

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE
BAJA CALIFORNIA

ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS
MARINAS

ESTIMACIONES DE FECUNDIDAD EN HALIOTIS RUFESCENS, "ABULON ROJO".

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
OCEANOLOGO
PRESENTA

JAVIER MOLINA MARTINEZ

Ensenada, B.C., 1982.

L A REALIZACION DEL PRESENTE TRABAJO FUE POSIBLE
GRACIAS AL APOYO Y COLABORACION DE LA SECRETARIA-
DE PESCA, A TRAVES DEL INSTITUTO NACIONAL DE LA -
PESCA EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA.

El más sincero agradecimiento
a mis padres, a Luis y a mis hermanos,
por su desinteresado sacrificio para mi realización
al servicio de la humanidad.

A los funcionarios y trabajadores de la Sria. de Pesca,
a los directivos y personal docente
de la Escuela Superior de Ciencias Marinas de la U.A.B.C.
y a la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Ensenada,
por el apoyo y orientación recibidos.

A mis amigos y a la comunidad a la cual me debo.

R E S U M E N

El presente trabajo trata de la obtención de estimaciones de fecundidad en abulón rojo (Haliotis rufescens) durante el ciclo reproductivo 1979-1980, en un banco abulonero denominado "El Bajo", ubicado en Bahía Rosario, B.C.

Se estimó la frecuencia relativa de estadios de madurez gonadal de la población y los cambios de esta con el tiempo. Se determinó el momento de la actividad gonádica y el de la emisión de gametos. Se estimó la fecundidad absoluta y relativa, con respecto a longitud y peso de los individuos.

I N D I C E

	PAG.
1.- Lista de tablas	1
2.- Lista de figuras	2
3.- Introducción	3
4.- Antecedentes	6
5.- Objetivos	8
6.- Sistema reproductor en hembras	9
7.- Metodos y materiales	14
8.- Resultados	29
9.- Discusión	45
10.- Conclusiones	48
11.- Bibliografía	50

LISTA DE TABLAS

- 1.- MODELOS PARA CALCULO DE INDICES GONADALES PROPUESTOS
POR DIVERSOS AUTORES 24
- 2.- DATOS DE LOS MUESTREOS DE HEMBRAS DE HALIOTIS RUFES-
CENS EN "EL BAJO", BAHIA ROSARIO, B.C. 29
- 3.- FRECUENCIA RELATIVA DE ESTADIOS DE MADUREZ GONADAL -
POR CLASES DE LONGITUD DURANTE EL CICLO REPRODUCTIVO
1979/1980., DE HEMBRAS DE HALIOTIS RUFESCENS EN " EL-
BAJO", BAHIA ROSARIO, B.C. 30
- 4.- CUADRO COMPARATIVO DE INDICES GONADALES CALCULADOS A
PARTIR DE MODELOS PROPUESTOS POR DIVERSOS AUTORES, -
APLICADOS EN HEMBRAS DE HALIOTIS RUFESCENS DE " EL -
BAJO", BAHIA ROSARIO, B.C., EN SEPTIEMBRE DE 1979. . . 34
- 5.- ESTIMACIONES DE FECUNDIDAD ABSOLUTA POR EL METODO -
GRAVIMETRICO 39
- 6.- ESTIMACIONES DE FECUNDIDAD ABSOLUTA (A) Y RELATIVA(B)
CON RESPECTO A LONGITUD DE CONCHA Y PESO DE LAS PAR-
TES BLANDAS, EN HEMBRAS DE HALIOTIS RUFESCENS DE "EL
BAJO", BAHIA ROSARIO, B.C., EN SEPTIEMBRE DE 1979. . . 42

LISTA DE FIGURAS

- 1.- A) Vista dorsal de Haliotis rufescens sin concha. . . . 11
 B) Sección transversal de gonada y hepatopáncreas . . . 11
- 2.- Microfotografía de sección vertical en un ovario maduro. 12
- 3.- Microfotografía de sección vertical en un ovario desova-
do 12
- 4.- Estadíos de desarrollo ovular según clasificación de To-
 mita (1967) 13
- 5.- Ubicación del banco abulonero "EL BAJO" 16
- 6.- Escala de madurez gonadal por apreciación visual. . . . 19
- 7.- Diagrama de flujo para procesamiento de datos en estima-
 ciones de fecundidad absoluta y relativa con respecto a-
 longitud total y peso de las partes blandas 28
- 8.- Frecuencia relativa de estadíos de madurez gonadal duran-
 te el ciclo reproductivo 1979/1980 de hembras de Halio-
tis rufescens en "El Bajo", Bahía Rosario, B.C. 31
- 9., 10 y 11.- Indices gonadales de Haliotis rufescens en Sep-
 tiembre de 1979, calculados a partir de modelos propues-
tos por diversos autores 35
 36
 37
- 12.- Curvas de regresión para fecundidad con respecto a lon-
 gitud de concha, usando el modelo potencial 43
- 13.- Rectas de regresión para fecundidad con respecto al pe-
 so de las partes blandas, usando el modelo lineal. . . . 44

INTRODUCCION.

Las investigaciones sobre el género Haliotis de la costa de Baja California son importantes debido a que la pesquería de este molusco ha representado tradicionalmente una gran proporción de las capturas mundiales. En 1975, de las 15 004 Tons capturadas mundialmente, 6 407 (42.7%) correspondieron a la costa bajacaliforniana. Posteriormente, la producción mundial disminuyó y en 1980 de las 10 423 Tons., capturadas, 2 795 (26.8%) provinieron de Baja California (Anuario Estadístico de Capturas, F.A.O., 1980).

Geográficamente Haliotis rufescens se encuentra restringido a las costas de Oregon y California en E.U.A. y de Baja California en México, desde Sunset Bay hasta Bahía Tortugas, Islas adyacentes y algunos trasplantes en isla Santa Catalina en California y Juan de Fuca en Washington (Cox, 1960).

Su máxima abundancia se presenta entre los 6 y 20 m de profundidad, aún cuando se le puede encontrar desde la línea baja mar hasta los 180 m de profundidad. Su habitat son los sustratos rocosos de aguas subárticas y templadas, con preferencia por los lugares expuestos a fuerte acción del oleaje y las corrientes, como puntas costeras, bajos, promontorios y farallones (Cox, 1960).

El abulón rojo (Haliotis rufescens) que tiene sus principales areas de captura en las costas de Baja California(Mex.) y California (E.U.A.),en 1979 ocupó el cuarto lugar en las capturas de México (Molina y López,1979) y en 1980 el primer lugar en las capturas de la porción noroccidental de la península (Molina,en prensa).

No obstante que la pesca excesiva y otros problemas han reducido su número en gran medida,ésta especie es la que más se usa en la experimentación de cultivos y en las siembras comerciales,por su resistencia, rápido crecimiento y alto precio en el mercado de alimentos(Green,1978).

Lo anterior plantea la necesidad de un mayor conocimiento de este recurso, a fin de preservar su existencia,regular su captura y planificar su repoblación.

La importancia de estimar el parámetro fecundidad,entendido como el número total de gametos presentes en la gónada,inmediatamente antes de la expulsión de los mismos,se debe a que en los estudios poblacionales,la formación de gametos es frecuentemente no considerada y es común usar definiciones de producción que solo toman en cuenta el crecimiento somático.

Además, el conocimiento del esfuerzo reproductivo (la proporción de la energía total que se utiliza en el proceso reproductivo), plantea la necesidad de las determinaciones de fecundidad, que al integrarse con los datos de crecimiento, permiten dividir la producción en sus dos componentes, el crecimiento somático y el esfuerzo reproductivo (Thompson, 1979). Las estimaciones de fecundidad son entonces fundamentales en los estudios de productividad.

Así también, la fecundidad representa el mecanismo de autorregulación del crecimiento de las poblaciones, pues es una adaptación específica a las condiciones cambiantes, especialmente a la mortalidad, que ajusta la tasa de reproducción a las condiciones cambiantes (Nikolsky, 1969), y sus estimaciones, junto con el conocimiento de la composición de las poblaciones en términos de longitudes y pesos, permiten la evaluación de estas (Bagenal, 1968).

ANTECEDENTES.

En la literatura científica existe una vasta información sobre los ciclos reproductivos de las diversas especies del género Haliotis sin embargo pocos investigadores han abordado el tema de la fecundidad y estando la distribución del abulón rojo (Haliotis rufescens) confinada a las costas de California (E.U.A.) y Baja California (Méx.), los antecedentes encontrados sobre fecundidad en esta especie se reducen al trabajo realizado por Giorgi y DeMartini (1977), en las áreas de Point Cabrillo y Van Dame State Parck, cerca de Mendocino, California, E.U.A., donde los valores de fecundidad en hembras de abulón-rojo, van de 0.6×10^6 hasta 12.6×10^6 en individuos de 134- a 198.5 mm de longitud y de 296.9 a 1066.1 gr de peso.

Una investigación sobre fecundidad en abulón amarillo (Haliotis corrugata) de las áreas de Punta Abreojos e Isla de Cedros, B.C., está referida en el trabajo de Doi et al. (1979), en el que para el área de Punta Abreojos, los valores de fecundidad en machos y hembras van de 2×10^6 en los individuos de 117 mm de longitud y 284 gr de peso a los 4 años de edad, hasta $> 7 \times 10^6$ en los que miden de 160 a 162 mm y pesan de 721 a 800 gr entre los 10 y 20 años de edad, con un incremento de 1×10^6 por año.

Para el área de Isla de Cedros, los valores van de 3×10^6

en los individuos de 119 mm de longitud y 333 gr de peso a los 5 años de edad, hasta 7×10^6 en los que miden de 165 a 178 mm y pesan de 782 a 1350 gr entre los 10 y 20 años de edad, con incrementos de 1×10^6 por año.

OBJETIVOS.

Con este trabajo se pretende contribuir al conocimiento de la dinámica poblacional de Haliotis rufescens determinando el momento de la maduración gonadal, el de la emisión y fusión de gametos (fecundación) y esencialmente, estimando su fecundidad.

SISTEMA REPRODUCTOR DE LAS HEMBRAS.

El sistema genital femenino del género Haliotis está integrado por una gonada única (ovario), localizada en las espirales de la masa visceral, próxima a la glándula digestiva, un gonoducto y un nefridio (derecho) en estrecha relación y un nefridióporo que se abre en la cavidad branquial en dirección del cuarto poro respiratorio de la concha.

La gónada es una estructura cónica curvada que envuelve al hepatopáncreas y se encuentra parcialmente adherida al músculo que une el cuerpo con la concha (Fig.1). La pared exterior de la gonada está constituida por un epitelio glandular columnar cubierto de una cutícula delgada. Enseguida existe una capamuscular subepidérmica de tejido conectivo. Luego, el parénquima ovárico en el que se observan trabéculas poligonalmente ordenadas, compuestas de tejido conectivo (y posiblemente algunas fibras musculares) proyectadas paralelamente desde la pared externa de la gonada hasta el hepatopáncreas, algunas adheridas a la pared interna y otras libres en el lumen. Los gametos se encuentran incrustados en una matriz gelatinosa (Figs.2 y 3) (Young y DeMartini, 1970; Newman, 1967).

El desarrollo de los óvulos ha sido clasificado por Tomita (1967) en Haliotis discus hannai en siete estadios. (1) de

oogonia, (2) de nucleo cromatino, (3) sin vitelo, (4) con gotas de aceite, (5) con vitelo primario, (6) con vitelo secundario, (7) maduro. (Fig. 4).

