

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

Descripción del ciclo reproductivo mediante la
fecundidad absoluta y relativa de la lapa
Megathura crenulata, Sowerby, 1825;
en Punta Banda, B.C. México



TESIS

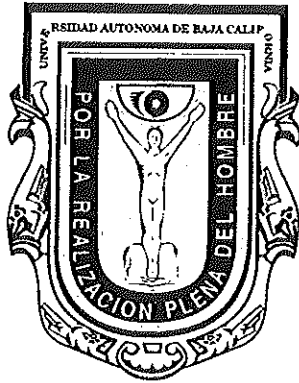
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

OCEANOLOGO

PRESENTA:

JAZMIN BARAJAS SANTINELLI

ENSENADA, B.C., JUNIO DE 1993



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

Descripción del ciclo reproductivo mediante la
fecundidad absoluta y relativa de la lapa
Megathura crenulata, Sowerby, 1825;
en Punta Banda, B.C. México



TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

OCEANOLOGO

PRESENTA:

JAZMIN BARAJAS SANTINELLI

ENSENADA, B.C., JUNIO DE 1993

"Descripción del ciclo reproductivo mediante la fecundidad absoluta y relativa de la lapa *Megathura crenulata*, Sowerby, 1825; en Punta Banda, B.C. México.

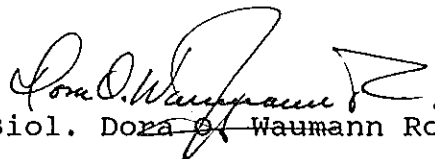
Tesis que para obtener
el título de
Oceanólogo
presenta:

Jazmín Barajas Santinelli



Ocean. Eliseo Almanza Heredia

Presidente del Jurado



Biol. Dora ~~of~~ Waumann Rojas

Sinodal Propietario



M.C. Guillermo Torres Moya
Sinodal Propietario

DEDICATORIA

a ti por la segunda oportunidad

a mi papá Leoncio Reynoso Rivera, por todo lo bueno que siempre nos has dado a todos, por tu gran corazón, te quiero.

a mi mamá Rosa Elena Santinelli de Reynoso, por haberme dado la libertad de realizar todas mis metas y por tu bonita forma de ver la vida, te quiero.

a mis hermanos: Pedro, Alberto y Aldo por los buenos y no tan buenos momentos.

a la memoria de mi abuela Eva Hernandez, por los hermosos recuerdos que tengo de ella.

a mi tío Alberto Santinelli, por todos los principios que siempre me inculcaste.

a mis amigos por lo importante que son para mi.

a mi esposo Victor, por el amor y los ideales que compartimos.

AGRADECIMIENTOS

A mis sinodales Oc.Eliseo Almanza Heredia, M.C.Guillermo Torres Moya y Biol.Dora Waumann Rojas, por la paciencia y ayuda en mi formación profesional.

M.C.Eduardo Santamaria (análisis estadístico y su valiosa ayuda); Oc.Conal David (tratamiento de las muestras); Oc.Antonio Almanza (por la idea y sus consejos); M.C.Antonio Trujillo (paquetes estadísticos); Oc.Victor Zavala (obtención de muestras y procesamiento de datos); M.C.Carolina Armijo (obtención y procesamiento de las muestras así como sus consejos); P.Oc.Octavio Meillón (fotografía y obtención de las muestras), P.Oc.Alejandro Carrillo (por su ayuda en el manejo de los paquetes de computadora y obtención de las muestras); Oc. Francisco Becerril; Oc.Norberto Castro (obtención de las muestras); Oc.Raul Aguilar; Oc.Lewis McAnally, a todos ellos les agradezco su amistad y el tiempo que me han dedicado.

A la Facultad de Ciencias Marinas y a los profesores que tuve la oportunidad de conocer.

A la Secretaria de Educación Pública por su apoyo en el proyecto "Estudios avanzados del caracol marino", número de registro DGICSA 910115.

A las personas que de alguna manera ayudaron a la realización de este trabajo.

A mis amigos:

Generación XXXIII Farzantes, Salmones, Gebos, Ahogados, Narwhales, Mandrakos, ñokis, VM, Pepes, Pichurris, Megalodones, Hiperborios, Totos etc. por los mejores tiempos que he vivido.

Al grupo de Salvavidas, por los especial que son para mi y por lo que he aprendido con ellos.

A las familias Avila Soltero, Muñoz Santiago, Enríquez Días por hacerme sentir como parte de ellos, así como también a las familias Alvarez Parrilla, Pinet Waumann De Neira Arias y Ponce Reyes por habernos aguantado estos años.

A mis alumnos por todo lo que me han enseñado.

A todas las personas que me ayudaron durante y después de mi accidente.

INDICE

RESUMEN

1

INTRODUCCION

2

ANTECEDENTES

3

Biología de *Megathura*
crenulata

5

OBJETIVO

6

MATERIALES Y METODOS

6

Area de estudio

6

Obtención de las muestras

8

Tratamiento de las muestras

8

Determinación de fecundidad

10

Análisis estadístico

12

RESULTADOS

13

DISCUSIONES

36

CONCLUSIONES

46

RECOMENDACIONES

47

LITERARATURA CITADA

48

INDICE DE TABLAS

Tabla I. Estadística descriptiva de <i>Megathura crenulata</i> .	14

Tabla II. Resultado de la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnoff para la fecundidad a un nivel de confianza del 95%	18

Tabla III. Resultado de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, para los valores obtenidos de fecundidad durante los meses de muestreo.	18

Tabla IV. Prueba de análisis de Varianza no paramétrico de Tukey a un nivel de confianza del 95% para la variable fecundidad.	19

Tabla V. Número de cada tipo de ovocitos encontrados por mes.	24

Tabla VI. Prueba de Análisis de Varianza no paramétrico de Tukey, a un nivel de confianza del 95% para cada tipo de ovocito.	27

Tabla VII. Prueba de Análisis de Varianza no paramétrico de Tukey, a un nivel de confianza del 95% entre los tipos de ovocitos.	28

Tabla VIII. Ecuación para obtener la fecundidad relativa el peso del callo en <i>Megathura crenulata</i> .	29

Tabla IX. Ecuación para obtener la fecundidad relativa el peso de la gónada en <i>Megathura crenulata</i> .	32

Tabla X. Ecuación para obtener la fecundidad relativa a la longitud de la concha en <i>Megathura crenulata</i> .	34

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio.	7

Figura 2. Fecundidad absoluta de <i>Megathura crenulata</i> .	15

Figura 3. Regresión lineal entre Índice Gonadal y Fecundidad.	16

Figura 4. Fecundidad absoluta promedio para las diferentes edades.	20

Figura 5. Fecundidad absoluta promedio por mes para cada edad.	21

Figura 6. Tamaño de los ovocitos durante el muestreo.	23

Figura 7. Número de ovocitos para cada tipo.	26

Figura 8. Fecundidad relativa al peso del callo por estaciones.	31

Figura 9. Fecundidad relativa al peso de la gónada por estaciones.	33

Figura 10. Fecundidad relativa a la longitud de la concha.	35

RESUMEN

Se realizaron colectas mensuales de la lapa *Megathura crenulata* de octubre de 1991 a julio de 1992 en Punta Banda, Baja California, México. Se utilizó el parámetro Fecundidad absoluta para conocer el ciclo reproductivo, presentando valores mínimos en los meses de octubre-diciembre y de abril-mayo y valores máximos en febrero, junio y julio. Se determinó en base a esto que *Megathura crenulata* presenta 2 desoves durante el año, uno principal durante el otoño y otro alternativo o secundario en la primavera. Se detectaron 4 tipos de ovocitos que fueron llamados ovocitos geminales, yemas, maduros y libres, los cuales no presentaron en número diferencias significativas durante el estudio. No hay una relación aparente en la fecundidad-longitud de la concha y fecundidad-peso callo, pero si la hay en fecundidad-peso de la gónada.

INTRODUCCION.

El medio marino constituye una fuente importante de recursos alimenticios, cuya explotación va tomando mayor importancia día con día en nuestro país.

Desafortunadamente en Baja California, la presión de la pesca solo se dá sobre un número reducido de recursos como el abulón y la langosta. A partir de 1980, investigaciones realizadas por Guzmán del Proo et al. (1980) y Baqueiro et al. (1982) concluyeron que la intensa captura provocó la declinación en dichas actividades.

Es por esto que es necesario la realización de estudios bioecológicos, tanto de especies comerciales ya conocidas, como de las aún no explotadas, con el propósito de poderlas incluir dentro de las pesquerías regionales (Avalos-Hernández, 1974).

Entre los estudios para la diversificación de la pesca se destaca el de Baqueiro et al. (1982), quienes mencionan la importancia de *Megathura crenulata* como recurso pesquero potencial para Baja California.

A pesar de que este organismo actualmente no tiene mucha demanda, se puede considerar como una alternativa a futuro, para el consumo humano directo.

Con el fin de que la explotación de esta lapa sea manejada de manera racional, es necesario conocer aspectos

sobre su biología reproductiva y de esta forma recomendar las medidas regulatorias apropiadas (Baqueiro et al. 1982).

ANTECEDENTES

Existen múltiples estudios relacionados con fecundidad, índice gonadal, épocas de desove, así como desarrollo gametogénico, aplicados a especies marinas especialmente a las referentes al Phylum Mollusca; por esto, la información disponible con respecto a este tema es extensa, principalmente en los haliótidos.

Los hábitos o costumbres de reproducción en los moluscos, se dividen en 3 grandes categorías que son: reproductores anuales, reproductores en invierno con un desove entre el fin del otoño y el comienzo de la primavera y reproductores de verano con un desove entre el fin de la primavera y el comienzo del otoño (Booolotian and Giese, 1962).

Un parámetro poblacional que aporta información acerca del ciclo reproductivo, es: la **Fecundidad** de los organismos, entendida como el número total de gametos presentes en la gónada antes de la expulsión de los mismos (Kawasaki, 1985). Baqueiro et al. (1992) reportan que la fecundidad se puede expresar como:

Fecundidad absoluta: que es el número de ovocitos presentes en el ovario, o el número total de ovocitos que pueden ser expulsados por año.

