



Universidad Nacional Autónoma de México

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA**

**INTRODUCCION AL CONOCIMIENTO DE LA
BIOLOGIA DE LOS ERIZOS DE MAR Strongylocentrotus
purpuratus y Strongylocentrotus franciscanus DE LA
ISLA SAN JERONIMO, BAJA CALIFORNIA NORTE.**

T E S I S

Que para obtener el Título de
B I O L O G O

p r e s e n t a

GERMAN CALVA VASQUEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis abuelos, padres y hermanos

A la familia Vazquez Juarez

En reconocimiento a mis profesores, a Jaime y Ruben

De una manera muy especial a Shary

C O N T E N I D O

- I) RESUMEN
- II) INTRODUCCION
- III) ANTECEDENTES
- IV) TAXONOMIA
- V) AREA DE ESTUDIO
- VI) MATERIAL Y METODO
- VII) RESULTADOS
 - 1) Hábitat
 - a)abundancia y distribución
 - b)hábitos alimenticios
 - c)parásitos ycompetidores
 - d)depredadores
 - 2) Características de la población
 - a)composición por tamaños
 - b)reproducción
 - c)fecundidad
 - d)proporción de sexos
 - 3) Relaciones biométricas
 - a)relaciones:
 - diámetro-peso gonadal
 - altura-peso gonadal
 - b)relación del diámetro, la altura, el peso gonadal y el peso total con la profundidad
- VIII) DISCUSION DE RESULTADOS
- IX) CONSIDERACIONES SOBRE SU APROVECHAMIENTO
- X) CONCLUSIONES
- XI) APENDICES
- XII) BIBLIOGRAFIA

R E S U M E N

Se estudiaron dos poblaciones de erizos marinos, Strongylocentrotus purpuratus y S. franciscanus, en las inmediaciones de la isla San Jerónimo, Baja California Norte con el objeto de contribuir a su conocimiento biológico y aprovechamiento.

Se hicieron muestreos en seis profundidades (0-30m) con un total de 651 erizos. Los erizos se disponen contagiosamente en función a la profundidad, tipo de sustrato y variedad alimenticia, habiendo selectividad por cada especie. Su densidad, 25 erizos por metro cuadrado, hace que se les considere como una plaga para las algas bentónicas; pero pueden ser facultativamente omnívoros, carnívoros y herbívoros. Los resultados del análisis del contenido digestivo hacen suponer que se desplazan ampliamente en su hábitat.

S. purpuratus domina en abundancia al S. franciscanus, y en cada especie, las hembras dominan en cada una de las profundidades. En ambas especies el ciclo gonádico es variado en duración e intensidad. La fecundidad fue evaluada en la etapa de madurez para S. purpuratus.

De las relaciones biométricas se dedujo que, para ambas especies, la profundidad afecta el peso gonadal y la variable morfológica más relacionada con él, es la altura. Las relaciones diámetro-peso gonadal y altura-peso gonadal no se ven afectadas por la profundidad.

En S. purpuratus las edades dominantes son seis y siete años (81mm y 93mm de diámetro respectivamente) y para S. franciscanus cuatro y seis años (51mm y 81mm de diámetro). La edad máxima registrada es de 21 años (189mm de diámetro) en S. purpuratus y S. franciscanus (144mm de diámetro), pero con diferente talla.

I N T R O D U C C I O N

Existe una gran información bibliográfica acerca del erizo de mar, en su mayoría, referente a su embriología (Fujiwara & Yasumasa, 1974; Fujiwara et al., 1974a-b), fecundación (Fuji, 1960; Booloottian, 1966), bioquímica (Booloottian & Lasker, 1964; Farmanfarman & Phillip, 1962; Lasker & Giese, 1954; Swan, 1958), citología (Chatlynne, 1969), genética (Osana Kenzi, 1974) entre otras; y sin embargo, se ignora gran parte de su ecología, biología (Fuji, 1967) y aprovechamiento.

Las gónadas del erizo de mar le han servido al hombre como alimento desde los tiempos de la antigua Grecia y Roma hasta nuestros días y la demanda de éste recurso crece rápidamente en las costas del mediterráneo y de la India, en los grupos de inmigrantes Italianos y Japoneses de los USA (Mottet, 1976) y principalmente en el Japón (Farias, 1980).

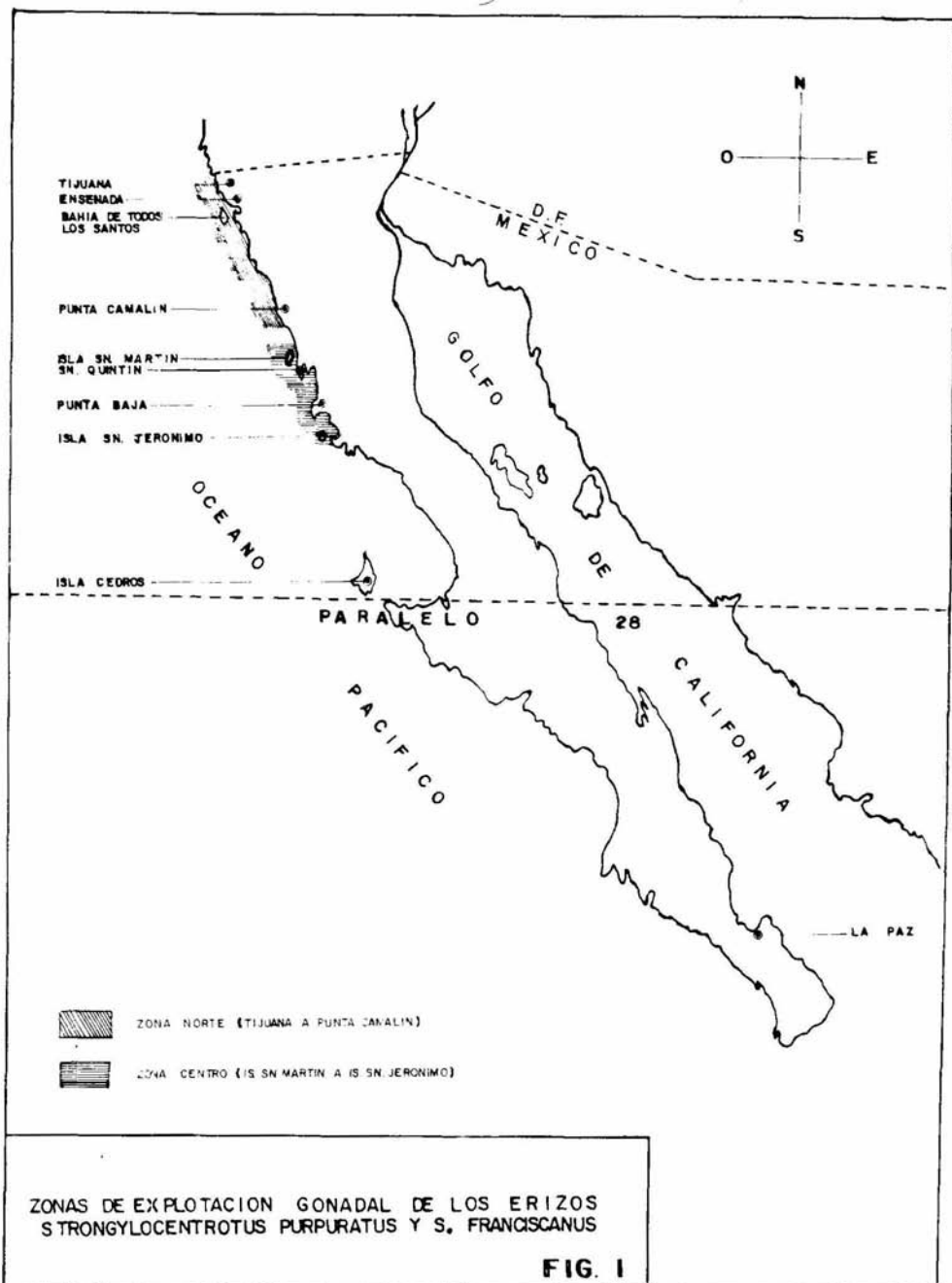
A pesar de que Japón ha tenido un gran desarrollo y adelanto en lo que se refiere a la explotación pesquera, en 1974 tuvo la necesidad de importar 1,874 T de gónada de erizo y en 1976 2,315 T de diferentes países, tales como China, Corea, Taiwan, Filipinas, Noruega, Rusia, Canadá, USA, Chile, Australia y México; éste último ocupó el quinto lugar en 1974, con 83 T y el octavo en 1976 con 45 T de las importaciones japonesas (Farias, 1980). La captura de este recurso en aguas japonesas no ha podido ser incrementada y tiene gran importancia económica (Mottet, 1976).

En México la explotación pesquera del erizo de mar comenzó en la década de los sesenta con intentos de industrializarla, pero fue abandonada por problemas técnicos y económicos. No fue hasta

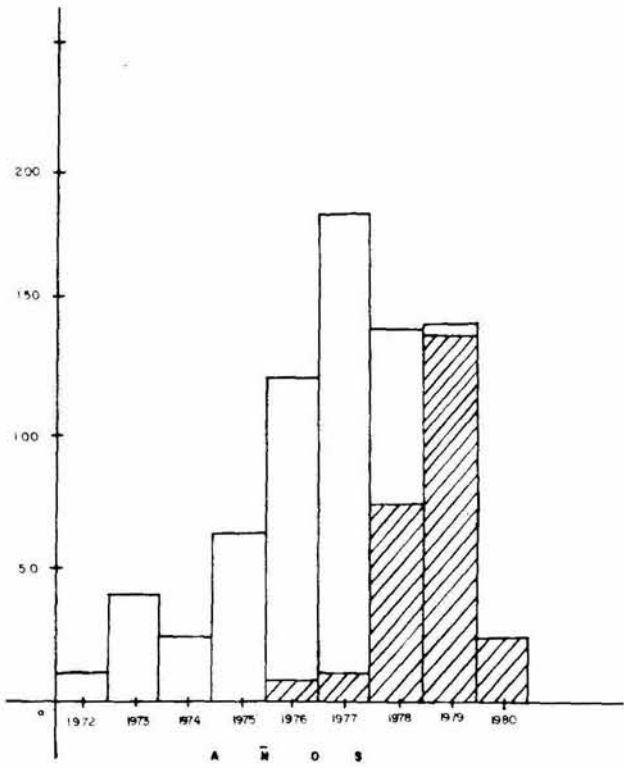
el año de 1972, cuando debido a un estudio basado en estadísticas de otros países, observaciones preliminares y justificaciones de abundancia, no comprobadas, se dio oficialmente la concesión temporal a la cooperativa pesquera Ensenada, para la explotación del recurso en las inmediaciones de la Bahía de Todos los Santos y Ensenada (Nishikawa, 1972; fig.1).

De acuerdo a lo descrito por Lozano (1978), la captura gonadal del erizo de mar en el noroeste de la península de Baja California en 1972 fue de 13.4 T , esperando llegar en 1977 a 300 T , Sin embargo se sabe (Farias, 1980) que el recurso fue explotado desde 1972 a 1979 en la zona Norte de la península (Tijuana a Punta Camalin) produciendo 725.8 T de gónada (fig.2) y desde 1972 hasta 1980 en la zona centro (Isla San Martín a las inmediaciones de Isla San Jerónimo; fig. 1), con una producción de 263.6 T (fig.2); la producción de 1981 a la fecha no se registró. Dicha explotación se sustenta en dos especies de erizos, Strongylocentrotus purpuratus y Strongylocentrotus franciscanus. Las cifras de la captura gonadal antes mencionadas son aproximadas y corresponden a 3,229.325 T.

Las discrepancias entre la política de explotación y las características biológicas de los erizos S.purpuratus y S.franciscanus se reflejan en las fluctuaciones de abundancia en la zona Norte de la península de Baja Californiana (pescadores de la Isla San Jerónimo y Espinoza M. com. per., 1981) provocando que las zonas de explotación se amplíen del Norte al centro de la misma. Dada la problemática en la que se ve involucrado este recurso natural se plantea como propósito general del estudio, contribuir al conocimiento biológico de las especies de erizos S.purpuratus y S.franciscanus.



