

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

Escuela Superior de Ciencias Marinas

EXTRACCION Y PRESERVACION DE LAS
GONADAS DE ERIZO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

O C E A N O L O G O

P R E S E N T A

GIOVANNI MALAGRINO LUMARE

Ensenada, Baja California

1972

AGRADECIMIENTOS

Por la valiosa y desinteresada ayuda, quiero dar mis agradecimientos al Oceanologo Katsuo Nishikawa, Director de mi Tesis; así como a la empresa "Pro-Mex", por los importantes datos técnicos y de producción que me proporcionaron; al Ing. Humberto Zamora por los consejos sobre los diagramas de proceso; a los compañeros que me auxiliaron en los trabajos de campo y en la elaboración de gráficas y mapas.

A MIS PADRES

A ISIS

VII.- EXPERIMENTOS EN LABORATORIO.	Pag. 30
1.- Obtención de la materia prima.	
2.- Elaboración de la materia prima.	
3.- Mediciones físicas.	
4.- Mediciones químicas.	
5.- Pruebas organolépticas.	
VIII.- RELACIÓN DE LOS PROCESOS UTILIZADOS POR "PRO-MEX"	Pag. 36
1.- Cosecha.	
2.- Transporte y descarga.	
3.- Almacenamiento.	
4.- Desconche.	
5.- Extracción.	
6.- Limpieza	
7.- Preservación.	
IX.- RESULTADOS.	Pag.40
1.- Obtención de la materia prima.	
2.- Proceso industrial.	
X.- DISCUSION.	Pag. 55
XI.- CONCLUSIONES.	Pag. 56
XII.- BIBLIOGRAFIA.	Pag. 57
XIII.- MAPAS, TABLAS, GRAFICAS Y FIGURAS.	Pag. 59

I N D I C E

I.- INTRODUCCION.	Pag. 1
II.- ANTECEDENTES.	Pag. 3
III.- OBJETIVOS.	Pag. 5
IV.- IMPORTANCIA.	Pag. 6
V.- BIOLOGIA GENERAL DEL ERIZO (Gen. <u>Strongylocentrotus</u>)	Pag. 8
1.- Generalidades.	
2.- Posición taxonómica.	
3.- Morfología externa	
4.- Morfología interna.	
5.- Reproducción.	
6.- Ecología general.	
VI.- PESQUERIA DEL ERIZO	Pag. 16
1.- Generalidades.	
2.- Componentes mayores.	
3.- Localización del recurso.	
4.- Métodos de captura.	
5.- Proceso.	

I.- INTRODUCCION .

Los erizos de mar son organismos bentónicos cuyas características morfológicas y fisiológicas han atraído la atención a numerosos investigadores desde la época de los antiguos Griegos. Sin embargo, las primeras noticias que se tienen de su aprovechamiento fueron descritas por Plinio (27-79 D. C.), quien señaló su uso como alimento y como supuesto medicamento para ciertas enfermedades tales como úlceras, inflamaciones y cataratas. (Harvey, 1956).

En nuestra época actual, el aprovechamiento a escala industrial de este equinodermo, es relativamente reciente, pues sólo se lleva a cabo en algunos países tales como: Japón, Chile, Italia, Francia, Grecia, Canadá, Corea, Taiwan y Filipinas. De todos ellos, únicamente Japón y en segundos términos, Chile, Corea, Taiwan y China, poseen pesquerías organizadas con una tecnología apropiada que canaliza el producto hacia un mercado que lo absorbe continuamente; los demás países únicamente poseen una pesquería poco desarrollada, estacional y con pequeños centros de consumo situados cerca de las zonas de pesca.

Las gónadas de erizo se consumen al igual que "paté" ó el caviar, ya que poseen un sabor delicado que las hace ape--

tecer por muchos gastrónomos aún más que el mismo caviar.

II.- ANTECEDENTES .

Hay gran número de especies marinas, a lo largo de los litorales de Baja California, cuya explotación es raquítica o nula. Las razones de este desaprovechamiento de recursos pueden ser múltiples: carencias de obras de infraestructuras adecuadas, desconocimiento de las tecnologías necesarias, falta de mano de obra especializada o también ignorancia sobre la posibilidad de que ciertas especies tienen importancia comercial. Tal es el caso del erizo de mar (genero. Strongylocentrotus).

En los últimos quince años, gracias al esfuerzo de algunos particulares, se han realizado varios intentos para industrializar el erizo de mar. Los más importantes fueron llevados a cabo, alrededor de 1960, por la empresa local "Mar-Pacífico". Esta trató de implantar una pesquería de este recurso, pero los costos de operación resultaron demasiado altos y los requerimientos de calidad excesivos, por lo que el proyecto fue abandonado.

Otro intento de esta naturaleza lo realiza actualmente una compañía de productos marinos de este puerto, cuya razón social es "Pro-Mex", en donde se llevó a cabo parte de los estudios que se presentan en este trabajo. Las actividades están

en su fase inicial, por lo que no hay datos suficientes para asen
tar conclusiones.

En las costas de Baja California, se pueden explotar principalmente dos especies: S. purpuratus y S. franciscanus, siendo esta última la de mayor tamaño y la única en explotación.

III.- O B J E T I V O S .

México posee una posición de privilegio con relación a la pesquería del erizo de mar, dado que existen vastos bancos de este equinodermo a lo largo de las costas noroccidentales de Baja California. Son bancos vírgenes que, por razones ecológicas que no serán investigadas en el presente trabajo, han ido incrementándose en densidad y extensión en los últimos años.

Es por lo tanto fin de este trabajo establecer bases generales para la formación de una industria que explote racionalmente este recurso, y además dar una solución satisfactoria al problema del desequilibrio ecológico en la zona (North, 1970), mediante la explotación del erizo, siendo así que otras pesquerías también resultarán beneficiadas.

Quiero también hacer mención sobre la posible explotación de otros equinodermos que, aunque quizá no tan valiosos como el erizo, podrían proporcionar una considerable fuente de ingresos para numerosos pescadores ribereños.

IV.- I M P O R T A N C I A .

El presente trabajo trata de contribuir en el desarrollo pesquero del Estado de Baja California, diversificando la pesquería tradicional mediante el aprovechamiento de los equinodermos, los cuáles su industrialización es prácticamente ignorada por los pescadores e industriales, creando al mismo tiempo más fuentes de trabajo para los buzos y para las comunidades pesqueras del litoral Pacífico del Estado de Baja California.

Posiblemente una ventaja adicional que se pueda lograr, mediante la creación de esta industria, lo representa el auxilio indirecto a otras pesquerías, como lo son la del abulón (genero. Haliotis) y la del alga gigante (genero. Macrocystis), ya que el excepcional crecimiento de los bancos de erizos, tal como se había mencionado anteriormente ha afectado notablemente a estas dos especies comerciales. A la primera por ser el erizo su presencia cerca del abulón dificulta al buzo la tarea de su extracción y a la segunda por formar el alga gigante parte de su dieta, por lo que la fijación y crecimiento de nuevas generaciones se ha hecho más difícil (North 1970).

En realidad, el erizo es considerado por los buzos abuloneros y por la compañía que explota el Macrocystis sp., co-

mo una plaga que diezma sus recursos, por lo que es de suma importancia restablecer el equilibrio ecológico entre las especies bentónicas de la zona.

Por las razones anteriormente expuestas, se puede considerar que este equinodermo posee una gran importancia económica potencial, pudiéndosele añadir a la lista de las especies, cuya utilización promete tener un gran desarrollo en el futuro.

V.- BIOLOGIA GENERAL DEL ERIZO (gen. Strongylocentrotus).

1.- GENERALIDADES.

Existen alrededor de 6,700 especies de equinodermos, de los cuáles 600 vivientes y el resto fósiles. Todos los representantes del grupo son marinos (Harvey, 1956).

Entre los equinodermos, los erizos forman un grupo peculiar, bien conocido y estudiado. Se encuentran ampliamente distribuidos en todo el mundo, son de movimientos libres, la mayoría tienen cuerpo casi esférico y poseen simetría radial. Es de los animales más prolíficos del mundo, expulsando millones de huevecillos en cada temporada. Es sumamente longevo, llegando a vivir hasta los 70 años (Harvey, 1956). Es bastante resistente a los cambios de temperatura y salinidad, pero no lo es tanto a los cambios de pH. Es precisamente por esta particularidad que uno de los métodos utilizados para combatirlo, en ciertas zonas de la costa de California, EE. UU., ha sido por aspersión de cal viva (CaO) sobre el fondo, en una proporción de 0.5 Kg/m^2 ----- (Leighton, 1966).

2.- POSICION TAXONOMICA.

La clasificación moderna más aceptada es la de E. B. Harvey, basada en la obra de H. L. Clark "Catalogue of Recent Sea Urchins" (1925), y es la siguiente:

Phyllum: Echinodermata
Clase: Echinoidea
Orden: Centrechinoida
Sub-orden: Camarodonta
Familia: Strongylocentridae
Género: Strongylocentrotus
Especies: franciscanus (A. Agassiz)
purpuratus (Stimpson)

Vulgarmente el S. franciscanus y el S. purpuratus, son conocidos como erizo rojo y erizo púrpura respectivamente.

3.- MORFOLOGIA EXTERNA (Fig. No. 1).

Tienen forma casi redonda con depresiones en ambos polos. El caparazón está provisto de espinas articuladas, compuesto de pequeñas placas que al igual que las espinas, son de origen calcáreo.

Presentan simetría radial pentagonal, con diez divisiones. Cinco de éstas poseen expansiones eréctiles, que se proyectan al exterior, denominadas piés ambulacrales, utilizados para la locomoción y para adherirse al substrato. Estas zonas se denominan áreas ambulacrales.

Alternándose con dichas áreas existen otras, carentes

de esos órganos. Son las áreas interambulacrales. Las líneas de intersección de las diez áreas convergen hacia los dos polos, uno oral o ventral, en el que se localiza la boca, el otro apical o dorsal en el que se encuentra el ano.

La zona oral está siempre dirigida hacia el substrato, alrededor de ella existen espinas pequeñas y en su centro se proyectan los cinco dientecillos de la "linterna de Aristóteles" o sea de su aparato masticador. Posee además cinco pares de cortos piés, llamados piés bucales, cinco pares de branquias y unos pequeños tentáculos llamados pedicelarios.

En la zona dorsal están localizados el periprocto, las placas genitales, los gonoporos, las placas oculares y la madreporita.

Las espinas, además de medio de defensa, son utilizadas para la locomoción; generalmente presentan su mayor longitud en las zonas ecuatoriales, disminuyendo las mismas hacia los polos.

4.- MORFOLOGIA INTERNA(Fig. No. 1).

En los erizos el tubo digestivo es mucho más largo que la distancia entre los dos polos y está formado por la boca, una pequeña cavidad bucal, una corta faringe que asciende por la "linterna de Aristóteles", y se continúa con el esófago. Este último desciende por el lado externo de la linterna y se une con el

intestino. El intestino se adhiere al interior del caparazón por medio de los mesenterios, presenta un recorrido sinuoso y termina en el ano.

El aparato acuífero se presenta muy desarrollado en los erizos de mar. Se origina en una de las placas genitales en torno del periprocto, que posee poros y canales, y que actúa como madreporita. Se compone de una serie de canales que confluyen al exterior en los piés ambulacrales. Este aparato desempeña el doble oficio de aparato locomotor y de órgano de respiración.

El aparato vascular o lagunoso, es el equivalente a un sistema linfático: conduce las sustancias absorbidas en el intestino a todos los órganos del animal.

El sistema nervioso central, está formado por un anillo periesofágico y por cinco ramas nerviosas radiales, que emiten, al nivel de los piés ambulacrales, los nervios ambulacrales y los nervios periféricos. Los erizos presentan generalmente fototropismo negativo.

La reproducción de estos equinodermos está a cargo de cinco glándulas genitales suspendidas en el interior de la testa, a lo largo de las áreas interambulacrales. Las gónadas de ambos se-

xos son muy parecidas en su aspecto exterior. Cuando están maduras, se pueden diferenciar por el color que presentan: si la coloración es anaranjada, son femeninas, si la coloración es rosada son masculinas. Sin embargo, no siempre la diferenciación es tan fácil, a veces las coloraciones pueden variar desde casi blancas hasta café oscuro, siendo más difícil en estos casos la diferenciación a simple vista. Las gónadas en su fase de máxima madurez se asemejan a gajos de naranjas, ocupando una gran porción de la cavidad interna del animal. Después de la expulsión de los productos de reproducción las gónadas se presentan flácidas y de un color oscuro, disminuyendo notablemente su volumen. Cada una de ellas está conectada a una placa genital por medio de un corto gonoducto que, a su vez, se abre en un gonoporo. La fertilización es externa.

El sistema hemal también está presente. Es formado por un anillo hemal que rodea el esófago, del que parten senos radiales y marginales; los primeros situados debajo de los canales radiales del sistema vascular acuífero y los segundos a cada lado del intestino.

5.- REPRODUCCION.

Los erizos son organismos pluricelulares dióicos; la fecundación como se había dicho ya anteriormente, se lleva a cabo en el seno del agua, el huevecillo fecundado da lugar a la

larva pelágica Pluteus; llegan a expulsar alrededor de 20 millones de huevecillos en cada temporada (Harvey, 1956). En algunos individuos se presentan casos de hermafroditismo, especialmente en la especie púrpura (*S. purpuratus*); la fertilización, en estos casos da lugar a larvas normales (Booolootian, 1959). Las épocas de desove fluctúan grandemente, muy probablemente debido a las condiciones ambientales.

Aunque su capacidad para regenerar tejidos no está tan desarrollada como las estrellas de mar u otros equinodermos, puede formar nuevamente espinas rotas, piés ambulacrales, piés bucales y hasta logran cicatrizar pequeñas lesiones en la testa.

6.- ECOLOGIA GENERAL.

6.1.- Distribución.

Se localizan las especies que más nos interesan (*S. purpuratus* y *S. franciscanus*) a lo largo de toda la península por el lado del Pacífico. Sin embargo, desde el sur del paralelo 27° su densidad empieza a disminuir. Aún así hasta Bahía Magdalena los podemos localizar en cantidad suficiente (Mapa No. 1).

Aún no se ha hecho un trabajo en que se dé una distribución vertical detallada; a grandes rasgos se ha observado que es prácticamente paralela a la del abulón, o sea que abarca desde la zona de entremareas hasta los 80 metros de pro-

fundidad.

Prefiere las aguas frías, habiéndose encontrado - que su temperatura óptima es de alrededor de 15°C (Leighton, 1968).

La mayor densidad de individuos, de tamaño adecuado para la explotación, se observa alrededor de los 2-18 metros de profundidad, dependiendo ello de la disponibilidad de alimento, temperatura y del tipo de sustrato (Kato, información personal)

6.2.- Habitat.

El erizo se presenta únicamente en sustratos duros del tipo rocoso y en mayor cantidad entre los bancos de Macrocystis sp. o de otras algas pardas tales como Egregia, Laminaria, y Pterigophora. Prefiere adherirse a rocas grandes y no demasiado lisas. Cuando el sustrato está formado por cantos rodados, se le encuentra en mayor número en los más grandes.

En apreciaciones personales y por referencias de otros buzos se ha notado que los erizos más grandes, casi siempre se localizan en los lugares más protegidos, por ejemplo en la base de las rocas, en hoquedades o en los espacios entre las rocas.

A veces los erizos desgastan por abrasión con las - espinas y dientes, la superficie de las rocas, formando así depre-

siones en las que se protegen más (Barnes, 1968). Presentan migraciones nocturnas.

6.3.- Hábitos Alimenticios.

Es omnívoro, aunque básicamente fitófago; esporádicamente se alimenta de detritos orgánicos animales, esponjas, diatomeas, celenterados y otros pequeños organismos, habiéndose presentado también ciertos casos de canibalismo (Harvey, 1956).