Fecundidad relativa: entendida como el número de ovocitos por unidad de peso o longitud de los organismos, expresada en ovocitos por centímetro o número de ovocitos por gramo.

La fecundidad es un aspecto importante, puesto que al constituir una parte fundamental del fenómeno reproductivo es uno de los mecanismos de autoregulación del crecimiento de la población, por el carácter retroalimentador de la misma (Nikolskii, 1969).

La importancia de los estudios sobre fecundidad reside fundamentalmente en su relación con las estimaciones de los recursos pesqueros, en el cálculo del potencial reproductivo y el tamaño de una población (Allen, 1950 en Del-Angel-Meza, 1989).

Entre los autores que han realizado estudios sobre ciclos anuales reproductivos para invertebrados marinos, encontramos a Giese y Boolotian en 1962, Webber en 1969, Young y DeMartini en 1970, Molina-Martínez en 1982, Mohan y Madhyastha en 1984, Del-Angel-Meza en 1990 entre otros.

Biología de *Megathura crenulata*

Megathura crenulata, conocido como lapa gigante; presenta un cuerpo aplanado para resistencia mínima al agua; con un prominente manto de color negro, pardo y en ocasiones moteado, que cubre a su concha perforada, la cual protege a la masa visceral (Barnes, 1977). El organismo completo puede llegar a medir hasta 25 cm de longitud total; mientras que su concha puede medir hasta 13 cm. Presenta finas líneas concéntricas de crecimiento; su borde es aserrado y de color blanco-crema (Morris et al. 1980).

El desove de *M. crenulata* se lleva a cabo sin cópula y ocurre por fertilización externa. Este tipo de reproducción es común en gasterópodos. Morfológicamente su sistema reproductor es simple y consiste de una sola gónada con un ducto hacia el exterior (Webber, 1969).

Este organismo se encuentra adherido sobre rocas o grietas de la zona de entremareas a la zona submareal (Smith y Carlton, 1975).

Se distribuye desde la Bahía Monterey, California hasta la Isla Asunción en Baja California (Morris et al. 1980).

La lapa *Megathura crenulata* es un molusco gasterópodo que pertenece a la Subclase Prosobranchia, Orden Archaeogastropoda y Familia Fissurellidae (Barnes, 1977).

Hasta 1991, la información que se tenía acerca de *Megathura crenulata*, se resumía a estudios de naturaleza bioquímica, es por esto que el "Grupo de Estudios Básicos Aplicados a las Pesquerías" (GEBAP), de la Facultad de Ciencias Marinas, decidió trabajar con esta especie y de esta forma contribuir al conocimiento de su biología. Dentro de este proyecto Armijo-De-Vega (1993), hizo un estudio en el cual proporcionó la edad de primera madurez, el tipo y ritmo de crecimiento, la razón de sexos así como la época de desove (de acuerdo al índice gonadal) y de esta manera generó información para la administración racional del recurso.

OBJETIVO.

Describir el ciclo reproductivo de la lapa *Megathura crenulata* presente en Punta Banda B. C. México; utilizando la fecundidad absoluta y relativa.

MATERIALES Y METODOS.

Area de estudio.

El área de estudio se encuentra localizado en la zona costera de la Bahía de Todos Santos, Baja California, México; entre los 31°40' y 31°56' latitud Norte y los 116°36' y 116°50' longitud Oeste.

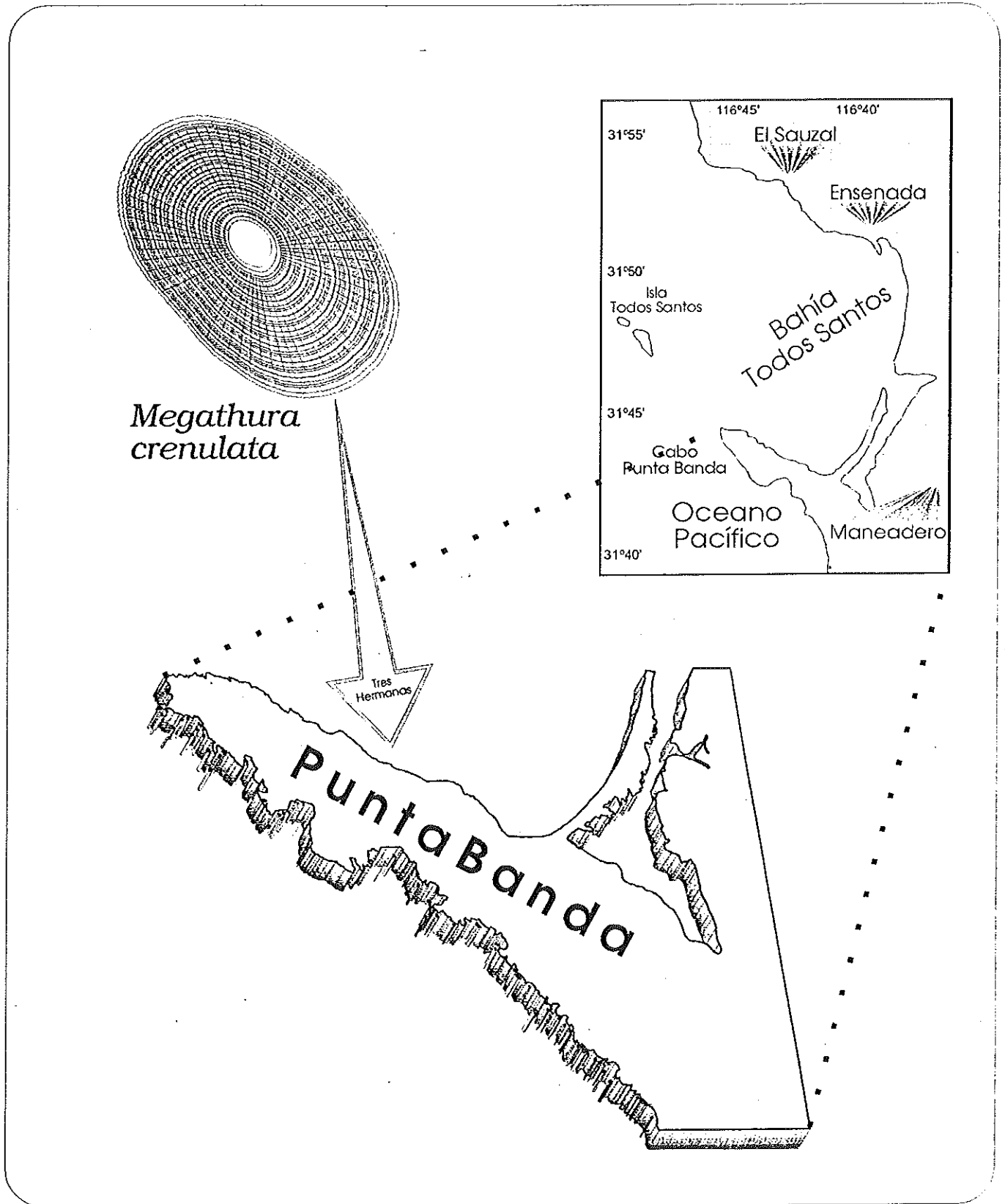


Figura 1.- Localización del área de estudio.

Este sitio es conocido como "Tres Hermanas" ubicado en Punta Banda; zona rocosa a la cual se puede llegar utilizando la ruta 23, Ensenada-La Bufadora, entre los km 13 y 17 de dicha carretera (Figura 1).

Obtención de las muestras.

A partir de octubre de 1991 y hasta julio de 1992, se realizó una colecta por mes, excepto en el mes de noviembre donde las condiciones climáticas fueron adversas.

Las muestras fueron obtenidas por buceo autónomo a una profundidad aproximada de 3 a 12 metros, recolectando los organismos que se encontraron, hasta completar un total de 25 a 30 animales. Se obtuvo un total de 308 organismos de los cuales, para este estudio solo se utilizaron las hembras.

Tratamiento de las muestras.

Los organismos colectados fueron preservados con una solución de formaldehído al 37% inyectada en la cavidad del manto y después de 15 días se procedió a su disección.

El análisis biométrico consistió en:

- * pesos de gónada, concha, callo y peso total del organismo.

- * diámetro mayor y menor de la concha.

Las mediciones se realizaron con un vernier (precisión 0.05 mm) y una balanza Sartorius (precisión 0.001 gr).

Una vez obtenidas las gónadas estas fueron preservadas con una solución salina de formaldehído al 10%, dejándose aproximadamente 10 días en bolsas de plástico para favorecer la consistencia sólida de la gónada, según lo recomendado por Newman (1967) y Hayashi (1980).

Al no ocurrir un endurecimiento, se realizaron innovaciones en las técnicas empleadas por Ortiz-Quintanilla y González-Avilés (1986); Del-Angel-Meza (1990) y las recomendadas por Baqueiro et al. (1992). Esta técnica consistió en el desprendimiento de todos los ovocitos del tejido epitelial, con ayuda de un pincel de cerdas naturales No. 0 y empleando un microscopio estereoscópico se comprobó que no quedarán ovocitos unidos al epitelio.

En el mes de junio se alteró la técnica ya que el incremento en el tamaño de las gónadas dificultó la metodología anterior, por lo que se decidió licuar la gónada durante 30 segundos.

En ambos procedimientos los ovocitos fueron colocados en un vaso de precipitado y aforando con agua de mar a un litro. Este volumen se mantuvo homogéneo en una plancha de agitación magnética.

Determinación de la fecundidad.

Mientras el volumen se mantuvo homogéneo, se tomó una alícuota de un mililitro, que se colocó en una caja reticulada la cual se observó a través de un microscopio estereoscópico modelo Baush & Lomb, aumentando diez veces su tamaño, contando todos los ovocitos observados.

