



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA
(BIOLOGÍA MARINA)

Evaluación de la fecundidad marsupial y posmarsupial de *Metamysidopsis elongata* (Holmes, 1900) (Crustacea: Mysidae) en condiciones silvestres y semicontroladas de la costa de la bahía de Mazatlán, Sinaloa, México.

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS

PRESENTA:

JUDITH NUÑEZ LECUANDA

TUTOR:

DR. ARMANDO ADOLFO ORTEGA SALAS
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA,
UNIDAD ACADÉMICA MAZATLÁN

COMITÉ TUTOR:

DR. SAMUEL E. GOMEZ NOGUERA
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA,
UNIDAD ACADÉMICA MAZATLÁN
DR. ARMANDO GARCIA ORTEGA
POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA
DR. JESUS PONCE PALAFOX
POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA
DR. DOMENICO VOLTOLINA LOBINA
POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA

MEXICO, D.F. SEPTIEMBRE 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DECLARACION DE AUTOR

Se permite todo tipo de citas a éste documento, excepto la transcripción íntegra de los párrafos, siempre y cuando se otorgue el crédito correspondiente al autor. El permiso expreso del autor(a) puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: judith_mazatlan@yahoo.com

Si el permiso se otorga deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo de la siguiente manera:

Núñez-Lecuanda. 2013. Evaluación de la fecundidad marsupial y posmarsupial de *Metamysidopsis elongata* (Holmes, 1900) (Crustacea: Mysidae) en condiciones silvestres y semicontroladas de la costa de la bahía de Mazatlán, Sinaloa, México. Tesis de Maestría, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, 67 p.

Se permite la copia total o parcial de este documento a través de sistemas electrónicos o mecánicos, siempre y cuando se cubra el importe solicitado por la institución que tenga en su acervo este documento.

Atentamente:

Judith Núñez Lecuanda.

AGRADECIMIENTOS

Al Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México por las facilidades otorgadas durante la realización de mis estudios de maestría.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada para realizar mis estudios de posgrado.

A mi tutor el Dr. Armando Ortega Salas por su apoyo académico y disposición en la realización de esta investigación. También a los doctores Samuel Gómez Noguera, Armando García Ortega, Jesús Ponce Palafox y Domenico Voltolina Lobina por formar parte del comité tutorial, por todas sus observaciones, consejos y comentarios acertados durante la realización de este trabajo.

Al M. en C. Roberto Cortes Altamirano que me abrió desde un principio las puertas del Laboratorio de Plancton y por todas las facilidades brindadas en la utilización del equipo de microscopía, computo, reactivos y materiales de laboratorio. Gracias maestro Roberto por su amistad y total apoyo para la culminación de mi tesis de maestría.

Quiero agradecer muy especialmente a los Técnicos Académicos y Maestros en Ciencias Arturo Núñez Pastén y Sergio Rendón Rodríguez que fueron mis asesores externos a lo largo de todo el proyecto y parte importante en la culminación de la tesis.

Al M. en C. Arturo Núñez Pastén, por su invaluable e incondicional apoyo en las capturas de los mísidos en todas las salidas al campo. Por sus conocimientos y experiencia en el manejo y mantenimiento exitoso de los organismos. Gracias también por darme la idea inicial de trabajar con éstos organismos tan especiales y por la disponibilidad, tiempo, apoyo y entusiasmo a lo largo de la tesis.

Al M. en C. Sergio Rendón Rodríguez, por su valiosa y acertada aportación de conocimientos e ideas a lo largo del proyecto de investigación. Por enseñarme con paciencia el manejo del programa de medición automática, toma de fotografías y realización de análisis estadísticos. Por sus constantes sugerencias y gran disponibilidad de enseñar, ayudarme y aguantarme en la elaboración de este trabajo.

Al Biólogo Pesquero José Adán Félix Ortiz por su apoyo en los análisis estadísticos. Gracias profe por tenerme paciencia y regalarme su tiempo y sus conocimientos. Sus sugerencias estadísticas permitieron sacar adelante mi proyecto.

A Margarita Cordero, por su gran apoyo en todo lo relacionado con los trámites escolares y administrativos. Y también por su enorme paciencia y consejos.

A la Lic. Herlinda Virgen por su constante apoyo en el manejo del equipo de cómputo.

Al Mat. Germán Ramírez y al Lic. Carlos Suárez por su ayuda en las videoconferencias y apoyo técnico en lo relativo a cómputo e informática.

A la Sra. Clara Ramírez, responsable de la Biblioteca Regional "María Elena Caso" de la Unidad Académica Mazatlán, por su disponibilidad en las búsquedas bibliográficas.

A todo el personal del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Unidad Académica Mazatlán, por su colaboración y facilidades otorgadas.

A TODOS MUCHAS GRACIAS!!!

DEDICATORIA

A **Dios** por permitirme continuar con mis sueños y darme toda la fortaleza, salud y experiencias necesarias para seguir adelante.

A mis padres Arturo y Judith por su apoyo invaluable en el transcurso de mi desarrollo profesional. Gracias por creer en mí y estar siempre conmigo con amor y fortaleza, en las buenas y en las malas. Esta tesis va para ustedes con todo mi cariño y agradecimiento.

A mi hermana Alina y mis sobrinas Carolina y Alyzeé porque son parte de mi vida, por compartir conmigo este sueño.

A mí querida amiga de toda la vida: Itayé, que siempre ha confiado en mí (desde el kínder). Gracias por tus consejos, sabiduría y amistad.

A Héctor por ser un incansable y paciente compañero de viaje en esta travesía de mi crecimiento profesional.

A mis amigos y compañeros de generación y aquellos que sin compartir su estancia aquí, siempre estuvieron apoyándome y brindándome su amistad. Gracias por los momentos de risas y alegrías a lo largo de este proceso.

A todos mis profesores del posgrado y para los que de una u otra manera participaron en mi formación académica. Ustedes son parte de este sueño que se hace realidad.

A todos los que me acompañaron a lo largo de este proyecto.

LOS QUIERO!

“Cuando el calzado es cómodo, se olvida uno del pie, cuando el cinturón es cómodo, se olvida uno de la cintura; y cuando el corazón está apaciguado, se olvida uno de “a favor y “en contra”

OSHO

El Maestro y varios discípulos van caminando. Uno de ellos pregunta: Maestro ¿A dónde vamos? El Maestro responde: Ya llegamos.

Siguen caminando y el mismo discípulo pregunta nuevamente: Maestro, ¿A dónde vamos? El Maestro vuelve a responder: Ya llegamos.

