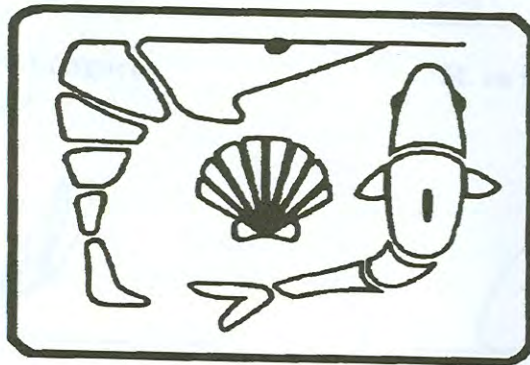




EL SABER DE MIS HIJOS  
HARÁ MI GRANDEZA

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD**  
**DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS**

**PROGRAMA DE POSGRADO EN ACUACULTURA**



**ANÁLISIS DE LA REPRODUCCIÓN DE LA ALMEJA  
CHOCOLATA, *Megapitaria squalida* (SOWERBY, 1835), EN LA  
BAHÍA DE ALTATA, SINALOA: BASES PARA SU CULTIVO**

**T E S I S**

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de  
**MAESTRO EN CIENCIAS**

Presenta:

**SERGIO JOEL NIEBLA RODRÍGUEZ**

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

# CONTENIDO

RESUMEN.	i
ABSTRACT.	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.	iii
ÍNDICE DE TABLAS.	vii
I.-INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.	1
II.-OBJETIVOS.	10
II.1.-Objetivo general.	10
II.2.-Objetivos particulares.	10
III.- MATERIALES Y MÉTODOS.	11
III.1.-Descripción e importancia del área de estudio.	11
III.2.-Obtención de muestras.	13
III.3.-Determinación del índice de condición (IC).	13
III.4.-Determinación del ciclo gametogénico.	15
III.5.-Elaboración de tablas gametogénicas para <i>Megapitaria squalida</i> .	15
III.6.-Análisis Estadístico.	16
IV.- RESULTADOS.	17
IV.1.-Temperatura, salinidad y profundidad.	17
IV.2.-Sexos, Tallas y Pesos.	17
IV.2.1.-Longitudes.	17
IV.2.2.-Variación temporal de pesos totales.	22
IV.2.3.-Crecimiento.	22
IV.2.4.-Peso húmedo del cuerpo.	22
IV.3.- Índice de condición (IC).	29
IV.4.- Estadios gametogénicos.	29
IV.4.1.-Fase I (Indiferenciado).	29
IV.4.2.-Fase II (Actividad Temprana).	36
IV.4.3.-Fase III (En Desarrollo).	36
IV.4.4.-Fase IV (Actividad Tardía).	36
IV.4.5.-Fase V (Maduro).	42
IV.4.6.-Fase VI (En Desove).	42
IV.5.-Ciclo Gametogénico.	47
IV.6.-Diámetro promedio mensual de oocitos y núcleos.	47
IV.7.-Diámetro de oocitos por estadio.	52
V.-DISCUSIONES.	56
VI.-CONCLUSIONES.	63
VII.-RECOMENDACIONES.	64
VIII.-LITERATURA CITADA.	65
IX.-ANEXOS.	69

## RESUMEN.

La diversificación de la actividad acuícola en el país necesariamente merece el reconocimiento de especies con potencial de cultivo, para lo cual es necesario llevar a cabo los estudios básicos de su biología. Uno de estos aspectos y quizás el más importante es la reproducción. La almeja chocolata, *Megapitaria squalida*, puede ser una especie que ofrezca una buena alternativa al cultivo de ostión. Sin embargo, no existen estudios sobre dicha especie en Sinaloa, por lo cual se realizó este trabajo. El estudio se realizó en la Bahía de Altata en Navolato, Sinaloa, durante enero a diciembre del 2003. Se muestrearon en total 416 organismos a una profundidad promedio de 3.3 m, de los cuales 214 fueron hembras y 202 machos con una proporción H:M de 1:1. Se determinó que la almeja chocolata *M. squalida*, tiene dos picos de reproducción bien marcados, el primero en los meses de junio y julio (31 a 32 °C) y el segundo en septiembre y octubre (29 a 30 °C). La mayor actividad gametogénica, que incluyó el proceso de maduración de los organismos, se observó durante enero a abril, a temperaturas de 22.5 a 23°C. La longitud mínima encontrada fue de 58.9 mm y la máxima de 90.9 mm. El peso total se encontró entre los 52.3 a 197.6 g y el peso húmedo del cuerpo osciló entre los 7.5 y 39.1 g. La almeja chocolata presentó un crecimiento alométrico representado por un valor del exponente de 3.1448 ( $r^2 = 0.8961$ ). Los índices de condición (IC) más altos se encontraron durante los meses de enero con 0.136, marzo con 0.123 y abril con 0.140, lo cual coincidió con las fases de mayor actividad del proceso de maduración; mientras los más bajos se encontraron en octubre con 0.089 y noviembre con 0.096. Se determinaron seis estadios reproductivos, I (Indiferenciado), II (Actividad temprana), III (En desarrollo), IV (Actividad tardía), V (Maduro) y VI (En desove). El estadio I se caracterizó por la ausencia de gametos; el estadio II presentó células reproductivas desde las 3 a 11.7  $\mu$  con un promedio de 9.3  $\mu$ ; el tamaño de los oocitos del estadio III fue de 3 a las 47.7  $\mu$ , con promedio de 19.9  $\mu$  y con una moda entre las 10 a 29.9  $\mu$ ; el estadio IV presentó células de 3.3 a 58.3  $\mu$ , con una moda entre las 20 y 39.9  $\mu$  y un diámetro promedio de 30.4  $\mu$ ; el diámetro promedio para el estadio V fue de 32.8  $\mu$ , con diámetros entre los 3 y 53.3  $\mu$  y una moda de 30 a 49.9  $\mu$ ; por último el estadio VI con diámetros que van desde las 3.5 a 65  $\mu$ , con un promedio de 31.5  $\mu$  y una moda de 20 a 39.9  $\mu$ . Con enfoque de estos resultados a la acuicultura se propone lo siguiente: si se requieren de reproductores del medio natural para hacerlos desovar inmediatamente es conveniente que se tomen organismos con longitudes entre los 70 y 80 mm y un peso total de 90 y 150 g, colectados durante los meses de abril y mayo. Si se desea mantener reproductores en cautiverio para su maduración es recomendable mantenerlos a temperaturas entre los 22 y 23°C y para el desarrollo larval se propone mantener las larvas a temperaturas entre los 30 y 32°C.

## ABSTRACT.

To recognizing the potential of culturing the bivalve species in Mexico, it is necessary to know their biology. The clam *Megapitaria squalida*, could be a good alternative to the oysters culture. However, there is a limited knowledge on their reproductive cycle. This study was realized in Bahia Altata, in Navolato, Sinaloa, from January to December 2003. A total of 416 clams were sampled and represented by 214 females and 202 males with a ratio of 1:1. It was found that *M. squalida* is reproducing having one maximum on June-July and the other of lesser magnitude in September-October. The temperature in this period was registered in the 29-32°C range. The period where the gametogenics took place was observed from January to April at 22.5-23°C. Minimum lengths were found from 58.9 mm and maximal of 90.9 mm, corresponding to the total weights of 52.3-197.6 g. The flesh weights were from 71.5-39.1 g. The clam *M. squalida* has allometric growth, with an exponent of 3.1448 ( $r^2 = 0.8961$ ). The higher condition indexes (CI) were found in January, March and April with values of 0.136, 0.23 and 0.140, corresponding with the maturity stages. The minimal values were detected in October (0.089) and November (0.096). The *M. Squalida* maturity stages were as follows: I (Undifferentiated); II (Early activity); III (Development); IV (Late activity); V (Maturity) and VI (Spawning). Oocyte diameters of the stage II, were from 3 to 11  $\mu$ . For the stage III, the oocytes were from 3 to 47.7  $\mu$ , predominating the cells diameters of 10-29.9  $\mu$ . The oocytes in the stage IV had from 3 to 58.3  $\mu$ , predominating the diameter of 20-39.9  $\mu$ . For the oocytes in the stage V it was from 3 to 53.3  $\mu$ , prevailing the diameters of 30-49.9  $\mu$ . The stage VI represented cells diameters of 3.5 to 65  $\mu$ , having a predominance of 20-39.9  $\mu$ . Taking into account this results for culturing the clam, we propose to work in the spawning under laboratory conditions, during April to May with specimens of 70-80 mm and 90-150 g. For broodstocking, the temperatures of 22 and 23°C are adequate and to culturing the larvae it is necessary maintaining a temperature of 30-32°C.

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Ejemplares de almeja chocolata, <i>Megapitaria squalida</i> , de la Bahía de Altata, Sinaloa. Colectados en diciembre del 2003.	5
2	Complejo lagunar Altata-Ensenada del Pabellón, Sinaloa. El punto dentro del recuadro marca el sitio de colecta.	12
3	Medidas realizadas a los ejemplares de almeja chocolata, <i>Megapitaria squalida</i> , (de acuerdo a Putiers, 1995).	14
4	Comportamiento puntual de la temperatura de fondo (a) y salinidad (b) en el área de estudio de la almeja chocolata, <i>Megapitaria squalida</i> , de enero a diciembre del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México.	18
5	Distribución de frecuencias de longitudes de hembras y machos de <i>Megapitaria squalida</i> , de enero a diciembre del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México.	20
6	Distribución de frecuencias de pesos total y peso húmedo del cuerpo, de hembras y machos de <i>Megapitaria squalida</i> , de enero a diciembre del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México.	21
7	Longitudes promedio $\pm$ DS mensuales para hembras (a) y machos (b) de almeja chocolata, <i>Megapitaria squalida</i> , de enero a diciembre del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México.	24
8	Pesos totales promedio $\pm$ DS mensuales para hembras (a) y machos (b) de almeja chocolata, <i>Megapitaria squalida</i> , de enero a diciembre del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México.	26
9	Relación Longitud-Peso Total de Hembras+Machos de la almeja chocolata, <i>Megapitaria squalida</i> , de enero a diciembre del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México.	27
10	Relación Longitud-Peso Total de Hembras (a) y Machos (b) de la almeja chocolata, <i>Megapitaria squalida</i> , de enero a diciembre del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México.	28

11	Pesos húmedo del cuerpo promedio $\pm$ DS mensuales para hembras (a) y machos (b) de almeja chocolata, <i>Megapitaria squalida</i> , de enero a diciembre del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México.	31
12	Índice de Condición promedio $\pm$ DS mensual para hembras (a) y machos (b) de almeja chocolata, <i>Megapitaria squalida</i> , de enero a diciembre del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa.	34
13	Corte histológico de gónada de ejemplar de <i>Megapitaria squalida</i> en estadio I (100x), colectado en el mes de junio del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México. Barra = 104 $\mu$ .	35
14	Corte histológico de gónada de un macho de <i>Megapitaria squalida</i> en estadio II (400x), colectado en el mes de febrero del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México. Barra = 16.7 $\mu$ .	37
15	Corte histológico de gónada de una hembra de <i>Megapitaria squalida</i> en estadio II (100x), colectada en el mes de septiembre del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México. Barra = 104 $\mu$ .	37
16	Corte histológico de gónada de una hembra de <i>Megapitaria squalida</i> en estadio II (400x), colectada en el mes de septiembre del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México. Barra = 16.7 $\mu$ .	38
17	Corte histológico de gónada de una hembra de <i>Megapitaria squalida</i> en estadio II (1000x), colectada en el mes de septiembre del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México. Barra = 9.25 $\mu$ .	38
18	Corte histológico de gónada de un macho de <i>Megapitaria squalida</i> en estadio III (400x), colectado en el mes de febrero del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México. Barra = 16.7 $\mu$ .	39
19	Corte histológico de gónada de una hembra de <i>Megapitaria squalida</i> en estadio III (100x), colectada en el mes de febrero del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México. Barra = 104 $\mu$ .	39
20	Corte histológico de gónada de una hembra de <i>Megapitaria squalida</i> en estadio III (400x), colectada en el mes de febrero del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México. Barra = 16.7 $\mu$ .	40

21	Corte histológico de gónada de un macho de <i>Megapitaria squalida</i> en estadio IV (400x), colectado en el mes de abril del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México. Barra = 16.7 $\mu$ .	40
22	Corte histológico de gónada de una hembra de <i>Megapitaria squalida</i> en estadio IV (100x), colectada en el mes de febrero del 2003, en la Bahía de Altata en Navolato, Sinaloa, México. Barra = 104 $\mu$ .	41
23	Corte histológico de gónada de una hembra de <i>Megapitaria squalida</i> en estadio IV (400x), colectada en el mes de febrero del 2003, en la Bahía de Altata en Navolato, Sinaloa, México. Barra = 16.7 $\mu$ .	41
24	Corte histológico de gónada de un macho de <i>Megapitaria squalida</i> en estadio V (100x), colectado en el mes de enero del 2003, en la Bahía de Altata en Navolato, Sinaloa, México. Barra = 104 $\mu$ .	43
25	Corte histológico de gónada de una hembra de <i>Megapitaria squalida</i> en estadio V (100x), colectada en el mes de enero del 2003, en la Bahía de Altata en Navolato, Sinaloa, México. Barra = 104 $\mu$ .	43
26	Corte histológico de gónada de una hembra de <i>Megapitaria squalida</i> en estadio V (400x), colectada en el mes de enero del 2003, en la Bahía de Altata en Navolato, Sinaloa, México. Barra = 16.7 $\mu$ .	44
27	Corte histológico de gónada de un macho de <i>Megapitaria squalida</i> en estadio VI (100x), colectado en el mes de noviembre del 2003, en la Bahía de Altata en Navolato, Sinaloa, México. Barra = 104 $\mu$ .	44
28	Corte histológico de gónada de una hembra de <i>Megapitaria squalida</i> en estadio VI (100x), colectada en el mes de septiembre del 2003, en la Bahía de Altata en Navolato, Sinaloa, México. Barra = 104 $\mu$ .	45
29	Corte histológico de gónada de una hembra de <i>Megapitaria squalida</i> en estadio VI (400x), colectada en el mes de septiembre del 2003, en la Bahía de Altata en Navolato, Sinaloa, México. Barra = 16.7 $\mu$ .	45



30	Corte histológico de gónada de una hembra de <i>Megapitaria squalida</i> en estadio VI (1000x), colectada en el mes de septiembre del 2003, en la Bahía de Altata en Navolato, Sinaloa, México. Barra = 18.5 $\mu$ .	46
31	Corte histológico de gónada de una hembra de <i>Megapitaria squalida</i> en estadio VI (100x), colectada en el mes de septiembre del 2003, en la Bahía de Altata en Navolato, Sinaloa, México. Barra = 104 $\mu$ .	46
32	Desarrollo gonadal en Hembras y Machos de almeja chocolata <i>Megapitaria squalida</i> , de enero a diciembre del 2003 en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México. I: Indiferenciado, II: Actividad Temprana, III: En Desarrollo, IV: Actividad Tardía, V: Maduro y VI: En Desove.	48
33	Diámetro promedio mensuales de oocitos (a) y sus núcleos (b) de la almeja chocolata, <i>Megapitaria squalida</i> , de enero a diciembre del 2003.	51
34	Diámetro promedio $\pm$ DS por estadio de oocitos (a) y sus núcleos (b) de la almeja chocolata, <i>Megapitaria squalida</i> , de enero a diciembre del 2003. II: Actividad Temprana, III: En Desarrollo, IV: Actividad Tardía, V: Maduro y VI: En Desove.	54
35	Distribución de frecuencias del diámetro de oocitos con respecto al estadio reproductivo en la almeja chocolata, <i>Megapitaria squalida</i> , de enero a diciembre del 2003. II: Actividad Temprana, III: En Desarrollo, IV: Actividad Tardía, V: Maduro y VI: En Desove.	55

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		PÁGINA
I	Análisis de $\chi^2$ mensual de la proporción Hembras:Machos de almeja chocolata <i>Megapitaria squalida</i> .	19
II	Análisis de varianza y prueba <i>a posteriori</i> de Tukey-Kramer, para longitudes de hembras de almeja chocolata, <i>Megapitaria squalida</i> , obtenidos mensualmente.	23
III	Análisis de varianza y prueba <i>a posteriori</i> de Tukey-Kramer, para longitudes de machos de almeja chocolata, <i>Megapitaria squalida</i> , obtenidos mensualmente.	23
IV	Análisis de varianza y prueba <i>a posteriori</i> de Tukey-Kramer, para pesos totales de hembras de almeja chocolata, <i>Megapitaria squalida</i> , obtenidos mensualmente.	27
V	Análisis de varianza y prueba <i>a posteriori</i> de Tukey-Kramer, para pesos totales de machos de almeja chocolata, <i>Megapitaria squalida</i> , obtenidos mensualmente.	27
VI	Análisis de varianza y prueba <i>a posteriori</i> de Tukey-Kramer, para pesos húmedos del cuerpo de hembras de almeja chocolata, <i>Megapitaria squalida</i> , obtenidos mensualmente.	30
VII	Análisis de varianza y prueba <i>a posteriori</i> de Tukey-Kramer, para pesos húmedos del cuerpo de machos de almeja chocolata, <i>Megapitaria squalida</i> , obtenidos mensualmente.	30
VIII	Análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis y prueba <i>a posteriori</i> de los IC de hembras de almeja chocolata, <i>Megapitaria squalida</i> , obtenidos mensualmente.	32
IX	Análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis y prueba <i>a posteriori</i> de los IC de machos de almeja chocolata, <i>Megapitaria squalida</i> , obtenidos mensualmente.	33
X	Análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis y prueba <i>a posteriori</i> del diámetro de oocitos de almeja chocolata, <i>Megapitaria squalida</i> , obtenidos mensualmente.	49

XI	Análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis y prueba <i>a posteriori</i> del diámetro de núcleos de oocitos de almeja chocolata, <i>Megapitaria squalida</i> , obtenidos mensualmente.	50
XII	Análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis y prueba <i>a posteriori</i> del diámetro de oocitos por estadio, de almeja chocolata, <i>Megapitaria squalida</i> .	53
XIII	Análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis y prueba <i>a posteriori</i> del diámetro de núcleos por estadio, de almeja chocolata, <i>Megapitaria squalida</i> .	53

## I.-INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.

Los moluscos constituyen uno de los grupos de mayor importancia económica por su potencial de cultivo, los cuales se encuentran representados en el Pacífico Mexicano por 52 familias (Poutiers, 1995a, 1995b; Roper *et al.*, 1995). El Golfo de California es reconocido por su gran biodiversidad y los moluscos es uno de los grupos más importantes desde el punto de vista económico y ecológico, pues existen 53 especies sujetas a explotación, 22 de forma comercial y el resto como pesquerías de subsistencia (Baqueiro-Cárdenas, 1989). Dichos organismos son un importante elemento del funcionamiento del ecosistema y constituyen la principal fuente de alimento de muchas especies de peces, crustáceos y aves (Martínez-Córdova, 1996).

El aprovechamiento óptimo de los recursos marinos implica no solamente su conocimiento y correcta explotación, sino además y de manera prioritaria la conservación de los ecosistemas donde estos se desarrollan (Martínez-Córdova, 1985). También es importante el establecimiento de técnicas de cultivo de dichos recursos que son extraídos indiscriminadamente, lo cual disminuye sus poblaciones a causa de su sobreexplotación.

Para enfrentar el problema de la disminución de poblaciones de especies, Martínez-Córdova (1996) propone tres atinadas alternativas: a) racionalizar la captura de especies fuertemente explotadas o sobreexplotadas; b) buscar especies alternativas susceptibles a ser explotadas; y c) el semicultivo o cultivo de especies, sobretodo de aquellas de alto nivel comercial. Para lo anterior es necesario el conocimiento de la biología y ecología de las especies de interés.

Sin duda alguna la tercera alternativa es la más viable en este momento y los investigadores y productores buscan opciones de acuicultura de organismos de importancia comercial, principalmente las que se han visto amenazadas en los últimos años por su inmoderada extracción. Muchas especies con potencial acuícola se estudian actualmente con fines acuiculturales como es el caso de las langostas espinosas *Panulirus inflatus* y *P. gracilis*, que son consideradas un recurso de alto valor comercial (Puga-López, 2004); el callo de hacha, *Atrina maura* (Rodríguez-Jaramillo *et al.*, 2001; González-Corona, 2003); la madre perla, *Pinctada mazatlanica* (Saucedo *et al.*, 2001); la mano de león, *Nodipecten (Liropecten) subnodosus* (Racotta *et al.*, 2003) y la ostra perlera, *Pteria sterna* (Serrano-Guzmán y Salinas-Ordaz, 1993). En México se encuentran en proceso de expansión los cultivos de ostión, almeja, mejillón y abulón, y ya se

consideran actividades económicas importantes en diversos estados de la república, como Baja California Sur, Baja California, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Campeche y Tabasco (SAGARPA, 2001).

En las costas del Pacífico Mexicano existen sociedades cooperativas de producción pesquera que cultivan con éxito diferentes especies de moluscos entre los que sobresalen el mejillón azul, *Mytilus galloprovincialis*; el ostión japonés, *Crassostrea gigas* y abulón rojo, *Haliotis rufescens*. Además, se encuentran otros cultivos experimentales como la almeja mano de león, *Lyropecten subnodosus*, almeja catarina, *Argopecten ventricosus* y *Chione* spp. (Cáceres-Martínez, 2000). Sin embargo no ha sido posible prescindir de la explotación de especies de moluscos marinos, pues la exigencia de mercado es cada vez mayor. Los Estados en la república más importantes en la producción de almeja son: Baja California Sur con 5.607 ton, Baja California con 1,137 ton y Sinaloa con 419 (SAGARPA, 2001).

En Sinaloa, hay varias especies de bivalvos sujetas a la pesca para el mercado local, que constituyen la única fuente de ingresos para muchas familias de los campos pesqueros ubicados en los márgenes de las bahías. De los moluscos explotados destacan los siguientes géneros: *Anadara* spp. (Arcidae), *Laevicardium* spp. (Cardiidae), *Saccostrea* spp. (Ostreidae), *Argopecten* spp. (Pectinidae), *Dosinia* spp. (Veneridae), *Atrina* spp. (Pinnidae) y otros géneros como *Chione* spp. y *Megapitaria* spp. (Veneridae).

La Bahía de Altata en Sinaloa es una de las más importantes del Estado, por el gran potencial económico que representa la actividad turística y pesquera que ahí se desarrolla. También es uno de los principales productores de almejas a nivel estatal, en especial de almeja chocolate, pertenecientes al género *Megapitaria* del cual se derivan dos especies, *M. aurantiaca* y *M. squalida*; esta última es la más abundante y por ende la más explotada en la bahía. Su carne es muy apreciada para el consumo humano y en los últimos años ha logrado traspasar los mercados locales y llegar hasta los mercados nacionales importantes como son Puerto Vallarta, Jalisco y el Distrito Federal.

En Altata la principal actividad económica es la captura de camarón, que es explotado por 36 sociedades cooperativas de producción pesquera lo cual genera 2,104 empleos (SAGARPA, 2001; SEGOB, 2004<sup>1</sup>). Este crustáceo se captura con mayor intensidad durante septiembre ya que las capturas después de este mes ya no son

---

<sup>1</sup> Enciclopedia de los municipios de México, SEGOB, 2004. [www.elocal.gob.mx/wb2/ELOCAL/Sinaloa](http://www.elocal.gob.mx/wb2/ELOCAL/Sinaloa)

redituables debido a los bajos rendimientos que se tienen con respecto al gasto de insumos para esta práctica. Por lo anterior, como actividad alterna, los pescadores se dedican a la extracción de almeja chocolata, ya que se extrae todo el año y tiene una buena aceptación en el mercado local.

A lo largo de la bahía existen varios bancos de almeja chocolata, que constantemente son explotados, ya sea durante la baja mar cuando quedan completamente fuera del agua los bajos de arena donde se encuentra el recurso, por lo que se extraen directamente con la mano o bien mediante buceo libre durante la pleamar. *Megapitaria squalida* no tiene ninguna regulación, lo cual a la larga puede disminuir las poblaciones por sobreexplotación, aunado a cambios ambientales que afecten esta especie como ha sucedido en poblaciones naturales de otras especies como la almeja pismo, *Tivela stultorum* (Searcy-Bernal y Juárez-Romero, 1991) en Baja California, donde es aprovechada principalmente para el consumo humano, y en menor escala para la manufactura de artesanías (Castro-Ortiz *et al.*, 1992; Quiñónez-Arreola *et al.*, 2003).

El cultivo de moluscos bivalvos en la actualidad esta tomando un auge importante ya que su aceptación en el mercado es cada vez mayor. Las poblaciones naturales de ostiones, mejillones, abulones y almejas que están sujetas a explotación pesquera van disminuyendo paulatinamente como consecuencia de la extracción inmoderada de estos moluscos aunado al poco interés que se le a dado al conocimiento de su ecología y biología que indudablemente son las bases para explotación y el cultivo sustentable.

