

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



RELACIONES INTERESPECIFICAS DEL ERIZO ROJO
Strongylocentrotus franciscanus (Agassiz, 1863)
EN LA COMUNIDAD DE UN MANTO DE ALGAS PARDAS
(Macrocystis pyrifera) EN LA ZONA DE XATAY,
BAJA CALIFORNIA, MEXICO.

INFORME MEMORIA DEL
CURSO DE TITULACION:
RECURSOS BIOTICOS
Y SU MANEJO INTEGRAL
QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A

MARIA TERESA RAMOS MANZILLA

ENSENADA, BAJA CFA.

ABRIL 1985

BIBLIOTECA CENTRAL ENSENADA

" RELACIONES INTERESPECIFICAS DEL ERIZO ROJO -
Strongylocentrotus franciscanus (Agassiz, 1863)
EN LA COMUNIDAD DE UN MANTO DE ALGAS PARDAS -
(Macrocystis pyrifera) EN LA ZONA DE KATAY, -
BAJA CALIFORNIA, MEXICO."

INFORME - MEMORIA
DEL CURSO DE TITULACION :
RECURSOS BIOTICOS Y SU
MANEJO INTEGRAL
QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TITULO DE: -

B I O L O G O

PRESENTA:

MARIA TERESA RAMOS MANZILLA

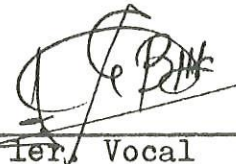
APROBADA POR:



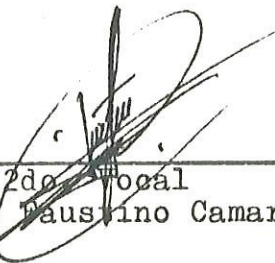
Presidente del Jurado
Dr. Paulino Rojas y Mendoza



Secretario
Biol. Olivia Tapia Vasquez



1er. Vocal
Biol. Eusebio Barreto Estrada



2do. Vocal
Biol. Faustino Camarena Rosales



3er. Vocal
Ocean. Julio S. Palleiro Nayar

A G R A D E C I M I E N T O S

Se agradece la valiosa colaboración que brindo el -
Ocean. Julio S. Palleiro Nayar, proporcionando los datos
obtenidos, asimismo por su colaboración en la toma de las
muestras.

También mi agradecimiento al Dr. Paulino Rojas y Men-
doza y al Biol. Walterio García Franco, por su asesoramien-
to, ya que fueron los encargados de haber impartido el - -
curso de titulación.

Así como a la Biol. Olivia Tapia Vazquez por sus - -
comentarios y sugerencias muy útiles.

También a Juan A. Figueroa, por la elaboración de - -
tablas y figuras.

C O N T E N I D O

	Pags.
RESUMEN	
INTRODUCCION -----	1
OBJETIVOS -----	3
ANTECEDENTES -----	4
LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO -----	10
MATERIALES Y METODOS -----	12
RESULTADOS -----	14
DISCUSION -----	20
CONCLUSION -----	23
LITERATURA CITADA -----	24

L I S T A D E T A B L A S Y F I G U R A S

	Pags.
FIG. 1.- Localización de las estaciones - muestreadas -----	11
TABLA I.- Estaciones de muestreo y - presencia de especies -----	16
GRAFICA 1.- Número promedio de erizos - rojos <u>S. franciscanus</u> encontrados por estación -----	17
TABLA II.- Cadena alimenticia -----	18
TABLA III.- Depredadores del erizo rojo <u>S. franciscanus</u> encontrados en la - zona de Xatay, B.C. -----	19

R E S U M E N

Se registraron e identificaron los organismos encontrados dentro de la comunidad de los mantos de algas pardas (Macrocystis pyrifera) en la zona de Xatay, B.C.

Se estimó la densidad de población del erizo rojo Strongylocentrotus franciscanus obteniendo un valor de 3.312 organismos/m².

Se observaron las relaciones interespecíficas del erizo de mar, con otros organismos, siendo la más importante, la depredación, la cual se vio afectada principalmente por la langosta roja Panulirus interruptus, el pez "vieja" Pimelometopon pulchrum y las estrellas de mar -- Pycnopodia helianthoides, Astrometis sertulifera, Desmateria imbricata, Pisaster ochraceus y Pisaster giganteus.

Se observaron también los diferentes organismos herbívoros que existen en la zona, siendo el erizo de mar el más importante.

A B S T R A C T

The organisms found at the sea weed communities (with Macrocystis - pyrifera) were registered and identified, at the Xatay Baja California área, close to Ensenada B.C.

The estimated density of the red sea urchin Strongylocentrotus franciscanus was found as 3.312 - organisms/m².