Entonces, el discípulo le dice, Maestro pero anteriormente ya habíamos llegado. El Maestro responde: En éste planeta, en éste universo, en ésta vida, simplemente ya llegamos y continuó caminando.

Cuento Zen

“Los guerreros de la luz conservan el brillo en los ojos. Están en el mundo y forman parte de la vida de otras personas. No siempre son valientes ni actúan correctamente. Sufren por cosas inútiles, a veces se consideran incapaces de crecer y con frecuencia se creen indignos de cualquier bendición o milagro. No siempre están seguros de lo que están haciendo aquí y pasan noches en vela pensando que sus vidas no tienen sentido. Por eso son guerreros de la luz. Porque se equivocan. Porque se preguntan. Porque buscan una razón –y con seguridad la encontrarán”

Paulo Coelho

“Creo que la vida es según como la miramos. Si cambio la forma de ver las cosas, las cosas cambian de forma”

SANTIAGO PANDO

Un estudiante de artes marciales fue hasta su profesor y le dijo seriamente, “soy un devoto al estudiar su sistema marcial, ¿cuánto tiempo me tomará dominarlo?”. La respuesta del profesor fue improvisada, “diez años”. Impacientemente, el estudiante replicó, “pero quiero dominarlo mucho antes que eso. Trabajaré muy duro. Practicaré a diario, diez o más horas al día si es necesario”. “¿Cuánto tiempo tomaría entonces?”. El profesor pensó por un momento y le dijo: “veinte años”.

Cuento Zen



La presente tesis titulada “Evaluación de la fecundidad marsupial y posmarsupial de *Metamysidopsis elongata* (Holmes, 1900) (Crustacea: Mysidae) en condiciones silvestres y semicontroladas de la costa de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa, México”, realizada por la alumna Judith Núñez Lecuanda del Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, se llevó a cabo bajo la dirección del Dr. Armando A. Ortega Salas en los Laboratorios de Plancton y en el de Cultivo de Organismos Acuáticos, Unidad Académica Mazatlán del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.

El estudio se financió con fondos del Proyecto Institucional Número 337 denominado Cultivo de Organismos Acuáticos, cuyo responsable es el Dr. Armando Adolfo Ortega Salas.

El jurado de examen de grado estuvo integrado por:

Dr. Samuel Gómez Noguera
Dr. Armando García Ortega
Dr. Jesús Ponce Palafox
Dr. Domenico Voltolina Lobina

INDICE

LISTA DE FIGURAS	I
LISTA DE TABLAS	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
1 INTRODUCCION	1
1.1 Características morfológicas generales	1
1.2 Descripción general del místico <i>Metamysidopsis elongata</i>	2
1.3 Taxonomía	3
1.4 Distribución	3
1.5 Importancia ecológica	4
1.6 Importancia en acuicultura	4
1.7 Reproducción y desarrollo embrionario	5
2 ANTECEDENTES	7
3 JUSTIFICACION	10
4 HIPOTESIS	10
5 OBJETIVOS	11
5.1 Objetivo general	11
5.2 Objetivos específicos	11
6 AREA DE MUESTREO	12
7 METODOLOGIA	13
7.1 Colecta de misticos	13
7.2 Manejo de organismos, aclimatación y alimentación	13
7.3 Distinción de sexos	14
7.4 Medición y observación de organismos	14
7.5 Evaluación de actividad reproductiva, proporción sexual, longitud y fecundidad marsupial	14
7.5.1. Misticos silvestres	14
7.5.2. Misticos de cultivo	15
7.6 Crecimiento de <i>M. elongata</i>	17
7.7 Evaluación del inicio de la madurez sexual y liberación de primeros juveniles en misticos de cultivo F1 y F2	17
7.8 Evaluación de la fecundidad posmarsupial	18
7.9 Análisis de datos	18
8 RESULTADOS	19
8.1 Actividad reproductiva y proporción sexual de <i>M. elongata</i>	19
8.1.1 Actividad reproductiva	19

	8.1.2	Proporción sexual en mísidos silvestres	20
	8.1.3	Proporción y frecuencia sexual en mísidos cultivados	20
	8.2	Longitud de <i>M. elongata</i>	21
	8.2.1	Longitud de mísidos en el ciclo de muestreo	21
	8.2.2	Longitud de mísidos en condiciones semicontroladas	24
	8.3	Principales características morfológicas del desarrollo marsupial	24
	8.3.1	Frecuencia de estadios (hembras silvestres, F1 y F2)	27
	8.3.2	Longitud de los embriones (Estadio I) en hembras silvestres, F1 y F2	28
	8.4	Fecundidad marsupial	30
	8.4.1	Fecundidad media marsupial a lo largo del ciclo de muestreo	30
	8.4.2	Fecundidad marsupial y longitud de hembras silvestres, F1 y F2	32
	8.5	Fecundidad posmarsupial en hembras silvestres, F1 y F2.	34
	8.5.2	Fecundidad posmarsupial y longitud de hembras silvestres, F1 y F2	36
	8.5.3	Longitud de juveniles (Estadio V) silvestres, F1 y F2	37
	8.6	Inicio de la madurez sexual, liberación de juveniles y supervivencia de progenitores	38
	8.7	Crecimiento de <i>M. elongata</i>	38
9		DISCUSION	40
	9.1	Presencia de <i>M. elongata</i>	40
	9.2	Proporción sexual	42
	9.3	Longitud corporal	43
	9.4	Desarrollo marsupial	43
	9.5	Fecundidad marsupial	46
	9.6	Fecundidad posmarsupial	49
	9.7	Diseño experimental.	50
	9.8	Inicio de madurez sexual, liberación de juveniles y supervivencia de progenitores	52
	9.9	Crecimiento	56
10		CONCLUSIONES	58
11		BIBLIOGRAFIA	59
12		ANEXOS	67