Los moluscos bivalvos son organismos que se desarrollan en cuerpos de agua con una gran productividad primaria como es el caso de las lagunas costeras que son cuerpos de agua paralelos a la costa con un alto contenido de nutrientes y múltiples fuentes de productividad primaria y secundaria. Sus características de relativo aislamiento las convierte en trampas de nutrientes y las altas temperaturas propician tasas de velocidad considerables en todos los procesos biogeoquímicos involucrados en su reutilización. La productividad real y potencial de estos cuerpos de agua ha sido considerada como una de las más altas en el mundo y la principal condicionante para esta productividad es la aportación constante de nutrientes del componente vegetal lo cual permite el buen desarrollo del fitoplancton (Contreras-Espinosa, 1993; Santoyo-Reyes, 1994).

La composición florística del fitoplancton en las lagunas costeras es muy diversa y su variación depende de la interacción de diversos factores como la salinidad, el flujo de

mareas, la concentración de nutrientes, la temperatura, etc. Las diatomeas, dinoflagelados, clorofitas y cocolitofóridas son las más abundantes en lagunas de salinidades de 30 a 40‰. El valor máximo anual de crecimiento fitoplanctónico se alcanza durante la primavera. Las diatomeas son las más abundantes en estos ambientes acuáticos de tal modo que integran el 90% de la comunidad fitopláctica (Contreras-Espinosa, 1993; Santoyo-Reyes, 1994).

En las lagunas costeras mexicanas es común llegar a medir productividades de 125 mg C/m<sup>3</sup>/hr, con una relativa permanencia, alcanzando valores máximos en primavera y verano del orden de los 350 mg C/m<sup>3</sup>/hr (Contreras-Espinosa, 1993). Aunque no existen trabajos relacionados con la productividad primaria en la bahía de Altata, Santoyo-Reyes, (1994) cita que en lagunas de Sonora y Sinaloa se han registrado valores de 15.0 a 184 mg C/m<sup>3</sup>/hr, lo cual muestra que la bahía de Altata al encontrarse en Sinaloa, podría presentar una productividad dentro del rango mencionado. Sin embargo, en esta área no hay cultivo de ninguna especie de moluscos.

Sobre la biología de la especie, la almeja chocolate o almeja negra pertenece al Phylum: Mollusca, Clase: Bivalvia, Familia: Veneridae, Genero: *Megapitaria* y Especie: *squalida*. Se distribuye desde laguna Ojo de Liebre, Baja California, México hasta Mancora, Perú. Tiene una concha porcelanosa, gruesa y pesada, alargada-ovalada con umbos anteriores frecuentemente algo prolongados en la parte posterior (Fig 1). Su superficie externa es lisa, a excepción de una serie de líneas concéntricas esculpidas en los umbos y de estrías bajas, concéntricas de crecimiento. Las valvas son de color café clara opaca, bajo un perióstraco liso fuertemente adherente de color café-grisáceo brillante a menudo arrugado en el límite de la pendiente posterior, este es frecuentemente jaspeado o con franjas, y superficie interna con un borde café claro (Baqueiro y Stuardo, 1977; Poutiers, 1995).

En los ejemplares jóvenes predomina la coloración en "zig-zag" o de líneas radiales, la cual se mantiene en la parte dorsal de los adultos. El ligamento externo, se sitúa sobre una plataforma ligeramente incrustada en la parte posterior de la chamela que presenta tres fuertes dientes cardinales en cada valva y dientes laterales bien desarrollados: uno fuerte en la valva izquierda y dos más pequeños juntos con una foseta mediana profunda en la valva derecha.



Figura 1.- Ejemplares de almeja chocolata, *Megapitaria squalida*, de la Bahía de Altata, Sinaloa. Colectados en diciembre del 2003.



Presenta huellas de los aductores circulares, una cicatriz del músculo retractor ligeramente hundida en la concha debajo de la placa dentaria, justo por detrás de la cicatriz del aductor anterior. Su línea paleal está bien marcada y el seno paleal es profundo y redondeado, con el extremo anterior aguzado. Los bordes internos son lisos y el interior de la concha es blanco con un tinte violáceo ligero. Puede alcanzar un tamaño de hasta 120 mm, aunque la talla más común es de 8 cm (Baqueiro y Stuardo, 1977; Poutiers, 1995).

Las especies *Megapitaria squalida* y *M. auriantaca* son morfológicamente idénticas y la única característica que permite distinguir una especie de la otra es el color del perióstraco que en *M. auriantaca* es de color café-naranja, y para *M. squalida* es de color café-grisáceo brillante pero cuando se encuentran en fondos en que domina el limo con una alta concentración de materia orgánica, toma una coloración negra, la cual desaparece al mantenerlas en agua limpia. Otra característica de estas especies es que su distribución está regulada por la composición de los sedimentos y la energía a la que está sujeto el fondo, ya que la distribución de *M. squalida* está dada por el diámetro de sedimento en fondos de arena fina con predominio de gruesos, mientras *Megapitaria auriantaca*, prefiere zonas con fondo de arena gruesa a mediana donde la acción de las olas no es muy fuerte (Baqueiro y Stuardo, 1977; Baqueir, 1979; Poutiers, 1995).

Anguas-Vélez y Castro-Ortíz (1990) revelan la posible existencia de dos ecofenotipos de *Megapitaria squalida*, en un estudio realizado en Bahía de Concepción en el Golfo de California. El primer fenotipo se caracteriza por ser la concha más gruesa y oscura, lo cual se observa con más claridad en la amplitud de la charnela, su forma angulada en borde interior de la misma, así como una mayor profundidad de la zona de implantación de músculo aductor posterior. El segundo fenotipo por su parte tiene una concha más delgada y de color más claro, la principal diferencia es con relación a la forma de la charnela que es más delgada y el borde interior es levemente curvado, con los dientes más pequeños y la inserción del músculo aductor posterior es al ras de la cara interna de la concha.

García-Gasca y García-Domínguez (1995) consideran que estas dos especies son de gran importancia pesquera y acuícola, y realizaron un trabajo sobre la histología comparada del manto marginal paleal de las almejas *M. auriantaca* y *M. squalida* en el que describen cinco lóbulos en la zona marginal, para ambas especies. En ambas estructuras se encontraron fibras colágenas y musculares, no encontraron fibras reticulares,

fibras elásticas ni células de Leydig. En general, encontraron que el epitelio es cilíndrico simple, excepto el lado interno del lóbulo interno de *M. aurantiaca*, donde el epitelio es cúbico simple y el epitelio interno de la zona paleal de ambas especies es cilíndrico ciliado. En el área entre el lóbulo interno y el lóbulo medio interno de *M. aurantiaca*, se observaron células secretoras con basofilia intensa, concentradas en la zona subepitelial, positivas a la reacción de ácido per-iodico (PAS).

En relación con la reproducción de *M. squalida* existen pocos trabajos relacionados con la especie. Se sabe que en general los moluscos bivalvos presentan diferencia marcada en relación a su reproducción y regiones geográficas diferentes. Shumway (1991) señala que los moluscos bivalvos tienen diferencias en sus ciclos de madurez en función de la profundidad, latitud, estacionalidad, entre otros, por lo que en cada región invariablemente se encontrarán diferencias en el patrón de reproducción.

Quiñónez-Arreola *et al.* (2003) realizaron un trabajo en dos localidades de Baja California, México, en Bahía de Juncalito y Ojo de Liebre, en el que encontraron que *M. squalida* es un organismo gonocórico, pero que presenta hermafroditismo incidental. La actividad reproductiva de la especie en Bahía de Juncalito fue continua todo el año, con varios picos de reproducción; mientras que en Ojo de Liebre, detectaron una estacionalidad bien marcada de septiembre a enero, definida por las bajas temperaturas. Con estos resultados los autores concluyen que existen diferencias marcadas en el patrón de reproducción para esta almeja entre ambas localidades.

Por otra parte Baqueiro y Stuardo (1977), en un estudio realizado en Zihuatanejo e Isla Ixtapa en Guerrero, México, documentan que la reproducción de *M. squalida* es relativamente constante durante todo el año con dos periodos máximos de desove, uno en Mayo a 27°C y otro en Octubre a 28°C y a una salinidad de 33‰. Determinaron que la especie presenta cinco fases gonádicas: FI (Indiferenciado), FII (Gametogénesis), FIII (Madurez), FIV (Desove) y FV (Posdesove). También encontraron una longitud máxima de 72.4 mm y una mínima de 11.5 mm; una altura máxima de 60.9 mm y una mínima de 9.5 mm; un ancho máximo de 39.3 mm y un mínimo de 5.1 mm. Para el peso del cuerpo sin concha registraron máximos de 41.5 g y mínimos de 0.2 g. Además estimaron un crecimiento promedio mensual de 4.5 mm al mes, en organismos entre 25 y 30 mm y de 0.6 mm en organismos entre 70 y 75 mm.

Durante los años 70's. en el estado de Guerrero, México, *M. squalida*, *M. aurantiaca* y *Dosinia ponderosa* estuvieron sujetas a una serie de estudios relacionados con su ecología y biología pues en ese momento fueron fuertemente explotadas debido a su gran importancia comercial, y la sobreexplotación del recurso exigía la localización de nuevas zonas de extracción (Baqueiro y Stuardo, 1977; Baqueir, 1979). La explotación inmoderada de estos recursos durante años anteriores, se refleja en las producciones pesqueras nacionales, a tal grado que en la actualidad, el Estado de Guerrero ni siquiera aparece como productor de almeja en la producción pesquera nacional del recurso almeja (SAGARPA, 2001).

En realidad poco se ha hecho para contribuir al conocimiento bioecológico de las almejas; la falta de un manejo adecuado de las poblaciones aprovechables aunado a la falta de conocimiento de la biología y ecología de muchas especies, han llevado a su agotamiento (Martínez-Córdova, 1987). Por lo que este trabajo puede contribuir con la información de su reproducción, para el buen manejo del recurso Chocolate (*Megapitaria squalida*) en la Bahía de Altata en Navolato, Sinaloa.

Particularmente no existen estudios de la reproducción de *M. squalida* en Sinaloa por lo que es de esperarse que presente diferencias con respecto a otros lugares de estudio. Por esto es importante establecer la variación que presenta esta especie en su reproducción durante un ciclo anual con el fin de manejarla para fines de explotación como el establecimiento de vedas, que permitan extraer y conservar las poblaciones naturales. Además mediante el conocimiento del ciclo gametogénico y las condiciones de desarrollo en el medio natural como temperatura, salinidad y relaciones biométricas de la especie se pude generar la información para su futuro cultivo ya que existen especies de la misma familia que están en cultivo en diferentes países del mundo, como la almeja manila, *Venerupis japonica*, también conocida como *Tapes philippinarun* (Toba *et al.*, 1992; Ponurovsky y Yacovlev, 1992)

Es importante señalar que cualquier especie cultivable debe reunir la suficiente información que permita incursionar con éxito en su cultivo, la biología de la especie es fundamental en conjunto con los factores en el medio natural. Por ejemplo, el aspecto de su reproducción y sus variaciones temporales con la temperatura son aspectos que permiten manejar los reproductores al momento de implementar sistemas de producción

de semillas para su cultivo. En dicho contexto a continuación se presentan los objetivos de este estudio.

#### Objetivo General.

Realizar el análisis del ciclo reproductivo de la almeja chocolata, *Megapitaria squamata*, de la Bahía de Altata en Navolato, Sinaloa, con la finalidad de que el conocimiento generado sobre su biología reproductiva sirva como base para su manejo y fomento en cultivo.

#### 3.2.-Objetivos Particulares.

a).- Definir el patrón gametogénico de la almeja chocolata, *Megapitaria squamata*, durante un ciclo anual.

b).- Realizar el análisis de la variación de tamaño de las células reproductivas femeninas (oocitos), en función de la etapa de madurez.

c).- Describir la escala de madurez para hembras y machos de *Megapitaria squamata* mediante observaciones histológicas y mediciones de células reproductivas (oocitos).

d).- Determinar temperatura, salinidad y profundidad del área de colecta durante el estudio.

e).- Describir las relaciones biométricas como tallas, pesos, índices de condición (IC) y proporción de sexo.

## II.-OBJETIVOS.

### II.1.-Objetivo General.

Realizar el análisis del ciclo reproductivo de la almeja chocolata, *Megapitaria squalida*, de la Bahía de Altata en Navolato, Sinaloa, con la finalidad de que el conocimiento generado sobre su biología reproductiva sirva como base para su manejo y futuro cultivo.

### II.2.-Objetivos Particulares.

- a).- Definir el patrón gametogénico de la almeja chocolata, *Megapitaria squalida*, durante un ciclo anual.
- b).- Realizar el análisis de la variación de tamaño de las células reproductivas femeninas (oocitos), en función de la etapa de madurez.
- c).- Describir la escala de madurez para hembras y machos de *Megapitaria squalida* mediante observaciones histológicas y mediciones de células reproductivas (oocitos).
- d).- Determinar temperatura, salinidad y profundidad del área de colecta durante su estudio.
- e).- Describir las relaciones biométricas como tallas, pesos, índice de condición (IC) y proporción de sexos.

### III.- MATERIALES Y METODOS.

#### III.1.-Descripción e importancia del área de estudio.

El complejo lagunar, Bahía de Altata-Ensenada del pabellón (Fig. 2), se localiza en la porción Centro-Norte de la planicie costera de Sinaloa entre los municipios de Culiacán y Navolato; está limitada por las coordenadas 24° 20' y 24° 40' de latitud Norte y los 107° 30' y 108° 00' longitud Oeste (CAADES, 1996). Es un sistema lagunar de forma irregular, alargada y paralela a la orientación general del litoral, salvo en su porción Sur-Oriental donde adopta forma lobada; está constituido por dos cuencas relativamente someras, parcialmente separadas entre sí por un pronunciado angostamiento ocasionado por un lóbulo formado en la desembocadura fluvial más activa que es el Río Culiacán. Al noroeste, la Bahía de Altata o lagunas Altata, presenta aguas predominantemente salobres y hacia el sureste Ensenada del Pabellón o Pabellones, está constituida por aguas predominantemente marinas (Ayala-Castañeda *et al.*, 1994).

El sistema tiene 55 km de longitud, de los cuales 27 km corresponden a la Bahía de Altata y los restantes a Ensenada del Pabellón. Ambas lagunas cubren un área de 220 km<sup>2</sup>, de los cuales el 60% le corresponde a Ensenada del Pabellón, presenta un piso lagunar irregular, con surcos y canales naturales labrados por las corrientes de marea. La Bahía de Altata presenta una profundidad máxima de 12.6 m con promedio de 5 m; mientras Ensenada del Pabellón presenta una profundidad máxima de 16 m y promedio de 1.5 m. La característica dominante de los sedimentos lagunares es su naturaleza arenosa entre limosas con grava y los limos arenosos, con predominio de partículas de grano fino (Ayala-Castañeda *et al.*, 1994; CAADES, 1996).

El clima de la región es seco semicálido con vientos prevaecientes en el verano procedentes del sureste y durante el resto del año son del noroeste. Presenta una precipitación promedio pluvial anual de 400 a 500 mm, principalmente durante el verano y lluvias escasas a lo largo del año. La temperatura media mensual oscila desde los valores máximos de 30°C en julio y agosto hasta los mínimos de 15°C durante diciembre y febrero. La evaporación supera ampliamente a la precipitación pluvial anual (Ayala-Castañeda *et al.*, 1994). La Bahía de Altata se encuentra en el municipio de Navolato en el cual la actividad pesquera es sobresaliente por su configuración geográfica, se producen cerca de 4 mil toneladas de producto de las pesquerías de almeja, cazón, lisa, mojarra, ostión y camarón (SEGOB, 2004<sup>1</sup>).

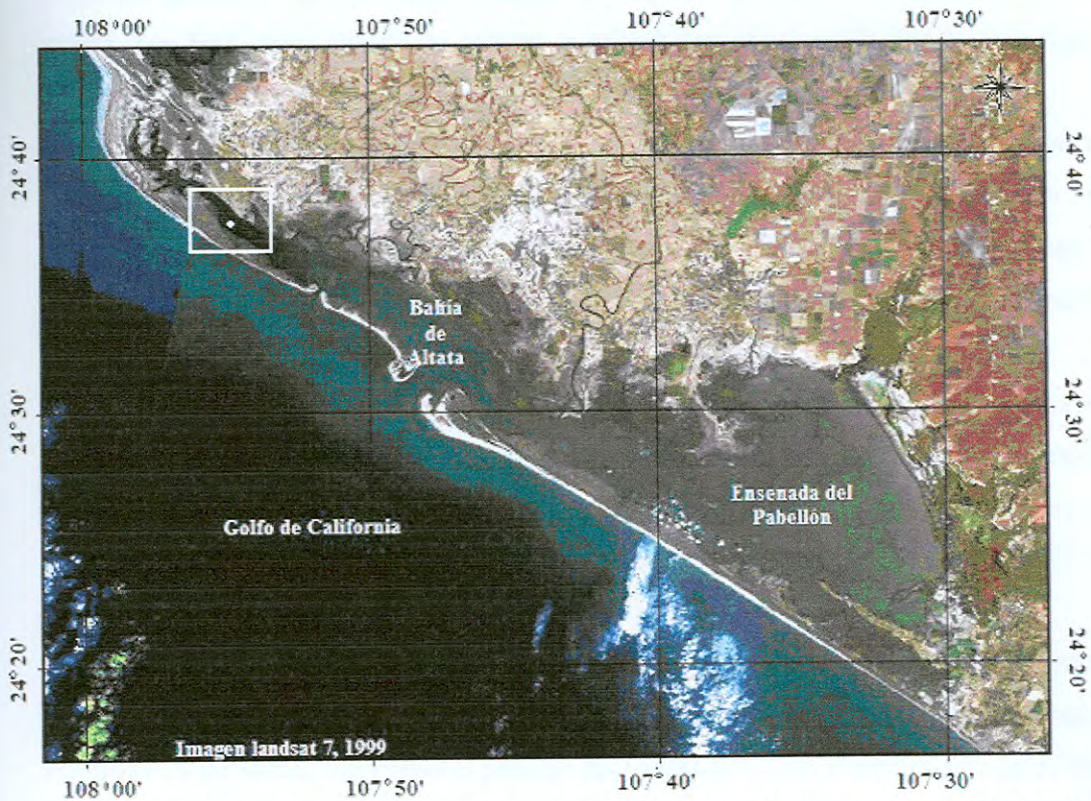


Figura 2.- Complejo lagunar Altata-Ensenada del Pabellón, Sinaloa. El punto dentro del recuadro marca el sitio de colecta.

### III.2.- Obtención de las muestras.

Los muestreos se llevaron a cabo de enero a diciembre del 2003, se colectaron 30 almejas al azar (con excepción de los meses de enero y febrero, en los que se colectaron 60 por mes) los días 28 de cada mes y se registró la profundidad, temperatura y salinidad *in situ*. La muestra se tomó de un banco de almeja poco explotado que se encuentra frente al puerto de Altata, en Navolato, Sinaloa, ubicado en la porción Norte de la Bahía de Altata. Para trasladarse al sitio de colecta se utilizó una embarcación tipo boa de fibra de vidrio de 30 pies de largo con motor fuera de borda de 115 caballos de fuerza.

Los organismos fueron extraídos mediante buceo libre y se trasladaron inmediatamente a tierra firme para luego ser pesados y marcados con una etiqueta en la cual se anotó la fecha, número de muestreo y número de organismo, para luego ser colocados en frascos de plástico de 500 ml con formalina al 10% amortiguada, para su posterior análisis histológico.

La temperatura del fondo se determinó con un termómetro de mercurio con escala de -15°C a 150°C y divisiones de 1° C, el cual se dejaba caer al agua y se registraba la temperatura. Para la determinación de la salinidad se utilizó un refractómetro de mano y el agua se tomó del fondo con una botella de plástico de 250 ml. Para determinar la profundidad se utilizó una cuerda graduada atada a una plomada como contrapeso.

Después de marcar y pesar cada organismo empleando una balanza granataria (OAHUS) y obtener el peso total (PT) del organismo aún vivo, se obtuvo el peso del cuerpo (PC) sin valvas; así como el peso de las valvas (PV). En el laboratorio se midió la longitud (Lon), la altura (Al) y el espesor (Esp) de acuerdo a Poutiers (1994) (Fig. 3). Esto se realizó a cada uno de los ejemplares, mediante un Vernier digital marca Mitutoyo modelo CD-6''BS, para lo cual se guardaron la valvas de cada almeja y se marcaron con el número correspondiente y fecha de muestreo.

### III.3.-Determinación del índice de condición (IC).

Con los pesos y longitudes obtenidos se determinó el IC donde se aplicó la fórmula descrita por Choi y Chang (2003):

$$IC = \frac{PC(g)}{Lon(mm) \times Al(mm) \times Esp(mm)} \times 1000$$

Donde:

PC = Peso del Cuerpo (g)

Lon = Longitud (mm)

Al = Altura (mm)

Esp = Espesor (mm).



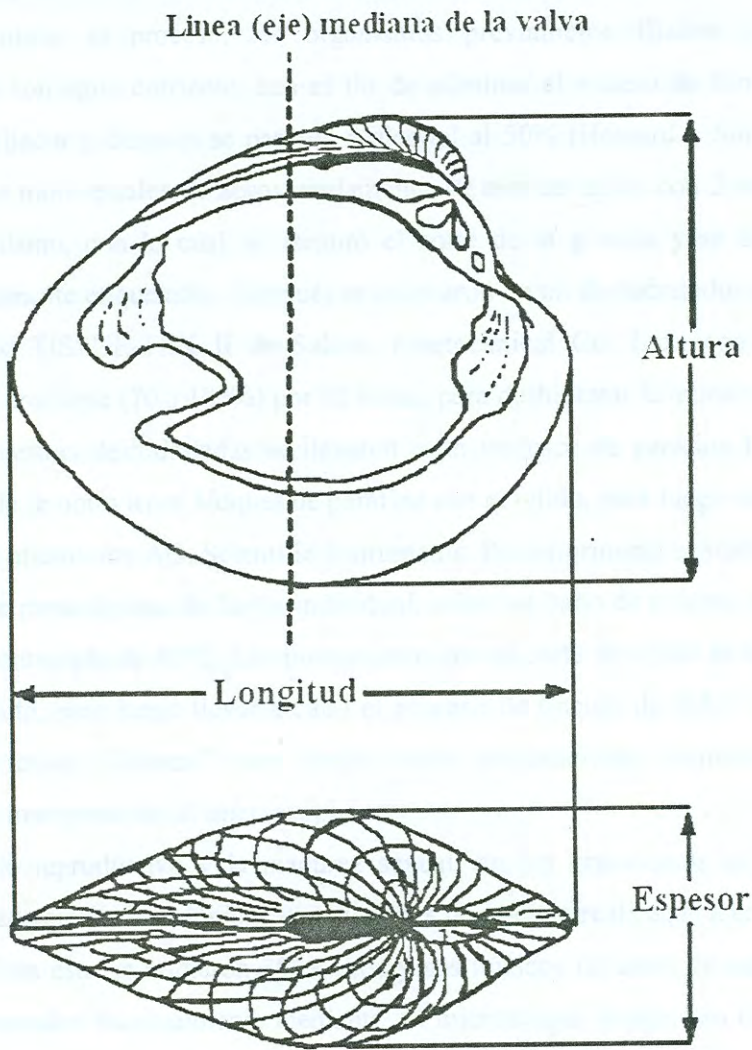


Figura 3.- Medidas realizadas a los ejemplares de almeja chocolata, *Megapitaria squalida*, (de acuerdo a Putiers, 1995).

#### **III.4.- Determinación del ciclo gametogénico.**

Una vez en el laboratorio; para la determinación del ciclo gametogénico se realizó el análisis histológico, con la técnica que comprende el proceso de deshidratación de tejidos, inclusión en parafina, corte al microtomo, montaje, tinción con Hematoxilina y Eosina (H&E) y montaje permanente en resina (Howard y Smith, 1983).

Para iniciar el proceso, los organismos previamente fijados se enjuagaron perfectamente con agua corriente, con el fin de eliminar el exceso de formalina que se utilizó como fijador y después se pasaron a alcohol al 50% (Howard y Smith, 1983). Se hicieron cortes transversales de aproximadamente 10 mm de tejido con 2 mm de espesor de cada organismo, con lo cual se aseguró el corte de la gónada y se depositaron en cassetes previamente etiquetados. Después se colocaron en un deshidratador automático de tejidos modelo TISSUE-TEK II de Sakura Finetechnical Co. Ltd., con alcoholes de concentración creciente (70 a 100%) por 12 horas, para deshidratar la muestra (Anexo 1).

Las muestras deshidratadas se llevaron a un inclusor de parafina Leica, modelo EG1160, donde se obtuvieron bloques de parafina con el tejido, para luego ser cortados a 5 micras con un microtomo AO, Scientific Instruments. Posteriormente se realizó el montaje de tejido sobre portaobjetos, de forma individual, sobre un baño de tejidos, con gelatina, a temperatura controlada de 45°C. Los portaobjetos con el corte de tejido se desparafinaron a 56°C en estufa, para luego llevar a cabo el proceso de tinción de H&E (Anexo 2). Se montaron en resina "Citoseal" para quedar como preparaciones permanentes para su observación e interpretación al microscopio.

El ciclo reproductivo y la madurez sexual, en los organismos se determinaron mediante observaciones histológicas y mediciones de oocitos realizadas a cada uno de los organismos. Para esto se midieron 30 oocitos y sus núcleos (al azar) de cada uno de los estadios encontrados mensualmente mediante un microscopio compuesto (Carl zeiss std. 25) con cámara y reglilla de medición calibrada.

