

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE
BAJA CALIFORNIA**

UNIDAD DE CIENCIAS MARINAS

**ESTIMACION DE LA DENSIDAD Y
BIOMASA EN UNA POBLACION DE ERIZO
DE MAR Strongylocentrotus franciscanus
(Agassiz, 1863) EN XATAY, BAJA CALIFORNIA,
MEXICO, EN ENERO DE 1983.**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**

OCEANOLOGO

PRESENTA

EDUARDO VAZQUEZ SOLORZANO

A Bertha y Pepe, padres maravillosos
mi admiración y cariño por el buen
camino que nos han sabido enseñar
y sus atinados consejos en nuestras vidas.

A Patty hermana querida, por ser
un ejemplo fiel en nuestra formación

A Enrique, hermano gemelo, por los
triumfos que hemos de lograr
paralelamente

A Tere, cuñada querida, con cariño

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a mi querida casa de estudios Escuela Superior de Ciencias Marinas por mi formación profesional.

A la Delegación Federal de Pesca e Instituto Nacional de la Pesca en el estado de Baja California Norte por las amplias facilidades que me brindaron para la elaboración de este trabajo.

A mis amigos y compañeros de trabajo: Ocean. José Romero O. Ocean. Julio S. Palleiro N. y Buzo Francisco Uribe O. por su desinteresada ayuda y apoyo en todo momento.

A la Ocean. Myra Pamplona, quien tuvo a bien dirigirme en la elaboración de esta tesis profesional.

Mis agradecimientos a los señores: Dr. Hans Bertsch; Ocean. Luis Aguilar; H.C. Luis Fok; y Biol. Guillermo Villarreal, por sus atinadas críticas en la revisión de este trabajo.

Y en general a todas las personas que de una u otra forma intervinieron en la realización de esta tesis profesional.

INDICE

	Página
1 INTRODUCCION	1
1.1 Relaciones ecológicas	1
1.2 Objetivo	5
2 LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	6
3 MATERIALES Y METODOS	10
3.1 Densidad y biomasa	14
3.2 Estructura de la población	14
3.3 Relación talla-peso	15
3.4 Rendimiento gonadal	16
3.5 Índice gonadal	16
3.6 Relación peso gonadal-diámetro	17
4 RESULTADOS	18
4.1 Densidad y biomasa	18
4.2 Estructura de la población	20
4.3 Relación talla-peso	20
4.4 Rendimiento gonadal	23
4.5 Índice gonadal	23
4.6 Relación peso gonadal-diámetro	27
4.7 Diversidad floral y faunal	27
5 DISCUSION	34
6 CONCLUSIONES	44
7 LITERATURA CITADA	47

RESUMEN

Se obtuvo una densidad media de 4.1250 ± 2.1091 orgs/m² de erizo de mar Strongylocentrotus franciscanus en la zona de Xatay, B.C. durante enero de 1983, en estaciones ubicadas a lo largo de transectos perpendiculares a la línea de costa.

Para la misma población se obtuvo una biomasa media de 0.7999 ± 0.4092 kgs/m² utilizando intervalos de confianza del 95 %.

Se calculó la relación entre el peso total del organismo (P) en gramos y el diámetro del mismo (D) en milímetros obteniendo la siguiente relación:

$$2.3375$$

$$P = 0.0096 D$$

Lo que representa que un organismo de 100 mm pesará 454 gm.

1. INTRODUCCION

1.1 Relaciones ecológicas

Una gran cantidad de erizos regulares en diferentes partes del mundo han arrasado con grandes extensiones de mantos de algas y pastos marinos (Lawrence, 1975) causando desequilibrios ecológicos de las comunidades bentónicas que ahí habitan (North y Pearse, 1970; Paine y Vadas, 1969; Leighton, 1971; Mann, 1977; Breen y Mann, 1976; Miller y Mann, 1973; Lang y Mann, 1976).

Grandes mantos de algas han disminuido drásticamente desde hace algunas décadas a lo largo de la costa del pacifico de Norte América (North, 1958) siendo una causa el excesivo pastoreo de los invertebrados herbívoros asociados a esta comunidad, especialmente el erizo de mar (Lewis, 1958).

Los erizos se consideran especies fundamentales en la comunidad de los mantos de algas (Dayton, 1972) ya que son bien conocidos por su habilidad de controlar la distribución y abundancia de las plantas marinas en el ecosistema (Leighton, Jones y North,; Mann, 1977).

Por la constante actividad de sobrepastoreo que ejercen estos, pueden limitar la abundancia de algas las cuales, utilizan como alimento (Kitching y Ebling, 1961; Leighton, 1966; Paine y Vadas, 1969). En citadas ocasiones los erizos atacan los órganos de fijación de las algas, ocasionando el desprendimiento de la planta la cual queda a la deriva y por lo general termina enredada con las demás plantas produciéndoles la muerte (Leighton, 1960) por ende donde las densidades de erizos son grandes y el consumo es alto, es difícil que haya desarrollo de vegetación, afectando la destrucción de los mantos de algas a estadios larvales y juveniles (Tegner y Dayton, 1977).

La abundancia de erizos es controlada por una serie de elementos naturales, como son: la disponibilidad de alimento, (Lees, 1970) enfermedades, (Pearse y Hines, 1979) la acción del oleaje, (Ebert, 1968) descargas de agua dulce, y un factor muy importante, la depredación (Lees, 1970). Un depredador primordial en el control de la densidad del erizo de mar, principalmente la del erizo rojo Strongylocentrotus franciscanus (Agassiz, 1863) en la parte norte de la costa occidental de California, E.U.A. ha sido la nutria de mar Enhydra lutris (Merriam, 1901); (Leighton, 1966) esta por tener un gran valor comercial ha sufrido una intensa caza, llegando casi a su total extinción alrededor del año de 1900 (Estes y Palmisano, 1974) Otro organismo clave, que

igualmente está sometido a una pesca intensa y que puede controlar las poblaciones de erizo, es la langosta roja Panulirus interruptus; (Randall, 1839).

De los peces que depredan al erizo, el que se considera de gran importancia ya que ataca organismos adultos es la vieja, Semicossyphus pulcher (Ayres); (Leighton et al, 1966; Rosenthal y Chess, 1970, 1972; Moitza y Phillips, 1979), siendo de menor importancia el pez señorita Oxyjulis californica (Günther) que depreda a erizos chicos (Tegner y Dayton, 1977) y el tiburón Heterodontus francisci (Gigard). Otros depredadores importantes son los asteroideos Pycnopodia helianthoides (Brandt); Astrometris sertulifera (Xantus); Dermasterias imbricata (Grube); Pisaster giganteus (Stimpson); y Pisaster ochraceus (Brandt); los cangrejos Cancer antennarius (Stimpson) y Cancer productus (Randall); las aves como las gaviotas Larus spp. (Himmelman y Steele, 1971).

Otro factor muy importante a considerar, ya que influye en la densidad de estos organismos es la inminente pesca comercial que repercute sobre las poblaciones de erizo (Kato, 1972).

Por lo general los erizos regulares de nuestras costas se encuentran asociados a los mantos de algas, especialmente al alga café Macrocystis pyrifera Agardh, 1820, (Pearse et al,

1970; North, 1971, 1974 Mattison, et al, 1977) que es la predominante en los mantos de algas del sublitoral de las costas de Baja California (Mateus, 1972) formando así la mayor parte de la estructura, biomasa y producción primaria del manto (North, 1971).

En la costa Noroccidental de Baja California encontramos cuatro especies de erizos regulares. El erizo blanco Lytechinus anameus, (Verrill, 1867); a Centrostephanus coronatus (Verrill, 1867); al erizo púrpura Strongylocentrotus purpuratus (Stimpson, 1857); y al erizo rojo Strongylocentrotus franciscanus (Agassiz, 1863); siendo sobre este último donde se inclina la pesquería de erizo de mar en Baja California.

La distribución geográfica del erizo rojo S. franciscanus es desde Alaska, E.U.A. hasta Isla de Cedros, B.C., México. Habitan por lo general en sustratos rocosos, donde hay mantos de algas y corrientes moderadas, en las isobatas que van de los 5 a los 10 metros, aunque se les puede encontrar en las zonas entremareas ó bien a profundidades mayores de 125 metros (Mottet, 1976).

1.2 Objetivo

Existen muy pocos estudios biológico - pesqueros del erizo de mar en nuestras costas. Ya que esta es una pesquería recientemente implementada en el estado de Baja California, se planteó como objetivo primordial, determinar la densidad y biomasa del erizo rojo Strongylocentrotus franciscanus en la zona de Xatay, Baja Cal. para el mes de enero de 1983, con el proposito de conocer su abundancia.

Se consideran los siguientes objetivos de importancia para tener conocimiento de algunas características de estos organismos:

- a) La estructura de la población analizando la distribución de tallas.
- b) Las relaciones morfológicas de los organismos.
- c) El índice gonadal de los organismos con respecto al diámetro de los mismos, así como su rendimiento gonadal.

2. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

Se trabajó en un lugar denominado El Pescadero el cual se encuentra localizado en la zona de Xatay B.C., aproximadamente a 12.6 millas náuticas al norte del Puerto de Ensenada B.C., ubicado en las coordenadas $31^{\circ} 58' 30''$ de Latitud Norte y $116^{\circ} 50' 15''$ de Longitud Oeste (Fig. 1).

Dicho lugar es de fácil acceso por lancha, se caracteriza por tener una costa rocosa y ser una zona de alta energía.

Las isobatas de 5 y 10 metros, aledañas a la costa en la zona de trabajo se caracterizan por tener una fuerte acción del oleaje, corrientes superficiales y subsuperficiales, por lo general es de fondo rocoso de alto relieve, ya que se caracteriza por tener gran cantidad de rocas con cuevas, donde por lo general había erizos, observándose también gran cantidad de cantos rodados. Así mismo hay gran diversidad y abundancia de flora y fauna con gran cantidad de pastos marinos, algas café, algas rojas, algas coralinas, algas verdes, peces demersales e invertebrados, observándose sitios con grandes densidades de erizo de mar.