PESO GDAL. (Tns.)



◆ REGISTROS TOMADOS DEL DEPTO. DE PESCA

REPRESENTACION DE LA CAPTURA GONAL



-  ZONA NORTE
-  ZONA CENTRO

FIG. 2

A N T E C E D E N T E S

La mayoría de las investigaciones en relación a la biología y ecología de los erizos de mar, se ha realizado en Japón (Fuji, 1960) y en USA (Tegner & Dayton, 1976; Hyman, 1955; Lewis, 1958; Mc. Pherson, 1968; Bolootian, 1966; Swan, 1953 y Mottet, 1976) basadas en diferentes géneros, entre ellos Strongylocentrotus. Otros países como Francia (Caso, 1978a); Chile (Bücke et al., 1977) y Rusia (Yakovlev et al., 1976) han trabajado en las áreas de alimentación, digestión, distribución, reproducción y depredación.

En México se han realizado estudios a diferentes niveles: sistemático y biográfico en las costas del Pacífico y del Atlántico de la República Mexicana sobre 13 géneros diferentes, dentro de los cuales está Strongylocentrotus (Caso, 1978a). A nivel de divulgación (Lozano, 1978); en forma preliminar con perspectivas económicas para México (Vidal et al., 1971) y a nivel de observaciones preliminares sobre su biología (Flores, 1965). Nishikawa en 1972 hizo un estudio pesquero sobre las gónadas del erizo de mar del género Strongylocentrotus con fines de explotación, basándose en el trabajo de Flores (1965). Farias (1980) expone una revisión histórica de la pesquería con enfoque estadístico y hace observaciones sobre el crecimiento, mortalidad, relaciones biométricas y factores abióticos de las zonas de pesca, Cato Punta Banda y Tres Hermanas .

T A X O N O M I A

Posición taxónomica (Caso, 1976)

Phylum	Echinodermata
Subphylum	Echinozoa
Clase	Echinoidea
Orden	Camarodonta
Familia	Strongylocentrotidae
Género	<u>Strongylocentrotus</u>
Especie	<u>Strongylocentrotus purpuratus</u> (Stimpson)
	<u>Strongylocentrotus franciscanus</u> (A. Agassiz)

DIAGNOSIS

- S. purpuratus; caparazón grueso, resistente, regularmente hemisférico y algunas veces algo comprimido. Aparato apical pequeño. Espinas primarias fuertes y gruesas, terminando en punta, simétricas de dos en dos en las zonas ambulacrales e interambulacrales. Presentándose en edad poslarvaria de color violeta morado; en edad joven de color verde, cambiando en edad adulta a púrpura oscuro, casi negro. Los pedicelarios son globosos.
- S. franciscanus; caparazón delgado, semiesférico y comprimido. Aparato apical más grande. Espinas primarias muy largas en especímenes jóvenes y menos largas en adultos; en edad poslarvaria de color café claro, en edad joven de color parduzco cambiando de tonalidad en edad intermedia a morado claro y quedando café oscuro o rosa fuerte en edad adulta. Placas coronales de 16 a 17 ambulacrales y de 13 a 14 interambulacrales. Tubérculos primarios mucho más grandes que los secundarios. Diente terminal de los pedicelarios globosos aproximadamente del tamaño de la valva.

La sexualidad de los erizos en general es ubica, sin dimorfismo sexual, a pesar que en algunos casos se reportan como hermafroditas (Lozano, 1978). Para S. franciscanus se ha pensado que el color y la intensidad de él, es un carácter de dimorfismo (Caso, 1978), así mismo es posible diferenciarlos por la coloración gonadal, siempre que estén maduras, rosado para los machos y amarillo en las hembras.

En ambas especies la reproducción se presenta con un solo ciclo de desove anual: sin embargo, existen evidencias de que se pueden presentar dos o más ciclos al año; ésta irregularidad depende de la temperatura y de la concentración de sales (Booootian, 1966; Moore, 1963; Flores, 1965).

Fuji (1967), Boootian (1966), Sharp & Gay (1962) y Mottet (1976) sugieren para las dos especies que las corrientes marinas y los factores físicos del hábitat determinan la producción de gametos y su desiminación, lo que a su vez favorece la distribución larvaria y poslarvaria. Scattergood (1959) reportó que la distribución del género Strongylocentrotus es muy amplia, extendiéndose desde aguas polares hasta las tropicales y en profundidades desde 0 hasta 20m.

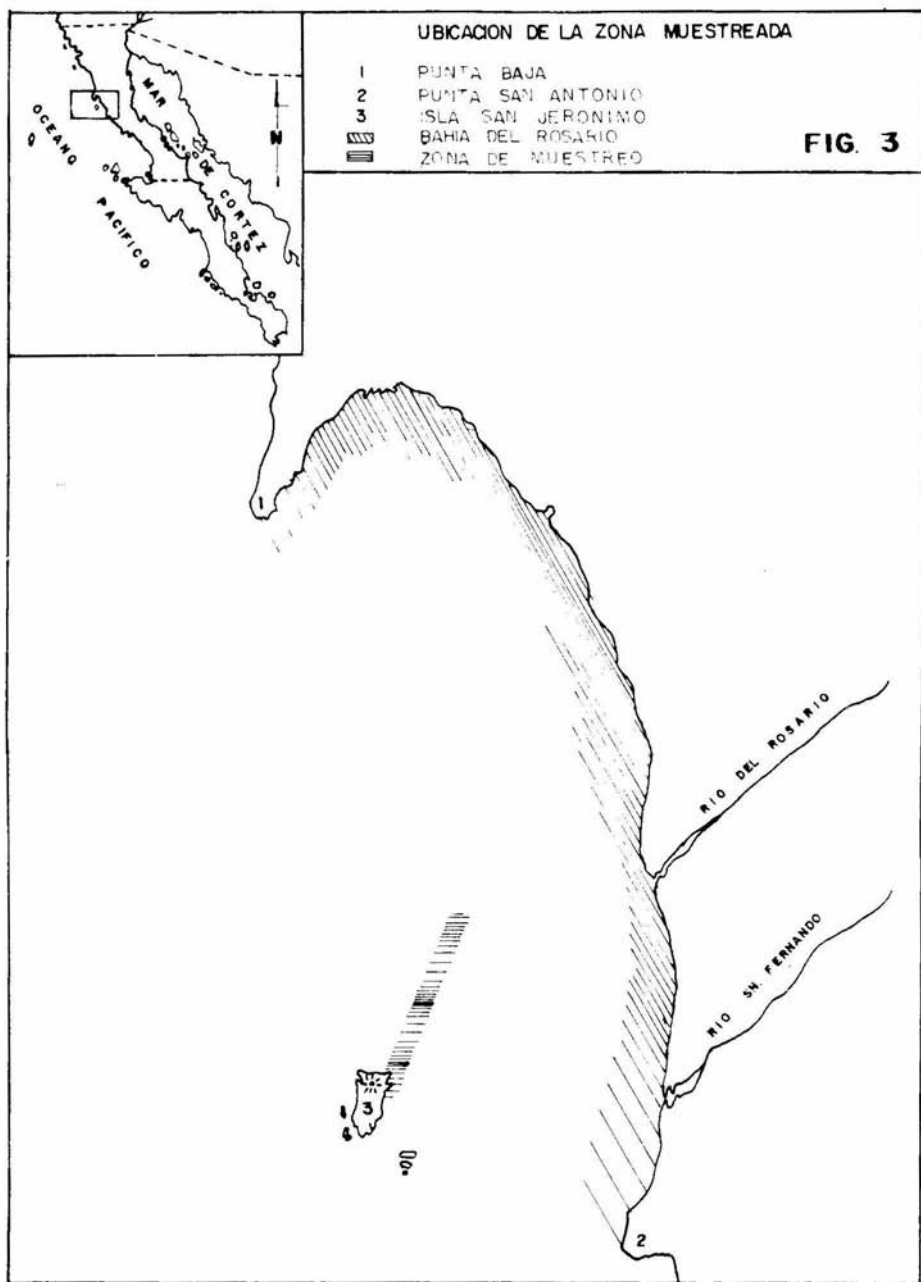
S. purpuratus en cautiverio tiene poca resistencia fisiológica a la variación de la temperatura y de la salinidad; no hay reportes específicos para S. franciscanus, pero se cree que es más susceptible pese a que coexisten en el mismo hábitat.

A R E A D E E S T U D I O

La Isla de San Jerónimo pertenece al estado de California Norte y se encuentra aproximadamente a unos 17 km frente al litoral de la península en el mar del Pacífico, comprendida entre las coordenadas $115^{\circ} 44' 55''$ latitud Norte y a los $29^{\circ} 11' 20''$ longitud Oeste, siendo ésta muy pequeña; cuyas dimensiones son 1.5 km de longitud y 0.5 km de ancho aproximadamente (fig. 3).

La Isla se considera como un campo de almacenamiento, ya que en sus inmediaciones se captura normalmente langosta (Marzo a Octubre), abulón (Junio a Septiembre), erizo de mar (Mayo a Enero) y Sargaso (Mayo a Agosto) por la sociedad cooperativa de productos pesqueros Ensenada. Los productos salen de la Isla para ser enviados a Punta Baja, en donde es recogido y llevado a la empacadora " El Rosario " (a 3 km de distancia aproximadamente); éste proceso se repite cada dos días.

La salinidad varía de 35 a 37 0/00, la biomasa del fitoplancton es de 250 a 500 mg/m^3 y la del zooplancton es de 201 a 500 (Lackey & Nielsen, 1980).



MATERIAL Y METODO

Los erizos de mar Strongylocentrotus purpuratus y S. franciscanus fueron tomados de una área de 750,000 m cuadrados, situada entre la Isla de San Jerónimo al O y la Bahía del Rosario al E (fig. 3) en Mayo de 1981, obteniéndose un total de 651 ejemplares.

El método de muestreo, corresponde al tipo aleatorio estratificado (Azorin, 1972), estableciéndose estratos de profundidad (0-5m, 5-10m, 10-15m, 15-20m, 20-25m, 25-30m) dentro del área de muestreo. En cada estrato se escogieron al azar cinco cuadrados (de un metro cuadrado) y se registró el número de erizos existentes en cada uno de ellos, al mismo tiempo se colectaron.

En el primer estrato (0-5m) solo se tomaron dos réplicas, debido a la gran abundancia de los erizos y a los tamaños tan pequeños (menores que siete centímetros de diámetro).

Las artes de pesca utilizadas en los muestreos, incluyendo la panga y el equipo de buceo, fueron facilitadas por los pescadores de la región, por conducto de la sociedad cooperativa pesquera Ensenada.

Inmediatamente después de ser colectados los erizos, fueron llevados a la Isla San Jerónimo, para tomar registro del peso húmedo del individuo (\pm g) después eran partidos por la mitad para la extracción y determinación del peso gonadal (\pm 0.05 g). Posteriormente se midió el diámetro (cm) y la altura (cm) del dermatoesqueleto, con ayuda de una escala milimétrica (\pm 0.5 mm), de acuerdo a lo sugerido por Flores (1965).

Las gonadas que se encontraban maduras se fijaron y etiquetaron, así como sus correspondientes tubos digestivos; arrojando un total de ocho, dos por cada profundidad (5-10m, 10-15m, 15-

20m, 20-25m), a fin de efectuar el análisis del contenido digestivo y evaluar la fecundidad.

El ciclo de madurez gonadal se determinó indirectamente a través de la relación que presenta el ciclo anual de captura (desde 1972 a 1980). Esto se logró separando el mes de mayor producción de cada año y relacionándolo con los meses que definen las etapas de madurez gonadal, propuestas por Fuji (1967) para el mismo género.

El sexo y la especie fueron determinados por la coloración de las gonadas y del individuo, de acuerdo a lo descrito por Caso (1978). Debido a la ambigüedad de algunos ejemplares, fue necesario fijar ocho erizos de mar, de diferentes tallas y colores, que representan todos los tipos existentes en el campo a fin de corroborar las especies.