#### **III.5.- Elaboración de la escala de madurez para *Megapitaria squalida*.**

La tabla para identificación de los estadios gametogénicos o fases de desarrollo de las células reproductoras de hembras y machos, se elaboraron mediante la medición de oocitos, observación y descripción al microscopio de la gónada en 416 cortes histológicos correspondientes al total de la muestra. Se utilizaron criterios de identificación de fases de desarrollo para otras especies de moluscos como: *Megapitaria squalida*, *Megapitaria*

*aurantiaca* y *Dosinia ponderosa* (Baqueiro y Stuardo, 1977); *Atrina maura* (Rodríguez-Jaramillo *et al.*, 2001); *Pinctada fucata martensii* (Choi y Chang, 2003) y *Crassostrea gigas* (Langos-Reynoso *et al.*, 2000).

### III.6.- Análisis Estadísticos.

Se realizó el análisis estadístico como a continuación se menciona: la estadística descriptiva mensual así como la elaboración de tablas, gráficas, relaciones biométricas de longitud-peso y prueba *t* para longitudes, peso húmedo del cuerpo, peso total e índice de condición (IC), se realizaron en el programa EXCEL (2000).

Se hicieron pruebas de normalidad a todos los datos de tallas, longitudes, IC y diámetros de oocitos y núcleos (Zar, 1984; Fry, 1993). Para lo anterior primeramente se elaboraron histogramas de frecuencias con el programa estadístico JMP (2001) (Silveira-Gramont y Serna-Félix, 2004) y posteriormente fueron sometidos a la prueba de homogeneidad de varianzas de Bartlett (Anexo 3), con el paquete estadístico, Statgraphics Plus (2001).

Para el análisis de la variación temporal de las tallas y pesos en cada sexo se utilizó una ANDEVA de una vía y pruebas *a posteriori* de Tukey-Kramer (JMP, 2001). En el caso del IC y diámetros de oocitos y núcleos se realizó una prueba de Kruskal-Wallis, con el programa Statgraphics Plus (2001) ya que no cumplieron los supuestos de homogeneidad de varianzas.

Para describir el tipo de crecimiento, se aplicó el modelo de crecimiento  $Y=aX^b$  (Reiss, 1989), donde *Y* es el peso total, *a* es el intercepto (coeficiente de crecimiento inicial), *X* es la longitud y *b* es el coeficiente de crecimiento. La ecuación se utilizó también en la forma logarítmica linealizada:  $\log Y = \log a + b \log X$  (Batschelet, 1979). Para comprobar que los valores de *b* obtenidos fueron significativamente diferentes con respecto al valor isométrico ( $b=3$ ) se aplicó una prueba *t* ( $H_0: b=3$  ó  $H_1: b>3$ ) (Anexo 4), con un nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 0.05$ ) (Sahai y Martinez, 1996).

Para verificar la proporción de sexos en la totalidad de la muestra y la variación mensual, los datos de proporción de sexos se sometieron a una prueba de  $\chi^2$  (Zar, 1984).

## **IV.- RESULTADOS.**

### **IV.1.-Temperatura, Salinidad y Profundidad.**

En el presente estudio se encontró que la temperatura en la Bahía de Altata, presentó una clara estacionalidad con temperaturas menores en invierno, mientras las máximas se presentaron de primavera a verano con una variación anual de 18 a 32°C (Fig. 4a). Así, durante los meses de enero a abril la temperatura puntual solo varió un grado, pues se mantuvo entre los 22 y 23°C. Posteriormente, la temperatura se elevó y se mantuvo como máxima durante los meses de mayo a octubre entre 29 y 32°C. Sin embargo, en el mes de noviembre empezó a descender hasta llegar a 18°C en diciembre (Fig. 4a). Por su parte la salinidad se mantuvo constante durante todo el año a 37 ‰ con excepción de los meses de abril y mayo que presentaron una salinidad de 36.5 ‰ (Fig. 4b). La profundidad promedio de colecta fue de 3.3 metros.

### **IV.2.-Sexos, Tallas y Pesos.**

De acuerdo a los análisis histológicos se determinó que 214 fueron hembras y 202 machos. El análisis de  $\chi^2$  ( $p < 0.05$ ) reveló una proporción de 1:1 en todos los meses (Tabla I).

Durante el periodo de estudio, en general para ambos sexos, el intervalo de longitudes fue de 58.9 a 90.9 mm (Anexo 5), con el 32% de las hembras entre 75 y 79.9 mm, mientras 35.5% de los machos se encontró en el intervalo de 70 a 74.9 mm (Fig. 5).

Para los pesos totales (con concha) el mínimo fue de 52.3 g y el máximo de 197.6 g (Anexo 4) con el 26% de las hembras y el 29% de los machos entre los 110 a 129.9 g (Fig. 6a).

Los valores encontrados para el peso húmedo del cuerpo oscilaron entre los 7.5 y 39.1 g (Anexo 4) con el 36% de los individuos de ambos sexos entre los 15 y 19.9 g (Fig. 6b).

#### **IV.2.1.-Longitudes.**

Mediante la  $t$  de student se demostró que las longitudes entre hembras y machos fueron iguales ( $t = 0.8170$ ,  $p > 0.05$ ). La longitud mínima para hembras fue de 59.7 mm en el mes de febrero y la máxima de 90.9 en el mes de noviembre; para los machos la longitud mínima fue de 58.9 mm en el mes de febrero y la máxima de 87.6 en el mes de octubre (Anexo 4).

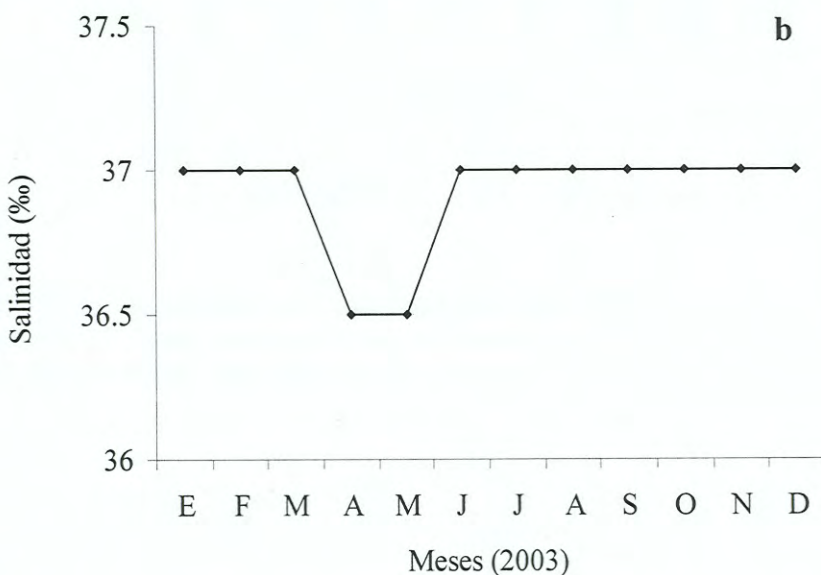
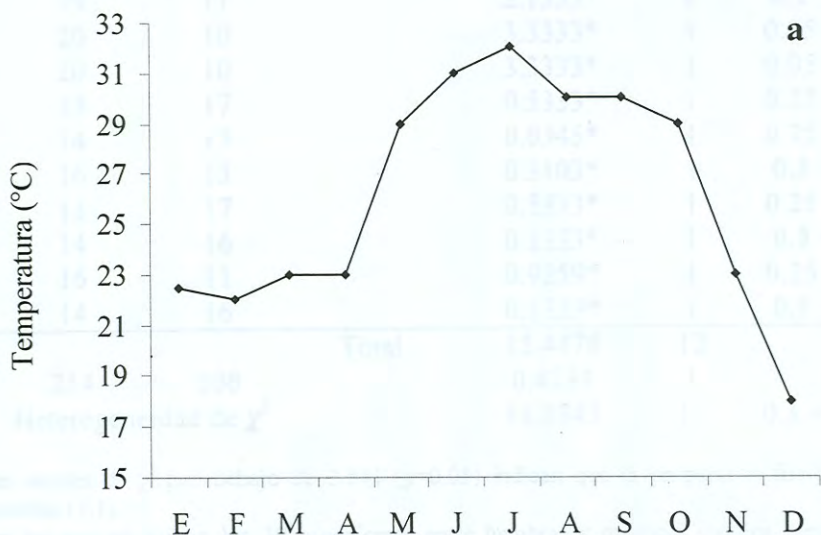


Figura 4.- Comportamiento puntual de la temperatura de fondo (a) y salinidad (b) en el área de estudio de la almeja chocolata, *Megapitaria squalida*, de enero a diciembre del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México.

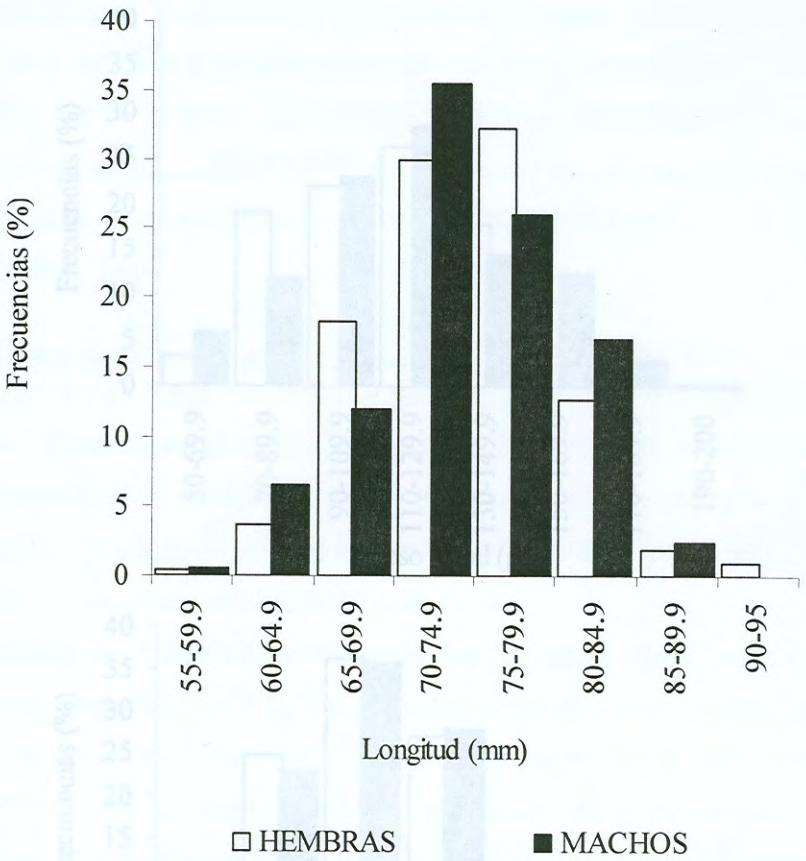
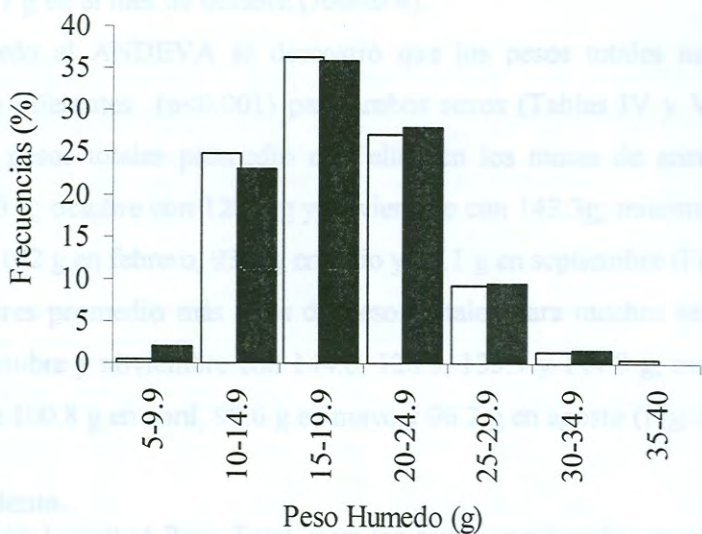
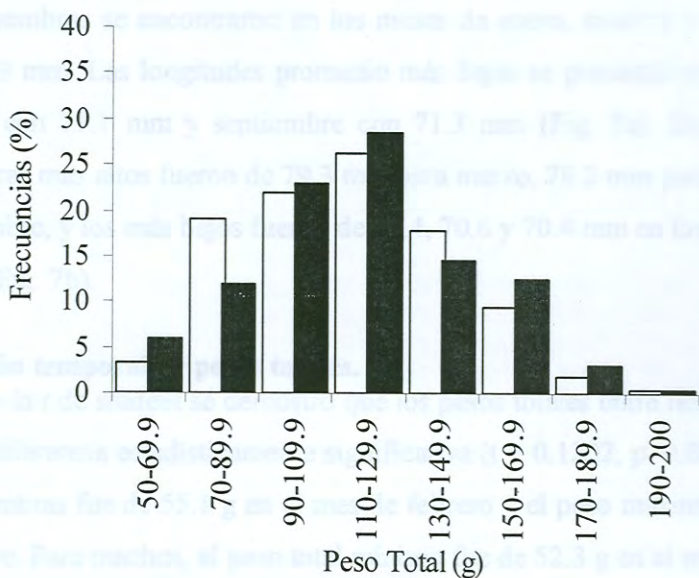


Figura 5.- Distribución de frecuencias de longitudes de hembras y machos de *Megapitaria squalida*, de enero a diciembre del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México.



□ HEMBRAS                      ■ MACHOS

Figura 6.- Distribución de frecuencias de pesos total y peso húmedo del cuerpo, de hembras y machos de *Megapitaria squalida*, de enero a diciembre del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México.

De acuerdo al ANDEVA las longitudes mensuales fueron estadísticamente diferentes ( $p < 0.001$ ) para hembras y machos (Tablas II y III). Las longitudes promedio más altas para hembras se encontraron en los meses de enero, octubre y noviembre con 77.2, 77.7 y 80.9 mm. Las longitudes promedio más bajas se presentaron en febrero con 71.4 mm, julio con 71.1 mm y septiembre con 71.3 mm (Fig. 7a). En el caso de los machos los valores más altos fueron de 79.3 mm para marzo, 78.2 mm para octubre y 79.5 mm para noviembre, y los más bajos fueron de 69.4, 70.6 y 70.4 mm en los meses de abril, mayo y agosto (Fig. 7b).

#### **IV.2.2.-Variación temporal de pesos totales.**

Mediante la  $t$  de student se demostró que los pesos totales entre hembras y machos no presentaron diferencia estadísticamente significativa ( $t = 0.1202$ ,  $p > 0.05$ ). El peso total mínimo para hembras fue de 55.1 g en el mes de febrero y el peso máximo de 197.6 g en el mes de octubre. Para machos, el peso total mínimo fue de 52.3 g en el mes de enero y el máximo de 193.7 g en el mes de octubre (Anexo 4).

De acuerdo al ANDEVA se demostró que los pesos totales mensuales fueron estadísticamente diferentes ( $p < 0.001$ ) para ambos sexos (Tablas IV y V). Las hembras presentaron los pesos totales promedio más altos en los meses de enero con 132.4 g; marzo con 130.3 g; octubre con 128.3 g y noviembre con 143.3g; mientras los pesos mas bajos fueron de 102 g en febrero, 93.4 g en julio y 95.1 g en septiembre (Fig. 8a).

Los valores promedio más altos de pesos totales para machos se encontraron en marzo, junio, octubre y noviembre con 144.6, 128.9, 135.9 y 144.8 g, respectivamente, y los más bajos de 100.8 g en abril, 99.6 g en mayo y 96.2 g en agosto (Fig. 8b).

#### **IV.2.3.-Crecimiento.**

La relación Longitud-Peso Total, para los sexos combinados mostró el valor de  $b$  (exponente) de 3.1448 (Fig. 9). Para hembras fue de 3.0871, mientras para machos fue de 3.1989 (Fig. 10). El resultado de la prueba  $t$  linealizada demostró que el crecimiento fue alométrico para ambos sexos ( $t = 3.7712$ ,  $p < 0.0005$ ), así como para machos ( $t = 2.6740$ ,  $p < 0.005$ ) y hembras ( $t = 2.7990$ ,  $p < 0.005$ ).

#### **IV.2.4.-Peso húmedo del cuerpo.**

Mediante la  $t$  de student se demostró que los pesos húmedos del cuerpo entre hembras y macho fueron estadísticamente iguales ( $t = 0.9109$ ,  $p > 0.05$ ).



Tabla II.- Análisis de varianza y prueba *a posteriori* de Tukey-Kramer, para longitudes de hembras de almeja chocolata, *Megapitaria squalida*, obtenidos mensualmente.

Tabla de ANDEVA					
	GL	Suma de Cuadrados	Media Cuadrática	F	P
MES	11	1751.5088	159.228	6.6136	0.0001
Error	202	4863.294	24.076		
C. Total	213	6614.8028			

Prueba de Tukey-Kramer												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ENE		*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
FEB			NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	*	NS
MAR				NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
ABR					NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS
MAY						NS	NS	NS	NS	NS	*	NS
JUN							NS	NS	NS	NS	*	NS
JUL								NS	NS	NS	*	NS
AGO									NS	NS	*	NS
SEP										NS	*	NS
OCT												NS
NOV												
DIC												

\* Denotan diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

Tabla III.- Análisis de varianza y prueba *a posteriori* de Tukey-Kramer, para longitudes de machos de almeja chocolata, *Megapitaria squalida*, obtenidos mensualmente.

Tabla de ANDEVA					
	GL	Suma de Cuadrados	Media Cuadrática	F	P
MES	11	1637.4794	148.862	5.3924	0.0001
Error	188	5189.9465	27.606		
C. Total	199	6827.4259			

Prueba de Tukey-Kramer												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ENE		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
FEB			NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS
MAR				*	*	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS
ABR					NS	*	NS	NS	NS	*	*	NS
MAY						NS	NS	NS	NS	*	*	NS
JUN							NS	*	NS	NS	NS	NS
JUL								NS	NS	NS	NS	NS
AGO									NS	*	*	NS
SEP										NS	NS	NS
OCT											NS	NS
NOV												NS
DIC												

\* Denotan diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

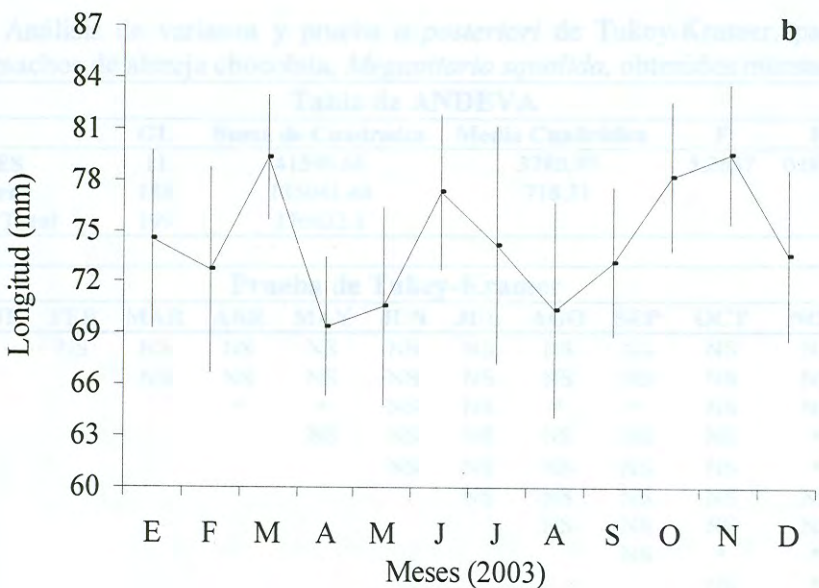
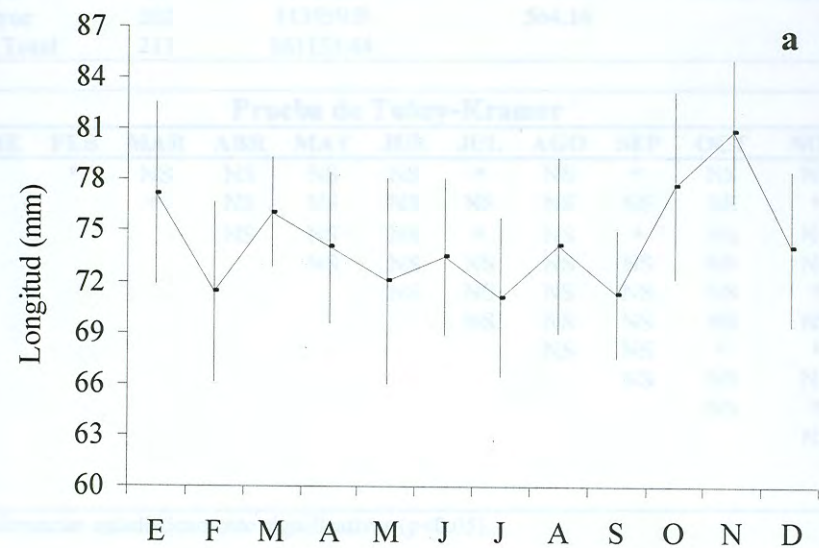


Figura 7.- Longitudes promedio $\pm$ DS mensuales para hembras (a) y machos (b) de almeja chocolate, *Megapitaria squalida*, de enero a diciembre del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México.

Tabla IV.- Análisis de varianza y prueba *a posteriori* de Tukey-Kramer, para pesos totales de hembras de almeja chocolata, *Megapitaria squalida*, obtenidos mensualmente.

Tabla de ANDEVA						
	GL	Suma de Cuadrados	Media Cuadrática	F	P	
MES	11	47173.54	4288.5	7.6016	0.0001	
Error	202	113959.9	564.16			
C. Total	213	161133.44				

Prueba de Tukey-Kramer												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ENE		*	NS	NS	NS	NS	*	NS	*	NS	NS	NS
FEB			*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS
MAR				NS	NS	NS	*	NS	*	NS	NS	NS
ABR					NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
MAY						NS	NS	NS	NS	NS	*	NS
JUN							NS	NS	NS	NS	NS	NS
JUL								NS	NS	*	*	NS
AGO									NS	NS	NS	NS
SEP										NS	*	NS
OCT											NS	NS
NOV												*
DIC												

\* Denotan diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

Tabla V.- Análisis de varianza y prueba *a posteriori* de Tukey-Kramer, para pesos totales de machos de almeja chocolata, *Megapitaria squalida*, obtenidos mensualmente.

Tabla de ANDEVA						
	GL	Suma de Cuadrados	Media Cuadrática	F	P	
MES	11	41590.66	3780.97	5.2637	0.0001	
Error	188	135041.44	718.31			
C. Total	199	176632.1				

Prueba de Tukey-Kramer												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ENE		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
FEB			NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
MAR				*	*	NS	NS	*	*	NS	NS	NS
ABR					NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS
MAY						NS	NS	NS	NS	NS	*	NS
JUN							NS	NS	NS	NS	NS	NS
JUL								NS	NS	NS	NS	NS
AGO									NS	*	*	NS
SEP										NS	*	NS
OCT											NS	NS
NOV												NS
DIC												

\*Denotan diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

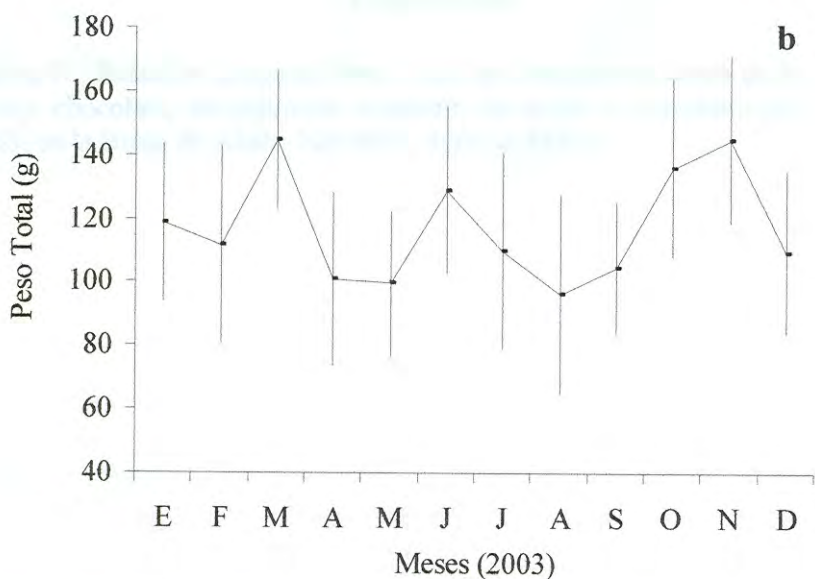
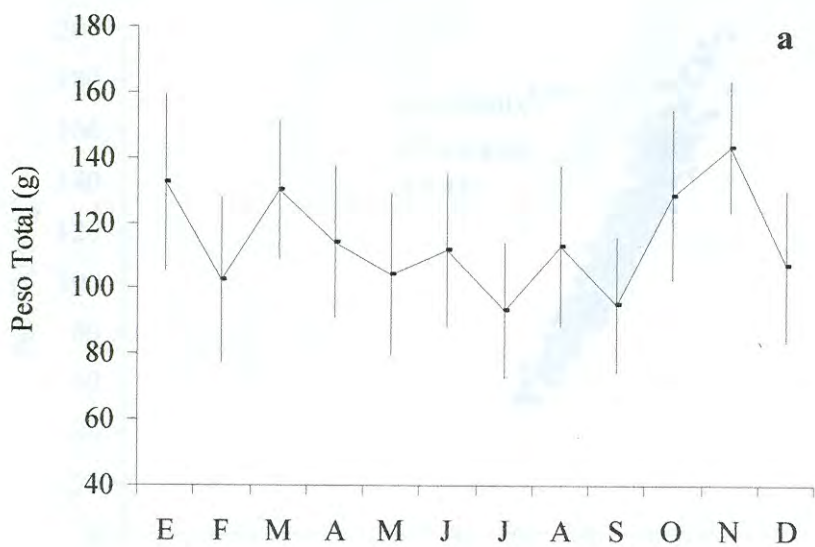


Figura 8.- Pesos totales promedio $\pm$ DS mensuales para hembras (a) y machos (b) de almeja chocolata, *Megapitaria squalida*, de enero a diciembre del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México.