También se presentan zonas con rocas de bajo relieve y fondo arenoso donde se encontraron solo estipes de algas café y algunos erizos irregulares.

En la isobata de los 15 metros por lo general, las estaciones se caracterizan por tener una gran cantidad de rocas de relieve medio con canales de arena y grano fino, encontrándose también zonas de alto y bajo relieve con declives pronunciados.

En la isobata de los 20 metros predominaba fondo con rocas de bajo relieve, por lo general arena de grano fino, aunque se llegaron a observar rocas de alto relieve (Fig. 2).

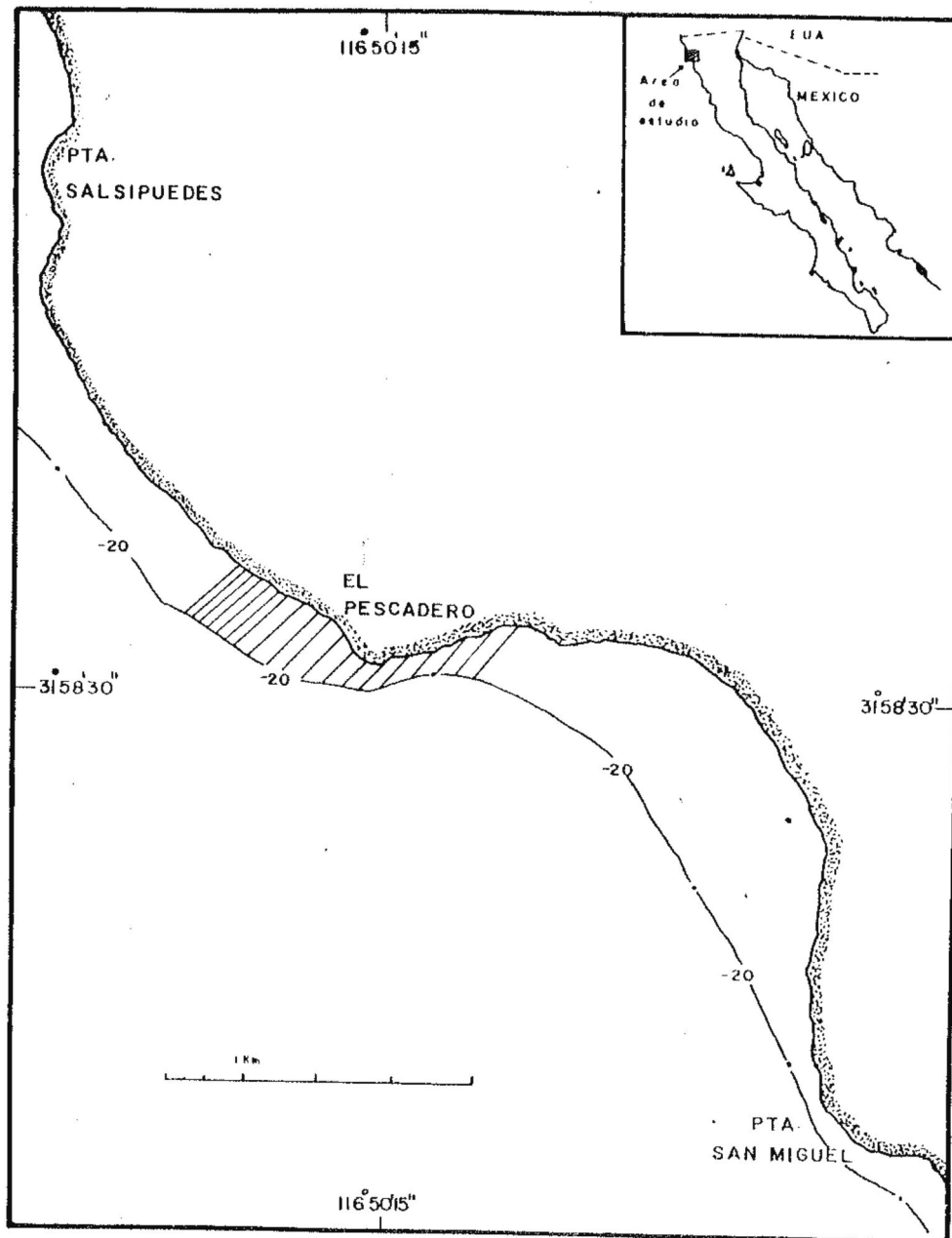


Fig. I.- LOCALIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO

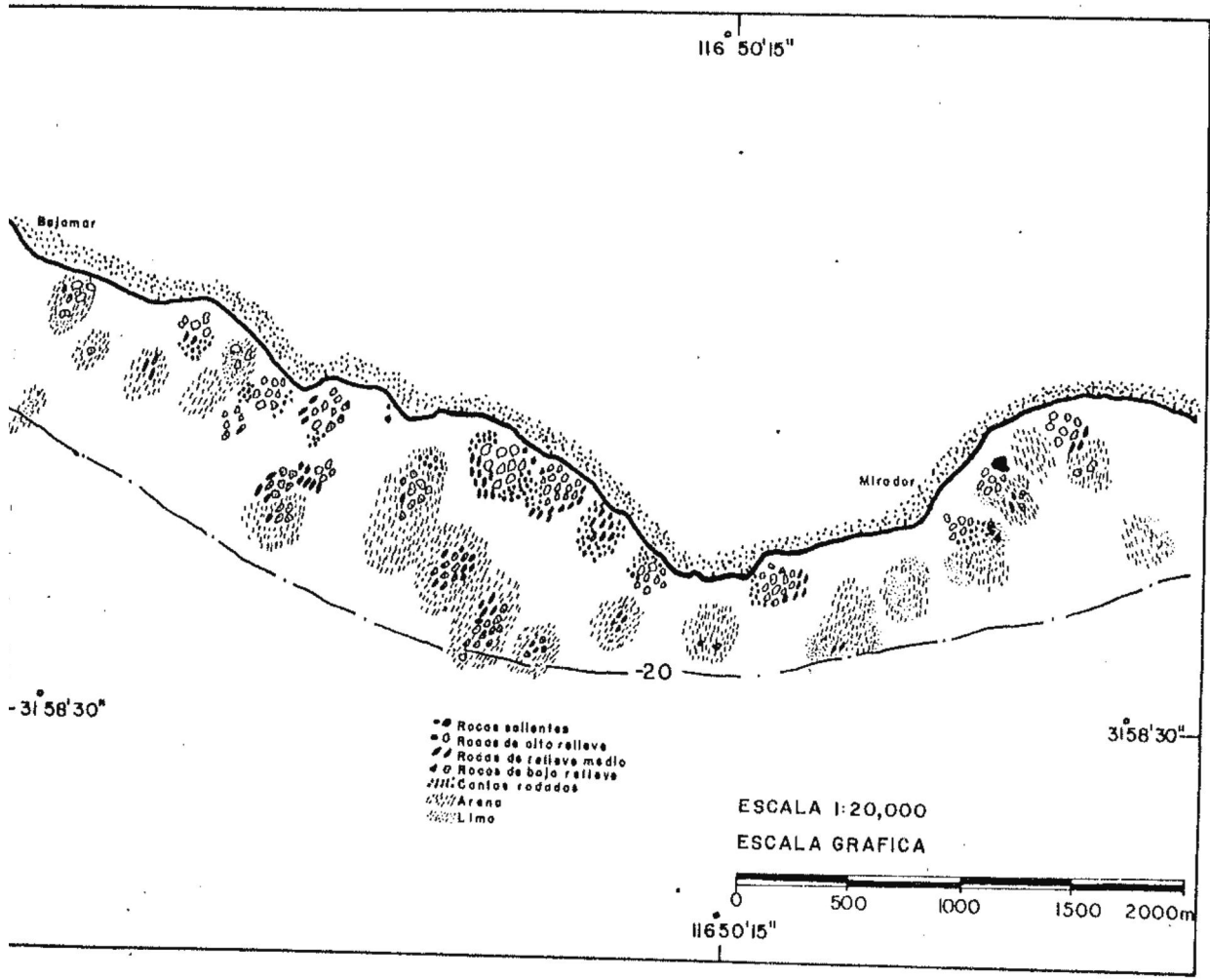


Fig.2.- CARACTERISTICAS DE FONDO

3. MATERIALES Y METODOS

Para delimitar el área de estudio se usó una carta marina de la zona, obteniendo así su localización geográfica correcta. Se delimitó la zona de muestreo abarcando cuatro kilómetros a lo largo de la línea de costa, dividiéndose en secciones de un km. cada una, dentro de las cuales se trazaron cinco transectos perpendiculares a la línea de costa con una separación entre ellos de 200 metros.

Se planteó determinar la densidad de erizo rojo Strongylocentrotus franciscanus muestreando estaciones de un metro cuadrado por el método de transectos perpendiculares a la línea de costa, los cuales fueron trazados en el mapa de la zona de estudio. El promedio de estaciones a muestrear se calculó por medio de la variación en el intervalo de confianza de la densidad media, encontrando que 40 m² era representativo, al no haber diferencia significativa (0.95) en el intervalo de confianza después de los 40 m² (Tabla 1; Fig. 3). Por medio del uso de una tabla de números aleatorios se determinaron las estaciones a muestrear, marcándose estas en las isóbatas de 5, 10, 15 y 20 metros en una carta batimétrica de la zona.