Al ser tomados los erizos del sustrato, se colectaron y fijaron las algas circundantes a ellos en cada una de las profundidades, para ser identificadas (Gaviño, 1974). La fauna anidada en las algas colectadas se separó y se identificó.

Las especies de algas registradas se tomaron como punto de referencia, para establecer el análisis del contenido estomacal de los erizos, el cual se realizó en cuatro de los ocho ejemplares que presentaron madurez gonadal (por coloración) y talla comercial. A estos mismos se les calculó la fecundidad por recuento de huevos en cada una de las ocho alícuotas, tomadas al azar, de cada una de las cinco bandas gonadales. A cada alícuota se le pesó y se le contó el número de huevos que la constituía, obteniendo el promedio. El cálculo se efectuó por medio de la relación, peso total de la gónada por el promedio de los huevos contados de las alícuotas y dividido con el promedio de los pesos de las alícuotas. El índice gonadal se calculó en función a lo

propuesto por Mottet (1976) y Fuji (1967), considerando el peso total del individuo sobre el diámetro y multiplicado por cien; así como el peso gonadal dividido con el peso total del erizo y multiplicado por cien.

Estas dos formas de evaluar el índice gonadal, expresan también el incremento del volumen en el dermatoesqueleto en relación al cambio progresivo del tamaño gonádico, así como, su estado de madurez.

La edad de los erizos se determinó de acuerdo a lo propuesto por Farias (1980), para ambas especies y por separado. Así mismo se determinó la frecuencia de las edades en relación a la profundidad muestreada.

De los 651 erizos colectados se seleccionaron indistintamente cuatro dermatoesqueletos, con el objeto de evaluar sus componentes por métodos gravimétricos y colorimétricos (Ayres, 1970; Vogel, 1960).

ANALISIS ESTADISTICO

Los datos obtenidos de cada una de las variables (diámetro, altura y peso gonadal), fueron agrupados calculando su valor promedio en cada una de las profundidades. Dichos valores fueron procesados a fin de calcular la desviación estándar, varianza, covarianza y coeficientes de regresión y correlación.

Se estableció el coeficiente de condición proporcional "A" con ayuda del modelo $Y = A \times X^B$; a fin de establecer una relación alométrica, entre masa gonadal y el tamaño del cuerpo, diámetro o altura.

Se determinó el coeficiente de condición proporcional "A", de las relaciones diámetro-peso gonadal y altura-peso gonadal, con respecto a la profundidad.

R E S U L T A D O S

HABITAT

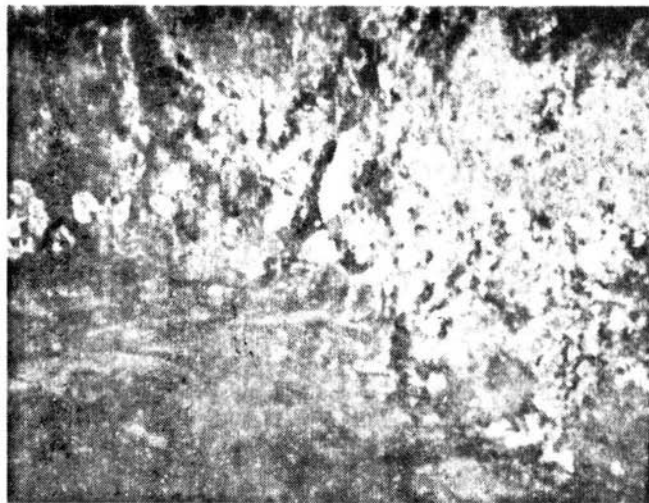
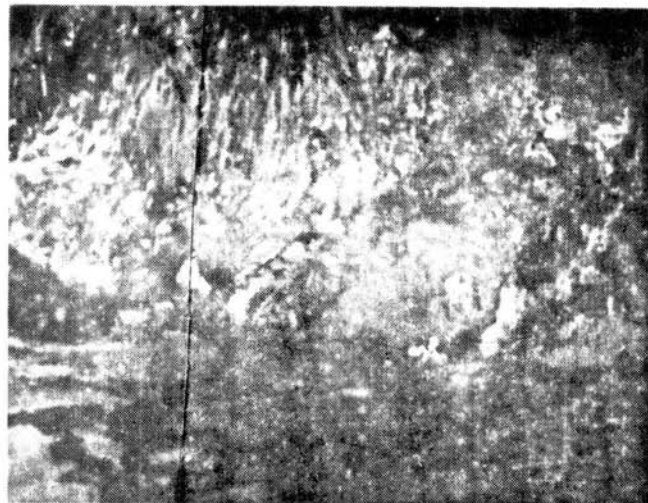
Se observó que las dos especies de erizos, Strongylocentrotus purpuratus y S. franciscanus coexisten en los mismos sustratos. Estos son heterogéneos en forma y relieve, están formados por rocas de origen ígneo, metamórfico y sedimentario.

El sustrato ígneo es característico en todo el litoral de la Isla y hasta una profundidad de 5m, aunque también se le observó en otras profundidades. Este sustrato tiene grietas irregulares en cuya superficie se observa gran actividad por el efecto de las olas y de las corrientes. Pese a ello se encuentran grandes cantidades de pastos marinos (Zostera sp. y Phyllospadix sp) acompañados de rodofíceas y clorofíceas (figs. 4 y 5) principalmente, así como de estrellas marinas, lo cual es característico en las zonas intermareales de fase expuesta y modo agitado (Stephenson y Stephenson, 1972).

El sustrato metamórfico solo se observó a la profundidad de 20-25m, constituyendo piedras de dimensiones y formas variadas sobre las cuales se encontraban algas feofíceas y rodofíceas con presencia del abulón.

El sustrato sedimentario se le encontró como característico entre los intervalos comprendidos entre cinco y 20m de profundidad acompañados de guijarros y arena suelta, con predominio de rodofíceas y en presencia de clorofíceas y feofíceas (tabla 1).

Se observó que ambas especies de erizos tienen una cierta preferencia por el sustrato sedimentario. Donde pueden horadar e incluirse en una hendidura o cueva, quedando protegidos de los



Figs. 4 y 5: Hábitat donde coexisten los erizos Strongylocentrotus purpuratus y Strongylocentrotus franciscanus, ahí existe gran abundancia de pastos y algas (zona intermareal 0-5m).

TABLA 1: Descripción del sustrato, vegetación circundante y talla de los erizos S. purpuratus y S. franciscanus en función de la profundidad.

PROF.(m)	TALLA MEDIA DE LOS ERIZOS (cm)	TIPO DE VEGETACION CIRCUNDANTE	TIPO DE SUSTRATO
0-5	-7 a 9	-dominio de pastos (<u>Zostera</u> y <u>Phyllopadix</u>) y rodofíceas en presencia de clorofíceas y feofíceas	- rocoso con grietas de forma irregular, dominando la roca ígnea acompañada de guijarros y arena.
5-10	-7 a 10	-dominio de rodofíceas en presencia de clorofíceas y feofíceas.	- rocoso con predominio de las sedimentarias acompañadas de guijarros y arena.
10-15	-9 a 11 (comercial)	-dominio de rodofíceas en presencia de clorofíceas y rodofíceas.	- rocoso con predominio de sedimentaria, acompañado de arena.
15-20	-9 a 11	-dominio de rodofíceas en presencia de feofíceas y clorofíceas.	- rocoso con predominio de sedimentos y grietas con arena suelta.
20-25	-11 a 16	-dominio de feofíceas en presencia de rodofíceas	- arenoso con presencia de rocas ígneas y metamórficas. Domina la arena suelta.
25-30	-14 a 16 (bajo peso gonada)	- presencia de feofíceas y rodofíceas, formando prados	- arenoso con rocas sedimentarias no abundantes y la arena cubre grandes extensiones.

embates de las olas. De no ser así, se resguardan en grietas del sustrato ígneo; los erizos que habitan estas grietas, son inferiores a los nueve centímetros de diámetro, pero mayores a los que se localizaron en la fase expuesta modo agitado, los cuales van desde uno hasta cinco centímetros. También se les observó de bajo de las rocas y entre las algas.

DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA

El tipo y forma de sustrato, así como el alimento, determinan de alguna forma, la distribución de las dos especies de erizos. Esto se hace evidente en las estimaciones de la abundancia relativa, para ambas especies y todas las profundidades; en relación al tipo de sustrato, se encontró que el de mayor abundancia relativa fue el sedimentario con 81.41%, seguido del ígneo con 11.98% y por último, el metamórfico con 6.61%. Respecto a la forma del sustrato, la abundancia relativa mostró que los sustratos rocosos soportan el 64.36% del total de la abundancia y los arenosos, el 35.64% restante.

La abundancia relativa de las dos especies, para cada tipo y forma de sustrato en relación a la profundidad, mostró que el de mayor abundancia fue el arenoso con rocas sedimentarias escasas, el cual cubre grandes extensiones, soportando el 29.03% de la abundancia a la profundidad de 25-30m y es seguido por el rocoso sedimentario, acompañado de guijarros y arena, con el 25.81% de la abundancia a la profundidad 5-10m.

Los sustratos medianamente habitados son el rocoso sedimentario fracturado, en presencia de arena, con el 14.13% a la profundidad 15-20m; seguido del rocoso sedimentario en presencia de

arena, con 12.44 % a la profundidad de 10-15m y por último el rocoso con grietas de forma irregular, predominando la roca ígnea con guijarros en zonas arenosas, con el 11.98 % a la profundidad de 0-5m.

El menos habitado, es el arenoso con rocas ígneas y metamórficas y con predominio de arena suelta con el 6.61 % a la profundidad de 20-25m (tabla 2 y fig. 6).

Considerando todas las profundidades en conjunto, S.purpuratus domina en abundancia relativa, la mayoría de los sustratos con 64.36 %.

La abundancia relativa por especie, en relación a las profundidades muestreadas, se encontró que S.purpuratus domina con el 21.82 % la profundidad de 5-10m y S.franciscanus con el 18.43 % la profundidad de 25-30m (tabla 2).

Los valores de la densidad relativa (ambas especies) en función a la profundidad, mostraron que el mayor corresponde a la profundidad 0-5m con el 25.69 % en un sustrato rocoso, donde hay dominio de pastos marinos acompañados de clorofíceas y rodofíceas; le sigue la profundidad 25-30m con el 24.90 % en un sustrato rocoso con la presencia de feofíceas y rodofíceas, y por último la profundidad de 5-10m con 22.13 % (tabla 2) cuyo sustrato rocoso tiene rodofíceas y clorofíceas.

Los valores intermedios de la densidad relativa corresponden a las profundidades de 15-20m y de 10-15m con el 12.12 % y el 10.68 % de los erizos (tabla 2), con una variedad ficológica similar entre ellas.

Fue notable la gran abundancia de los erizos dispuestos en todo el litoral de la I. la San Jerónimo y las grandes agrupaciones de la profundidad 0-5m, en las zonas protegidas.