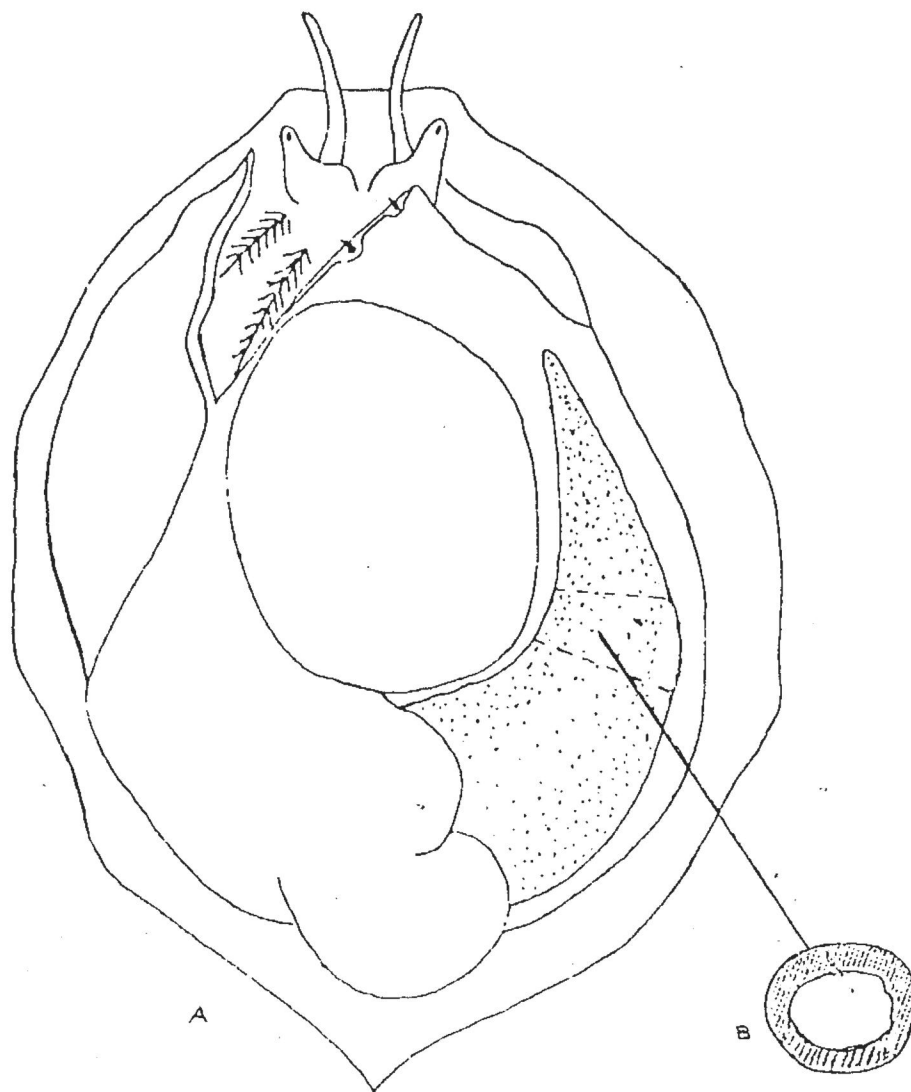


Fig. 1. A) VISTA DORSAL DE HALIOTIS RUFESCENS SIN CONCHA:
EL AREA PUNTEADA CORRESPONDE A LA GONADA.
(Tomado de Giorgi y DeMartini, 1977).
B) SECCION TRANSVERSAL DE GONADA Y HEPATOPANCREAS.
(Tomada de Poore, 1973).

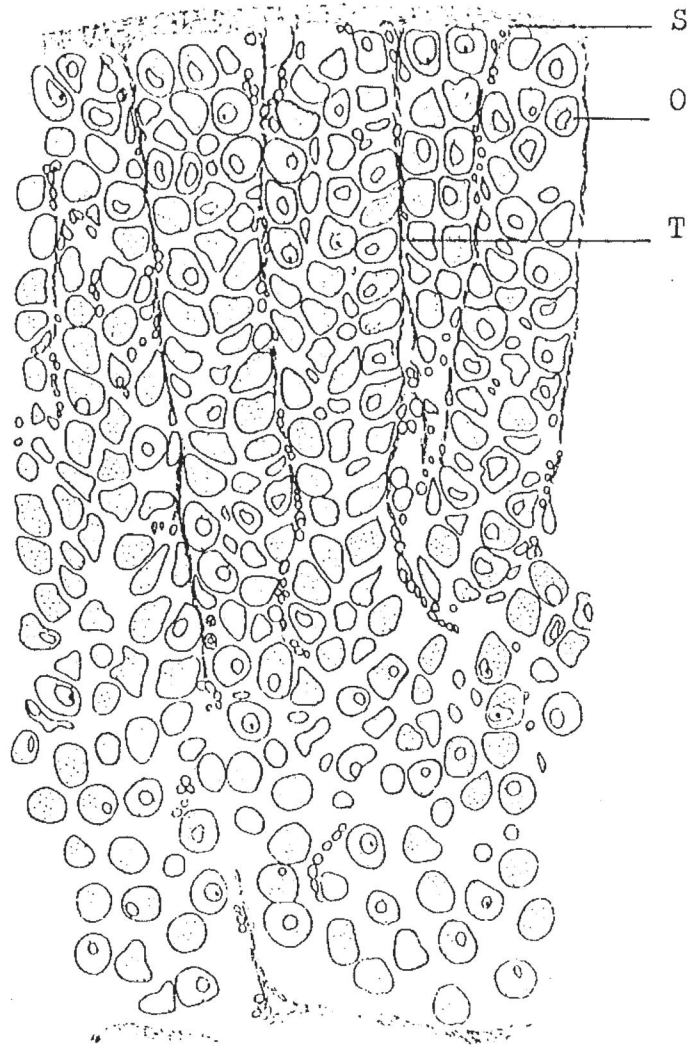


Fig. 2
Microfotografía de sección vertical en un ovario maduro
S-subepidermis;O-óvulo;T-trabécula. (tomado de Newman,1967)

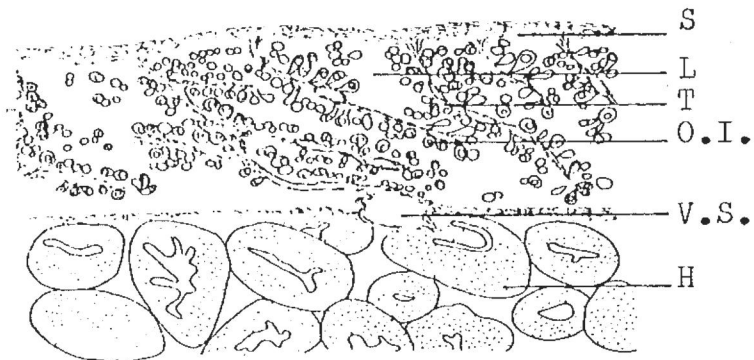


Fig. 3
Microfotografía de sección vertical en un ovario desovado
S-subepidermis;L-lumen;T-trabécula;O.I.-óvulo incipiente;
V.S.-vaso sanguíneo;H-hepatopáncreas. (tomado de Newman,1967)

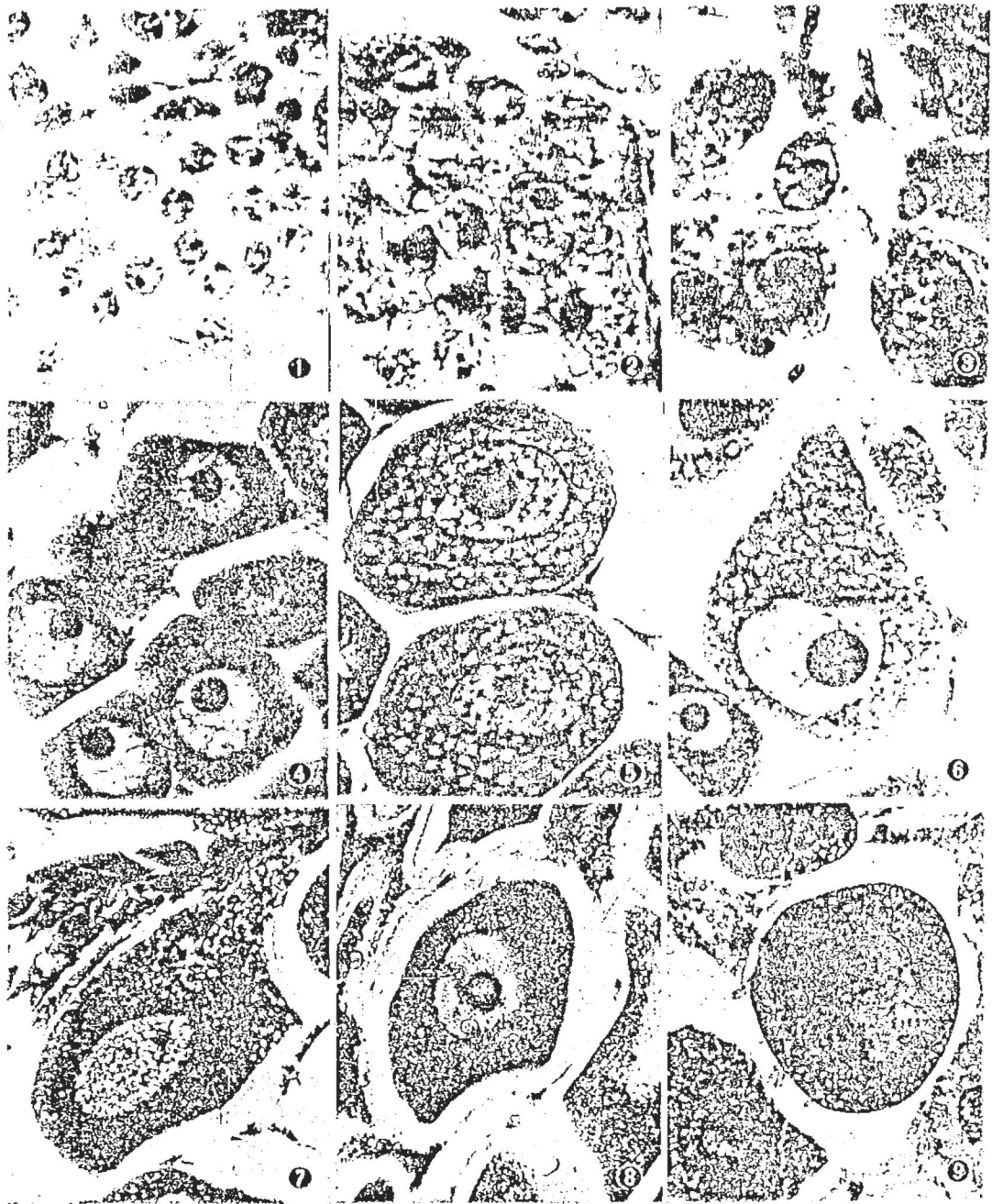


Fig. 4. ESTADIOS DE DESARROLLO OVULAR SEGUN CLASIFICACION DE TOMITA (1967).

1.- de oogonia; 2.- de sinapsis en oocitos; 3.- de nucleo cromatino; 4.- sin vitelo; 5.- con gotas de aceite; 6.- con glóbulo vitelino primario; 7.- con glóbulo vitelino secundario; 8.- con glóbulo vitelino secundario; 9.- maduro. (Tomado de Tomita, 1967).

METODOS Y MATERIALES.

Para la localización del area de muestreo, se consideró que el lugar debía ser en cada ocasión el mismo y este lo más limitado posible, a fin de que los cambios que se observan en función del tiempo fueran bajo las mismas condiciones ecóticas y los mismos factores ambientales. También se consideró que la ocurrencia de esta especie debía ser permanente y accesible durante todo el año, ya que algunos bancos abuloneros son cubiertos por depositaciones de arena durante períodos de tiempo más o menos largos. Estas condiciones permitieron obtener de manera continua además de los ejemplares necesarios para este trabajo, información útil para otro tipo de estudios. Se utilizó la valiosa experiencia y colaboración de los pescadores de la zona para la localización del area de muestreo y la captura de ejemplares, a través de diferentes pesquerías que tienen lugar en el area de estudio durante todo o la mayor parte del año.

Los muestreos se programaron estacionalmente, con más frecuencia e intensidad en los meses en que se observara mayor desarrollo gonádico, con la finalidad de lograr un muestreo amplio lo más inmediatamente posible antes del desove.

Se practicó un reconocimiento en Bahía Rosario, B.C. Se observaron algunos bancos abuloneros y se colectaron muestras de Haliotis rufescens (Abulón rojo) para efectuar prue

bas de fijación y ensayos de laboratorio.

Se seleccionó un banco abulonero denominado "EL BAJO" , ubicado a los $29^{\circ} 50'$ L.N. y los $115^{\circ} 46'$ L.W., (Fig.5), el cual forma parte de una congregación de roca sedimentaria de aproximadamente 900×500 m en el plano horizontal y 23.4 m en lo vertical, que vá de los 5.4 a los 28.8 m de profundidad (carta Náutica No.H.).1193 de U.S. Naval Oceanographic Office, 1939) limitado en su alrededor por una planicie de piso arenoso y permanentemente expuesto a la acción de las corrientes.