Se han hecho estudios sobre sus hábitos alimenticios, descubriéndose que consumen principalmente algas pardas y verdes, formando un alto porcentaje de su dieta el Macrocystis sp. y Egregia sp (Leighton, 1968).

6.4.- Predadores.

Durante sus estadíos larvarios los predadores son numerosos y variables, sin embargo, conforme el organismo crece la predación disminuye. Sus enemigos naturales son: las estrellas de mar, ciertos peces y especialmente las nutrias.

En particular, los principales predadores del erizo en la zona son (Leighton 1966):

- a) La estrella de mar (Agil): Astrometis sertulifera.
- b) La estrella de 20 brazos: Pycnopodia helianthoidea.
- c) El pez vieja: Pimelometopon pulchrum.

VI.- PESQUERIA DEL ERIZO .

1.- GENERALIDADES.

En la República Mexicana, no existe una pesquería establecida que explote el erizo, sin embargo, como ya se había dicho anteriormente, si está presente en otros países, siendo Japón el principal productor (Tabla 1) y consumidor.

En Japón son explotados principalmente las especies S. nudus y S. intermedius (Fuji, 1967), localizadas ambas pesquerías en el norte del país, precisamente en las costas de la isla de Hokkaido.

En las costas Noratlánticas de América y Europa, se explota principalmente S. droebachiensis, pero en mucha menor escala que los anteriores (Scattergood, 1961).

En el Mediterráneo, en las costas de Yugoslavia, Italia, Francia y Grecia, se explota principalmente el Paracentrotus lividus, el cuál al igual que S. droebachiensis es consumido fresco en los mercados locales.

En las costas de Baja California, como ya se mencionó, existen dos especies las cuáles aún cuando su industrialización no es del todo conocida, llenan los requisitos para su aprovechamiento. La época de captura para estas especies, S. purpuratus y S. franciscanus, se prolonga a lo largo de casi todo el año. Sin

embargo, observando detenidamente la tabla No. 4 y gráfica No. 1, podemos deducir que, a fin de obtener el máximo provecho de los especímenes debemos limitar nuestras capturas entre los meses de agosto a febrero, que es cuando el rendimiento tanto en calidad, como en cantidad, llega a sus más altos valores. De todas formas esto no es determinante, ya que las condiciones hidrográficas son las determinantes en este caso.

Existen varios métodos para la captura del erizo, algunos de ellos sumamente sencillos. También varias son las técnicas de procesamiento, sin embargo, hay que hacer hincapié en que, siendo Japón el principal consumidor es necesario ajustarse a las normas de calidad y presentación que aquel mercado exige, dejando para una etapa posterior tratar de introducir nuevos tipos de elaboración y empaque de la materia prima.

Sin embargo, cabe hacer notar la presencia en las costas de Baja California de otros equinodermos, de la clase holotúrida y asteroidea, también susceptibles a una explotación comercial; ellos son el pepino de mar u holotúrido (gen. Parastichopus) y la estrella de mar (gens. Pisaster y Pycnopodia).

El pepino de mar es utilizado en ciertas regiones de Oriente, tales como Japón y China, como alimento. El proceso de indus-

trialización no presenta grandes dificultades, ya que a grandes rasgos, consiste en hervir el animal en agua de mar o en agua salada y secarlo después. El espécimen así tratado, disminuye de tamaño hasta 1/5 del original, mientras que el peso disminuye - hasta 1/20 (Tanikawa, 1955).

Por lo que respecta a la estrella de mar, su uso es de carácter ornamental principalmente, aunque en Alemania y Holanda se utilizan con el fin de obtener fertilizantes (F.A.O., 1969).

En las Tablas 1, 2 y 3, pueden apreciarse los principales productores mundiales de estos tres equinodermos y de su valor comercial.

2.- COMPONENTES MAYORES.

La importancia del conocimiento de los componentes mayores de las gónadas, es para darnos cuenta de la calidad y cualidad del producto; es además importante conocer la variación de los mismos, para los diferentes estados de madurez del animal, - los cuáles repercuten en los rendimientos y calidad del producto elaborado.

Arthur Giese en 1966, realizó importantes estudios sobre algunos equinodermos, incluyendo *S. franciscanus* y *S. purpuratus*, con el propósito de valorar estos componentes.

Para llevar a cabo las mediciones pertinentes, fue dividido el cuerpo del erizo en los siguientes miembros: testa con espinas, linterna de Aristóteles, fluído celómico, intestino y gónadas. Para referirse a su grado de madurez gonadal, se emplearon los términos de flácido, intermedio y grávido; mientras que el término índice gonadal nos indica la relación del peso de las gónadas entre el peso total del espécimen y multiplicado por 100.

El resultado de estos estudios, se representa en las Tablas 4, 5 y 6, y Gráficas 2, 3 y 4

En la Tabla 4 se puede apreciar, la fluctuación tan notable que presenta el peso de las gónadas, llegando éstas a alcanzar el 22%, en *S. purpuratus* y el 18%, en *S. franciscanus*, del peso total del ejemplar en su fase de máxima madurez - (Giese 1966).

La variación del tamaño de las gónadas es función - principalmente de la temperatura, luz y disponibilidad de alimento, (Booolootian, 1960), presentándose los máximos índices gonadales entre los meses de septiembre a febrero (Holland, 1965), tal como puede observarse en la Gráfica No. 1.

En la Tabla No. 6, es evidente la variación de los - componentes mayores con relación a las diferentes índices gonada-

les de testículos y ovarios. El nitrógeno no proteínico disminuye al aumentar el índice gonadal (Graf. 4), mientras que la relación inversa se observa por los valores de las proteínas, (Graf. No. 2). En cambio los lípidos y glicógenos no parecen seguir regla alguna con respecto a la madurez sexual del individuo (Graf. No. 3). El contenido de agua permanece prácticamente constante (Tabla No. 5)

3.- LOCALIZACION DEL RECURSO.

Por los resultados que arrojaron los muestreos llevados a cabo en la empresa Pro-Mex, y por la información proporcionada por los buzos abuloneros - ésta última no tan precisa, ya que no se base en conteos estadísticamente llevados, sino en la simple apreciación visual - se puede considerar que desde la frontera con Estados Unidos, hasta aproximadamente el paralelo 27°, hay erizos a lo largo de casi toda la costa, presentándose en las máximas densidades en la Bahía de Santo Tomás (Richetts, 1968). Hacia el sur de este paralelo la densidad del erizo va disminuyendo, esto obedeciendo muy probablemente al aumento de temperatura y a la progresiva disminución en los bancos de Macrocyctis sp..

Tal como habíamos hecho mención anteriormente, el tipo de substrato juega un papel muy importante para la presencia y abundancia del erizo, ya que éste se presenta unicamente en subs-

tratos rocosos.

Para su localización también nos podemos guiar por los mantos de Macrocystis sp. o de otras algas pardas, ya que éstas y en especial el Macrocystis sp., forman la dieta básica del erizo.

Las experiencias de explotaciones anteriores señalan que los bancos más adecuados para su utilización son, por el momento aquellos que se localizan en las inmediaciones de la Bahía de Todos Santos, ésto debido a la presencia de obras de infraestructuras existentes en la zona.

4.- METODOS DE CAPTURA.

Para la captura de especímenes pueden seguirse dos métodos principales, dependiendo ello del lugar donde quiera efectuarse el trabajo.

4.1.- En zonas de entremareas.

Se lleva a cabo con preferencia durante las mareas bajas. El colector debe llevar botas adecuadas para no resbalar entre las rocas húmedas y con un rastrillo de mano provisto de tres ganchos (Fig. 2.a) despega los erizos y los coloca en una canasta. Es un método que presenta varias desventajas: los especímenes en esta zona son generalmente más pequeños de los que viven en profundi-

dad, el peligro que implica caminar sobre rocas húmedas y con las manos ocupadas y la necesidad de supeditar la captura a la amplitud y horario de las mareas bajas. No obstante, este método posee las ventajas de que no es necesario equipo adicional, tal como lo es una embarcación, motor fuera de borda y equipo de buceo, además puede ser realizado perfectamente por un solo hombre.

4.2.- En aguas someras.

La captura en aguas someras puede llevarse a cabo de tres formas diferentes, éstas son:

4.2.1.- Desde la superficie.

Se utiliza una embarcación pequeña manejada por un solo hombre. El pescador, con una cubeta de fondo de vidrio, localiza los individuos y los captura por medio de una pértiga provista de dos ganchos en su extremidad (Fig. 2b). Si el fondo no es demasiado abrupto, en vez de ganchos, se puede utilizar una canasta en la que, al arrastrarla por el fondo, se colectan los erizos (Fig. 2.c).

La pértiga mide alrededor de dos metros. Los erizos así colectados se colocan en canastas grandes para su transporte a tierra.

4.2.2.- Por medio de buceo.

El equipo necesario para este método es el que usualmente se utiliza para buceo semi-autónomo, el cual consta de:

a) Embarcación:

Eslora : 6 m.

Manga : 2 m.

Propulsión : 1 motor, fuera de borda, de 18 a 25 H. P.

Personal : 3; un buzo, un cabo de vida y un bombero.

b) Equipo de buceo:

-Un compresor de aire accionado con un motor de 3-5 H. P., de gasolina, con tanque de reserva de aire de 60 a 85 lb/pulg² de presión.

-Tres tramos de manguera de 9 brazas cada uno.

-Un traje de buzo de caucho completo.

c) Equipo de colecta:

-Dos jabas de cordel.

-Un arnés para despegar los erizos.

El buzo lleva consigo una jaba con los bordes reforzados (Fig. 2.d). Al mismo tiempo que la jaba llena es izada, se baja la otra al buzo y el contenido de la primera es vertido en los depósitos de la embarcación.

El arnés usado para despegar el erizo del substra-

El buzo puede trabajar, en estas condiciones, desde el infralitoral hasta los 20 m. aproximadamente. A más profundidad, aunque haya abundante presencia de erizos, y de mayor tamaño, se requiere de un esfuerzo más grande para efectuar la extracción, siendo así que la eficiencia del buzo disminuye.

4.2.3.- Por succión.

Es un método que todavía está en fase experimental. Las pruebas se están efectuando en las costas de California, EE.UU.

Consiste esta técnica en succionar los erizos por medio de una manguera larga de alrededor 20 cm. de diámetro. La operación es llevada a cabo por un solo buzo. No hay datos todavía para poder evaluar las ventajas y desventajas del método, así como si es o no es costeable.

5.- PROCESO.

5.1.- Extracción, limpieza y preparación de las gónadas.

Para la extracción de las gónadas, se introducen unas pinzas, especialmente diseñadas para este fin, en su región oral (Fig. 2.e). Haciendo presión hacia el exterior se rompe la testa, dejando al descubierto las vísceras del animal. Las gónadas son removidas con la ayuda de una paletilla curva (Fig. 2.h) y a continuación se les coloca en charolas, preferentemente de plástico, de 30x20x15 cm., llenas en una tercera parte de agua.

De las cinco gónadas que posee el erizo, por lo menos una casi siempre resultará dañada; esto es consecuencia de la simetría pentagonal del erizo y de la práctica de extracción.

La razón por la cual hay que evitar romper las gónadas, es para cuidar su apariencia, factor importante en el mercado. Si el producto se presenta roto o maltratado, se desmerece mucho, bajando así su precio y disminuyendo su aceptación.

Debido a la particularidad que presentan los erizos de poder retener su alimento en el intestino durante dos o mas semanas, cuando está en cautiverio (Giese, 1966), siempre entre las gónadas extraídas estarán presentes residuos del contenido intestinal y, además, pedazos de espinas, de tejidos internos, de la testa y de otros cuerpos extraños, por lo que la limpieza debe ser sumamente minuciosa. Especial cuidado debe tenerse en esta etapa, ya que es cuando con más facilidad pueden romperse las gónadas.

Se lleva a cabo la limpieza pasando el contenido de las charolas a unas canastas de red metálica muy fina, se sumergen en agua de mar y se les agita, eliminando al mismo tiempo una membrana que las recubre y que a veces se queda adherida a ellas.

Después de esta operación, las mismas canastas pasan por un baño de solución salina, que contenga al mismo tiempo un conser-

vador de hidroxibutilato de tolueno y alcohol, en la siguiente proporción:

1 l. H₂O + 10 g. B.H.T.(conservador) + 30 ml. alcohol

Posteriormente se dejan escurrir las canastas y las gónadas quedan preparadas para su ulterior elaboración.

5.2.- Preservación y empaque.

Para la preservación de las gónadas, debe tomarse en cuenta varios factores, considerados como importantes por los consumidores de este producto. Son estos factores: color, consistencia, uniformidad de tamaño y el llamado "sabor a mar".

Las gónadas de erizo obtenidas siguiendo el método señalado en el inciso anterior, se preparan y empaquetan de acuerdo con el tipo de producto que se va a distribuir en el mercado.

5.2.1.- Preservación con hielo.

Se utiliza cuando se quiere vender fresco el producto, sin que haya que almacenarlo durante largo tiempo.

Se colocan las gónadas en pequeñas cajas de madera de 17x10x3 cm y se empaquetan con hielo. En este caso es importante que las gónadas estén acomodadas uniformemente, una a lado de otra y del mismo tamaño y del mismo color, formando un solo estrato, dando

así una apariencia agradable a la vista (Fig. 2.f). En estas condiciones el producto puede preservarse durante 6-7 días. Este método es el que se utiliza en Columbia Británica, Canadá, y en la compañía de productos marinos, de este puerto, "Pro-Mex", para exportar las gónadas frescas a Japón.

5.2.2.- Preservación por congelado.

Es usado cuando se quiere que el producto llegue fresco al mercado y poderlo al mismo tiempo conservar durante varias semanas en la bodega.

Se procesa unicamente el material menos dañado y se busca que las gónadas sean del mismo tamaño. Estas son colocadas en cajas de plástico de 9x15x5 cm. y se pesan. Cada caja contiene aproximadamente 500 g. de producto.

Se pasa en seguida a la etapa de congelamiento, - pudiendose hacer esto por medio de dos métodos:

a) Congelamiento lento:

Se enfrían las gónadas hasta casi 0 °C y después se les congela, llegando la temperatura a los -10 °C en un lapso de 6 h..

b) Congelamiento rápido:

Consiste en llegar directamente a la temperatura de -10 °C sin enfriamiento previo, en un lapso de 8 h..

5.2.3.- Preservación por salado.

Este método es empleado cuando el producto quiere preservarse durante un largo período de tiempo, aún meses sin necesidad de refrigerar el material.

La operación se lleva a cabo de la siguiente manera: -
- en marcos de madera, forrados de tela, se colocan en capas sucesivas; sal gruesa, una tela delgada, las gónadas y otra tela. -
- Esta secuencia se repite hasta llegar a un máximo de tres o cuatro capas. Cada marco contiene alrededor de 15 kg. de gónadas y se dejan reposar en estantes durante por lo menos 3 días. En --
- este lapso de tiempo disminuye la cantidad de agua presente en -
- las gónadas y además se salan uniformemente.

Al cabo de tres días, se vacía el producto en bolsas de polietileno y se empaca en cajas de cartón de 40x30x30 cm. -
- para su venta. A las bolsas se les da un baño previo de alcohol metílico al 96%; esto se hace con el doble propósito de esterilizar las bolsas y conservar ese "sabor a mar" tan apreciado por los consumidores.

5.2.4.- Preservación por secado.

Es empleado al igual que el anterior, para preservar el producto durante largo tiempo sin refrigeración.

Se colocan las gónadas sobre telas muy delgadas, --

parecidas a la gasa, y se les deja secar al sol. El tiempo de secado varía, dependiendo ello de la temperatura y de la humedad ambiente. Sin embargo, se considera que un promedio de 5-6 días es suficiente para el fin propuesto. El producto se empaca en bolsas de plástico para su venta.

5.2.5.- Preservación en envase.