Tabla.1.- Cálculo del área de muestreo variando la intensidad con un intervalo de confianza $K(0.95)$

$M(m^2)$	\bar{X}	$K(0.95)$
10	10.5	5.4720
20	7.9	3.540
30	4.6	2.652
40	4.1	2.109
50	5.2	2.108
60	4.5	1.810

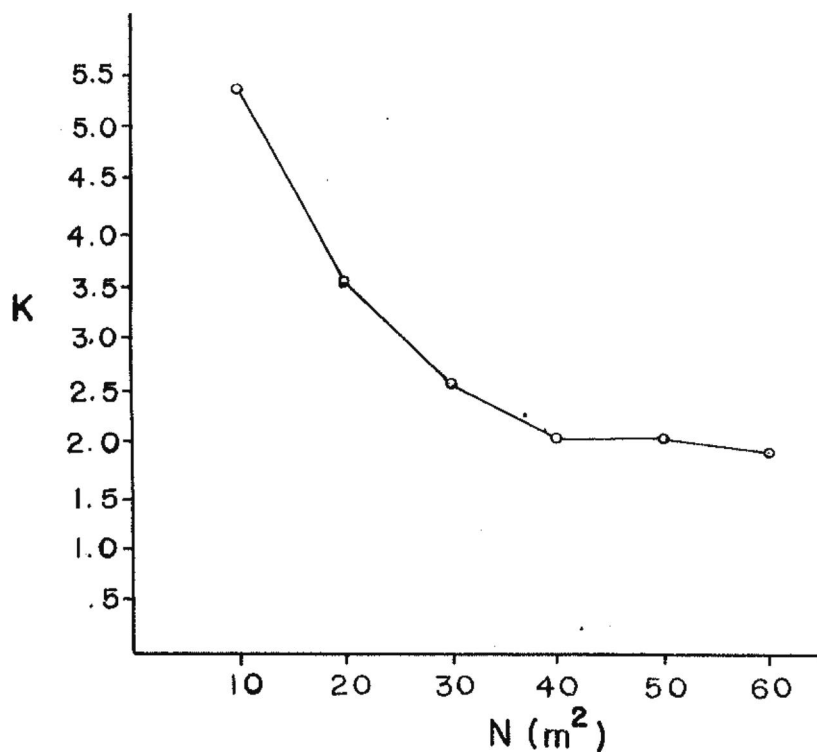


Fig. 3.- VARIACION DEL INTERVALO DE CONFIANZA $K(0.95)$ AL VARIAR EL NUMERO DE ESTACIONES A MUESTREAR.

Los muestreos para este estudio se realizaron del 7 al 15 de enero de 1983. El traslado a la zona de estudio fue en una embarcación Boston - Whaler de fibra de vidrio, de 17 pies de eslora con motor fuera de borda, equipada con todo lo necesario para la realización del muestreo.

Llegando a la zona de estudio se muestreó el área recorriendo los transectos mencionados, sacando el rumbo de cada uno de ellos con ayuda de un compás de navegación, marcando con boyas dos estaciones a muestrear en cada transecto (Fig. 4), las profundidades fueron registradas por medio de una ecosonda Raytheon con un rango de profundidad que va de 0 a 150 pies. En las estaciones marcadas se prosiguió con el muestreo por medio de buceo autónomo descendiendo con un marco de P.V.C. de un metro cuadrado, este se colocó en donde se encontraba el lastre de las boyas, en el fondo se recolectaron en una jaba metálica de recolección todos los erizos que se encontraban dentro del marco mencionado, haciendo observaciones del hábitat de las zonas muestreadas. Los erizos colectados fueron llevados a bordo donde se mantuvieron en condiciones favorables para posteriormente trasladarlos a tierra donde se les registrarían sus datos correspondientes.

El diámetro del organismo se midió por la parte oral utilizando un vernier de 0.1 cm. de precisión, el peso de

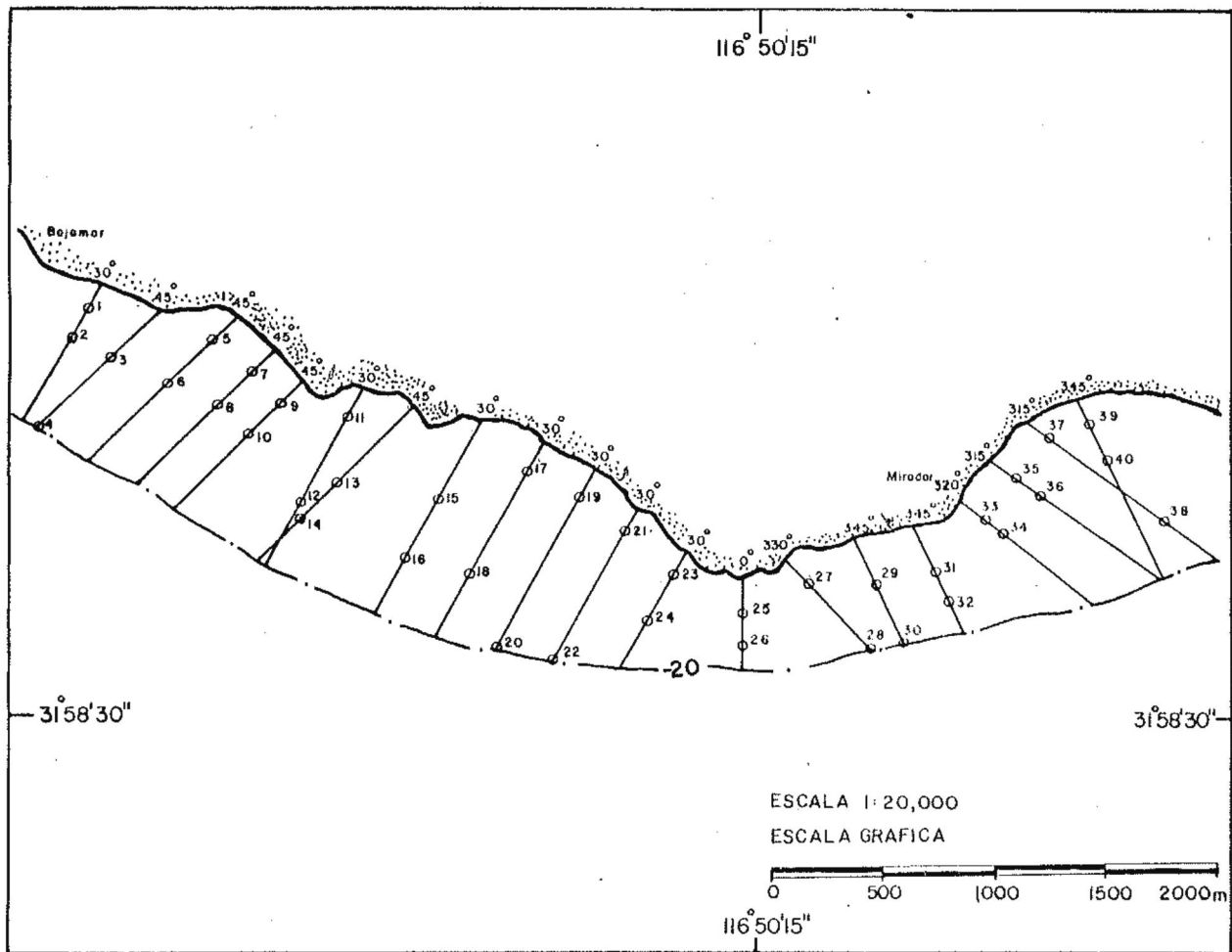


Fig. 4.- UBICACION DE TRANSECTOS Y ESTACIONES

Los organismos se registró por medio de unas balanzas granatarias de 1 y 5 kilos de capacidad y una aproximación de 1 gm. Posteriormente se abrieron los organismos por la parte oral, evitando dañar las gónadas las cuales se pesaron y se observó las condiciones en que se encontraban.

Para el procesado de datos se utilizó una calculadora Hewlett-Packard H.P. 97.

3.1 Densidad y biomasa

La densidad y biomasa se determinaron calculando la media aritmética del número de organismos, así como del peso total de los mismos por metro cuadrado en cada estación, respectivamente a los cuales se les sacó la desviación estandar y la varianza, calculando un intervalo de confianza de 95 % para las medias.

3.2 Estructura de la población

Con los organismos muestreados, se hizo una gráfica tomando intervalos de talla de 3 mm. contra la frecuencia de

organismos para cada intervalo (usado por Tegner y Dayton, 1981) con el objeto de observar cuales eran los intervalos de talla predominantes en la población.

3.3 Relación talla-peso

Para conocer la relación que guarda el organismo entre el peso total y el diámetro se utilizó la siguiente ecuación, usada por Teissier (1948).

$$P = aD^b$$

donde,

P = peso total del organismo.

D = diámetro del organismo.

siendo a y b constantes de proporcionalidad obtenidas por la regresión potencial de la relación que guardan el diámetro y el peso del organismo.

3.4 Rendimiento gonadal

Se calculó primero el peso promedio de los erizos de la población con un intervalo de confianza al 95 %, utilizando la fórmula:

$$Pg = \frac{a}{b} Pt$$

se determinó la relación existente entre el peso de la gónada y el peso total del organismo, sacando así el peso de la gónada correspondiente al peso total promedio de los erizos de la población. A partir de este resultado se calculó el número de erizos necesarios para obtener un kilogramo de gónada.

3.5 Índice gonadal

Se determinó el índice gonadal de los organismos usando la ecuación y el sistema de agrupación de organismos con intervalos de talla de 5 mm, empleado por Gonor (1972).

$$\left| \frac{\text{Peso gonadal}}{\text{Peso total}} \right| \times 100$$

obteniendo intervalos de confianza de 0.95 para las medias.

3.6 Relación peso gonadal-diámetro

Por medio de la ecuación:

$$Pg = a D^b$$

donde,

Pg = Peso gonadal del organismo

D = Diámetro del organismo

Se obtuvo la relación que guarda el peso gonadal contra el diámetro de los organismos, obteniendo sus constantes de proporcionalidad al hacer una regresión potencial de los datos del muestreo.

4. RESULTADOS

4.1 Densidad

Para determinar la densidad del erizo rojo se encontró que con un promedio de 40 m² se satisfacía el estudio ya que no hubo diferencia significativa (0.95) en el intervalo después de los 40 m² (Tabla 1; Fig. 3).

La densidad media que se obtuvo para la población de erizos rojos muestreados en la zona de Xatay, B.C. en enero de 1983 fue de 4.1250 ± 2.1091 erizos por metro cuadrado (Intervalo de confianza de 0.95, $S = 6.8057$) (Tabla 2).