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Morfología externa de un místico típico	1
2	Morfología del místico <i>M. elongata</i> y principales características morfológicas.	3
3	Localización de la zona de muestreo en la bahía de Mazatlán, Sinaloa.	12
4	Hembras ovígeras del místico <i>M. elongata</i>	15
5	Temperatura superficial del agua de la bahía de Mazatlán a lo largo del ciclo de muestreo	19
6	Presencia de místidos a lo largo del ciclo de muestreo	20
7	Proporción sexual en el ciclo de muestreo	20
8	Proporción sexual en místidos de cultivo	21
9	Frecuencia de longitudes en hembras ovígeras silvestres y de cultivo	22
10	Frecuencia de longitudes en machos silvestres y de cultivo	23
11	Longitud de hembras y machos a lo largo del ciclo de muestreo	23
12	Longitudes promedio de las hembras ovígeras a lo largo del ciclo de muestreo.	24
13	Estadios del desarrollo marsupial	26
14	Frecuencia mensual de los estadios a lo largo del ciclo de muestreo	27
15	Frecuencia de los estadios en místidos silvestres, F1 y F2	28
16	Longitud de los embriones (Estadio I) entre hembras silvestres, F1 y F2	29
17	Ecuación de regresión entre la talla de los embriones (Estadio I) y la longitud de las hembras silvestres	29
18	Frecuencia de la fecundidad en el ciclo de muestreo	30
19	Fecundidad media marsupial a lo largo del ciclo de muestreo	31

20	Fecundidad media marsupial entre hembras silvestres, F1 y F2	31
21	Ecuación de regresión entre la longitud de hembras y el número de embriones (Estadio I) en mísidos silvestres	32
22	Variación de la fecundidad media marsupial en las longitudes de hembras silvestres y de cultivo	33
23	Frecuencia de la fecundidad marsupial en mísidos cultivados	34
24	Frecuencia de la fecundidad posmarsupial en mísidos silvestres, F1 y F2	35
25	Fecundidad media posmarsupial entre hembras silvestres, F1 y F2	36
26	Variación de la fecundidad posmarsupial en la longitud de hembras silvestres y de cultivo	37
27	Longitud de los juveniles liberados en hembras silvestres, F1 y F2	37
28	Curvas y ecuaciones de crecimiento von Bertalanffy para mísidos juveniles, machos y hembras F1(a) y F2(b)	39

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
1	Resumen de algunos estudios sobre mísidos a nivel nacional e internacional	7
2	Principales características morfológicas del desarrollo marsupial del mísido <i>Americamysis bahía</i> (Familia Mysidae)	17
3	Proporción sexual en mísidos silvestres, F1 y F2	21
4	Longitud (mm), media (ds) e intervalo de la longitud total de hembras ovígeras y machos maduros de <i>M. elongata</i> en cada mes de muestreo	22
5	Longitud (mm), intervalo, media y ds en hembras y machos silvestres, F1 y F2	22
6	Longitud (mm), intervalo, media, ds de los cinco estadios en mísidos silvestres, F1 y F2	25
7	Número de embriones (intervalo, media, ds) de los cuatro estadios en mísidos silvestres, F1 y F2	25
8	Fecundidad marsupial y longitud (mm) (intervalo, media, ds) de los cuatro estadios en mísidos silvestres	33
9	Fecundidad posmarsupial, longitud de hembras y longitud de los juveniles liberados (mm) (intervalo, media, ds) en mísidos silvestres, F1 y F2.	35
10	Aparición de la madurez sexual y primera liberación de juveniles en mísidos de cultivo (F1 y F2)	38
11	Datos del modelo von Bertalanffy	39

RESUMEN

Evaluación de la fecundidad marsupial y posmarsupial de *Metamysidopsis elongata* (Holmes, 1900) (Crustacea: Mysidae) en condiciones silvestres y semicontroladas de la costa de la bahía de Mazatlán, Sinaloa México.

Judith Núñez Lecuanda.

Se evaluó la fecundidad marsupial y posmarsupial de *Metamysidopsis elongata* en condiciones silvestres y dos generaciones de cultivo de las costas de Mazatlán, Sinaloa. Las colectas fueron mensuales de septiembre 2010 a octubre 2011, superficiales de 0.5 y 1.0 m, con una red planctónica de 1000 μm . La evaluación de las fecundidades fue con organismos fijados al 4% y los cultivos tuvieron una densidad de 5 ind/lit a una temperatura de $22\pm 1^\circ\text{C}$, salinidad de 32 ± 1 y aireación constante. Se alimentó *ad libitum* con nauplios de *Artemia* recién eclosionados. La proporción sexual promedio mostró dominancia de hembras en los mísidos silvestres (6.5:1.0) y en las generaciones F1 con 2.3:1.0 y F2 con 2.1:1.0. La temperatura varió de $14.3\text{--}31.2^\circ\text{C}$ (25 ± 5.51). La fecundidad media marsupial en mísidos silvestres fue de 6.28 ± 2.94 , para mísidos F1 de 4.51 ± 1.20 y F2 de 3.72 ± 0.89 embriones por hembra. La fecundidad media posmarsupial en los mísidos silvestres fue de 5.86 ± 1.45 , 3.74 ± 1.20 (F1) y 3.32 ± 1.42 (F2). Se observaron cinco fases de desarrollo marsupial. La longitud de los embriones (estadio I) entre las hembras silvestres, F1 y F2 se encontraron en el intervalo de 0.28-0.41 mm (0.34 ± 0.03). La longitud media de las hembras ovígeras silvestres fue de 5.67 ± 0.54 mm, de la F1 fue de 5.41 ± 0.60 mm y F2 de 5.36 ± 0.32 mm y para los machos fue de 4.49 ± 0.21 , de la F1 fue 4.44 ± 0.14 y de F2 4.54 ± 0.16 mm. El incremento de talla de los embriones desde el estadio I a IV para los mísidos silvestres fue de 1.02 mm, 0.96 mm (F1) y 1.0 mm (F2). No existió correlación entre la longitud de los embriones del estadio I y la longitud de las hembras progenitoras silvestres. No se encontró correlación entre la longitud de las hembras y la fecundidad posmarsupial. La longitud de los juveniles liberados de los mísidos silvestres, F1 y F2 mostró diferencia significativa. La madurez sexual inició en los machos a los 12 días después de ser liberados a una longitud de 4.6 y 4.3 mm; mientras que en las hembras ocurrió a los 18 y 20 días; a una longitud de 5.35 (F1) y 5.31 mm (F2). La liberación de los juveniles inició en la F1 a los 26 días (5.5 mm) y en la F2 a los 28 días (5.53 mm). Los mísidos de cultivo mostraron una supervivencia entre 77 y 78%. Las tasas de crecimiento promedio mediante el modelo von Bertalanffy para los mísidos juveniles fueron de 0.304 mm/día, para machos (0.149 mm/día) y hembras (0.208 mm/día). El crecimiento medio diario a lo largo de los 30 días para todos los mísidos fue de 0.201 mm/día. La fecundidad de los mísidos silvestres se mantuvo presente en todo el ciclo de muestreo y fue menor que la de los mísidos de cultivo.