Es usado este método también con el fin de poder conservar el producto durante mucho tiempo.

Se utilizan en esta técnica las gónadas más maltratadas. Se salan según el procedimiento enunciado en el inciso 5.2.3 de este capítulo y se dejan reposar durante aproximadamente 48 h., al cabo de las cuales se les mezcla con un 0.2% de alúmina ($\text{Al}(\text{SO}_4)_2\text{NH}_3$). La mezcla se efectúa en recipientes metálicos inoxidables con paletas de plástico o de madera.

Para el envasado se hace uso de frascos de vidrio de 65 g. de capacidad.

Un diagrama general de los distintos métodos se da en la Figura No. 3.

VII.- EXPERIMENTOS EN LABORATORIO .

Con el objeto de verificar algunos de los procesos enumerados, se efectuaron pruebas en el laboratorio, reproduciendo las técnicas enunciadas al respecto. Unicamente se verificaron los procedimientos de salado y envasado de las gónadas, ya que considerando que el producto se destinará a la exportación, éstos ofrecen menos dificultades para su manipulación, almacenamiento y transporte.

La preservación y transporte del producto refrigerado o congelado aún presenta problemas de difícil solución, ya que las zonas de posible explotación del recurso están situadas en lugares donde difícilmente puede construirse plantas de refrigeración o congelación; además los costos de operación, almacenamiento y transporte aumentarían notablemente el precio del producto, convirtiéndolo, quizás, en demasiado caro.

Por lo que respecta a las gónadas secadas al sol, éstas tienen poca aceptación en el mercado japonés, por lo que -- consideramos que no es aconsejable el procesamiento de esta manera.

1. OBTENCION DE LA MATERIA PRIMA

Con el propósito de realizar los experimentos de

empaque, se obtuvieron muestras de erizos en dos ocasiones, una en marzo y la otra en mayo del presente año, colectándose éstas en Punta Banda, B. C., en el lugar conocido como La Bufadora -- (Mapa No. 2).

La recolección se efectuó mediante buceo autónomo (S.C.U.B.A.) capturándose 15 especímenes cada vez.

Los especímenes se localizaron en las inmediaciones de un banco de Macrocystis sp. y a una profundidad de tres a cinco metros, distante de la costa 150 m. (Mapa No. 2).

Tal como puede observarse en la Tabla No.7, en el mes de marzo, el peso total de los especímenes fue de 15,047 g., siendo el promedio de ellos 1,003 g.. El peso total de las gónadas fue de 883 g. y su promedio 59 g.. Presentaron los individuos capturados un diámetro promedio de 137 mm. y un índice gonadal de 5.9.

Para el mes de mayo el peso total húmedo de los individuos fue prácticamente igual al de la anterior colecta, --- 14,934 g., siendo su promedio de 996 g.. Sin embargo, el peso total de las gónadas y su promedio sufrieron un ligero descenso, teniendo valores de 769 g. y 51 g. respectivamente. El diámetro promedio de las testas presentó un valor de 133 mm., semejante al de

los especímenes de marzo, mientras que el índice gonadal también disminuyó hasta 5.1.

Por lo que respecta al índice gonadal en ambos meses, si comparamos estos valores con los de la Tabla No. 6, observaremos que los especímenes se encontraban en una fase intermedia de desarrollo gonadal y con tendencia hacia la fase de flacidez; esto debido, muy probablemente, a que pasaban por la época de desove.

2.- ELABORACION DE LA MATERIA PRIMA.

Para la elaboración de la materia prima del mes de marzo se siguieron los siguientes pasos: se tomaron 400 g. del total de la muestra para seguir la técnica de envasado ya enunciada en el inciso 5.2.5. del capítulo VI.

A las 48 h. de salado el peso disminuyó hasta obtener - 253 g. de producto.

Con los 483 g. restantes, siguiendo la técnica de preservación por salado mencionada en el inciso 5.2.2, se obtuvieron 203 g. de producto y se emplearon 220 g. de sal granulada.

Los resultados de los rendimientos se presentan en la -
Tabla No. 8.

Dadas las características morfológicas de los erizos, estos presentaron durante la elaboración de la materia prima varios problemas, especialmente en el proceso de limpieza. Esta resultó de difícil ejecución ya que, por ser las gónadas resbalosas y de consistencia delicada, fácilmente se rompían al tratar de eliminar las partículas extrañas o al sujetarlas con demasiada fuerza.

Otro problema fue la presencia de espinas. Para remover las gónadas es necesario sujetar el erizo ya partido, con una mano y efectuar la extracción con la otra usando una cuchara; pero cualquier movimiento brusco de la mano o una excesiva presión de la cuchara sobre la testa, causaba que las espinas penetraran en la mano, produciendo heridas dolorosas que fácilmente se infectaban. También durante la limpieza se presentaba este problema.

El proceso de molienda de las gónadas fue llevado a cabo por medio de una paletilla curva metálica, pero, quizás por falta de equipo mecánico adecuado no se logró alcanzar el grado de homogeneidad observado en los productos obtenidos en el mercado, especialmente con la muestra de marzo.

Consideramos, sin embargo, que los inconvenientes antes enumerados, pueden superarse mediante la práctica y con un adiestramiento adecuado.

3.- MEDICIONES FISICAS.

Las únicas mediciones físicas realizadas durante el presente trabajo fueron:

- a) Medición del diámetro de la testa mediante un Vernier con precisión de 0.1 mm.
- b) Peso de las gónadas sin escurrir.
- c) Obtención del peso total del espécimen sin escurrir.

Estas dos últimas mediciones se llevaron a cabo en una balanza granulométrica con una precisión de 0.1 g.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla No. 7.

4.- MEDICIONES QUIMICAS.

Para tener un punto de comparación del producto obtenido por nosotros, se llevó a cabo primeramente un análisis de productos existentes en el mercado y de muestras prelevadas del almacén de "Pro-Mex", después de éste se efectuó el análisis de los productos obtenidos en el laboratorio

En cada uno de los casos se determinaron los componentes mayores siguientes: NaCl, proteínas, humedad y cenizas.

Las mediciones físicas y la elaboración de la materia prima se efectuaron en los laboratorios de la E.S.C.M., mientras que las mediciones químicas se efectuaron en los laboratorios de la "Pesquera del Pacífico, S. A."

Los resultados de los análisis se muestran en la Tabla No. 10. Las generalidades del producto comprado se dan en la Tabla No. 9.

5.- PRUEBAS ORGANOLEPTICAS.

Para poder comprobar el grado de calidad alcanzado por los productos envasados, obtenidos en el laboratorio, con respecto a los correspondientes existentes en el mercado, se efectuaron -- pruebas organolépticas de las cinco muestras. Los parámetros obtenidos fueron los siguientes: color, sabor, textura, homogeneidad y olor.

Los resultados de los mismos se presentan en la Tabla No. 11.

VIII.- RELACION DE LOS PROCESOS UTILIZADOS POR "PRO-MEX".

El presente trabajo se desarrolló simultáneamente a la explotación experimental, a nivel industrial, realizada por la compañía de productos marinos "Pro-Mex" (Foto No. 1). Dicha industria realizó los trabajos que se mencionan más adelante, explotando e industrializando los bancos existentes en las inmediaciones del puerto de Santo Tomás, B.C. (Mapa No. 3).



Foto No. 1.- Planta procesadora de gónadas de erizo de mar, "Pro-Mex" , en Santo Tomás, B. C..

Como resultado de las observaciones llevadas a cabo por el autor en la planta mencionada podemos presentar un cuadro detallado del proceso y de los rendimientos en las diferentes operaciones.

1.- COSECHA.

Se lleva a cabo empleándose un equipo del tipo ya mencionado en el inciso 4.2.2 del capítulo VI (Foto No. 2) y siguiendo la técnica del mismo inciso.

El buzo trabaja en un radio de aproximadamente 800 m. del lugar de desembarco y a una profundidad de 3 a 15 m.. Las inmersiones duran de 35 a 60 minutos, colectándose alrededor de 15 erizos cada minuto, con una captura total de 2000-2200 erizos en un día. Las canastas usadas son de red de cordel y con una luz de 7 cm. (Foto No. 2).



Foto No. 2.- Equipo utilizado en la cosecha.

2.- TRANSPORTE Y DESCARGA.

Los erizos capturados por el buzo, son depositados a granel sobre el fondo de la embarcación, siendo la carga máxima, para este tipo de embarcaciones, de alrededor 1,300 erizos, necesitando, el buzo, efectuar por lo menos dos viajes diarios. El tiempo de cosecha y transporte varía desde 1 h. 45 min. hasta 2 h. 30 min.. La descarga es hecha a mano, empleándose 1 h. 30 min. aproximadamente, por medio de dos hombres. Los especímenes son depositados cerca de la mesa de trabajo.

3.- ALMACENAMIENTO.

El almacenamiento es a granel y cerca de la mesa de trabajo. Generalmente se almacena unicamente la última carga, que de esta forma queda para iniciar el proceso al día siguiente, cubriéndose los erizos con lona o sacos de yute mojados con agua de mar y manteniéndolos a temperatura ambiente. El erizo en estas condiciones sobrevive cerca de 20-24 h., al cabo de este tiempo ha perdido agua y parte de sus fluídos celómicos y empiezan a caerse las espinas; debido a esto su manejo es más fácil y las gónadas pueden ser extraídas con mayor facilidad.

4.- DESCONCHE.

Se efectúa esta operación con una pinza del tipo representada en la Foto No. 4, según la técnica enunciada en el inciso 5.1 del capítulo VI.

Se desconchan alrededor de 500 erizos por hora, utilizándose tres trabajadores que, según se presente la acumulación de trabajo, se turnan para efectuar también la operación de extracción.

5.- EXTRACCION.

Es llevada a cabo según el método enunciado en el inciso 5.1 del capítulo VI (Fotos No. 3,4,5 y 6).

Se extraen las gónadas de 2,500-2,600 erizos por día de trabajo, con un rendimiento de 55-65 Kg. de gónadas por cada 1000 especímenes. La producción total por día de trabajo es de aproximadamente 150 Kg..

Por regla general, el peso de 12 a 14 gónadas es de -- 200 g., aunque ciertas veces se ha obtenido el mismo peso con únicamente 8 gónadas, mientras que en el caso de las gónadas chicas, se necesitan alrededor de 18-20 para obtener los 200 g..

6.- LIMPIEZA.

Primeramente se efectúa un lavado para eliminar pedazos de espinas y residuos intestinales (Fotos 7 y 8); en seguida, por medio de unas cortas pinzas, se separa de las gónadas la membrana de tejido conectivo que tiene adherida.

El personal en esta operación, está formado por seis

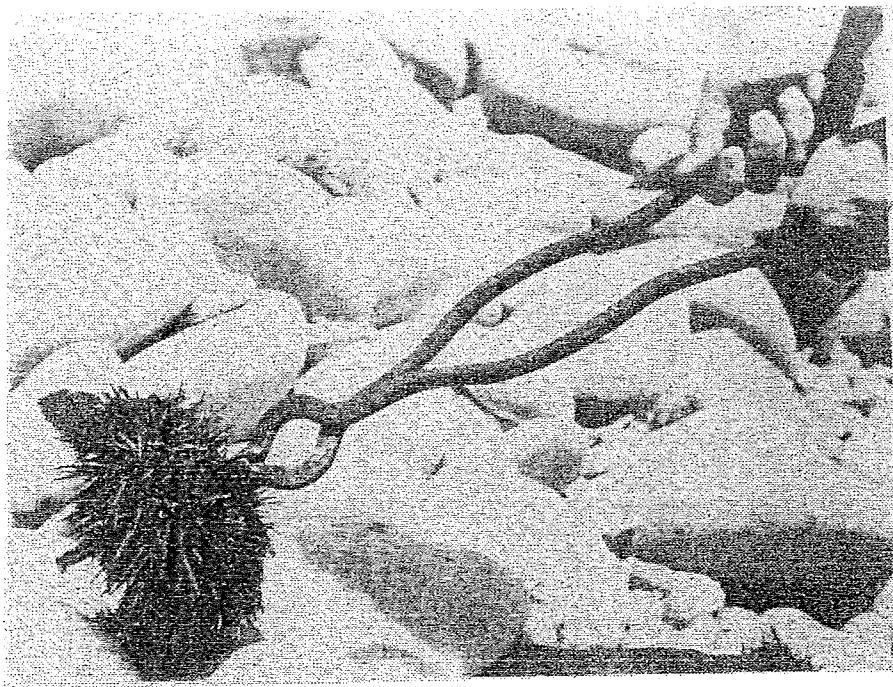


Foto No. 3.- Desconche: introducción de la pinza.

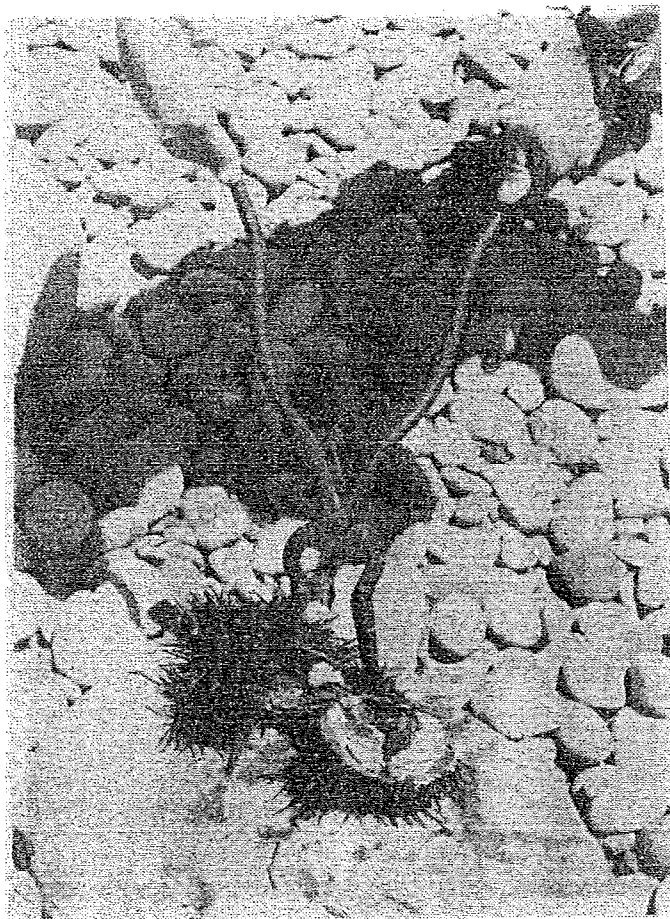


Foto No. 4.- Desconche: partición de la testa.

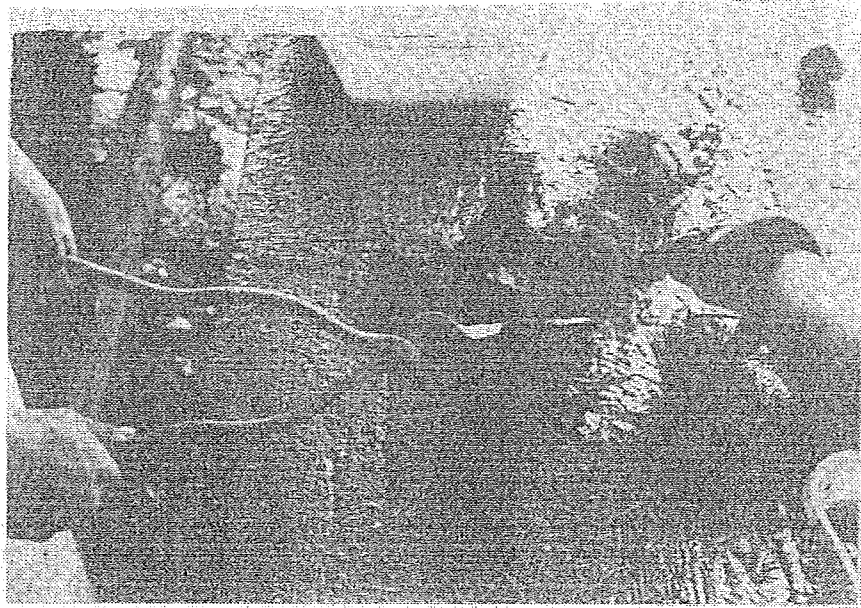


Foto No. 5.- Desconche: partición en la mesa de desconche.