Biomasa.

La biomasa registrada tomando los pesos de todos los organismos de las 40 estaciones muestreadas, resultó ser de 0.7999 ± 0.4092 Kgs./m² (Int. Conf. 0.95, $S = 1.3204$) (Tabla 2).

Tabla 2. Relación de organismos encontrados por estación en Xatay, B.C., durante enero de 1983.

ESTACION	DENSIDAD	BIOMASA (gm)
1	14	2,302
2	12	2,142
3	--	---
4	7	1,864
5	10	0,676
6	--	---
7	30	4,346
8	10	1,877
9	17	4,346
10	5	1,065
11	--	---
12	--	---
13	8	2,334
14	--	---
15	--	---
16	--	---
17	9	1,458
18	--	---
19	--	---
20	--	---
21	--	---
22	--	---
23	--	---
24	--	---
25	5	0,920
26	--	---
27	--	---
28	--	---
29	12	2,505
30	--	---
31	--	---
32	--	---
33	--	---
34	--	---
35	--	---
36	--	---
37	--	---
38	--	---
39	9	2,033
40	17	5,101

$\bar{X} = 4.1250 \pm 2.1091$ $\bar{X} = 0.7999 \pm 0.4092$
 $S = 6.8057$ $S = 1.3204$
 Total = 165 Erizos.

4.2 Estructura de la población

Se graficaron intervalos de talla de 3 mm. contra la frecuencia de organismos por intervalo, observándose una moda predominante en la población entre los 50 y 90 mm de diámetro (Fig. 5).

4.3 Relación talla-peso

La relación que guarda el diámetro con el peso total del organismo es la siguiente:

$$P = 0.0096 D^{2.3375}$$

Las constantes de proporcionalidad se calcularon aplicando regresión potencial a los datos en una calculadora H.P. 97 (Fig. 6).

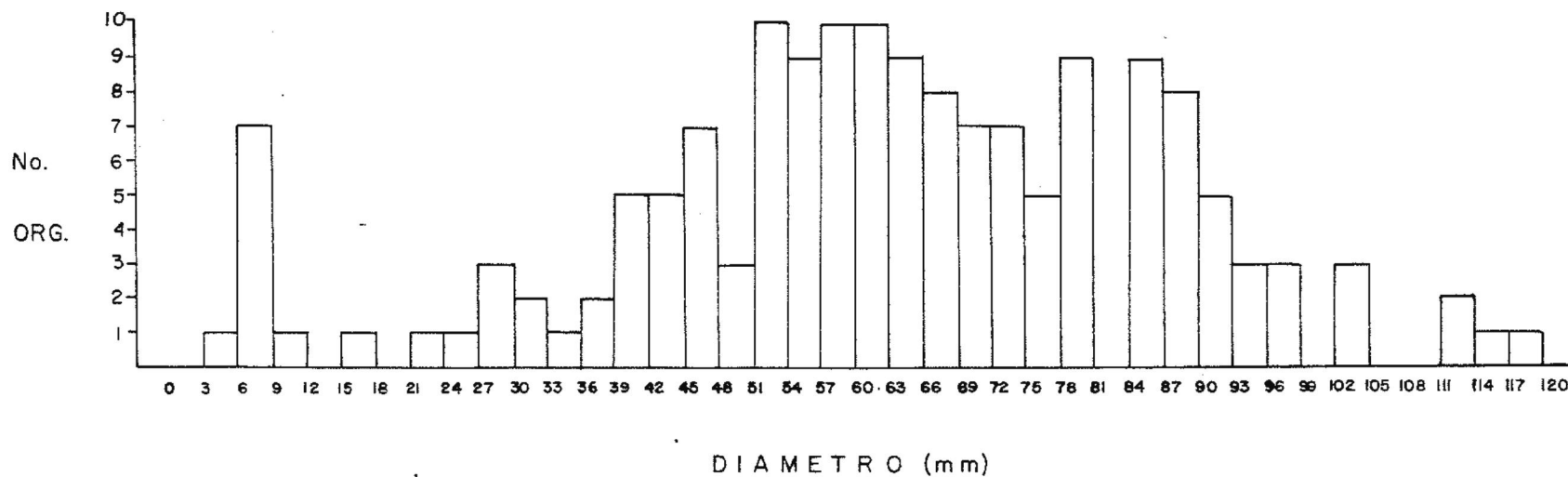


Fig. 5.- ESTRUCTURA DE LA POBLACION DE ERIZO ROJO Strongylocen-
trotus franciscanus MUESTREADA DURANTE EL MES DE ENERO DE -
 1983 EN LA ZONA DE XATAY, BAJA CALIFORNIA.

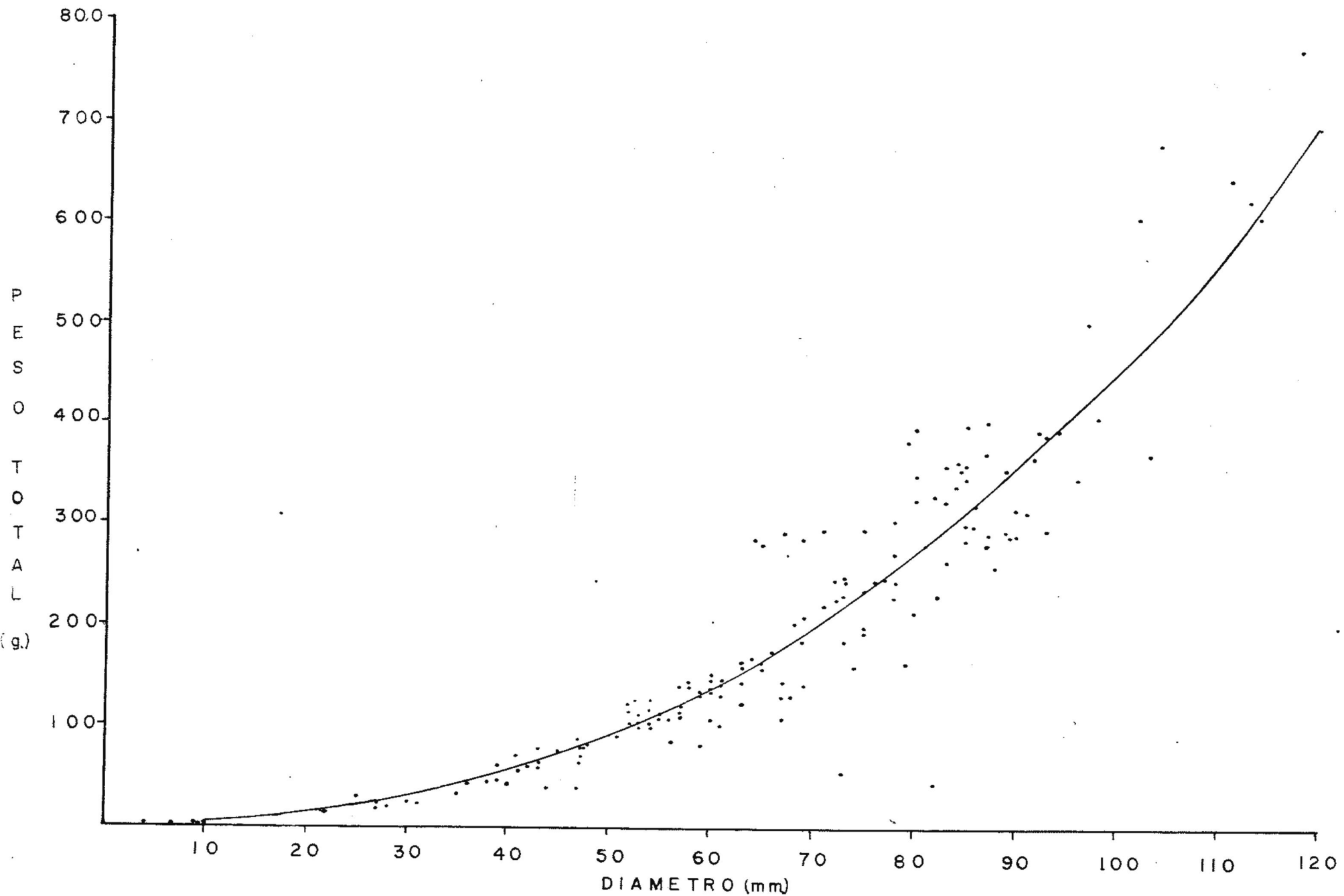


Fig. 6.- RELACION PESO - TALLA DE UNA POBLACION DE ERIZO DE MAR S. franciscanus DE LA ZONA DE XATAY, B.C. MUESTREADA EN ENERO DE 1983.

4.4 Rendimiento gonadal

El peso promedio de los erizos muestreados resultó ser de 282.76 ± 26.51 gm. a partir de este dato y usando la relación:

$$Pg = 0.0028Pt^{1.5233}$$

cuyas constantes de proporcionalidad fueron calculadas a partir del total de organismos muestreados y mediante una regresión potencial obtenida en una calculadora H.P. 97 se obtuvo que el peso gonadal promedio para esa población fue de 15.18 gramos por individuo. Con estos datos se calculó que en esta zona para obtener 1000 gramos de gónada es necesario extraer 66 ± 10 erizos mayores de 60 mm de diámetro (Fig. 7).

4.5 Índice gonadal

Los valores del índice gonadal de la población se muestran en la figura 8 y tabla 3.