La densidad registrada es de 25.3 erizos por metro cuadra-

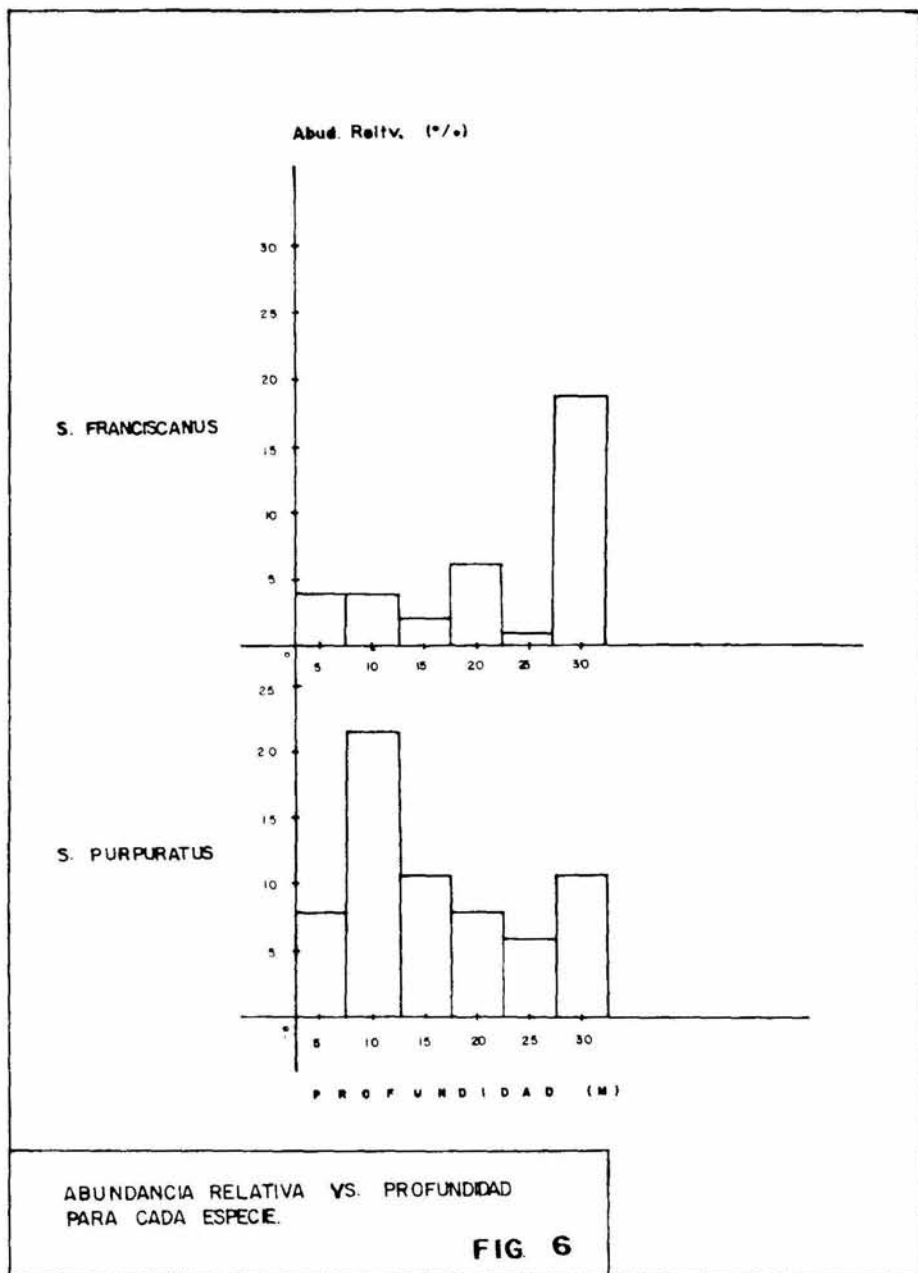


TABLA 2: Abundancia total, relativa (%) y densidad relativa en función de la profundidad, de los erizos S. purpuratus (Sp.) y S. franciscanus (Sf.).

PROP. (m)	# DE ERIZOS COLECTADOS	MUESTRAS (m)	% AREAS ESPECIES	% DE Sp.	% DE Sf.	DENSIDAD RELATIVA (&)
0-5	78	2	11.98	7.83	4.15	25.69
5-10	168	5	25.81	21.82	3.99	22.13
10-15	81	5	12.44	10.44	2.15	10.68
15-20	92	5	14.13	7.83	6.3	12.12
20-25	43	5	6.61	5.84	0.77	4.48
25-30	189	5	29.03	10.60	18.43	24.90
TOTAL	651	27	100.00	64.36	35.79	100.00

(&).- número de erizos por metro cuadrado colectado, expresado en porcentaje.

do para ambas especies; estimando 15.48 para la especie S.purpuratus y 8.59 para S.franciscanus.

Se observaron pequeños desplazamientos que le permiten cambiar de microhábitat, a fin de roer otro sustrato; esto fue observado en la mayoría de las profundidades.

Se encontró un indicio de posibles desplazamientos debido a que los cuatro erizos S.purpuratus analizados en el contenido digestivo, mostraron tener Zostera spp y Phyllospadix spp, las cuales solo habitan en la profunda 0-5m (observaciones del registro de algas circundantes a los erizos) y los cuatro erizos se capturaron entre la profundidad de 10 a 25m.

HABITOS ALIMENTICIOS

La forma de ingestión es simple, solo requiere de roer o arrancar en pequeños trozos las algas fijadas al sustrato, no excluyendo los organismos acompañantes y hasta la arena; ésto se observó en todas las profundidades de muestreo.

Se encontraron 49 especies (apéndice I) diferentes de algas que circundan a las dos especies de erizos; de las cuales 30 son rodofíceas, cuatro clorofíceas, cuatro feofíceas y once diatomeas. También se registraron dos tipos de fanerógamas marinas Zostera spp y Phyllospadix spp. Las algas se encontraron en los tres tipos diferentes de sustrato (ígneo, metamórfico y sedimentario) que van desde el arenoso hasta el completamente rocoso. Los dos tipos de fanerógamas solo se les encontró en el ígneo a la profundidad 0-5m.

El análisis del contenido digestivo reveló que de las 49 especies registradas, solo 30 se encontraron en el tubo diges--

tivo, de los cuales 13 son rodofíceas, dos clorofíceas, cuatro feofíceas y 11 son diatomeas. Sin embargo, el total de especies que aparecieron dentro de tubo digestivo son 39; nueve de éstas no figuran en el registro de las circundantes, de las cuales siete son diatomeas, una rodofíceas y la otra clorofíceas.

En algunos casos se encontraron tejidos de algas y animales en avanzado estado de degradación, los cuales no fueron identificados; en otros, se llegó a determinar a Corrallina sp., Fosliella sp., algunos crustáceos y esponjas.

Los organismos anidados en las algas circundantes a los erizos, eran en su mayoría gasterópodos y crustáceos, en presencia de poliquetos (entre los rizoides de las algas) y anfineuros.

En el tubo digestivo de los erizos se encontró con más frecuencia el grupo de las diatomeas, seguido de las rodofíceas y por último clorofíceas y feofíceas.

Se determinó la presencia de los grupos de algas en función a la profundidad, del total de apariciones registradas (88); la más alta corresponde a las rodofíceas con 64.77 % con una distribución en la profundidad de 0 a 20m, siendo característico el sustrato rocoso. La intermedia corresponde a las feofíceas y clorofíceas con 9.09 % y 5.68 % respectivamente, cuyo sustrato rocoso se combina con el arenoso. Estos grupos de algas se encuentran en sí mismas relacionadas formando epifitismo, doble epifitismo o una simple asociación.

PARASITOS Y COMPETIDORES

No se observó ningún tipo de parásito en las dos especies de erizos que se utilizaron para el análisis del contenido digestivo, ni tampoco en aquellos que se sometieron a los registros biométricos.

Pearse et al. (1977) localizaron grandes poblaciones de S. franciscanus, muertos en el centro de California, de 1970 a 1976, disminuyendo el número de erizos muertos con el aumento de la profundidad. Señaló que los presuntos responsables son hongos, que sólo parasitan los músculos, localizándose en la inserción de la base de la espina que une al exoesqueleto, provocando la caída casi total de éstas; pese a la capacidad de regenerarlas.

Competidores específicos de las dos especies de erizos no se observaron; pero los pescadores argumentan cierta competencia, por espacio y alimento, con el abulón Haliotis spp la cual fue referida por Lozano (1978) y Lizárraga (1970). Estos investigadores sugieren una escasez de alimento y espacio en las zonas que habita el abulón, por el efecto de grandes poblaciones de erizos, retardando el crecimiento del abulón y su propagación. Contrario a esto los pescadores de la Isla San Jerónimo sugieren también escasez de erizos, debida quizás a la explotación y/o a causas desconocidas (factores del medio ambiente), en comparación con otros años. Ya que han tenido la necesidad de buscarlos a mayores profundidades y más al sur de la península de Baja California.

Farias (1980) propone que el incremento de los erizos es tal que han llegado a constituirse como una plaga para las algas bénticas (algunas de importancia comercial), dicho incremento se ve facilitado por la explotación del abulón; sin embargo, la

la creciente captura de los erizos en las mismas zonas donde se extrae el abulón, no ha incrementado el número de éstos (Moctezuma y Vázquez, com. per.).

DEPREDADORES

No fue observada alguna forma de depredación en las zonas de muestreo, pero de acuerdo a la bibliografía, se proporciona una lista de las clases de organismos que agreden fuertemente las poblaciones de erizos, sugerida por diferentes autores; Scattergood (1961), Farias (1980), Rosenthal & Chess (1972), Boobootian, (1966) y Tegner & Dayton, (1976). Las principales son; antozoarios, asteroideos, equinodermos, elasmobranquios y mamíferos.

Tegner & Dayton, (1976) mencionan que los erizos juveniles de S.purpuratus se resguardan entre los adultos de ambas especies, quizás la razón de éste comportamiento sea parecido a un sistema de defensa, así mismo se resguardan pequeños abulones, gasterópodos, camarones, cangrejos, asteroideos, ofiuros y peces.

CARACTERISTICAS DE LA POBLACION

COMPOSICION POR EDADES

Las tallas alcanzadas (diámetro del exoesqueleto) por los erizos S.purpuratus y S.franciscanus se tomaron como referencia para determinar sus edades, definiendo intervalos de crecimiento a partir del modelo propuesto por Farias (1980).

La frecuencia de las edades de ambas poblaciones en relación a las profundidades muestreadas, dieron como resultado que las más dominantes son las de siete y ocho años en las profundidades 0-5m, 5-10m, 10-15m y 20-25m (fig. 7a) y en la profundidad 20-25m, las edades más dominantes son tres y cuatro años (fig. 7a); existiendo en ésta última los erizos más jóvenes, respecto a las otras profundidades. Sin embargo, debe aclararse que durante el muestreo se observó, que los erizos menores de tres años (a 55 mm de diámetro) eran muy abundantes en la profundidad 0-5m. En S.purpuratus se determinó que las edades más frecuentes son seis y siete, y para S.franciscanus, la cuatro (tabla 3).

REPRODUCCION

El ciclo reproductivo de los erizos S.purpuratus y S.franciscanus fue deducido empíricamente por los pescadores, desde el inicio de su pesquería; ellos sugieren que comienza en enero, febrero, marzo o abril y que las gónadas presentan una textura lechosa y/o granulenta. Argumentan que en los meses de mayo, junio, julio o agosto, su textura cambia haciéndose más compacta y en los meses de septiembre, octubre, noviembre o diciembre, llegan a adquirir una coloración que puede variar entre amarillo pálido-ambar (una de las características para determinar su cla-