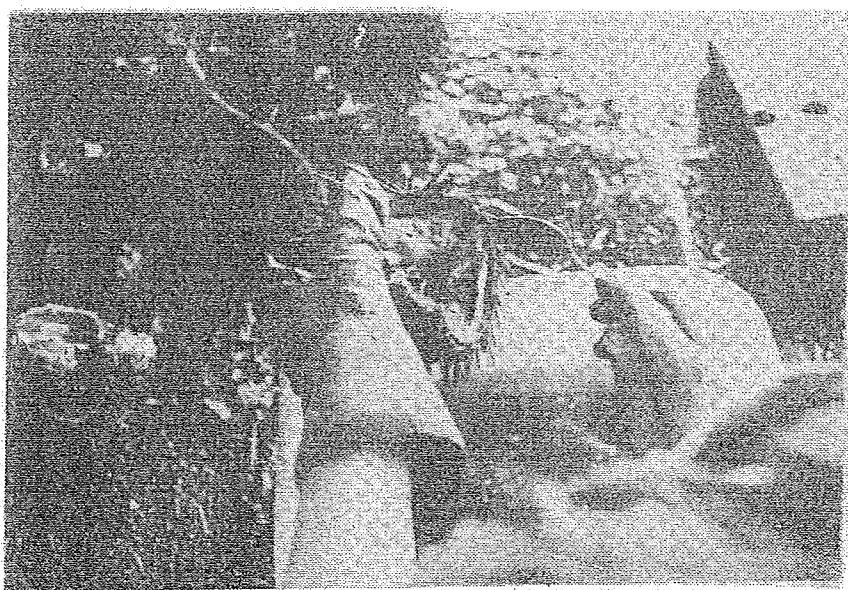


Foto No. 6.- Extracción de las gónadas.

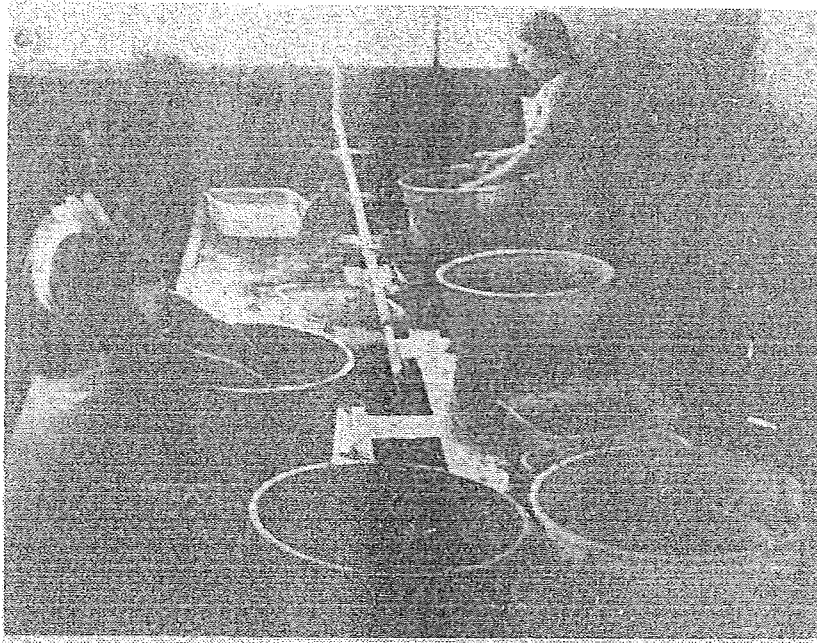


Foto No. 7.- Mesa de limpieza de las gónadas.



Foto No. 8.- Limpieza de las gónadas en agua de mar.

mujeres que al mismo tiempo efectúan una selección por color y tamaño de las gónadas. En esta operación se procesan las gónadas de aproximadamente 500 erizos cada hora.

La selección se hace según tres tamaños diferentes, teniendo las siguientes denominaciones y medidas:

Jumbo: 6 - 8 cm.

Standard: 4 - 5 cm.

Chico: 2 - 3.5cm.

La separación de las gónadas por color es según éstas presenten un color anaranjado o amarillo, siendo éstas últimas las más apreciadas.

7.- PRESERVACION.

En esta planta se siguen dos procesos, uno para obtener producto fresco y otro para obtener producto salado.

7.1.- Producto fresco.

A las gónadas ya limpias se les da un baño en una solución que contenga sustancias que endurezcan, eliminen su fluído interno y las preserven.

Se empaca el producto en cajas chicas de madera según la técnica enunciada en el inciso 5.2.1 del capítulo VI

(Fotos 9 y 10). La capa de sal granulada que se utiliza tiene un espesor igual al de las gónadas. Se emplean alrededor de 1.5 Kg. de sal para obtener 3 Kg. de producto. El tiempo de salado es de tres días, al cabo de los cuales las gónadas son colocadas en bolsas de plástico y se empaican en cajas de cartón de 21x11x8 cm.. - Cada caja contiene 2 Kg. de producto que es mantenido refrigerado con hielo, a una temperatura de 12 °C, hasta su venta.

Con este método de preservación se obtienen alrededor de 26-30 Kg. de producto por cada 1,000 erizos procesados.

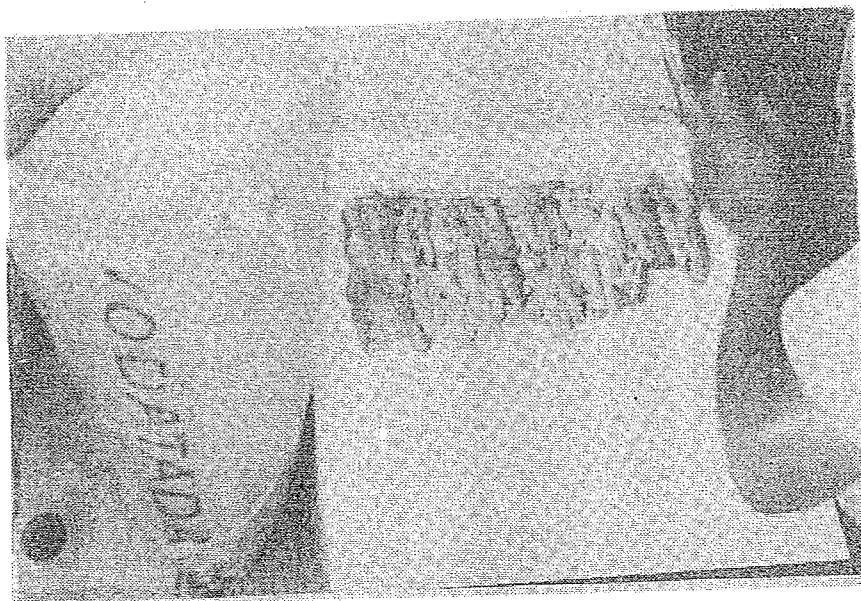


Foto No. 9.- Acomodo de gónadas para la operación de salado.

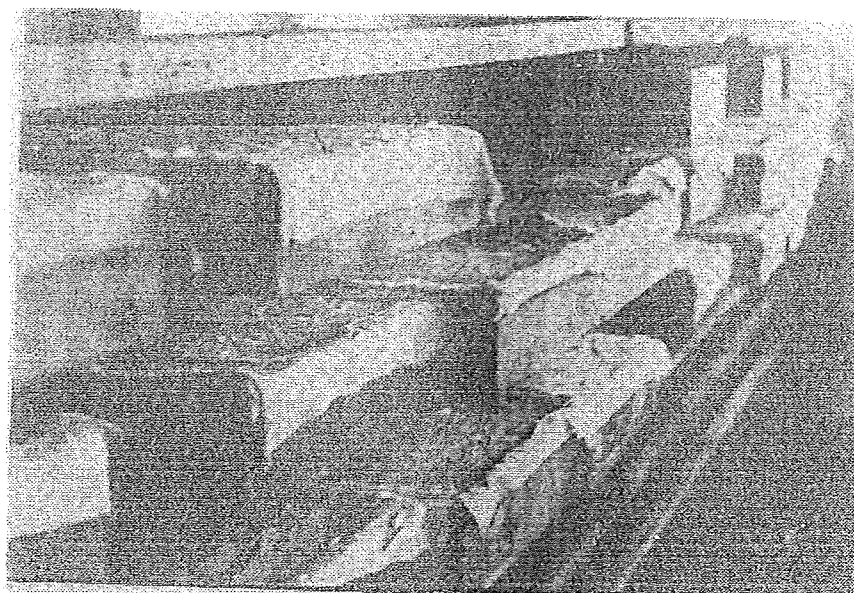


Foto No. 10.- Reposo de las gónadas en los estantes para su salado.

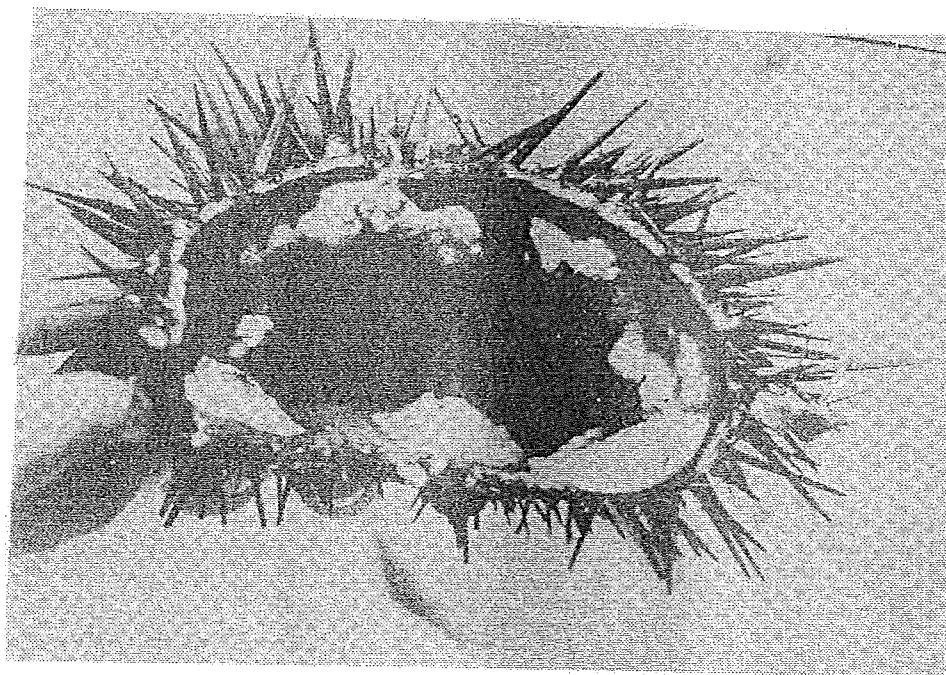


Foto No. 11.- Posición de las gónadas en la testa.

IX.- RESULTADOS .

Como consecuencia de los trabajos efectuados en el laboratorio y las prácticas seguidas en la planta de "Pro-Mex", a continuación se describe un proceso el cual puede ser utilizado inmediatamente a nivel comercial, ya que es en realidad una modificación del proceso actual que se está desarrollando en la industria antes mencionada.

1.- OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA.

1.1.- Cosecha.

Para efectuar la cosecha de la materia prima, es recomendable utilizar el "pangón de buceo", de 9 m. de eslora, equipado con dos compresores individuales, dos buzos, un cabo de vida, un bombero y un empacador; además, es necesario que cuente con un espacio grande, dividido con mamparos, en donde se almacenan los erizos cosechados, colocándolos en "chinguillos", en número específico de piezas en cada uno, por el empacador, facilitándose de esta manera la descarga y el conteo de piezas capturadas por equipo.

La recolecta del material puede ser desarrollada con el rastrillo de mano ya descrito (Fig. 2.a) y depositando los erizos en una jaba con marcos rígidos, con capacidad de 50-60 erizos, que es izada al "pangón" una vez llena; el contenido de las jabas se vacía en los "chinguillos" para su descarga y conteo.

De esta manera el equipo de buceo estará en condiciones de coleccionar aproximadamente 10,000 erizos por cada marea normal de 5 h. de trabajo.

1.2.- Conservación y transporte.

La conservación y transporte que se necesita para la materia prima en realidad es sencillo, ya que cada viaje o marea de trabajo no dura más de 8 h.. Simplemente debe tenerse cuidado de no romper las testas de los animales y evitar el contacto con el viento y el sol.

1.3.- Descarga.

La descarga puede ser realizada por la playa, en zonas protegidas, o en cualquier estructura natural o artificial en la costa, en donde atracar o varar el pango, y efectuarse la operación a mano, ya que vienen empacados en los "chinguillos", que son muy fáciles de manipular.

1.4.- Almacenamiento en viveros.

Con el objeto de tener siempre disponible suficiente materia prima para la producción, deben construirse depósitos grandes, sumergidos en el mar, que tengan una capacidad total de 25,000 piezas o sea la cantidad necesaria para una semana de trabajo en la planta. De esta forma la producción no estará supeditada a las condiciones ambientales u otros factores que puedan impedir la cosecha normal de erizos.

1.5.- Transporte a la planta y almacenamiento.

Dependiendo de la distancia y de las características del terreno, el transporte debe efectuarse con los mismos cuidados mencionados en el inciso 1.2 anterior. Su almacenamiento puede ser a granel o en los "chinguillos", procurando que se conserven húmedos y no sufran amplios cambios de temperatura.

2.- PROCESO INDUSTRIAL.

El diagrama de flujo que se recomienda en este tipo de industria, es el señalado en la Figura No. 4, esto es con el objeto de que se lleven a cabo las diferentes operaciones más fluidamente, en forma continua y trabajando 8 horas diarias, aún los días que los buzos no puedan trabajar por causa de mal tiempo, reparación del equipo u otra eventualidad.

2.1.- Transporte a la planta desde los viveros.

Los erizos pueden ser transportados desde los viveros en una cantidad aproximada de 4,000 piezas por día o sea lo necesario para la producción de un día. El transporte es recomendable hacerse en "chinguillos", tal como habíamos antes dicho, para facilitar la descarga y el conteo.

2.2.- Almacenamiento.

Se aconseja almacenar los erizos cerca de la mesa de desconche, para que no sea necesario otro transporte, durante un lapso de 15-20 horas con el objeto que durante este tiempo pier-

dan parte de los fluídos celómicos y las gónadas empiecen a desprenderse de la testa. De esta forma se facilita su extracción sin que esto desmeresca la calidad del producto.

2.3.- Desconche.

Esta etapa del proceso es conveniente que se efectue sobre una mesa con medidas de 2.00x0.80 m. y que presente una sección en "V", con el objeto de que en el centro se forme un canal por donde se drenen los fluídos celómicos del erizo, al ser este abierto.

Cuando se va a elaborar producto fresco, debe tenerse sumo cuidado en no romper las gónadas, por lo que en este caso es mejor primero colocar el erizo sobre la mesa y luego atravesarlo con las pinzas perpendicularmente por la boca, de esta forma la testa se romperá en dos mitades iguales, quedando dañada unicamente una gónada, aunque a veces queden intactas las cinco.

Si el producto a elaborar es salado, no son necesarios estos cuidados, por lo que el erizo puede ser atravesado en el piso por cualquiera de los dos polos y luego ser subido a la mesa de desconche para abrirlo. Se ha notado que en este caso las piezas con frecuencia resbalan de las pinzas al ser levantadas, por lo que se sugiere eliminar este inconveniente -

dando a sus puntas una superficie dentada (Fig. No. 2.i).