Geológicamente, el area está constituida por un cinturón de rocas sedimentarias del cretácico superior, estratigráficamente incluida en la "Formación Rosario" (Patterson, 1978).

Las capturas se efectuaron con el arte de pesca convencional en Baja California, usando embarcación de madera de 5.486 m de eslora, 1.829 m de manga, 0.9144 m de puntal, tonelaje bruto de 1000 Kg, tonelaje neto de 500 Kg y motor de gasolina fuera de borda de 25.35 CV y autonomía de 5 Hrs.

Se usó equipo de buceo semiautónomo con compresor de un pistón de 8.436 Kg. f/cm^2 .

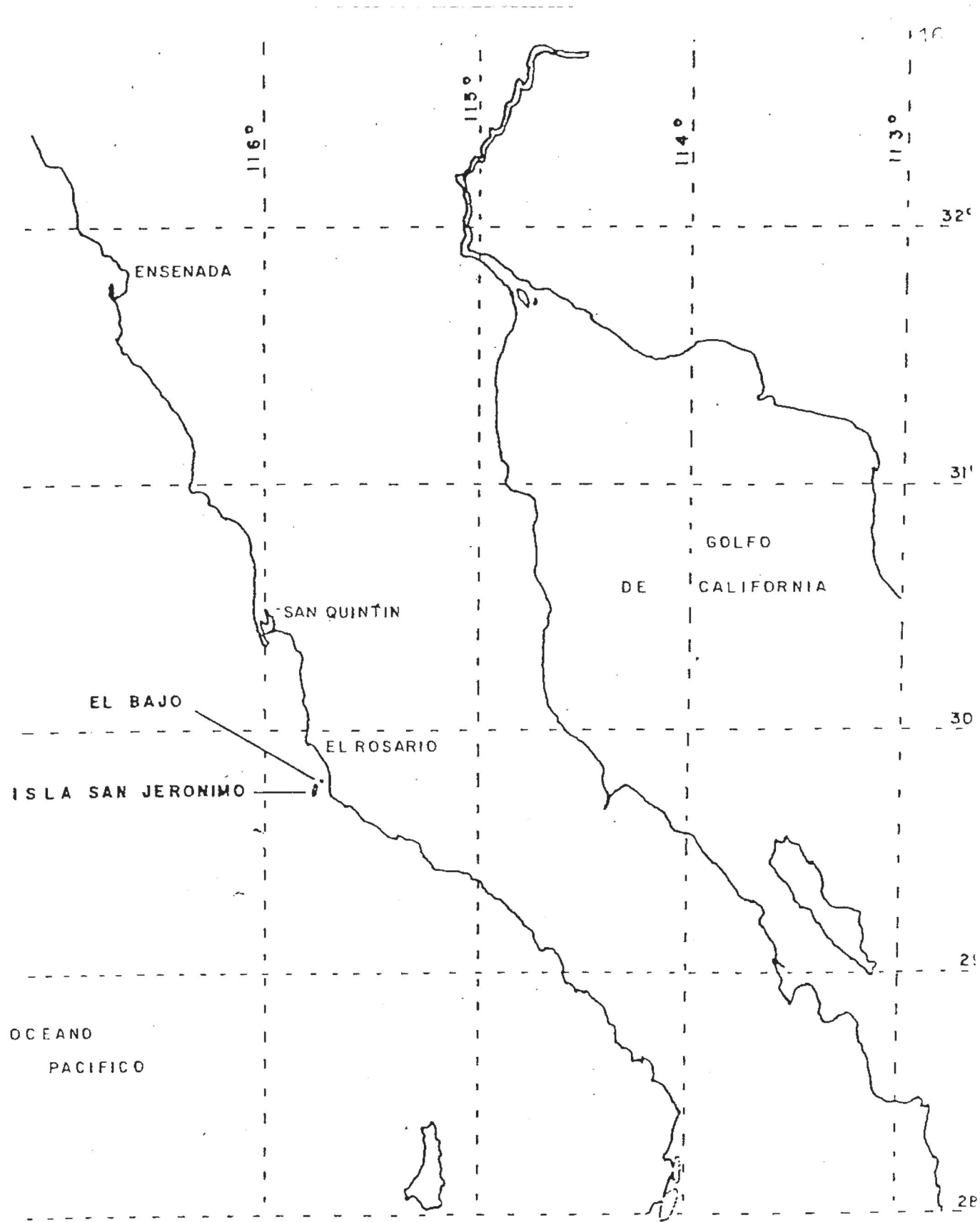


Fig. 5. UBICACION DEL BANCO ABULONERO "EL BAJO" (EN LOS -
 29 50 L.N. y 115 46 L.W. EN B.C., MEXICO.).

La colecta se hizo con un espátula metálica de aproximadamente 20 cm de largo con mango de madera y una bolsa de red tejida (jaba) para depositar los ejemplares.

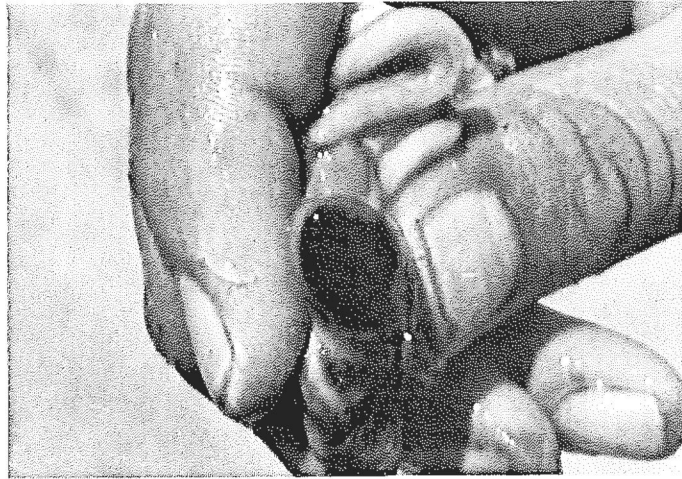
El equipo de trabajo lo constituyen tres personas: un "buzo"; un "cabo de vida" que larga o recoge la manguera y una cuerda atada a la cintura del buzo, que se usa para recibir o enviar mensajes y levantar la jaba con el producto colectado; y un "bombero" que opera el motor o rema tras la burbuja que despierta el buzo.

Las biometrías de los ejemplares y las colectas y fijaciones de masas viscerales, se realizaron al arribar a tierra firme. La obtención de ejemplares se proyectó como un "muestreo simple al azar". El muestreo incluyó las siguientes operaciones de medida: longitud máxima total y pesos totales del individuo, de la masa muscular, de la masa visceral y de la concha. Al mismo tiempo se llevaron a cabo identificaciones de sexo y madurez gonadal.

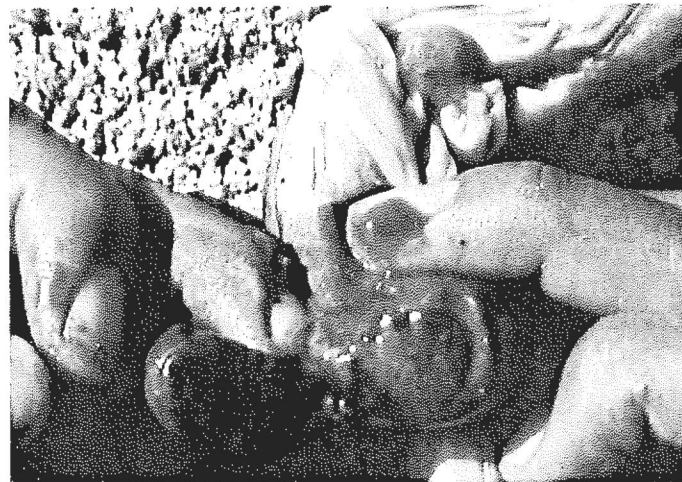
Las medidas de longitud se tomaron en milímetros y las de peso en gramos. La identificación de sexos se realizó distinguiendo a los machos por el color crema de la gonada y a las hembras por el color verde oscuro de la misma (Cox, 1960). Para la determinación de estadios de madurez gonadal se estableció una escala de madurez por apreciación visual, con el número 1

para los estadios incipientes o en inicio de maduración, en los que se aprecia una delgada capa de óvulos que envuelven al hepatopáncreas, el número 2 para los estadios en evidente proceso de desarrollo, donde la capa de óvulos se observa en proceso de engrosamiento y el número 3 para los estadios de franca madurez gonadal, en los que el ovario maduro se aprecia como una gruesa estructura alrededor del hepatopáncreas (Fig.6).

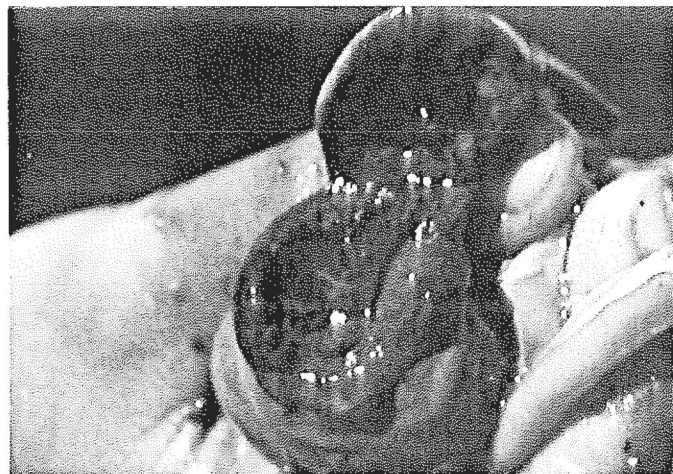
Para la colecta y fijación de masas viscerales, se decidió extirparlas y fijarlas inmersas e inyectadas con fijador Bouin, depositadas en bolsas de plástico codificadas y en lugar fresco y oscuro.



1.- Estadío incipiente o en inicio de maduración.



2.- Estadío en evidente proceso de desarrollo.



3.- Estadío de franca madurez.

Fig.6) Escala de madurez gonadal por apreciación visual.

Para tomar el tamaño de la muestra que conviene usar para el conteo de óvulos, se consideró la bibliografía que sobre fecundidad en abulón se cita en el capítulo respectivo y en algunos trabajos que tratan sobre el tema en otros géneros, no obstante que ninguno de los autores se refiere al método utilizado. En el presente trabajo, el tamaño de la muestra fué en todos los casos de 0.1 gr y se tomó de la porción media de la gonada, de acuerdo con Poore (1970).

El análisis de las gonadas se llevó a cabo como sigue:

- 1.- Fijación in situ de la masa visceral en líquido de Bouin.
- 2.- Lavado de la masa visceral con agua corriente dentro de un vaso de precipitados de 100 ml cubierto con un trozo de tela porosa, hasta eliminar el exceso de fijador Bouin, evitando la pérdida de material orgánico.
- 3.- Inmersión de la masa visceral en formol neutro (solución saturada de carbonato de sodio al 1%) durante 24 a 48 Hrs.
- 4.- Lavado en agua corriente y eliminación de exceso de liquidos con papel absorbente.
- 5.- Pesado de la masa visceral.
- 6.- En la porción media de la gonada, se corto una pequeña franja transversal del epitelio que la envuelve (tejido epitelial y conjuntivo) de aproximadamente 0.5 cm de ancho por 1.5 cm de largo. Se desprendió y se dejó al descubierto la masa ovígera.

- 7.- Con un pincel No. 4 de pelo corto, se desprendió una pequeña muestra de óvulos, que se hizo caer sobre un vidrio de reloj de 60 mm, procurando obtener todos los óvulos superficiales, intermedios y profundos, hasta llegar al hepatopáncreas.
- 8.- En balanza analítica Mettler AC-100 de 0.0001 gr de precisión, se taró un vaso de precipitados de 100 ml de capacidad y se pesó una muestra de 0.1 gr de los óvulos separados, devolviéndose el sobrante a la masa ovígera.
- 9.- La muestra obtenida se aforó a 20 ml con solución Ringer y se colocó en un agitador electromagnético, a baja velocidad, durante el tiempo necesario para la separación total de los óvulos, obteniéndose una suspensión homogénea.
- 10.- Se practicaron dos cortes transversales en el apéndice cónico (gónada y hepatopáncreas) dividiéndolo en tres porciones de $1/3$ de su longitud. En cada corte, con vernier de $1/50$ mm de precisión, se hicieron dos mediciones ortogonales de diámetro del apéndice cónico y otras dos del diámetro del hepatopáncreas.
- 11.- Con instrumentos para disección, se separó cuidadosamente el epitelio del apéndice cónico. Se separó la estructura gonádica del resto de la masa visceral, cuidando de no destruir el hepatopáncreas, al que se encuentra fuertemente adherido, y se recuperaron los óvulos que quedaron adosados al epitelio. Se pesó la masa ovígera en báscula analítica.