The interespecific relations of the sea urchin with other organism was studied being the most important, the predation, affected mainly by the lobster Panulirus interruptus, the "vieja" fish -- Pimelometopun pulchrum and the sea stars Pycnopodia helianthoides, Astrometis sertulifera, -- Desmateria imbricata, Pisaster ochraceus and Pisaster giganteus.

Also the diferent herbívorus organisms were observed at this área, being the sea urchin the most important.

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

Los equinoideos que pertenecen a la clase Echinoidea - son organismos de movimientos libres entre los que destacan los erizos de mar y las galletas de mar. El nombre Echinoidea que significa "como erizo", deriva del hecho de que - - estos animales están cubiertos de espinas.

El estudio del erizo de mar se ha visto incrementado - en las últimas décadas debido a su importancia económica y ecológica. Dos especies de erizo que han sido estudiadas - con más ahínco son: el erizo rojo Strongylocentrotus fran-
ciscanus (Agassiz, 1863) y el erizo púrpura Strongylocentro-
tus purpuratus (Stimpson, 1857); de los cuales el erizo rojo es el más importante comercialmente por su tamaño y por tener mejor calidad de sus gónadas que es lo que tiene más demanda en el mercado internacional. Posiblemente en el futuro, la explotación comercial del erizo púrpura se incremente ya - que está siendo utilizado ampliamente en el estudio y desarrollo biológico.

Los erizos son herbívoros, los cuales afectan a las - comunidades de algas bentónicas ya que forman parte de su - dieta alimenticia. La interacción que tiene esta comunidad y en específico el papel predativo que tiene el erizo en - ellas, ha sido objeto de estudio, ya que en las costas de --

California, la explotación de dichos mantos de algas constituyen una fuente de divisas, que por las sumas que alcanza representa una importancia económica como recurso potencial.

Por otro lado, se ha visto la importancia que tiene el erizo como recurso pesquero y también en la industrialización de las estructuras externas como son conchas y espinas, - - además de la demanda creciente que tienen sus gónadas en el extranjero ha hecho que la industria de este recurso nuevamente resurgiera con más y mejores bases técnicas.

Existen muy pocos estudios ecológicos del erizo de mar en nuestras costas, ya que esta pesquería apenas se ha - - implementado en el estado de Baja California.

O B J E T I V O S

- a).- Conocer las diferentes relaciones ecológicas (interespecíficas) que guarda el erizo rojo Strongylocentrotus franciscanus dentro de la comunidad de un manto de algas pardas (Macrocystis pyrifera).

- b).- Reportar los diferentes organismos que se encontraron en las 16 estaciones muestreadas en la zona de estudio que es Xatay, Baja California, situadas a una profundidad de 5, 10, 15 y 20 metros de la línea costera.

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

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.

Por lo general, los erizos regulares de nuestras costas se encuentran asociados a los mantos de algas especialmente al alga parda Macrocystis pyrifera (Agardh,1820), 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 productividad primaria del manto (North,1971).

Los mantos de algas son de gran importancia tanto - - ecológica como económica; dentro de la importancia ecológica está la alta productividad primaria que aporta a la cadena trófica de esta comunidad, así como las relaciones interespecíficas de un gran número de organismos asociados al manto: langosta, abulón, erizo de mar, estrellas de mar, ofiuroides, cangrejos, peces, etc. y como refugio para gran cantidad de larvas de peces e invertebrados (tegner y Dayton,1977).

En el aspecto económico representa un gran recurso la explotación de las algas, para su utilización en la industria farmacéutica y alimenticia.

La estabilidad de los mantos de algas recae principalmente en los equinoideos. Los erizos se consideran 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. Existen otros organismos que se alimentan de éstas, pero los erizos de mar son los herbívoros más importantes - en términos de frecuencia por su efecto tan severo y destructivo en los mantos (Tegner y Dayton,1981).

En el Sur de California, Leighton (1971) reportó grandes daños y en algunos casos la destrucción completa de los - - mantos de algas por el sobrepastoreo de los erizos de mar. La densidad de población de los erizos de mar es muy variable; donde éstos son abundantes se puede considerar que existen como un recurso pesquero o bien como una plaga (Mottet,1976).

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 produciendoles la muerte; por ende, donde las densidades de erizo son grandes y el consumo es alto, es difícil que halla desarrollo de vegetación, ---

propiciando la destrucción de los mantos de algas en estadios larvales y juveniles (Tegner y Dayton, 1977). En algunos lugares se ha intentado la eliminación total de los erizos de mar, con el fin de evitar la desaparición de los mantos de algas, sin tomar en cuenta los transtornos ecológicos que esto produce (Leighton, 1966).

En las costas de Baja California, existen dos especies de erizo que son muy abundantes; el erizo rojo Strongylocentrotus franciscanus (Agassiz, 1863) y el erizo púrpura Strongylocentrotus purpuratus (Stimpson, 1857).