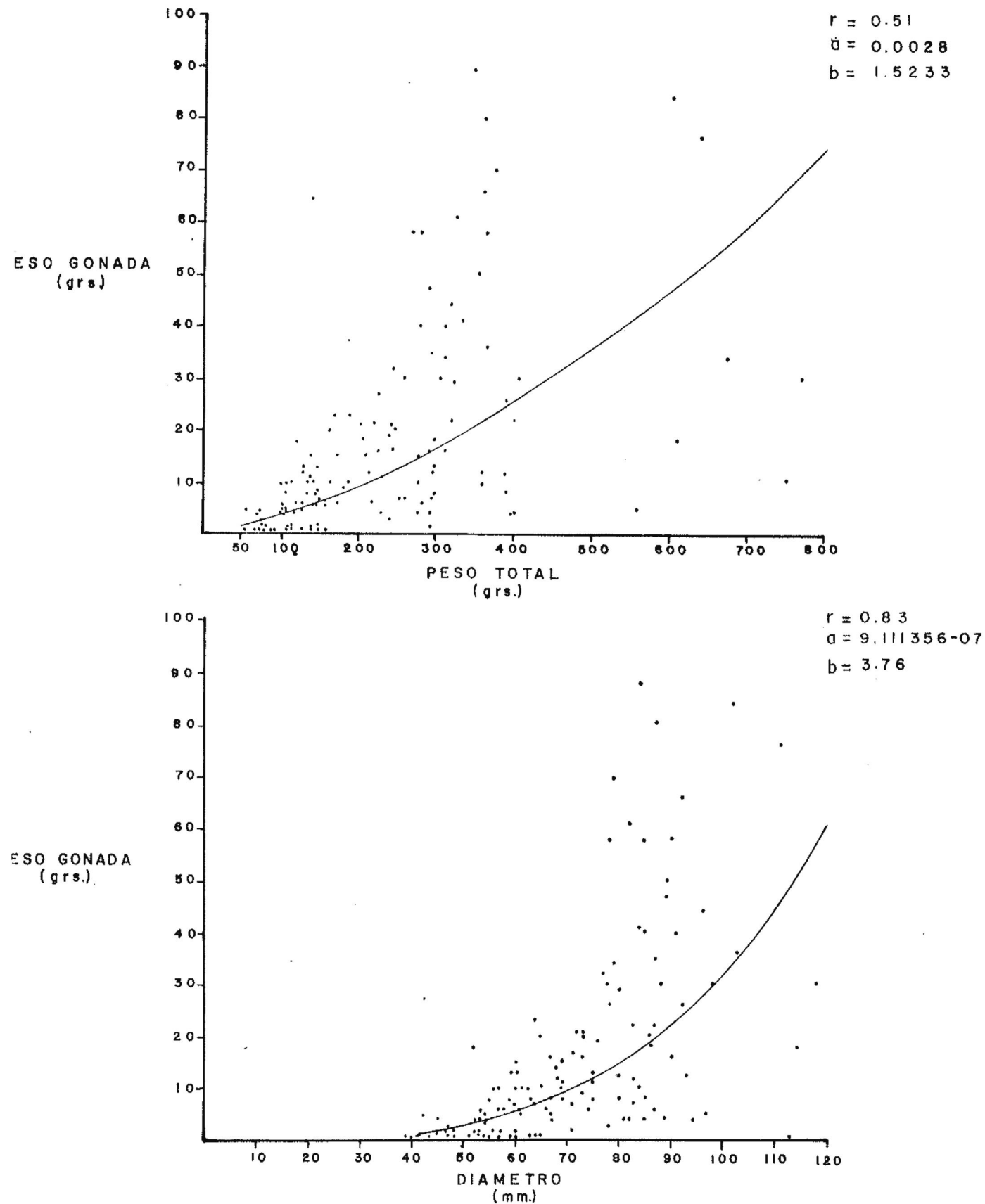


Fig. 7.- RELACION DEL PESO GONADAL CON EL PESO TOTAL Y EL DIAMETRO RESPECTIVAMENTE PARA UNA POBLACION DE ERIZO DE MAR (*S. franciscanus*) EN LA ZONA DE XATAY, B. C. EN EL MES DE ENERO DE 1983.

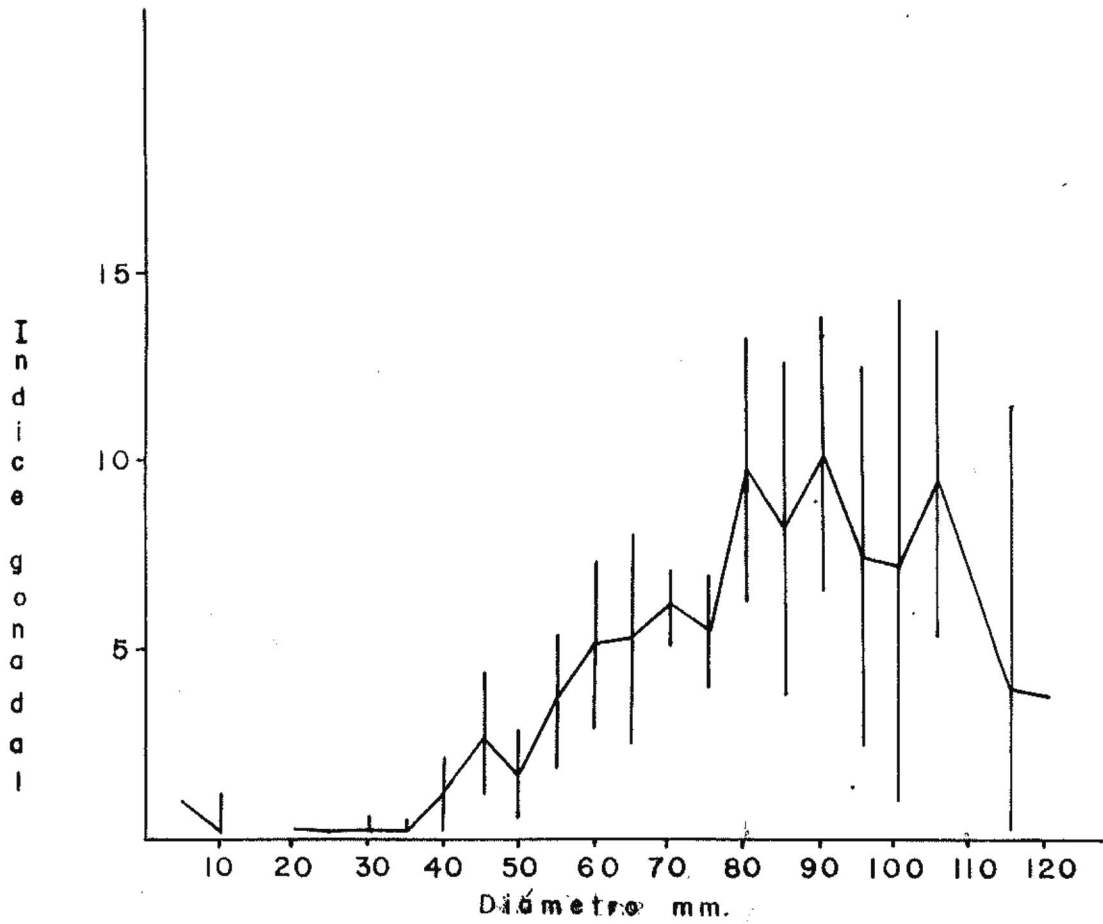


Fig. 8 -RELACION DEL INDICE GONADAL PARA CLASES DE TALLA DE 5mm DE Strongylocentrotus franciscanus TOMADAS EN ENERO DE 1983. LAS LINEAS VERTICALES REPRESENTAN LOS INTERVALOS DE CONFIANZA (0.95)

Tabla 3. Índice gónadal en intervalos de clase del diámetro (mm) de una población de erizo de mar (Strongylocentrotus franciscanus) en Xatay, B.C., durante enero de 1983.

INTERVALO DE CLASE Diam (mm)	INDICE GONADAL X	INT. CONF. (0.95)	N
0-5	1.00	----	-
6-10	0.63	1.22	8
11-15	----	----	-
16-20	0.62	----	1
21-25	0.67	----	2
26-30	0.47	0.05	4
31-35	0.52	0.72	2
36-40	1.21	1.06	5
41-45	2.64	1.82	8
46-50	1.62	1.12	8
51-55	3.61	1.72	17
56-60	5.03	2.32	18
61-65	5.39	2.93	13
66-70	6.29	1.12	13
71-75	5.48	1.47	12
76-80	9.98	3.60	11
81-85	8.24	4.29	13
86-90	10.11	3.84	12
91-95	7.57	5.18	6
96-100	7.28	7.19	3
101-105	9.47	4.93	3
106-110	----	----	-
111-115	3.99	7.65	3
116-120	3.88	----	1

4.6 Relación Peso gonadal-Diámetro

Se obtuvo la siguiente relación:

$$Pg = 9.11135 \cdot 10^{-7} D^{3.76}$$

siendo a y b constantes de proporcionalidad (Fig. 7).

4.7 Diversidad floral y faunal

En la zona de estudio, en las isobatas de 5 y 10 m se encontró gran diversidad y abundancia de flora y fauna, observándose reclutamiento de erizos encontrando algunos erizos juveniles bajo la protección de las espinas de organismos adultos; esto se observó principalmente en estaciones donde había grandes cantidades de Macrocystis pyrifera.

En la isobata de los 15 m disminuyó la diversidad de especies, encontrando bancos de peces y restos de pastos marinos del género Phyllospadix a la deriva, en algunas estaciones se encontró que la densidad de erizo era grande, aunque en algunas solo se encontraron esqueletos de erizos y

gran presencia de estrellas de mar.

A los 20 m de profundidad se observó una densidad de erizo relativamente baja encontrándose muy poca diversidad de organismos y algas a la deriva. Hubo zonas de fondo arenoso y de grano fino donde no se encontró rasgo de vida alguno a excepción de algunos erizos irregulares como son las galletas de mar.

En la tabla 4 se enuncian los organismos comunes observados en la zona de estudio.

TABLA 4.- RELACION DE ORGANISMOS COMUNES OBSERVADOS
EN LA ZONA DE XATAY, BAJA CALIFORNIA
DURANTE ENERO DE 1983.

FLORA.

ALGAS Y PASTOS MARINOS: (Fig. 9)

Macrocystis pyrifera

Eisenia arborea

Egrecia laevigata

Cystoceira osmundacea

Corallina sp.

Gigartina sp.

Plocanium sp.

