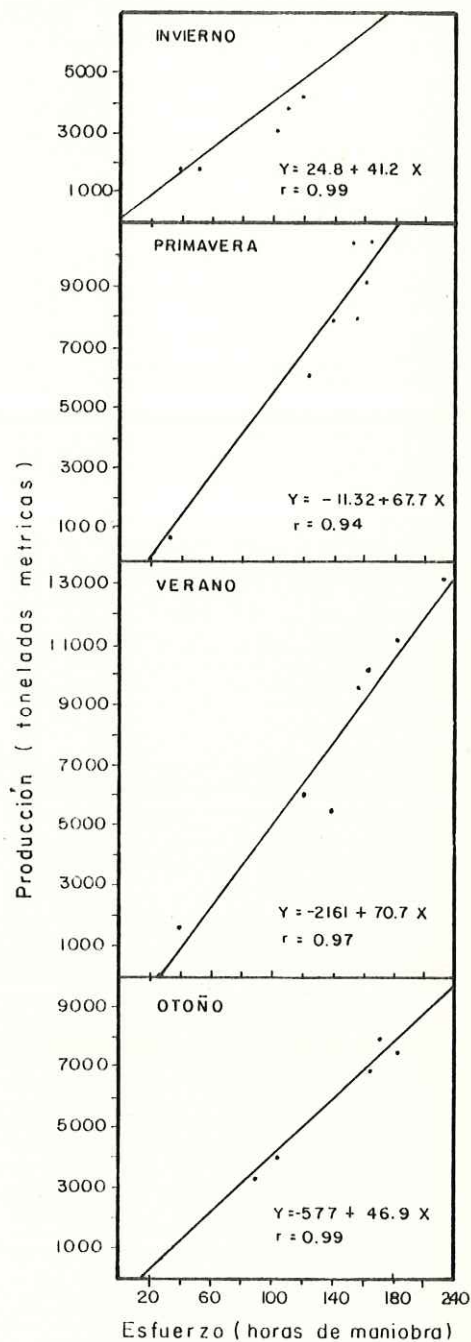


Fig. 11 = Relación producción-esfuerzo estacional para el período 1978 - 1984.

**TABLA V - TOTAL DE PRODUCCION (TONELADAS METRICAS) DE LAS
TRECE ZONAS DE EXPLOTACION EN BAJA
CALIFORNIA DE 1958 A 1984.**

LOCALIDAD	TONELADAS
PUNTA MEZQUITE	146 968.9
SANTO TOMAS	109 103.6
PUNTA CHINA	80 223.2
BAHIA SOLEDAD	77 014.3
BAHIA ROSARIO	43 641.4
SALSIPUEDES	36 581.8
ISLA TODOS SANTOS	35 298.2
PUNTA SAN JOSE	26 955.0
ISLA SAN MARTIN	25 029.6
ISLAS LOS CORONADO	23 104.3
PUNTA SAN TELMO	20 537.1
PUNTA SAN ISIDRO	10 910.3
SAN MIGUEL	6 417.8
TOTAL	641 785.5

**TABLA VI - TOTAL DE PRODUCCION (TONELADAS METRICAS) PARA LAS
PRINCIPALES ZONAS DE EXPLOTACION DE
1978 A 1984.**

LOCALIDAD	TONELADAS
BAHIA ROSARIO	42 284
PUNTA MEZQUITE	25 311
BAHIA SOLEDAD	23 106
ISLA TODOS SANTOS	16 379
SANTO TOMAS	14 865
ISLA SAN MARTIN	15 199
SALSIPUEDES	10 286
OTRAS	8 893
TOTAL	156 323

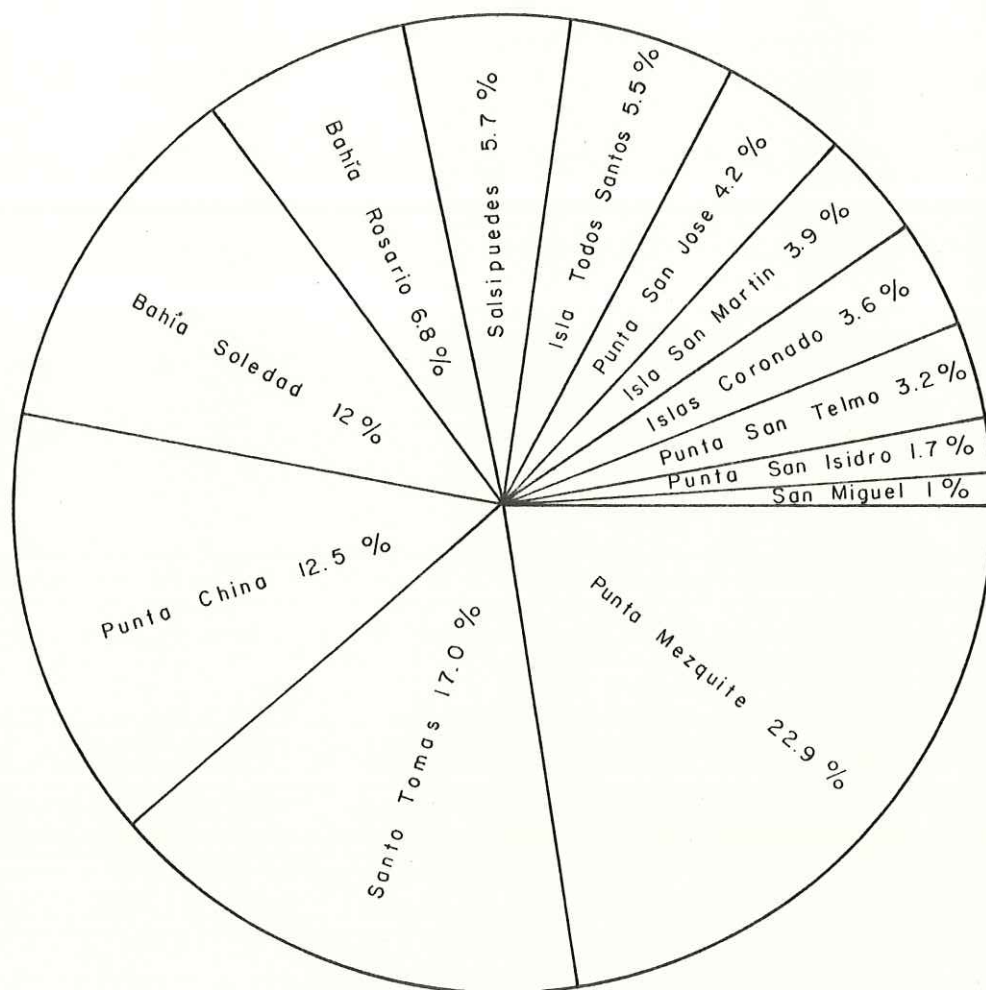


Fig. 12 = Porcentaje de la producción en trece zonas de explotación en Baja California, en el período 1958 - 1984.