Las dos especies tienen la misma distribución geográfica encontrándose desde Alaska hasta la Isla de Cedros B.C.

La distribución batimétrica de estas dos especies, varía ligeramente, ya que S. purpuratus se encuentra esencialmente en la zona de entremareas hasta una profundidad de 10m, aunque McCauley y Carey (1966) lo reportaron hasta los 64m. En cambio S. franciscanus se encuentra desde los 10-30m hasta profundidades mayores (Mottet, 1976).

De estas dos especies solo S. franciscanus tiene importancia comercial, por ser el erizo de mayor tamaño y por la alta calidad de sus gónadas, las cuales son muy cotizadas en el mercado internacional.

Ambas especies se encuentran compitiendo por espacio y alimento con otros organismos bentónicos como lo es el abulón (Haliotis sp) o bien como predadores de algas de importancia económica como lo es el caso del alga parda Macrocystis pyrifera y otras algas rojas del genero Gelidium; esto último - trae como consecuencia la inhibición de la repoblación del fondo rocoso al impedir el reclutamiento de algas jóvenes al sustrato, lo cual trae resultados adversos a las pesquerías establecidas (Mann,1977).

Por otra parte la abundancia de erizos es controlada - también por una serie de elementos naturales como son, la - disponibilidad de alimento (Less,1970), enfermedades (Pearse y Hines,1979), la acción del oleaje (Ebert,1968), descargas de agua dulce y un factor muy importante, la depredación - (Less,1970). Un depredador primordial en el control de la - densidad del erizo de mar, principalmente la del erizo rojo Strongylocentrotus franciscanus, ha sido sin duda la nutria de mar Enhidra lutris nereis (Leighton,1966) pero ésta, por tener un gran valor comercial, ha sufrido intensa caza, llegando casi a su total extinción alrededor del año de 1900 - (Lawrence,1975). Otro organismo clave que igualmente está - sometido a pesca intensa y que puede controlar las poblaciones de erizo, es la langosta roja Panulirus interruptus. De los peces que depredan al erizo, el que se considera de gran--

importancia ya que ataca a organismos adultos es la "vieja" Pimelometopun pulchrum, siendo de menor importancia el pez "señorita" Oxyjulis californica que depreda a erizos chicos y el tiburón Heterodontus francizsi (Tegner y Dayton, 1977).

Otros depredadores importantes son los asteroideos, - Pycnopodia helianthoides, Astrometis sertulifera, Desmasteria imbricata, Pisaster ochraceus y Pisaster giganteus, los cangrejos Cancer sp y las aves como las gaviotas Larus sp (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), ya que actúa como un control en la abundancia de los mismos, pero se tiene que dar en medida que no lesione a la población y tampoco perturbe el equilibrio de la comunidad de los mantos de algas.

En lo que respecta a su importancia como recurso pesquero, había permanecido ignorado hasta la década de los - 1960s durante la cual se realizaron diferentes intentos de su industrialización que fueron abandonados por problemas - técnicos y económicos. Sin embargo en la actualidad, la - - industria del erizo nuevamente ha florecido con más bases - técnicas y económicas derivadas de las experiencias anteriores.

El erizo de mar en Japón y varios países de Europa es muy codiciado por su gónada, siendo los japoneses los principales importadores de erizo en el mundo, consumiendo alrededor de cinco toneladas de gónada por día la cual está - cotizada a un precio muy alto en el mercado japonés (Wardh, 1975).