Para agilizar el conteo se emplearon contadores manuales de cuatro dígitos y con el fin de tener una varianza, se realizaron ocho réplicas de cada muestra.

Del volumen inicial se tomó una última alícuota en la que con ayuda del microscopio compuesto modelo Swift, a una resolución de 100X; se observó en tres campos diferentes los tipos de ovocitos presentes. Dependiendo de su forma, se agruparon en ovocitos germinales, yemas, maduros libres en base a la clasificación dada por Romero y Miller (1983); Hahn (1989); Mohan y Madhista (1982); se determinó la proporción de cada uno de ellos; posteriormente, se midieron 100 óvulos de cada clase con un ocular 40X de un microscopio compuesto calibrado.

Para estimar la fecundidad absoluta se utilizó la fórmula propuesta por Molina-Martínez (1982); con algunas modificaciones:

$$F=n*1000/V \quad \text{donde:}$$

F = Fecundidad absoluta

n = número de ovocitos en la muestra

V = volumen de la muestra (1 mililitro)

Los datos de fecundidad absoluta fueron agrupados de acuerdo a la edad del organismo. Dichas edades fueron proporcionadas por Armijo-De-Vega (1993).

La fecundidad relativa se hizo por unidad de longitud y de peso. La relación fecundidad-longitud, se calculó por la ecuación:

$$F = aL^b \quad \text{donde: } L = \text{es la longitud del organismo; } a \text{ y } b = \text{constantes obtenidas de las regresiones logarítmicas.}$$

La relación fecundidad-peso, se determinó por la ecuación lineal:

$$F = aw + b, \quad \text{en la que } w \text{ fué el peso del organismo, } a \text{ y } b \text{ obtenidas de las regresiones lineales.}$$

Ambas fórmulas fueron empleadas por Molina-Martínez (1982), González-Aviles y Ortiz-Quintanilla (1986), Del-Angel-Meza (1986) y Baqueiro et al. (1992).

Análisis estadístico.

Para poner a prueba el ajuste a la distribución normal en los valores de fecundidad, se utilizó la prueba estadística de Kolomogorov-Smirnoff (Steel y Torrie, 1985); con el fin de distinguir diferencias durante el muestreo se utilizó la prueba de análisis de varianza no paramétrica de Kruskal-Wallis (Siegel-Sidney, 1986) a un nivel de confianza del 95%.

Se aplicó la prueba de análisis de varianza no paramétrica de Tukey (Zar, 1984); para determinar específicamente los meses en que se presentaron diferencias significativas, ya que esta prueba ofrece mayor resolución.

RESULTADOS.

De los 308 organismos colectados 159 eran machos, 139 hembras y 10 indeterminados. Para el análisis únicamente se utilizaron 89 hembras.

Fue necesario disectar a los organismos para conocer su sexo, ya que no presentan dimorfismo sexual. Las gónadas de las hembras presentan un color verde-olivo, mientras que la de los machos tienen un color anaranjado-café.

La Tabla I, muestra los valores mínimos, máximos, promedios e intervalos de confianza de las variables utilizadas en el análisis.

En la Figura 2, se muestran los valores de fecundidad absoluta promedio durante los muestreos, los valores bajos se presentaron en los meses de octubre a enero volviéndose a registrar en los meses de abril y mayo.

Debido al cambio en el tratamiento del mes de junio, se realizó una regresión lineal entre los valores de Índice Gonadal (proporcionados por Armijo-de-Vega, 1993) y los de fecundidad para obtener el valor promedio en la fecundidad del mes de junio y con esto determinar el efecto que tuvo la acción de la licuadora sobre los ovocitos. La ecuación lineal fué:

$$Y = -4524224.500 + 744344.438(x) + E \quad (\text{Figura 3});$$

Tabla I. Estadística descriptiva de Megathura crenulata.

VARIABLES	PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO	INTERVALO DE CONFIANZA (p=0.05) (n=89)
Fecundidad absoluta (No. de ovocitos)	3510431.00	0.00	52666666.00	5291105.78 >μ) -1729756.22
Longitud de concha (milímetros)	81.19	60.00	118.45	83.27 >μ) 79.11
Peso callo (gramos)	73.25	21.50	190.45	80.22 >μ) 66.26
Peso gónada (gramos)	8.50	0.05	35.69	10.21 >μ) 6.79

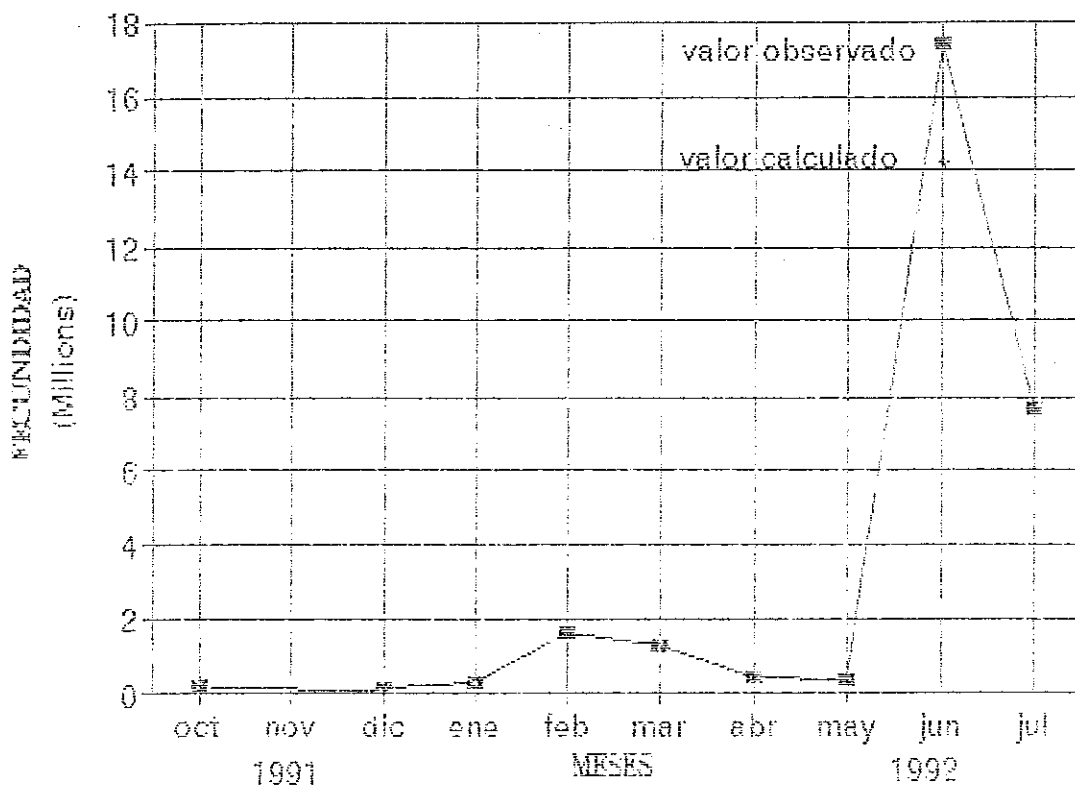


Figura 2. Fecundidad absoluta de *Megathura crenulata*.

* valor calculado a partir de regresión entre fecundidad vs. Índice gonadal

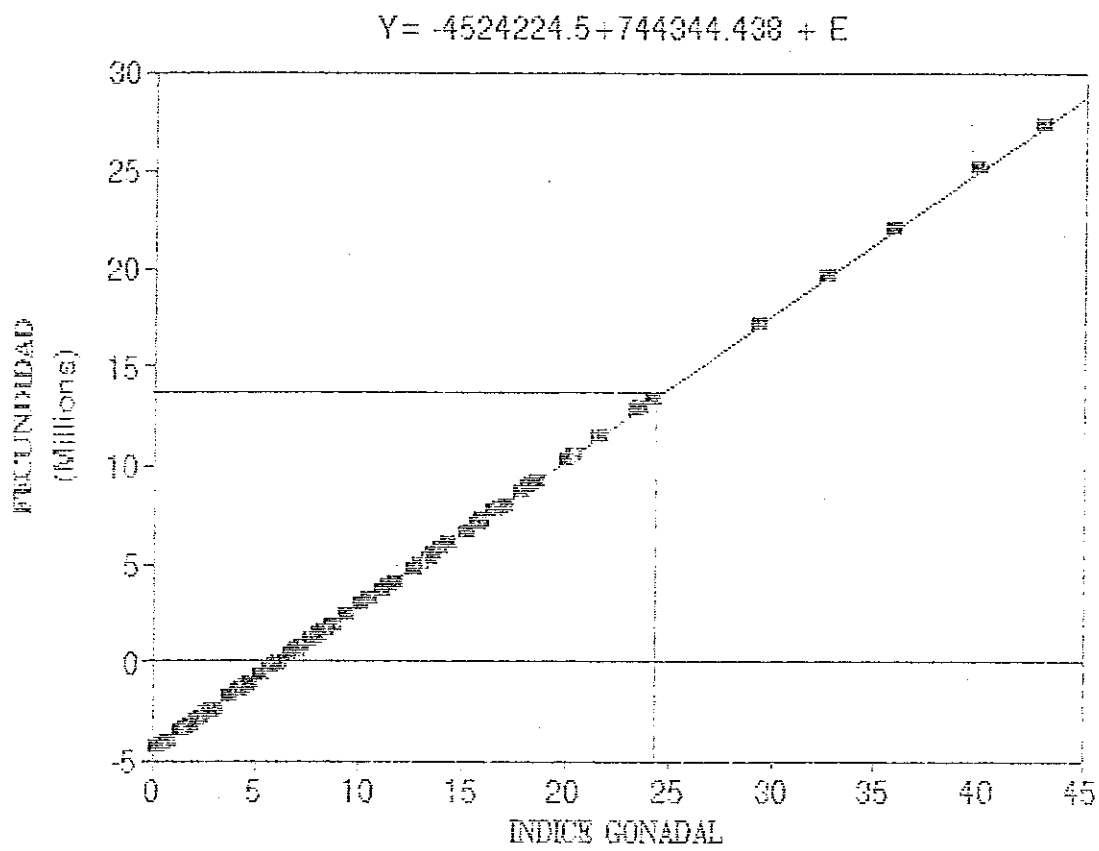


Figura 3. Regresión lineal entre Índice Gonadal y Fecundidad.

el valor promedio observado del mes de junio fue 23×10^6 mientras que el valor calculado o esperado fue de 14×10^6 (Figura 2).