- 12.- En una caja de petri de peso conocido, se depositó todo el material que no corresponde a la gónada y se pesó.
- 13.- De la muestra en suspensión homogénea (20 ml) se tomó con pipeta una submuestra de 5 ml que se colocó en una cámara de sedimentación "Kalsico" modelo 024 WA 220 con graduaciones al milímetro y campos de 0.25 cm^2 . Con microscopio binocular estereoscópico con poder de resolución hasta 50 aumentos y oculares de 10 X, se hicieron conteos del número de óvulos por campo, tantas veces como la desviación estandar no exedió del 10%. Se devolvió la submuestra y se repitió la misma operación tantas veces como la desviación estandar respecto a la media ponderada no exedió del 10%.

Para determinar el estado de madurez gonadal de la población y los cambios que esta presentó en función del tiempo, se construyó un cuadro comparativo de las frecuencias relativas de los estadios de madurez gonadal en cada muestreo, de acuerdo al método por apreciación visual mencionado anteriormente.

El momento más cercano al desove se detectó en base a la mayor frecuencia relativa de estadios de franca madurez gonadal. No obstante, se considero interesante hacer una comparación con los índices gonadales propuestos por algunos autores (Tabla No.1), como una medida relativa, indicadora del progreso en el desarrollo gonádico y del momento más próximo al desove.

Las mediciones ortogonales de los diámetros de gonada y hepatopáncreas, se promediaron en cada corte del apéndice cónico y se aplicaron los modelos que en la Tabla No.1 se describen.

El peso que resultó de sumar el de la masa ovígera y el del resto de la masa visceral, al término de su procesamiento en el laboratorio, fué menor que el peso de la masa visceral completa inmediatamente antes de procesarla, lo que indica pérdida de peso por deshidratación durante el procesamiento.

Por consiguiente, para relacionar el número de óvulos en la muestra obtenida al inicio del procesamiento, con el número total de estos en la gonada, es necesario corregir el peso de la masa ovígera, lo que se hizo determinando la proporción de peso perdido durante el proceso, y esa proporción se sumó al peso de la masa ovígera con respecto a si misma, asumiendo que la pérdida de humedad fué homogénea en toda la masa visceral, que fué seccionada totalmente

TABLA No. 1 MODELOS PARA CALCULO DE INDICES GONADALES, PROPUESTOS POR DIVERSOS AUTORES

INVESTIGADOR	MODELO
Booolootian et. al. (1962)	$I.G. = \frac{\text{area de la gónada}}{\text{long.de la concha}} \times 100$
Leighton et. al. (1963)	$I.A.G. = \frac{\text{diámetro del órgano cónico}}{\text{diámetro de la glándula digestiva}}$
Ino (1961)	$I.G. = \frac{\text{diámetro del órgano cónico} - \text{diámetro del hepatopáncreas}}{\text{diámetro del hepatopáncreas}} \times 100$
Ino (1961) corregido	$I.G. = \frac{\text{diámetro del órgano cónico} - \text{diámetro del hepatopáncreas}}{\text{diámetro del órgano cónico}} \times 100$
Newman (1967) Young (1970) Sheperd (1974) Poore (1973)	$I.G. = \frac{\text{area de la gónada}}{\text{area total de la sección transversal del órgano cónico}} \times 100$
Webber y Giese (1969)	$I.G. = \frac{\text{peso de la gónada}}{\text{peso de las partes blandas}}$

I.G. = Indice gonadal
I.A.G.= Indice de actividad gonádica.

Al peso de masa ovígera, se sumó el peso de la muestra, obteniéndose el peso corregido de la estructura gonádica, al termino de su procesamiento.

Se calculó la cantidad de óvulos por cm² en cada una de las submuestras desarrollando la siguiente ecuación..

$$\bar{X}_i = \frac{4}{n} \sum_{j=1}^n X_{ij} \quad \begin{matrix} i \in \{1,2,3\} \\ n \in \{20-30\} \end{matrix}$$

Donde X= Número de óvulos por cada 0.25 cm² en cada sub muestra y n= Número de campos en que se contaron óvulos. Luego se promediaron las medias calculadas,

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^3 \bar{X}_i, \quad n = 3$$

obteniéndose la media general \bar{X} en cada cm² de cualquier sub muestra; que al multiplicarse por 4 dá el número promedio de óvulos por cm² en la muestra de 20 ml (4 \bar{X}). Enseguida se determinó la cantidad de óvulos en la muestra, relacionando la unidad de area (cm²) con el area total de la cámara de sedimentación, que es de 30 cm². (30 (4 \bar{X}))

La cantidad de óvulos en cada ovario se calculó por el método gravimétrico (Bagenal 1968). Se utilizó la ecuación ,

$$F = \frac{NG}{g} \text{ donde } F = \text{fecundidad absoluta.}$$

N= número de óvulos en la muestra.

G= peso corregido de la gónada.

g= peso de la muestra.

Obtenida la fecundidad absoluta de cada individuo, se procedió a estimar la fecundidad con respecto a longitud y peso.

La estimación con respecto a longitud se hizo con el ajuste de los datos a un modelo potencial del tipo,

$$F = a L^b$$

donde F= fecundidad estimada (en millones); L= longitud de la concha; a y b = constantes.

Al convertirlo a su forma logarítmica, se lineariza.

$$\text{Log } F = \text{Log } a + b \text{ Log } L$$

La estimación con respecto a peso se hizo con el ajuste de los datos a un modelo lineal del tipo

$$F = a W + b$$

donde F= fecundidad estimada (en millones); W= peso de las partes blandas; a y b = constantes.

Ambos modelos se ajustaron con el método de mínimos cuadrados. Para el procesamiento de datos se elaboró un programa de computación en lenguaje Fortran IV, de acuerdo al diagrama de flujo que se presenta en la Figura No. 7.

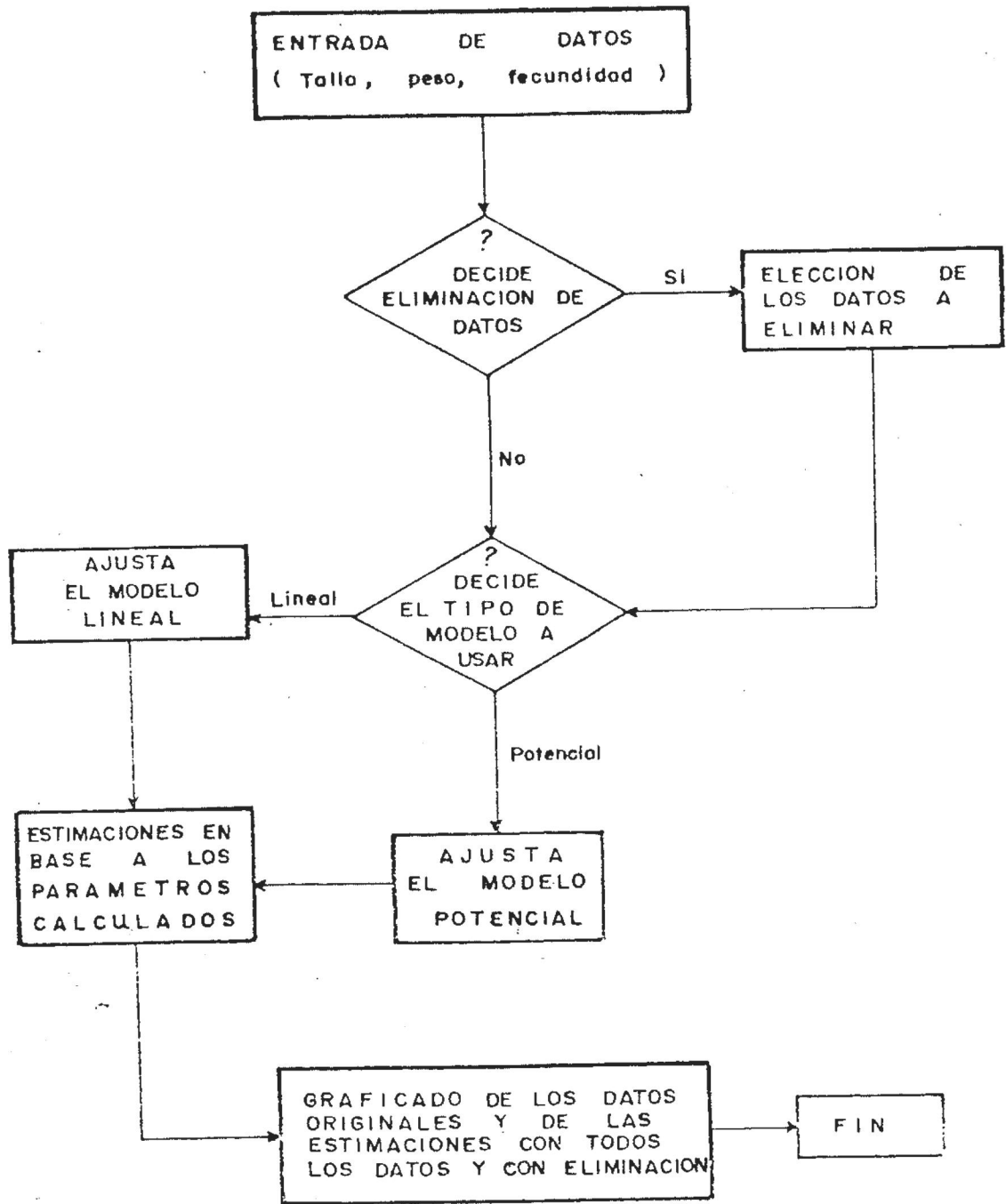


Fig. 7. DIAGRAMA DE FLUJO PARA PROCESAMIENTO DE DATOS EN ESTIMACIONES DE FECUNDIDAD ABSOLUTA Y RELATIVA CON RESPECTO A LONGITUD TOTAL Y PESO DE LAS PARTES BLANDAS.

RESULTADOS

Entre los meses de mayo de 1979 y de 1980, en el extremo sur del banco abulonero "El Bajo", en Bahía Rosario, B.C., se realizaron seis muestreos de Haliotis rufescens. Se capturaron un total de 300 hembras dentro de un rango de longitudes de 104 a 234 mm y de pesos de 125 a 2510 gr. En septiembre de 1979, se colectaron 19 masas viscerales para estudio de fecundidad (Tabla No.2) por ser el mes en que se observó mayor frecuencia de estadios de franca madurez gonadal.

TABLA No.2. DATOS DE LOS MUESTREOS DE HEMBRAS DE HALIOTIS RUFESCENS EN "EL BAJO", BAHIA ROSARIO, B.C.

FECHA DE MUESTREO	HEMBRAS MUESTREADAS	RANGO DE LONGITUD (mm)	RANGO DE PESOS (gr)	MASAS VISCERALES COLECTADAS
31 MAYO 1979	57	104-155	125-590	
24 AGOSTO 1979	67	145-234	570-1855	
28 SEPTIEMBRE 1979	47	100-222	170-2000	19
15 NOVIEMBRE 1979	25	149-210	620-1825	
5 DICIEMBRE 1979	85	132-233	430-2190	
6 MAYO 1980	19	135-220	242-2510	
T O T A L	300	100-234	125-2510	19

Se llevó a cabo determinación de estadios de madurez gonadal de acuerdo al criterio establecido en la metodología de este trabajo y se calcularon las frecuencias relativas de los estadios de madurez, por clases de un centímetro de longitud. (Tabla No. 3 y Fig. No.8)

TABLA No.3- FRECUENCIA RELATIVA DE ESTADIOS DE MADUREZ GONADAL POR CLASES DE LONGITUD DURANTE EL CICLO REPRODUCTIVO 1979-1980, DE HEMBRAS DE HALIOTIS RUFESCENS EN " EL BAJO ", BAHIA ROSARIO, B.C.