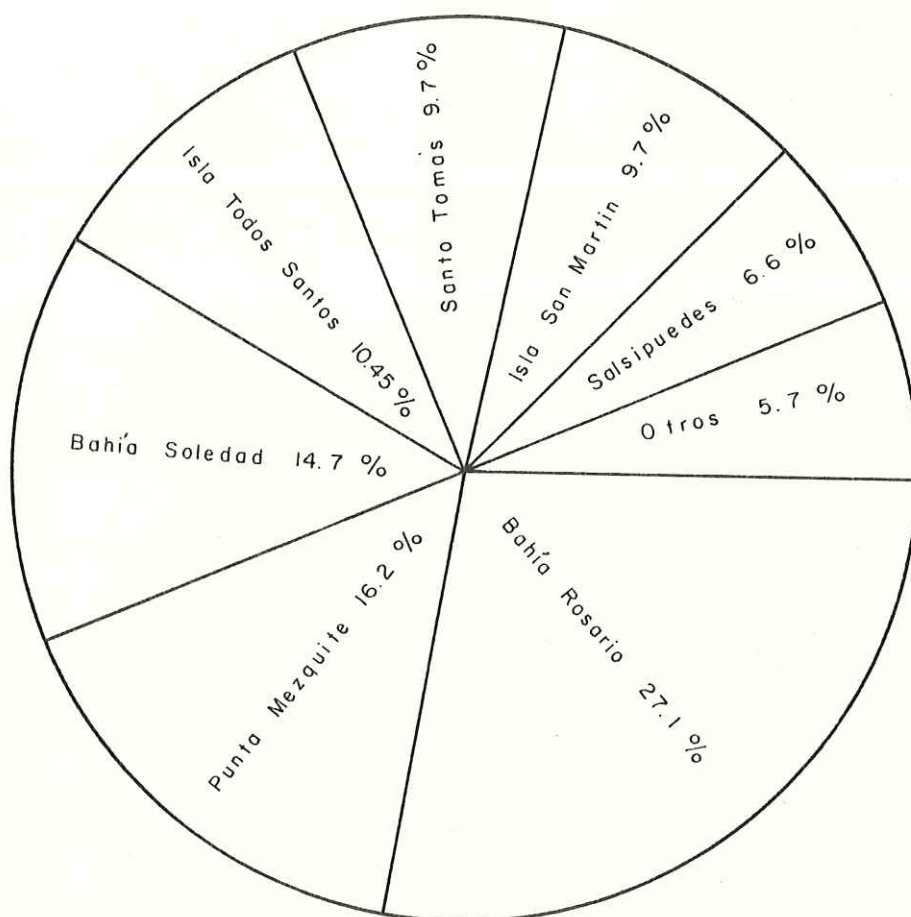


Fig. 13 - Porcentaje de la producción para las principales zonas de explotación en el período 1978 - 1984 .

en tres zonas: Bahía Rosario (27.1 %), Punta Mezquite (16,2 %) y Bahía Soledad (14.7 %) (Fig. 13).

A partir de los datos de la tabla VII de producción, esfuerzo, producción por unidad de esfuerzo y tiempo, se presentan las figuras 14, 15 y 16.

Comparativamente se muestra el volumen de producción-tiempo (años) para las siete principales zonas de explotación en el período de 1978-1984 (Fig. 14):

i) en Bahía Rosario se observa que la mayor producción es en el año de 1978 (14906 ton), teniendo una disminución en los años de 1980 (2867 ton) y 1981 (3329 ton), una recuperación en 1982 (9593 ton), una caída en 1983 (850 ton) y un aumento en 1984 (5290 ton);

ii) en Punta Mezquite existen dos picos de producción, en 1979 (7057 ton) y 1982 (5496 ton), la menor producción en 1983 (744 ton) y 1984 (809 ton);

iii) en Bahía Soledad se presenta un incremento de la producción de 1978 a 1981 hasta llegar a una mayor producción de 9553 ton y a partir de este punto tener una menor producción en 1983 con solo 30 ton ;

TABLA VII - PRODUCCION (TONELADAS METRICAS) ESFUERZO (HORAS DE
 MANIOBRA) Y PRODUCCION POR UNIDAD DE ESFUERZO (TONELADAS/
 HORAS DE MANIOBRA) PARA LAS SIETE PRINCIPALES ZONAS DE
 EXPLOTACION EN EL PERIODO DE 1978- 1984.

LOCALIDAD	AÑO	PRODUCCION	ESFUERZOS	P P U E
BAHIA ROSARIO	1978	14 906	245.7	60.6
	1979	5 549	115.7	47.9
	1980	2 867	63.9	44.8
	1981	3 329	71.2	46.7
	1982	9 593	162.8	58.9
	1983	8 50	32.4	26.2
	1984	5 290	100.7	52.9
PUNTA MEZQUITE	1978	3 837	87.6	43.8
	1979	7 057	137.2	51.4
	1980	3 743	80.7	46.4
	1981	3 625	92.4	39.2
	1982	5 496	107.1	51.3
	1983	7 44	21.1	35.2
	1984	8 09	20.8	38.9
BAHIA SOLEDAD	1978	—	—	—
	1979	2 237	47.2	47.4
	1980	6 437	112.0	57.4
	1981	9 553	187.0	51.0
	1982	3 698	58.7	62.9
	1983	8 0	3.0	26.6
	1984	1 101	22.8	48.2
ISLA TODOS SANTOS	1978	4 138	71.9	57.5
	1979	5 741	96.8	59.3
	1980	3 225	53.8	59.9
	1981	1 094	30.1	36.5
	1982	1 964	37.5	52.3
	1983	—	—	—
	1984	2 17	4.0	54.2
SANTO TOMAS	1978	—	—	—
	1979	—	—	—
	1980	—	—	—
	1981	6 89	16.5	41.7
	1982	6 410	104.4	61.3
	1983	7 23	22.3	32.4
	1984	7 043	128.7	54.7
ISLA SAN MARTIN	1978	3 423	51.5	66.4
	1979	3 434	40.2	85.3
	1980	4 449	69.6	63.8
	1981	1 085	23.6	45.8
	1982	1 877	29.5	63.6
	1983	931	19.9	46.7
	1984	—	—	—
SALSIPUEDES	1978	2 150	44.8	47.9
	1979	4 927	79.1	62.2
	1980	1 469	31.1	47.1
	1981	3 73	10.2	36.5
	1982	4 40	6.5	67.7
	1983	6 8	2.0	34.0
	1984	8 19	15.3	53.5