Gelidium sp.

Codium fragile

Phyllospadix torreyi

Lithotanium sp.

FAUNA

INVERTEBRADOS:

Echinodermata.

Strongylocentrotus franciscanus

Strongylocentrotus purpuratus

Dendraster exocentricus

Patiria miniata

Dermasterias imbricata

Pisaster ochraceus

Pisaster giganteus

Pycnopodia helianthoides

Astropecten armatus

Henricia leviuscula

Ophioplocus esmarki

Parastichopus parvimensis

Cnidaria.

Balanophylla elegans

Corynactis californica

Porifera.

Leucilla nuttingi

Molusca.

Haliotis rufescens

Cypraea spadicea

Norrisia norrisii

Kelletia kelletii

Diodora sp.

Artropoda.

Panulirus interruptus

Ialopus nuttallii

Annelida.

Diopatra ornata

VERTEBRADOS:

Peces.

Semicossyphus pulcherParalabrax nebuliferParalabrax maculofasticatusParalabrax clathratusLythrypnus sp.Sebastes spHalichoeresemicintusHypsipops rabcundaOxyjulis californicaCheilotrema saturnumCynoscion sp.Girella nidricansXenistius californiensisCaulolatilus princeps

Aves.

Larus sp.Anas sp.Pelecanus occidentalis

Mamíferos.

Zalophus californianus

Eschrichtius robustus (estacional migratorio).

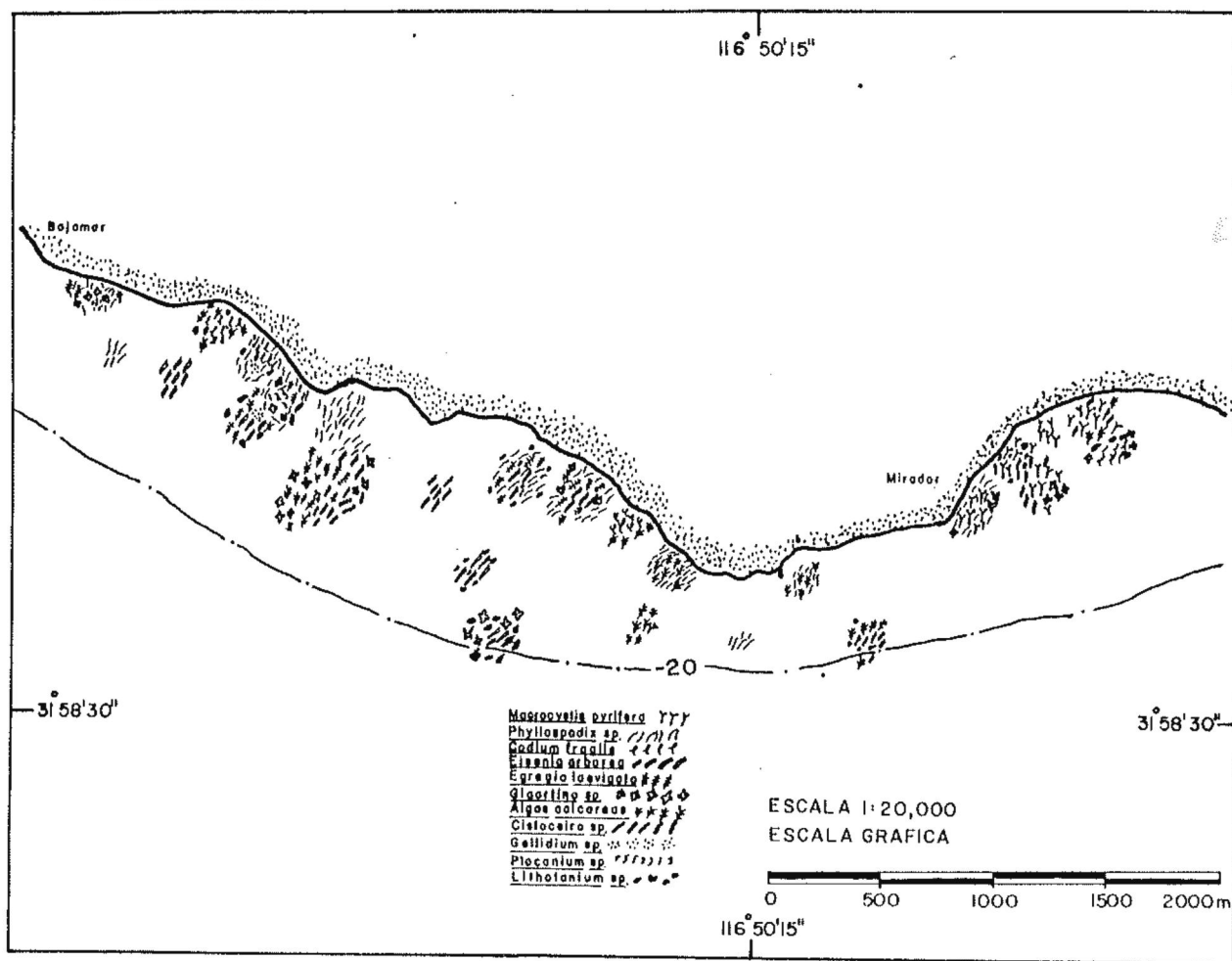


Fig.9.- TIPO DE FLORA MAS COMUN EN XATAY, B.C. DURANTE ENERO DE 1983.

5. DISCUSION

No hay un método adecuado para estimar la densidad de poblaciones de erizo de mar, por lo que varios autores han usado diferentes técnicas para tal fin. Rosenthal y Chess (1970) toman 16 metros cuadrados seleccionandolos al azar, Mattison y colaboradores (1977) utilizan 12 muestras de diez metros cuadrados localizadas al azar usando transectos perpendiculares a la línea de costa, Paine y Vadas (1969) utilizan cuadrantes de 0.1 metros cuadrados, Palleiro (1982) utiliza cuadrantes de 1 m², Romero (1982) utiliza dos métodos de muestreo aleatorio y por transectos usando un cuadrante de 1 m².

La densidad obtenida en la zona de estudio fue de 4.1250 ± 2.1091 (0.95) erizos rojos por metro cuadrado.

Algunos autores han hecho estudios similares de la densidad media de estos organismos en diferentes zonas de nuestras costas. Palleiro (1982) obtuvo 6.44 ± 1.83 orgs/m² Romero (1982) obtiene 3.22 ± 1.65 y 3.78 ± 1.99 orgs/m².

La densidad obtenida no se puede considerar como perjudicial o por el contrario que no afecte a los mantos de algas ya que para determinar esto se necesita conocer la estructura y biomasa de los mantos de algas en la zona

muestreada, así como otros aspectos biológicos de la especie. Con esto se puede ver la posibilidad de que esta zona se explote comercialmente bajo ciertas regulaciones pues los erizos no solo juegan un papel importante por su actividad de sobrepastoreo en los mantos de algas sino que también tienen un valor económico considerable (Tegner, 1980).

Se encontraron estaciones densamente pobladas por erizos, encontrándose estos en cuevas o depresiones de las rocas, lugares donde había gran abundancia de algas y pastos marinos. Por lo general en lugares protegidos donde hay alimento abundante, los erizos no se moverán hasta que la abundancia esté por debajo de su nivel de supervivencia (Ebert, 1968). Mas sin embargo lugares donde había poca flora disponible se encontraron organismos que registraron poco peso, por esto la biomasa puede ser controlada por la disponibilidad de alimento, cosa que no sucede con la densidad. Por otro lado los organismos que registraron poco peso, se debe a que por estar en su última fase de la reproducción algunos ya habían desovado.

En lo que a índice gonadal se refiere se observa que este se incrementa a partir de los 55 mm de diámetro (Fig. 8) aunque se presentan algunos decaimientos en organismos adultos, lo que se puede deber a que algunos organismos ya habían desovado, por ser la época de reproducción. Bernard

y Miller (1973) reportan que poblaciones de erizo rojo en British Columbia, Canada alcanzan su madurez sexual a los 55 mm de diámetro incrementándose su índice gonadal conforme aumenta la talla.

En algunas zonas se observó que el alimento era limitante repercutiendo esto en el índice gonadal, ya que la energía que tiene el animal para el desarrollo de su ciclo reproductor es utilizada para necesidades metabólicas básicas afectando así a la producción de gametos (Dayton y Connell, 1976). Estos autores deducen que el índice gonadal puede ser usado como una indicación del estado de salud relativo de las poblaciones de erizo bajo diferentes condiciones. Es conveniente hacer un estudio del índice gonadal de poblaciones de erizo durante las cuatro estaciones del año para observar la variación de este.

En lo que respecta al rendimiento gonadal, este se determinó utilizando el peso promedio de todos los organismos obtenidos en el muestreo, resultando un peso de gónada para ese promedio obtenido, lo que nos llevó a obtener una relación que para producir un kilo de gónada se necesitan 66 ± 10 erizos; incluyendo para esto solamente los organismos mayores a 60 mm. de diámetro, ya que erizos menores a esta talla por lo general no presentaron gónada, además de no ser organismos que se empleen para la pesca.

El total de erizos para obtener un kilo de gónada es muy variable, dependiendo de la disponibilidad de alimento, el lugar, la época del año, el estadio reproductivo de la gónada y en general las condiciones que presentan los organismos. Romero y Vázquez (1982) encontraron en la zona de Santo Tomás, B.C. que para obtener un kilo de gónada se requerían un total de 30 ± 2 erizos, haciendo la aclaración que en esa zona había gran abundancia de Macrocystis pyrifera y trabajaron en otra época del año.

Se ha notado en algunas zonas una explosión demográfica de erizo de mar bastante considerable. Según Himmelman (1969) ésta abundancia tan alta podría en un momento dado ser controlada por un depredador importante la langosta roja Panulirus interruptus, pero se hace notar que este crustáceo ha venido sufriendo una pesca intensa por lo que no se considera de importancia significativa para el control de las poblaciones de erizo de mar (Fig. 10). Cabe hacer la aclaración que en los años donde la producción de erizo es alta, es debido a que el sector pesquero dejó de explotar en varias zonas a este crustáceo, dedicando sus actividades a la explotación del erizo de mar (Anuarios estadísticos de la Secretaría de Pesca, 1979 - 1982 cooperativistas comentarios personales).