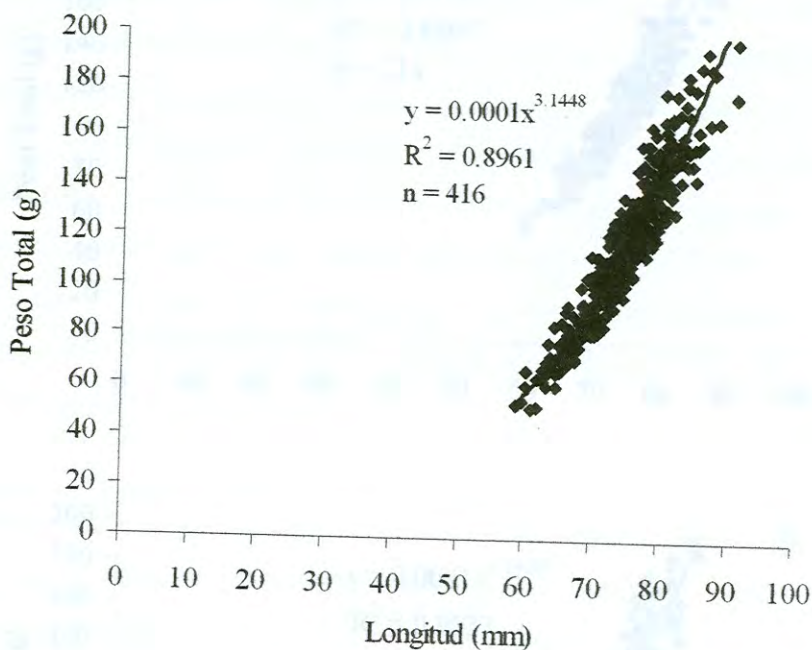


Figura 9.- Relación Longitud-Peso Total de Hembras+Machos de la almeja chocolata, *Megapitaria squalida*, de enero a diciembre del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México.

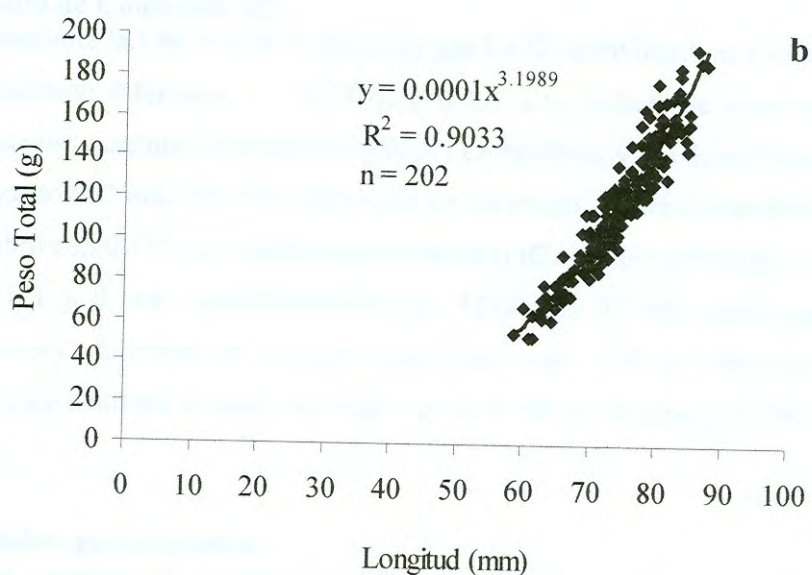
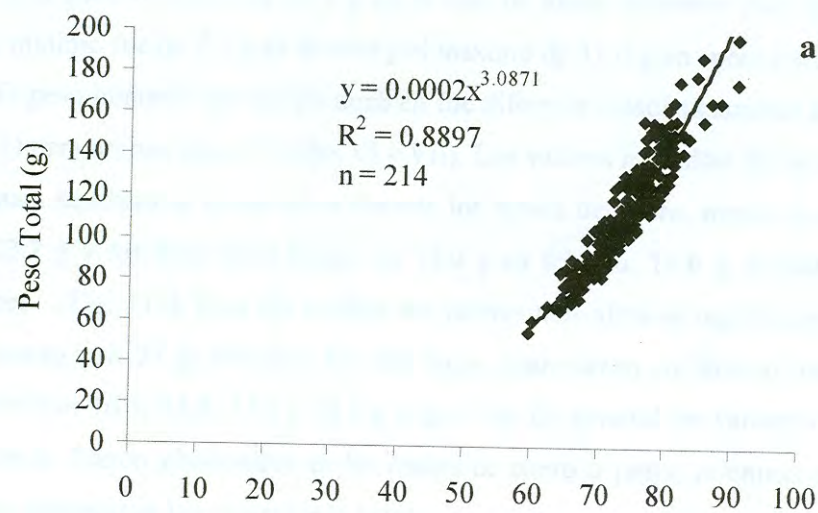


Figura 10.- Relación Longitud-Peso Total de Hembras (a) y Machos (b) de la almeja chocolate, *Megapitaria squalida*, de enero a diciembre del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México.

En hembras el valor mínimo del peso húmedo del cuerpo fue de 9.5 g en el mes de febrero y el peso máximo de 39.1 g en el mes de enero mientras para machos el peso húmedo mínimo fue de 7.5 g en febrero y el máximo de 31.0 g en enero (Anexo 4).

El peso húmedo del cuerpo también fue diferente estadísticamente entre los meses ( $p < 0.001$ ) para ambos sexos (Tablas VI y VII). Los valores más altos del peso húmedo del cuerpo para hembras se presentaron durante los meses de enero, marzo y abril con 25.4, 21.9 y 23.7 g y los más bajos fueron de 15.9 g en febrero, 14.6 g en julio y 14.5 g en septiembre (Fig. 11a). Para los machos los valores más altos se registraron en enero con 22 g y marzo con 25 g; mientras los más bajos aparecieron en febrero, mayo, agosto y septiembre con 16.5, 15.8, 13.9 y 16.2 g (Fig. 11b). En general los valores máximos en el peso húmedo fueron observados en los meses de enero a junio, mientras que de julio a octubre se observaron los valores más bajos.

#### **IV.3.-Índice de Condición (IC).**

Mediante la *t* de student se demostró que los IC entre hembras y machos no fueron estadísticamente diferentes ( $t = 0.7364$ ,  $p > 0.05$ ). Los índices de condición mensuales fueron estadísticamente diferentes ( $p < 0.0001$ ) en hembras y machos (Tablas VIII y IX). En machos los IC más altos se observaron en los meses de enero con 0.136, marzo con 0.125 y abril con 0.136. Las hembras presentaron el IC más alto en los mismos meses, con 0.136, 0.121 y 0.144, respectivamente (Fig. 12a). Los IC más bajos para machos se observaron en los meses de octubre y noviembre con 0.09 y 0.096 respectivamente. Mientras para hembras el valor más bajo fue de 0.088 en octubre y 0.096 en noviembre (Fig. 12b).

#### **IV.4.-Estadios gametogénicos.**

Los estadios de madurez gonádica para hembras y machos de *M. squalida*, quedaron representadas por seis fases las cuales se describen a continuación.

##### **IV.4.1.- Estadio I (Indiferenciado).**

También llamado de reposo, se caracteriza por la ausencia total de acinos o con la presencia de estos sin gametos. Los acinos vacíos se puede observar en organismos adultos como consecuencia de la evacuación total de los gametos (Fig. 13). En organismos jóvenes que no han alcanzado su primera madurez el tejido conectivo ocupa todo el espacio entre la glándula digestiva y el tracto digestivo.

Tabla VI.- Análisis de varianza y prueba *a posteriori* de Tukey-Kramer, para pesos húmedos del cuerpo de hembras de almeja chocolata, *Megapitaria squalida*, obtenidos mensualmente.

Tabla de ANDEVA					
	GL	Suma de Cuadrados	Media Cuadrática	F	P
MES	11	2681.3473	243.759	15.9614	0.0001
Error	202	3084.9065	15.272		
C. Total	213	5766.2538			

Prueba de Tukey-Kramer												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ENE		*	NS	NS	*	*	*	*	*	*	*	*
FEB			*	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS
MAR				NS	NS	NS	*	*	*	NS	NS	NS
ABR					*	*	*	*	*	*	NS	*
MAY						NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
JUN							NS	NS	NS	NS	NS	NS
JUL								NS	NS	NS	*	NS
AGO									NS	NS	NS	NS
SEP										NS	*	NS
OCT											NS	NS
NOV												NS
DIC												

\* Denotan diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

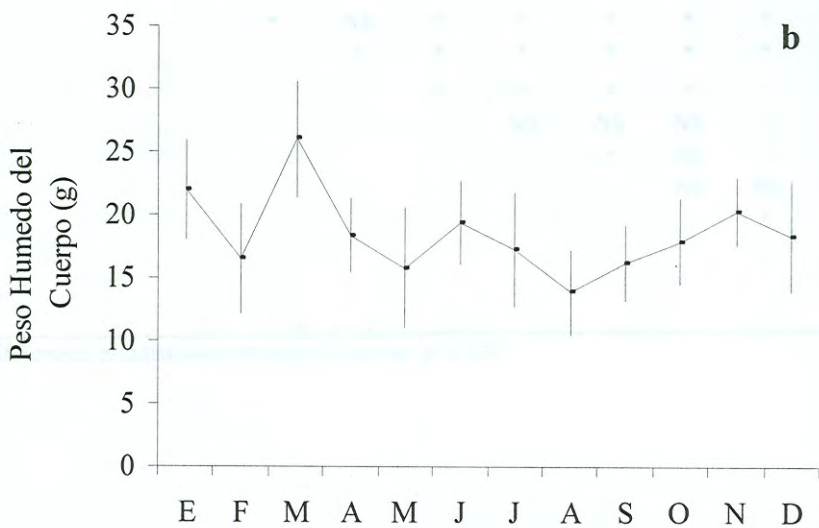
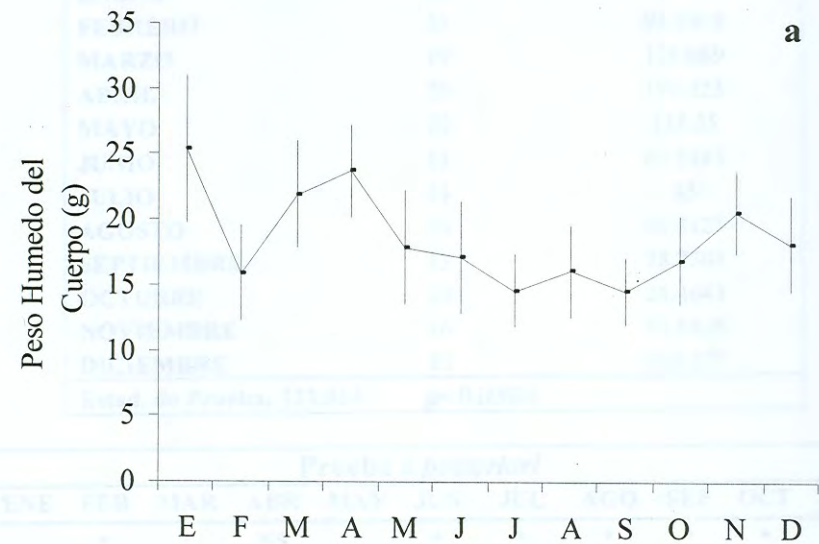
Tabla VII.- Análisis de varianza y prueba *a posteriori* de Tukey-Kramer, para pesos húmedos del cuerpo de machos de almeja chocolata, *Megapitaria squalida*, obtenidos mensualmente.

Tabla de ANDEVA					
	GL	Suma de Cuadrados	Media Cuadrática	F	P
MES	11	1720.4914	156.408	10.2476	0.0001
Error	188	2869.4273	15.263		
C. Total	199	4589.9187			

Prueba de Tukey-Kramer												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ENE		*	NS	NS	*	NS	*	*	*	NS	NS	NS
FEB			*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
MAR				*	*	*	*	*	*	*	NS	*
ABR					NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
MAY						NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
JUN							NS	*	NS	NS	NS	NS
JUL								NS	NS	NS	NS	NS
AGO									NS	NS	*	NS
SEP										NS	NS	NS
OCT											NS	NS
NOV												NS
DIC												

\* Denotan diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).





Meses (2003)

Figura 11.- Pesos húmedo del cuerpo promedio $\pm$ DS mensuales para hembras (a) y machos (b) de almeja chocolate, *Megapitaria squalida*, de enero a diciembre del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México.

Tabla VIII.- Análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis y prueba *a posteriori* de los IC de hembras de almeja chocolata, *Megapitaria squalida*, obtenidos mensualmente.

Tabla de Kruskal-Wallis		
	Tamaño de Muestra	Rango promedio
ENERO	23	177.37
FEBRERO	33	93.6818
MARZO	19	136.689
ABRIL	20	191.125
MAYO	20	135.55
JUNIO	13	82.5385
JULIO	14	85
AGOSTO	16	53.3125
SEPTIEMBRE	13	78.7308
OCTUBRE	14	24.4643
NOVIEMBRE	16	51.8125
DICIEMBRE	13	118.577
Estad. de Prueba: 133.864		p= 0.00001

Prueba <i>a posteriori</i>													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
ENE		*	*	NS	*	*	*	*	*	*	*	*	
FEB			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
MAR				*	*	NS	NS	*	NS	*	*	NS	
ABR					NS	*	*	*	*	*	*	NS	
MAY						*	*	*	*	*	*	*	
JUN							*	*	*	*	*	NS	
JUL								NS	NS	*	*	*	
AGO									*	NS	*	*	
SEP										NS	NS	*	
OCT											*	*	
NOV												NS	
DIC													*

\* Denotan diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

Tabla IX.- Análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis y prueba *a posteriori* de los IC de machos de almeja chocolata, *Megapitaria squalida*, obtenidos mensualmente.

Tabla de Kruskal-Wallis		
	Tamaño de Muestra	Rango promedio
ENERO	37	159.757
FEBRERO	27	83.7222
MARZO	11	151.091
ABRIL	10	176.15
MAYO	10	97.4
JUNIO	17	75.5
JULIO	15	88.9667
AGOSTO	13	66.9231
SEPTIEMBRE	17	82.5882
OCTUBRE	16	24.3125
NOVIEMBRE	11	42.7273
DICIEMBRE	16	111.25
Estad. de Prueba: 115.625		p=0.00001

Prueba <i>a posteriori</i>												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ENE		*	NS	NS	*	*	*	*	*	*	*	*
FEB			*	*	NS	NS	NS	NS	NS	*	*	*
MAR				*	*	*	*	*	*	*	*	*
ABR					*	*	*	*	*	*	*	*
MAY						NS	NS	NS	NS	*	*	NS
JUN							NS	NS	NS	*	*	*
JUL								NS	NS	*	*	NS
AGO									NS	*	NS	*
SEP										*	*	*
OCT											NS	*
NOV												*
DIC												*

\* Denotan diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

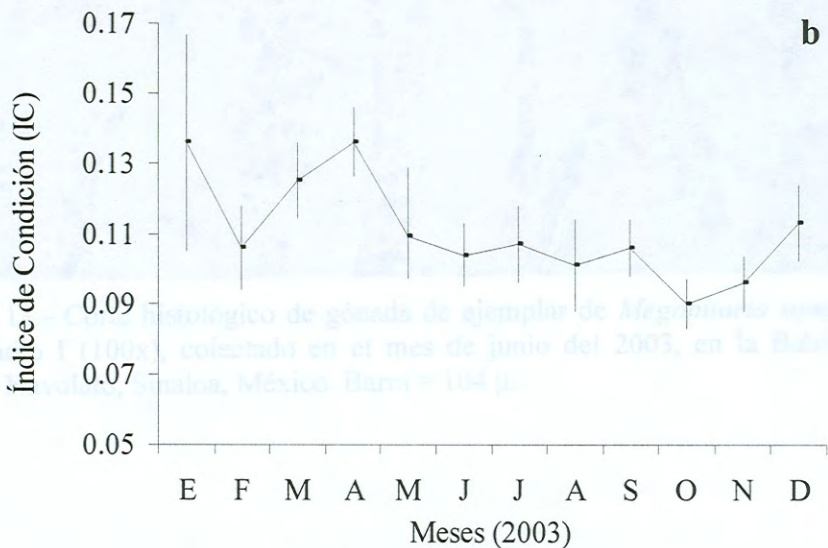
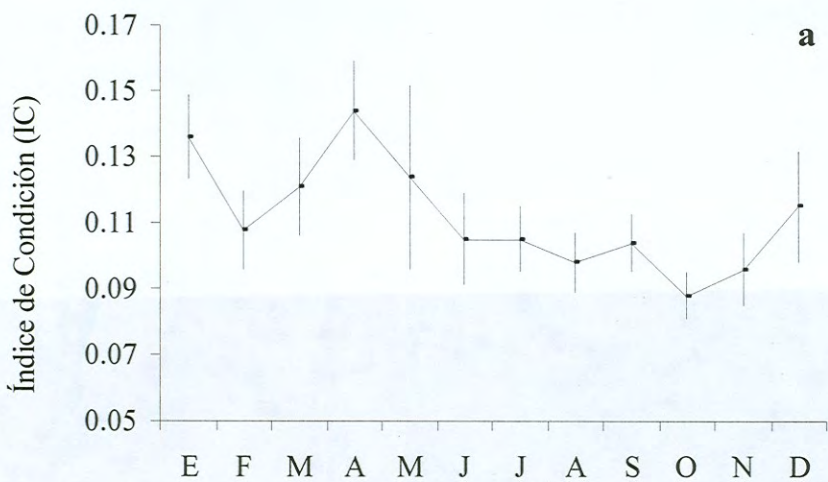


Figura 12.- Índice de Condición promedio $\pm$ DS mensual para hembras (a) y machos (b) de almeja chocolate, *Megapitaria squalida*, de enero a diciembre del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa.

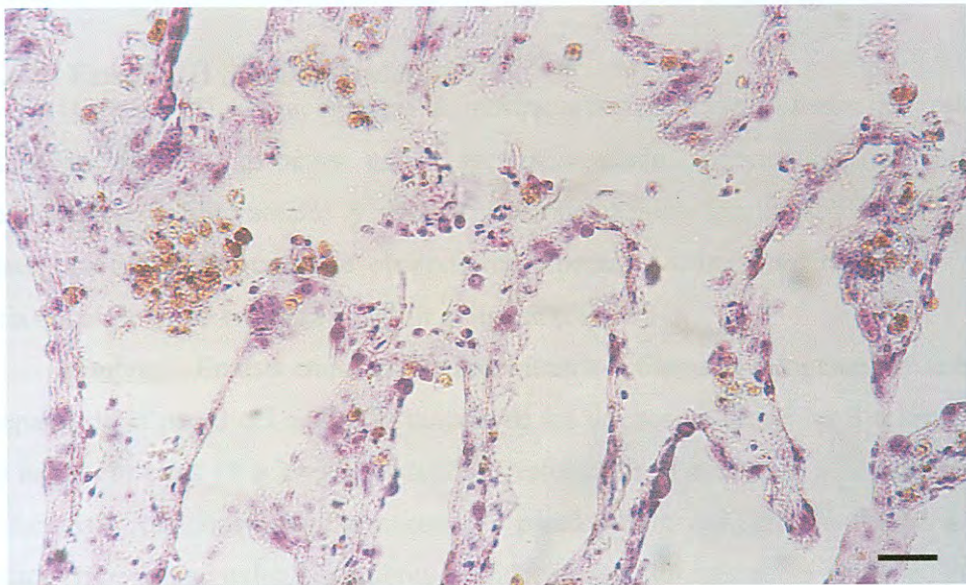


Figura 13.- Corte histológico de gónada de ejemplar de *Megapitaria squalida* en estadio I (100x), colectado en el mes de junio del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México. Barra = 104  $\mu$ .

#### **IV.4.2.- Estadio II (Actividad Temprana).**

Machos.- El epitelio germinal produce espermatogonias esféricas claramente observables localizadas a lo largo de la pared interna del acino en bandas de varias células y ocupa prácticamente toda el área del acino. Varios acinos presentan espermatoцитos y algunos espermatozoides (Fig. 14).

Hembras.- Se observan acinos de paredes gruesas de forma y tamaño irregular en el tejido interfolicular de la gónada. Los acinos se observan casi vacíos con algunas células libres y muchas oogonias en su periferia que van desde las 3 a 11.7  $\mu$ , que empiezan a formar oocitos en los cuales no es muy observable el núcleo (Figs. 15,16 y 17).

#### **IV.4.3.- Estadio III (En Desarrollo).**

Machos.- El acino empieza a mostrar estratificación y todos los estadios de desarrollo de los gametos están presentes desde espermatogonias, abundantes espermatoцитos, espermátides y escasos espermatozoides localizados en el centro del acino. Las espermatogonias se observan claramente situadas alrededor de los acinos y hacia el centro ya se empieza a definir el lumen (Fig.18).

Hembras.- En esta etapa los oocitos entran a la fase de vitelogénesis y se empiezan a separar de la pared del acino. El tamaño de los oocitos va desde las 3 a las 47.7 $\mu$ , con una moda entre las 10 a 29.9  $\mu$ . El tejido interfolicular ha decrecido y se observan acinos de formas y tamaños irregulares con sus paredes delgadas, bien definidas y muchos oocitos en proceso vitelogénico libres y unidos a estas. En esta etapa el núcleo y nucleolo están bien definidos y son claramente observables (Figs. 19 y 20).

#### **IV.4.4.- Estadio IV (Actividad Tardía)**

Machos.- El acino esta bien definido, las espermatogonias adelgazan y la espermatogénesis toma lugar en toda el área del acino. El espacio entre acinos aún es evidente, el lumen se observa semivacío, el número de espermatozoides aumenta y sus colas están localizadas alrededor de este. (Fig. 21).

Hembras.- Los oocitos continúan creciendo y toman forma polihedral que van desde las 3.3 a las 58.3  $\mu$  con una moda entre las 20 y 39.9  $\mu$ . Se observa una gran cantidad de oocitos libres en el lumen. Muchos oocitos están pedunculados incluso una gran cantidad se encuentran unidos a la pared del acino a pesar de que se encuentran en un estado vitelogénico avanzado (Figs. 22 y 23).

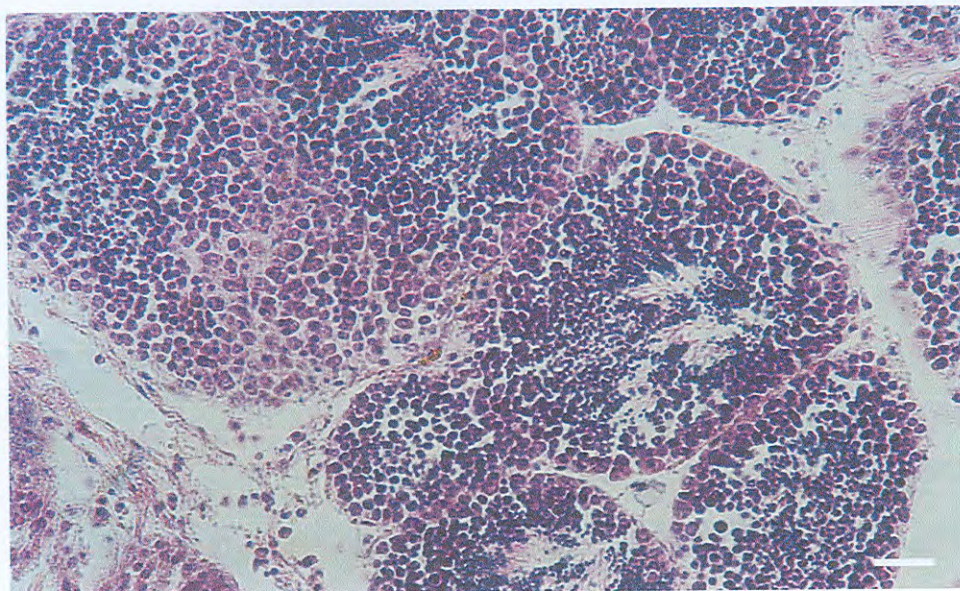


Figura 14.- Corte histológico de gónada de un macho de *Megapitaria squalida* en estadio II (400x), colectado en el mes de febrero del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México. Barra = 16.7  $\mu$ .