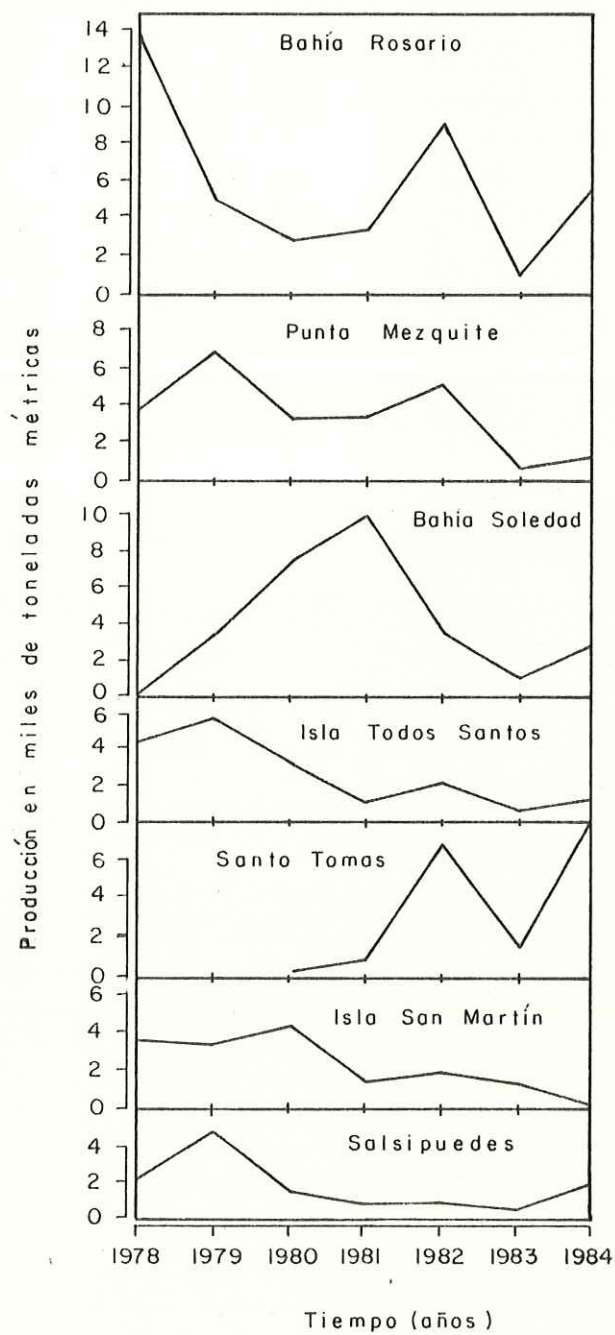


Fig. 14 = Comparación de la producción anual en las siete principales zonas de explotación en el período 1978 - 1984 .

iv) en Isla Todos Santos existe un solo pico en 1979 (5741 ton), siendo menor la producción en 1981 (1094 ton), 1982 (1964 ton) y 1984 (217 ton), en 1983 no se cosechó;

v) en Santo Tomás no se cosechó de 1978 a 1980 y muestra dos picos los años de 1982 (6410 ton) y 1984 (7043 ton) y valores menores para 1981 (689 ton) y 1983 (723 ton);

vi) en Isla San Martín se observa un solo pico en 1980 (4449 ton) y menor producción en 1981 (1085 ton), 1982 (1877 ton) y 1983 (931 ton), en 1984 no se cosechó;

vii) en Salsipuedes muestra un solo pico en 1979 (4927 ton) y los demás valores se mantienen menores pero continuos hasta 1984.

El esfuerzo para estas zonas de explotación (Fig. 15) tiene el mismo comportamiento de la producción.

Comparativamente se muestra la producción por unidad de esfuerzo-tiempo (años) para las siete principales zonas de explotación en el período 1978-1984 (Fig. 16):

i) en Bahía Rosario el PPUE muestra sus mayores valores, los años de 1978 (61 ton/hr), 1982 (59 ton/hr) y 1984 (54 ton/hr) y una caída en 1983 (26 ton/hr);

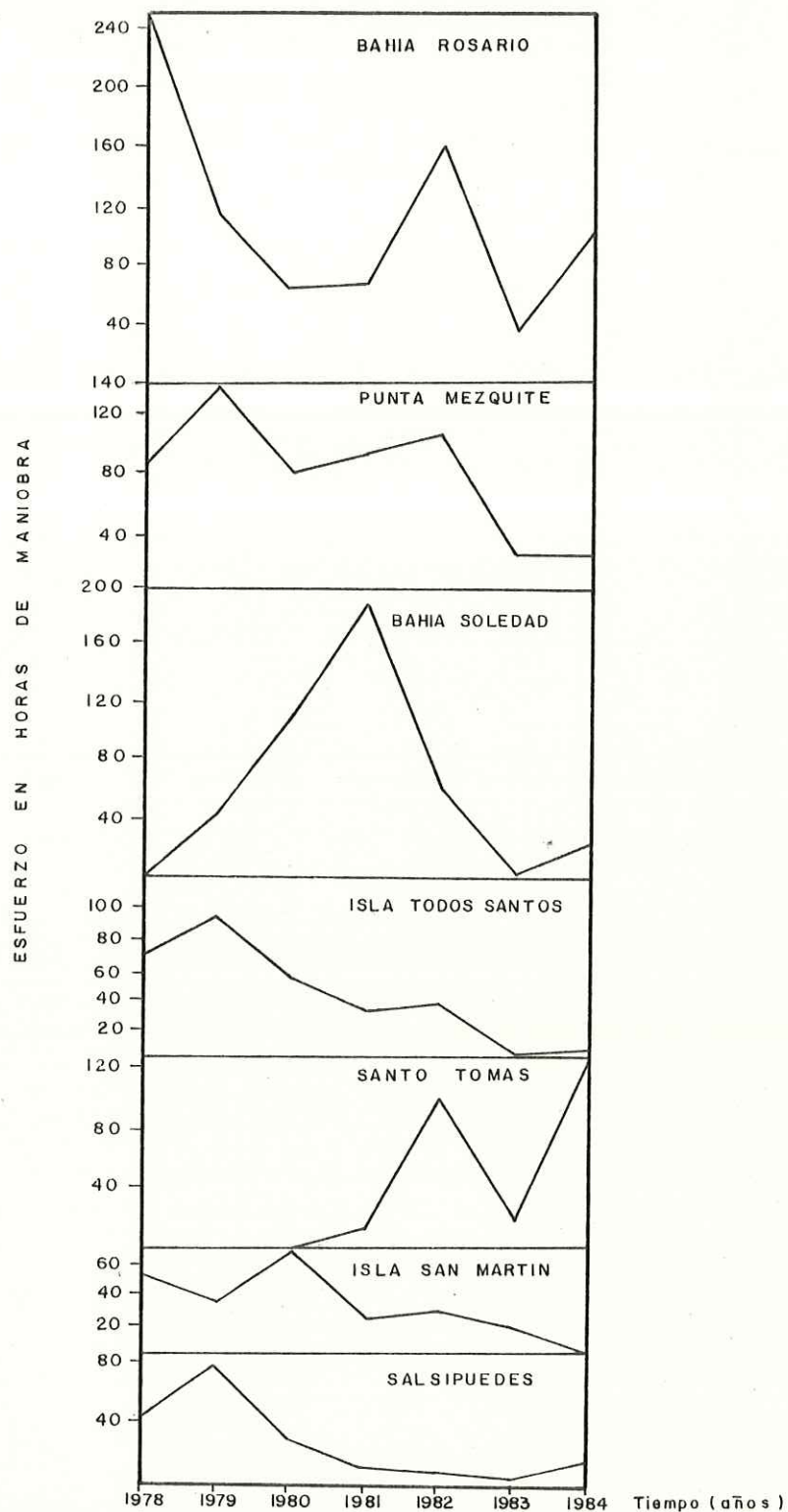


Fig. 15.- Comparación del esfuerzo anual en las siete principales zonas de explotación en el período 1978 - 1984.