2.4.- Extracción.

La extracción se puede efectuar en la misma mesa de desconche por los mismos hombres que efectuaron la operación anterior. Para ello el trabajador, toma el erizo con una mano protegida con guante y con la otra despega las gónadas de la pared interna de la testa con la ayuda de una cuchara doble (Fig. No. 2.g), usándose cada extremo según sea el tamaño de la gónada y del erizo.

Las gónadas son colocadas en charolas de plástico de 30x20x15 cm., llenas hasta una tercera parte de agua de mar, con el objeto de facilitar su limpieza. Los desechos son vertidos en depósitos y luego arrojados al mar.

2.5.- Limpieza.

Las charolas pasan a la mesa de limpieza, que está situada enseguida de la de desconche; tiene un tamaño de 4x1 m. y también posee una sección en "V"; en su centro está colocado un canal por el que escurre el agua de lavado y los desechos.

En esta mesa pueden trabajar 4 mujeres en cada lado, cada una de ellas tiene enfrente una llave de agua salada para efectuar el lavado. Este se lleva a cabo vertiendo el contenido de las charolas a unas canastas de plástico perforadas, del mis-

mo tamaño que las charolas, y sumergiendo éstas a un balde que contenga agua de mar en tres cuartas partes. El balde posee -- 35 cm. de diámetro y una altura de 30 cm.

Se agita la canasta y al mismo tiempo se eliminan con la mano las adherencias que presentan las gónadas, cuando ya -- están completamente limpias se separan por color colocando las gónadas en dos canastas iguales a las anteriores. Estas canastas están situadas una a cada lado del balde, teniendo diferentes colores, una anaranjada y otra amarilla, con el objeto de dar a las trabajadoras un punto de referencia para la separación de gónadas, evitándose en lo posible un descuido.

Si el producto a elaborar es fresco, las gónadas sufren una ulterior diferenciación, esta vez por tamaños, mientras que para el caso de la elaboración de producto salado esta operación no es necesaria.

2.6.- Tratamiento para preservación.

Las gónadas ya limpias se vierten en dos tanques que contengan las sustancias químicas adecuadas, diluidas en agua para iniciar la preservación del material.

Los tanques son de plástico y también deben tener -- colores diferentes para evitar posible confusión al verter en -- ellos el contenido de las charolas. Tienen un tamaño de 1x0.7x x0.5 m. y están llenos hasta la mitad con la solución preservante.

Posee capacidad suficiente para contener las gónadas de aproximadamente 700 erizos cada uno, suficientes para casi medio día de trabajo.

2.7.- Preservación.

Esta etapa del proceso sigue dos procedimientos distintos, según quiera obtenerse producto fresco o salado.

2.7.1.- Producto fresco.

Si es necesario obtener producto fresco, se empacan las gónadas, ya escurridas de la solución del tanque, en cajas chicas de una madera especial que ha sido previamente tratada con el objeto de que no actúe sobre el producto haciéndole perder sus características. Las gónadas se empacan según la técnica enunciada en el inciso 52.1 del capítulo VI.

Se obtienen cuatro distintos empaques, uno con gónadas del tipo Jumbo, otra con gónadas del tipo Standard y cada una de ellas en los dos colores amarillo y anaranjado. -- Los espacios vacíos se llenan con gónadas chicas, quedando de esta forma completamente cubierto el fondo de la caja. Cada una de ellas contiene 200g. de producto, se colocan una encima de otra en grupos de trece, y se almacenan en cuartos refrigerados a una temperatura de 8 °C. .

El tiempo juega un papel muy importante para este tipo de producto ya que es de fácil descomposición, por lo que su transporte a los centros de consumo es necesario efectuar-

lo en la mayor brevedad posible y en compartimientos refrigerados, no pudiendo pasar más de 6 días desde su procesamiento hasta la fecha de venta al consumidor.

Debe hacerse hincapié en que en todos los pasos del procesamiento del producto fresco, éstos deben efectuarse con sumo cuidado ya que las gónadas rotas deben ser desechadas, mientras que las cajas que contengan gónadas mal acomodadas o de diferentes tamaños tienen poca aceptación en el mercado, debido a que la presentación es determinante en este tipo de producto.

2.7.2.- Producto salado.

En la elaboración del producto salado se colocan las gónadas en marcos de madera de 70x40x4 cm. según la técnica enunciada en el inciso 5.2.3 del capítulo VI. Se utiliza sal granulada en el salado, por presentar ésta las siguientes ventajas: no sala tanto como la sal fina, puede recuperarse en mayor cantidad después de la operación, se seca más rápidamente y se utiliza una menor cantidad para dar el salado justo.

En operación se pueden emplear gónadas de todos tamaños, sin importar que estén o no rotas, haciéndose únicamente una división por color.

Los marcos se dejan reposar durante tres días

en estantes que es conveniente presenten cierta inclinación o --
tengan drenes debajo de cada una de sus lineas. La capacidad de
los estantes es para cerca de 200 bastidores. Cada bastidor con-
tiene alrededor de 6-7 Kg. de material que se reduce en un 50-55%
al terminarse la operación.

El producto es pesado en bolsas de polietileno, pre-
viamente esterilizadas con alcohol metílico al 96%. Para una --
más segura preservación es mejor sellar las bolsas al vacío, --
además, de esta forma se facilita el manejo del material. Ense-
guida se empacan las bolsas en cajas de cartón de 20x10x8 cm.
teniendo el contenido un peso de 2 Kg: .

El producto así empacado, se almacena refrigerado a -
12 °C, por medio de hielo en barras. En este caso el producto --
puede conservarse durante meses sin que se pierdan sus caracte-
rísticas. El tiempo medio de transporte en este caso no reviste
de particular importancia ya que inclusive puede hacerse a tem-
peratura ambiente.

Un diagrama de cuadro de ambos procesos se presenta -
en la Figura No. 4.

X.- D I S C U S I O N .

A raíz de toda la investigación que se ha desarrollado en este trabajo, se puede notar claramente que la explotación de los erizos de mar es en realidad una industria hasta cierto punto sencilla, y sobre todo necesaria para la Región ya que, como se ha señalado anteriormente, explotará un recurso que actualmente es considerado como nocivo para las pesquerías del abulón y del zargazo gigante.

Además, dado que la naturaleza de esta industria requiere la participación de gran número de obreros, resolverá en cierta forma los problemas de desempleo que existen en las diferentes comunidades pesqueras y en las rancherías establecidas cerca de la costa. Esto es, desde luego, si se establecen estos tipos de industrias pequeñas a lo largo del litoral en donde es abundante este recurso; en tales circunstancias las industrias serían del tipo familiar en donde los mismos pescadores y sus familiares pueden ser los encargados de operarlas.

XI.- CONCLUSIONES .

Dada la gran cantidad de materia prima que existe en la zona las características en cuanto a su sabor, consistencia, color y olores, la industria del erizo puede prosperar ampliamente en la Región, además las formas de empaque, que se han enumerado en el presente trabajo pueden ser alternadas, teniendo de esta manera una producción constante de este organismo, en diferentes tipos de empaque.

XII.- B I B L I O G R A F I A .

BARNES, R. D., 1968

Invertebrate Zoology.

W. B. Saunders Company, Philadelphia.

BOOLOOTIAN, R. A. AND A. R. MOORE, 1959

A case of ovotestes in the sea urchin Strongylocentrotus purpuratus.

Science, Vol. 129, No. 3344.

BOOLOOTIAN, R. A., 1960

The effect of temperature on gonadal growth

of Strongylocentrotus purpuratus.

Anatomical record.

F. A. O., 1969

Yearbook of fishery statistics.

Vol.No. 29.

FUJI, A., 1962

Studies on the biology of the sea urchin. V.- Food consumption
of Strongylocentrotus intermedius.

Japanese Journal of Ecology, No. 12.

GIESE, A. C., 1966

On the biochemical constitution of some echinoderms.

In "Physiology of Echinodermata", R. A. Boolootian Ed.

John Wiley, New York

HARVEY, E. B., 1956

The American Arbacia and other sea urchins.

Princeton University Press. Princeton, New Jersey.

HOLLAND, N. D. AND A. NIMITZ, 1964

An autoradiographic investigation of the gonads of the purple sea urchin (Strongylocentrotus purpuratus)

Biological Bulletin of Marine Biology Laboratories, Woods Hole.

LEIGHTON, D. L., L. G. JONES AND W. J. NORTH, 1966

Ecological relationships between giant kelp and sea urchins in Southern California.

Pergamon Press, Oxford & New York.

LEIGHTON, D. C., 1968

A comparative study of food selection and nutrition in the abalone, Haliotis rufescens (Swainson), and the sea urchin Stongylocentrotus purpuratus (Stimpson).

NORTH, J. W., 1970

Marine waste disposal and sea urchin ecology.

California Institute of Tecnology, Pasadena, California.

RICKETTS, E. F. AND JACK CALVIN, 1968

Between Pacific Tides. Revised edition.

Stanford, California. Stanford University Press.

SCATTERGOOD, L. W., 1961.

The sea urchin fishery.

U. S. Fish and Willife service. Boothbay Harbor, Maine.

TANIKAWA, EICHII, 1955

Studies on the nutritive value of the meat of sea cucumber (Stichopus japonicus)

Memoirs Faculty of Fisheries, Hokkaido University

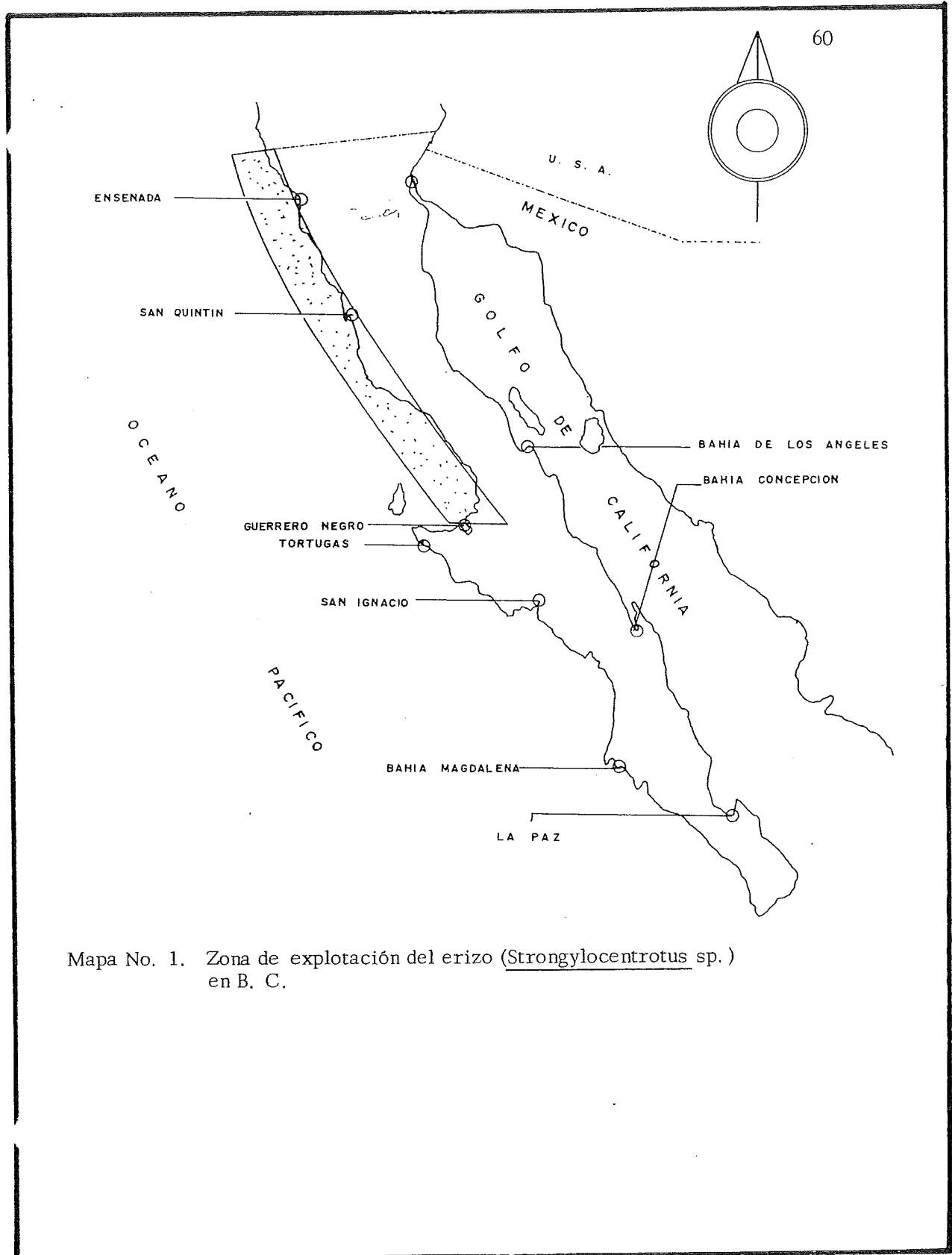
XII.- MAPAS, TABLAS, GRAFICAS, FIGURAS.

INDICE DE MAPAS.

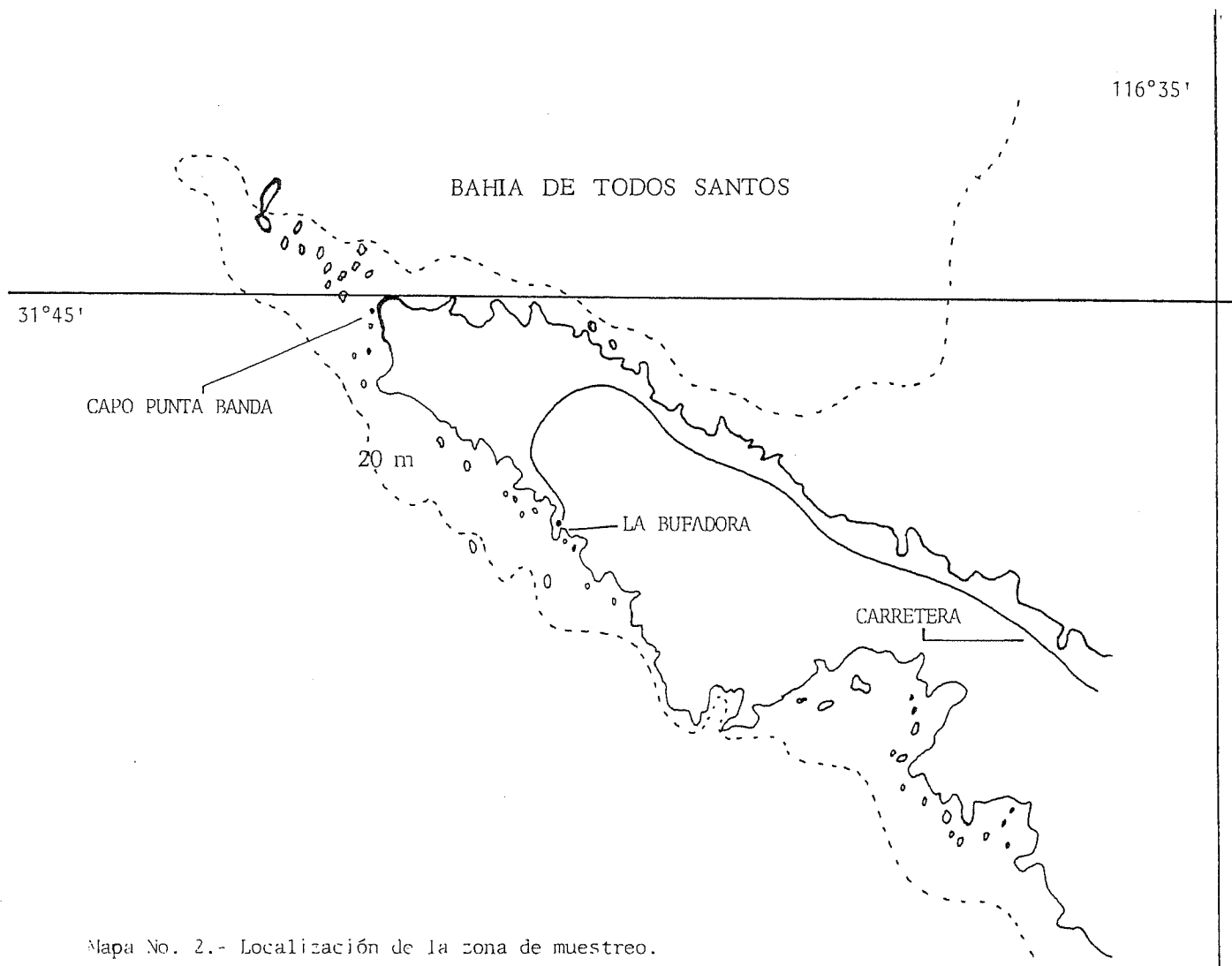
Mapa No. 1. Zona de explotación del erizo (Strongylocentrotus sp.)
en B. C.