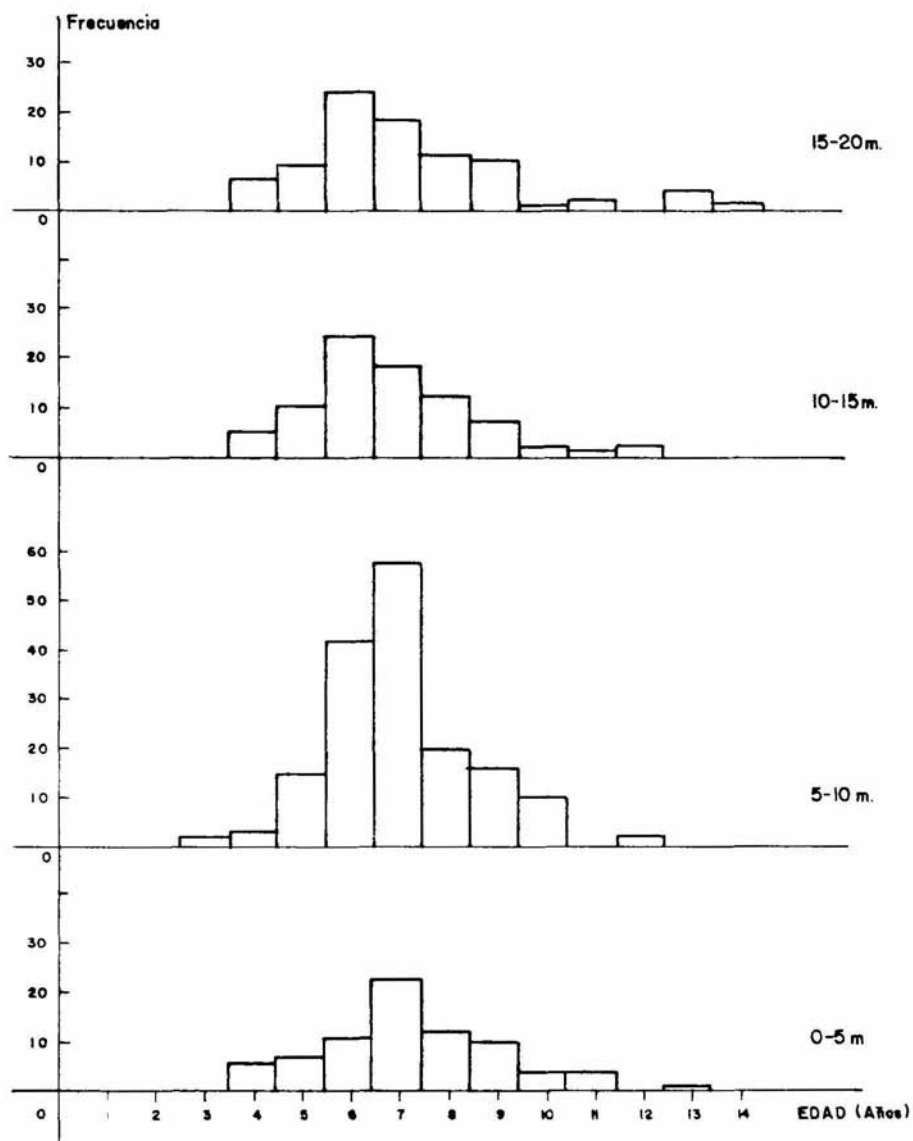


Fig 7a: Frecuencia de la edad de los erizos *S. purpuratus* y *S. franciscanus* de cada profundidad muestreada.

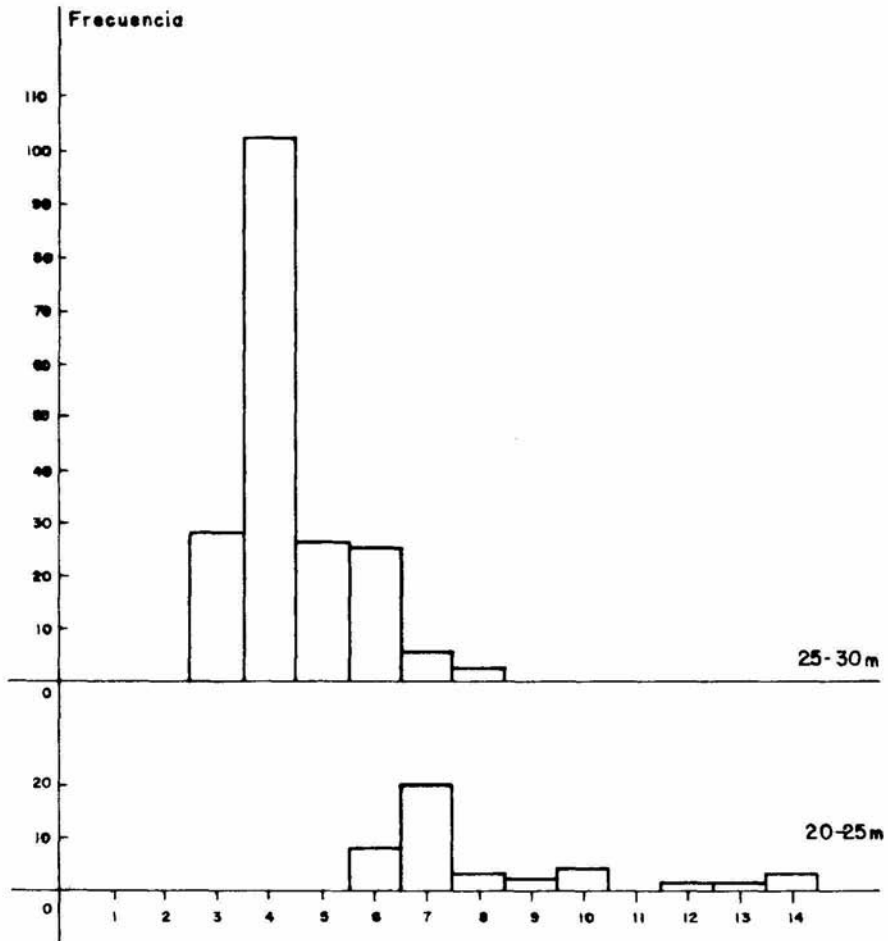


Fig.7a: Frecuencia de la edad de los erizos *S. purpuratus* y *S. franciscanus*, de cada profundidad muestreada.

TABLA 3: Frecuencia de la edad de los erizos S.purpuratus y S.franciscanus, sin distinguir sexo y profundidad.

INTERVALOS DE TALLAS (cm)	+	-	EDAD	FRECUENCIA	
				<u>S.purpuratus</u> (&)	<u>S.franciscanus</u>
0 - 0.9	0.45		1	0	0
1 - 3.2	1.20		2	0	0
3.3- 5.1	1.00		3	5	25
5.2- 7.0	1.00		4	30	93
7.1- 8.0	1.10		5	53	14
8.1- 9.2	0.70		6	95	39
9.3-10.4	0.55		7	118	24
10.5-11.0	0.25		8	45	15
11.1-11.7	0.30		9	34	11
11.8-12.3	0.25		10	18	3
12.4-12.7	0.15		11	3	4
12.8-13.0	0.10		12	5	0
13.0-13.4	0.15		13	5	1
13.5-13.6	0.05		14	2	2

(&).- cuatro tallas (≤ 13.9 cm) de erizos, caen fuera del mayor intervalo considerado para S.purpuratus y tres tallas (≤ 14.7 cm) para S.franciscanus.

se comercial). Estos períodos mensuales le han servido a los pescadores como referencia para iniciar su captura, buscando la coloración adecuada a su explotación.

De acuerdo a Fuji (1967) el ciclo de maduración gonadal de los erizos del género Strongylocentrotus, se inicia cuando las gónadas ya expulsaron los gametos (recuperación), pudiendo ocurrir entre los meses de noviembre a febrero; la siguiente etapa (producción) se caracteriza por el aumento de peso y volumen gonadal, pudiendo ocurrir entre marzo a mayo; la siguiente etapa (maduración) se caracteriza por la tonalidad amarillo-amarillo de las gónadas, la cual sucede entre junio a agosto y por último la etapa de desove que se caracteriza por el exudado gonadal, ocurriendo entre los meses de septiembre a octubre.

Como se observa en la tabla 4 la mayor frecuencia de captura corresponde a la etapa de recuperación, definida de noviembre a febrero. Las intermedias corresponden a la etapa de maduración y de desove, definidas de junio a agosto y de septiembre a octubre respectivamente, y por último el correspondiente a la etapa de producción de marzo a mayo.

Al establecer el ciclo de madurez de los erizos S.purpuratus y S.franciscanus a través de la captura anual y reubicándolo con el propuesto por Fuji (1967), solo se puede sugerir como punto de referencia para estas especies, teniendo presente que no se definieron concretamente los intervalos mensuales de cada etapa. Por otro lado es inevitable decir, que el ciclo empírico dado por los pescadores se asemeja al propuesto por Fuji.

A nivel de género y para otras especies el ciclo de madurez gonadal se determinó por la presencia del exudado gonadal (masa de gametos), el cual puede ser afectado por la temperatura, luz, pH y alimento y fue determinado por Bennett & Giese (1955), Boolootian & Moore (1969), Boolootian (1963) y Fuji (1960).

TABLA 4: Determinación indirecta del ciclo gonadal a partir del ciclo de captura; relación, mes de mayor captura con la etapa de madurez gonadal determinada por Fuji (1967).

PATRON DE MADUREZ GONADAL (ETAPAS)	AÑO	MESES DE MAYOR CAPTURA (APEN-DICE II)	ETAPA QUE LE CORRESPONDE	No. DE LA ETAPA	FRECUENCIA DE LAS ETAPAS	
					No.	%
1) recuperación (nov. - feb.)	1972	noviembre	1	1	5	55.36
	1973	diciembre	1	2	0	0
2) producción (mar. - May.)	1974	octubre	4	3	2	22.32
	1975	noviembre	1	4	2	22.32
3) maduración (jun. - agt.)	1976	octubre	4			
	1977	diciembre	1			
4) desove (sep. - oct.) &	1978	agosto	3			
	1979	agosto	3			
	1980	noviembre	1			

(&).- en cualquier mes puede ocurrir

FECUNDIDAD

Solo fue evaluada en cuatro erizos de S. purpuratus, la fecundidad más alta fue para aquel que habita a la profundidad de 15 a 20m con 385,210 óvulos; seguido del valor, correspondiente a la profundidad de 10 a 15m con 111,995 óvulos y los más bajos fueron para la profundidad de 20 a 25m con 39,116 y 36,778 óvulos (tabla 5).

El mayor valor registrado del índice de fecundidad, por cuenta de óvulos fue de 385,210; lo reportado por Mottet (1976) es de medio millón aproximadamente para el género Strongylocentrotus.

Las dimensiones de los óvulos de los S. purpuratus estudiados median en promedio, 120 micras de ancho por 120 micras de largo y lo reportado por Mottet (1976) es de 80-90 micras de ancho por 170 de largo, sólo para el género Strongylocentrotus.

PROPORCION DE SEXOS

De los 651 erizos colectados de todas las profundidades el 62.21 % pertenece a la especie S. purpuratus y el resto 35.79 % a S. franciscanus. De la primera especie, solo el 18.74 % son machos y el 45.47 % hembras, teniendo una proporción de tres hembras por cada dos machos; la segunda especie, tiene 13.93 % en machos y 21.82 % de hembras, teniendo una proporción de tres hembras por cada dos machos. La proporción hembra-macho no presenta un comportamiento definido (creciente o decreciente) con el aumento de la profundidad, en ninguna de las especies (tabla 6).

TABLA 5: Valores de la fecundidad, velocidad de crecimiento gonadal (I), índice de madurez (II) y morfometría del erizo S.purpuratus.

PROF.(m)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	PESO GODAL. (g)	INDICE DE FECUNDIDAD (Fuji, 1960)		INDICE DE FECUNDIDAD (cuenta)
				I	II	
10-15	12.2	6.3	60.0	491.80	16.21	111,995.35
15-20	14.4	8.3	100.0	694.44	8.70	385,208.20
20-25	10.3	5.6	12.5	121.36	1.74	39,116.31
20-25	9.5	4.6	12.0	126.31	2.30	36,778.23

TABLA 6: Abundancia y proporción sexual de los erizos de mar S.purpuratus y S.franciscanus en relación a la profundidad.

PROF.(m)	<u>S.purpuratus</u>		<u>S.franciscanus</u>	
	MACHOS	HEMBRAS	MACHOS	HEMBRAS
0-5	28	23	13	14
5-10	24	118	9	17
10-15	20	47	6	8
15-20	9	42	26	15
20-25	6	32	2	3
25-30	35	34	35	85
TOTAL EN # =	122	296	91	142
POR CIENTO =	18.74	45.47	13.98	21.81
# y % TOTAL =	418 : 62.21		233 : 35.79	
PROPORCIO PROMEDIO =	1 : 2.43		1 : 1.56	
MACHO/HEMERA				

RELACIONES BIOMETRICAS

- Descripción de la relación diámetro y altura con respecto al peso gonadal.