FECHA	31-MAY-79	24-AGO-79	28-SEP-79	16-NOV-79	5-DIC-79	6-MAY-80
ESTADIO	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3
LONG. (mm)						
101-110	1 3 2					
111-120	8 5 1					
121-130	7 4 2		1 0 1			
131-140	7 1 4		0 1 0		7 1 0	2 0 0
141-150	5 2 3	1 0 0	0 1 0	0 1 0	3 2 0	1 0 0
151-160	1 1 0	2 0 0	1 1 6	1 2 1	4 7 0	0 0 0
161-170		4 0 0	1 5 3	0 4 0	0 9 0	0 2 0
171-180		4 2 3	0 0 7	0 5 0	2 12 5	2 0 0
181-190		0 7 2	0 3 5	0 0 5	1 7 1	1 1 0
191-200		2 12 6	0 0 5	0 0 3	0 4 4	2 2 0
201-210		0 7 2	0 1 2	0 0 3	0 3 8	3 1 0
211-220		1 7 1	0 1 0		0 0 3	1 0 1
221-230		1 1 1	0 0 1		0 0 1	
231-240		0 1 0			0 0 1	
TOTAL	29 16 12	15 37 15	4 13 30	1 12 12	17 45 23	12 6 1
GRAN TOTAL	57	67	47	25	85	19
ESTADIO	1=51.0%	1= 22.4%	1= 8.5%	1= 4.0%	1=20.0%	1=63.0%
ESTADIO	2=28.0%	2= 55.2%	2=29.8%	2=48.0%	2=52.9%	2=32.0%
ESTADIO	3=21.0%	3= 22.4%	3=61.7%	3=48.0%	3=27.1%	3= 5.0%

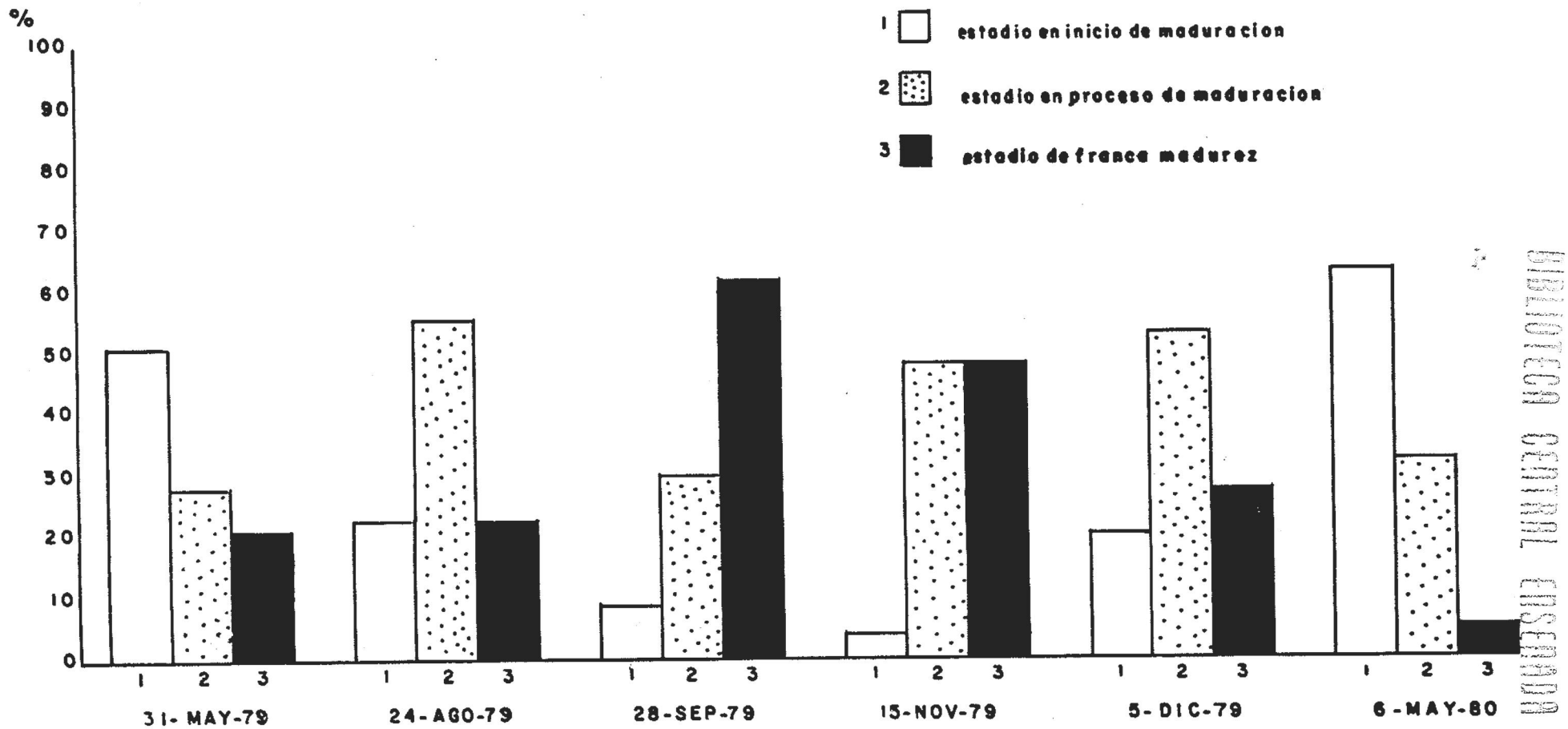


FIG. 8. FRECUENCIA RELATIVA DE ESTADIOS DE MADUREZ GONADAL DURANTE EL CICLO REPRODUCTIVO 1979/1980 EN HEMBRAS DE HALIOTIS RUFESCENS EN "EL BAJO", BAHIA ROSARIO, B.C.

Durante los meses de mayo de 1979 y de 1980, se observó la mayor frecuencia relativa de gonadas en grados incipiente de madurez (estadio 1), mientras que las gonadas en proceso de maduración (estadio 2) y de franca madurez (estadio 3) presentaron las menores frecuencias.

Las frecuencias relativas de los tres estadios de madurez, en mayo de 1979 y la comparación de estas frecuencias con las de mayo de 1980, permiten observar que en estos meses del año, la maduración gonadal se ha iniciado.

En el mes de agosto, se observó una menor frecuencia de estadios inmaduros, en relación al mes de mayo precedente y un incremento de la frecuencia de gonadas en proceso de maduración. La proporción de gonadas maduras se mantuvo prácticamente sin alteración.

En el mes de septiembre, las frecuencias relativas de los estadios de inmadurez y de maduración, disminuyeron de manera que, sumadas las proporciones de su disminución con respecto al mes de agosto, resultaron igual al incremento que presentó la frecuencia de estadios de franca madurez gonadal. En este mes se observó la mayor frecuencia de gonadas maduras.

En el mes de noviembre, la proporción de estadíos inmaduros disminuyó más aún. La de los estadíos en proceso de maduración, presento un aumento considerable y la de los estadíos maduros se presentó disminuida, lo que indica que en algún momento entre el 28 de Septiembre y el 15 de Noviembre de 1979, se produjo un desove sustancial.

En el mes de diciembre, 20 días despues, la frecuencia de gonadas maduras disminuyó y las de los estadíos inmaduros y en proceso de maduración aumentaron. A partir de ese momento, no fué posible determinar si las gonadas en proceso de maduración lograron madurar y generar desoves, o si presentan una gradual reabsorción de gametos. Asegurar lo último requiere de evidencias histológicas suficientes.

Considerado el muestreo del 28 de septiembre el más próximo al desove, al material gonádico colectado entonces, se aplicaron los modelos para cálculos de índices gonadales propuestos por diversos autores, citados en la metodología (Tabla No. 1). Los índices calculados en cada corte de apéndice cónico, se promediaron obteniendose un solo índice para cada gonada. Los estadíos de madurez gonadal determinados con el método de apreciación visual (Fig.6) y los resultados del cálculo de índices gonadales se presentan en la Tabla No. 4. Estos ultimos pueden apreciarse y compararse graficamente en las Figuras 9, 10 y 11.

TABLA No. 4.- CUADRO COMPARATIVO DE INDICES GONADALES CALCULADOS A PARTIR DE MODELOS PROPUESTOS POR DIVERSOS AUTORES, APLICADOS EN HEMBRAS DE Haliotis rufescens DE "EL BAJO", BAHIA ROSARIO, B.C., EN SEPTIEMBRE DE 1979.

DATO	LONGITUD (mm).	ESTADIO MADUREZ GONADAL	BOOLOOTIAN et. al	LEIGHTON et. al.	Ino	Ino CORREGIDO	NEWMAN YOUNG SHEPERD POORE	WEBBER Y GIESE
1	100	1	0.488	1.268*	26.770	20.42	36.133*	0.009
2	128	1	0.212	1.087	8.677	7.975	15.314	0.007
3	135	2	0.818	1.246*	24.657	19.33	34.573*	0.014
4	141	2	1.230	1.503	50.309	32.065	52.898	0.030
5	151	2	0.663	1.512	51.183	33.425	55.404	0.018
6	154	2	2.696*	2.825*	182.544*	63.335*	86.092*	0.081*
7	154	3	2.280*	3.206	220.582	66.065	87.559	0.090
8	160	3	2.026*	2.421*	142.149*	58.375*	82.534*	0.062*
9	161	2	2.400*	1.932	93.171	45.985	69.618	0.047
10	165	2	2.024	2.120	112.040	49.685	73.106	0.062*
11	175	3	6.636	3.580	257.992	70.015	90.396	0.171
12	176	3	4.070	2.648	164.806	58.85	81.562	0.079
13	180	3	2.507*	3.478	247.802	71.11	91.620	0.110
14	183	3	5.133	2.712	171.193	62.635*	85.859	0.123
15	186	3	3.301	2.965	196.507	64.553	86.830*	0.136
16	198	3	3.512	3.064	206.451	66.115	88.093	0.066*
17	205	3	3.173	2.879	187.934	65.215	87.885	0.097
18	215	2	2.532*	1.538	55.764	32.815	53.425	0.026
19	222	3	2.905	4.571	357.122	72.38	90.789	0.075

(*)= Indices gonadales incompatibles con los estadios de madurez gonadal y entresi.

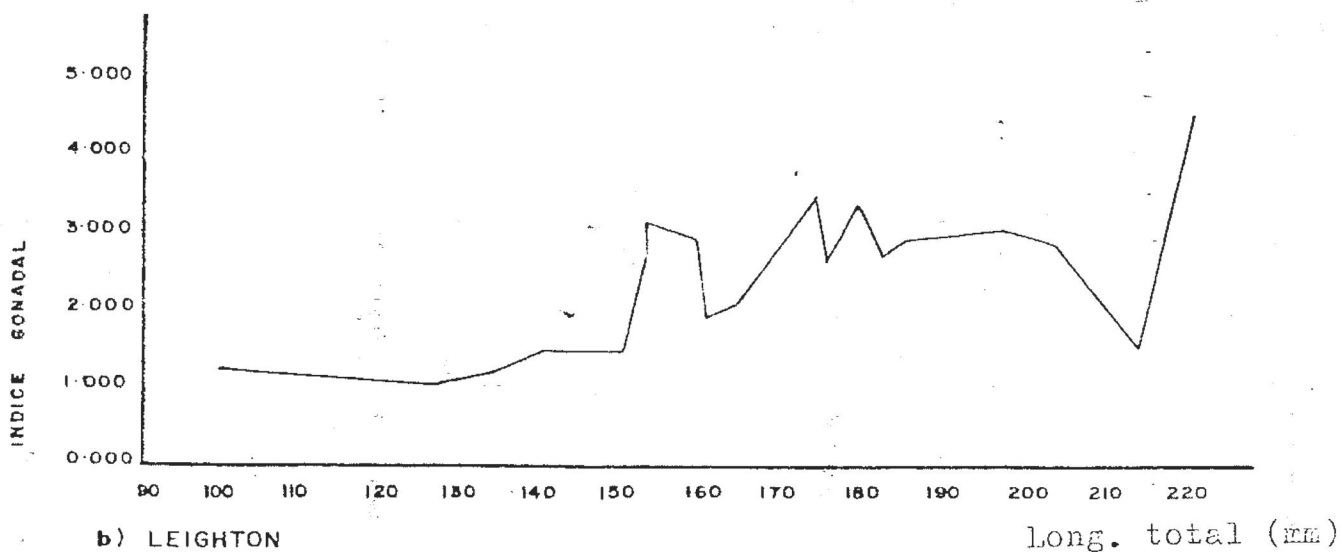


Fig. 9. INDICES GONADALES DE HALIOTIS RUFESCENS EN SEPTIEMBRE DE 1979, CALCULADOS A PARTIR DE MODELOS PROPUESTOS POR DIVERSOS AUTORES.