Palabras clave: mísidos, *Metamysidopsis*, fecundidad, marsupio.

ABSTRACT

Estimate of marsupial and post-marsupial fecundity of *Metamysidopsis elongata* (Holmes, 1900) (Crustacea: Mysidae) from the shore of the Mazatlán bay, Sinaloa, México, under wild and semi-controlled conditions.

Judith Núñez Lecuanda.

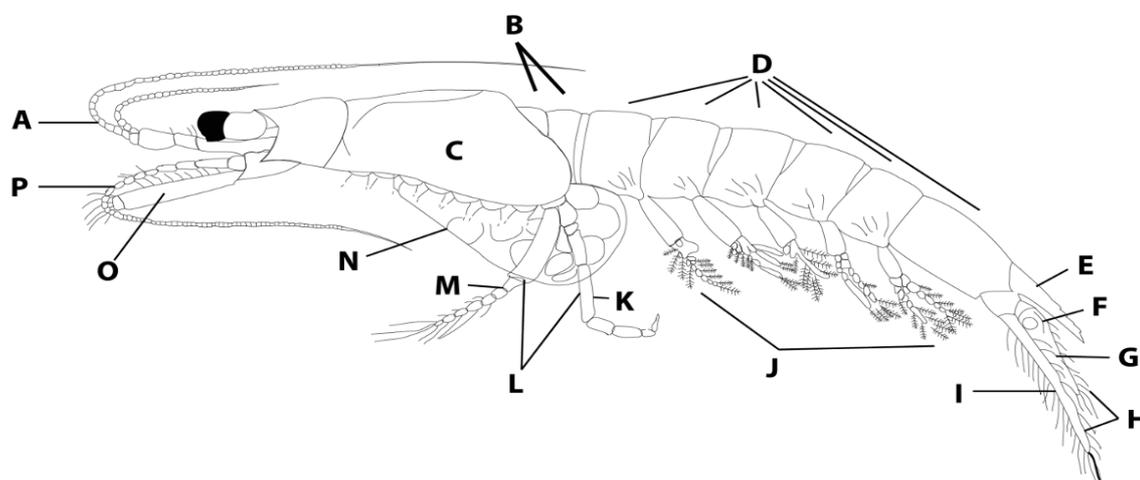
The marsupial and post-marsupial fecundity of *Metamysidopsis elongata* under wild conditions and in two culture generations from the coast of Mazatlan, Sinaloa was estimated. Sampling was carried out at monthly intervals from September 2010 to October 2011, 0.5 to 1.0 m on the surface using a 1000 μ m plankton net. Estimates of fecundity were performed on specimens fixed in a 4% formaldehyde solution. Cultures were made at a density of 5 ind/L, at a temperature of $22 \pm 1^\circ\text{C}$, salinity of 32 ± 1 and continuous aeration. The individuals were fed recently hatched *Artemia* nauplii *ad libitum*. The average sex ratio dominance leaned clearly towards females in wild mysids (6.5:1.0) and in F1 and F2 generations, 2.3:1.0 and 2.1:1.0 respectively. Temperature ranged from 14.3 to 31.2°C. The average marsupial fecundity in wild mysids was 6.28 ± 2.94 embryos per female and 4.51 ± 1.20 embryos per female in F1 mysids and 3.72 ± 0.89 embryos per female in F2 mysids. The average post-marsupial fecundity in wild mysids was 5.86 ± 1.45 , 3.74 ± 1.20 in F1 mysids and 3.32 ± 1.42 in F2 mysids. Five marsupial developmental stages were observed. The length of embryos (stage 1) in wild, F1 and F2 females fell into the 0.28-0.41 mm interval (0.34 ± 0.03). The average length of wild egg-carrying females was 5.67 ± 0.54 mm, in F1 females was 5.41 ± 0.60 mm and in F2 females was 5.36 ± 0.32 mm. For males, mean length was 4.49 ± 0.21 , mm in wild animals, 4.44 ± 0.14 mm and 4.54 ± 0.16 mm in F1 and F2 individuals, respectively. The size increment of embryos from state I to IV for wild mysids was 1.02 mm, 0.96 mm for F1 and 1.0 mm for F2. There was no correlation between embryos length at stage I and the length of wild mothers. Neither was correlation between length of females and post-marsupial fecundity. There was a significant difference between released juveniles from wild, F1 and F2 mysids. The onset of sexual maturity in males occurred 12 days after their release at a length of 5.35 mm (F1) and 5.31 mm (F2). In F1, the release of juveniles started after 26 days (5.5 mm) and in F2 after 28 days (5.53 days). Mysids under culture showed a survival rate between 77 and 78%. The average growth rates calculated by means of the von Bertalanffy model for juvenile mysids were 0.304 mm/day, for males (0.149mm/day) and for females (0.208 mm/day). The average daily growth throughout the 30 day period for all mysids was 0.201 mm/day. The fecundity in wild mysids was in evidence throughout the sampling period and it was lower than that of mysids under culture.

Key words: mysids, *Metamysidopsis*, fecundity, marsupium.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Características morfológicas generales

Se conocen aproximadamente 120 géneros y 1452 especies de mísidos, cada una de las cuales pueden ser identificadas a través de diferencias en su morfología externa, especialmente el rostro, la estructura de apéndices, como pleópodos, escama antenal, urópodos y el telson (Mauchline, 1980; Murano, 1999) (Fig. 1). Los mísidos al igual que otros crustáceos peracáridos, llevan los embriones en desarrollo en una bolsa marsupial ventral que presentan las hembras maduras ovígeras, la cual está formada por estructuras llamadas osteguitos (Mauchline y Murano, 1977; Domínguez *et al.*, 1999; Price, 2004).



A.- Anténula
B.- Segmentos torácicos
C.- Caparazón
D.- Segmentos abdominales
E.- Telson
F.- Estatocisto
G.- Endópodo
H.- Urópodo

I.- Exópodo
J.- Pleópodos
K.- Endópodo
L.- Octava extremidad torácica
M.- Exópodo
N.- Marsupio
O.- Escama antenal
P.- Antena

Figura 1. Morfología externa de un mísido típico. Tomado de W. Wayne Price, 1982.