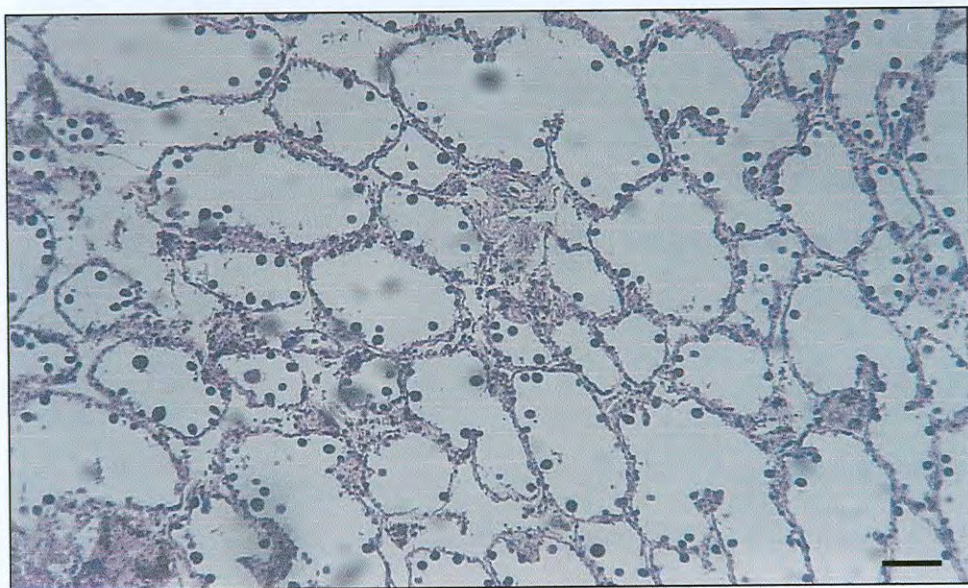


Figura 15.- Corte histológico de gónada de una hembra de *Megapitaria squalida* en estadio II (100x), colectada en el mes de septiembre del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México. Barra = 104  $\mu$ .

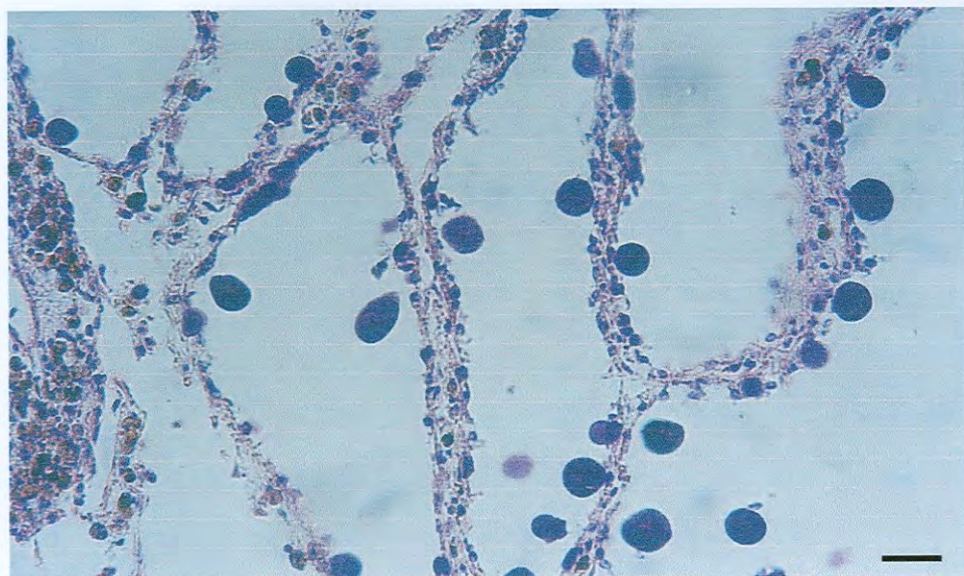


Figura 16.- Corte histológico de gónada de una hembra de *Megapitaria squalida* en estadio II (400x), colectada en el mes de septiembre del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México. Barra = 16.7  $\mu$ .

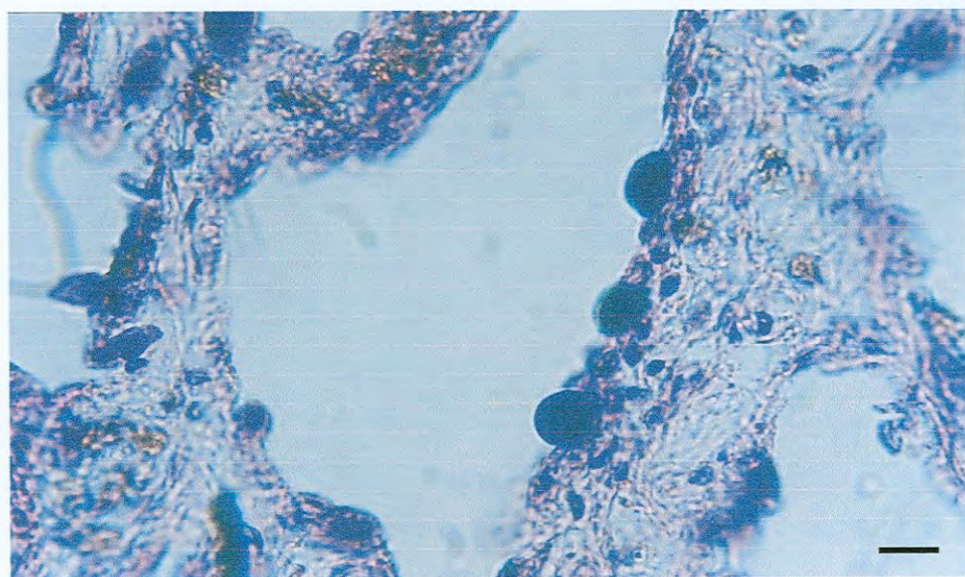


Figura 17.- Corte histológico de gónada de una hembra de *Megapitaria squalida* en estadio II (1000x), colectada en el mes de septiembre del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México. Barra = 9.25  $\mu$ .



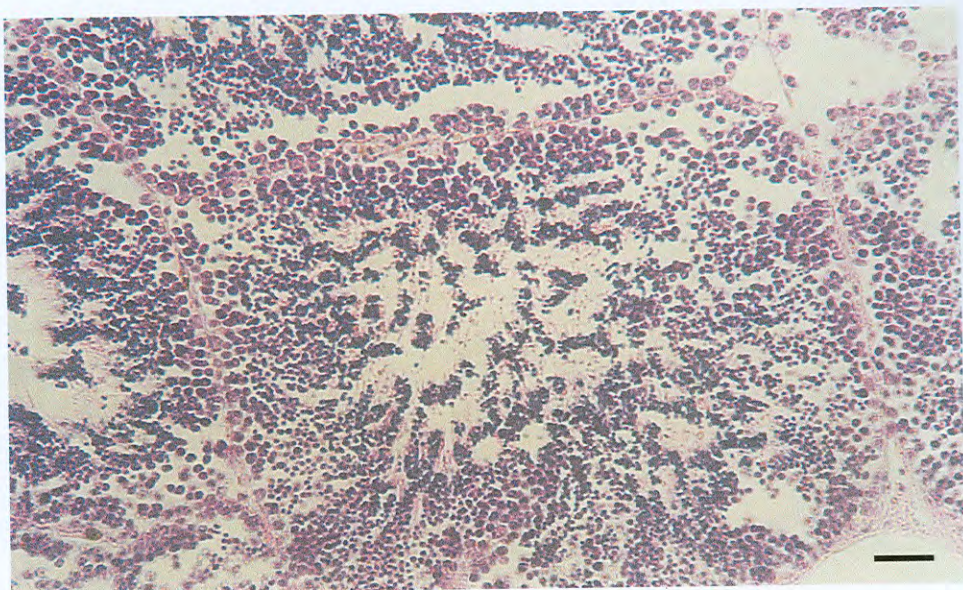


Figura 18.- Corte histológico de gónada de un macho de *Megapitaria squalida* en estadio III (400x), colectado en el mes de febrero del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México. Barra = 16.7  $\mu$ .

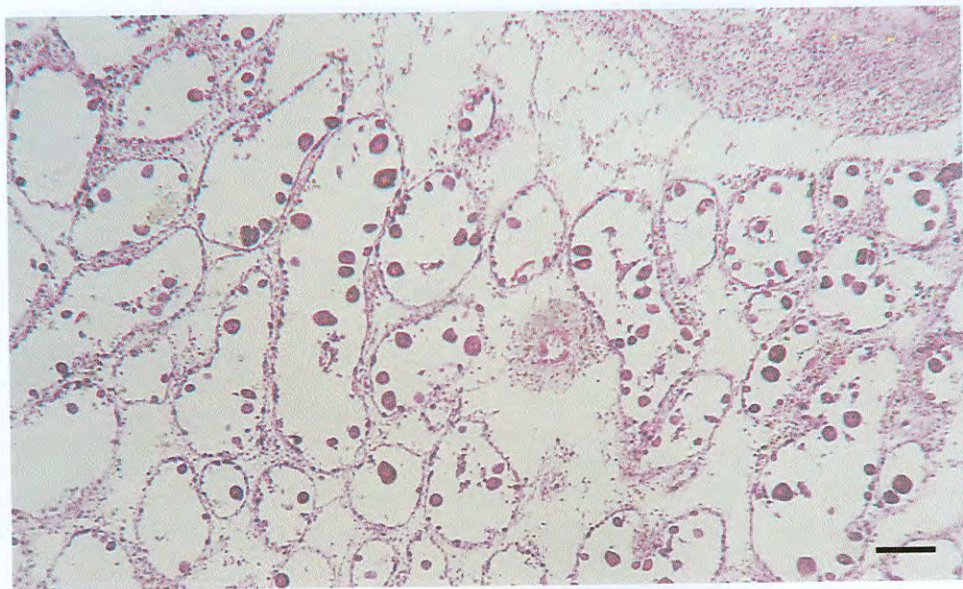


Figura 19.- Corte histológico de gónada de una hembra de *Megapitaria squalida* en estadio III (100x), colectada en el mes de febrero del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México. Barra = 104  $\mu$ .

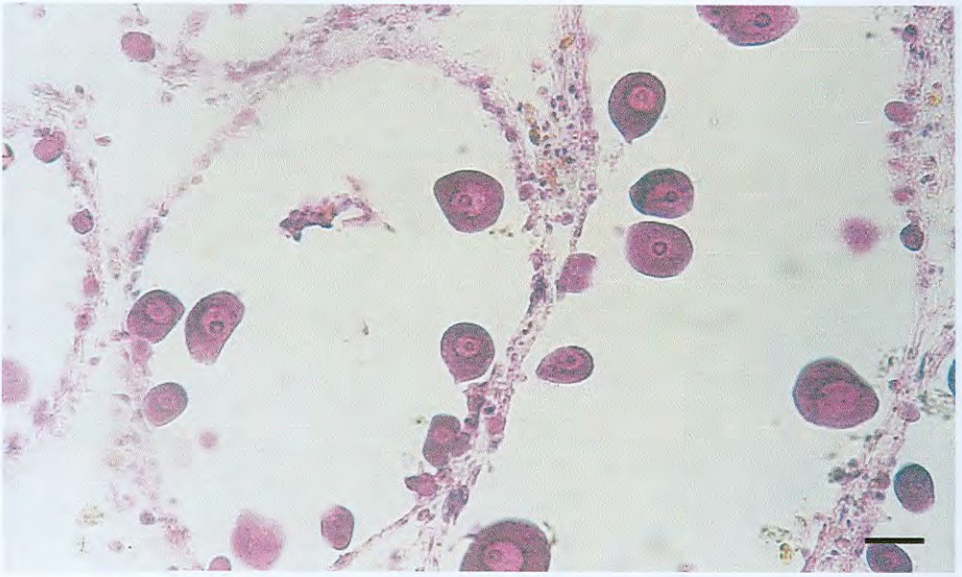


Figura 20.- Corte histológico de gónada de una hembra de *Megapitaria squalida* en estadio III (400x), colectada en el mes de febrero del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México. Barra = 16.7  $\mu$ .

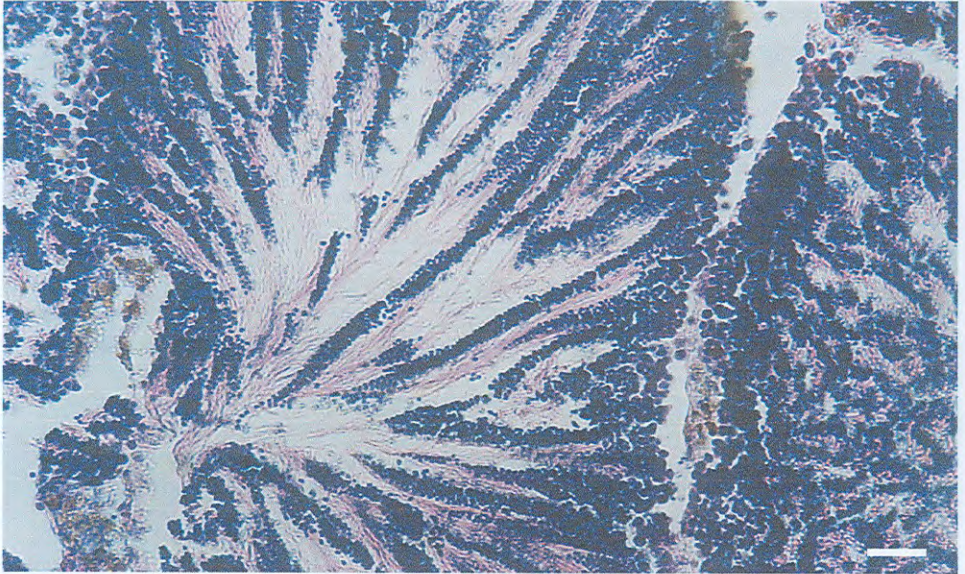


Figura 21.- Corte histológico de gónada de un macho de *Megapitaria squalida* en estadio IV (400x), colectado en el mes de abril del 2003, en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México. Barra = 16.7  $\mu$ .

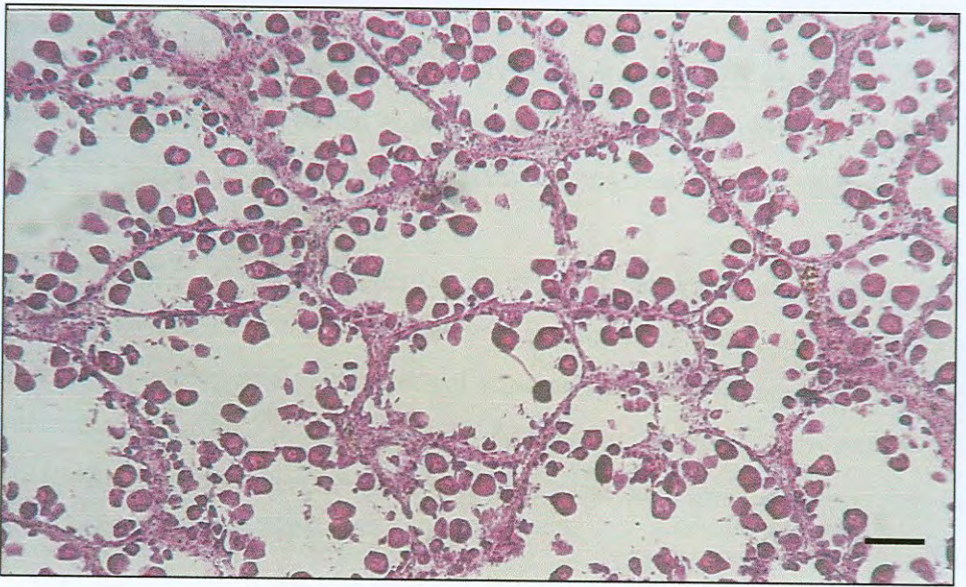


Figura 22.- Corte histológico de gónada de una hembra de *Megapitaria squalida* en estadio IV (100x), colectada en el mes de febrero del 2003, en la Bahía de Altata en Navolato, Sinaloa, México. Barra = 104  $\mu$ .

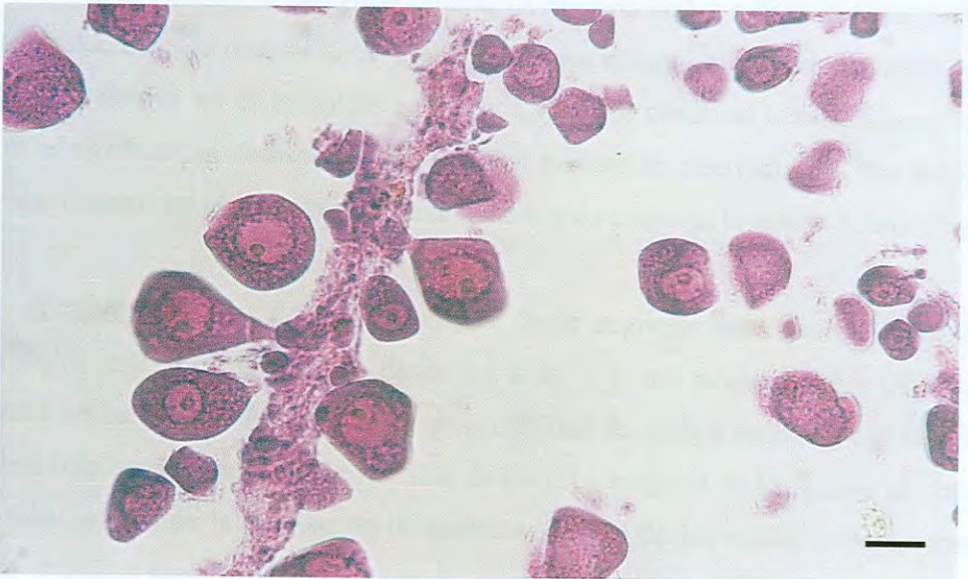


Figura 23.- Corte histológico de gónada de una hembra de *Megapitaria squalida* en estadio IV (400x), colectada en el mes de febrero del 2003, en la Bahía de Altata en Navolato, Sinaloa, México. Barra = 16.7  $\mu$ .

#### **IV.4.5.- Estadio V (Maduro)**

Machos.- Los acinos lucen llenos de espermatozoides con sus colas hacia el centro del lumen. El espacio en el lumen es muy pequeño, los acinos están muy bien definidos, el espacio entre acinos es limitado y se observan espermatogonias muy delgadas en la parte interna de la periferia del acino (Fig. 24).

Hembras.- Los oocitos aparecen libres en el acino con el proceso vitelogénico completado, aunque es normal observar en la periferia del acino, oogonias y oocitos en desarrollo. Los oocitos se distribuyen en el acino notablemente separados unos de los otros con diámetros de 3 a 53.3  $\mu$  y una moda de 30 a 49.9  $\mu$ . La pared de los acinos es delgada bien definida y sin rupturas. Los acinos pueden presentar formas diversas; redondeados, ovalados o muy alargados (Figs. 25 y 26).

#### **IV.4.6.- Estadio VI (En Desove)**

Machos.- Las bandas entre acinos no son fácilmente distinguidas. Los conductos de evacuación son evidentes como producto de la expulsión de gametos y en ellos se observa un gran número de espermatozoides. La mayoría de los acinos se observan vacíos como resultado de la liberación de espermatozoides durante el desove. Al igual que las hembras, el desove no es completo en machos y aún se observan acinos llenos. Muchos acinos se observan en reabsorción. En machos totalmente desovados no hay señales de espermatogénesis en ninguna región de la gónada y es evidente la acción hemocítica (Fig. 27).

Hembras.- En este estadio se observan desde oogonias hasta oocitos atrésicos. En este estadio se encuentran oocitos desde 3.5 a 65  $\mu$  y una moda de 20 a 39.9  $\mu$ . Son evidentes los canales de desove con una gran cantidad de oocitos enteros y con la vesícula germinal rota como efecto de la expulsión de estos. La mayoría de los acinos se observan rotos como efecto de la evacuación de gametos. Dentro de los acinos rotos se observan oocitos atrésicos residuales con signos de invasión hemocítica (Figs. 28, 29, 30 y 31). Cuando se llegan a encontrar organismos totalmente desovados los acinos se observan colapsados como resultado de la expulsión de los oocitos con algunos oocitos atrésicos en reabsorción.

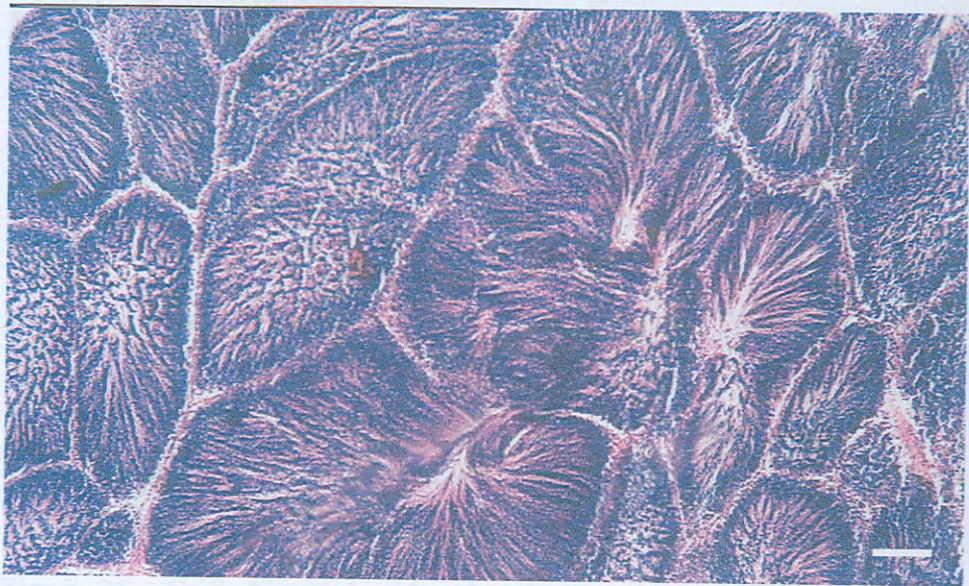


Figura 24.- Corte histológico de gónada de un macho de *Megapitaria squalida* en estadio V (100x), colectado en el mes de enero del 2003, en la Bahía de Altata en Navolato, Sinaloa, México. Barra = 104  $\mu$ .

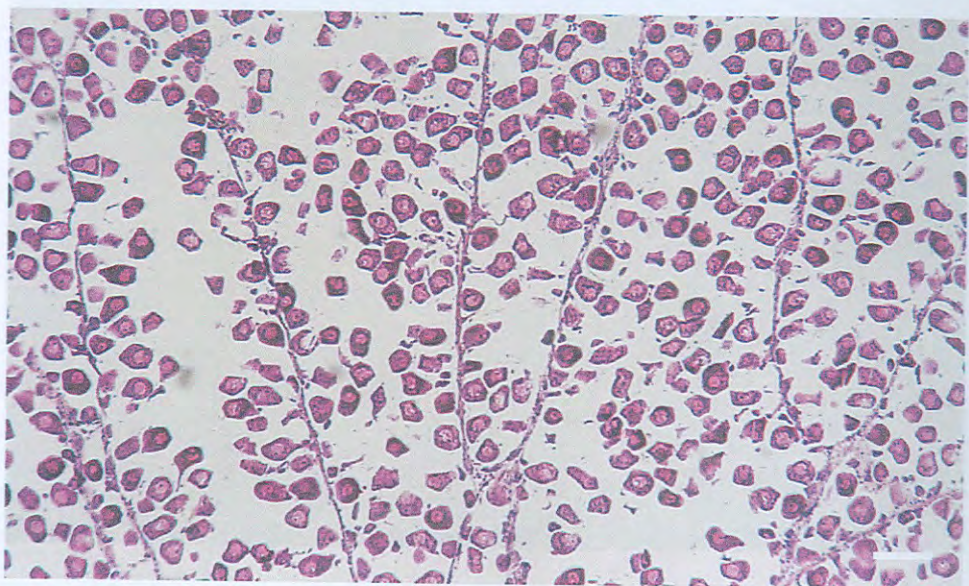


Figura 25.- Corte histológico de gónada de una hembra de *Megapitaria squalida* en estadio V (100x), colectada en el mes de enero del 2003, en la Bahía de Altata en Navolato, Sinaloa, México. Barra = 104  $\mu$ .

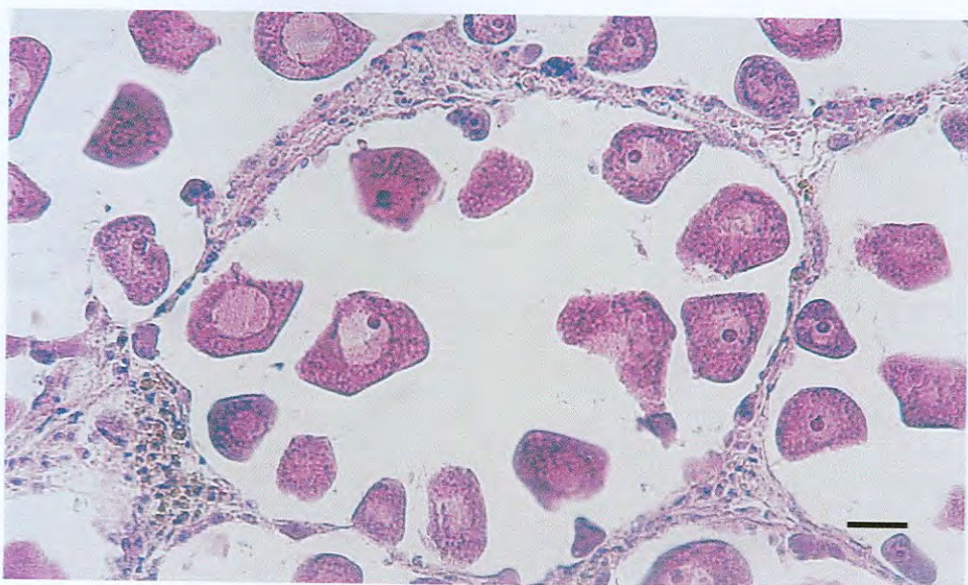


Figura 26.- Corte histológico de gónada de una hembra de *Megapitaria squalida* en estadio V (400x), colectada en el mes de enero del 2003, en la Bahía de Altata en Navolato, Sinaloa, México. Barra = 16.7  $\mu$ .