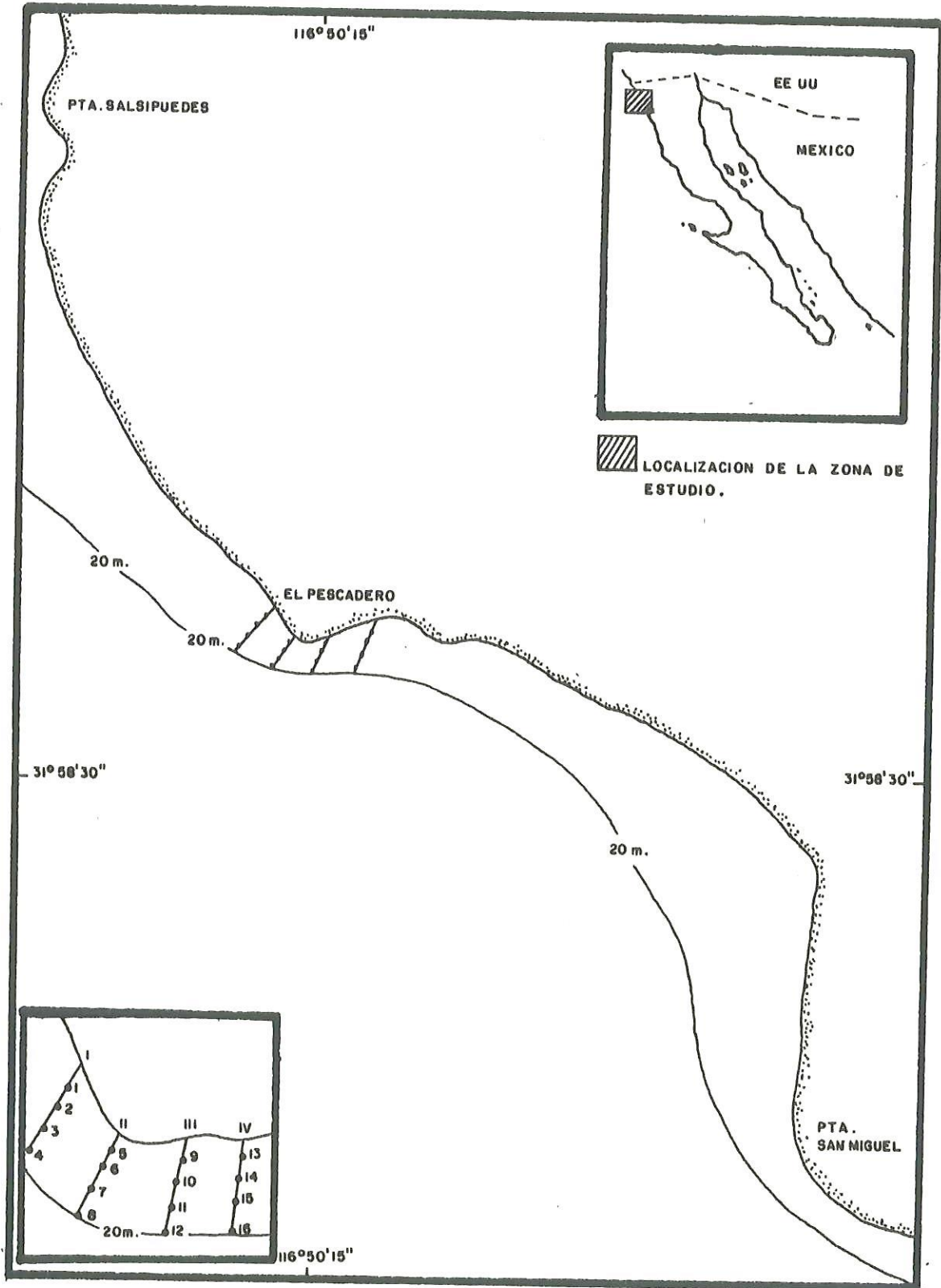
LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

Se trabajo en un lugar denominado El Pescadero, localizado en la zona de Xatay, Baja California, aproximadamente a 23 Km al Norte del puerto de Ensenada B.C., ubicado entre las coordenadas $31^{\circ} 58' 30''$ de Latitud Norte y $116^{\circ} 50' 15''$ de Longitud Oeste.

La elección del área de estudio fué principalmente en función de: encontrar mantos de algas considerables, la existencia de una población densa de Strongylocentrotus franciscanus, la accesibilidad para las inmersiones, condiciones hidrográficas, etc.

Tomando en cuenta los aspectos mencionados, el lugar más indicado para la realización de este estudio fué la zona de Xatay, B.C., la cual esta caracterizada por costas rocosas con lugares de alta energía (Fig. 1).

FIGURA No. I Localización de las estaciones muestreadas.



M A T E R I A L E S Y M E T O D O S

Para delimitar el área de estudio, se utilizó una carta marina de la zona, obteniendo así su localización geográfica correcta.

Se realizaron cuatro transectos perpendiculares a la línea de costa con una separación de 250m entre cada uno.

En cada transecto se hicieron cuatro estaciones situadas a los 5, 10, 15 y 20m de profundidad y el área a muestrear fué de dos cuadrantes de 1m² por estación. Estos muestreos fueron realizados del mes de Julio al mes de Octubre de 1984.

Para el trabajo de muestreo, se utilizó una embarcación impulsada por un motor fuera de borda; para la toma de la muestra, un equipo de buceo autónomo y un marco de tubo PVC de 1m², también se utilizó una cámara submarina, brújula y ecosonda.

Se registraron e identificaron los organismos colectados en cada estación, enlistandolos en unas tablas para cada transecto, para observar como se distribuyen los organismos en las estaciones y con respecto a la profundidad.

Se estimó la densidad de población del erizo rojo S. franciscanus calculando la media estadística de los datos obtenidos.

Con los organismos encontrados en la zona de estudio - se construyó una tabla sobre la cadena trófica de esta comunidad, basandose en los hábitos alimenticios de cada especie siendo colocadas en su nivel respectivo.