El análisis estadístico al que fué sometido la variable fecundidad, mostró, que sus valores no se ajustan a una distribución normal (prueba Kolmogorov-Smirnoff, Tabla II).

También se obtuvo que esta variable presentó diferencias significativas a lo largo del muestro (prueba de análisis de varianza no paramétrica de Kruskall-Wallis, Tabla III). La prueba no paramétrica de análisis de varianza de Tukey (Tabla IV); mostró que los meses significativamente diferentes fueron: enero, febrero y junio.

Los valores de la fecundidad para cada edad son mostrados en la Figura 4. La fecundidad mayor se registró en la edad 7 con un valor de 4'524,413 ovocitos y el valor mínimo correspondió a la edad 8 con 334,776 ovocitos.

La fecundidad absoluta promedio por mes para cada edad, es mostrada en la Figura 5, donde se observa que los meses con una mayor fecundidad correspondieron a junio y julio. Ninguna edad se mantuvo constante durante todos los meses del muestreo; en la edad 5 no se tuvieron organismos de enero a abril; para la edad 6 no se registraron

Tabla II. Resultado de la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnoff para la fecundidad a un nivel de confianza del 95%

VARIABLE	N	D_{max}	$D_{0.05,88}$	RESULTADO
Fecundidad	89	0.403	0.095	no ajuste

Tabla III. Resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, para los valores obtenidos de fecundidad durante los meses de muestreo.

VARIABLE	N	H_{obs}	$H_{0.05,8}$	RESULTADO
Fecundidad	89	47.85	15.50	significativamente diferente

Tabla IV. Prueba de Análisis de Varianza no paramétrico de Tukey, a un nivel de confianza del 95% para la variable fecundidad.

MESES	Q_{CAL}	$Q_{CRIT, 0.05, 9}$	RESULTADO
OCT-DIC	2.15	4.38	no hay diferencias
DIC-ENE	6.59	4.38	si diferencias
ENE-FEB	4.44	4.38	si diferencias
FEB-MAR	0.13	4.38	no hay diferencias
MAR-ABR	3.70	4.38	no hay diferencias
ABR-MAY	1.41	4.38	no hay diferencias
MAY-JUN	3.05	4.38	si diferencias
JUN-JUL	1.06	4.38	no hay diferencias

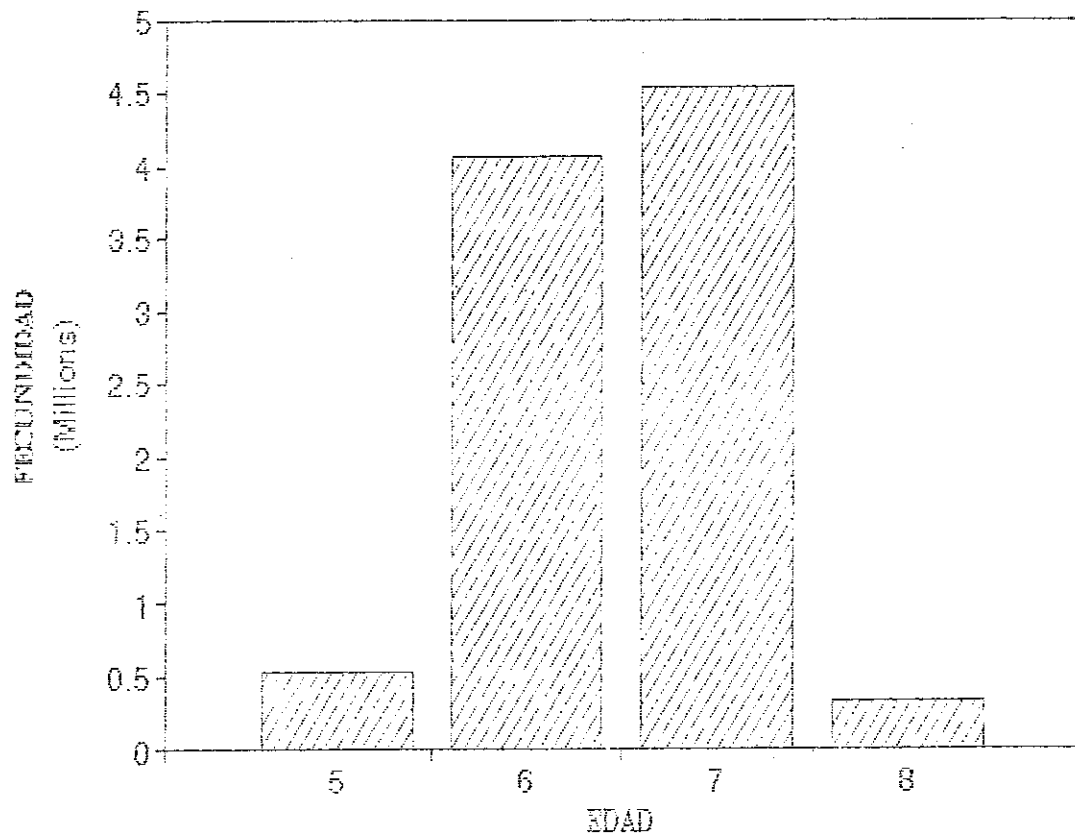


Figura 4. Fecundidad absoluta promedio para las diferentes edades.

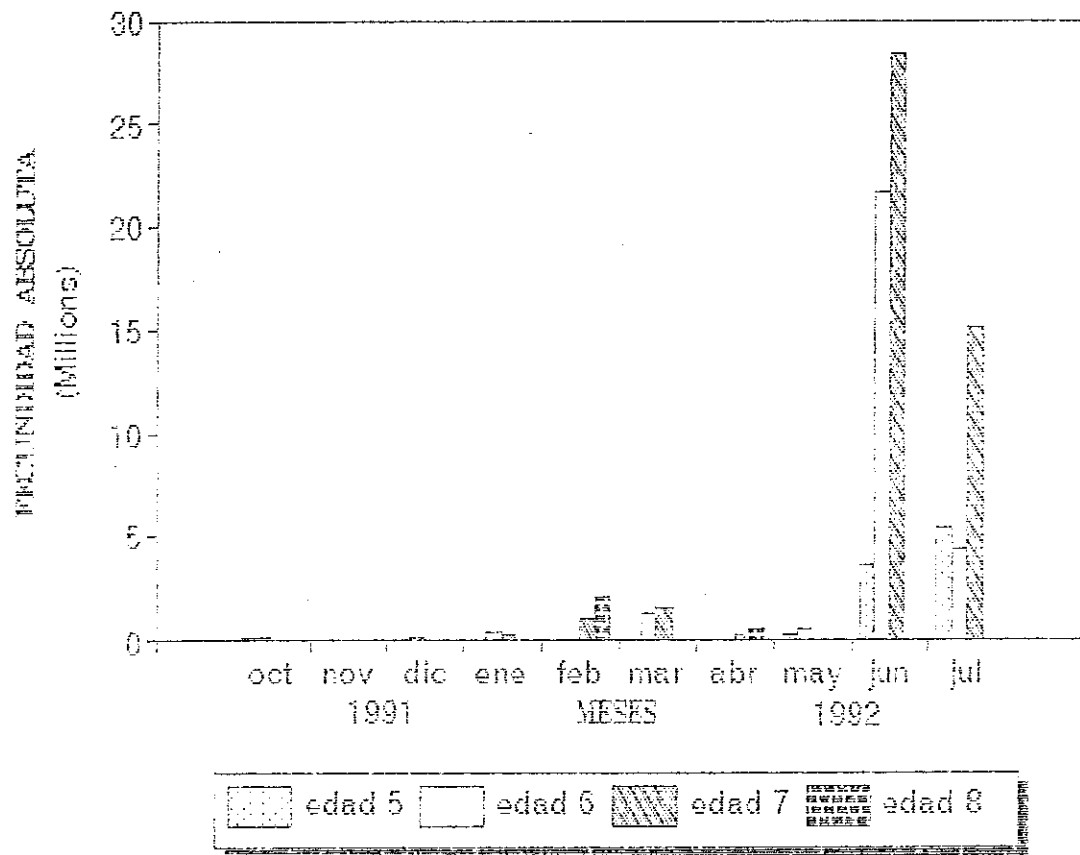


Figura 5. Fecundidad absoluta promedio por mes para cada edad.

individuos en los meses de febrero y abril; la edad 7 no tuvo representantes en los meses de octubre a diciembre y en el mes de mayo; mientras que para la edad 8 solo se registraron individuos en los meses de febrero y abril.

El análisis al microscopio de las gónadas; reveló 4 diferentes tipos de ovocitos que fueron llamados: ovocitos germinales, yemas, maduros y libres. Los ovocitos germinales se caracterizan por ser transparentes con un núcleo definido, forma de lágrima y tamaño de 37 a 54 micras, los ovocitos yemas presentan forma irregular no translúcida, presentaron un tamaño de 71 a 93 micras, los maduros son de forma esférica y presentaron un tamaño de 130 a 167 micras. El tamaño de las diferentes clases de ovocitos a lo largo del año es mostrada en la Figura 6. Los ovocitos libres aparentemente tienen las mismas características que los ovocitos maduros, pero la diferencia radica en la cubierta protectora que presentan estos últimos con un espesor de 6.3 micras.