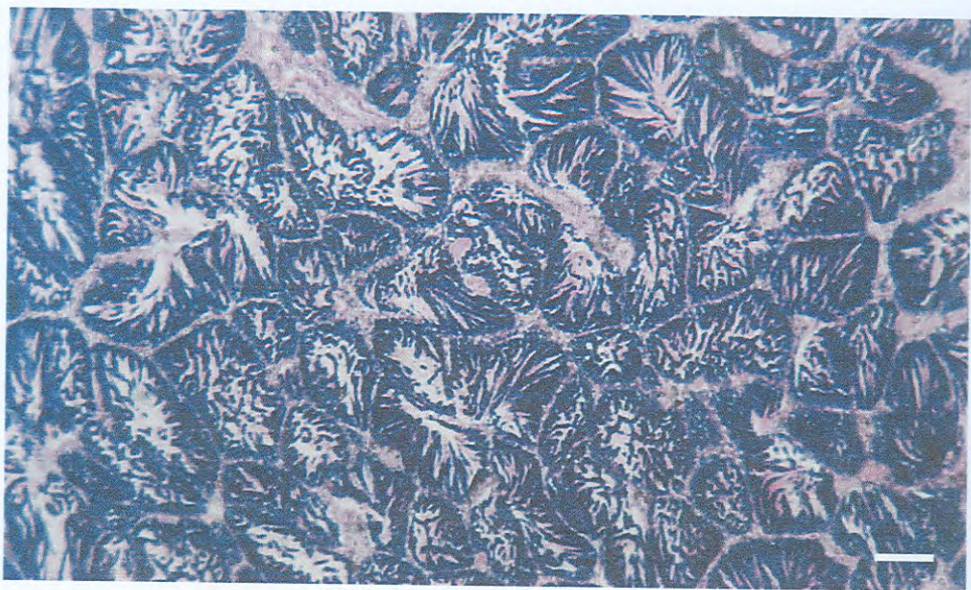


Figura 27.- Corte histológico de gónada de un macho de *Megapitaria squalida* en estadio VI (100x), colectado en el mes de noviembre del 2003, en la Bahía de Altata en Navolato, Sinaloa, México. Barra = 104  $\mu$ .

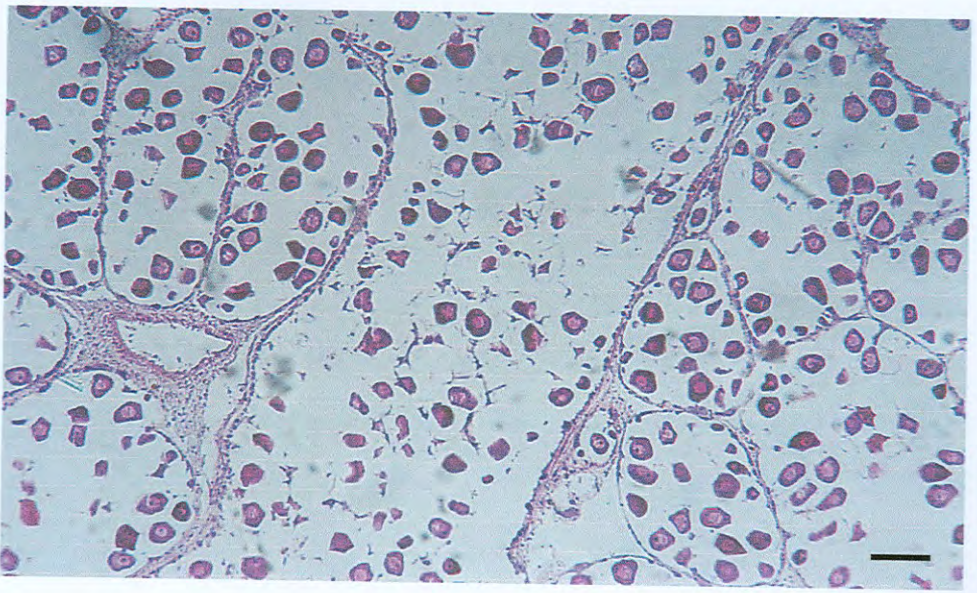


Figura 28.- Corte histológico de gónada de una hembra de *Megapitaria squalida* en estadio VI (100x), colectada en el mes de septiembre del 2003, en la Bahía de Altata en Navolato, Sinaloa, México. Barra = 104  $\mu$ .

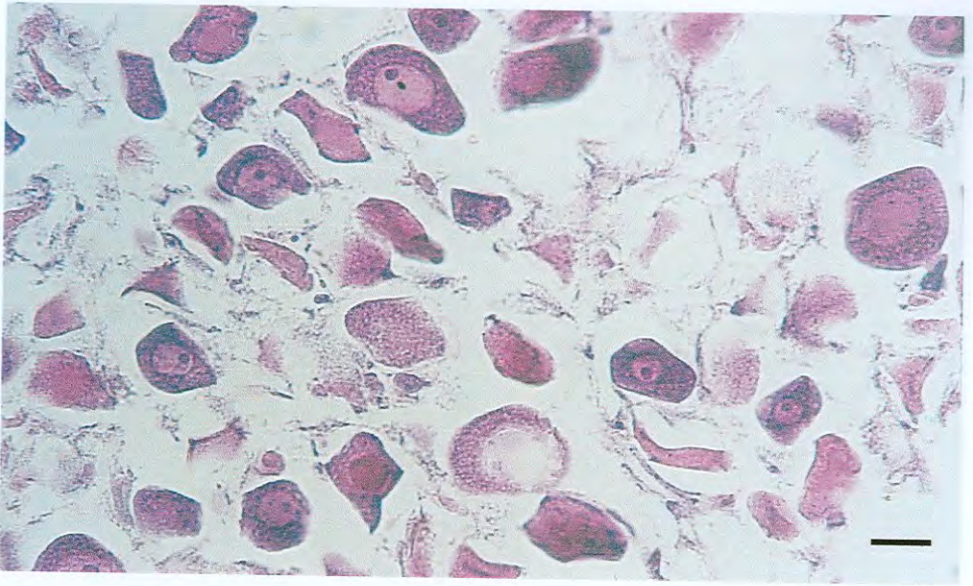


Figura 29.- Corte histológico de gónada de una hembra de *Megapitaria squalida* en estadio VI (400x), colectada en el mes de septiembre del 2003, en la Bahía de Altata en Navolato, Sinaloa, México. Barra = 16.7  $\mu$ .

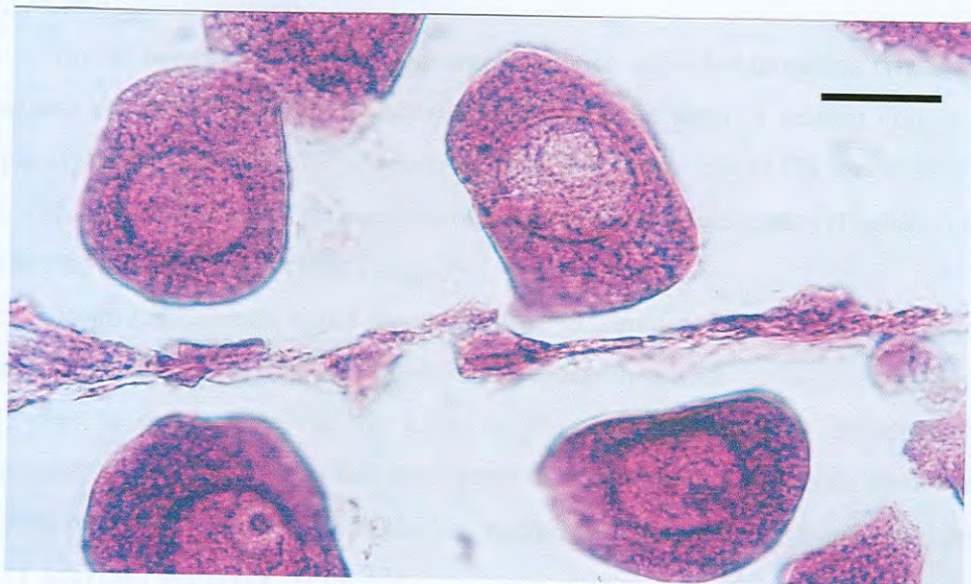


Figura 30.- Corte histológico de gónada de una hembra de *Megapitaria squalida* en estadio VI (1000x), colectada en el mes de septiembre del 2003, en la Bahía de Altata en Navolato, Sinaloa, México. Barra = 18.5  $\mu$ .

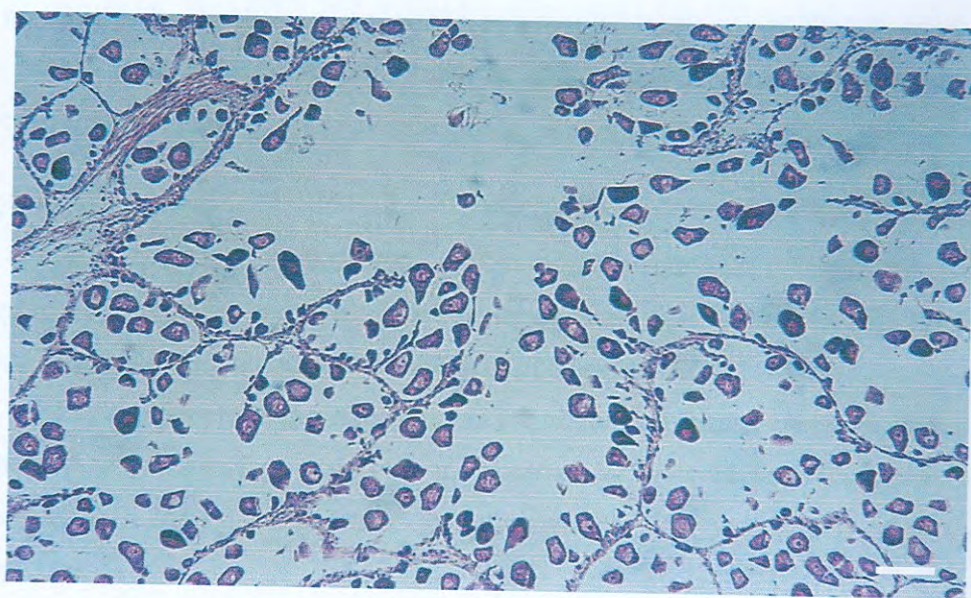


Figura 31.- Corte histológico de gónada de una hembra de *Megapitaria squalida* en estadio VI (100x), colectada en el mes de septiembre del 2003, en la Bahía de Altata en Navolato, Sinaloa, México. Barra = 104  $\mu$ .



#### **IV.5.-Ciclo Gametogénico.**

En las hembras se observaron organismos en actividad temprana (II), durante los meses de enero tras en machos solo se observaron en enero y febrero con el 5 y 7% respectivamente. Los con el 9%, febrero con el 3%, agosto con el 6% y noviembre con el 6%, mien meses en los que se encontraron organismos indiferenciados (I), fueron julio con el 3% y noviembre con el 10% (Fig. 32).

Tanto las hembras como los machos de *M. squalida* presentaron el mismo patrón reproductivo. Desde el mes de febrero se empezaron a observar organismos en desove (VI) pero la mayor cantidad de estos se observaron durante los meses de junio a diciembre, con un nuevo despunte en el proceso de madurez en el mes de agosto en el que el 50% de las hembras y el 45% de los machos estaban entre los estadios de desarrollo (III) y actividad tardía (IV) (Fig. 32).

En las hembras analizadas, de enero a mayo fue donde se observó la mayor cantidad de organismos maduros (V); los meses de marzo abril y mayo, fueron los que presentaron más organismos maduros con el 74, 65 y 80%. Por otro lado de enero a marzo la mayoría de los machos se encontraba en actividad tardía con el 70% en enero, el 37% en febrero y el 64% en marzo; mientras abril y mayo fueron los meses en que se encontraron más machos maduros con el 62 y 71% respectivamente (Fig. 32).

#### **IV.6.-Diámetro promedio mensual de oocitos y núcleos.**

Se realizaron un total de 805 mediciones del diámetro de oocitos y sus núcleos. El tamaño de las células fue significativamente diferentes ( $p < 0.0001$ ) durante los meses de estudio, tanto en oocito como en sus núcleos (Tablas X y XI).

Los oocitos presentaron los valores promedios más altos durante los meses de abril con  $38.7 \mu$  y diciembre con  $34.1 \mu$ , mientras los valores promedios más bajos se observaron en los meses de enero y noviembre con  $20.7 \mu$  y  $22.6 \mu$  respectivamente (Fig. 33a).

Los valores promedio máximos y mínimos para los núcleos se encontraron durante los mismos meses que los oocitos, los más altos durante los meses de abril con  $19.5 \mu$  y diciembre con  $18.1$  y los más bajos en los meses de enero con  $11.7 \mu$  y noviembre con  $12.8 \mu$  (Fig. 33b). En general la tendencia del diámetro de los oocitos fue la misma que la de los núcleos, dado que se observó una correspondencia entre los incrementos de estos.

#### **IV.5.-Ciclo Gametogénico.**

En las hembras se observaron organismos en actividad temprana (II), durante los meses de enero tras en machos solo se observaron en enero y febrero con el 5 y 7% respectivamente. Los con el 9%. febrero con el 3%, agosto con el 6% y noviembre con el 6%, mien meses en los que se encontraron organismos indiferenciados (I), fueron julio con el 3% y noviembre con el 10% (Fig. 32).

Tanto las hembras como los machos de *M. squalida* presentaron el mismo patrón reproductivo. Desde el mes de febrero se empezaron a observar organismos en desove (VI) pero la mayor cantidad de estos se observaron durante los meses de junio a diciembre, con un nuevo despunte en el proceso de madurez en el mes de agosto en el que el 50% de las hembras y el 45% de los machos estaban entre los estadios de desarrollo (III) y actividad tardía (IV) (Fig. 32).

En las hembras analizadas, de enero a mayo fue donde se observó la mayor cantidad de organismos maduros (V); los meses de marzo abril y mayo, fueron los que presentaron más organismos maduros con el 74, 65 y 80%. Por otro lado de enero a marzo la mayoría de los machos se encontraba en actividad tardía con el 70% en enero, el 37% en febrero y el 64% en marzo; mientras abril y mayo fueron los meses en que se encontraron más machos maduros con el 62 y 71% respectivamente (Fig. 32).

#### **IV.6.-Diámetro promedio mensual de oocitos y núcleos.**

Se realizaron un total de 805 mediciones del diámetro de oocitos y sus núcleos. El tamaño de las células fue significativamente diferentes ( $p < 0.0001$ ) durante los meses de estudio, tanto en oocito como en sus núcleos (Tablas X y XI).

Los oocitos presentaron los valores promedios más altos durante los meses de abril con  $38.7 \mu$  y diciembre con  $34.1 \mu$ , mientras los valores promedios más bajos se observaron en los meses de enero y noviembre con  $20.7 \mu$  y  $22.6 \mu$  respectivamente (Fig. 33a).

Los valores promedio máximos y mínimos para los núcleos se encontraron durante los mismos meses que los oocitos, los más altos durante los meses de abril con  $19.5 \mu$  y diciembre con  $18.1$  y los más bajos en los meses de enero con  $11.7 \mu$  y noviembre con  $12.8 \mu$  (Fig. 33b). En general la tendencia del diámetro de los oocitos fue la misma que la de los núcleos, dado que se observó una correspondencia entre los incrementos de estos.

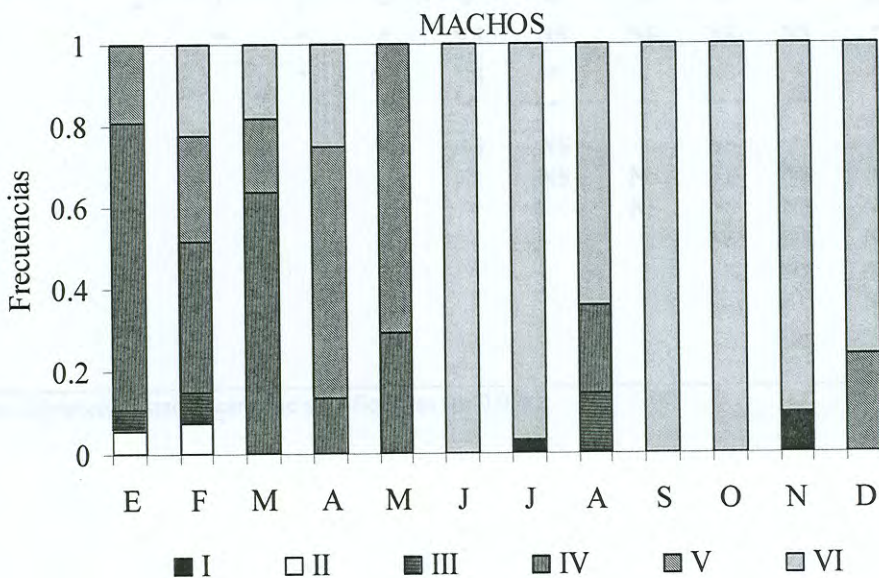
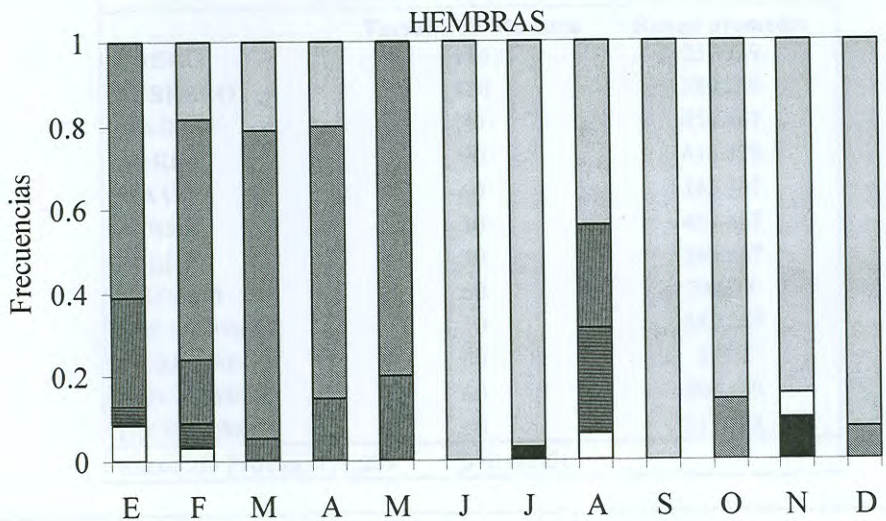


Figura 32.- Desarrollo gonadal en Hembras y Machos de almeja chocolata *Megapitaria squalida*, de enero a diciembre del 2003 en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa, México. I: Indiferenciado, II: Actividad Temprana, III: En Desarrollo, IV: Actividad Tardía, V: Maduro y VI: En Desove.

Tabla X.- Análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis y prueba *a posteriori* del diámetro de oocitos de almeja chocolata, *Megapitaria squalida*, obtenidos mensualmente.

	Tamaño de Muestra	Rango promedio
ENERO	115	251.239
FEBRERO	120	380.229
MARZO	90	458.467
ABRIL	90	616.439
MAYO	60	163.367
JUNIO	30	401.867
JULIO	30	387.167
AGOSTO	60	345.15
SEPTIEMBRE	30	388.267
OCTUBRE	60	337.7
NOVIEMBRE	60	300.159
DICIEMBRE	60	517.533
Estad. de Prueba: 171.009		p=0.00001

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ENE		*	*	*	*	*	*	*	*	*	NS	*
FEB			*	*	*	NS	NS	NS	NS	NS	*	*
MAR				*	NS	NS	*	*	NS	*	*	NS
ABR					*	*	*	*	*	*	*	*
MAY						NS	NS	*	NS	*	*	NS
JUN							NS	NS	NS	NS	*	*
JUL								NS	NS	NS	NS	*
AGO									NS	NS	NS	NS
SEP										NS	NS	*
OCT											NS	*
NOV												*
DIC												*

\* Denotan diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

Tabla XI.- Análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis y prueba *a posteriori* del diámetro de núcleos de oocitos de almeja chocolata, *Megapitaria squalida*, obtenidos mensualmente.

Tabla de Kruskal-Wallis		
	Tamaño de Muestra	Rango promedio
ENERO	90	255.361
FEBRERO	120	380.058
MARZO	90	406.272
ABRIL	90	575.161
MAYO	60	436.975
JUNIO	30	408.9
JULIO	30	396.833
AGOSTO	60	312.167
SEPTIEMBRE	30	353.883
OCTUBRE	60	310.333
NOVIEMBRE	60	313.042
DICIEMBRE	60	508.867
Estad. de Prueba: 137.374		p=0.00001

Prueba <i>a posteriori</i>												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ENE		*	*	*	*	*	*	NS	*	NS	NS	*
FEB			NS	*	NS	NS	NS	*	NS	*	*	*
MAR				*	NS	NS	NS	*	NS	*	*	*
ABR					*	*	*	*	*	*	*	NS
MAY						NS	NS	*	NS	*	*	NS
JUN							NS	*	NS	*	*	*
JUL								NS	NS	NS	NS	*
AGO									NS	NS	NS	NS
SEP										NS	NS	NS
OCT											NS	*
NOV												*
DIC												*

\* Denotan diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

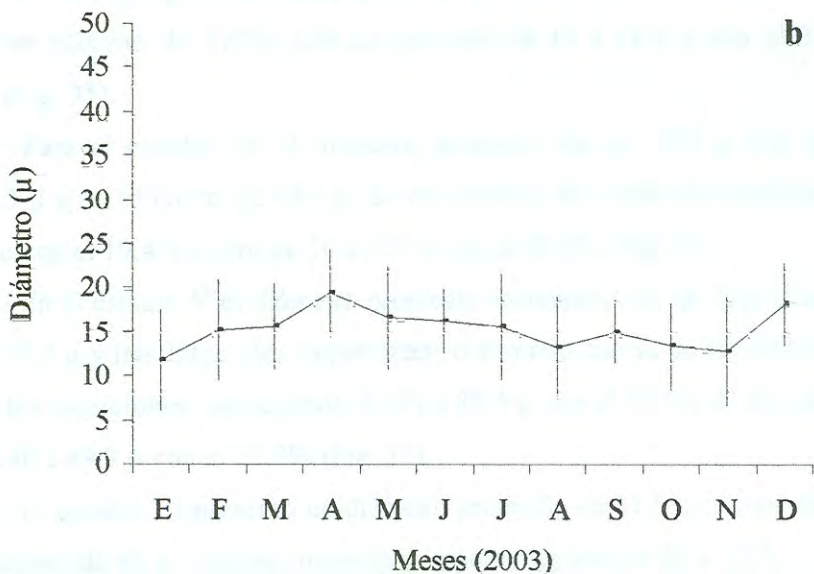
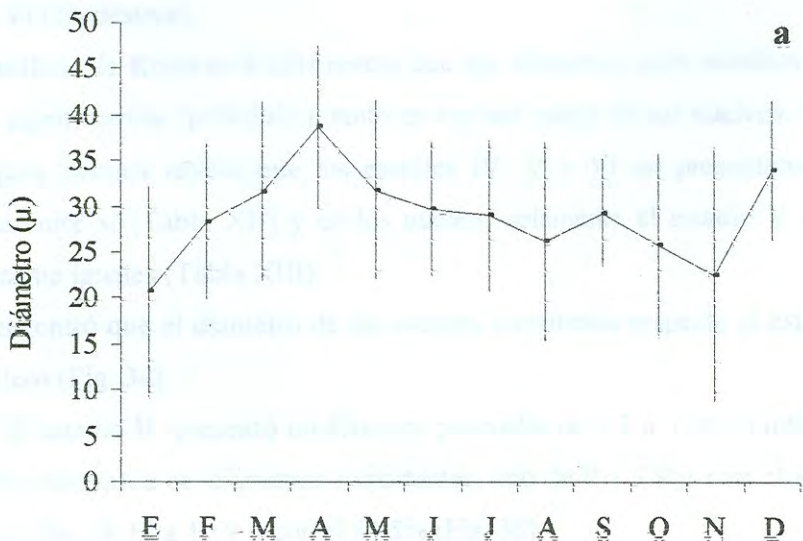


Figura 33.- Diámetro promedio mensuales de oocitos (a) y sus núcleos (b) de la almeja chocolata, *Megapitaria squalida*, de enero a diciembre del 2003.

#### IV.7.-Diámetro de oocitos por estadio.

De los oocitos medidos, 55 correspondieron al estadio II (Actividad Temprana), 90 para el III (En desarrollo), 180 para el IV (Actividad Tardía), 210 para el V (Maduro) y 270 para el VI (En desove).