También se enlistaron los principales depredadores - naturales del erizo rojo S. franciscanus que se encontraron en la zona de trabajo, ya que éstos se encuentran bien identificados en la literatura.

R E S U L T A D O S

Se muestrearon 16 estaciones en total (Fig. 1), identificando y clasificando a los organismos encontrados en cada una de las mismas. Se construyó una tabla con los transectos en la cual se enlistaron los organismos que fueron apareciendo en cada estación (Tabla I).

En lo que respecta al tipo de fondo, en la zona muestreada por lo general, se encontró fondo de alto relieve ya que se caracterizó por tener gran cantidad de rocas con cuevas, - donde por lo general había erizos, también se encontró fondo de bajo relieve y con canales de arena.

Las estaciones de la isobata de los 5m, se caracterizaron por tener una fuerte acción del oleaje, corrientes superficiales y de fondo. Se encontró también una gran diversidad y abundancia de flora y fauna.

La isobata de los 10m también se caracterizó por su - abundancia de flora y fauna; se observó gran reclutamiento de erizos encontrando gran cantidad de juveniles bajo la - protección de las espinas de los organismos adultos; ésto se notó principalmente en las estaciones donde había grandes cantidades de Macrocystis pyrifera.

En la isobata de los 15m disminuyó la diversidad de - especies, encontrándose algunos bancos de peces; en algunas estaciones se encontró que la densidad de erizo era grande - (17 organismos/m), aunque en otras había presencia de estre- llas de mar.

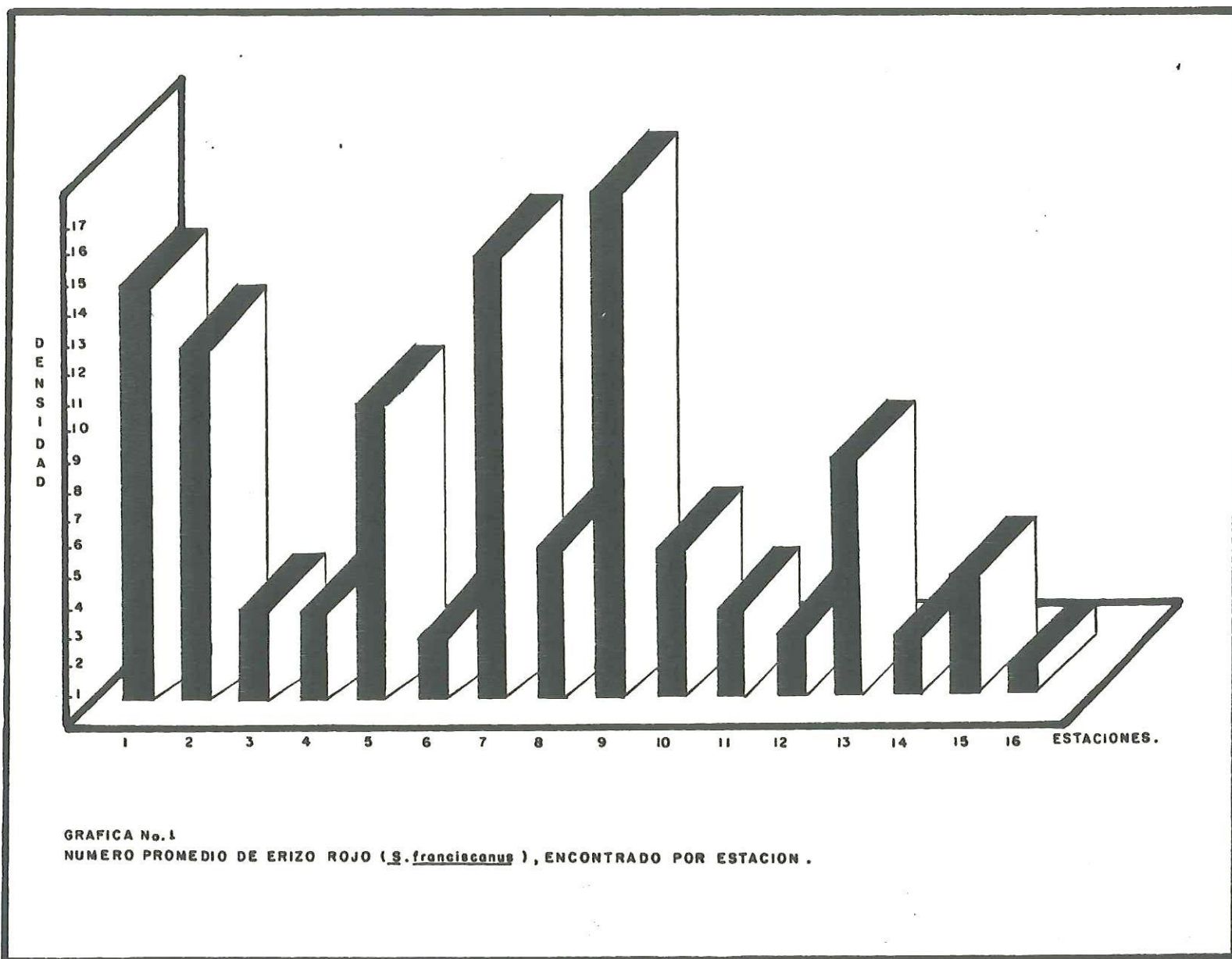
A los 20m de profundidad se observó una densidad de eri- zo relativamente baja, encontrándose muy poca diversidad de especies y algunas algas a la deriva.