Las características morfológicas generales de este grupo de crustáceos incluyen: 1) un caparazón que cubre la mayor parte del tórax, pero fusionado con no más que los primeros cuatro somitas torácicos, 2) maxilípedos (toracópodos 1 o 1 y 2) distintos de los apéndices cefálicos, 3) ausencia de branquias en apéndices torácicos, 4) los pleópodos de las hembras se encuentran reducidos y los pleópodos de los machos pueden encontrarse reducidos (o

birrámicos) y natatorios, con frecuencia uno o más pares modificados 5) tienen un estatocisto sobre el endópodo de cada urópodo para los miembros de la Familia Mysidae, que son ausentes para los de aguas profundas (familia Petalophthalmidae) y familias subterráneas (Lepidomysidae y Stygiomysidae) (Price, 2004).

1.2. Descripción general del místico M. elongata

El cuerpo es delgado, con el caparazón ligeramente proyectado hacia el frente en una placa rostral corta de ángulo amplio la cual no cubre ninguna parte de los pedúnculos oculares. Los ojos son grandes y cilíndricos; la córnea ocupa un poco menos de la mitad de todo el ojo. El pedúnculo antenular en las hembras es largo y delgado; la primera articulación es más larga que la tercera, pero más corta que la segunda y tercera, combinadas. En los machos el pedúnculo antenular es más corto y más grueso que en la hembra y el lóbulo setoso en el extremo distal es corto y densamente bordeado por setas largas. La escama antenal es casi tan larga como el pedúnculo antenular, es delgada y estrecha, con todo el borde setoso, cerca de siete veces más larga que ancha. El pedúnculo antenal es más corto que la escama; la articulación terminal es tres cuartos de la longitud de la articulación anterior. En el macho, la escama antenal es algo más corta que en la hembra, con el resultado de que el pedúnculo antenal parece relativamente más largo, extendiéndose más allá de la articulación distal de la escama. Los pleópodos del macho son del tipo característico del género; el cuarto par tiene el exópodo más largo que el endópodo y termina en una larga y robusta seta plumosa. El telson es corto y lingüiforme; dos tercios tan largo como el sexto somita abdominal y una y media veces más largo que ancho. (Tattersall, 1951) (Fig. 2).

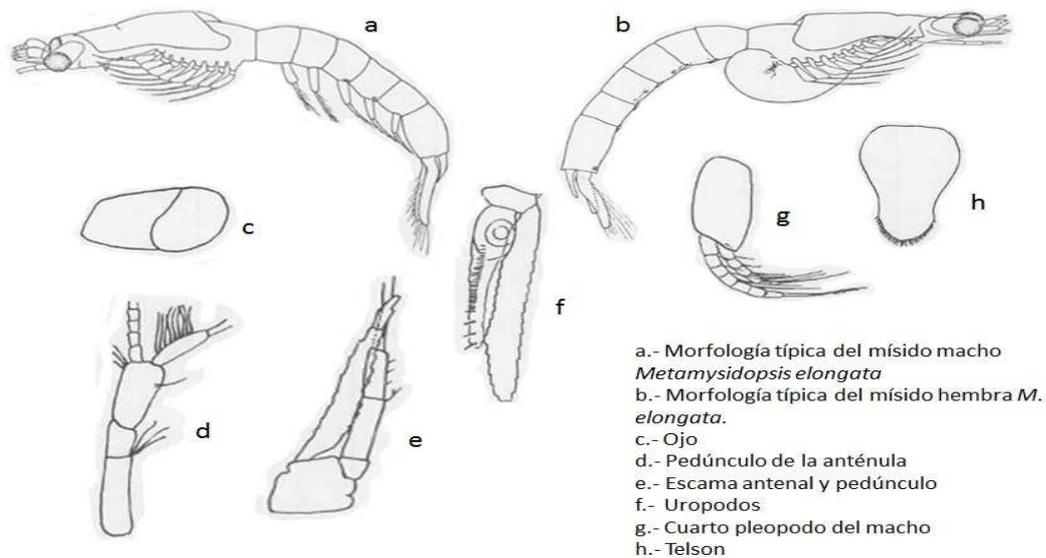


Figura 2. Morfología del místico *M. elongata* y principales partes morfológicas que ayudan en la descripción taxonómica de la especie. Tomado de Walter M. Tattersall, 1951.

1.3. Taxonomía

Metamysidopsis elongata (Holmes, 1900) se encuentra en el Phylum Arthropoda, Subphylum Crustacea, Clase Malacostraca Latreille, 1802, Subclase Eumalacostraca Grobben, 1892, Superorden Peracarida Calman, 1904, Orden Mysida Haworth, 1825, Familia Mysidae Haworth, 1825 (Martín y Davis, 2001).

1.4. Distribución

Los misticos ocupan una amplia variedad de ambientes acuáticos abarcando las aguas tropicales y subtropicales, como también arrecifes coralinos con lugares protegidos de corrientes fuertes (Prieto *et al.*, 2009). También son considerados especies ubicuas en los ecosistemas estuarinos y uno de los grupos faunísticos más abundantes en las playas arenosas (McLachlan, 1983).

Aunque los misticos se encuentran distribuidos alrededor del mundo, la mayoría de las especies (>90%) son marinas y ocurren principalmente en aguas costeras (McLachlan, 1983), con una representación menor en el mar abierto. La mayoría (>75%) de los misticos son hiperbentónicos; pocas especies, especialmente algunos miembros de la tribu *Gastrosaccini* son capaces de enterrarse. Muchos otros son pelágicos en aguas costeras y oceánicas. Este grupo de especies son encontradas en todas las regiones del océano desde la zona intermareal a profundidades mayores de 7 mil metros. Las formas de las especies costeras y epipelágicas son pequeñas (30 mm de longitud o menos) pero las especies de aguas profundas pueden alcanzar los 80 mm (Brusca, 1980; McLachlan y Brown, 2006; Domínguez *et al.*, 2004a y b y Price, 2004). La mayoría de los misticos costeros realiza una migración vertical, ascendiendo y dispersándose en

la columna de agua durante la noche, y descendiendo durante el día (Mauchline, 1980 y Murano, 1999). *Metamysidopsis elongata* (6-7 mm) es un mísido pelágico muy abundante en la mayoría de las zonas neríticas de todo el océano. Esta especie es libre nadadora y se presenta en cardúmenes o enjambres arriba del fondo arenoso y en áreas donde son comunes las rompientes (Clutter y Theilacker, 1971).