Mapa No. 2. Localización de la zona de muestreo.

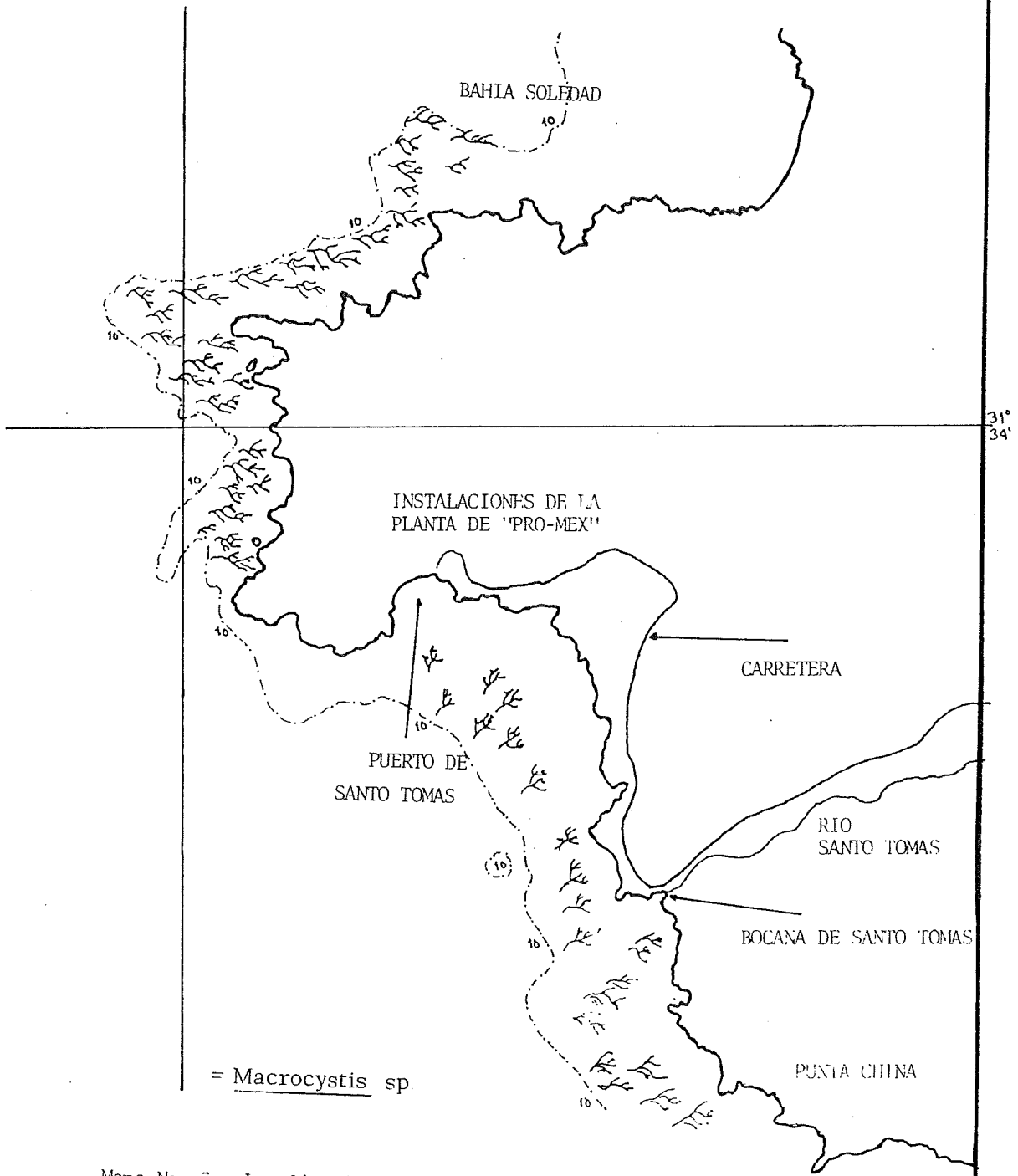
Mapa No. 3. Localización del puerto de Santo Tomás.



Mapa No. 1. Zona de explotación del erizo (Strongylocentrotus sp.) en B. C.



Mapa No. 2.- Localización de la zona de muestreo.



Mapa No. 3.- Localización del puerto de Santo Tomás.

INDICE DE TABLAS.

- Tabla No. 1. Principales productores del erizo de mar.
- Tabla No. 2. Principales productores del pepino de mar.
- Tabla No. 3. Principales productores de la estrella de mar.
- Tabla No. 4. Componentes del cuerpo, en % de peso húmedo, en Strongylocentrotus purpuratus y S. franciscanus.
- Tabla No. 5. Contenido de agua, en % de peso húmedo, en los componentes del cuerpo de Strongylocentrotus purpuratus y S. franciscanus.
- Tabla No. 6. Constituyentes orgánicos de los componentes del cuerpo en Strongylocentrotus purpuratus y S. franciscanus.
- Tabla No. 7. Mediciones físicas de los especímenes capturados en la Bufadora.
- Tabla No. 8. Rendimientos de los productos obtenidos en el laboratorio.
- Tabla No. 9. Generalidades de los productos comprados.
- Tabla No. 10. Componentes mayores de los productos terminados.
- Tabla No. 11. Pruebas organolépticas de los productos envasados.
- Tabla No. 12. Rendimiento de los productos fresco y salado, procesados por "Pro-Mex", en el presente año.

PAIS	PRODUCCION EN MILES DE TON.	VALOR/TON EN DOLARES	VALOR TONELAJE EN DOLARES
JAPON	27.5	239.50	6,585.25
CHILE	3.8	270.00	1,026.00

Tabla No. 1.- Principales productores del erizo de mar.

PAIS	PRODUCCION EN MILES DE TON.	VALOR/TON EN DOLARES	VALOR TONELAJE EN DOLARES
JAPON	12.3	294.00	3,616.20

Tabla No. 2.- Principales productores del pepino de mar.

PAIS	PRODUCCION EN MILES DE TON.	VALOR/TON EN DOLARES	VALOR TONELAJE EN DOLARES
ALEMANIA	1.3	12.57	16.3
HOLANDA	0.9	9.88	8.9

Tabla No. 3.- Principales productores de la estrella de mar.
F. A. O., 1969.

	Testa	Fluido celómico	Intestino	Gónada M	Gónada F	Linterna
<u>Strongylocentrotus purpuratus</u>	48.5+ <u>6.3</u>	41.5+ <u>6.4</u>	2.8+ <u>.83</u>	9.1 1.4-21.5	8.2 1.2-21.8	3.51+ <u>0.77</u>
<u>Strongylocentrotus franciscanus</u>	43.2+ <u>5.5</u>	42.5+ <u>4.1</u>	1.7+ <u>.34</u>	6.0 1.2-17.2	6.7 1.4-17.9	2.10+ <u>2.10</u>

Tabla No 4.- Componentes del cuerpo, en % de peso húmedo, en Strongylocentrotus purpuratus y S. franciscanus.

	Testa	Fluido celómico	Intestino	Gónada M	Gónada F	Linterna	Entero
<u>Strongylocentrotus purpuratus</u>	37.8+ <u>5.0</u> 34.2+ <u>3.6</u>	95.7+ <u>1.1</u>	75.3+ <u>2.0</u>	7.7+ <u>1.8</u>	65.8+ <u>3.8</u>	35.4+ <u>1.4</u>	59.7+ <u>2.3</u>
<u>Strongylocentrotus franciscanus</u>	40.7+ <u>4.0</u>	-	70.6+ <u>1.5</u>	30.0+ <u>6.4</u>	70.3+ <u>6.0</u>	30.0	-

Tabla No. 5.- Contenido de agua, en % de peso húmedo, en los componentes del cuerpo de Strongylocentrotus purpuratus y S. franciscanus. (según A. C. Giese)

	Componentes	Indice gonadal	NNP	Proteínas	Lípidos	Lípidos/ proteínas x 100	Glicógeno
<u>Strongylocentrotus purpuratus</u>	Testículo	.1-2	3.10+1.22	35.3+4.17	14.2+ 7.0	40.2	2.02
		6.1-8	2.90+1.85	31.2+4.67	21.0+ 3.0	67.3	7.30+2.9
		14.1-16	2.70+1.74	33.0+2.34	23.0+10.0	69.7	3.30+1.2
	Ovario	.1-2	2.80+1.87	24.0+3.02	16.8+ 3.6	70.0	3.90+2.2
		6.1-8	2.00+1.63	30.2+5.7	21.0+ 4.9	69.5	5.50+3.6
		14.1-16	1.70+1.28	31.1+5.12	18.6+ 3.9	59.8	4.20+2.9
	Intestino	-	4.19+1.53	28.3+5.4	20.3+2.0	71.8	3.10+2.1
				41.7+3.1	30.0 CM		
	Testa	-	.74+1.1	2.3+1.1	1.8+ 0.83	78.2	0.9 +0.03
				6.2+1.83	1.7 CM		
	Linterna	-	.61+1.24	3.0+ .76	1.3+ 0.34	43.6	0.22+0.18
				9.3+1.5			
<u>Strongylocentrotus franciscanus</u>	Testículo	2.1-4	2.29+1.55	22.5+5.2	27.1+7.1	121.0	3.80+3.1
		6.1-8	2.38+1.80	25.6+5.7	21.9+6.3	85.5	3.80+3.3
		10.1-12	2.22+1.86	28.9+4.5	23.1+7.45	80.0	1.80+2.3
	Ovario	2.1-4	2.34+1.48	21.0+5.7	27.2+5.56	129.5	4.90+3.7
		6.1-8	2.05+1.47	24.8+4.4	27.3+6.87	110.0	4.30+4.1
		10.1-12	1.75+1.30	26.9+7.3	20.0+2.86	74.5	3.90+4.6
	Intestino	-	4.21+1.70	29.2+1.7	18.4+2.7 CM	62.9	0.42+0.26
				42.6+3.4			
	Testa	-	.59+1.20	4.5+1.0	2.4+0.14 CM	53.2	0.18+0.20
				7.4+1.9			
	Linterna	-	.69+1.20	2.6	1.2 CM	46.1	0.22+0.21
				8.8			

Tabla No. 6.- Constituyentes orgánicos de los componentes del cuerpo en Strongylocentrotus purpuratus y S. franciscanus. (según A. C. Giese).

No. del ejemplar	M A R Z O			No. del ejemplar	M A Y O		
	Peso húmedo del erizo en g.	Diámetro de la testa en mm.	Peso húmedo de las gónadas en g.		Peso húmedo del erizo en g.	Diámetro de la testa en mm.	Peso húmedo de las gónadas en g.
1	880	122	57	771	115	47	
2	1,220	153	75	1,112	148	F.	
3	1,020	135	30	1,117	130	76	
4	782	120	65	972	128	67	
5	977	140	64	991	137	65	
6	1,007	130	70	876	128	60	
7	873	125	43	1,231	150	72	
8	990	128	59	832	132	F.	
9	1,170	148	72	981	141	32	
10	1,102	145	70	1,015	149	57	
11	876	150	74	825	108	62	
12	800	151	F	927	115	58	
13	980	137	60	1,119	128	53	
14	1,267	157	82	1,215	149	71	
15	893	113	62	951	131	48	
Totales	15,047	-	883	14,935	-	769	
	Indice gonadal: 5.9			Indice gonadal: 5.1			

Tabla No. 7.- Mediciones físicas de los especímenes capturados en La Bufadora.

Muestra	Peso húmedo inicial en g.	Peso producto a envasar en g.	Peso producto salado en g.	Rendimiento en %	Observaciones
M ₁	400	253	-	63	Marzo 1972
M ₂	483	-	203	42	Marzo 1972
M ₃	400	286	-	71	Mayo 1972
M ₄	369	-	167	45	Mayo 1972

Tabla No. 8.- Rendimientos de los productos obtenidos en el laboratorio.

N.C.P.	Precio en M.N.	Peso en g.	País de origen
Tsubu uni	11.60	65	Japón
Neri uni	7.10	65	Japón
Unii	9.40	120	Corea

N.C.P.= nombre comercial del producto.

Tabla No. 9.- Generalidades de los
productos comprados.
(precio en San Diego)

Muestra	NaCl	Proteínas	Humedad	Cenizas	Observaciones
Tsubu uni	5.63	12.02	56.31	7.72	Producto envasado en Japón.
Neri uni	5.62	9.63	55.85	7.00	Producto envasado en Japón.
Unii	5.53	11.85	55.48	6.71	Producto envasado en Corea.
M ₁	6.51	11.67	57.51	10.13	Producto envasado en laboratorio en marzo.
M ₂	5.52	10.62	59.14	9.38	Producto envasado en laboratorio en mayo.
M ₃	9.71	12.41	44.01	13.88	Producto salado por "Pro-Mex" en abril.
M ₄	9.49	12.56	44.47	13.72	Producto salado por "Pro-Mex" en julio.
M ₅	9.43	13.12	45.61	13.11	Producto salado en laboratorio en marzo.
M ₆	8.17	12.10	46.55	12.25	Producto salado en laboratorio en mayo.

Tabla N^o. 10.- Componentes mayores de los productos terminados.

Muestra	Color	Sabor	Textura	Homogeneidad	Olor	Observaciones
Tsubu uni	Anaranjado	"Sabor a mar"	Sin granulación	Homogéneo	Marisco	Producto envasado en Japón.
Neri uni	Anaranjado brillante	Marcado "sabor a mar"	Sin granulación	Homogéneo	Marcado olor a marisco	Producto envasado en Japón.
Unii	Pardo		Con granulación	Manchado y Estratificado	Marisco curado	Producto envasado en Corea.
M ₁	Anaranjado muy claro	"Sabor a mar"	Sin granulación	Manchado	Marcado olor a marisco	Producto envasado en laboratorio en marzo.
M ₂	Anaranjado claro	"Sabor a mar"	Sin granulación	Homogéneo	Leve olor a marisco	Producto envasado en laboratorio en mayo.

Tabla No. 11.- Pruebas organolépticas de los productos envasados.