En las zonas de fondo arenoso y de grano fino, no hubo rasgo de vida alguna a excepción de algunos erizos irregula- res como son las galletas de mar.

Se registró también el número de erizos rojos S. fran- ciscanus encontrados en cada estación con el objeto de obser- var la densidad de población, la cual fué de 3.312 organis- mos/m² (Gráfica 1).

En la Tabla II, se observa la cadena alimenticia de la comunidad de los mantos de algas para la zona específica de Xatay, Baja California, en la cual se muestran los diferen- tes organismos que habitan en esta comunidad.

Los principales depredadores naturales del erizo rojo S. franciscanus de la zona de Xatay, B.C., se observan en la Tabla III.



GRAFICA No. 1
NUMERO PROMEDIO DE ERIZO ROJO (S. franciscanus), ENCONTRADO POR ESTACION.

TABLA No. II

CADENA ALIMENTICIA

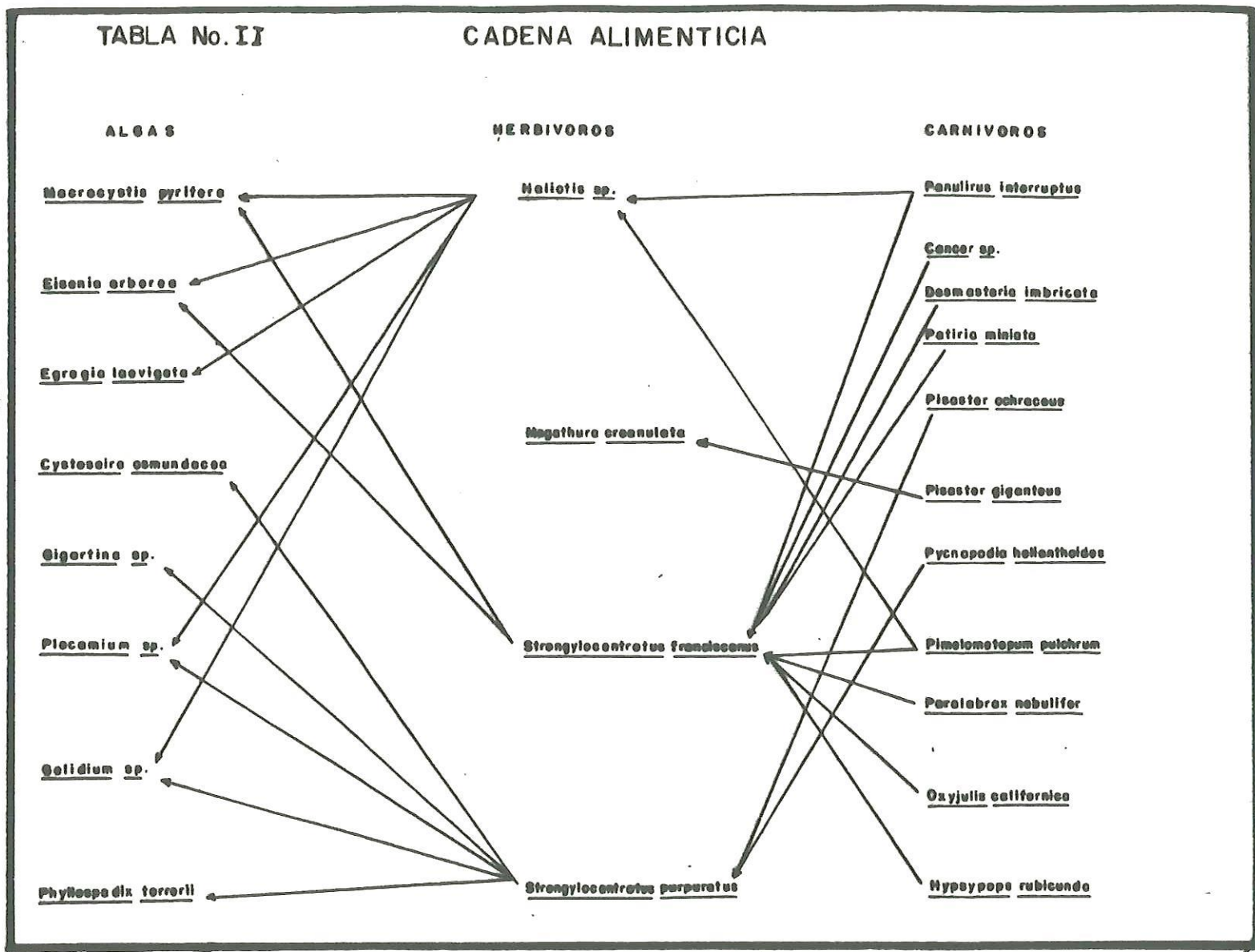


TABLA III.- DEPREDADORES DEL ERIZO ROJO Strongylocentrotus franciscanus ENCONTRADOS EN LA ZONA DE XATAY, BAJA CALIFORNIA.

Nombre común	Nombre científico
LANGOSTA	<u>Panulirus interruptus</u>
CANGREJO	<u>Cancer</u> sp
Pez "VIEJA"	<u>Pimelometopun pulchrum</u>
Pez "SEÑORITA"	<u>Oxyjulis californica</u>
ESTRELLAS DE MAR	<u>Pycnopodia helianthoides</u>
	<u>Desmasteria imbricata</u>
	<u>Astrometis sertulifera</u>
	<u>Pisaster ochraceus</u>
	<u>Pisaster giganteus</u>

D I S C U S I O N

En la zona estudiada, se encontró una gran extensión de mantos de Macrocystis pyrifera observandose también gran cantidad de algas a la deriva, pudiendo atribuir ésto a los -- fuertes oleajes que pudieron haber desprendido las algas del sustrato ocasionando con ésto, según explicó Dayton (1975), que éstas se enreden a las que estan fijas oponiendo una -- mayor resistencia a las corrientes y causando el desprendimiento de otras algas.

Por otro lado, no se descarta el efecto del consumo de algas por las dos especies de erizo más abundantes: Strongylocentrotus franciscanus y Strongylocentrotus purpuratus.

Con lo que respecta a la densidad de población del -- erizo de mar, se ha visto que es muy variable, por lo tanto donde son abundantes, se consideran como recurso pesquero o como una plaga (Mottet, 1976).

Leighton (1966) relaciona de manera directa la cosecha de algas con la densidad de erizo, disminuyendo la primera cuando la densidad de erizo es alta.