El valor promedio para cada tipo de ovocito a través del tiempo, se presenta en la Tabla V; en los ovocitos maduros y yemas se obtuvo una tendencia muy similar, mostrando una disminución en el mes de abril; para los ovocitos germinales se obtuvo un valor casi constante, con un aumento en los meses de enero y abril; lo que coincidió

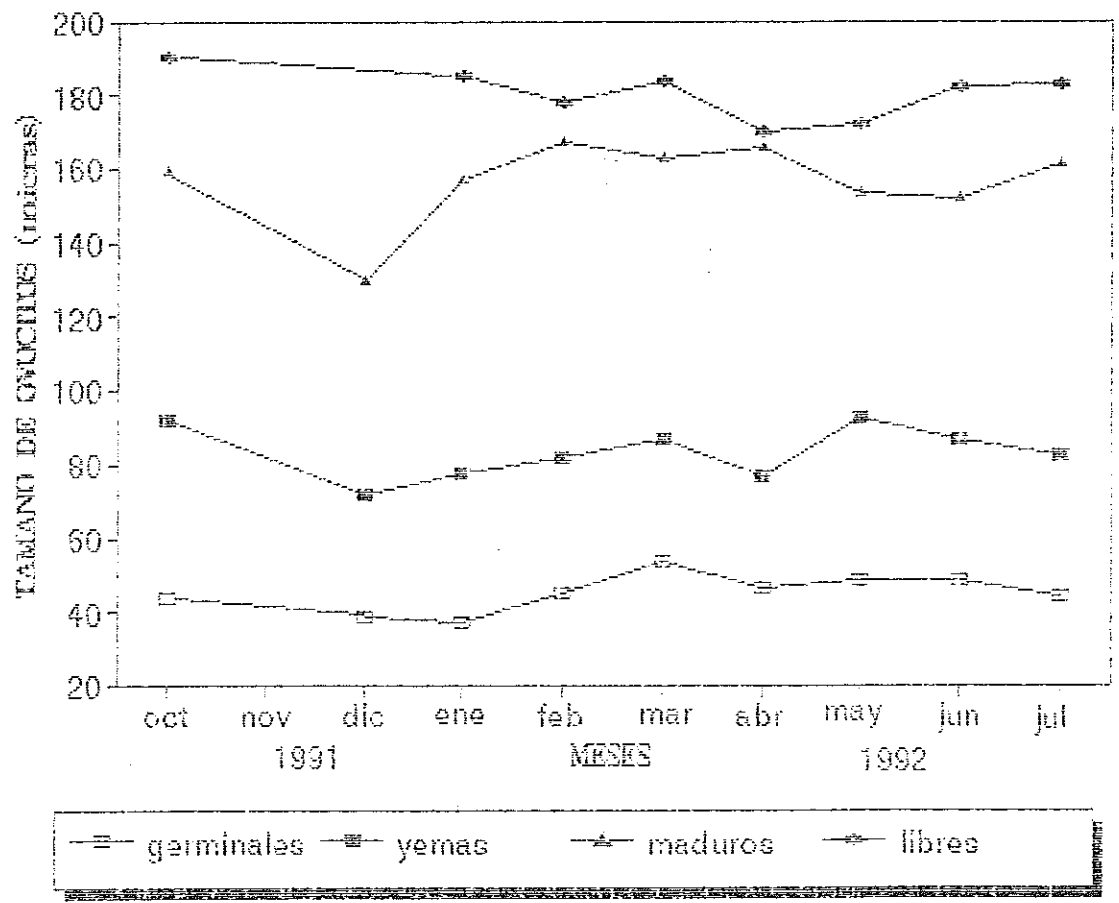


Figura 6. Tamaño de los ovocitos durante el muestreo.

Tabla V. Número de cada tipo de ovocitos encontrados por mes.

MES	TIPO DE OVOCITOS			
	GERMINALES	YEMAS	MADUROS	LIBRES
OCTUBRE	16	18	23	1
DICIEMBRE	18	9	26	7
ENERO	25	26	25	0
FEBRERO	26	16	20	13
MARZO	22	18	22	13
ABRIL	27	3	7	2
MAYO	22	22	21	8
JUNIO	17	16	18	11
JULIO	16	18	17	6

con una disminución en los valores de los ovocitos libres (Figura 7).

A pesar de que graficamente se observó una aparente variación; la prueba de Tukey no detectó diferencias, por lo que estadísticamente no se puede asumir un incremento a través del tiempo en los valores de los ovocitos germinales, yemas, maduros y libres (Tabla VI); lo que si fué posible determinar estadísticamente es que los valores de los ovocitos libres durante todo el muestreo, son significativamente diferentes y menores que los ovocitos germinales, yemas y maduros (Tabla VII).

Para calcular la fecundidad relativa con respecto a la longitud de la concha, peso de callo y peso de la gónada, los meses de muestreo se agruparon estacionalmente tomando en cuenta la época de desove, es decir meses sucesivos que no presentaran diferencias significativas en sus valores de fecundidad absoluta, fueron tomados como un muestreo individual.

Las ecuaciones para obtener la fecundidad relativa al peso del callo fueron obtenidas de una regresión lineal, estos valores así como su coeficiente de determinación (r^2) se muestran en la Tabla VIII. En general los valores de determinación fueron bajos, reportándose un valor menor

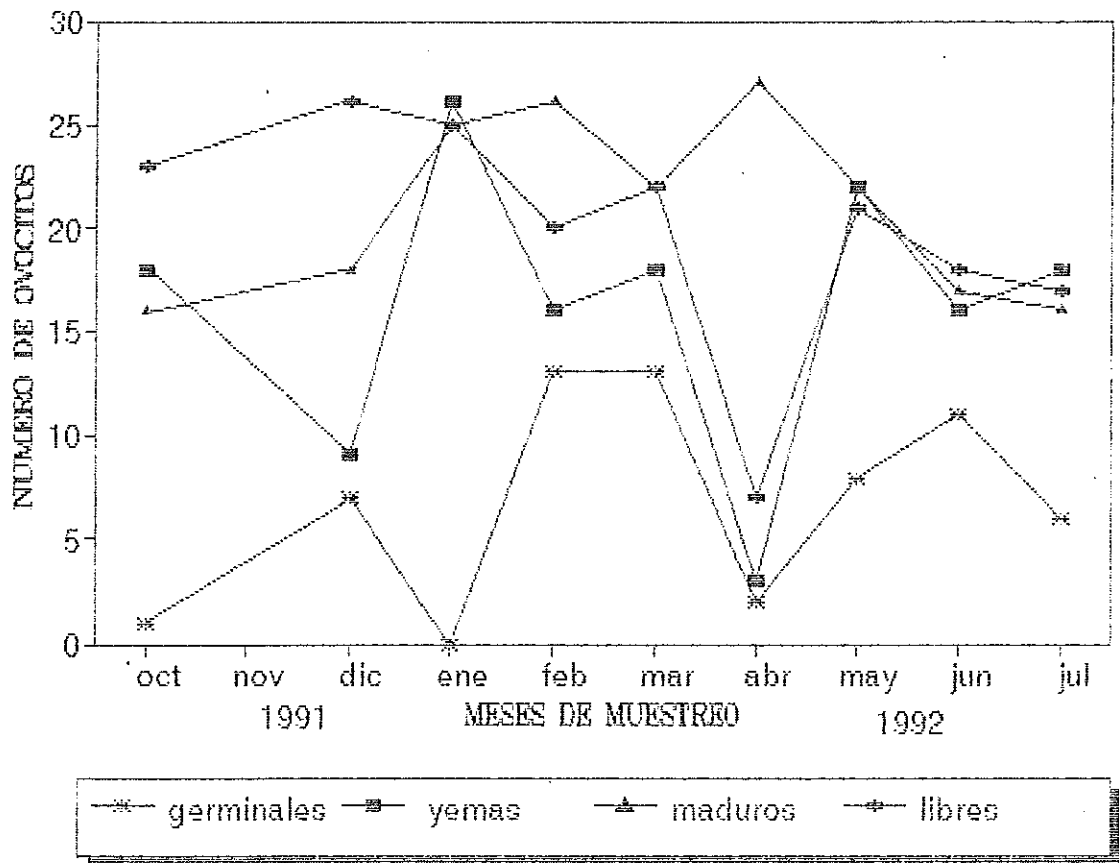


Figura 7. Número de ovocitos para cada tipo.

Tabla VI. Prueba de Análisis de Varianza no paramétrico de Tukey, a un nivel de confianza del 95% para cada tipo de ovocito.

MESES	Q_{CAL}	$Q_{CRIT, 0.05, 9}$	RESULTADO
OCT-DIC	0.11	4.37	
DIC-ENE	0.93	4.37	
ENE-FEB	0.48	4.37	
FEB-MAR	0.04	4.37	"no hay diferencias
MAR-ABR	1.07	4.37	significativas"
ABR-MAY	1.14	4.37	
MAY-JUN	0.81	4.37	
JUN-JUL	0.16	4.37	

Tabla VII. Prueba de Análisis de Varianza no paramétrico de Tukey, a un nivel de confianza del 95% entre los tipos de ovocitos.

TIPO DE OVOCITOS	Q_{CAL}	$Q_{CRIT, 0.05, 4}$	RESULTADO
MADUROS-LIBRES	7.35	3.63	SI DIFERENCIAS
YEMAS-LIBRES	4.66	3.63	SI DIFERENCIAS
LIBRES-GERMINALES	7.50	3.63	SI DIFERENCIAS
MADUROS-GERMINALES	8.15	3.63	NO HAY DIFERENCIAS
YEMAS-GERMINALES	2.84	3.63	NO HAY DIFERENCIAS
YEMAS-MADUROS	2.69	3.63	NO HAY DIFERENCIAS

Tabla VIII. Ecuación para obtener la fecundidad relativa al peso del callo en *Megathura crenulata*.

MES	ECUACION $y = b + a(x)$	COEFICIENTE DE DETERMINACION (r^2)
OCTUBRE-ENERO	$-118645.00 + 5706.08(X)$	0.16
FEBRERO-MARZO	$550830.00 + 8348.13(X)$	0.15
ABRIL-MAYO	$-115793.00 + 889.02(X)$	0.17
JUNIO-JULIO	$2.0E+07 + 518788.40(X)$	0.57

para febrero-marzo de 0.15 y un valor mayor para los meses junio-julio de 0.57.