Mes	Piezas/día/buzo (fresco)			Piezas/día/buzo (salado)			Kg/día/buzo (fresco)			Kg/día/buzo (salado)			Piezas/Kg (fresco)			Piezas/Kg (salado)			Días de trabajo (fresco)	Días de trabajo (salado)
	Max.	Min.	Prom.	Max.	Min.	Prom.	Max.	Min.	Prom.	Max.	Min.	Prom.	Max.	Min.	Prom.	Max.	Min.	Prom.		
Marzo	1,747	260	1,074	-	-	-	73.3	23.3	43.5	-	-	-	52	11	27	-	-	-	15	-
Abril	2,320	785	1,456	2,076	1,030	1,553	240	27.0	75.9	-	-	16.0	35	9	26	-	-	98	12	2
* Junio	-	-	-	1,822	640	1,038	-	-	-	61.7	22.6	35.8	-	-	-	58	12	37	-	4
Julio	-	-	-	3,416	262	1,404	-	-	-	104.0	8.0	50.7	-	-	-	65	19	43	-	27
** Agosto	-	-	-	3,070	895	1,561	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11

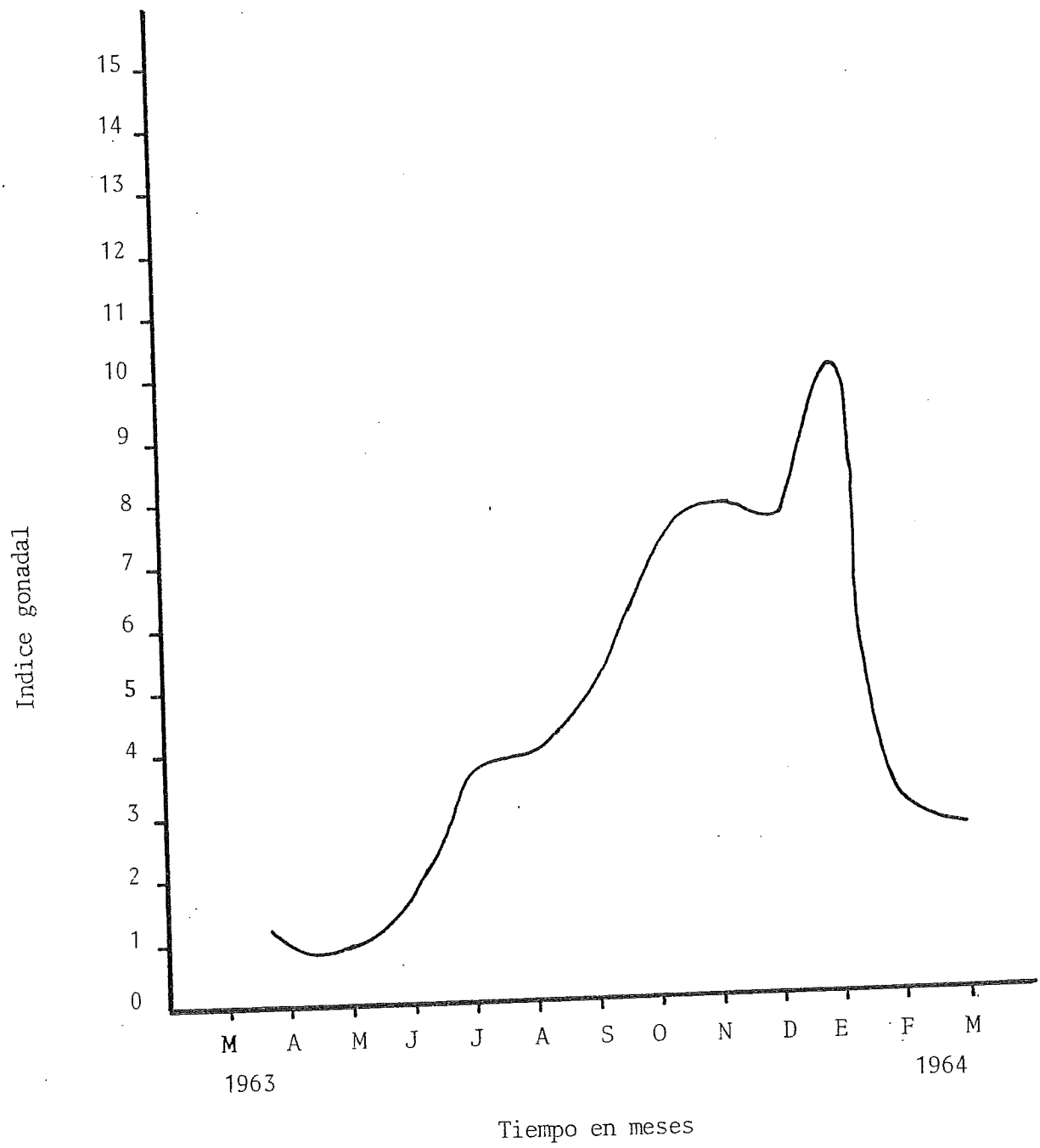
* Del 26 de abril al 26 de junio no se trabajó.

**Datos del 1 al 18 de agosto del presente año, no se poseen aún los rendimientos del producto.

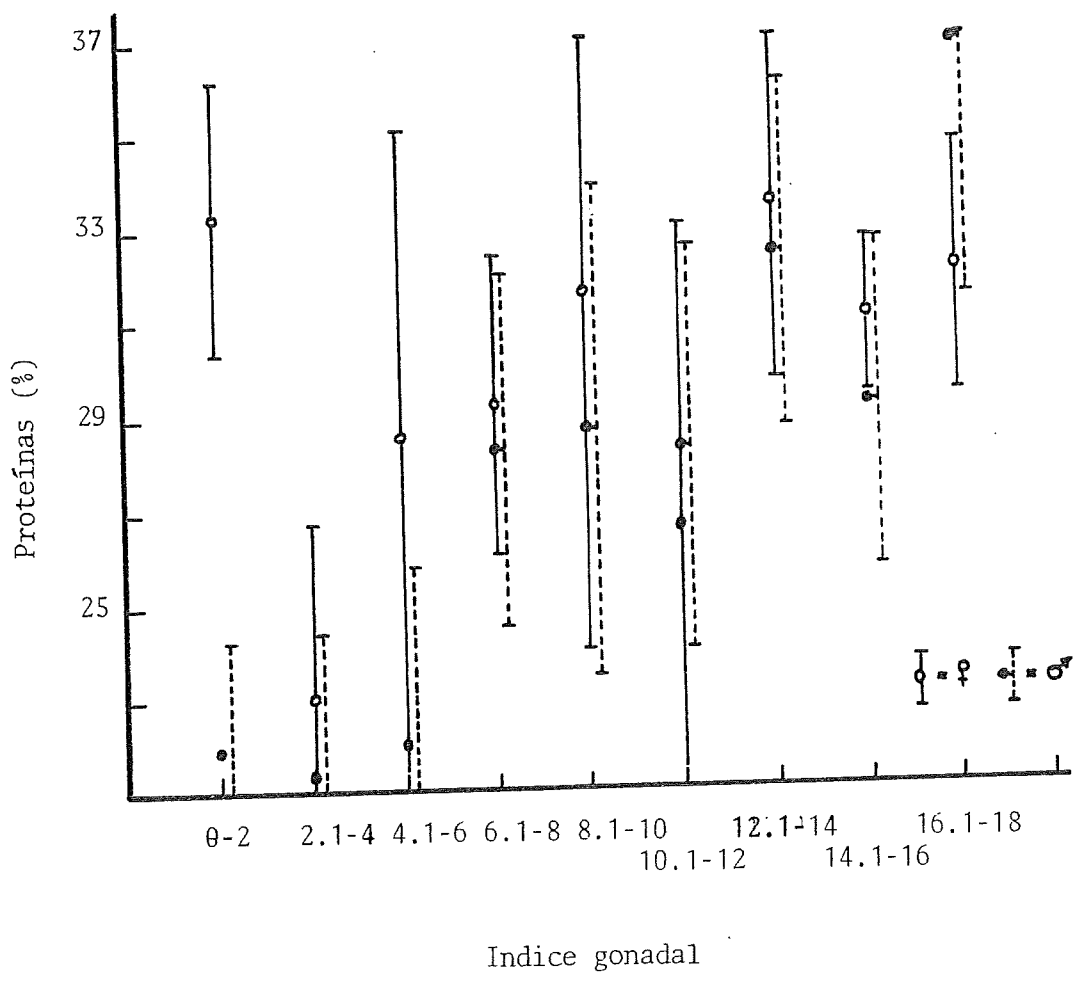
Tabla No, 12.- Rendimientos de los productos fresco y salado, procesados por "Pro-Mex", en el presente año.

INDICE DE GRAFICAS.

- Gráfica No. 1. Variación del índice gonadal de Strongylocentrotus purpuratus durante un ciclo anual.
- Gráfica No. 2. Incremento de las proteínas con respecto al índice gonadal en Strongylocentrotus purpuratus.
- Gráfica No. 3. Relación entre el contenido de lípidos, por unidad de peso seco, e índice gonadal en Strongylocentrotus purpuratus.
- Gráfica No. 4. Relación entre nitrógeno no proteínico (NNP) e índice gonadal en Strongylocentrotus purpuratus.



Gráfica No. 1.- Variación del índice gonadal de Strongylocentrotus purpuratus durante un ciclo anual. (Según Holland)



Gráfica No. 2.- Incremento de las proteínas con respecto al índice gonadal en Strongylocentrotus purpuratus. (Según A. C. Gese)

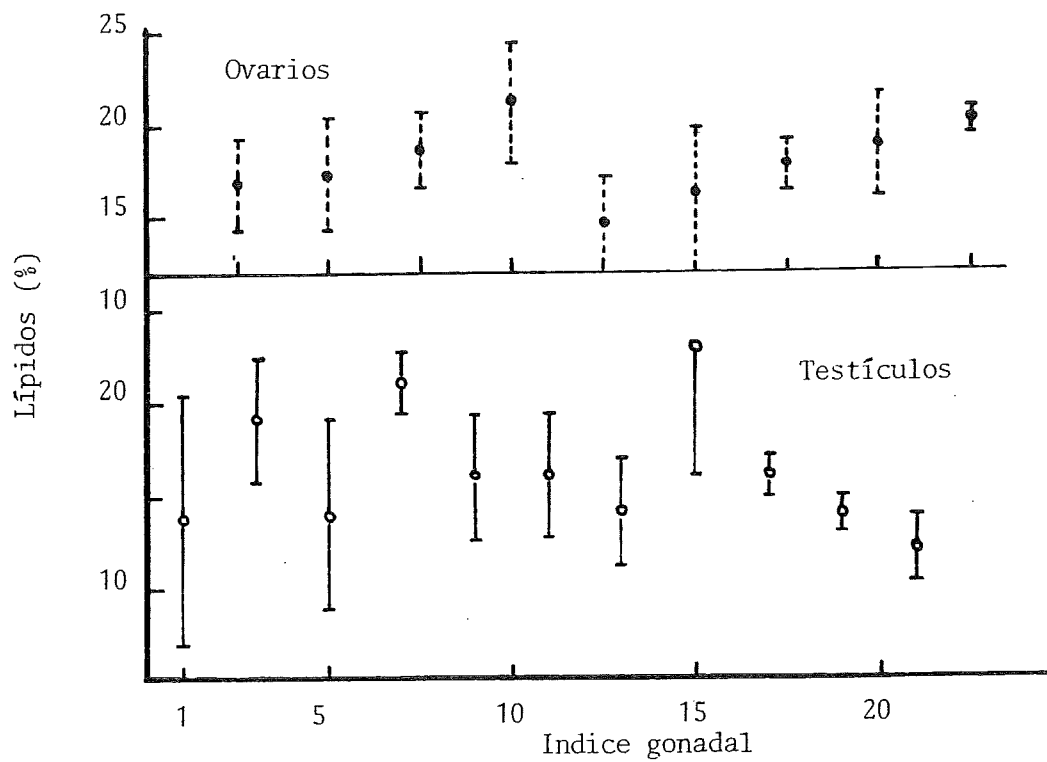


Gráfico No. 3.- Relación entre el contenido de lípidos, por unidad de peso seco, e índice gonadal en Strongylocentrotus purpuratus. (según A. C. Giese)

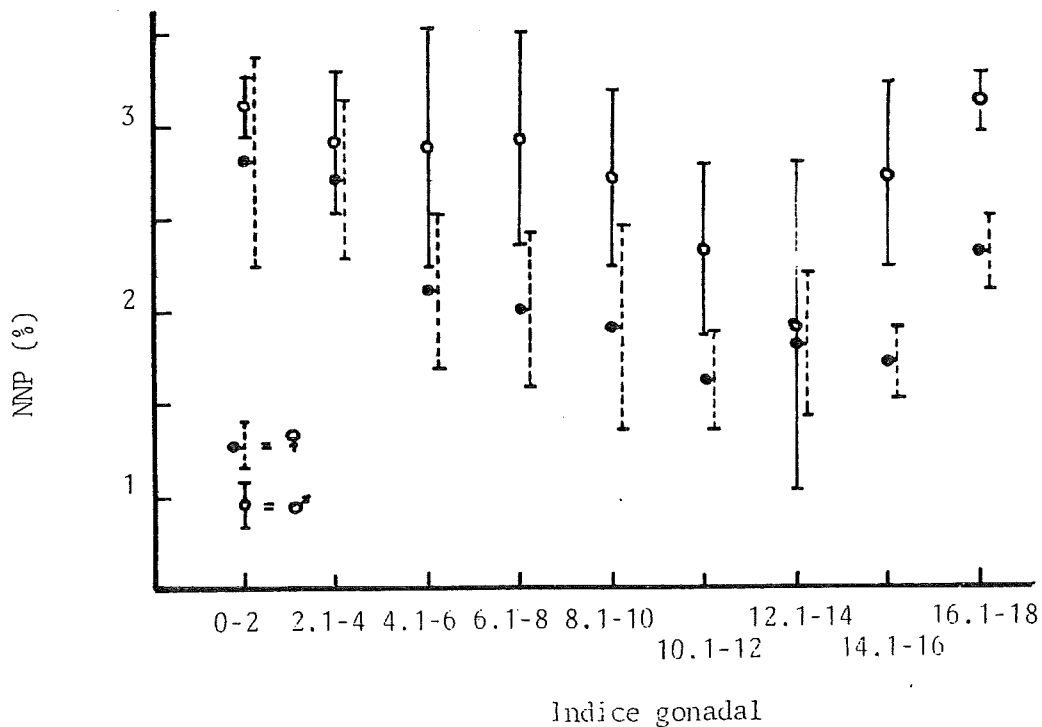


Gráfico No. 4.- Relación entre nitrógeno no proteínico (NNP) e índice gonadal en Strongylocentrotus purpuratus. (según A. C. Giese).

INDICE DE FIGURAS.

Figura No. 1. Morfología interna y externa del erizo.

Figura No. 2. Material empleado en la pesquería del erizo.

Figura No. 3. Diagrama de cuadros de la explotación y beneficio del erizo de mar.