En el Sur de California, se ha observado la ausencia -- de Macrocystis pyrifera en zonas donde la densidad de S. --

franciscanus adultos es de 1 organismo/m² o cuando la densidad de S. purpuratus es de 10 organismos/m² (Leighton, 1966).

Se considera que el determinar o estimar una densidad cualquiera de erizo y mencionar si ésta es alta o baja, es sumamente subjetivo, si no se cuenta con la información - - complementaria sobre la biomasa del manto de algas.

Existen razones para suponer que el erizo de mar pudiese llegar a afectar la densidad de los mantos de algas y por lo tanto la productividad primaria así como las relaciones interespecíficas que suceden en la comunidad, en la cual Macrocystis es la base.

En la tabla de la cadena alimenticia (Tabla II) se observan los diferentes organismos herbívoros y carnívoros que - habitan en ésta comunidad específica que es Xatay, B.C. donde es notorio que los organismos herbívoros juegan un papel importante en la abundancia de las plantas marinas, siendo - el erizo de mar el principal organismo que afecta a estos - mantos de algas. En algunos trabajos se ha estudiado el - - hábito alimenticio del erizo de mar, determinando una tasa - alimenticia de lgr alga/erizo adulto/hora (Vadas, 1968).

La depredación del erizo de mar por parte de la langosta roja Panulirus interruptus y el pez "vieja" Pimelometopon pulchrum y la competencia por espacio con el abulón Haliotis -

sp son mencionadas por Tegner (1980) como las únicas relaciones interespecíficas que pueden controlar la densidad de población de los erizos de mar.

La langosta roja y el pez "vieja" en esta región, están sometidos a un intenso esfuerzo de pesca, así como el abulón que también está sometido a una fuerte presión de pesca, quedando como uno de los principales depredadores del erizo, la estrella de mar, la cual tiene poca explotación comercial - (Tabla III).

Probablemente estos factores pudieran influir en un - - aumento en la densidad de población del erizo de mar, al disminuir la población de sus depredadores y su competidor respectivamente.

Una alternativa sería la intensificación de la captura del erizo de mar en las zonas que aún no han sido explotadas.

La captura del erizo de mar, se tiene que dar en medida que no lesione a la población y que tampoco perturbe el - - equilibrio en la comunidad de los mantos de algas.