Las rectas de estas ecuaciones se muestran en la Figura 8, los meses de octubre a mayo, mostraron una tendencia similar con una ligera pendiente positiva y para los meses de junio-julio se presenta una pendiente mayor.

La Tabla IX, presenta las ecuaciones para obtener la fecundidad relativa al peso de la gónada, los valores del coeficiente de determinación fueron de 0.70 (valor mínimo) para octubre-enero y 0.96 (valor máximo) para junio-julio.

La recta obtenida para el muestreo junio-julio mostró una pendiente muy marcada y diferente a los otros muestreos, en los meses octubre-enero, febrero-marzo y abril-mayo la tendencia en sus pendientes fué muy ligera y similar (Figura 9).

Las ecuaciones para obtener la fecundidad relativa a la longitud del organismo se obtuvieron de una regresión logarítmica (Tabla X).

Los valores de determinación fueron muy bajos en general de 0.08 para abril-mayo a 0.23 para octubre-enero.

La recta que presentó una mayor pendiente fué la de junio-julio. El periodo de febrero-marzo mostró una pendiente mayor que la de octubre-enero pero menor que la de abril-mayo (Figura 10).

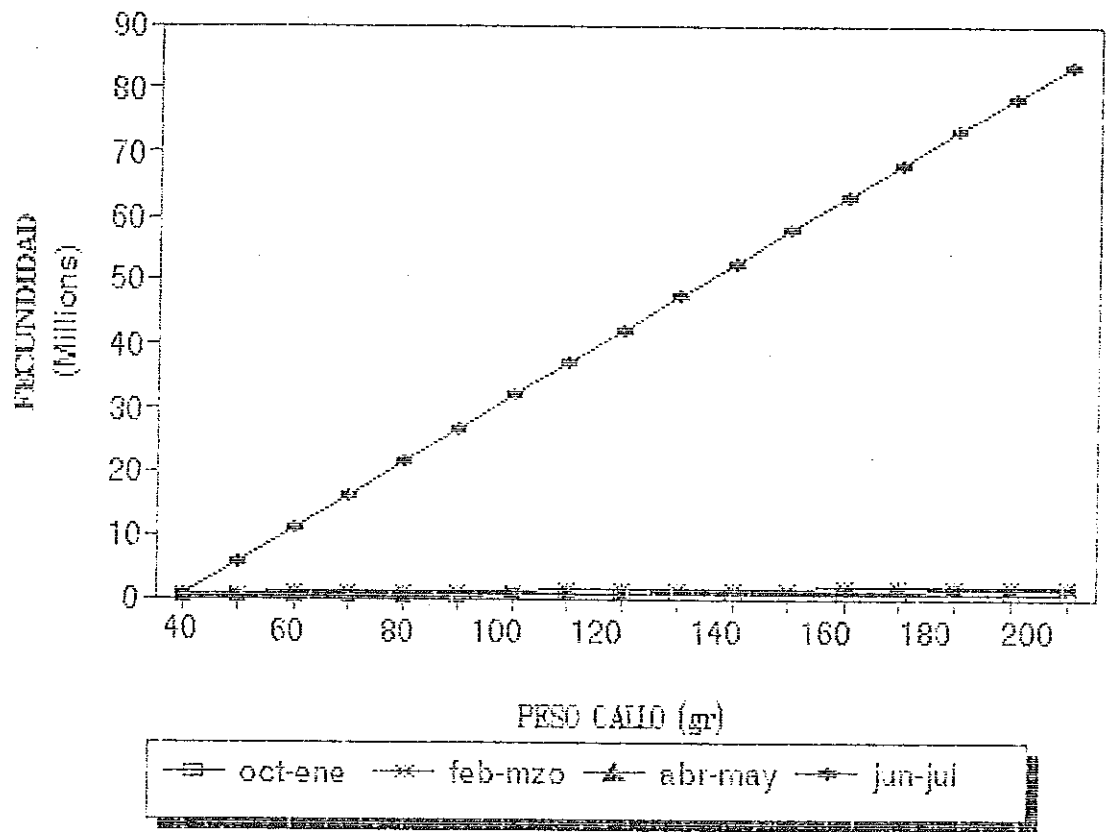


Figura 8. Fecundidad relativa al peso del callo por estaciones.

Tabla IX. Ecuación para obtener la fecundidad relativa al peso de la gónada en *Megathura crenulata*.

MES	ECUACION $Y = b + a(x)$	COEFICIENTE DE DETERMINACION (r^2)
OCTUBRE-ENERO	$32562.98 + 50339.91(X)$	0.70
FEBRERO-MARZO	$35651.44 + 103394.90(X)$	0.83
ABRIL-MAYO	$-30065.80 + 104868.90(X)$	0.76
JUNIO-JULIO	$-35422.57 + 1298475.00(X)$	0.96

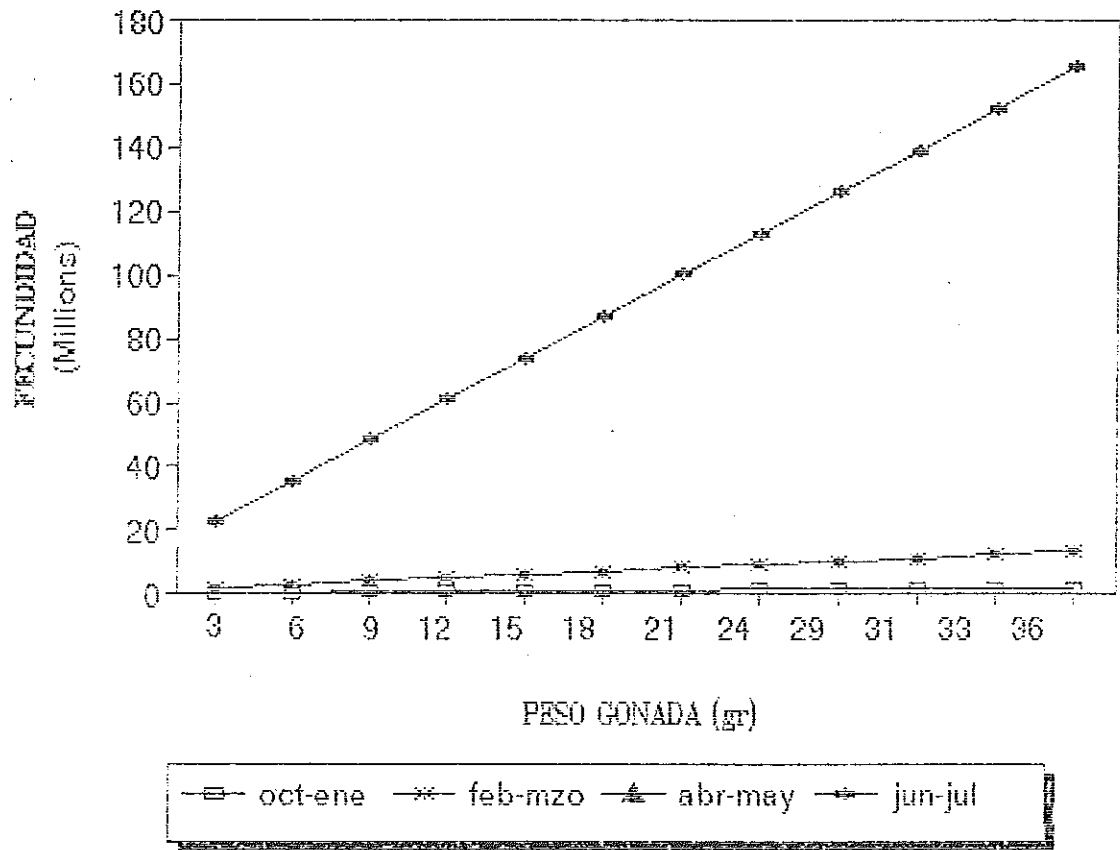


Figura 9. Fecundidad relativa al peso de la gónada por estaciones.

Tabla X. Ecuación para obtener la fecundidad relativa a la longitud de concha en *Megathura crenulata*.

MES	ECUACION $\log a + b (\log X)$	COEFICIENTE DE DETERMINACION (r^2)
OCTUBRE-ENERO	$1.72 + 0.0344(X)$	0.23
FEBRERO-MARZO	$1.62 + 2.2973(X)$	0.17
ABRIL-MAYO	$-6.50 + 5.9811(X)$	0.08
JUNIO-JULIO	$-13.01 + 10.2392(X)$	0.22