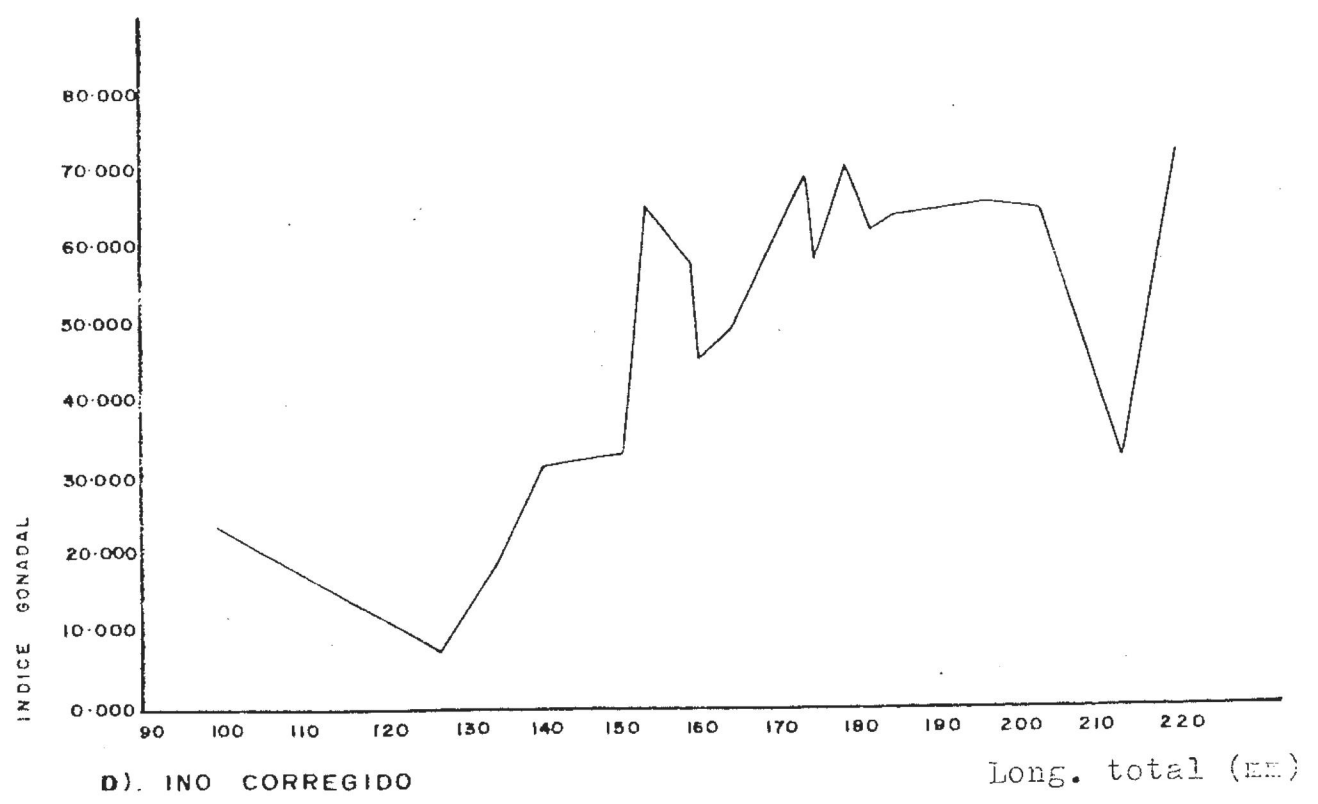
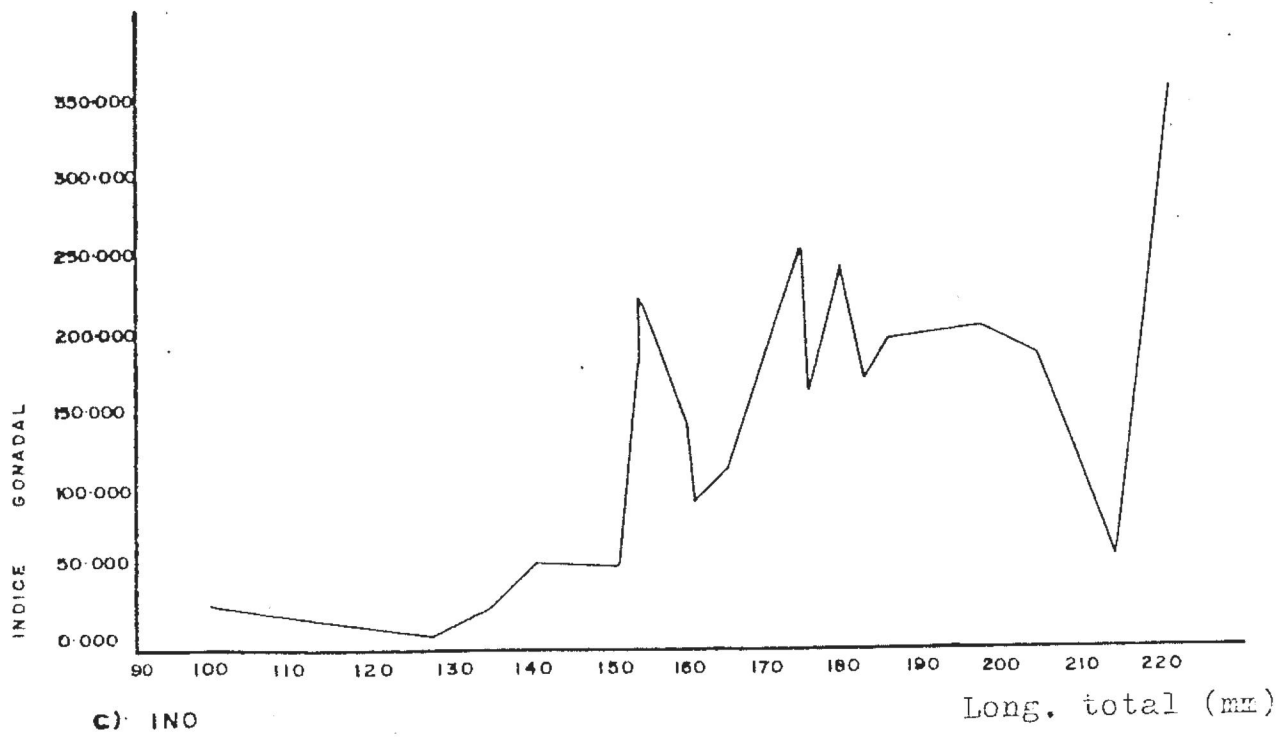


Fig. 10. INDICES GONADALES DE HALIOTIS RUFESCENS EN SEPTIEMBRE DE 1979, CALCULADOS A PARTIR DE MODELOS PROPUESTOS POR DIVERSOS AUTORES.

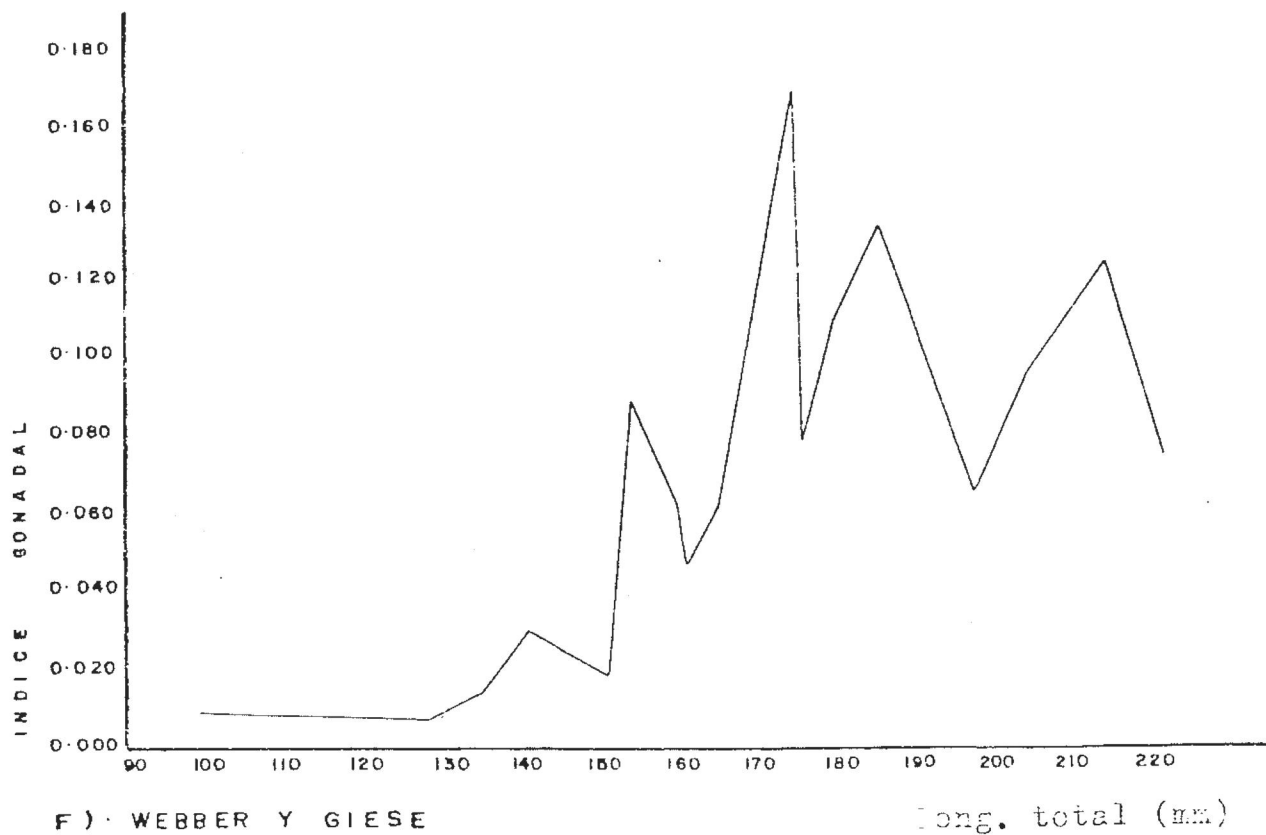
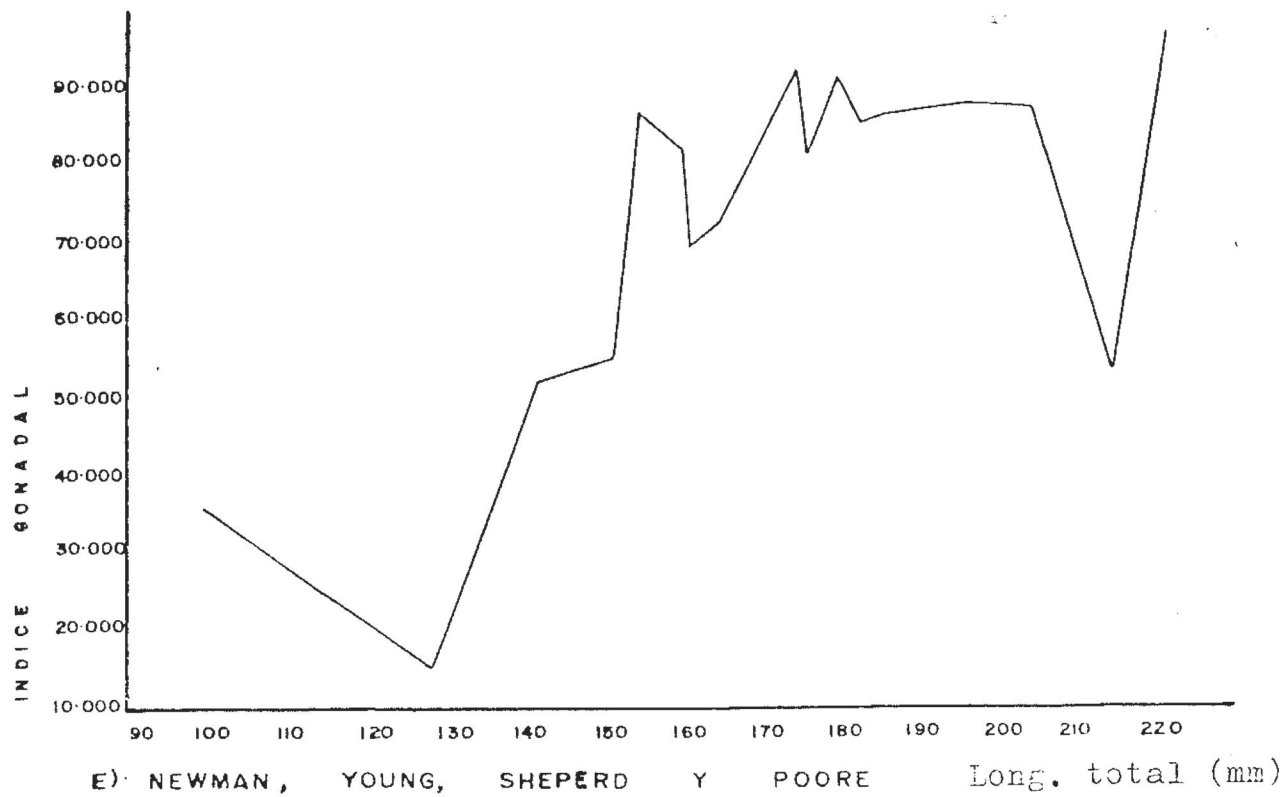


Fig.11. INDICES GONADALES DE HALIOTIS RUFESCENS EN SEPTIEMBRE DE 1979, CALCULADOS A PARTIR DE MODELOS PROPUESTOS POR DIVERSOS AUTORES.