Por otro lado no hay que pasar por alto la depredación de

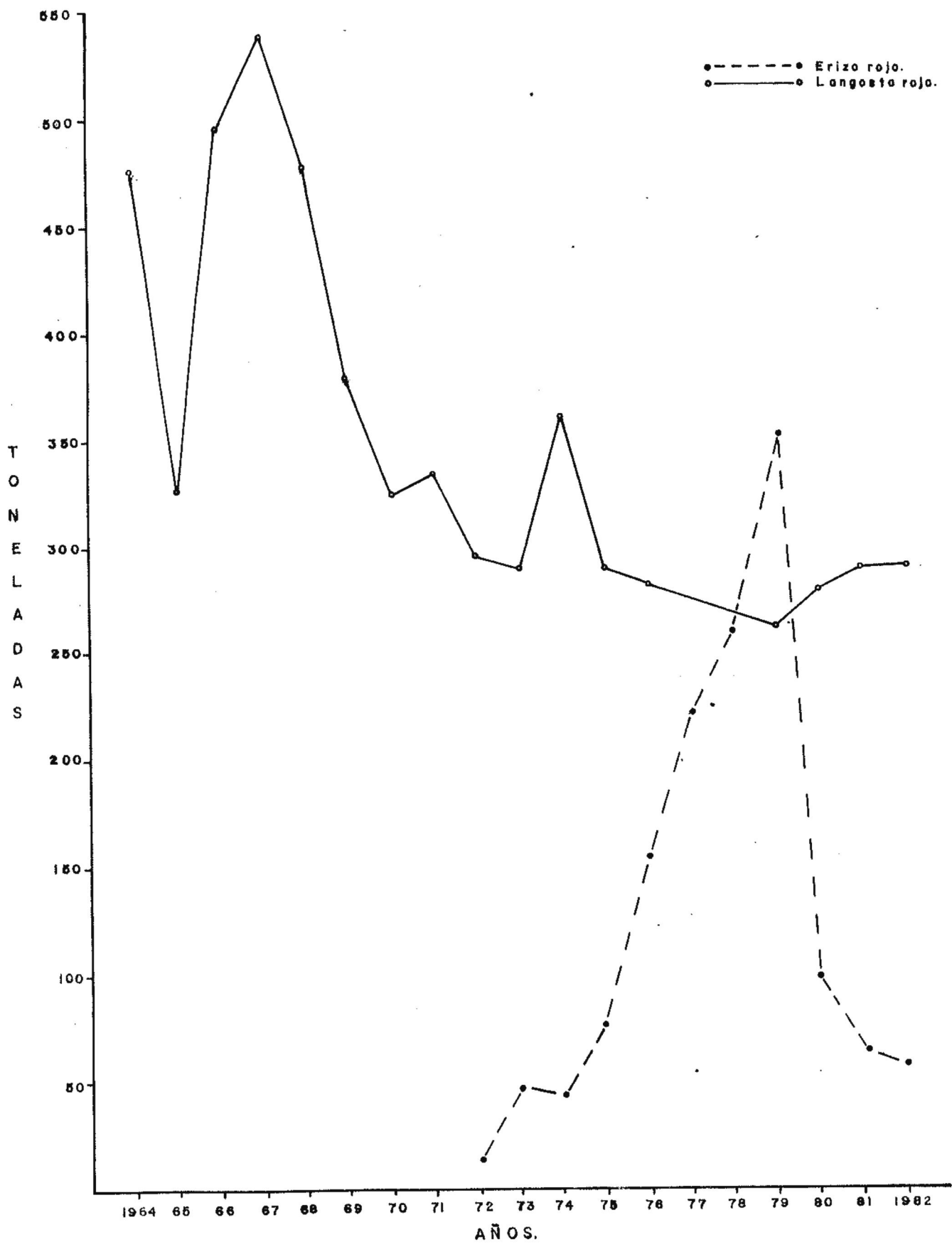
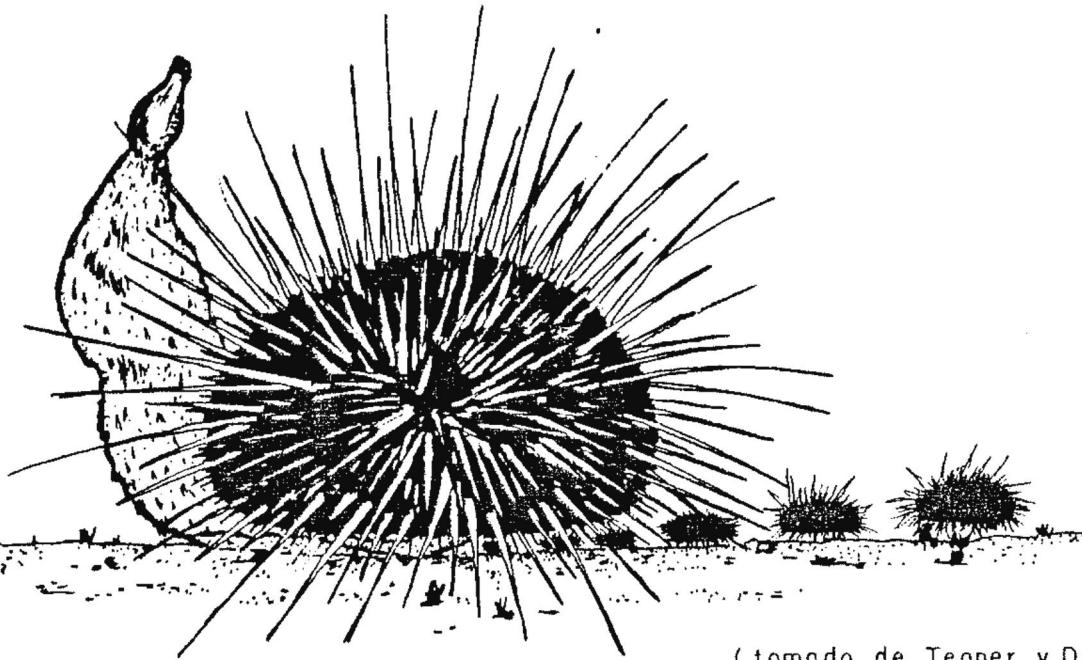


Fig.10.- PRODUCCION ANUAL DE LANGOSTA ROJA (Panulirus interruptus) Y DE GONADA DE ERIZO ROJO (Strongylocentrotus franciscanus) EN BAJA CALIFORNIA.

otros organismos como son las estrellas de mar, cangrejos, etc. ya que si no se consideran de gran importancia si pueden reducir densidades de erizos (Himmelman y Steele, 1971 Rosenthal y Chess, 1972) lo que se comprueba por la gran cantidad de esqueletos de erizo encontrados en zonas densamente pobladas por asteroideos.

La depredación es un factor muy importante ya que potencialmente puede influir en la reproducción. El factor mas importante a considerar para el control de las densidades de erizo de mar es sin duda alguna la pesquería, ya que por lo general se extraen organismos adultos pudiendo reducir el potencial reproductivo de la población así como influir en el reclutamiento afectando el desarrollo de larvas y juveniles de erizo (Tegner y Dayton, 1977), pues el reclutamiento bajo la protección de las espinas ofrece dos ventajas para los juveniles; alimentación y protección de los depredadores, así mismo estas ventajas sirven para una gran variedad de organismos como son larvas y juveniles de abulón y de peces (Tegner y Dayton, 1981). (Fig. 11).

En la figura 5 se nota que la estructura de la población es de tipo monomodal, habiendo mayor ocurrencia de organismos en las tallas que van de un rango de 50 a 90 mm de diámetro, aunque se observan algunos organismos juveniles



(tomado de Tegner y Dayton, 1977)

Fig.II Protección de juveniles por las espinas de un adulto.

en el intervalo de 6 a 9 mm de diámetro, pudiéndose deber esto a que se encontraron algunos organismos que tienen un rango de talla de 40 a 50 mm ya que según Dayton y Connell, 1976, organismos de estas tallas dan protección a juveniles, principalmente en los primeros meses cruciales de la vida bentónica. Así mismo la protección de juveniles en este caso se debió a la presencia de organismos grandes con rango de talla de 75 a 90 mm de diámetro.

En lo que se refiere a la relación talla - peso que guardan los organismos, se calculó obteniendo directamente una regresión potencial de los datos, utilizando una calculadora H.P. - 97. Tomando el diámetro de los organismos en mm, resultó la ecuación de la siguiente forma:

$$2.3375$$

$$P = 0.0096 D$$

Obteniendo que para un organismo de 100 mm de diámetro vamos a encontrar un peso resultante de 454 gramos.

Muchos autores han obtenido resultados similares en dicha relación, aunque cabe mencionar que estos han utilizado técnicas diferentes que llevan a la misma relación talla -

peso, esto se puede observar a continuación.

Autor	Zona	Fecha	Diam. (mm)	Peso (gr)
Baker, 1973	San Diego, CA		100	450
Farias, 1980	3 Hermanas, BC	Nov, 1979	100	120
Palleiro, 1982	Santo Tomás, BC	Sep, 1980	100	396
Romero y Vázquez, 1982	Santo Tomás, BC	Jul, 1982	100	382
Romero, 1982	Santo Tomás, BC	Nov, 1982	100	439
Este trabajo	Xatay, BC	Ene, 1983	100	454

Se nota una diferencia considerable en los datos obtenidos por Farias a diferencia de los otros autores, esto puede deberse a que sus muestreos los realizó en una zona diferente donde posiblemente ya había ocurrido el desove de los organismos. Las diferencias posibles pueden repercutir por la época del desove, disponibilidad de alimento, zona,

temperatura y otros factores.