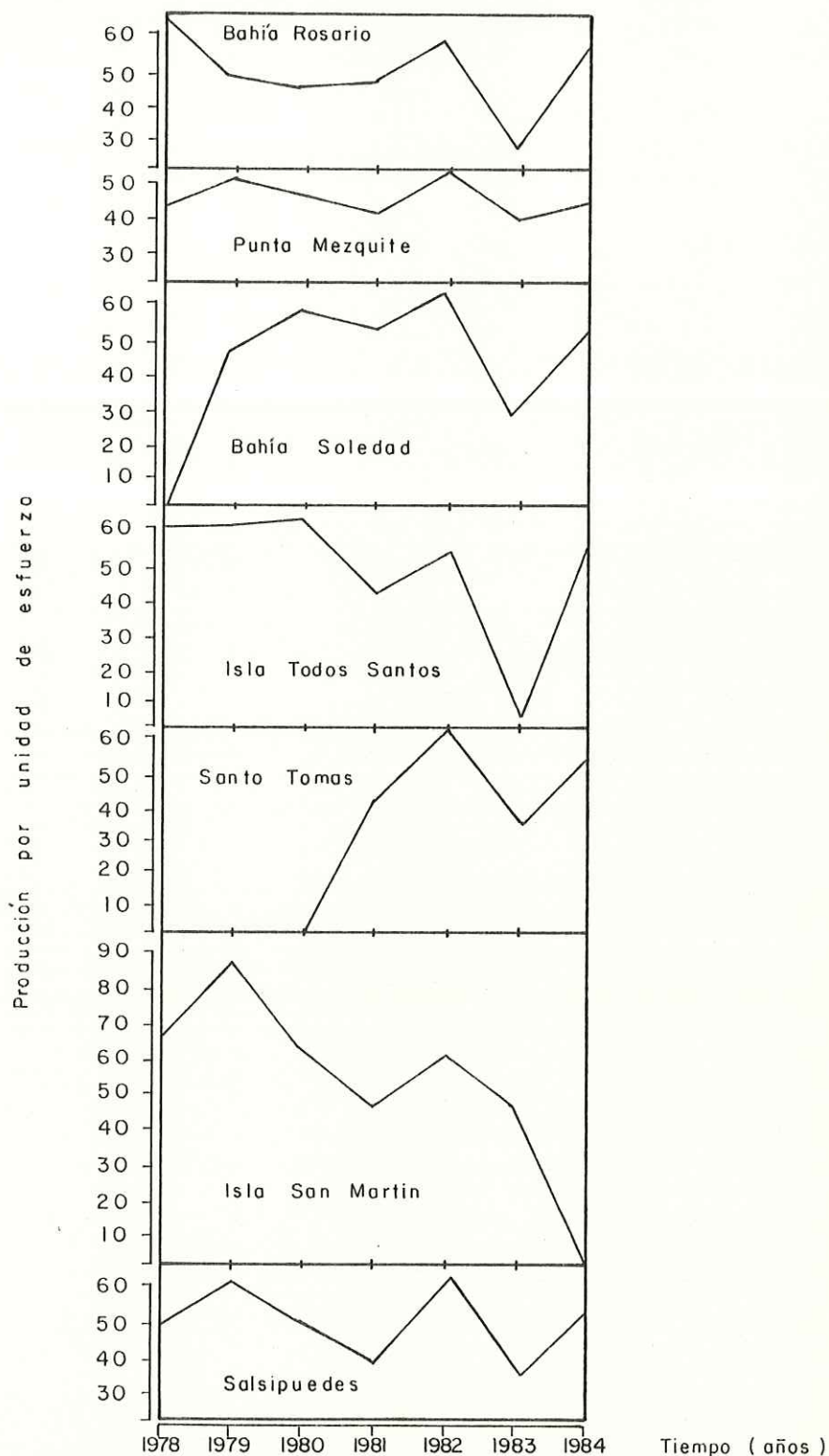


Fig.16 :Producción por unidad de esfuerzo anual para las siete principales zonas de explotación en el periodo de 1978 - 1984.

ii) en Punta Mezquite se observa un aumento del PPUE en 1982 (51 ton/hr), una disminución en 1981 (39 ton/hr), incrementándose en 1982 (51 ton/hr) con una reducción en 1983 (37 ton/hr);

iii) en Bahía Soledad se tiene un aumento del PPUE en 1980 (57 ton/hr), una disminución en 1981 (51 ton/hr), un aumento en 1982 (63 ton/hr) y una caída en 1983 (27 ton/hr);

iv) en Isla Todos Santos el PPUE tiende a mantenerse alto (>55 ton/hr), a excepción de 1981 (37 ton/hr), en 1983 no se cosechó;

v) en Santo Tomás el PPUE tiene dos valores mayores en 1982 (51 ton/hr) y 1984 (55 ton/hr), y dos valores menores en 1981 (42 ton/hr) y 1983 (37 ton/hr);

vi) en Isla San Martín el PPUE se mantiene alto (>55 ton/hr) la mayor parte del tiempo a excepción de los años de 1981 (46 ton/hr) y 1983 (47 ton/hr);

vii) en Salsipuedes el PPUE muestra dos picos en los años de 1979 (62 ton/hr) y 1982 (68 ton/hr), disminuyendo en 1981 (36 ton/hr) y 1983 (34 ton/hr).

Estacionalmente Punta Mezquite tiene sus picos de

producción en verano, de 1979 y 1982 (Fig. 19) y el otoño de 1981 (Fig. 20); la producción por unidad de esfuerzo muestra sus picos en primavera de 1980 y 1982 (Fig. 18) y el verano de 1979 y 1982 (Fig. 19).

Los inviernos de 1980 y 1983 tienen dos picos en su producción por unidad de esfuerzo (Fig. 17), pero su producción es tan solo de 384 ton y 351 ton respectivamente (Tabla VIII).

Bahía Rosario tiene sus picos de producción en primavera de 1978, 1982 y 1984 (Fig. 22), el verano de 1978, 1981 y 1982 (Fig. 23), y el otoño tiene su mayor valor en 1978 con 4368 ton (Tabla IX); los picos de la producción por unidad de esfuerzo en primavera de 1978, 1979 y 1982 (Fig. 22) y el verano de 1979, 1982 y 1984 (Fig. 23).

La relación producción-esfuerzo estacional tanto para Punta Mezquite (Fig. 24), como para Bahía Rosario (Fig. 25) en el período de 1978-1984, muestran que al aumentar el esfuerzo se incrementa la producción, existiendo valores de pendientes mayores en Bahía Rosario que en Punta Mezquite, mostrando ser una mejor zona de explotación. Dado que solamente en dos años se tuvo cosecha otoñal en Bahía Rosario, no se alcanza la cantidad mínima de grados de libertad requerida para la realización de la prueba de

TABLA VIII - PRODUCCION (TONELADAS METRICAS)ESFUERZO (HORAS DE MANIOBRA) Y PRODUCCION POR UNIDAD DE ESFUERZO (TONELADAS / HORAS DE MANIOBRA) EN PUNTA MEZQUITE PARA INVIERNO, PRIMAVERA, VERANO Y OTOÑO DE 1978 A 1984.