El grado de asociación entre el diámetro y la altura con respecto al peso gonadal se describe en la tabla siete, a través de los valores del coeficiente de correlación. En ambas especies y sexos, de todas las profundidades muestreadas, de la asociación altura-peso gonadal es mayor (0.68) a la del diámetro-peso gonadal (0.65); pero ambos coeficientes tienen valores bajos y no son significantes, ya que $P \leq 0.1649$ y $P \leq 0.296$ respectivamente. Sin embargo el coeficiente de correlación de la asociación diámetro-altura es de 0.85 con alto grado de significancia ($P \leq 0.0001$) y la correlación de ésta asociación (diámetro-altura) con el peso gonadal es de 0.82, el cual describe alta significancia ($P \leq 0.0001$).

En machos el coeficiente de correlación es ligeramente mayor (0.80) en la asociación altura-peso gonadal, que en la del diámetro-peso gonadal (0.79). En las hembras la asociación altura-peso gonadal es ligeramente mayor (0.63), que en diámetro peso gonadal (0.60).

Las asociaciones diámetro-peso gonadal y altura-peso gonadal varían poco cuando se consideran en conjunto los dos sexos para cada especie, ya que en *S. purpuratus* adoptan un valor aproximado a 0.74 y en *S. franciscanus*, a 0.81 (tabla 7).

TABLA 7: Pendiente (m), coeficiente de correlación (r), error estándar (es) y número de erizos (n), estimados para las relaciones diámetro-peso gonadal (D-Pg) y altura-peso gonadal (H-Pg), considerando especie y sexo por separado, así como en conjunto, para todas las profundidades muestreadas.

<u>Strongylocentrotus purpuratus</u>						<u>Strongylocentrotus franciscanus</u>					
MACHOS		HEMBRAS		AMBOS SEXOS		MACHOS		HEMBRAS		AMBOS SEXOS	
D-Pg	H-Pg	D-Pg	H-Pg	D-Pg	H-Pg	D-Pg	H-Pg	D-Pg	H-Pg	D-Pg	H-Pg
m = 2.96	2.33	1.65	1.78	2.96	2.33	2.7	1.93	2.75	2.15	2.85	2.13
r = 0.73	0.74	0.34	0.42	0.73	0.74	0.83	0.85	0.79	0.79	0.81	0.80
es = 0.57	0.57	0.94	0.91	0.59	0.57	0.56	0.53	0.66	0.67	0.64	0.66
n = 122		296		413		91		142		233	

	AMBAS ESPECIES				AMBAS ESPECIES Y SEXOS	
	MACHOS		HEMBRAS		D-Pg	H-Pg
	D-Pg	H-Pg	D-Pg	H-Pg	D-Pg	H-Pg
n =	2.80	2.05	2.37	2.07	2.52	2.07
r =	0.79	0.80	0.60	0.63	0.65	0.68
es =	0.56	0.55	0.87	0.84	0.81	0.78
n =	213		438		651	

- Descripción del diámetro, altura y peso gonadal en función a la profundidad.

Para las dos especies se encontró que el diámetro es muy irregular y la altura no tanto. El peso gonadal tiene cierta tendencia a decrecer cuando la profundidad aumenta ($r = -0.81$) excepto en la profundidad 15-20m, donde se registraron altos pesos gonadales (30 a 40 g que constituyen la talla media comercial) y es la preferida por los pescadores.

En S.purpuratus el diámetro y la altura son irregulares (fig. 8) no así el peso gonadal, el cual es ligeramente decreciente, excepto en la profundidad 15-20m.

En S.franciscanus el diámetro y la altura son poco irregulares (fig. 9) no así el peso gonadal, el cual es ligeramente decreciente, excepto a la profundidad 20-25m, la cual se sa le del comportamiento sugerido por otros valores.

El peso total de los erizos respecto a la profundidad, no fue posible evaluarlo debido a la gran variación de peso que presentaron, por el efecto de la pérdida de agua corporal.

El análisis multivariado del peso gonadal, que considera la asociación diámetro-altura en función al diámetro y la altura por separado, para todas las profundidades y ambas especies y sexos, arrojó un coeficiente de correlación (0.99) con alto grado de significancia ($P < 0.0003$) para cada variable por separado. Al considerar el mismo análisis, pero para cada profundidad, se encontró que en 0-5m, 15-20m y 20-25m hay relación, no siendo así en los otros tres niveles restantes, 5-10m, 10-15m y 25-30m.

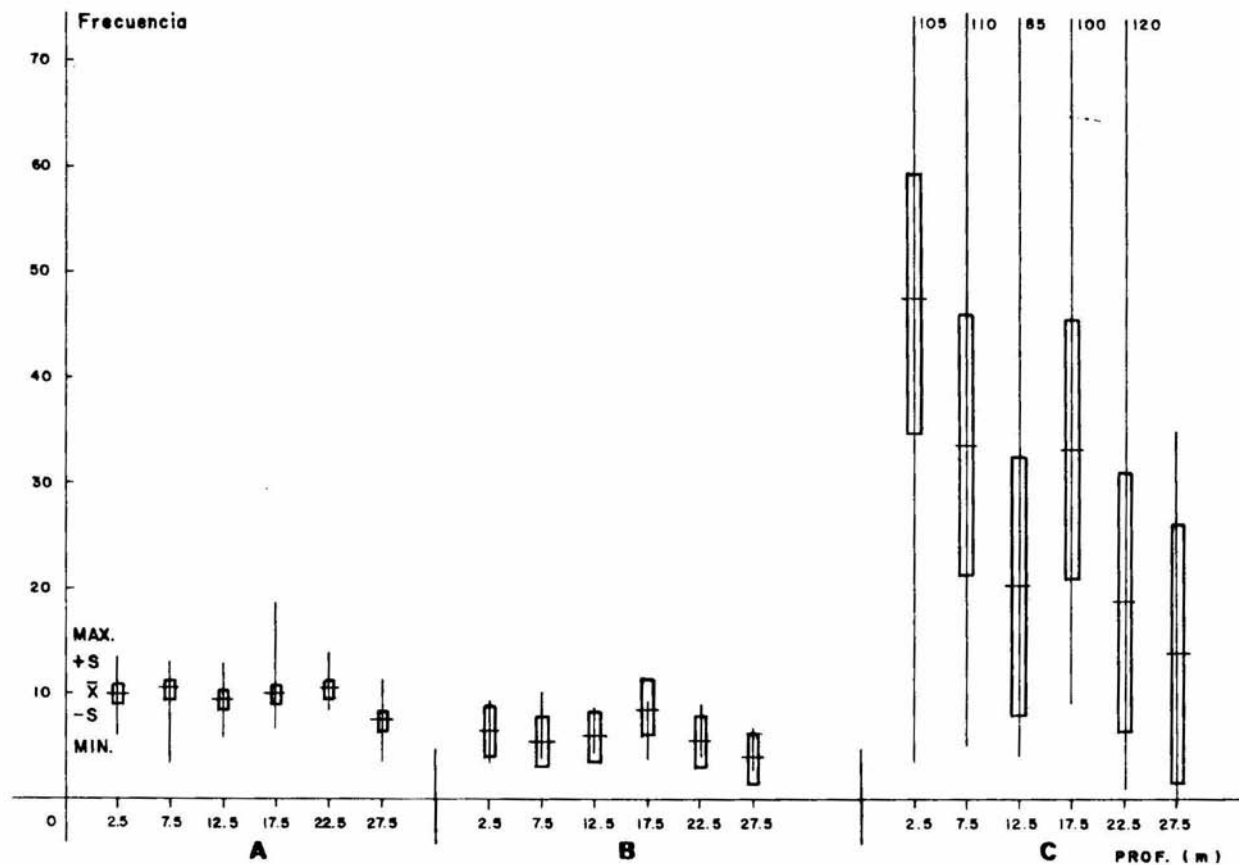


FIG. 8 : VARIACION DEL DIAMETRO (en cm, A), DE LA ALTURA (en cm, B), Y DEL PESO GONADAL (en gr, C) CON RESPECTO A LA PROFUNDIDAD, SOLO PARA LA ESPECIE STRONGYLOCENTROTUS PURPURATUS.

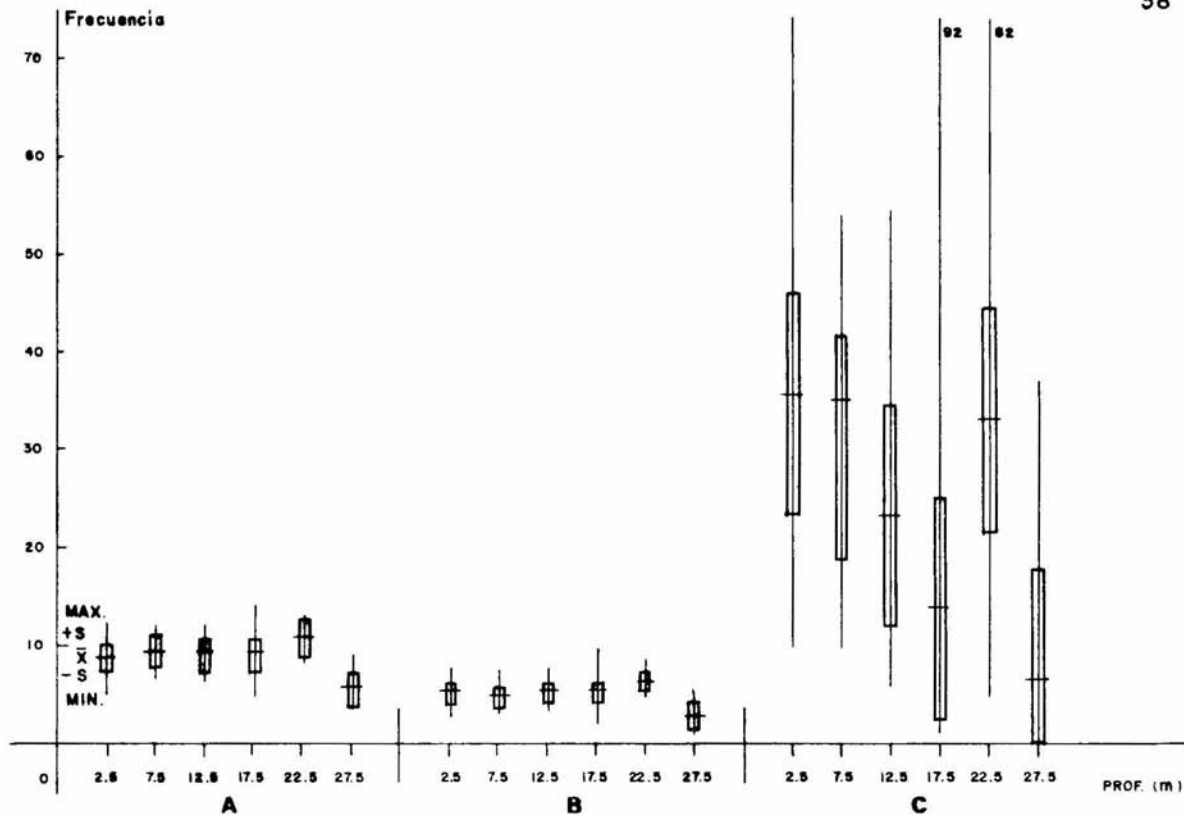


FIG. 9 : VARIACION DEL DIAMETRO (en cm. A), DE LA ALTURA (en cm. B) Y DEL PESO GONADAL (en gr. C) CON RESPECTO A LA PROFUNDIDAD, SOLO PARA LA ESPECIE *STRONGYLOCENTROTUS FRANCISCANUS*

DISCUSION DE RESULTADOS

En las zonas muestreadas dentro del perímetro de la Isla San Jerónimo, a la profundidad de 0-5m, se observó que el hábitat característico de S.purpuratus y S.franciscanus es del tipo rocoso con grandes cantidades de algas de diferentes especies, así como de pastos marinos, similar a lo descrito por Booloottian (1966) para las costas del sur de California.