1.5. Importancia ecológica

Los mísidos forman parte del hiperbentos (Elliot y Hemingway, 2002) y son de importancia trofodinámica en los ambientes demersales y costeros, debido a: 1) su papel detritívoro y herbívoro (Webb, 1973), 2) por ser una fuente alimenticia de peces (Takahashi *et al.*, 1999; Baldo y Drake, 2002 y Jumars, 2007) e invertebrados (Mauchline, 1980), 3) formar una unión entre productores microbianos-consumidores secundarios, 4) tiene el potencial de estructurar e influir en las comunidades fitoplanctónicas, zooplanctónicas y meiofauna (Roast *et al.*, 1998) y 5) que son responsables de la remineralización de una gran porción de detritus refractario (Roast *et al.*, 1998 y Elliot y Hemingway, 2002). Estos organismos poseen importantes roles en las redes alimenticias debido a que transfieren energía hacia niveles tróficos superiores (Mees *et al.*, 1994). Se han registrado mísidos de la especie *Metamysidopsis elongata* en los contenidos intestinales de delfines (Tattersall, 1915), peces marinos y estuarinos, focas (Mauchline, 1980), caballitos de mar (Pinkaew *et al.*, 2001) y aves (Biju *et al.*, 2009). La mayoría de los mísidos sobreviven menos de tres meses en el ambiente natural, sin embargo la edad máxima observada en condiciones de laboratorio fue cerca de nueve meses y por tanto se asume que la mayoría de la mortalidad natural ocurre por la depredación, especialmente de los peces (Pinkaew *et al.*, 2001). Los mísidos son uno de los mayores componentes del zooplancton costero-estuarino, de hasta el 80-90% (Margalef, 1983) y juegan un importante rol como recurso para muchos organismos que utilizan esas áreas como “guarderías” (Wieser, 1969; Roast *et al.*, 1998; Murano, 1999; Price, 2004 y Yamada *et al.*, 2007). A pesar de lo anterior, su importancia en el ecosistema, principalmente como convertidor de energía en los diferentes niveles tróficos, ha sido subestimada.

1.6. Importancia en acuicultura

Los mísidos poseen un alto contenido de ácidos grasos por lo que su disponibilidad para la acuicultura ha resultado un éxito para el cultivo de las fases juveniles de sepias (*Sepia officinalis*) y adultos y juveniles de caballito de mar *Hippocampus hippocampus*, *H. abdominalis* (Woods y Valentino, 2003) e *H. ingens* (Exp. Pers.). El porcentaje de ácidos grasos totales (ácido docosahexaenoico (DHA), ácido eicosapentaenoico (EPA) y ácido araquidónico (AA)) esenciales

para el desarrollo normal de peces marinos y algunos crustáceos y moluscos, fue más alta en *Leptomysis lingvura* y *Paramysis nouvel* que las reportadas para rotíferos y *Artemia* sp. Las proporciones de tales ácidos (DHA:EPA, DHA:AA y EPA:AA) no muestran diferencia significativa entre organismos silvestres y de cultivo (Herrera *et al.*, 2011).

La obtención de un cultivo de mísidos a gran escala puede sustituir o complementar la alimentación que se utiliza actualmente en acuicultura, ya que presentan un tamaño adecuado como presa y una buena calidad nutricional (Domínguez *et al.*, 2000; Biju *et al.*, 2009). Los alimentos vivos más utilizados (rotíferos y *Artemia*) presentan varios inconvenientes, pues ninguno de ellos son presa natural en el medio marino y en muchos casos no reúnen los requisitos nutricionales y de tamaño requeridos, sobre todo en los primeros estadios de vida, como ocurre en el cultivo de cefalópodos y de algunos peces marinos como el caballito de mar *Hippocampus* sp. (Guevara *et al.*, 2005).

Además, debido a su sensibilidad a bajas concentraciones de sustancias tóxicas han sido utilizados en la detección de contaminación costera por cadmio e insecticidas (Gama *et al.*, 2006) y para eliminar hidrozoarios en los cultivos (Chaga y Karedin, 1981).

1.7. Reproducción y desarrollo embrionario

Todas las especies del orden Mysida llevan los embriones en la bolsa ventral de las hembras (marsupio), la cual es una cámara subtorácica formada por pares de oosteguitos que se superponen, donde se desarrollan hasta juveniles con forma similar a los adultos.

La copula ocurre en la noche de 2 o 3 minutos después de que la hembra madura muda y dura unos pocos segundos (Mauchline, 1980). La reproducción inicia cuando los óvulos son expulsados desde la abertura genital externa de los oviductos que se encuentran cerca de la base del sexto par de pereiópodos y los machos colocan la masa espermática en el marsupio vacío. La hembra posee ahora los embriones (huevos fecundados) dentro del marsupio donde son incubados y posteriormente liberados en una etapa de desarrollo avanzado (juvenil) con forma semejante a la de los adultos.

Poco antes de que los juveniles sean liberados ocurre una primera ecdisis larval en el marsupio. La salida de los juveniles tiene lugar durante la noche en un periodo corto de tiempo, desde unos pocos minutos a una hora. Después de la liberación, los juveniles (neonatos) tienden a hundirse y experimentan una segunda ecdisis larval después de la cual aparecen los estatocistos y son capaces de nadar, por lo que adquieren su forma juvenil altamente móvil dentro de unos pocos minutos después de la liberación.

Los machos y hembras desarrollan características morfológicas reconocibles durante el periodo de rápido crecimiento antes de la madurez (después de la madurez el crecimiento llega a ser

progresivamente más lento). Los cuartos pleópodos de los machos alcanzan el borde posterior del último segmento abdominal, el lóbulo masculino se encuentra plenamente desarrollado y setoso y las hembras poseen los osteguitos alargados (el marsupio en crecimiento).

Luego de las puestas, la hembra comienza nuevamente el ciclo de muda, copula y puesta (Murano, 1999).

Para denominar las etapas embrionarias Mauchline (1980) utiliza la siguiente terminología general para los mísidos:

Etapas I. Embriones tempranos, esféricos o semiesféricos. En esta etapa aparecen rudimentos de antenas y se desarrolla el abdomen.

Etapas II. Se desarrollan antenas y apéndices torácicos. Los ojos son pigmentados. Esta etapa termina con una muda.

Etapas III. Larva con ojos pedunculados. Esta etapa termina con una muda que se lleva a cabo en el marsupio poco después que las larvas son liberadas.

Según la terminología propuesta por Wittmann (1981) para describir el desarrollo marsupial en *Leptomysis* (Familia Mysidae), los embriones pasan por tres etapas principales:

Estado Embrionario: Los embriones se encuentran en el estado inicial del desarrollo marsupial. Los estadios de embriones tempranos o huevos ovoides, todavía dentro de la membrana del huevo. Dura 4-5 días y termina con la eclosión de la membrana del huevo.