6. CONCLUSIONES

1.- La densidad media que se estimó en el área de El pescadero en la zona de Xatay, B.C. fue de 4.1250 ± 2.1091 organismos por metro cuadrado. Se obtuvo una biomasa de 0.7999 ± 0.4092 Kgs. por metro cuadrado. No se sabe con certeza que densidad pudiera ser crítica para que llegue a afectar a los mantos de algas, para esto es necesario hacer otro tipo de estudios en la zona.

2.- Se encontró una relación muy importante la cual calcula el peso total del organismo (P) a partir del diámetro del mismo (D) expresandose en una ecuación de la siguiente forma.

$$P = 0.0096 D^{2.3375}$$

la cual indica que un organismo de 100 mm de diámetro pesó 454 gm en la zona mencionada para el mes de enero de 1983.

3.- En base a la estructura de la población se observa una moda bien marcada dentro del rango de 50 a 90 mm

de diámetro.

4.- Se observa que el índice gonadal se va incrementando conforme aumenta la talla de los organismos, notando este incremento a partir de los 50 mm de diámetro, aunque se observan un decremento en el índice gonadal a partir de los 90 mm por lo que puede deberse a que como los muestreos se realizaron en la época de reproducción se encontraron organismos que ya habían desovado, presentando solo una película de gónada. Se sugiere analizar el índice gonadal de la población de erizo en la zona mencionada durante las cuatro estaciones del año.

5.- En lo que a rendimiento gonadal se refiere, mediante la relación:

$$1.5233$$

$$Pg = 0.0028 Pt$$

se calculó que para obtener un kilogramo de gónada, es necesario extraer 66 ± 10 erizos mayores de 60 mm de diámetro en el área de El Pescadero de la zona de Xatay, Baja California, para el mes de enero de 1983. Estos organismos se pescan comercialmente a partir de los 60 mm de diámetro aproximadamente.

6.- Se sugiere hacer estudios de la distribución y densidad de los mantos de algas, al igual que de las relaciones interespecificas que guarda el erizo de mar en la comunidad, con el objeto de regular la pesquería bajo medidas estrictas con el propósito de evitar una sobreexplotación del recurso.

7. LITERATURA CITADA

- Baker, S. 1973. Growth of the red sea urchin Strongylocentrotus franciscanus (Agassiz) in two natural habitats. M. Sci. Thesis. San Diego State University. San Diego, CA. vii + 83.
- Bernard, F.R. y D.C. Miller. 1973. Preliminary investigation of the red sea urchin, resources of British Columbia, Strongylocentrotus franciscanus (Agassiz). Fish. Res. Bd. Can. Tech. Rep. 400.
- Breen, P.A. y K.H. Mann. 1976. Changes in sea urchin ✓ populations after the destruction of kelp beds. Marine Biology 36: 321-326.
- Dayton, P.K. 1972. Toward and understanding of community resilience and the pottential effects of enrichment to the benthos at Mc. Murdo Sound Antarctica Allen Press: pp. 81-95.
- Dayton, P.K. y J.H. Connell. 1976. Studies toward the optimal management and environmental effects of sea urchin fisheries. Sea Grant College Program Annual Report, University of California. 102-107 pp.

- Ebert, E.E. 1968. A food habits study of the southern sea otter Enhydra lutris nereis. Calif. Fish and Game 54 (1): 33-42.
- Estes, J.A. y J.F. Palmisano, 1974. Sea otters: Their role in structuring nearshore communities. Science 185: 1058-1060.
- Farías, J.A. 1980. Observaciones preliminares de una población de erizos Strongylocentrotus franciscanus (Echinodermata, Echinoidea) en B.C. Tesis de Licenciatura. U.C.M., U.A.B.C.
- Gonor, J.J. 1972. Gonad growth in the sea urchin, Strongylocentrotus purpuratus (Stimpson) (Echinodermata: Echinoidea) and assumptions of gonad index methods. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 10: 89-103.
- Forrest, 1880 (Dredge of the ...)*
- Himmelman, J.H. 1969. Some aspects of the ecology of S. Drobachiensis in the eastern Newfoundland. H. Sci. Thesis Newfoundland. Mem. Univ.
- Himmelman, J.H. y D.H. Steele. 1971. Foods and predators of the green sea urchin S. Drobachiensis in Newfoundland waters. Marine Biology. Berlin 9: 315-322.

- Kato, S. 1972. Sea urchins. A new fishery develops in California. Marine Fisheries. Rev. 34 (9/10): pp. 23-30.
- Kitching, J.A. y F.J. Ebling. 1961. The control of algae by Paracentrotus lividus (Echinoidea). J. Anim. Ecol. 30: pp. 373-383.
- Lang, K. y K.H. Mann. 1976. Changes in sea urchin ✓ population after the destruction of kelp bed. Mar. Biol. 36: 321-326. ?
- Lawrence, J.M. 1975. On the relationships between marine plants and sea urchins. Oceanogr. Mar. Biol. A Rev. 13: 213-286.
- Lees, D.C. 1970. The relationships between movement and available food in the sea urchins. Strongylocentrotus franciscanus and S. purpuratus. M. Sci. Thesis. San Diego State University.
- Leighton, D.L. 1960. Studies on kelp - grazing organisms overgrazing. In Kelp Inv. Prog. Quart. Rept. Univ. California. Inst. Mar. Res. Ref.60-8: 28-37.
- 1966. Studies of food preference in algivorous

invertebrates of southern California kelp beds.
Pacific Sci. 20: 104-113.

Leighton, D.L.; L.J. Jones y W.J. North. 1966. Ecological relationships between giant kelps and sea urchins in southern California. Fifth Int. Seaweed Symp. Pergamon Press, Oxford. pp. 141-153.

Lewis, J.B. 1958. The biology of the tropical sea urchin Iripneustes esculentus. Leske in Barbados British West Indies. Can. J. Zool. 36:607-621

Mann, K.H. 1977. Destruction of kelp bed by sea urchins. A cyclical phenomenon or irreversible degradation. Helgolander Wiss. Meeresunters 30: 455-467.

Mateus, V.H. 1972. Estudio integral tecnol6gico sobre el aprovechamiento de Macrocystis pyrifera (i) Agardh, 1820 como complemento alimenticio aviar. Tesis profesional. Unidad de Ciencias Marinas. U.A.B.C.

Mattison, J.E., J.D. Trent, A.L. Shanks, T.B. Akin y J.S. Pearse. 1977. Movement and feeding activity of red sea urchins Strongylocentrotus franciscanus adjacent to a kelp bed forest. Mar. Biol. 39: 25-30.

- Miller, R.S. y K.H. Mann. 1973. Ecological energetics of ✓
the sea-weed zone in a marine bay on the atlantic coast
of Canada. III Energy transformations by sea urchins.
Mar. Biol. 18: 99-114.
- Moitza, D.J. y D.W. Phillips. 1979. Prey defense,
predator preference and non random diet. Pycnopodia
helianthoides and two species of sea urchins. Mar.
Biol. 53: 299-304.
- Mottet, M.G. 1976. The fishery biology of sea urchin in the
family Strongylocentrotidae. Wash Dep. Fish Tech.
Rep. 20: 1-66.
- North, W.J. 1958. Effects of discharged wastes on kelp.
Univ. Calif. Inst. Mar. Res. pp. 60-64.
- 1971. The biology of giant kelp beds
(Macrocystis) in California pp. 1-97.
- 1974. A review of studies supporting sea urchin
control as a means of restoring kelp beds. Kelp
habitat improvement project annual report pp. 95-108.
- North, W.J. y J.S. Pearse. 1970. Sea urchin population
explotion in southern California coastal water.

- Science N.Y. 167 pp 209.
- Paine, R.T. y R.L. Vadas. 1969. The effects of grazing by sea urchins. Strongylocentrotus sp. on benthic algal population. Limnol. Oceanogr. 14: 710-719.
- Palleiro, J.S. 1982. Estimación de la densidad y crecimiento de erizo rojo Strongylocentrotus franciscanus (Agassiz) para la zona de Santo Tomás, Baja California, México. Tesis profesional, Unidad de Ciencias Marinas. U.A.B.C.
- Pearse, J.S., M.E., Clark., D.L. Leighton., C.T. Mitchell y W.J. North, 1970. Marine waste disposal and sea urchins ecology. In kelp habitat improvement project. California Institute of Technology.
- Pearse, J.S. y A.H. Hines. 1979. Expansion of a central california kelp forest following the mass mortality of sea urchins. Marine Biol. 51: 83-91.
- Romero, E.J. 1982. Comparaciones en la estructura de una población de erizo rojo Strongylocentrotus franciscanus (Agassiz) en Santo Tomás, Baja California, México. Tesis profesional. Unidad de Ciencias Marinas. U.A.B.C.

Romero, E.J. y E. Vázquez. 1982. Estudios biológicos de erizo de mar en Santo Tomás, Baja California. Informe técnico del I.N.P. de la Secretaría de Pesca. Reporte no publicado.

Rosenthal, R.J. y J.R. Chess. 1970. Predation on the purple sea urchin by the leather star. Calif. Fish and Game. 56: 203-204.

----- 1972. A predatory - prey relationship between the leather star Dermasterias imbricata and the purple sea urchin Strongylocentrotus purpuratus. Fishery Bull. Vol. 70 # 1:205- 215.

Secretaría de Pesca, Dirección General de Planeación Informática y Estadística. Anuario estadístico de pesca. 1979 a 1982.

Tegner, M.J. 1980. Multispecies considerations of resource management in southern California kelp beds. Canadian Tech. Rep. Fish Aqua. Sci. Rep. 954: 125-143.

Tegner, M.J. y P.K. Dayton. 1977. Sea urchin recruitment patterns and implications of commercial fishing. Science 196: 324-326.

----- 1981. Population structure,
recruitment and mortality of two sea urchins
Strongylocentrotus franciscanus and S Mar. Ecol.
Prog. Ser. 5: 255-268.

Teissier, G. 1948. La relation d' allometrie: Sa
significance statistique et biologique. Biometrics 4:
14-48.