Los rangos de valores en los índices gonadales que resultan de la aplicación de cada modelo, no siempre coinciden con los estadios de madurez gonádica. Si bien, en muchos de los casos son compatibles, en algunos de ellos se observan sobreposiciones de los valores que corresponden a cada estadio de madurez. Lo mismo sucede entre los distintos tipos de índices gonadales que se calcularon.

La aplicación de los modelos comparados puede dar una idea del progreso en el desarrollo gonádico, pero ninguno de ellos lo indica en forma regular y confiable, ni son compatibles entre si, pues aún cuando las representaciones gráficas de algunos de los índices gonadales son similares, como sucede con las de Leighton et. al. (1963), Ino (1961), Ino corregido (1961) y los de Newman (1967), Young (1970), Sheperd (1974) y Poore (1973), todas presentan discrepancias entre sí.

Para estimar la fecundidad de los individuos en que se colectaron masas viscerales-gonadas- se usó la información obtenida en el lugar del muestreo y en laboratorio, necesaria para la aplicación del método gravimétrico. Esa información consistió en longitud total de la concha, peso de las partes blandas, peso corregido de la gonada y número de óvulos en la muestra. (Tabla No. 5).

TABLA No. 5. ESTIMACIONES DE FECUNDIDAD ABSOLUTA POR EL METODO GRAVIMETRICO.

DATO No.	LONG. CONCHA (mm)	PESO PARTES BLANDAS (gr)	PESO CORREGIDO DE GONADA (gr)	NUMERO DE OVULOS EN LA MUESTRA	FECUNDIDAD ABSOLUTA	DESVIACION ESTANDAR
1	100	120	1.067	16944	180736	+ 6.58%
2	128	250	1.874	9941	186316	+ 8.94
3	135	370	5.314	14384	764319	+ 2.5
4	141	400	10.582	20395	2211243	+ 2.38
5	151	380	6.782	10901	739273	+ 0.26
6	154	405	36.862	12526	4617678	+ 1.82
7	154	405	40.821	14940	6098626	+ 5.67
8	160	620	37.424	17249	6455435	+ 3.97
9	161	520	23.221	18720	4347041	+ 2.83
10	165	640	37.853	13952	5281244	+ 1.41
11	175	930	157.725	15142	23883398	+ 7.06
12	176	1100	79.858	17427	13917014	+ 2.51
13	180	995	100.616	29848	30030000	+ 7.52
14	183	970	115.425	21892	25269679	+ 8.29
15	186	740	93.711	15054	14107590	+ 2.25
16	198	1580	91.774	19016	17451719	+ 5.70
17	205	1205	112.764	16961	19126553	+ 7.43
18	215	1170	24.397	11558	2819916	+ 2.76
19	222	1430	98.64	16136	15916574	+ 9.56

Los valores de la fecundidad de cada individuo fueron ajustados a los modelos potencial y lineal mencionados en la metodología, para estimar la fecundidad con respecto a la longitud máxima de concha y el peso de las partes blandas de los integrantes de la población. Los resultados se presentan en la tabla No. 6 y las representaciones gráficas del ajuste a los modelos en las Figs. 12 y 13.

En las curvas y rectas de regresión, que relacionan la fecundidad con la longitud de la concha y el peso de las partes blandas, respectivamente, puede observarse que la fecundidad absoluta (el número de óvulos presentes en el ovario, o el número de óvulos que deberían ser expulsados en ese año) y la fecundidad relativa (el número de óvulos por unidad de longitud o peso de los organismos) se incrementan con el crecimiento del individuo, pero dentro de ciertos límites. Osea, que los individuos más grandes producen más óvulos y que el incremento en la fecundidad, se hace menos estable a partir de cierta longitud o peso de los individuos, con un claro decremento en los organismos más mayores.

Si se considera que las curvas y las rectas de regresión se ajustan con los incrementos de la fecundidad, el decaimiento de la misma tiende a desplazar estas hacia las longitudes y pesos mayores (hacia la derecha), lo que introduce subestimación

de la fecundidad en los individuos en que ella se incrementa progresivamente.

Por lo tanto, un ajuste a los modelos antes del decaimiento de la fecundidad en los individuos más grandes, se ha logrado al eliminar los datos que corresponden a los ejemplares mayores de 198 mm de longitud de concha y de 1170 gr de peso de las partes blandas.

Los nuevos ajustes permiten estimar la fecundidad con más precisión, dentro de las longitudes y pesos en que la fecundidad se incrementa progresivamente.

TABLA No. 6. ESTIMACIONES DE FECUNDIDAD CON RESPECTO A LONGITUD MAXIMA DE LA CONCHA Y PESO DE LAS PARTES BLANDAS, EN HALLOTIS RUFESCENS DE " EL BAJO", BAHIA ROSARIO, B.C., EN SEPTIEMBRE DE 1979.

modelo potencial	con el total de datos	$a = 1.12 \times 10^{-8}$ $b = 6.6$ $r = 0.8083$	$F = 1.12 \times 10^{-8} L^{6.6}$
	con eliminación de datos	$a = 1.68 \times 10^{-14}$ $b = 0.3$ $r = 0.9131$	$F = 1.68 \times 10^{-14} L^{9.3}$
modelo lineal	con el total de datos	$a = -1.5633$ $b = .0157$ $r = 0.6935$	$F = -1.5633W + .0157$
	con eliminación de datos	$a = -7.9974$ $b = .0292$ $r = 0.8758$	$F = -7.9974W + .0292$

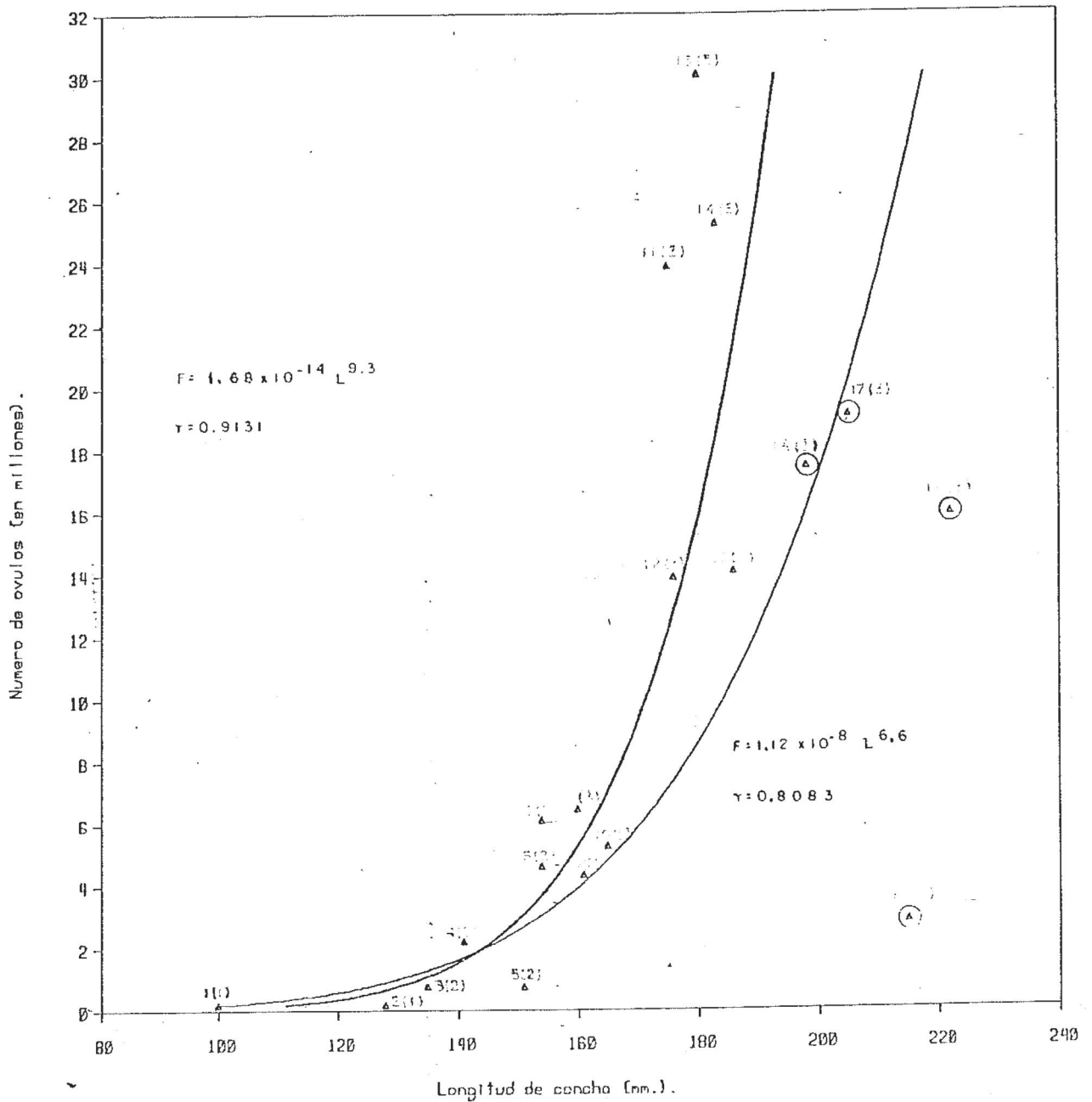


Fig. 12 CURVAS DE REGRESION PARA FECUNDIDAD CON RESPECTO A LONGITUD DE CONCHA, USANDO EL MODELO POTENCIAL.

— = Ajuste al modelo considerando el total de datos.

— = Ajuste al modelo con eliminación de datos.

△ = Datos originales.

⊙ = Datos eliminados.

Los números sin parentesis enumeran los datos. Los números con parentesis indican el estadio de madurez gonadal.