Se encontró que S.purpuratus existía en mayor abundancia, en zonas rocosas de origen ígneo y sedimentario, y S.franciscanus en zonas arenosas con guijarros. Tegner & Dayton (1976), Paine & Vadas (1969) y Booloottian (1966) argumentan la gran preferencia que tienen estos erizos por estratos rocosos, sin especificar su origen, siempre que se encuentre bajo y/o expuestos a la marea. Los primeros investigadores describen como hábitat característico de S.purpuratus, a la profundidad 15 a 20m, el sustrato rocoso (horadándolas en la base). Así mismo argumentan que el microhábitat de estos erizos no se determina directamente por el tipo y forma del sustrato, sino que también, por la abundancia y variedad de alimento existente. Al respecto se encontró en forma general, que el sustrato rocoso contenía mayor variedad de macroalgas (rodofíceas, clorofíceas y feofíceas) que el arenoso, haciéndose menor la variedad con el aumento de la profundidad, hasta los 30m. Paine & Vadas (1969) en Bahía de Mukkaw, Washington, encontraron que la variedad y cantidad de algas caféas en las zonas de baja y alta marea, eran determinadas por la actividad alimenticia de S.purpuratus, S.franciscanus y S.dröbachiensis.

En terminos globales la abundancia relativa aumenta con la

profundidad en S. franciscanus y en S. purpuratus disminuye; sin embargo, no hay homogeneidad en comportamiento en cada una de las profundidades muestreadas. La interacción de estas dos poblaciones de erizos determinan una agregación traslapante en la profundidad 10-15m. Dicha agregación fue definida por Tegner & Dayton (1967) para la profundidad 15-20m.

La densidad de los erizos, ambas especies y por separado, para todas las profundidades sugiere que se constituyen como una plaga para las algas bentónicas de la región, de acuerdo a lo descrito por Ferras (1980), quien propone diez erizos por metro cuadrado de la especie S. purpuratus y uno para S. franciscanus. Lo cual no sería de la misma forma según Baranova & Golikov (1974) quienes sugieren de 12 a 16 erizos por metro cuadrado para el género Strongylocentrotus.

Las observaciones directas y las evidencias dadas por el contenido digestivo; sugieren pequeños desplazamientos de los erizos, para cambiar de microhábitat. Tegner & Dayton (1976), y Moore (1934) encontraron que los desplazamientos relativos de los erizos, se deben a la escasez de alimento y/o a sus depredadores; en éste último caso, llegan a desprenderse del sustrato quedando a merced de las corrientes o se asocian los juveniles (_ 20 mm de diámetro) a los adultos de cualquiera de las dos especies.

A través de los resultados de los resultados del análisis del contenido del tubo digestivo, se puede deducir que los erizos sustentan su alimentación con macroalgas sin poder evitar la ingestión de microalgas, microorganismos y/o larvas anidadas

en ellas, razón por la cual se encontraron en el tubo digestivo. Existen diferentes opiniones en cuanto a los hábitos alimenticios de los erizos, algunos investigadores como Moore (1966), Nishikawa (1972), Fuji (1960) y Mottet (1976) los refieren como omnívoros, con cierta capacidad selectiva; otros los hacen preferentemente fitófagos como Bückle et al. (1977), Weiz (1969) y Farias (1980) con cierta preferencia herbívora, pero to dos ellos proponen algo en común.

Tegner & Dayton (1976) y Paine & Vadas (1969) argumentan que las dos especies, S.purpuratus y S.franciscanus, tienen preferencias alimenticias similares en relación al tipo de algas marinas y a su distribución por profundidad, considerándolos como herbívoros. Fuji (1960) hace un estudio acerca de las preferencias alimenticias con especies del género Strongylocentrotus, llegando a la conclusión de que son alternantes, es decir herbívoros y carnívoros dependiendo de la estación del año, los factores físicos del hábitat y de la abundancia de alimento.

En cuanto al proceso digestivo se observó una gran cantidad de tejidos de macroalgas y animales en avanzado estado de descomposición. Al respecto Farmanfermain et al. (1962), Lasker & Giese (1954) y Lasker & Boolootian (1960) argumentan diferentes teorías; ya que se lo atribuyen a complejos enzimáticos, movimientos mecánicos en acción conjunta con la arena o con la asociación de microorganismos, sin llegar a una conclusión.

Las edades obtenidas a partir de las tallas (diámetro) de los erizos S.purpuratus y S.franciscanus están sujetas a error, por que fueron determinadas a partir del crecimiento calculado en S.franciscanus y sus mayores tallas registradas, siempre fueron menores a las obtenidas en S.purpuratus. Esto fue neces

rio, debido a que existen pocas referencias (Eodootian, 1966; Eückle et. al, 1977a-b; Parias, 1980; Fuji, 1960; Mottet, 1976 y Swan, 1958), acerca del crecimiento de los erizos de mar, y entre ellas, sólo se encuentra una de las especies (S. franciscanus). Así mismo se observa que el crecimiento por edad de los erizos, es muy variado en cada una de las especies estudiadas por los investigadores.

La frecuencia de la edad para cada profundidad, se ve afectada por la captura comercial de los erizos, quizás por tal motivo el dominio de las edades cuatro, seis y siete años. Respecto a éste hecho, no fue posible encontrar información bibliográfica para argumentar el fenómeno.

CONSIDERACIONES SOBRE SU APROVECHAMIENTO

El mercado mundial de la pesquería del erizo de mar arroja 205.46 millares de toneladas al año (Vidal et al., 1974) y al respecto México ocupa un lugar importante en esa producción. Sin embargo, la vinculación entre su explotación y su conservación, no se ha desarrollado.

Las características que afectan la importancia económica de estas dos especies de erizos son: su explotación, que aumenta considerablemente (apéndice II), el comercio de las algas que consumen (Gelidium, Macrocystis, Gracilaria, entre otras), su velocidad de recuperación poblacional que es lenta (Farias, 1980), su longevidad específica (que se ignora) y su susceptibilidad a los cambios del medio ambiente. Sin embargo, se puede sugerir como modulador de algunas de estas características, el desarrollo de la equinicultura, la diversificación de su pesquería en las costas de la misma península, de Jalisco, Colima, Guerrero y Oaxaca (Lizárraga, 1970), la investigación de otras especies explotables y el aprovechamiento total del erizo.

Al respecto, en este análisis se encontró que sólo se aprovecha el 25 % (peso gonadal) aproximadamente, de cada erizo y el resto es desperdiciado. Esto significa que la captura de 1972 a 1980 fue de 37,228.5 toneladas equivalentes a 27.6 millones de erizos no aprovechados en su totalidad.

Con la finalidad de contribuir a un posible uso del dermato esqueleto, se efectuó un análisis cuantitativo de sus componentes, sin discriminar especies. El análisis reveló que tiene 73.23 % de carbonato de calcio, 22.15 % de sílice, 2.66 % de magnesio y 1.96 % de sulfato, cuyo por ciento está en relación a una muestra de dos gramos de peso.

Se deja al margen el aprovechamiento específico del dermatoesqueleto, debido a la poca profundidad del estudio; pero puede ser útil, complementando el uso industrial de las diatomeas y otros materiales como abrasivos o fertilizantes.

La importancia orgánica e inorgánica de los elementos que constituyen el dermatoesqueleto, se ignora; pero Shinya & Okazaki (1977) explican la conformación de tejidos mineralizados duros tales como conchas y huesos, a partir de las larvas de los erizos.

CONCLUSIONES

- Los erizos de mar S.purpuratus y S.franciscanus habitan tres sustratos ígneo, metamórfico y sedimentario. Los más poblados son el sedimentario y el ígneo, en todas las profundidades donde se encuentren; en el sedimentario, por que los erizos pueden formar cavidades del tamaño de su cuerpo (hasta siete cm de diámetro) y en el ígneo, por que pueden resguardarse en sus partes agrietadas.
- En las zonas rocosas de origen ígneo y sedimentario a la profundidad 0-20m el S.purpuratus es más frecuente y en las zonas arenosas a la profundidad 20-25m lo es el S.franciscanus.
- De acuerdo a las observaciones hechas en este trabajo, el S.purpuratus domina en abundancia la mayoría de las formas de sustratos y es el más característico en la rocosa, a la profundidad 5-10m, pero poco frecuente en la arenosa, a la profundidad 20-25m. El S.franciscanus es poco abundante en todas las formas de sustratos, excepto en la arenosa, a la profundidad 25-30m y la menos habitada es la rocosa a la profundidad 20-25m.
- La forma de sustrato con mayor variedad de algas, es la rocosa y en la arenosa hay menor variedad.
- Son considerados como una plaga para la comunidad de algas bentónicas (por quienes explotan estas últimas), debido a que arrojan una densidad de 25.3 erizos por metro cuadrado; del S.purpuratus hay 15 y de S.franciscanus hay nueve, existe controversia para considerarlo plaga.
- La profundidad determina los gradientes de abundancia en cada uno de los cinco primeros niveles (0-25m); en el sexto (25-30m)

es muy elevada y los erizos son de tallas grandes (16 cm aproximadamente) y bajo peso gonadal.

- Al ingerir las algas también consumen los organismos que se alojan en ellas, por lo que se les atribuye amplia gama trófica.

- El gran epifitismo de microalgas y diatomeas sobre rodofíceas y clorofíceas, explica su gran abundancia y variedad en el tubo digestivo de los erizos.
- Los erizos S. purpuratus que se sometieron al análisis digestivo, tenían grandes cantidades de Zostera sp. y Phyllospadix sp., su existencia en los erizos sugiere posibles desplazamientos.
- No se observó ningún tipo de parásitos, ni competidores de los erizos, pese a que coexisten con el abulón Haliotis spp. Sin embargo, en la práctica, no se respeta la veda del abulón quizás esto provoque su escasez y no la competencia por espacio y alimento con los erizos.
- No se observaron depredadores durante la colecta; pero se conocen nueve clases de organismos como principales depredadores, sin considerar aquellos que se alimentan de su larva equinoploteus.
- Se encontró un dominio de la edad cinco y seis en los cuatro primeros niveles (0-25m) y de cuatro años en el último (25-30m) se atribuye tal efecto a la selectividad que implica la captura comercial.
- El ciclo de madurez deducido para las dos especies de erizos es; recuperación (febrero a ?), producción (agosto a ?), maduración (octubre a ?) y desove (noviembre-diciembre). En S. purpuratus la fecundidad es de 335,230 óvulos y corresponde a los más altos pesos gonadales registrados. En S. franciscanus se ignora y sus mayores pesos gonadales se registraron a la misma

- profundidad que en S.purpuratus. La dimensión de los óvulos en S.purpuratus es de 120 micras de ancho por 170 de largo.
- Hay tres machos de S.purpuratus por cada dos de S.franciscanus y en hembras, tres por cada una respectivamente.
 - La proporción hembra-macho es mayor en S.purpuratus (5-2), que en S.franciscanus (3-2). Las hembras de ésta última dominan ligeramente las profundidades 15 a 30m y en especial la de 25-30m. En las profundidades 5-10m y 25-30m se encuentran en la mayor proporción hembra-macho.
 - Para ambos sexos y especies, la asociación de la altura con el peso gonadal y del diámetro con éste último, no guardan relación. Sin embargo, el diámetro con la altura en asociación conjunta, se relacionan fuertemente con el peso gonadal. Para ambos sexos y especies separadas, las asociaciones, altura-peso gonadal y diámetro-peso gonadal adquieren significancia.
 - El peso gonadal del S.purpuratus y del S.franciscanus decrece a medida que aumenta la profundidad, el diámetro y la altura no guardan relación alguna con el aumento o la disminución de la misma.
 - La profundidad no afecta el coeficiente de condición proporcional "A", el cual permite el ajuste de las relaciones altura-peso gonadal y diámetro-peso gonadal.

Agradezco al Dr. Ernesto A. Chavez O. y al Biol. Gustavo de la Cruz A. por la dirección de la tesis; al M en C José L. Pablos H. y al Dr. Jorge Soberón M. por sus asesorías y orientaciones; a la M Laura Huerta M. y a la Biol. Catalina Mendoza G. por sus asesorías de laboratorio y a los pescadores que colaboraron en la colecta. Así como a todas aquellas personas e instituciones, cooperativa pesquera Ensenada, que de alguna forma colaboraron en la rea-lización del presente.