INVIERNO DE	PRODUCCION	ESFUERZO	P P U E
1978	1103	23.6	46.7
1979	725	18.2	39.8
1980	384	7.2	53.3
1981	460	13.0	35.4
1982	1532	37.3	41.0
1983	351	7.1	49.4
1984	—	—	—
PRIMAVERA DE			
1978	1152	22.4	51.4
1979	693	13.4	51.7
1980	1348	24.2	55.8
1981	780	22.8	34.2
1982	1077	17.0	63.4
1983	50	2.0	25.0
1984	143	3.0	47.6
VERANO DE			
1978	1006	24.7	40.7
1979	4294	69.8	61.4
1980	1631	38.7	42.1
1981	384	10.0	38.4
1982	2887	52.8	54.6
1983	343	12.0	28.6
1984	658	18.0	36.5
OTOÑO DE			
1978	576	16.9	54.1
1979	1345	35.7	37.6
1980	382	10.3	36.9
1981	2001	46.9	42.6
1982	—	—	—
1983	—	—	—
1984	—	—	—

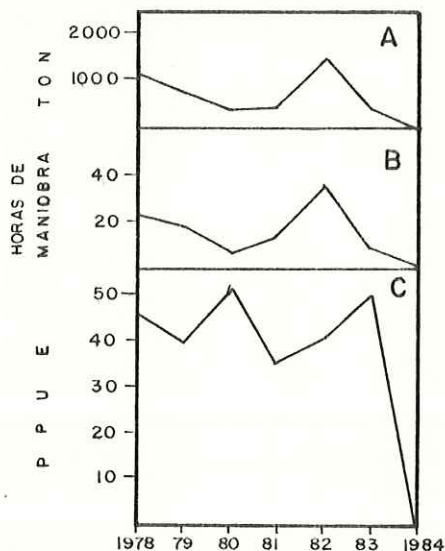


Fig. 17.- Variación anual del invierno en Punta Mezquite de la producción (A) esfuerzo (B) y producción por unidad de esfuerzo (C) de 1978 a 1984.

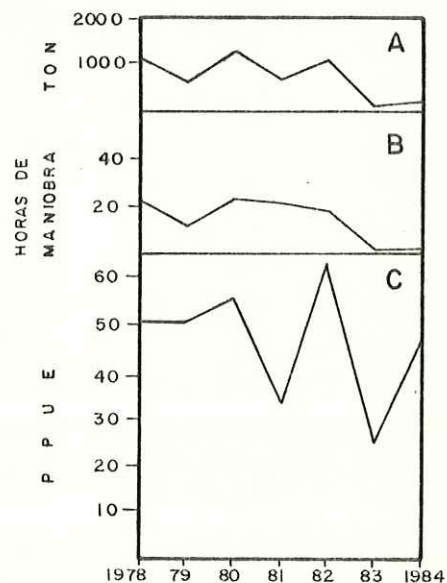


Fig. 18.- Variación anual de la primavera en Punta Mezquite de la producción (A), esfuerzos (B) y producción por unidad de esfuerzo (C) de 1978 a 1984.

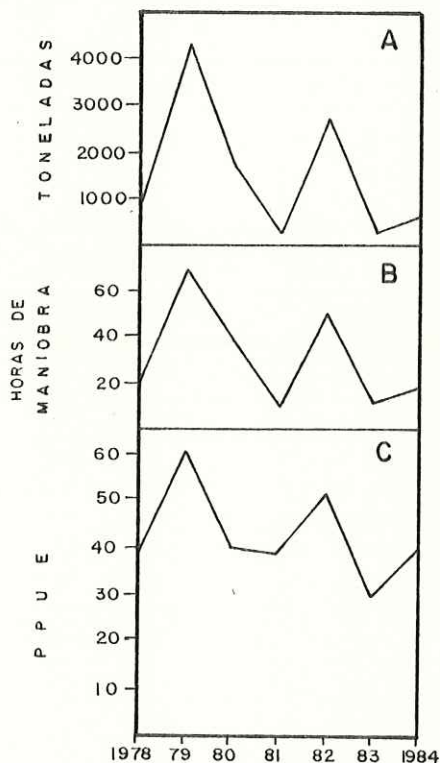


Fig. 19.- Variación anual de los veranos en Punta Mezquite de la captura (A) esfuerzo (B) y producción por unidad de esfuerzo (C) de 1978 a 1984.

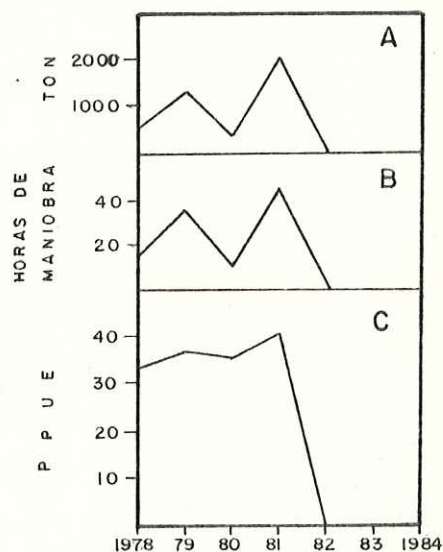


Fig. 20.- Variación anual de los otoños en Punta Mezquite de la producción (A) esfuerzo (B) y producción por unidad de esfuerzo (C) de 1978 a 1984.

TABLA IX - PRODUCCION (TONELADAS METRICAS)ESFUERZO (HORAS DE MANIOBRA)Y PRODUCCION POR UNIDAD DE ESFUERZO (TONELADAS / HORAS DE MANIOBRA) EN BAHIA ROSARIO PARA INVIERNO, PRIMAVERA, VERANO Y OTOÑO DE 1978 A 1984.

INVIERNO DE	PRODUCCION	ESFUERZO	P P U E
1978	1809	36.2	49.9
1979	1307	34.1	38.3
1980	—	—	—
1981	—	—	—
1982	1195	28.4	42.0
1983	—	—	—
1984	700	21.1	33.2
PRIMAVERA DE			
1978	4387	64.7	67.8
1979	2680	41.5	64.5
1980	1805	35.9	50.9
1981	90	13.2	59.8
1982	3506	54.0	64.9
1983	600	21.4	28.0
1984	2965	50.2	52.7
VERANO DE			
1978	3975	56.8	69.9
1979	1562	40.1	38.9
1980	1062	28.1	37.9
1981	2209	48.6	45.4
1982	4892	80.5	60.7
1983	250	11.0	22.7
1984	1625	29.9	55.2
OTOÑO DE			
1978	4368	87.9	49.6
1979	—	—	—
1980	—	—	—
1981	330	9.4	35.1
1982	—	—	—
1983	—	—	—
1984	—	—	—

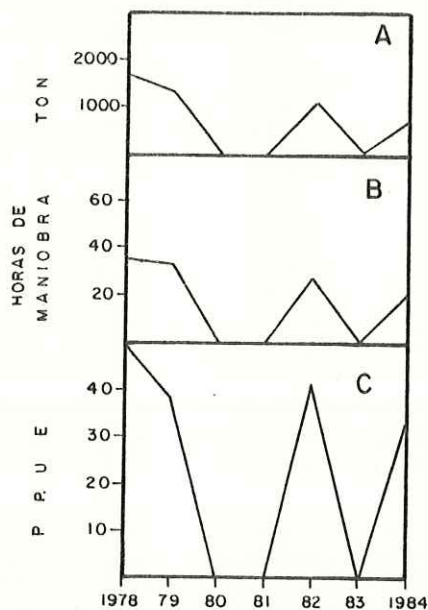


Fig. 21- Variación anual del invierno en Bahía Rosario de la producción (A) esfuerzo (B) y producción por unidad de esfuerzo (C) de 1978 a 1984.