Figura No. 4. Diagrama de cuadros para el procesamiento de gónadas de erizo. -

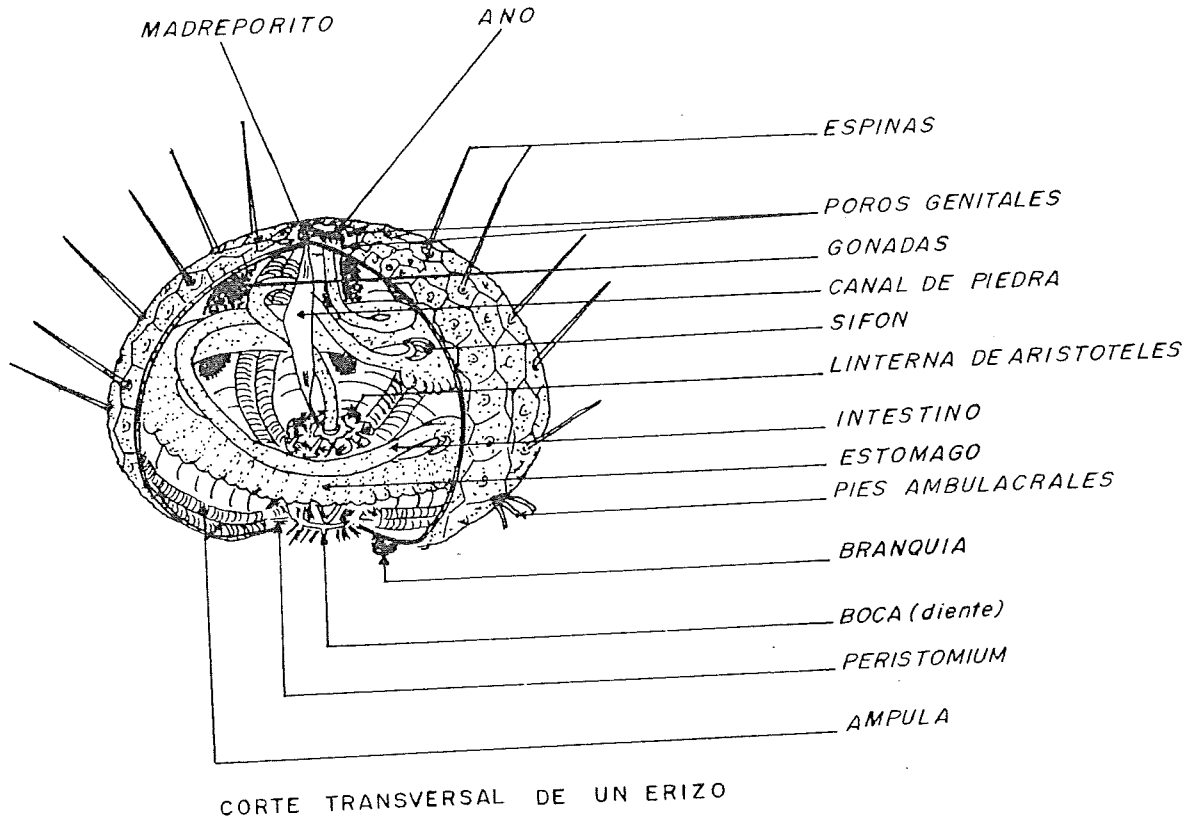


FIG. No 1

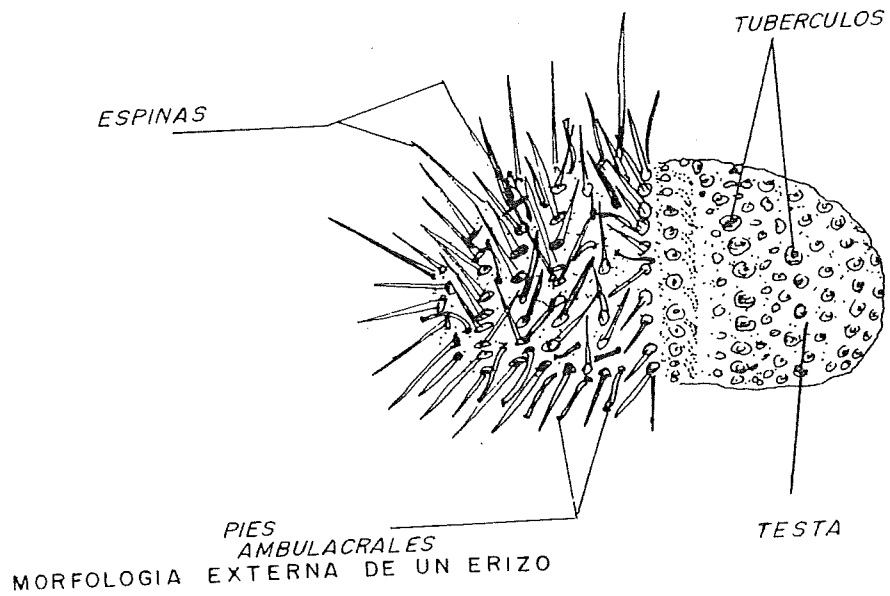
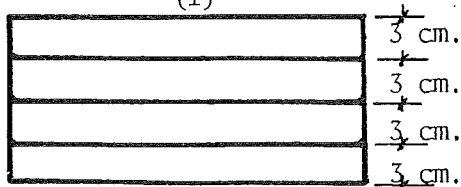
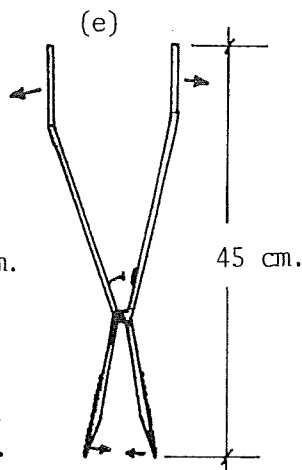
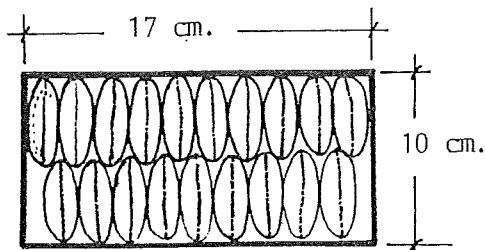
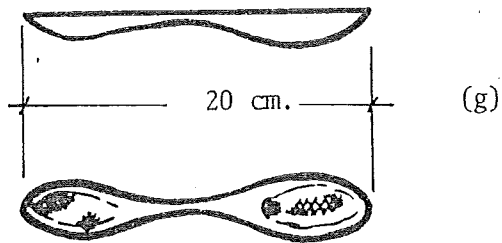
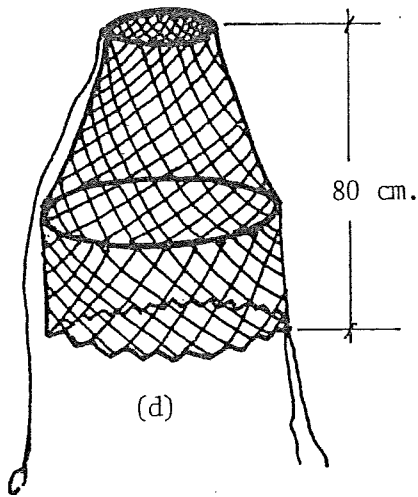
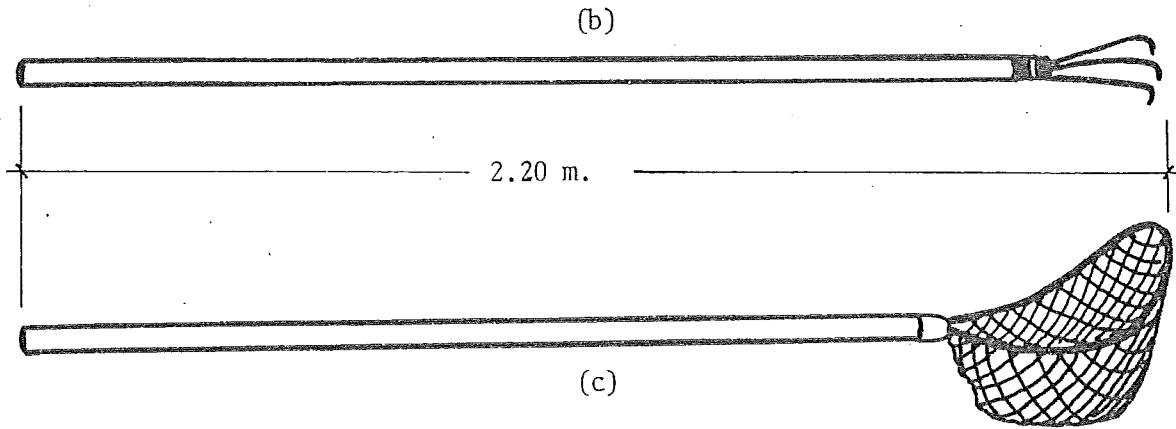
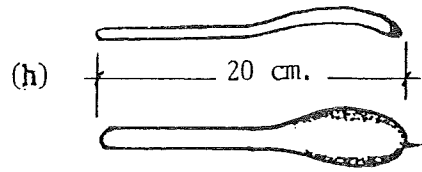
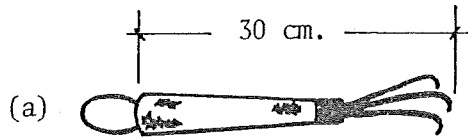


Figura No. 1.- Morfología interna y externa del erizo.
(Después de A. B. Harvey).

DENOMINACION DEL MATERIAL:

- a.- Rastrillo de mano
- b.- Pértiga de gancho.
- c.- Pértiga de canasta.
- d.- Jaba.
- e.- Pinzas.
- f.- Cajas de madera y presentación
de gónadas frescas.
- g.- Cuchara doble.
- h.- Paletilla.
- i.- Detalle de la punta de las pinzas.



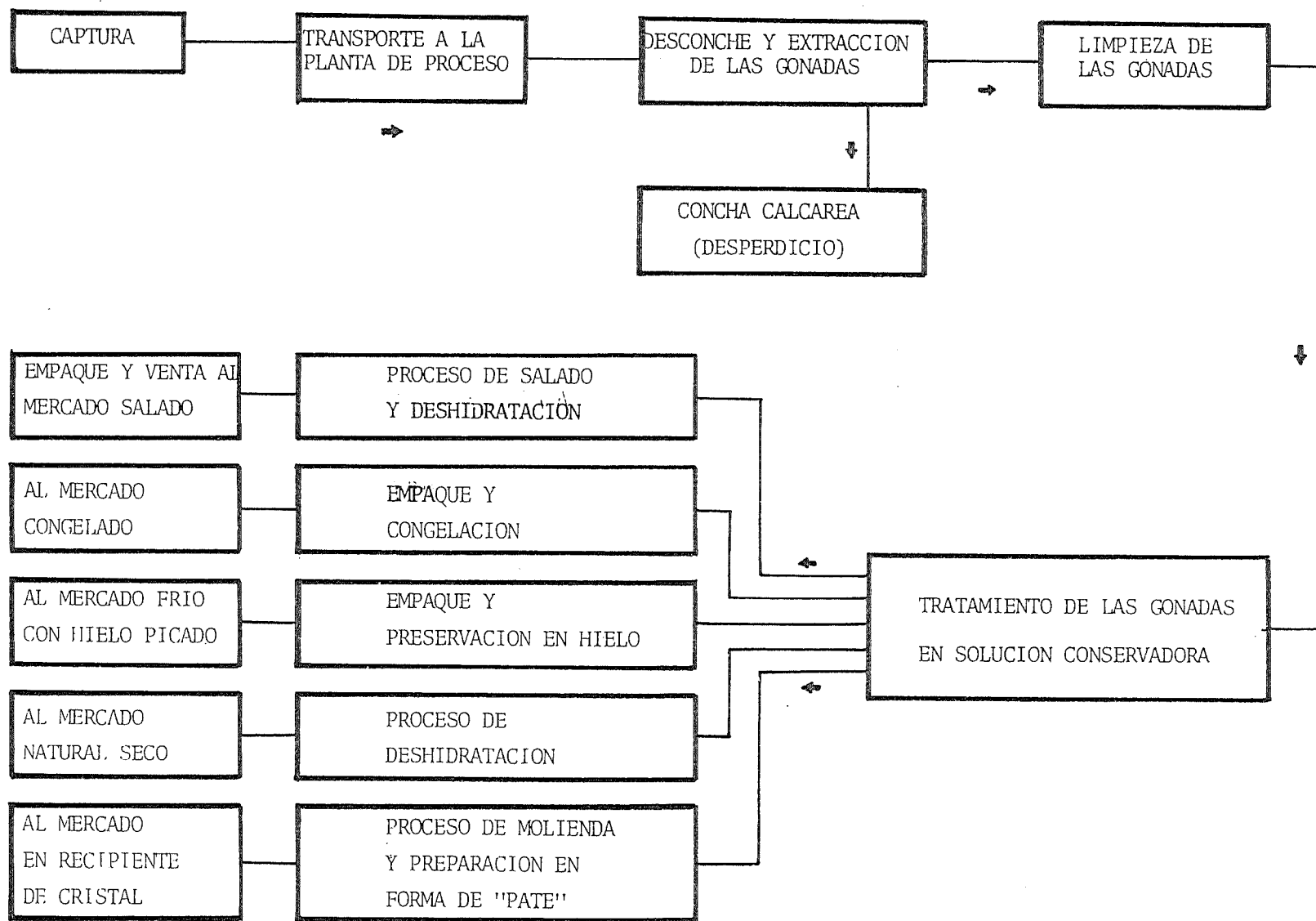


Figura No. 3.- Diagrama de cuadros de la explotación y beneficio del erizo de mar.

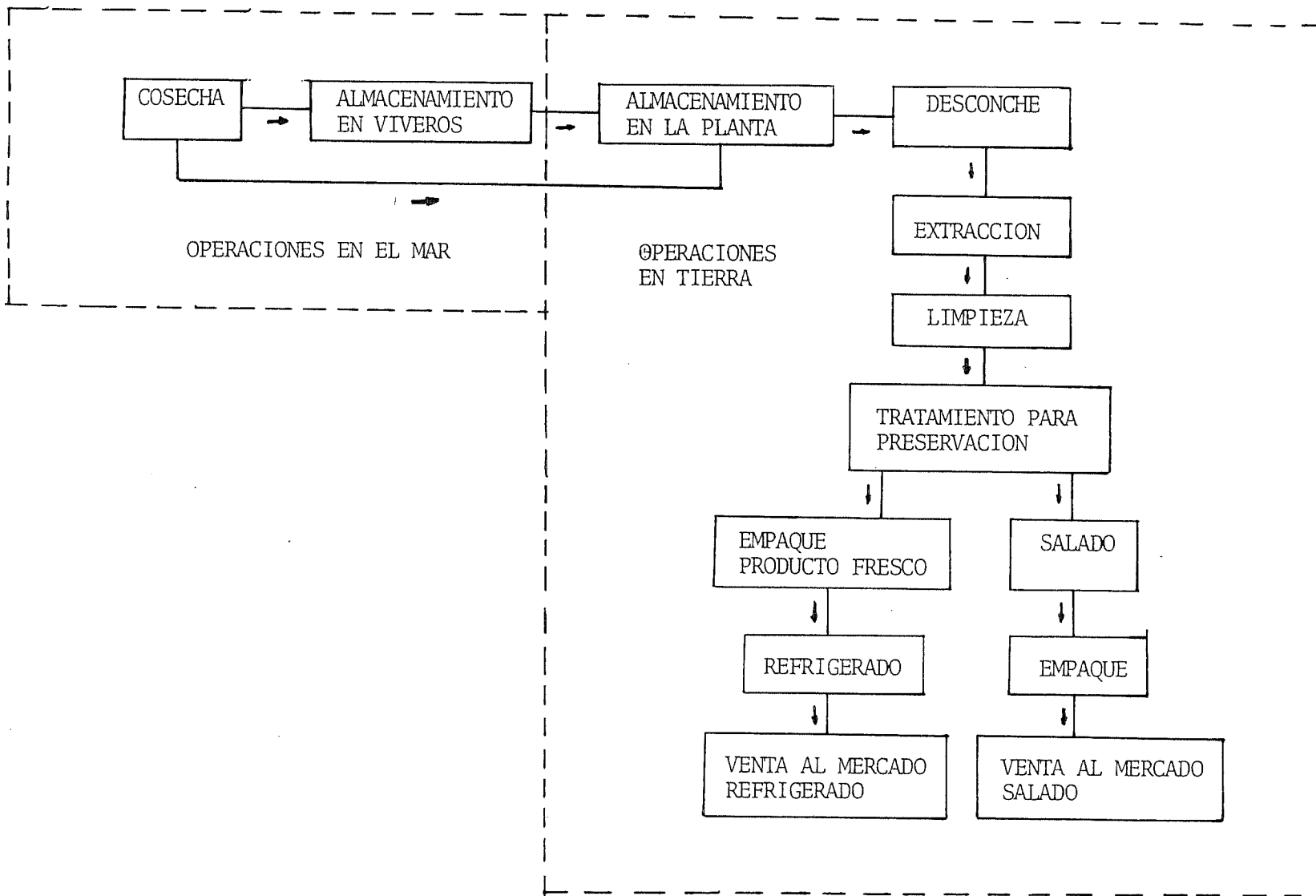


Figura No. 4.- Diagrama de cuadros para el procesamiento de gónadas de erizo.