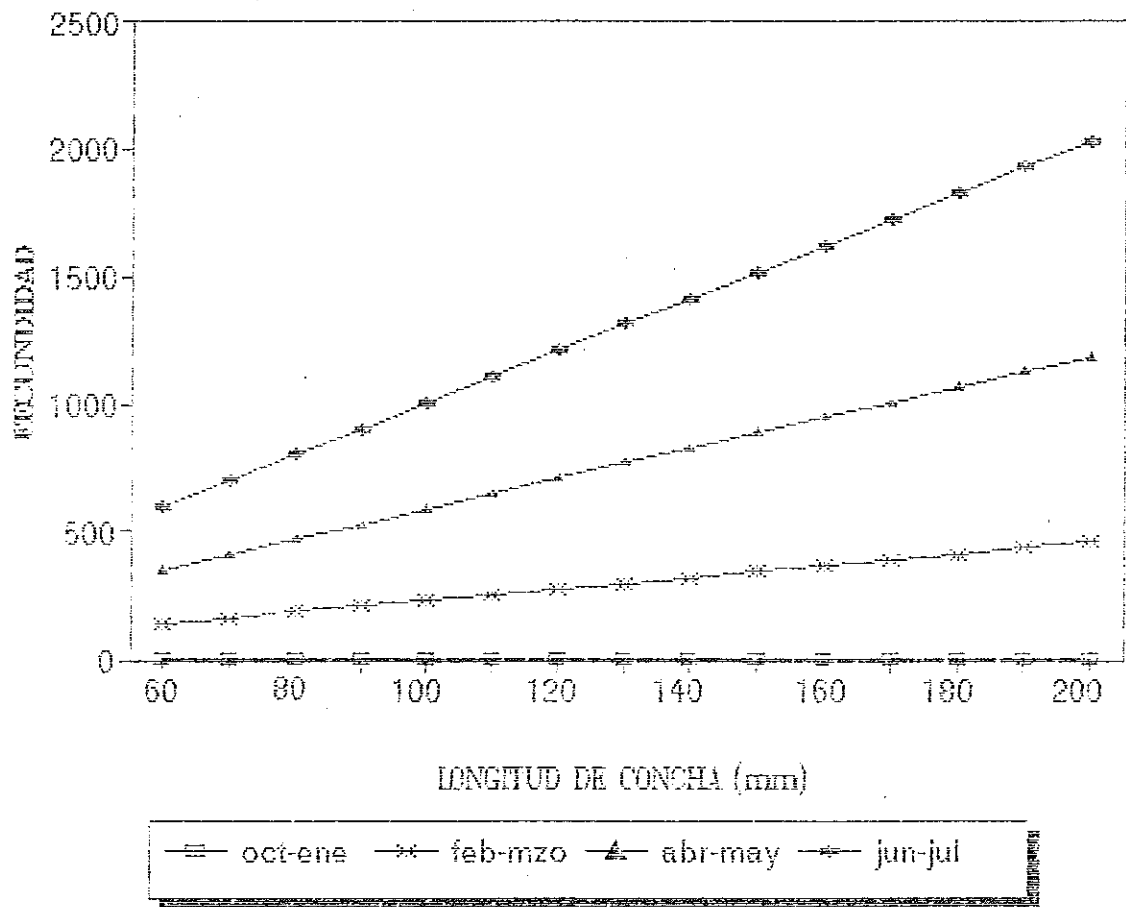


Figura 10. Fecundidad relativa a la longitud de concha por estaciones.

DISCUSIONES.

Los valores en la fecundidad que presentó *M. crenulata* de 4'064,931 para la edad 6 y 4'534,413 para la edad 7 son mayores a los reportados en la misma edad para algunos haliótididos (Giese, 1962; Webber, 1969; Young y DeMartini 1970); o a los presentados por *Astraea undosa* (Del-Angel-Meza, 1990). Se esperaba que los valores en la fecundidad se incrementaran con respecto a la edad, pero durante el muestreo la mayor edad fue la 8 y solo se obtuvieron 10 individuos de ella, encontrados en los meses en que la población se encontraba desovando (Figura 5). Armijo-De-Vega (1993), menciona que la ausencia de tallas grandes puede ser atribuida a la captura comercial selectiva de tallas mayores o bien, a la migración de los individuos adultos a mayores profundidades.

Tal parece que *M. crenulata* al poseer un elevado valor en la fecundidad tiene una mayor probabilidad de sobrevivencia. Este comportamiento fué explicado por Baqueiro et al. en 1992.

La fuerza mecánica por la acción de la licuadora a la que fueron sometidos las gónadas del mes de junio, no provocó una disminución en el valor promedio de fecundidad de dicho mes, según se puede observar en la Figura 2; pero si provocó la ruptura de la cubierta protectora de los

ovocitos libres, ya que en este mes se esperaba que aumentara la cantidad de ovocitos libres por ser junio, mes en el que la población de esta localidad desova (Figura 7).

Según los valores en la fecundidad de *M. crenulata*, (Figura 2); los datos presentaron una disminución significativa en los meses de octubre-enero y otra de abril-mayo. Lo anterior nos indica que *M. crenulata* es un desovador de otoño con una alternativa o desove parcial a finales de primavera, esto coincidió con la época de desove sugerida de acuerdo al índice gonadal (Armijo-De-Vega, 1993). Estos hábitos de reproducción son semejantes con lo descrito por Giese y Boolotian (1962).

La literatura reporta que existen varios moluscos que al igual que *M. crenulata* presentan un ciclo reproductivo anual o semianual. *Astrea undosa* es un desovador de otoño con una alternativa en primavera (Del-Angel-Meza, 1990), *Acmaea limatula* desova en abril y en octubre (Seapy, 1965) y el ostión *Cassostrea madrassensis* presenta también 2 desoves al año, el primero en octubre y el segundo de febrero a marzo (Mohan y Madhyastha, 1984). Cabe mencionar que la mayoría de los haliótidos son desovadores de verano.

Aunque la clasificación de los 4 tipos de ovocitos utilizada para *M. crenulata*, es similar a las descritas

para algunos abulones (Newman, 1967; Poore, 1973; Giorgi y DeMartini, 1977; Romero y Miller, 1983; Hahn, 1989) y para el ostión *C. madrassensis* (Mohan Y Madhystha, 1982); hay que señalar que las características de algunos ovocitos pueden ser únicas ya que el tamaño varia dependiendo de la especie.

A pesar de que la prueba estadística en el análisis de los ovocitos no apoyó los resultados que se observaron en la gráfica 7, se puede hacer mención que los ovocitos libres (los que se encuentran listos para ser expulsados), disminuyeron drásticamente en los meses en los que la población se encontraba desovando, al mismo tiempo que los ovocitos germinales aumentaron en número principalmente en abril, mes en el que se observa que también hubo disminución de ovocitos inmaduros, causado posiblemente por cambios drásticos en las condiciones ambientales (Hanh, 1989).

La presencia constante de ovocitos maduros, nos indica que durante este estudio, *M. crenulata* presentó un desove incompleto o parcial. Este patrón de desove está condicionado a las características del medio, cuando éstas son desfavorables, el organismo puede impedir la expulsión de sus gametos. Este comportamiento no es raro y ha sido

descrito por varios autores como Newman (1967) en *H. midae*, Poore (1973) en *H. iris*, Belmar-Perez (1988) en *A. undosa* y Giorgi y DeMartini (1977) en *H. rufescens*.

La presencia de ovocitos inmaduros de *M. crenulata* a pesar de que las gónadas se encontraban maduras, posiblemente se deba a que estos ovocitos son la base para el siguiente desove. Newman (1967) menciona que dichos ovocitos están presentes durante el desove y se mantienen sujetos através de una delgada vaina al tejido epitelial, manteniéndose en número reducido para no causar daño a la gónada, ya que muchas veces forman pequeñas hernias. En condiciones favorables estos ovocitos se desarrollan simultáneamente para que al final puedan ser desovados casi en su totalidad.

Parece ser que la alta varianza en la talla de los ovocitos de *M. crenulata* se debe a la reabsorción de estos por factores desfavorables en el medio, estas características son descritas ampliamente por Kawasaki, (1985).

Durante el análisis de los ovocitos no se pudo distinguir a los ovocitos necróticos. Esta condición se da solo en los ovocitos maduros y posterior a la etapa de

desove (Giorgi y De Martini 1977). La necrosis se puede definir como la autólisis de los ovocitos y se detecta porque la membrana protectora se rompe (Hahn, 1989) y disminuye el número de vacuolas en el citoplasma (Giorgi y De Martini, 1977).

De acuerdo a los valores de fecundidad esta población presentó una uniformidad en su época de desove así como en el desarrollo gonadal (Armijo-De-Vega, 1993).

M. crenulata presenta una reproducción simultanea y es muy probable que factores exógenos sean responsables directos de este comportamiento según lo describieron Mohan y Madhystha en 1984.

Los factores que afectan en el crecimiento y maduración de la gónada actúan posiblemente por periodos de tiempo mayores y dependen mayormente de factores endógenos (Giese, 1959; Webber, 1969; Hahn, 1989). Es importante señalar que el metabolismo por si solo, no es posible que controle a la gametogénesis (Webber, 1969); los ritmos endógenos se encuentran controlados de cierta forma por las fluctuaciones estacionales en factores exógenos como el fotoperiodo, la disponibilidad de alimento, variaciones en pH, salinidad, turbidez, estímulo químico u hormonal, destacandose la variación anual de temperatura como el

factor exógeno más importante (Giese 1959; Pears 1968; Webber 1969; Poore 1973; Giorgi y De Martini 1977).

Los cambios en la fecundidad así como en el índice gonadal (Armijo-De-Vega, 1993), de *Megathura crenulata* coincidieron con una estratificación en la columna de agua, esto se confirma con lo dicho por Hahn (1989); quien asegura que cuando una población percibe un repentino cambio en la temperatura del agua, este actúa en los organismos más sensibles de una población actuando como bujías preparando al resto por estímulo hormonal (Armijo-De-Vega 1993); convirtiendo el desove en una actividad coordinada y epidémica, provocando una exitosa fertilización externa (Giese, 1959).

Todo esto nos sugiere que el desove se encuentra relacionado con el habitat del organismo (Mohan y Madhystha, 1984); el principio y la terminación de la temporada reproductiva pertenece a una sola latitud y hasta a una sola localidad (Giese, 1959).

Algunos autores como Giese 1959, Webber 1969 y Baqueiro et al. 1992; mencionan que para conocer con certeza los factores que intervienen en la evolución del ciclo reproductivo, es necesario reproducir en el

laboratorio los factores que creemos involucrados y corroborar los resultados con los datos obtenidos en el campo; aunque esto es muy difícil ya que los organismos no se comportan de igual manera en el campo que bajo condiciones de laboratorio, además del alto costo (Giese, 1959).

Una vez que se determina la fecundidad del organismo interesado, es posible encontrar las relaciones biométricas entre la fecundidad y el peso de las partes blandas o callo, el peso de la gónada y la longitud del organismo, para determinar la fecundidad relativa (Gonzalez-Aviles y Ortiz-Quintanilla 1986, Del-Angel-Meza 1990, y Baqueiro et al. 1992). La finalidad de este tipo de relaciones, es determinar la fecundidad del organismo con el solo hecho de medirlo o pesarlo sin llegar al sacrificio (Del-Angel-Meza, 1990).