APENDICE I: Especies de algas circundantes a los erizos de mar S.
purpuratus y S. franciscanus.

- 1) Amphiroa zonata
- 2) Botrycladia hancockii
- 3) Botryoglossum farlowianum var. farlowianum
- 4) Calliarthron cheilosporioides
- 5) Callophyllis thompsonii
- 6) Ceramium sinicola var. sinicola Dawson
- 7) Corallina gracilis var. verticillata
- 8) Corallina pinnatifolia
- 9) Cunagloria andersonii
- 10) Cryptopleura rosacea
- 11) Fosliella paschalis
- 12) Gastroclonium couteri
- 13) Gelidium pussilum
- 14) Gelidium robustum
- 15) Gigartina papillata
- 16) Gracilaria textori var. cuninghamii
- 17) Gracilaria valeroae
- 18) Grateloupia hancockii
- 19) Gloiosiphonia capillaris
- 20) Gigartina espinosa
- 21) Heteroderma parvicarpa
- 22) Laurencia pacifica
- 23) Porphira perforata
- 24) Porphira naiadum
- 25) Prionitis australis
- 26) Prionitis filiformis
- 27) Prionitis lanceolata

- 28) Pterocladia caloglossoides
 29) Plocamium cartilagineum
 30) Rhodoglossum affine

CHLOROPHYTA

- 1) Cladophora columbiana
 2) Cladophora sericea
 3) Cladophora sakii
 4) Ulva californica

PHEOPHYTA

- Dictyota dichotoma
 - Egregia menziessii
 - Macrocystis pyrifera
 - Pelvetia fastigiata

DIATOMEAS(&)

- 1) Achnanthes spp.
 3) Ceratium sp.
 5) Cocconeis spp.
 7) Diatomea spp.
 9) Licmophora spp.
 11) Nitzschia sp.

- 2) Amphora sp.
 4) Coccinodiscus spp.
 6) Cymbella spp.
 8) Fragilaria spp.
 10) Navicula spp.

(&): Solo se determinaron hasta género.

FANEROGAMAS

- 1) Phyllospadix torreyi
 2) Zostera sp.

APENDICE II: Captura gonadal (en KG) de las zonas del Rosario, Enseñada, San Quintín y Tijuana, tomado del registro pesquero del centro de investigaciones pesqueras del Sauzal Eaja Ca California y del depto. de estadística de Fauna y Flora acuática, del instituto de pesca.

ANO MES	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Enero	200	2868	1700	6496	9010	9269	14700	83313	--
Febrero	--	--	11480	1110	5058	5465	15525	22382	--
Marzo	1400	2000	700	1472	2547	1636	4640	99300	38
Abril	1100	1500	--	--	1025	430	6715	64631	115
Mayo	--	1528	--	--	--	580	5100	134532	97.5
Junio	--	500	--	--	--	2785	9057	134093	4200
Julio	1600	2000	--	--	718	10943	24498	323117	949.1
Agosto	2000	5490	--	15102	911	21658	40796	413179	7855.5
Septiembre	1056	10100	3094	8106	24518	40340	36349	295248	528.9
Octubre	1600	800	14832	10369	27204	43070	41168	305925	4177.2
Noviembre	3500	10906	7337	19023	34032	43086	37761	285652	4269.7
Diciembre	1000	11990	4089	15458	40118	52044	23926	223488	1925.7
total de producción de cada año.	13456	49682	43282	77136	145141	231306	260235	3205093	24126.7

R E F E R E N C I A S

- Alexeef, V.N. 1976 Análisis cuantitativo Edt. Mir, Moscú, URSS
- Ayres, G.H. 1970 Análisis químico cuantitativo Her, D.F.
- Azorin, P.F. 1972 Curso de muestreo y aplicaciones Edt. Aguilar, Madrid, España.
- Baranova, Z.I., y A.N. Golikov 1974 Sea urchins of the genus Strongylocentrotus of northern seas and some aspects of their distribution and ecology Abstracts of symposium on hydrology and biogeography of the shelf of the temperate and cold waters of the ocean Leningrad, URSS Nov. 18-21: 146p
- Bennett, J., y A.C. Giese 1955 The annual reproductive and nutritional cycles in two western sea urchin. Biol. Bull. Woods Holes; 109(2): 226-237
- Bocoloitian, R.A. 1963 Response of the testes of the purple sea urchin to variation in temperature and light. Nature (LOND) 197: 403
- -----1966 Physiology of Echinodermata Interscience Publishers.
- -----, y R. Lasker 1964 Digestion of brown algae and the distribution of nutrients in the purple sea urchin Strongylocentrotus purpuratus. Comp. Biol. Chem. Physiol. 11: 273-289
- -----, y A.R. Moore 1969 A care of ovotestes in the sea urchin Strongylocentrotus purpuratus. Science Vol.1-29:3344.
- Bückle, R.F., A.C. Guisado, C.T. Serrano y E. Vásquez 1977a Estudio del crecimiento en cautiverio del erizo Loxechinus albus (Molina) en las costas de Valparaíso y Chiloé. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Auton. Méx. 4(1): 141-152

- -----, C. Guisado, C.T. Serrano y E. Vásquez 1977b Estudio de la alimentación en cautiverio del erizo Loxechinus albus (Molina) en las costas de Valparaíso y Chiloé, Chile. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Auton. Méx. 4(1): 153-160
- Caso, M.E. 1949 Contribución al conocimiento de los Equinodermos de los Litorales de México. An. Inst. Biología, Méx. 20(1-2): 341-355
- ----- 1976 El estado actual de los Equinodermos de México. An. Centro del Mar y Limnol. Univ. Méx. 3(1): 1-56
- ----- 1978a Ciencia y Técnica de los Equinodermos en relación con el hombre, primera parte: aspectos científicos. An. Centro del Mar y Limnol. Univ. Méx. 5(1): 255-286
- ----- 1978b Los Equinodermos del Pacífico de México (órdenes Cidaroida, Aulodonta, Stiridonta y Camarodonta). Centro Cienc. del Mar y Limnol. Publ. Esp. Univ. Méx. 1-244
- Dayton, K.P., y M.J. Tegner 1976 Sea urchin reclutment patterns and implications of commercial fishing. Institution of oceanography La Joya California Vol. 196: 324-326
- Farias, S.J. 1980 Observaciones preliminares de una población de erizos de mar Strongylocentrotus franciscanus (Echinodermata Echinoidea). Tesis profesional Esc. de Ciencias Marinas, Univ. Auton. de Baja California Norte, Ensenada, Méx.
- Farmanfarmanian, A., y J.H. Phillips 1962 Digestion storage and translocation of nutrients in the purple sea urchin (Strongylocentrotus purpuratus). Biol. Bull. 123: 105-120
- Flores, V.M. 1965 Observaciones preliminares sobre la Biología del erizo de mar (Gen. Strongylocentrotus). Contribu-

- ción No.5 de la Estación de Biología Pesquera de el
Sausal Baja California Norte; Al II congreso Nacional
de Oceanografía Ensenada Baja California Norte, Méx.
26 p
- Fuji, A. 1960 Studies on the biology sea urchin, III. Reproduc-
tive cycle two sea urchin, Strongylocentrotus nudus y
Strongylocentrotus intermedius, in southern Hokkaido.
Bull. Fac. Hokkaido Ibid. 11(2): 49-57
 - ----- 1967 Ecological studies on the growth and food consum-
tion of japanese common litoral sea urchin, Strongylo-
centrotus intermedius (A. Agassiz). Mem. Fac. Fish.,
Hokkaido Univ. 15(2): 83-180
 - Fujiwara, A., y I. Yasumasu 1974a Morphogenetic substance found
in the embryos of sea urchin, with special reference
to the antivegetalizing substance. Development., Growth
and Differ. 16(2): 93-103
 - ----- 1974b Some observations of abnormal embryos induced by
short period treatment with chloramphenicol during ear-
ly development of the sea urchin. Development., Growth
and Differ. 16(2): 83-92
 - Gaviño, G. y H.H. Figueroa 1974 Técnicas biológicas selectas de
laboratorio y de campo LIMUSA.
 - Kato, S. 1972 Sea urchins; A new fishery develops in Carolina.
Mar. Fish. Rev., 34(9-10): 25-30
 - Lackey, R.T. y A. Nielsen 1980 Fisheries management. Blackwell
Scientific publications
 - Lansker, R., y A.C. Giese 1954 Nutrition of the sea urchin,
Strongylocentrotus purpuratus. Biol. Bull. Mar. Biol.
Lab. Woods Hole, 106(3): 328-340
 - -----, y R.A. Boolbootian 1960 Digestion of the algae, Macro-

systis pyrifera by the sea urchin Strongylocentrotus purpuratus. Nature (LOND) 138: 1130-1131

- Lizárraga, M. 1970 Los erizos marinos insospechada riqueza potencial de México. Tec. Pes. No.9
- Lozano, S. 1978 La curiosa industria del erizo de mar. Pesca-
ra 2(127): 22-26
- Mottet, M.G. 1976 The fishery biology of the sea urchins in the
Family Strongylocentrotidae. Washington departament of
Fisheries Technical Report. No.20, Washington, USA.
- Moore, E.H. 1934 A comparation of the biology of Echinus escu-
lentus in different habitats, Part. I. Mar. Biol. Ass.
U.K. 19(2): 869-886
- Nishikawa, K. 1972 Estudio técnico pesquero sobre la explota--
ción de las gónadas de erizo de mar (Gen. Strongylocen-
trotus) de Baja California. Instituto de Investigacio-
nes oceanologicas, Esc. de Ciencs. Marinas, Univ. Auton.
de Baja Calif., Ensenada, Méx. 35 p.
- Paine, T.R., y R.L. Vadas 1969 The effects of grasing by sea
urchins Strongylocentrotus spp. on benthic algal popu-
lations. Reprinted from Limnol. Oceanogr. 14: 710-719;
Selected reading in Marine Ecology.
- Pearse, J.J., y J.W. North 1970 Sea urchin population explosion
in southern California coastal waters. Science (WASH
D C) 167:209
- -----, D.P. Costa, M.B. Yellin y C.R. Agegian 1977 Localized
mass mortality of red sea urchin Strongylocentrotus fran-
ciscanus Near Santa Cruz California Cent. U S Natl.
Fish. Serv. Fish. Bull 75(3): 645-648
- Rosenthal, R.J., y J.R. Chess 1971 A predator prey relation--
ship between the leather star (Dermaterias imbricata).
Fishery Bulletin; 70(1): 205-216

- Scatergood, L.W. 1959 The sea urchin fishery. Bureau of commercial Fisheries- Fishery Leaflet 511: 1-5
- Sharp, D.T. y E.I. Gay 1962 Studies on factors affecting the local distribution two sea urchins Arbacia punctulata and Lytechinus variegatus. Ecology 43: 309-313
- Shinya, I. y K. Okazaki 1977 Biocrustales. Scientific American No.9: 54-61
- Sokal, R.R. y F.J. Rohlf 1969 Biometry; The principles and practice of statistics in biological research. Freeman & Company
- Stephenson, T.A. y A. Stephenson 1972 Life between tidemarks on rocky shores. Edt. W.H. Freeman & Co.
- Swan, E.F. 1950 The Strongylocentrotidae of the (Echinoidea) of the Northeast Pacific. Evolution 7: 269-273
- -----1958 Growth and variation in sea urchins of New York. Marine Research Vol. 17: 505-525
- -----1960a Some observations on the growth rate of sea urchins in the genus Strongylocentrotus. Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods. Hole; 120: 420-427
- Vidal, V.M.V., F.V. Vidal y R. García 1971 Conveniencia de la explotación del mejillón (choro), la escalopa (almeja catarina), el erizo de mar y la estrella de mar de la Baja California por su aportación inmediata a la economía nacional. Est. Preliminar Univ. Auton. de Baja California Norte; Esc. de Ciencs. Marinas, Ensenada, Méx. 1-16 p