C O N C L U S I O N E S

- 1.- En conclusión, los organismos más abundantes encontrados en la zona de Xatay, B.C. fuerón; algas marinas, erizos de mar, asteroideos y peces, los cuales se observan en las estaciones muestreadas (Tabla I).
- 2.- Se estimó la densidad de población del erizo rojo S. franciscanus para la zona de Xatay, B.C. siendo ésta de - - 3.312 organismos/m².
- 3.- Se concluyó que dentro de las relaciones interespecificas del erizo de mar, la depredación es la que juega el papel más importante debido a que la competencia por espacio y alimento con otras especies es mínima, por la ausencia en la zona de estudio de su principal competidor que es el abulón.
- 4.- Los principales depredadores naturales del erizo de mar que se encuentran en esta zona, son la langosta roja - - Panulirus interruptus, el pez "vieja" Pimelometopon pulchrum y las estrellas de mar Pycnopodia helianthoides, - Astrometis sertulifera, Desmateria imbricata, Pisaster ochraceus y Pisaster giganteus.
- 5.- El principal organismo consumidor de Macrocystis pyrifera es el erizo, ya que constituye su principal dieta alimenticia.

L I T E R A T U R A C I T A D A

- DAYTON, P.K. 1972. Toward and understanding of community - resilience and the potential effects of enrichment to the benthos at Mc. Murdo Sound Antarctica. (Ed. B. Parker) Allen Press; pp 81-95.
- _____ 1975. Experimental evaluation of ecological - dominance in rocky intertidal algal community. Ecol. Monogr. 45 (2): 137-159.
- EBERT, E.E. 1968. A food habits study of the southern sea - otter, Enhydra lutris nereis. Calif. Fish and Game, 54 (1): 33-42.
- HIMELMANN, J.H. y D.H. STEELE. 1971. Foods and predators of the green sea urchin S. drobachiensis in Newfoundland waters. Mar. Biol. Berlin,9: 315-322.
- KATO, S. 1972. Sea urchins. A new fishery develops in California. Mar. Fish Rev., 34 (9/10): 23-30.
- LAWRENCE, J.M. 1975. On the relationships between marine - plants and sea urchins. Oceanogr. Mar. Biol. Ann Rev. 13: 213-286.
- LEIGHTON, D.L. 1966. Studies of food preference in algivorous invertebrates in southern Calif. Scripps institution of Oceanography. pp. 421-453.
- _____, L.G. JONES y W.J. NORTH. 1966. Ecological relationships between giant kelp and sea urchins in southern Calif. Proceeding of the Fifth International Seaweed Symposium, Halifax, August 25-8-1965. Pergamon Press N.Y. 141-153.
- _____ 1971. Grazing activities of benthic invertebrates in southern California kelp beds. In Biology of giant kelp beds (Macrocystis) in California. (ed) Nova hedwigia, 32: 421-453.

- LESS, D.C. 1970. The relationships between movement and - available food in the sea urchins S. franciscanus y S. purpuratus M. Sci. Thesis San Diego - State University.
- McCAULEY J.E. y A.G. CAREY Jr. 1966. Echinoidae of Oregon J. Fish Res. Bd. Can, 24: 1385-1401.
- MANN, K.H. 1977. Destruction of kelp-beds by sea urchins. A ciclical phenomenon of irreversible degradation. Helgolander Wiss., 30: 455-467.
- MATEUS, V.H. 1972. Estudio integral tecnologico sobre el aprovechamiento de Macrocystis pyrifera (Agardh, 1820) como complemento alimenticio. Tesis profesional. Unidad de Ciencias Marinas. UABC Ensenada B.C.
- MOTTET, M.C. 1976. The fishery biology of the sea urchin in the Family Strongylocentrotidae. Wash. Dep. Fish Tech. Rep., 20: 1-66
- NORTH, W.J. 1971. The biology of giant kelp beds (Macrocystis) in California. Nova Hedwigia, Suppl. 32: 1-91.
- PEARSE J.S. y A.H. HINES. 1979. Expansion of a central - California kelp forest following the mass mortality of sea urchins. Mar. Biol. 51: 83-91.
- TEGNER M.J. y P.K. DAYTON. 1977. Sea urchin recruitment - patterns and implication of commercial Fishing. Science. 196: 324-326.
- TEGNER, M.J. 1980. Multispecies considerations of resource management in southern California kelp beds. - Can. Tech. Rep. Fish. Aqua. Sci. 954: 125-143.
- TEGNER M.J. y P.K. DAYTON. 1981. Population structure, recruitment and mortality of two sea urchins S. franciscanus y S. purpuratus in a kelp forest near San Diego Calif. Mar Ecol. Progr. Ser. 5: 255-268.

- VADAS, R.L. 1968. The ecology of agarum and the kelp bed community. Ph. D. Diss., Univ. Wash. Seattle
280 pp.
- WARDH, J. 1975. Sea urchins... A new victorian industry?
Aust. Fish. 34 (1): 16.