Newman (1967) y Molina-Martinez (1982), indican que el número de óvulos se incrementa por unidad de peso y longitud pero dentro de ciertos límites.

Los bajos coeficientes de determinación que se obtuvieron de la regresión lineal entre el peso del organismo y la fecundidad, posiblemente se debieron a errores en el pesado o pérdida de líquidos corporales

durante la disección, esto coincidió con lo obtenido en A. undosa por Del-Angel-Meza, (1990).

En cuanto a la regresión exponencial, para tratar de lucidar la fecundidad relativa a la longitud de la concha, los valores del coeficiente de determinación tan bajos, se infiere que se deben a variabilidades individuales en los organismos. Ault (1985), reportó que la fecundidad de individuos con la misma longitud no es constante y puede variar entre uno y otro organismo, pudiendo ser una relación no lineal con rápidos incrementos en la fecundidad. Siegel (1985) reporta que el pobre coeficiente en la correlación es consecuencia de la varianza entre las muestras.

Para disminuir esta variabilidad es necesario aumentar el tamaño de muestra, lo cual muchas veces no es posible. Diversos autores como Hayashi (1980), Hahn (1985), Baqueiro et al. (1992) mencionan que de 15 a 20 organismos por mes, es un número adecuado.

Aunque nosotros tomamos 25 organismos por mes, aproximadamente la mitad eran machos (debido a que la proporción de sexos es 1:1; Armijo-De-Vega, 1993) y no todas las hembras pudieron ser estudiadas.

Kawasaki (1985), menciona que la reabsorción de ovocitos de la gónada, ocurre cuando las condiciones del

medio son desfavorables, aumentando significativamente la varianza.

Otro factor que afecta al coeficiente de determinación, de la longitud con respecto a la fecundidad es la variabilidad en tallas y en madurez (Hayashi, 1980).

Es importante señalar que la desviación que se obtuvo en la fecundidad fue muy alta, ya que el mínimo valor de fecundidad fue 0 ovocitos y el máximo fue 52'666,666 ovocitos por ovario. (Las estimaciones de fecundidad solo se hicieron sobre ovocitos maduros).

Los valores mayores en el coeficiente de determinación se obtuvieron de la relación fecundidad-peso de la gónada, ya que es posible que la relación directa entre estas 2 variables, cambie levemente a lo largo del año, entonces a mayor peso de la gónada mayor fecundidad, ya que gónadas más grandes albergan más cantidad de ovocitos (Del-Angel-Meza, 1990).

Para tener una idea sobre ciclos reproductivos de invertebrados marinos, se puede emplear los índices gonadales porque son más sencillos de obtener y los resultados son confiables (Molina-Martinez, 1982); pero si se desea saber con mayor precisión el carácter de regeneración de una población, es importante la determinación de la fecundidad (Poore 1973; Gonzalez-Aviles y Ortiz-Quintanilla 1986; Del- Angel-Meza 1990); ya que se

incluye entre los estudio biológico-pesqueros que aportan información sobre la dinámica de las poblaciones, proporcionando una guía clara de cuando y cuanto capturar (Baqueiro et al. 1992).

CONCLUSIONES.

- *Megathura crenulata* es un fertilizador externo que presenta un ciclo semianual, con un desove parcial en otoño y un desove secundario o alternativo para finales de primavera.

- Las gónadas de *Megathura crenulata* presentan cuatro tipos de ovocitos; germinales, yemas, maduros y libres.

- No existe una relación aparente entre fecundidad con la longitud de la concha y el peso del callo, pero si la hay con el peso de la gónada.

RECOMENDACIONES.

- Con el fin de contribuir al conocimiento de *M. crenulata*, se sugiere estudiar la estructura de las gónadas masculinas y realizar cortes histológicos y para ello se pueden congelar las partes blandas del organismo antes de extraer las gónadas.

- Tratar de obtener hembras de talla uniforme para disminuir la varianza y así poder determinar la fecundidad relativa al peso del callo y longitud de la concha.

LITERATURA CITADA.

* Armijo-De-Vega, Carolina. 1993. "Crecimiento y Reproducción de la lapa *Megathura crenulata* en la Bahía de Todos Santos, Baja California, México". Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Marinas. UABC.

* Ault, J. 1985. "Some quantitative aspects of reproduction and growth of red abalone, *Haliotis rufescens* Swaison". J. World Maricult. Soc. 16. 398pp.

* Avalos-Hernández, M. 1974. "Desarrollo histórico de las pesquerías de camarón *Penaeus sp* y Totosba (*Cynoscion macdonaldi*) en la parte norte del Golfo de California". Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. UABC.

* Barnes, R.D. 1977 "Zología de los invertebrados", 2a. edición. México. Editorial Interamericana; 826pp.

* Baqueiro *et al.* 1982. "Distribución y abundancia de moluscos de importancia comercial en Baja California Sur" Delegación Federal de Pesca en el Estado de Baja California Sur, Centro de Investigaciones pesqueras La Paz, B.C.S. Instituto Nacional de la Pesca. 73pp.

* Baqueiro, C.E. et al. 1992. "Estudios biológicos Poblacionales ", Manual de Métodos de muestreo y evaluaciones poblacionales de moluscos y otros recursos bentónicos". Secretaria de Pesca. 27-33.

* Belmar-Perez, J. 1988. "Estudios preliminar sobre la biología reproductiva y aspectos ecológicos de *Astrea undosa* Wood, 1828, (Mollusca, Gasteropoda:Turbinidae)". Tesis de Licenciatura. Instituto Politecnico Nacional. México, D.F. 64pp.

* Boolotian, R. A. et al. 1962. "On the reproductive cycle and breeding habits of two western species of *Haliotis*". Biol. Bull. 122(2):183-193.

* Del-Angel-Meza, R.1990. "Madurez Gonadal y Fecundidad del caracol *Astraea undosa* (Mollusca:Gasteropoda) en Bahía Tortugas, BCS." Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. UABC.

* Giese, A.C. 1959 "Comparative physiology:annual reproductive cycles of marine invertebrates". Ann. Rev. Physiol. 21:547-576.

* Giese. A.C. & Pearse. 1977 "Reproduction of marine invertebrates". Academic Press. New York and London. Vol. IV. 1-62.

* Giorgi, A.E. and J.D. DeMartini. 1977. "A study of reproductive biology of the red abalone *H. rufescens* near Medocino, Cal. California Fish and Game 63(2):80-94.

* González Avilés, J.G. y M. Ortiz-Quintanilla. 1986. "Estudio sobre madurez, índice gonadal y fecundidad en el abulón negro *Haliotis cracheroidii* (Mollusca: Gasteropoda), a partir de muestras colectadas en isla de Cedros B.C. en junio de 1982". Contribuciones biológicas y tecnológico-pesqueras. Doc. Tecnico. Inf No.1 Secretaria de Pesca. INP., CRIP.

* Guzman del Proo, S.A. et al. "Análisis de Pesquería del abulón en B.C. y fundamentos biológicos para un nuevo régimen de explotación del recurso". INP, Departamento de Pesca. México DF.

* Hahn, K.O. 1989. "Gonad Reproductive Cycles" Handbook Culture of abalone and other Marine Gastropods. Academic Press. USA. 13-38.

* Hayashi, I. 1980. "The reproductive Biology of the ormer, *Haliotis tuberculata*". J. Mar. Biol. Ass. U. K. 60: 415-430.

* Kawasaki, T.H. Sato and A. Takechi. 1985. "Estimation of population fertility of a Dab *Limanda herzensteini*". Bull Jap. Soc. Sci. Fish. 51 (12):1933-1938.

* Molina-Martínez, J. 1982. "Estimaciones de fecundidad en *Haliotis rufescens*, abulón rojo". Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. UABC. Ensenada, Baja California.

* Mohan Joseph, M. and M.N. Madhyastha. 1982 "Gametogenesis and somatic versus gonadal growth in the oyster *Crassostrea madrasensis*" Indian J. of Mar. Sci., 11: 303-310.

* Mohan Joseph, M. and M.N. Madhyastha. 1984. "Annual reproductive cycle and sexuality of the oyster *C. madrasensis*". Aquaculture, 40:223-231..

* Morris, R.H., et al. 1980. "Interdal Invertebrates of california. Stanford Univ. Press. 690pp.

* Newman, G.V., 1967. "Reproduction of the South African abalone *Haliotis midae*". S. Afr., Div. of Sea Fish. Invest. Rep., 64:1-24.

* Poore, Gary, C.B. 1973 "Ecology of New Zealand abalones *Haliotis* sp (Mollusca: Gasteropoda). N.Z.J. of Mar. Freshw. Res. 7(1,2):67-84.

* Seapy, R.R., 1965. "Reproduction and Growth in the File Limpet, *Acmaea limatula*, Carpenter, 1864, (Mollusca:Gasteropoda). Department of Biological Sciences. Univ. of South. Cal. Los Angeles, Cal. 8(4):300-310.

* Siegel, V. 1985. On the fecundity of antarctic krill, *Euphausia superba* (Euphausiacea). Arch. FischWiss 36:185-193.

* Siegel, Sidney. 1986 "Estadística no paramétrica". Decima reimpresión. Ed. Trillas. México D.F. 344pp.

* Smith, C. y J. Carlton. 1975. Light's Manual. Intertidial Invertebrates of the Central California Coast. 3a Ed. Univ. Cal. Press 464-500.

* Steel, R.G. y J.H. Torrie. 1985. "Bioestadística". 2da. ed. McGraw Hill. 622pp.

* Webber, H.H. and A.C. Giese. 1969 "Reproductive cycle and gametogenesis in the black abalone *Haliotis sracheroidii* (Gastropoda:Prosobranchia)". Marine Biology, 4:152-159.

* Young, J.S. and J.D. DeMartini. 1970. "The reproductive cycle, gonadal histology and gametogenesis of the red abalone *Haliotis rufescens* (Swainson)". California Fish and Game 56(4):298-309.

* Zar, J.H. 1986. "Biosestatistical Analisis". 2da. edición. Prentice-Hall, Inc. New Jersey. 718pp.