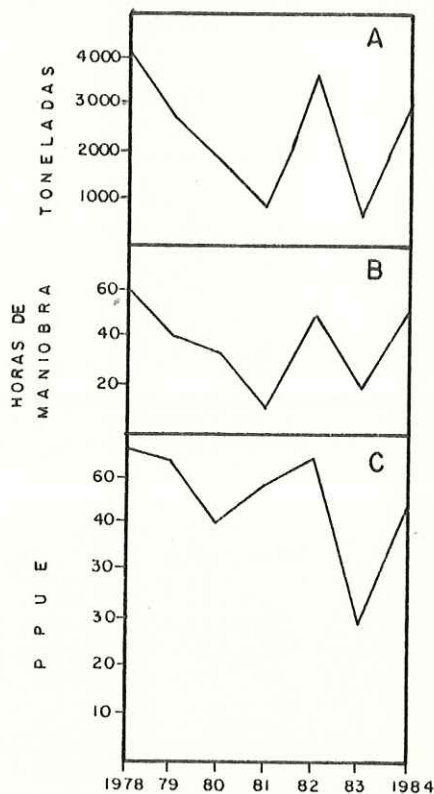


Fig. 22- Variación anual de las primaveras en Bahía Rosario de la producción (A) esfuerzo (B) y producción por unidad de esfuerzo (C) de 1978 a 1984.

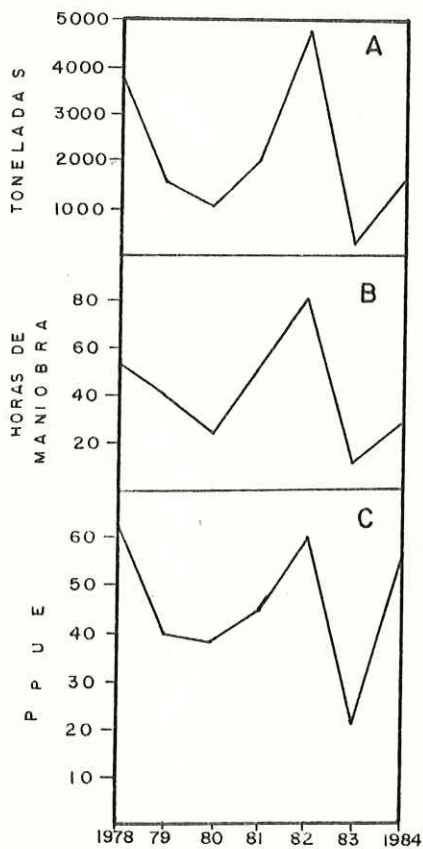


Fig. 23 - Variación anual de los veranos en Bahía Rosario de la producción (A) esfuerzo (B) y producción por unidad de esfuerzo (C) de 1978 a 1984.

Tiempo (años)

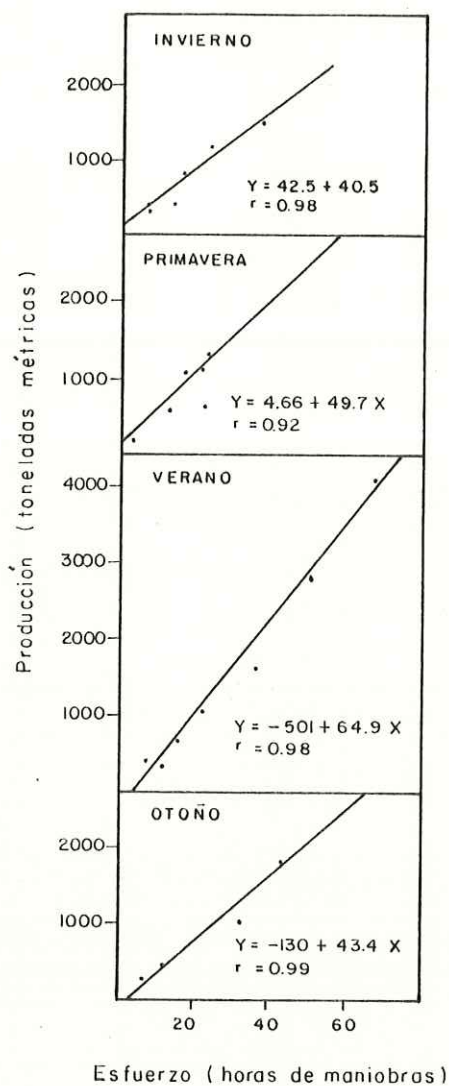


Fig. 24 = Relación producción-esfuerzo estacional en Punta Mezquite para el período 1978-1984.

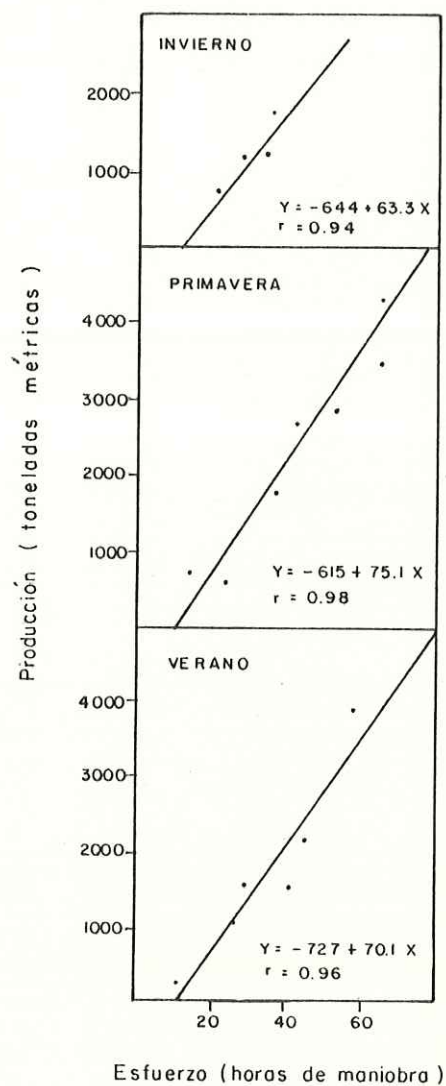


Fig. 25 = Relación producción-esfuerzo estacional en Bahía Rosario para el período 1978-1984.

significancia del coeficiente de correlación.