El análisis de Kruskal-Wallis reveló que los diámetros entre estadios presentaron diferencias significativas ( $p < 0.0001$ ), tanto en oocitos como en sus núcleos. La prueba *a posteriori* para oocitos reveló que los estadios IV, V y VI no presentaron diferencia significativa entre sí (Tabla XII) y en los núcleos solamente el estadio V y VI fueron estadísticamente iguales (Tabla XIII).

Se encontró que el diámetro de los oocitos, incrementa respecto al estadio al igual que los núcleos (Fig. 34).

a).- El estadio II presentó un diámetro promedio de  $9.3 \mu$ , con un intervalo de 3 a  $11.7 \mu$  y dos intervalos de diámetros importantes, uno de 0 a  $9.9 \mu$  con el 45.5% de las mediciones y otro de 10 a  $19.9 \mu$  con el 54.5% (Fig. 35).

b).- El diámetro promedio para el estadio III fue de  $19.9 \mu$  con un diámetro mínimo de  $3 \mu$  y un máximo de  $47.7 \mu$ , con un intervalo de 10 a  $19.9 \mu$  con el 54.4% de los diámetros (Fig. 35).

c).- Para el estadio IV el diámetro promedio fue de  $30.4 \mu$  con un promedio mínimo  $3.3 \mu$  y un máximo de  $58.3 \mu$ . Se encontraron dos intervalos importantes uno de 20 a  $29.9 \mu$  con el 19.4% y otro de 30 a  $39.9 \mu$  con el 50.6% (Fig. 35).

d).- En el estadio V el diámetro promedio encontrado fue de  $32.8 \mu$  con diámetros desde 3 a  $53.3 \mu$  y tres intervalos importantes, el primero que va de las 20 a  $29.9 \mu$  con el 19.4% de las mediciones, un segundo de 30 a  $39.9 \mu$  con el 52.9% de los diámetros y el tercero de 40 a  $49.9 \mu$  con el 21.9% (Fig. 35).

e).- El estadio VI presentó un diámetro promedio de  $31.5 \mu$  con un mínimo de  $3.5 \mu$  y un máximo de  $65 \mu$ , con dos intervalos importantes uno de 20 a  $29.9 \mu$  con el 23.7% de las mediciones y otro de 30 a  $39.9 \mu$  con el 45.6% (Fig. 35).

Tabla XII.- Análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis y prueba *a posteriori* del diámetro de oocitos por estadio, de almeja chocolata, *Megapitaria squalida*.

Tabla de Kruskal-Wallis		
	Tamaño de Muestra	Rango promedio
II	55	47.3182
III	90	224.95
IV	180	428.686
V	210	493.867
VI	270	447.006
Estad. de Prueba: 226.556		p= 0.00001

Prueba <i>a posteriori</i>					
	II	III	IV	V	VI
II		*	*	*	*
III			*	*	*
IV				*	NS
V					NS
VI					

\* Denotan diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ).

Tabla XIII.- Análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis y prueba *a posteriori* del diámetro de núcleos por estadio, de almeja chocolata, *Megapitaria squalida*.

Tabla de Kruskal-Wallis		
	Tamaño de Muestra	Rango promedio
II	30	96.9164
III	90	183.094
IV	180	380.222
V	210	474.05
VI	270	434.124
Estad. de Prueba: 226.556		P= 0.0

Prueba <i>a posteriori</i>					
	II	III	IV	V	VI
II		*	*	*	*
III			*	*	*
IV				*	*
V					NS
VI					

\* Denotan diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).



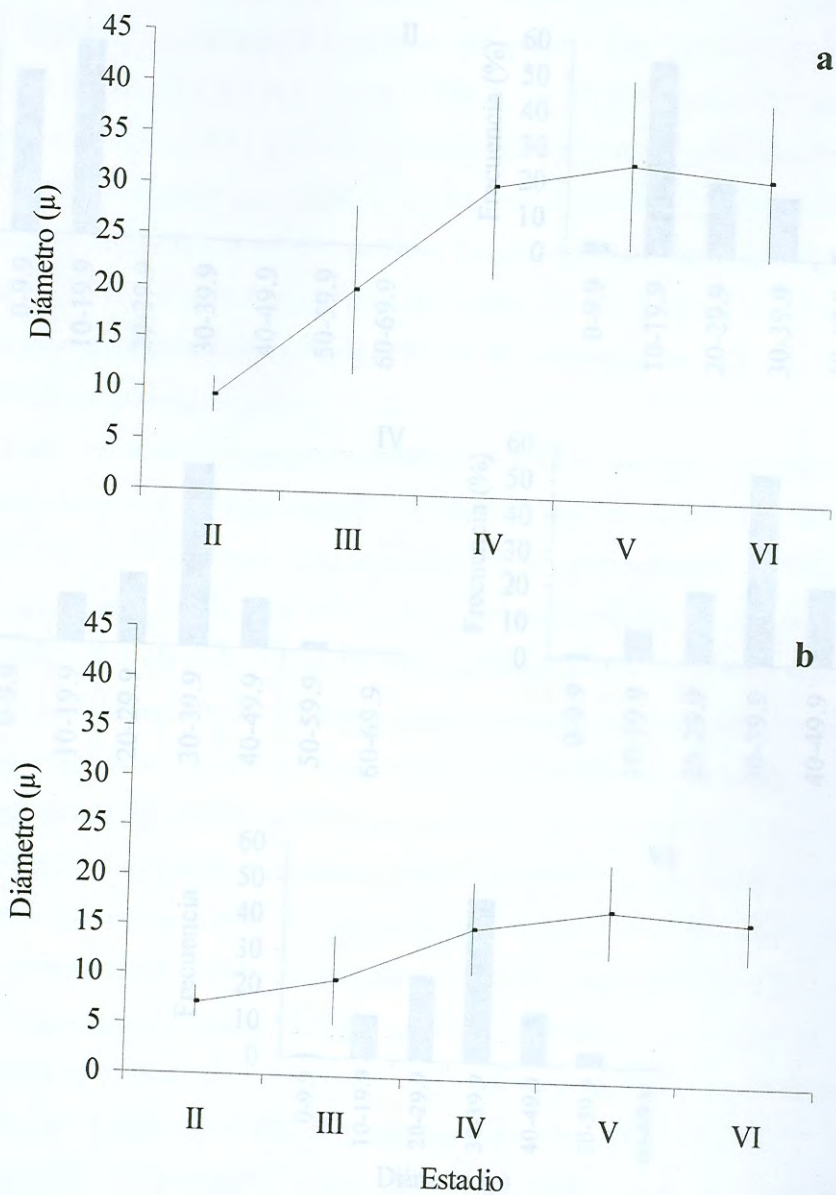


Figura 34.- Diámetro promedio  $\pm$  DS por estadio de oocitos (a) y sus núcleos (b) de la almeja chocolata, *Megapitaria squalida*, de enero a diciembre del 2003. II: Actividad Temprana, III: En Desarrollo, IV: Actividad Tardía, V: Maduro y VI: En Desove.

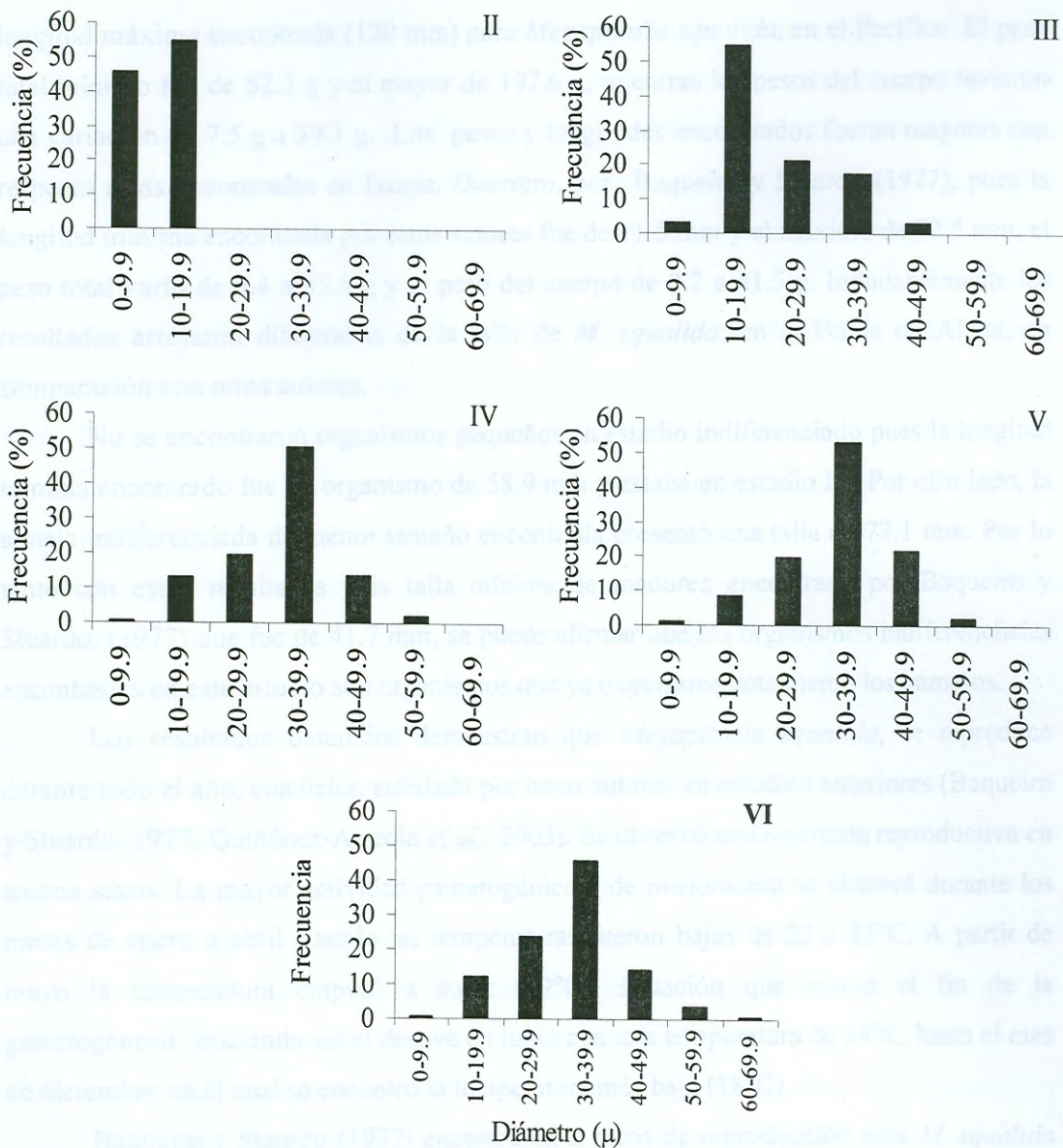


Figura 35.- Distribución de frecuencias del diámetro de oocitos con respecto al estadio reproductivo en la almeja chocolata, *Megapitaria squalida*, de enero a diciembre del 2003. II: Actividad Temprana, III: En Desarrollo, IV: Actividad Tardía, V: Maduro y VI: En Desove.

## V.- DISCUSIONES

En este trabajo la longitud mínima encontrada en los organismos fue de 58.9 mm y la mayor fue de 90.9 mm, muy por debajo de lo que Poutiers (1995) menciona como longitud máxima encontrada (120 mm) para *Megapitaria squalida*, en el Pacífico. El peso total mínimo fue de 52.3 g y el mayor de 197.6 g, mientras los pesos del cuerpo tuvieron una variación de 7.5 g a 39.1 g. Los pesos y longitudes encontrados fueron mayores con respecto a las encontradas en Ixtapa, Guerrero, por Baqueiro y Stuardo (1977), pues la longitud mínima encontrada por estos autores fue de 11.5 mm y el máximo de 72.5 mm, el peso total varió de 0.4 a 85.5 g y el peso del cuerpo de 0.2 a 41.5 g. Indudablemente los resultados arrojaron diferencias de la talla de *M. squalida*, en la Bahía de Altata, en comparación con otros autores.

No se encontraron organismos pequeños en estadio indiferenciado pues la longitud mínima encontrado fue un organismo de 58.9 mm y estaba en estadio III. Por otro lado, la almeja indiferenciada de menor tamaño encontrada presentó una talla de 77.1 mm. Por lo tanto con estos resultados y la talla mínima de madurez encontrada por Baqueiro y Stuardo, (1977) que fue de 41.7 mm, se puede afirmar que los organismos indiferenciadas encontradas en este estudio son organismos que ya expulsaron totalmente los gametos.

Los resultados obtenidos demuestran que *Megapitaria squalida*, se reproduce durante todo el año, condición señalada por otros autores en estudios anteriores (Baqueiro y Stuardo, 1977; Quiñónez-Arreola *et al.*, 2003). Se observó una sincronía reproductiva en ambos sexos. La mayor actividad gametogénica o de maduración se observó durante los meses de enero a abril cuando las temperaturas fueron bajas de 22 a 23°C. A partir de mayo la temperatura empezó a subir (29°C), situación que marcó el fin de la gametogénesis, iniciando así el desove en junio con una temperatura de 31°C, hasta el mes de diciembre en el cual se encontró la temperatura más baja (18°C).

Baqueiro y Stuardo (1977) encontraron 2 picos de reproducción para *M. squalida* en Ixtapa, Guerrero, uno en mayo a 27°C y otro en octubre a 28°C. Por otro lado Quiñónez-Arreola *et al.* (2003) encontraron que la actividad reproductiva de la especie en la Bahía de Juncalito, B.C. fue continua todo el año, con varios picos de reproducción; mientras que en Ojo de Liebre, B.C. detectaron una estacionalidad bien marcada de septiembre a enero, definida por las bajas temperaturas. En este estudio al igual que Baqueiro y Stuardo (1977) se observaron dos picos de reproducción muy bien marcados,

el primero que comprendió los meses de junio y julio que fueron los meses con las más altas temperaturas, 31 y 32°C; y el otro durante los meses de septiembre y octubre.

Agosto marcó la presencia de estos picos de reproducción cuando la temperatura empezó a descender, pues en este mes aparecieron de nuevo los estadios gametogénicos con el 50% en hembras y el 45% en machos y a partir de ahí ya empezaron a aparecer en los meses subsiguientes. Los organismos indiferenciados aparecieron en julio y noviembre después de una intensa actividad reproductiva. Paniagua-Chávez y Acosta-Ruiz (1995) también encontraron organismos indiferenciados de *Crassostrea gigas* después de un pico de reproducción.

A diferencia de lo encontrado por Quiñónez-Arreola *et al.* (2003) en este trabajo no se encontró hermafroditismo en *M. squalida*, ya que solo se encontraron organismos hembras y machos durante el periodo de estudio, lo cual coincidió con lo publicado por Baqueiro y Stuardo (1977) que tampoco encontraron organismos hermafroditas en su trabajo. Sin embargo Ponurovsky y Yacovlev (1992) encontraron hermafroditismo en *Tapes philippinarum*, que es una especie perteneciente a la misma familia que la almeja chocolata. Lo cual indica la variación en el modo de reproducción de los moluscos.

La temperatura es un factor importante en la reproducción de bivalvos. En este estudio se observó que la actividad reproductiva está ampliamente regida por la temperatura, pues el proceso gametogénico más fuerte se dió durante un periodo estacionario de temperaturas bajas, en el que solo varió 1°C. Sin embargo al aumentar la temperatura se disparó la reproducción y apareció de nuevo la gametogénesis cuando la temperatura empezó a bajar. Este comportamiento indica que existe una relación directa de la temperatura con la reproducción. Rodríguez-Jaramillo *et al.* (2001) encontraron en un estudio de *Atrina maura*, que los oocitos no se desarrollan de manera adecuada a altas temperaturas (30°C). Saucedo *et al.* (2001) señalaron que hay una clara tendencia a descender la vitelogénesis e incrementar los oocitos postvitelogénicos al aumentar la temperatura. Por otro lado Quiñónez-Arreola *et al.* (2003) observaron una estacionalidad reproductiva bien marcada de *M. squalida* definida por las bajas temperaturas.

Lango-Reynoso *et al.* (2000) por su parte encontraron que la gametogénesis en *C. gigas*, se llevó a cabo durante los meses de invierno, cuando las temperaturas fueron muy bajas para esa especie. Chávez-Villalba *et al.* (2002) en un estudio sobre acondicionamiento de reproductores de *C. gigas*, encontraron que el crecimiento de los

oocitos aumentó significativamente con la temperatura al mantenerlos entre los 16 y 22°C y decreció a 25°C en comparación con las temperaturas mencionadas.

A pesar de que Shumway (1991) señala que la gametogénesis en los moluscos varía de acuerdo a las regiones geográficas, profundidad y estación del año. Todos los trabajos revisados durante la realización de este estudio sobre reproducción de moluscos ya sea del medio natural, bajo condiciones controladas o en especies en cultivo, coinciden en que el proceso reproductivo inicia al aumentar la temperatura, Choi y Chang (2003); González-Corona (2003); Racotta *et al.* (2003); Rodríguez-Jaramillo *et al.* (2001); Saucedo *et al.* (2001); Lango-Reynoso *et al.* (2000); Frías-Espericueta *et al.* (1997); Paniagua-Chavez y Acosta-Ruiz (1995); Yacovlev y Afeichuk (1995); Ponurovsky y Yacovlev (1992); Gendrop-Funes y Andrade-Jiménez (1989) y Baqueiro y Stuardo (1977).

Baqueiro y Stuardo (1977) reportan para *M. squalida*, cinco fases reproductivas, pero en este estudio se establecieron seis fases o estadios reproductivos basados en observaciones histológicas de la gónada (cualitativos) y diámetros de oocitos (cuantitativos), como lo recomiendan Lango-Reynoso *et al.* (2000) para eliminar la subjetividad y problemas asociados con la descripción de eventos reproductivos.

Se encontró que a partir del estadio II es cuando se empezaron a observar los oocitos, pues el estadio I se caracteriza por la ausencia total de gametos. Los estadios II (Actividad Temprana), III (En Desarrollo) y IV (Actividad Tardía) fueron los estadios gametogénicos en los cuales se dió la mayor actividad vitelogénica que es la integración de nutrientes a las células sexuales. En el estadio V (Maduro) se encontraron los gametos en postvitelogénesis listos para ser evacuados y empezar así la reproducción. En el estadio VI (En Desove) muchos oocitos ya fueron evacuados y se distingue del anterior por que se observaron oocitos y acinos rotos como efecto de la evacuación de gametos.

El tamaño de los oocitos tendió a aumentar significativamente con respecto al estadio, situación encontrada por otros autores con otras especies de moluscos (Choi y Chang, 2003; González-Corona, 2003; Lango-Reynoso *et al.*, 2000). A pesar que se encontraron células de 65  $\mu$ , el intervalo dominante en los estadios fue de 30 a 39.9  $\mu$  en los estadios IV, V y VI, lo cual puede indicar que el tamaño óptimo de madurez de las células reproductivas se encuentran dentro de este intervalo. Además es importante señalar

que los oocitos de mayor tamaño encontrados por arriba de las 45  $\mu$  por lo general eran células atrésicas en proceso de reabsorción.

El tamaño de los oocitos encontrados en la almeja chocolata, en este estudio fue de 3 a 65  $\mu$ ; se encontró dentro de los intervalos reportados para otros moluscos. Por ejemplo: González-Corona (2003) hace referencia a diámetros de 3.7 a 80.8  $\mu$  en el callo de hacha, *Atrina maura*; Rodríguez-Jaramillo *et al.* (2001) encontraron un valor máximo de 56  $\mu$  en *Atrina maura*; Choi y Chang (2003) publicaron medidas de 5 a 50  $\mu$  para la madre perla, *Pinctada fucata martensii*; Yacovlev y Afeichuk (1995) observaron un diámetro mayor de 60  $\mu$  para la escalopa, *Chalmys farreri*; Ponurovsky y Yacovlev (1992) en la almeja manila, *Tapes philippinarum*, encontraron un diámetro máximo de 65  $\mu$ .

El diámetro promedio mensual de los oocitos también coincidió con el IC y la época de reproducción, pues el diámetro tendió a subir durante los meses de enero a abril cuando se presentó la mayor actividad gametogénica y tendió a bajar con respecto a la época de maduración y desove, desde el mes de mayo. El diámetro promedio tuvo un pequeño aumento en el mes de septiembre, justo el mes después de que se presentó la segunda etapa de gametogénesis y empezó a bajar de nuevo hasta llegar al valor más bajo después del segundo pico de desove, para incrementar nuevamente en diciembre, que es cuando se registró la mínima temperatura. Racotta *et al.* (2003) encontraron las tallas más bajas de diámetros de oocitos durante la segunda madurez de la almeja mano de león *Nodipecten (Liropecten) subnodosus*.

La presencia de una gran cantidad de organismos en las dos épocas de desove, la ausencia casi total de organismos indiferenciados encontrados y el amplio intervalo de diámetros de oocitos observados en los estadios más avanzados (V y VI) encontrados en este estudio, reflejan la gran capacidad regenerativa de la gónada. Baqueiro y Stuardo (1977) también hacen alusión a la gran capacidad regenerativa de las estructuras de reproducción de *M. squalida*.

La proporción de sexos encontrada en este estudio fue de 1:1, condición encontrada por Baqueiro y Stuardo (1977) para *M. squalida*. Ponurovsky y Yacovlev (1992) encontraron una proporción de 1:1 en la almeja manila *Tapes philippinarum*. Olabarria (1999) encontró la misma relación en los caracoles *Chicoreus brassica*, *C. regius* y *Vasum caestus*.

La longitud y el peso son dos componentes básicos de las especies a nivel individual y poblacional. La relación longitud-peso es importante para una adecuada evaluación y manejo de las pesquerías. También permite la estimación de biomasa para procesos comerciales (Park y Oh, 2002). La relación longitud-peso en *M. squalida*, arrojó valores del exponente de 3.0871 ( $r^2 = 0.8897$ ) para hembras, mientras para los machos fue de 3.1989 ( $r^2 = 0.9033$ ); al unir los datos de hembras y machos se observó un valor del exponente de 3.1448 ( $r^2 = 0.8961$ ), lo cual indica que presenta un crecimiento alométrico. Para *M. squalida* no esta reportada esta condición pero Park y Oh (2002) encontraron que dos especies de la misma familia presentaron crecimiento isométrico, *Ruditapes philippinarum* con una exponente de  $3.04 \pm 0.05$  ( $r^2 = 0.962$ ) y *Cyclina sinensis* con un valor de exponente de  $3.06 \pm 0.13$  ( $r^2 = 0.956$ ).

La fluctuación del índice de condición (IC) esta asociado con la condición reproductiva o nutricional, puede ser una consecuencia del contenido de agua en el cuerpo o cambios en la masa de tejidos nutritivos, pero no puede ser un indicador directo de la estación de desove (Choi y Chang, 2003).

En este estudio el IC indicó una relación con la reproducción, pues los meses durante los cuales se dió la gametogénesis, fue cuando los organismos tuvieron los IC más altos para ambos sexos y los IC más bajos se presentan durante los meses en los que los organismos estuvieron en desove (0.088 en octubre y 0.096 en noviembre). Rodríguez-Jaramillo *et al.* (2001) encontraron en *Atrina maura* un incremento en el IC a una temperatura de 20°C cuando la vitelogénesis fue mayor, mientras que a los 25 y 30°C cuando la vitelogénesis fue menor, el IC incrementó muy poco. Yacovlev y Afeichuk (1995) encontraron que el IG (Índice Gonádico) refleja el proceso gametogénico en la scallopa *Chalmys farreri*.

La almeja chocolata, *M. squalida*, tiene un gran potencial de cultivo en la bahía de Altata pues es un molusco que presenta un buen desarrollo en el medio natural, lo cual indica que puede tener una buena respuesta bajo condiciones de cultivo. Las tallas encontradas en los organismos estudiados son un indicativo en los valores de productividad de la zona, lo cual puede ser aprovechado para el desarrollo de la tecnología de cultivo para esta especie.

Con los resultados obtenidos en este estudio y los encontrados por otros autores como Baqueiro y Stuardo (1977) y la adecuada aplicación de estos conocimientos se

pueden manipular los organismos para la obtención de semilla y de esta forma no depender de las poblaciones naturales para su abastecimiento. Por ejemplo, todos los organismos muestreados se encontraron en un estadio de madurez lo cual permite deducir que si se toman organismos del medio natural mayores de 58.9 mm. que fue la talla menor encontrada, estos pueden ser utilizados como reproductores. Sin embargo, para asegurar una mejor calidad de gametos sería conveniente utilizar organismos con longitudes entre los 70 y 80 mm y los 90 y 150 g de peso total, que fueron las tallas entre las que se encontraron las modas en las longitudes de hembras y machos.

Si se requieren de reproductores del medio natural para hacerlos desovar inmediatamente es conveniente que se tomen organismos con las características de tallas y pesos ya mencionados durante los meses de abril y mayo que son los meses en los que se encontró el mayor porcentaje de organismos maduros. Si se utilizaran organismos durante los meses posteriores para reproducción, es de esperarse que la cantidad de gametos obtenida será menor pues los organismos ya habrán tenido con seguridad un desove previo.

Si se desea mantener reproductores en cautiverio es recomendable mantenerlos a temperaturas entre los 22 y 23°C, pues a estas temperaturas fueron en las que se encontraron la mayor cantidad de organismos en desarrollo gametogénico. Además, se les deberá proveer de una mezcla y concentración adecuada de microalgas para una buena maduración, lo cual implica que también se deberán diseñar experimentos para madurar óptimamente a estos organismos.