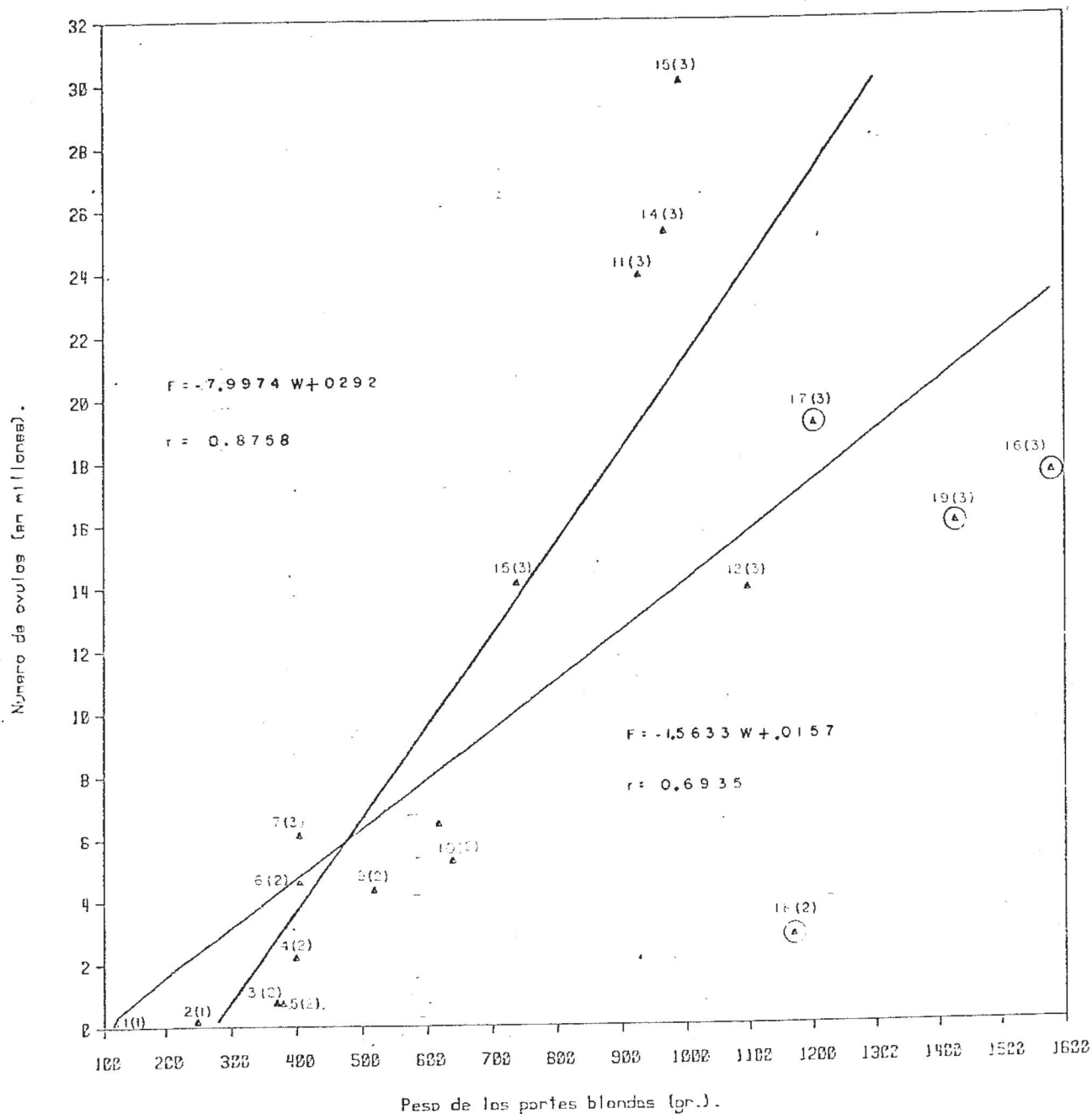


Fig. 13. RECTAS DE REGRESION PARA FECUNDIDAD CON RESPECTO AL PESO DE LAS PARTES BLANDAS, USANDO EL MODELO LINEAL.

— = Ajuste al modelo considerando el total de datos.

- - - = Ajuste al modelo con eliminación de datos.

△ = Datos originales.

⊙ = Datos eliminados.

Los números sin parentesis ennumeran los datos. Los números con parentesis indican el estadio de madurez gonadal.

DISCUSION.

Las frecuencias relativas de estadios de madurez gonadal y los cambios de estas con el tiempo, permitieron determinar que si bien la actividad sexual se encontró iniciada en los meses de mayo de ambos años, el proceso de maduración gonádica se intensificó hasta agosto de 1979, para alcanzar su máximo grado de madurez en el mes de septiembre de ese año.

En el mes de noviembre, la pequeña frecuencia de gonadas inmaduras y el aumento en la gonada en proceso de maduración, puede interpretarse como que inmediatamente después de un desove, se inicio un nuevo proceso de maduración gonádica. De no ser así, la frecuencia de estadios inmaduros se habría presentado considerablemente aumentada y no se habría observado tal incremento de los estadios en proceso de maduración.

Otra explicación, es la de que al ser el abulón un reproductor parcial y al haber presentes en la gonada algunos o todos los estadios de desarrollo ovular, unicamente fueron expulsados los óvulos maduros y las gonadas pasaron del estadio 3 al estadio 2. En el mes de diciembre, en la primera alternativa, los desoves continuaron, pero en esta ocasión una menor frecuencia de individuos presentaron un nuevo ciclo de madurez y se observó que algunos individuos entraron en periodos de reposo.

La segunda hipótesis de trabajo que aquí se plantea, puede reforzarse con la investigación que Boolootian, Farmanfarmaian y Giese (1962) realizaron en Haliotis rufescens en el que encontraron gametogénesis y gametos maduros durante todos los meses del año. Concluyen que esta especie puede generar gametos y expulsarlos en cualquier época del año y que es la única del género Haliotis que lo hace.

Lo anterior explica la presencia de estadios de franca madurez gonádica en los meses de mayo de 1979 y de 1980 y deja abierta la posibilidad de encontrarlos entre enero y abril de 1980.

Sobre la reabsorción de gametos, Young y DeMartini (1970) reportan óvulos necróticos en abulón rojo, durante todos los meses del año. Giorgi y DeMartini (1977) encontraron que dichas células fueron siempre mayores de 150 μ y que ello corresponde a gametos maduros no expulsados.

Los estadios de madurez gonadal determinados por apreciación visual, coincidieron correctamente con las estimaciones de fecundidad absoluta y relativa, mientras que los diversos tipos de índices gonadales calculados, presentaron en cada caso varios de sus valores, sin relación alguna con las estimaciones

de fecundidad.

De lo anterior puede inferirse que el método visual aquí utilizado es más práctico, rápido, económico y suficientemente confiable, para integrar un cuadro representativo del estado de madurez de la población bajo estudio y de los cambios de esta con el tiempo.

Por la forma en que las fecundidades absoluta y relativa se incrementan en función de la longitud y el peso, puede observarse que durante el desarrollo de los organismos, según Thomson (1979), hay una transición gradual de energía, del crecimiento a la reproducción y que en los adultos, una mayor cantidad de energía (producción) es canalizada a la génesis de gametos. En otras palabras, el esfuerzo reproductivo se incrementa con la edad, hasta cierto límite y luego decae. Además, si se desean estimaciones del esfuerzo reproductivo de la población, se requiere del conocimiento de la distribución de frecuencias de longitudes y pesos.

Por otra parte, si los organismos en que la fecundidad ha disminuido, se tratan por separado, las estimaciones de fecundidad y del esfuerzo reproductivo serán más reales y más precisas.

CONCLUSIONES

El ciclo reproductivo 1979/1980 de Haliotis rufescens de el banco abulonero "El Bajo", en Bahía Rosario, B.C., se encontro activo entre los meses de mayo y diciembre de 1979. El proceso de maduración gonádica presentó su mayor actividad en el mes de agosto y alcanzó su máximo grado de madurez en el mes de septiembre. El período de desove ocurrió de octubre a diciembre. Un período de reposo relativo, se asume se presentó de enero a abril de 1980.

El método para determinación de estadíos de madurez gonadal por apreciación visual, utilizado en este trabajo, es más práctico, rápido, económico y suficientemente confiable con respecto al uso de los índices gonadales referidos. Además, permite construir un cuadro representativo del estado de madurez de la población y de los cambios de esta con el tiempo.

Las relaciones de las estimaciones de fecundidad con la longitud y el peso de los individuos, respectivamente, se ajustan a los modelos potencial y lineal utilizados, desde las longitudes y pesos menores hasta las dimensiones previas a la disminución de la fecundidad.

La fecundidad es menor en los individuos con longitud máxima de concha hasta 165 mm y peso de las partes blandas

hasta 640 gr, con un límite máximo de 6 455 435 (+3.97%) óvulos. La mayor fecundidad se presenta en los individuos cuyas dimensiones van de los valores arriba mencionados, hasta los 183 mm de longitud máxima de concha y 995 gr de peso de las partes blandas, con un máximo de 30 030 000 (+7.52%) óvulos. En los organismos cuyas dimensiones son mayores a las últimas mencionadas, la fecundidad disminuye, oscilando entre 2 819 916 (72.76 %) y 19 126 553 (\bar{x} 7.43%) óvulos.

BIBLIOGRAFIA.

- Bagenal, T.B. Eggs and early life history. In methods for assessment of fish production in fresh waters.-W.E. Ricker (ed). I.B.P. Handbook 3(1):159-169. Blackwell. 1968
- Booolootian, R.A.A. Farmanfarmaian and A.C. Giese. On the reproductive cycle and breeding habits of two western species of *Haliotis*.-Biol. Bull., 122(2):183-193. 1962
- Cox, K.W. Review of the abalone in California.-Calif. Fish and Game 46(4):381-406/. 1960
- Doi, et. al. Análisis de la población y diagnóstico de la pesquería del abulón amarillo (*Haliotis corrugata*) en el area de Punta abreojos e Isla de Cedros, B.C. Dirección General del Instituto Nacional de Pesca. Serie científica No. 18. México. 1979
- Giese, A.C. Comparative physiology: Annual reproductive cycles of marine invertebrates.-Annual review of physiology 21:547-576. 1959
- Giorgi, A.E. and J.D. DeMartini. A study of the reproductive biology of the red abalone, *Haliotis rufescens* Swainson, near Mendocino, California.-Cal. Fish. Game, 63 (2):80-94. 1977
- Green, M.M. A review of the fishery Biology of abalones.-Department of fisheries. Technical report No. 37. 1978
- Ino, Takashi. Biological studies on the propagation of Japanese abalone.-Tokai-ku suisan kenkyoju hokoku 5:1-102. 1952

- Ino, Takashi On the spawning season of the abalone in Ibaraki
1961 prefecture.-Tokai-ku suisan kenkyujo hokoku 31:
 275-281.
- Leightomet. al. Gametogénesis and reproductive cycle of abalones.
1963 Veliger 3(2): 45-56
- Molina, M.J. y F. López S. Informe de la temporada de pesca de abulón 1978-
1979 1979 en la parte centro y noroccidental de la pe
 nínsula de Baja California.-Depto. de Pesca. Insti
 tuto Nacional de Pesca. Centro de Investigación
 Pesquera de Ensenada.
- Molina, M.J. Algunos aspectos de la pesquería del abulón en
en prensa. tres zonas de captura en Baja California durante
 la temporada de pesca 1979-1980.
- Newman, G.G. Reproduction of the south african abalone, Haliot
1967 tis midae.-S. Afr., Div. of Sea Fish, Invest. Rep.,
 64: 1-24.
- Nikolsky, G.V. Theory of fish population dynamics as the biolo
1969 gical background for rational exploitation and
 management of fishery resources.-Oliver and
 Boyd (ed). Edimburgh. 323 P.
- Poore, Gary C.B. Ecology of new Zeland abalones, Haliotis speci
1973 es (mollusca: gastropoda). 4. Reproduction.-New
 Zeal. J. Mar. Freshwat. Res., 7(1,2): 67-84.

- Shepherd, S.A. Studies on southern australian abalone, (genus
1974 Haliotis) II. Reproduction of five species.

 Aust. J. Mar. Freshwater Res. 25(1): 49-62.
- Thompson, R.J. Fecundity and reproductive effort in the
1979 mussel (*Mytilus edulis*), the sea urchin (*Stro-*

 nglylocentrotus droebachiensis) and the snow
 crab (*Chionoectes opilio*) from populations in
 Nova Scotia and New foundlan.-J. Fish. Res.
 Board Can. 36:955-964.
- Tomita, Kyoji. The Maturation of the ovaries of the abalone
1967 *Haliotis discus hannai*, at Rebun Island, Hokka-

 ido.-Hokkaido ritsu suisan shikenjo hokoku
 7:1-7.
- Webber, H.H. and Reproductive cycle and gametogenesis in the
A.C. Giese. black abalone *Haliotis cracherodii* (Gastropoda,
1969 prosobranchiata).-Mar. Biol. (Berl) 4(2): 152-159.
- Young, J.S. and The reproductive cycle, gonadal histology and
J.D. DeMartini. gametogenesis of the red abalone, *Haliotis rufe-*

 scens (Swaison).-Calif. Fish and Game., 56(4):
 298-309.