El volumen de producción anual de M. pyrifera en la costa noroccidental de Baja California (Fig. 3), puede estar influenciado por diversos factores que cambian año con año y estos son; tormentas (Dayton y Tegner, 1984); temperaturas arriba de los 20 °C (Gerard, 1984); disponibilidad de nutrientes (Gerard, 1982a); por la acción destructora de los erizos (North, 1971) y de manera muy importante por la demanda del mercado (De La Campa, 1974). Sin embargo tomando en cuenta que existe una sola unidad de cosecha, los años de 1976 y 1977 muestran un volumen de producción muy arriba del promedio (23769 ton) llegándose a cosechar tanto como 41569 ton y 41469 ton respectivamente, lo cual pudo haber sido debido a una gran disponibilidad de nutrientes y adecuadas condiciones de temperatura, provocando una mayor producción de los mantos y consecuentemente una mejor eficiencia en la cosecha. También, se muestra una disminución considerable en la producción del año de 1983, con 2980 ton, pudiéndose atribuir al fenómeno de "El Niño" y las fuertes tormentas en el invierno de 1982-1983, que mermaron considerablemente los mantos, reduciendo la densidad de las frondas, obligando a suspender la maniobra la mayor parte del año.

La comparación de la producción, número de horas de maniobra y número de viajes en el período de 1978-1984 (Figs. 4 y 5), muestran estar muy relacionadas, ya que al aumento de los esfuerzos, aumenta la producción, a excepción del año de 1981, en el que a una menor producción hay una disminución en el número de viajes, pero un aumento en las horas de maniobra. Según el Ing. Armenta (comunicación personal **), la merma de la producción en los años de 1980 y 1981, se debió a las condiciones de tormenta que en esos años causaron grandes aportes terrígenos que sepultaron y desprendieron una cantidad considerable de M. pyrifera. Esta reducción de la producción en 1981, no refleja un esfuerzo mayor en el número de viajes, pero sí en las horas de maniobra, debido probablemente a que el daño que sufrieron los mantos, no permitió una buena cosecha en la primavera y el verano, fue hasta otoño cuando aumento el volumen de producción (Fig. 9), pero en esta estación la maniobra de cosecha tarda de 8 a 10 hr en llenar una carga, en comparación con la primavera y el verano en que se reduce de 4 a 7 hr, es un mismo viaje pero con una diferencia importante en número de horas de maniobra, en las diferentes estaciones del año. Por lo que se eligió a las horas de maniobra como una medida más representativa del esfuerzo.

El hecho de que la mayor producción en el período 1978-1984, se ha obtenido en las estaciones de primavera y

verano (Figs. 7 y 8). Comprueba que es en esta época del año cuando las frondas se encuentran mejor desarrolladas, y existan en una proporción mayor tejidos con alta capacidad de absorción (Gerard, 1982b); lo cual, es debido a la mayor intensidad con que se presentan las surgencias en primavera y verano en Baja California (Reid, et.al., 1958); provocando una gran abundancia de nutrientes que son usados y almacenados por la planta (Gerard, 1982a). Además, éste se traduce en una disminución del esfuerzo en horas de maniobra por viaje, en toda esta época del año, teniendo una mejor eficiencia en la cosecha. En general, el aumento de la producción en los otoños de 1978 y 1981 (Fig. 9), obedece a un incremento del esfuerzo, por lo que se puede asumir que el otoño no presenta las mismas buenas condiciones de explotación que la primavera y el verano. La causa principal de la menor producción en invierno (Fig. 6), puede ser, porque generalmente todo diciembre y parte de enero es período de vacaciones para la tripulación.

La caída de la producción en Baja California para 1983 de M. pyrifera (Figs. 4,5,6,7,8 y 9), fue causada por el fenómeno de "El Niño" 1982-1983, el cual se manifestó con tormentas de gran magnitud en el invierno de 1982-1983, que causaron gran mortalidad de plantas (Dayton y Tegner, 1984); que junto a las temperaturas mayores de 20 °C y bajas concentraciones de nutrientes (Gerard, 1984), provocaron el

deterioro y la consecuente disminución en el volumen de producción de M. pyrifera en toda el área de explotación en Baja California.

En 1984 tan solo se cosecharon 17940 ton, lo que significa una recuperación (Fig. 3), pero se espera que 1985 sea un año con una de las mayores cosechas, dadas las buenas condiciones que presentan los mantos

En general el esfuerzo en horas de maniobra muestra estar muy relacionado con la producción, para invierno, primavera, verano y otoño (Figs. 6,7,8 y 9), pero es la producción por unidad de esfuerzo la que muestra mayores valores en la primavera y el verano, indicando que es en esta época cuando las frondas son más densas y abundantes. Relacionando ésto con la ocurrencia e intensidad de las surgencias que también son más frecuentes en primavera y verano desde Punta Mezquite a Bahía Rosario (Dawson, 1951).

La relación de producción-esfuerzo anual (Fig. 10) y estacional (Fig. 11), en el período 1978-1984 muestra que conforme se incrementa el esfuerzo aumenta la producción, mostrando que en la primavera y el verano además de tener la mayor volumen de producción también se lleva a cabo la cosecha de una manera más eficiente.

Una opción para incrementar la producción, es aumentar el esfuerzo en número de barcos sargaceros, los cuales podrían trabajar a su máxima capacidad en primavera y verano. Debido a que es en estas estaciones cuando E. pyrifera presenta una mayor abundancia y crecimiento (Gerard, 1976). Además de que la explotación de los mantos al sur de Bahía Rosario, como los que se encuentran de Isla de Cedros a Punta San Hipólito incrementarían grandemente el volumen de producción. Dado que los mantos de estas áreas están cuantificados como los más abundantes (Hernández, et.al., 1982). El mayor porcentaje de cosecha en Punta Mezquite, Santo Tomás, Punta China y Bahía Soledad durante el período de 1958-1984 (Fig. 12), se debió a que generalmente los mantos de estas áreas se encuentran en buenas condiciones para la cosecha y a su cercanía con el puerto de Ensenada lo que a su vez facilita la entrega de la materia prima en el puerto de San Diego, no obstante en el período de 1978-1984, Bahía Rosario ha sido el área de mayor productividad (Fig. 13). Ya que es una de las zonas más importantes de surgencia (Dawson, 1951), dando lugar a que la vegetación marina sea más abundante y por consecuencia la cosecha más eficiente.

La producción en el período 1978-1984 para las 7 principales zonas de explotación (Fig. 14), tuvo la tendencia (a excepción de 1983), a equilibrar la producción

de una zona con respecto a la otra en el mismo año, así se tiene que en 1978 la mayor producción en Bahía Rosario (14906 ton), Isla Todos Santos (4138 ton), Punta Mezquite (3837 ton), Isla San Martín (3423 ton), compensaron la menor producción en Salsipuedes (2150 ton) y la nula cosecha en Santo Tomás y Bahía Soledad. También el aumento de la cosecha para 1979 en Punta Mezquite (7057 ton), Isla Todos Santos (5741 ton), contrapesa la disminución de la producción en Bahía Rosario (5549 ton). El mismo comportamiento para 1982 en el que la mayor producción de Bahía Rosario (9593 ton), Santo Tomás (6410 ton), Punta Mezquite (5496 ton), balancearon la menor explotación en el resto de las áreas. Para 1980 y 1981 Bahía Soledad es la única zona que muestra un aumento real en su producción (con 6437 ton y 9553 ton respectivamente), esto debido probablemente a que en esta área las descargas de los arrollos, no afectaron de una manera importante a los mantos, como en todas las demás áreas en que disminuyó la producción.