Para el desarrollo larval sería lógico pensar que el mejor desarrollo de estas se llevaría cabo a temperaturas entre los 30 y 32°C, ya que a estas temperaturas se encontró la mayor actividad reproductiva de *M. squalida*, en el medio natural. Sin embargo las altas temperaturas propician el desarrollo de bacterias y protozoarios que afectarían el buen desarrollo de las larvas, por lo que se recomienda que se diseñen experimentos para determinar la temperatura de crecimiento larval adecuada considerando temperaturas de 18 a 32 °C que son las temperaturas en las cuales se encontraron la mayor cantidad de organismos en desove. Al igual que con los estudios de madurez en cautiverio, se deberán diseñar los mejores esquemas de alimentación microalgal para proporcionar una fuente constante y adecuada de alimento.



Con respecto al manejo pesquero de *M. squalida*, de este trabajo se desprenden dos recomendaciones importantes para esta especie: la primera es que se delimiten áreas de reproducción las cuales consistan en bancos de almeja que no se exploten durante todo el año. La segunda recomendación es que durante los meses de junio a octubre que es cuando se observa la mayor actividad reproductiva, se destinen bancos de explotación en los que solo en esas áreas se extraiga el recurso o se establezcan cuotas de captura limitada en esos meses. De esta manera se podrá tener una pesquería sustentable del recurso almeja chocolata, *M. squalida*.

## VI.-CONCLUSIONES.

Este estudio reveló que *M. squalida* tiene dos picos de reproducción, el primero de mayor importancia que abarca los meses de junio y julio y el segundo en septiembre y octubre. Las bajas temperaturas que imperaron durante los meses de enero a abril (22 a 23°C) marcaron el periodo más fuerte de actividad gametogénica, meses en los cuales se encontraron los IC, pesos húmedos del cuerpo y diámetros de oocitos más altos. Mientras los meses de junio a octubre que presentaron las temperaturas más altas (30-32 °C) fueron los de mayor actividad reproductiva marcada por la expulsión de gametos, donde los diámetros promedio de oocitos empezaron a disminuir al igual que los IC.

Los datos de reproducción, longitudes y pesos obtenidos en esta investigación aunados a los obtenidos por otros autores como Baqueiro y Stuardo (1977) pueden ayudar en la determinación de épocas y tallas de captura, biomasa en peso total y peso húmedo del cuerpo (solo carne) con fines de explotación y comercialización, además del manejo con fines de cultivo.

Este trabajo puede contribuir a la conservación y propagación por medio de cultivo del recurso, al aplicarse los conocimientos obtenidos para el buen manejo de la almeja chocolata, *M. squalida*, así como para la implementación de su futuro cultivo en la bahía de Altata en Navolato, Sinaloa.

## VII.- RECOMENDACIONES.

Para evitar la sobreexplotación se recomienda que se establezcan bancos en los cuales no se extraiga la almeja chocolata durante todo el año, permitiéndole así a las poblaciones naturales que se reestablezcan. Otra recomendación es que durante los meses de junio a octubre se destinen bancos de explotación en los que solo en esas áreas se extraiga el recurso o se establezcan cuotas de captura.

Para la utilización con fines acuaculturales se recomienda utilizar como reproductores organismos que se encuentren entre los 70 y 80 mm colectados durante mayo a agosto, que son los meses en que se encuentran más almejas maduras y en desove, cuando la temperatura se encuentre entre los 29 y 30°C.

Para acondicionamiento de reproductores y obtención de larvas se recomienda mantener los reproductores entre los 22 y 23°C, pues a esta temperatura es cuando se lleva a cabo la mayor actividad gametogénica. Mientras que para el desarrollo de las larvas se recomiendan realizar bioensayos para determinar las temperaturas en las cuales se desarrollen los organismos de manera adecuada con la menor cantidad de bacterias y protozoarios, manejando temperaturas desde los 18 a los 32°C.

### VIII.- LITERATURA CITADA.

- Anguas-Vélez, B. y J. L. Castro-Ortíz. 1990. Probable existencia de dos ecofenotipos de *Megapitaria squalida* (Sowerby, 1835) en Bahía Concepción, Baja California Sur, México. *Inv. Mar. CICIMAR*, 5(1): 79-81.
- Ayala-Castañeda, A., M. Gutiérrez-Estrada, A. Galaviz-Solís y V. M. Malpica-Cruz. 1994. Geología marina del sistema lagunar Altata-Pabellones, Sinaloa, México. En: *An. Inst. Cien. Mar y Lomnol. Univ. Nal. Auton. México*, 21(1-2): 129-147.
- Baqueir, E. 1979. Sobre la distribución de *Megapitaria auriantaca* (Sowerby) y *Megapitaria squalida* (Sowerby) y *Dosinia ponderosa* (Gray) en relación a la granulometría del sedimento (Bivalvia: Veneridae). *An. Inst. Cien. Mar y Lomnol. Univ. Nal. Auton. México*, 6(1): 25-31.
- Baqueiro, E. y J. Stuardo. 1977. Observaciones sobre la biología, ecología y explotación de *Megapitaria aurantiaca* (sow., 1831), *Megapitaria Squalida* (sow., 1835) y *Dosinia ponderosa* (gray, 1838) (Bivalvia: Veneridae) de la bahía de Zihuatanejo e isla Ixtapa, Gro., México. *An. Inst. Cien. Mar y Lomnol. Univ. Nal. Auton. México*. 4(1): 161-208.
- Baqueiro-Cárdenas, E. 1989. Status of molluscan aquaculture in the pacific coast of Mexico. *Aquaculture*, 134(1): 69-82.
- Batschelet, E. 1979. *Introducción to mathematics for life scientists*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. E.U.A. 643 p.
- CAADES. 1996. Análisis de la agricultura Sinaloense. No. 143. 128 p.
- Castro-Ortíz, J. L., A. Tripp-Quezada y B. Anguas-Vélez. 1992. Crecimiento de la almeja chocolate *Megapitaria squalida* (Sowerby, 1835) en Bahía Concepción, Baja California Sur, México. *Inv. Mar. CICIMAR*, 7(1): 1-7.
- Cáceres-Martínez, J. 2000. Sanidad acuícola en moluscos bivalvos. En: *Memorias del III Simposium Internacional de Acuicultura*. Culiacán, Sin., Méx., del 5 al 7 de octubre. pp 223-229.
- Chávez-Villalba, J., J. Pommier, J. Andriamiseza, S. Pouvreau, J. Barret, J. C. Cochard, y M. L. Pennec. 2002. Brodstock conditioning of the oyster *Crassostrea gigas*: origin and temperature effect. *Aquaculture*, 214(1-2): 115-130.
- Choi, Y. H. y Y. J. Chang. 2003. Gametogenic cycle of the transplanted-culture pearl oyster, *Pinctada fucata martensii* (Bivalvia: Pteriidae) in Korea. *Aquaculture*, 220 (1-2): 781-790.
- Contreras-Espinosa, F. 1993. *Ecosistemas costeros mexicanos*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Autónoma Metropolitana. México, D. F. 415 p.

- Frias-Espericueta, M., F. Páez-Osuna, y I. Osuna-López. 1997. Seasonal changes in the gonadal state of the oysters *Crassostrea iridescens* and *Crassostrea corteziensis* (Filibranchia: Ostreidae) in the Northwest Coast of México. *Rev. Biol. Trop.*, 45 (31): 1061-1065.
- Fry, J. C. 1993. *Biological Data Analysis*. Ed. IRL PRESS. New York, E.U. 418 pp.
- García-Gasca, S. A. y F.A. García-Domínguez. 1995. Histología comparada del manto marginal y paleal de las almejas *Megapitaria aurantiaca* (Sowerby, 1831) y *M. squalida* (Sowerby, 1835) (Bivalvia: Veneridae). En: *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN*, 40(1-4): 20-25.
- Gendrop-Funes, V. y R. Andrade-Jiménez 1989. Identificación histológica de las fases gonádicas del ostión europeo (*Ostrea edulis*) introducido experimentalmente en la porción nororiental de la costa de Baja California, México. *Ciencias Marinas*, 15(2): 41-54.
- González-Corona, M. E. 2000. Estudio de la fisiología reproductiva y gametogénesis del callo de hacha, *Atrina maura*, (Sowerby, 1835). Tesis de Maestría. Universidad de Sonora. Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Hermosillo, Sonora, México. 70 p.
- Howard, D. W. C. y C. S. D. Smith. 1983. *Histological techniques for mariner bivalve mollusks*. NOAA Technical Memorandum. NMFS-F/NEC-25. U. S. Department of Commerce. Woods Hole, Massachusetts. 96 p.
- Lango-Reynoso, F., J. Chávez-Villalba, J. C. Cochard, y M. L. Penec. 2000. Oocyte size, a means to evaluate the gametogenic development of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg). *Aquaculture*, 190(1-2): 183-199.
- Martínez-Córdova, L. R. 1985. Estudio previo al establecimiento de una planta termoeléctrica en puerto libertad, Sonora, México. *Ciencias Marinas*, 11(1): 93-111.
- Martínez-Córdova, L. R. 1987. Abundancia y distribución por talla de almeja *Chione fructifraga* en distintos tipos de sedimento en el estero de La Cruz Sonora. *Ciencias Marinas*, 13(2): 225-233.
- Martínez-Córdova, L. R. 1996. Contribución al conocimiento a la fauna malacológica de cuatro lagunas costeras del estado de Sonora, México. *Ciencias Marinas*, 22(2): 191-203.
- Olabarria, C. 1999. Estructura y variación estacional de poblaciones de moluscos asociados a la pesca artesanal de langosta en el pacífico tropical. *Rev. Biol. Trop.*, 47(4): 851- 865.
- Paniagua-Chávez, C. G. y M. de J. Acosta-Ruiz. 1995. Desarrollo gonadal de *Crassostrea gigas* en bahía de San Quintín, Baja California, México. *Ciencias Marinas*. 20(2): 225-242.

- Park, K. Y. y C. W. Oh. 2002. Length-weight relationship of bivalves from coastal waters of Korea. *The ICLARM Quarterly*, 25(1): 21-22.
- Ponurovsky, S K. y Y. M. Yacovlev. 1992. The reproductive biology of the Japanese littleneck, *Tapes philippinarum* (A. Adams and Reeve, 1850) (Bivalvia: Veneridae). *J. Shellfish Res.*, 11(2): 265-277.
- Poutiers, J. M. 1995a. Bivalvos (Acephala, lamellibranchia, pelecypoda). p: 100-297. En : Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental, volumen I. Plantas e invertebrados. Roma, Italia. 1995. 646 p.
- Poutiers, J. M. 1995b. Quitones (Anfineuros, Locados, poliplaceforos). (Acephala, lamellibranchia, pelecypoda). p: 299-304. En : Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental, volumen I. Plantas e invertebrados. Roma, Italia. 1995. 646 p.
- Puga-López, D. 2004. Análisis de la madurez gonádica, desarrollo embrionario y desove en cautiverio de la langosta espinosa *Panulirus inflatus* y *P. gracilis* (Streets, 1871). Tesis de Maestría. Universidad de Sonora. Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Hermosillo, Sonora, México. 115 p.
- Quiñónez-Arreola, M. F., M. Arellano-Martínez, B.P. Cevallos-Vázquez y M. Villalejo-Fuerte. 2003. Comparación del patrón reproductivo de *Megapitaria Squalida* (sowerby, 1835) (Bivalvia: Veneridae) en dos localidades: Bahía Juncalito, Golfo de California y laguna Ojo de Liebre B.C.S. México. En: Memorias del IX congreso de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés y III Simposium Internacional sobre el Mar de Cortés. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S. del 5 al 9 de Mayo. 126 pp.
- Racotta, I. S., J. L. Ramirez, A. M. Ibarra, M. C. Rodríguez-Jaramillo, D. Carreño y E. Palacios. 2003. Growth and gametogenesis in the lion-paw scallop *Nodipecten (Liropecten) subnodosus*. *Aquaculture*, 217(1-2): 335-349.
- Reiss, M. J. 1989. The allometry of growth and reproduction. Cambridge University Press. New York. USA. 182 p.
- Rodríguez-Jaramillo, C., A. N. Maeda-Martínez, M. E. Valdez, T. Reinoso-Granados P. Monsalvo-Spencer, D. Prado-Aconda, F. Cardoza-Velazco, M. Robles-Mungaray y M. T. Sicard. 2001. The effect of temperature on the reproductive maturity of penshell *Atrina maura* (Sowerby, 1850) (Bivalvia: Pinidae). *J. Shellfish Res.*, 20(1): 39-47.
- Roper, C.F.E., M.J. Sweneey y F.G. Hochberg. 1995. Cefalopodos. p: 305-353. En: Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental, volumen I. Plantas e invertebrados. Roma, Italia. 1995. 646 p.
- SAGARPA 2001. Anuario Estadístico de Pesca. México, D.F.

- Sahai, H. y W. Martínez. 1996. Tablas y formulas estadísticas para las ciencias biológicas, sociales y físicas. Grupo Editorial Iberoamerica, S. A. de C. V. México D. F. 443 p.
- Santoyo-Reyes, H. 1994. Fitoplancton y productividad. p: 221-245. En: De la Lanza-Espino, G. y Cáceres-Martínez, C. (eds.), Lagunas costeras y el litoral mexicano. Universidad de Baja California Sur. Baja California Sur. México. 525 p.
- Saucedo, P., C. Rodríguez-Jaramillo, C. Aldana-Avilés, P. Monsalvo-Spencer, T. Reynoso-Granados, H. Villareal y M. Monteforte. 2001. Gonadic conditioning of the calafia mother-of-pearl oyster, *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1856) under two temperatura regimes. *Aquaculture*, 195(1-2): 103-119.
- Searcy-Bernal, R. y R. Juárez-Romero. 1991. Estructura por edades y tallas en muestreos de captura comercial de la almeja pismo *Tivela stultorum* (Mawe, 1823), extraídas en playa San Ramón, Baja California, México. *Ciencias Marinas*. 17(2): 71-82.
- Serrano-Guzmán, S. J. y D. Salinas-Ordaz. 1993. Cultivo de larvas y producción de semilla de *Pteria sterna* (Mollusca:Bivalvia) En un criadero comercial. *Rev. de Inv. Cient. U.A.B.C.S.* 4(1): 81-90.
- Shumway, S. E. 1991. Scallops: biology, ecology and aquaculture. *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, 21. Department of Marine Resources and Bigelow Laboratory for Ocean Sciences. West Boothbay Harbor, USA, pp. 410-413.
- Silveira-Gramont, M. I. y M. Serna-Félix. 2004. Manual de introducción al uso del JMP Versión 4.0. Universidad de Sonora. Colección de textos académicos. No. 30. 94 pp.
- Toba, D. R., D. S. Thomson, K. K. Chew, G. J. Anderson y M. B. Miller. 1992. Guide to manila clam in Washington. Washington Sea Grant Program University of Washington. Washington E.U. 79 p.
- Yacovlev, Y. M y L. S. Afeichuk. 1995. The reproductive cycle of the scallop *Chalmyx farreri* in the sea of Japan. *Universite de Caen. ACTES de Colloques-N° 17*.
- Zar, J. H. 1984. Bioestatistical analisis. Ed Prentice-Hal, inc. ed. 2. Englewood, New Jersey. 718 p.

## IX.-ANEXOS.

Anexo 1.-Proceso de deshidratación para el análisis histológico en moluscos (Howard y Smith, 1983).

Horas	Solución	ml
1	80 % etanol	800
1	95 % etanol	800
1	95 % etanol	800
1	100 % etanol	800
1	100 % etanol	800.
1	Etanol-Xileno	800
1	Xileno I	800
1	Xileno II	800
1	Parafina I	800
1	Parafina II	800

Anexo 2.-Tinción Hematoxilina de Harris y Eosina, utilizada en el laboratorio de histología del DICTUS.

PASO	SOLUCION	TIEMPO
1	Xileno	5 minutos
2	Xileno	5 minutos
3	Alcohol: xileno (1:1)	1 minuto
4	Alcohol 100%	16 sumergidas
5	Alcohol 100%	16 sumergidas
6	Alcohol 95%	16 sumergidas
7	Alcohol 95%	16 sumergidas
8	Agua corriente	Enjuagar y cambiar de agua
9	Hematoxilina	8 minutos
10	Agua corriente	Enjuagar
11	Alcohol ácido	10 sumergidas
12	Agua amoniacal	25 sumergidas
13	Agua corriente	25 sumergidas
14	Eosina	2-8 minutos
15	Alcohol 95%	16 sumergidas
16	Alcohol 95%	16 sumergidas
17	Alcohol 100%	16 sumergidas
18	Alcohol 100%	16 sumergidas
19	Alcohol:xileno (1:1)	1 minuto
20	Xileno	5 minutos
21	Xileno	5 minutos



Anexo 3.- Resultados de la prueba de homogeneidad de varianza de Bartlett para longitudes, pesos, IC y diámetros de oocitos y núcleos de la almeja chocolata *Megapitaria squalida*.

	Prueba de Bartlett	P
Longitud-Hembras	1.0509	0.548393
Longitud-Machos	1.06121	0.45396
Peso Total-Hembras	1.01826	0.980815
Peso Total-Machos	1.03114	0.894223
Peso del Cuerpo-Hembras	1.04263	0.693298
Peso del Cuerpo-Machos	1.04991	0.599259
Índice de Condición-Hembras	1.29662	3.69 <sup>-7</sup>
Índice de Condicion -Machos	1.77591	0.0
Diámetro-Oocitos	1.07255	7.23 <sup>-8</sup>
Diámetro-Núcleos	1.035	0.00598
Diámetro-Oocitos Por Estadio	1.16611	0.0
Diámetro-Núcleos Por Estadio	1.0609	2.99 <sup>-9</sup>

Anexo 4.- Determinación de la  $t$  para establecer el crecimiento de la almeja chocolata *Megapitaria squalida*.

$$X = aY^b \longrightarrow \log X = \log a + b \log Y \quad \begin{array}{l} X = \text{Longitud, } a = \text{Intercepto, } Y = \text{Peso y} \\ b = \text{Coeficiente de crecimiento} \end{array}$$

$$H_0: \beta = \beta_0 \quad H_1: \beta > \beta_0$$

$$\text{Estadístico de prueba: } t = \frac{\sqrt{n-1} S_x (b - \beta_0)}{S_{y/x}}$$

Donde:

$$\beta = b.$$

$$\beta_0 = 3.$$

$n$  = Número de muestra.

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x}_i)^2}$$

$$S_{y/x} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log y_i - a - b \log x_i)^2}{n-2}}$$

Anexo 5.- Promedios, desviaciones estándar, mínimos, máximos y # de organismos para Longitud (L), Peso Total (PT) y Peso del Cuerpo (PC) de hembras, machos y hembras + machos de la almeja chocolata, *Megapitaria squalida*, de enero a diciembre del 2003, en la Bahía de Altata, en Navolato, Sinaloa, México.

2003		Hembras			Machos			Hembras + Machos		
		L	PT	PC	L	PT	PC	L	PT	PC
ENERO-28	Promedio	77.2	132.4	25.4	74.5	118.7	22.0	75.5	124.0	23.3
	Desv. Est.	5.4	26.8	5.6	5.2	24.7	3.9	5.4	26.2	4.9
	Mínimo	60.3	60.8	10.4	61.1	52.3	12.5	60.3	52.3	10.4
	Máximo	85.8	188.3	39.1	83.8	169.4	31.0	85.8	188.3	39.1
	# de org.	23	23	23	37	37	37	60	60	60
FEBRERO-28	Promedio	71.4	102.4	15.9	72.7	111.7	16.5	72.0	106.6	16.1
	Desv. Est.	5.3	25.2	3.7	6.0	31.2	4.4	5.6	28.2	4.0
	Mínimo	59.7	55.1	9.5	58.9	53.8	7.5	58.9	53.8	7.5
	Máximo	81.4	150.8	23.4	81.5	161.4	24.8	81.5	161.4	24.8
	# de org.	33	33	33	27	27	27	60	60	60
MARZO-28	Promedio	76.1	130.3	21.9	79.3	144.6	26.0	77.2	135.5	23.4
	Desv. Est.	3.3	21.3	4.1	3.7	22.0	4.6	3.7	22.3	4.7
	Mínimo	70.3	94.2	14.7	74.6	114.4	18.5	70.3	94.2	14.7
	Máximo	81.3	157.2	34.8	85.2	177.4	30.8	85.2	177.4	34.8
	# de org.	19	19	19	11	11	11	30	30	30
ABRIL-28	Promedio	74.0	114.2	23.7	69.4	100.8	18.9	72.5	109.7	22.1
	Desv. Est.	4.5	23.2	3.5	4.1	27.1	3.0	4.8	25.0	4.0
	Mínimo	67.1	82.2	17.3	61.7	52.7	13.6	61.7	52.7	13.6
	Máximo	81.3	166.8	28.3	74.3	136.4	22.5	81.3	166.8	28.3
	# de org.	20	20	20	10	10	10	30	30	30
MAYO-28	Promedio	72.1	104.2	17.9	70.6	99.6	15.8	71.6	102.6	17.2
	Desv. Est.	6.1	24.8	4.4	5.8	22.7	4.8	5.9	23.8	4.6
	Mínimo	64.4	76.9	11.3	60.3	66.7	9.3	60.3	66.7	9.3
	Máximo	86.9	166.1	28.4	81.9	149.3	25.5	86.9	166.1	28.4
	# de org.	20	20	20	10	10	10	30	30	30
JUNIO-28	Promedio	73.5	111.5	17.1	77.3	128.9	19.4	75.6	121.4	18.4
	Desv. Est.	4.7	23.6	4.3	4.6	26.5	3.4	5.0	26.3	3.9
	Mínimo	66.3	79.9	10.7	69.5	86.6	14.3	66.3	79.9	10.7
	Máximo	80.0	154.3	27.5	85.2	180.6	25.9	85.2	180.6	27.5
	# de org.	13	13	13	17	17	17	30	30	30
JULIO-28	Promedio	71.1	93.4	14.6	74.2	109.6	17.3	72.7	101.8	15.9
	Desv. Est.	4.7	20.5	2.8	7.0	30.7	4.5	6.1	27.1	4.0
	Mínimo	64.0	65.8	10.6	65.2	66.9	10.7	64.0	65.8	10.6
	Máximo	79.5	128.8	21.2	84.9	156.0	24.9	84.9	156.0	24.9
	# de org.	14	14	14	15	15	15	29	29	30
AGOSTO-28	Promedio	74.2	112.8	16.1	70.4	97.8	13.9	72.5	105.8	15.1
	Desv. Est.	5.2	24.8	3.5	6.3	30.5	3.4	6.0	28.2	3.6
	Mínimo	66.1	80.0	11.7	62.7	61.3	10.0	62.7	61.3	10.0
	Máximo	82.8	150.7	23.0	81.1	164.0	22.7	82.8	164.0	23.0
	# de org.	16	16	16	13	14	14	29	30	30
SEPTIEMBRE-28	Promedio	71.3	95.1	14.5	73.2	104.4	16.2	72.4	100.4	15.5
	Desv. Est.	3.8	20.6	2.6	4.4	20.9	3.0	4.2	20.9	2.9
	Mínimo	66.4	72.8	11.2	65.2	77.6	11.6	65.2	72.8	11.2
	Máximo	78.0	135.7	20.8	80.1	146.7	20.6	80.1	146.7	20.8
	# de org.	13	13	13	17	17	17	30	30	30
OCTUBRE-28	Promedio	77.7	128.6	16.9	78.2	135.9	17.9	77.9	132.5	17.4
	Desv. Est.	5.5	26.4	3.4	4.4	28.0	3.4	4.8	27.0	3.3
	Mínimo	68.3	86.4	11.7	72.9	100.5	13.9	68.3	86.4	11.7
	Máximo	90.8	197.6	24.8	87.6	193.7	25.3	90.8	197.6	25.3
	# de org.	14	14	14	16	16	16	30	30	30
NOVIEMBRE-28	Promedio	80.9	143.3	20.6	79.5	144.8	20.3	80.3	143.9	20.4
	Desv. Est.	4.2	19.8	3.1	4.1	26.4	2.7	4.2	22.2	3.1
	Mínimo	76.3	113.2	15.8	73.5	108.3	17.4	73.5	108.3	13.2
	Máximo	90.9	179.2	25.2	86.9	187.0	25.5	90.9	187.0	25.5
	# de org.	16	16	16	11	11	11	27	27	30
DICIEMBRE-28	Promedio	74.0	106.8	18.2	73.6	110.7	18.4	73.8	109.1	20.4
	Desv. Est.	4.6	23.1	3.7	5.0	25.6	4.5	4.8	24.2	3.1
	Mínimo	66.3	70.0	13.2	65.8	74.9	11.1	65.8	70.0	13.2
	Máximo	79.7	140.0	26.3	82.8	167.9	27.1	82.8	167.9	25.5
	# de org.	13	13	13	16	17	17	29	30	30
TOTAL	Promedio	74.3	114.7	18.8	74.4	116.9	18.7	74.4	115.8	18.8
	Desv. Est.	5.6	27.5	5.2	5.9	29.8	4.8	5.7	28.6	5.0
	Mínimo	59.7	55.1	9.5	58.9	52.3	7.5	58.9	52.3	7.5
	Máximo	90.9	197.6	39.1	87.6	193.7	31.0	90.9	197.6	39.1
	# de org.	214	214	214	200	202	200	414	416	414