Estado Nauploide: Las larvas recién eclosionadas tienen pigmentación en el ojo y gran masa vitelina. El estadio nauploide tiene las características más importantes de la etapa clásica de nauplio. Se forman todos los apéndices y segmentos del adulto. Abarca desde el día 4-5 hasta el 11-12, y termina con la primera muda del embrión.

Estado Postnauploide: Desde el día 11-12 hasta el día 14-15. En esta etapa ya están presentes y bien desarrollados todos los apéndices del adulto (ojos sobre pedúnculos), pero todavía están poco especializados. Se consume el vitelo y aparece el estómago. Termina con la liberación del juvenil y la consecuente muda.

Las larvas no son capaces de alimentarse hasta después de la muda. Luego de la muda el juvenil tiene todo el aspecto de un adulto en miniatura, pero no tiene bien desarrollado el estatocisto, ya que los estatolitos (estructuras calcáreas con función hidrostática que forman parte del estatocisto) no están presentes. Después de 10 horas aproximadamente los estatolitos ya están bien formados (Wittmann, 1981).

La terminología propuesta por Wortham-Neal y Price (2002) para describir el desarrollo embrionario de *Americamysis bahia* (Familia Mysidae) consta de las Fases Embrionaria (Estadio I), Nauploide temprana (Estadio II, con tres subestadios), Nauploide tardía (Estadio III), Postnauploide temprana (Estadio IV) y Postnauploide tardía (Estadio V).

2. ANTECEDENTES

Entre los estudios más recientes realizados sobre mísidos se encuentran los dirigidos a investigar aspectos ecológicos, biogeográficos, taxonómicos, reproductivos y ecotoxicológicos. La tabla 1 presenta un resumen de algunos estudios sobre mísidos a nivel nacional e internacional.

Tabla 1.- Resumen de algunos estudios sobre mísidos a nivel nacional e internacional.

ASPECTOS	LUGAR	ESPECIE	AUTOR Y AÑO
Revisión general de los mísidos	E.U.A.	Compendio general de las especies	Tattersall, 1951
Distribución	Costas del Pacífico Argentina y Brasil	Orden Mysida Orden Mysidacea	Price, 2004 Cardelli <i>et al.</i> , 2006 y Borzzone <i>et al.</i> , 2007
Comportamiento y distribución	California, E.U.A. Golfo de México Bélgica	<i>Metamysidopsis elongata</i> Orden Mysida Orden Mysida	Clutter, 1969 Escobar y Soto, 1991 Rappe <i>et al.</i> , 2011
Cultivos	España E.U.A España	<i>Leptomysis</i> sp. <i>Mysidopsis almyra</i> <i>Gastrosaccus roscoffensis</i>	Domingues <i>et al.</i> , 2000 Domingues <i>et al.</i> , 1998 y 2001; Reitsema y Neff, 1980 Escanez <i>et al.</i> , 2012
Calidad nutricional	Venezuela	<i>Metamysidopsis insularis</i>	Guevara <i>et al.</i> , 2005
Crecimiento	Florida, E.U.A Norte de Europa Brasil	<i>Mysis mixta</i> y <i>Mysidopsis almyra</i> <i>Neomysis integer</i> <i>M. elongata atlantica</i>	Domingues <i>et al.</i> , 1999 Gorokhova, 2002 Gama <i>et al.</i> , 2006
Crecimiento y desarrollo posmarsupial	Brasil	<i>M. elongata atlantica</i>	Gama <i>et al.</i> , 2002
Desarrollo marsupial	Italia E.U.A	<i>Leptomysis lingvura</i> <i>Americamysis bahia</i>	Wittmann, 1981 Wortham-Neal y Price, 2002
Desarrollo marsupial y posmarsupial	Bélgica	<i>Neomysis integer</i>	Fockedey <i>et al.</i> , 2005 y 2006
Fecundidad	Mazatlán, México Mazatlán, México	<i>Mysidopsis californica</i> <i>Amathimysis triggiba</i>	Ortega-Salas <i>et al.</i> , 2008 Rendón-Valdéz, 2013

ASPECTOS	LUGAR	ESPECIE	AUTOR Y AÑO
Reproducción	Reino Unido Japón Venezuela	Crustáceos pelágicos <i>Acanthomysis robusta</i> <i>Mysidium columbiae</i>	Mauchline, 1988 Sudo, 2004 Prieto <i>et al.</i> , 2009
Biología poblacional y reproductiva	Mediterráneo Terranova, Canadá Brasil India Malasia	<i>Mesopodopsis slabberi</i> <i>Mysis mixta</i> <i>Metamysidopsis nerítica</i> <i>Mesopodopsis orientalis</i> <i>Acanthomysis thailandica</i>	Delgado <i>et al.</i> , 1997 Richoux <i>et al.</i> , 2004 Calil y Borzone, 2008 Biju y Panampunnayil, 2011 Ramarn <i>et al.</i> , 2012
Ecológicos	E.U.A Florida, E.U.A E.U.A	<i>Metamysidopsis elongata</i> Orden Mysidacea Orden Mysida	Clutter y Theilacker, 1971 Price, 1982 Jumars, 2007
Ecotoxicología	Portugal Bélgica	<i>Mesopodopsis slabberi</i> <i>Neomysis integer</i>	Sardo <i>et al.</i> , 2005 Ghekiere <i>et al.</i> , 2007

En las costas mexicanas son pocos los estudios acerca de los mísidos, entre los que destacan los realizados en la biogeografía de los mísidos del Golfo de México por Escobar y Soto (1991) en cuyo trabajo se muestra que la Familia Mysidae es la más diversa con 48 especies distribuidas en su mayoría en la zona costera. Ortega-Salas *et al.* (2008) estudiaron la fecundidad del mísido *Mysidopsis californica* en las costas de Mazatlán, Sinaloa bajo condiciones semicontroladas y Rendón-Valdez (2013) quién estudió algunos aspectos de la biología reproductiva de *Amathimysis trigibba* en condiciones naturales en la bahía de Mazatlán, Sin.

Tattersall (1951) realizó una revisión y compendio general de la sistemática y distribución de los mísidos de la colección del Museo Nacional de Estados Unidos. Posteriormente Price (2004) estudió los aspectos geográficos, ecológicos y sistemática de los mísidos de las costas del Pacífico (de Alaska a Chile) en el que reportó 113 especies, 50 géneros y tres familias de mísidos marinos y estuarinos.