En 1983 el efecto de "El Niño" sobre el área de explotación de M. pyrifera en Baja California fue la causa de la disminución en la cosecha (2980 ton). Para 1984 solo se muestra recuperación con respecto al volumen de producción en Santo Tomás (7043 ton) y Bahía Rosario (5209 ton), debido probablemente a que las condiciones de

surgencia se presentaron con una mayor intensidad resultando en una mayor productividad a diferencia de las otras áreas.

La producción por unidad de esfuerzo (PPUE) en el período 1978-1984 para las 7 principales zonas de explotación (Fig. 16) se comporta conforme a la producción en Bahía Rosario, Punta Mezquite y Santo Tomás, pero para Bahía Soledad en 1981 se muestra un PPUE bajo comparado con la producción, por lo que se deduce que la cosecha se realizó con un esfuerzo considerable, confirmando que las condiciones de tormenta que se presentaron en 1981, afectaron la cosecha de M. pyrifera en todas las áreas por igual, circunstancia que no sucedió en 1980 donde el PPUE en Bahía Soledad, Isla Todos Santos, Isla San Martín se mantuvo alto (>55 ton/hr). A manera de compensar el efecto adverso de 1981 el año de 1982 presentó un PPUE alto para las 7 áreas de explotación mostrando la rápida capacidad de recuperación de los mantos de M. pyrifera para superar condiciones ambientales adversas. Es conveniente hacer notar que es en las Islas de Todos Santos y San Martín donde el PPUE se mantiene alto la mayor parte de tiempo, debido probablemente a que es en las islas donde el barco sargacero puede trabajar con mayor libertad, disminuyendo las horas de maniobra por viaje.

Durante el período de 1978-1984 se distinguen 2 zonas

de mayor productividad por el volumen y continuidad en su producción, una al norte del puerto de Ensenada (Punta Mezquite) y otra al sur (Bahía Rosario). Las gráficas estacionales para el período 1978-1984, revelan que la mayor producción es en primavera y verano, tanto en Punta Mezquite como Bahía Rosario (Figs. 18,19,22 y 23), una excepción es el otoño de 1981 en Punta Mezquite; el PPUE muestra que esta producción de otoño fue con un mayor esfuerzo, siendo la primavera y el verano las estaciones del año en que el PPUE tiene los mayores valores. Esto se debe a las condiciones de surgencia que se presentan en abril y mayo (Reid, et.al., 1958); principalmente en Bahía Rosario (Dawson, 1951).

5. CONCLUSIONES

1.- La mejor época del año para realizar la cosecha de manera más eficiente es la primavera y verano, debido a las condiciones de surgencia que se reflejan en un inmediato desarrollo de las algas marinas en la mayor parte de la zona de explotación en Baja California.

2.- Se presentó la tendencia a aumentar la producción en el lado sur del área de explotación, sobre todo en Bahía Rosario, la cual, es la zona de mayor productividad, por su volumen de cosecha en el período de 1978-1984.

3.- La producción de M. pyrifera en Baja California fue afectada por eventos catastróficos como tormentas en invierno de 1980-1981 y el fenómeno de "El Niño" (1983); pero también mostró una buena capacidad de recuperación para superar condiciones adversas en un corto tiempo.

6. RECOMENDACIONES

Para la continuación de este estudio se sugiere trabajar los datos en paquetes de información anuales y estacionales para la producción y el esfuerzo, así como la utilización de los datos de temperatura para obtener una información complementaria.

Un aspecto importante consiste en el aprovechamiento integral del recurso, por lo que sería conveniente, hacer un estudio de mercado, que determine la factibilidad de producir insumos necesarios al mercado nacional, a partir del uso de algas pardas gigantes.

7. LITERATURA CITADA

- Chapa, S.H., 1964. La explotación de algas en Baja California. Trabajos de divulgación del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueros (INIBP). Departamento de Estudios Biológico Pesqueros. 34(9);9-14.
- Chapman, V.J., 1970. Marine algae of New Zealand. Beihefte Zur, Nova Hedwlgia; 56 pp.
- Clendenning, K.A., M.C. Sargent, 1960. Physiology and Biochemistry of Giant Kelp. Quart. Prog. Rpt., Kelp, Inv. Prog., Univ. of Calif., Inst. Mar. Res., I.M.R.. 60(8);9-13.
- Dayton, P.K., M.J. Tegner, 1984. Catastrophic storms, El Niño, and patch stability in a southern California kelp community. Science 224;283-285.
- Dawson, Y.F., 1951. A further study of upwelling and associated vegetation along Pacific Baja California, México. Allan Hancock Foundation. U.S.C. Journal of

- De La Campa, S., 1974. La cosecha de algas comerciales en Baja California. I.N.P./ Serie de Divulgación. 6;7-10
- Cerard, V.A., 1976. Some aspects of material dynamics and energy flow in a kelp forest in Monterey Bay, California. Ph.D. thesis, Univ. of California, Santa Cruz; 173 pp.
- Cerard, V.A., 1982a. Growth and utilization of internal nitrogen reserves by the giant kelp *Macrocystis pyrifera* in a low nitrogen environment. Mar. Bio.. 66;27-35.
- Cerard, V.A. 1982b. Insitu rates of nitrate uptake by giant kelp *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agard.: tissue differences, environmental effects, and prediction of nitrogen-limited growth. J. Exp. Mar. Biol. Ecol.. 62;211-224.
- Gerard, V.A., 1984. Physiological effects of El Niño on giant kelp in southern California. Marine Science; 15 pp.
- Guzmán, S.A., 1967. Programa nacional sobre algas marinas

mexicanas. Avances de investigación. Observaciones realizadas en bancos de Macrocystis sp. Trabajos de divulgación de INIBP. Departamento de estudios biológicos pesqueros. 130(13):3 -34.

Guzmán, S.A., 1969. Los recursos vegetales marinos de Baja California, México. Proc. Intl. Seaweed Symp..6:685-690.

Hernández, G., M.M. Casas, J.R. Torres-Villegas y J. Sánchez. (1982). Evaluación de mantos de Macrocystis pyrifera "Sargazo Gigante" en la península de Baja California. Inv. Mar. Cent. Interdis. Cien. Mar., La Paz, B.C.S. 1985. 2(1):1-15.

Mateus, V.H., 1972. Estudio integral tecnologico sobre el aprovechamiento de Macrocystis pyrifera (L.) C. Agardh 1820 como complemento alimenticio aviar. Tesis, E.S.C.M., Ensenada, B.C. ;3-31.

McPeak, R.H., D. Glantz, 1984. Harvesting California's kelp forest. Oceanus. 27(1):19-26.

Neushul, M., F. Xiong, 1984. The effects of light on the growth and development of giant kelp. Hidrobiology. 117:456-462.

North, W.J., 1971. The biology of giant kelp (Macrocystis)
in California. Beihefte Zur, Nova Hedwigia. Verlag Von
J. Cramer; 600 pp.

Phillips, J.H., 1980. Cuantitative acuatic biological
indicators. Aplied Sciencen Publishers, London;
377-379.

Reid, J.L., G.I. Roden y J.G. Wyllie, 1958. Studies of
the California current system. CalCOFI Progres Rep. 1.
July 1956- 1 January 1958; 28-56.

Scofield, W.L., 1959. Hystory of kelp harvesting in
California. California Fish and Game. 45:135-157.