Entre los principales trabajos realizados con *Metamysidopsis elongata* se encuentran los realizados por Clutter (1969) que estudió la micro distribución y comportamiento social de algunos mísidos pelágicos, en el que predominaron los de la especie *M. elongata* y Clutter y Theilacker (1971) que evaluaron la eficiencia ecológica e hicieron estudios sobre crecimiento, presupuesto energético y mortalidad de esta especie.

Otros estudios sobre mísidos son los de Delgado *et al.*, (1997) quienes estudiaron la biología reproductiva de *Mesopodopsis slabberi* en una laguna costera del Mediterráneo, mientras que Domínguez *et al.* (1998, 2000 y 2001) realizaron estudios sobre cultivos de mísidos para evaluar

su potencial, regímenes de dietas para reducir el costo de producción y los efectos de los nauplios enriquecidos de *Artemia* sobre la producción, supervivencia y crecimiento de *Mysidopsis almyra* respectivamente.

Entre los principales estudios acerca del desarrollo marsupial de los mísidos destacan los realizados por Wittmann (1981) que estudió a *Leptomysis* y otros mísidos del Mediterráneo y Wortham y Price (2002) que estudiaron a *Americamysis bahia* del Golfo de México y en cuanto a aspectos reproductivos, Prieto *et al.*, (2009) los estudiaron en una población de *Mysidium columbiae* en la costa sur del Golfo de Cariaco, Venezuela y evaluaron la proporción relativa de individuos juveniles, hembras adultas y machos.

También destacan los estudios realizados por Gorokhova (2002) que estudió el ciclo de la muda y su cronología en *Mysis mixta* y *Neomysis integer* y Sudo (2003) que estudió el efecto de la temperatura en el crecimiento, madurez sexual y reproducción en *Acanthomysis robusta* en condiciones de laboratorio.

La especie *M. elongata atlantica* fue estudiada por Gama *et al.* 2002, 2006 y 2011 en aspectos de su ciclo de vida posmarsupial y crecimiento en condiciones de laboratorio, ciclos de mudas, tasas de crecimiento y las respuestas comportamentales bajo diferentes temperaturas y salinidades.

3. JUSTIFICACIÓN

La realización de estudios de las especies de mrisidos en las zonas costeras de Mxico es importante debido a que son crustceos de gran importancia ecolgica, ecotoxicolgica y en acuicultura. Actualmente la mayorfa del conocimiento disponible de estos organismos se basa en estudios ecolgicos acerca de su distribuci3n geogrifica y variaci3n en su abundancia estacional, por lo que es necesario tambi3n la realizaci3n de estudios sobre aspectos reproductivos y biol3gicos los cuales permitan una acuicultura comercial de mrisidos y su utilizaci3n en estudios ecotoxicol3gicos.

Sin embargo su utilizaci3n se ha visto frenada debido a la falta de conocimiento acerca de su biologfa (principalmente aspectos reproductivos) y manejo de cultivos por lo que no existe una producci3n constante de tales especies.

El primer paso para la obtenci3n de un cultivo exitoso de mrisidos, y en general de cualquier organismo que se pretenda cultivar, es tener conocimiento acerca de su biologfa reproductiva para establecer si habr3 rendimiento en la producci3n, es decir si la fecundidad, supervivencia y mantenimiento de la especie son adecuados y si su presencia es continua en el 3rea donde se pretende hacer el cultivo. Debido a lo anterior, los muestreos peri3dicos y los estudios sobre fecundidad, proporci3n de sexos, supervivencia y crecimiento aportarn conocimientos sobre su biologfa que permitir3 conocer su potencial para ser cultivados a gran escala.

4. HIP3TESIS

1. Los mrisidos de la especie *M. elongata* est3n presentes continuamente en la zona costera de la bahfa de Mazatl3n.
2. La fecundidad marsupial y posmarsupial est3 directamente relacionada con la longitud de las hembras progenitoras.
3. La longitud de los juveniles provenientes de hembras progenitoras silvestres es igual a los de las hembras de cultivo.
4. La fecundidad est3 relacionada con el ciclo estacional que determina la presencia, abundancia y fecundidad de hembras ovgeras a lo largo del ciclo de muestreo.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

Evaluar la fecundidad marsupial y posmarsupial del mívrido *Metamysidopsis elongata* bajo condiciones silvestres y semicontroladas de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa, México.

5.2. Objetivos Específicos

- ❖ Evaluar la presencia del mívrido *M. elongata* en un ciclo anual de muestreo
- ❖ Calcular las tallas promedio, proporción sexual y actividad reproductiva de *M. elongata* a lo largo del ciclo de muestreo y en condiciones semi-controladas de laboratorio.
- ❖ Evaluar la fecundidad marsupial, posmarsupial, la longitud de los embriones y de los juveniles recién liberados en relación con la longitud de mívridos silvestres y de cultivo.
- ❖ Describir las principales características morfológicas del desarrollo marsupial de *M. elongata* y evaluar la presencia de los cuatro estadios embrionarios.
- ❖ Calcular la tasa de crecimiento, los inicios de madurez sexual y liberación de los juveniles de *M. elongata* en condiciones semicontroladas de laboratorio.

6. AREA DE MUESTREO

La colecta de mísidos se llevó a cabo en las zonas arenosas de rompiente frente a la Isla Lobos de la Bahía de Mazatlán, la cual se localiza en el Sur del Estado de Sinaloa entre los meridianos $106^{\circ}20'00''$ a $106^{\circ}25'35''$ al oeste del Meridiano de Greenwich y entre los paralelos $23^{\circ}10'36''$ y $23^{\circ}13'00''$ de latitud norte, en la entrada del Golfo de California y está delimitada al oeste por el Océano Pacífico. La zona de muestreo se localizó entre $23^{\circ}11.6'10.44''$ N y $106^{\circ}25'20.2''$ O (Fig. 3).

La zona presenta formaciones naturales costeras aledañas al puerto de Mazatlán, entre las cuales están las islas de la Piedra, Cardones, de Chivos, Cerro del Crestón, Hermano Norte, Hermano Sur, Lobos, Venados y Pájaros; y otras características como puntas Tiburón, Chile y Cerritos (Rodríguez-Negrete, 2006). El clima de la región es cálido subhúmedo con lluvias en verano (García, 1973). En esta localidad las estaciones del año no son bien diferenciadas; hay dos épocas marcadas: la lluviosa de junio a octubre y la de estiaje, con poca o nula precipitación.

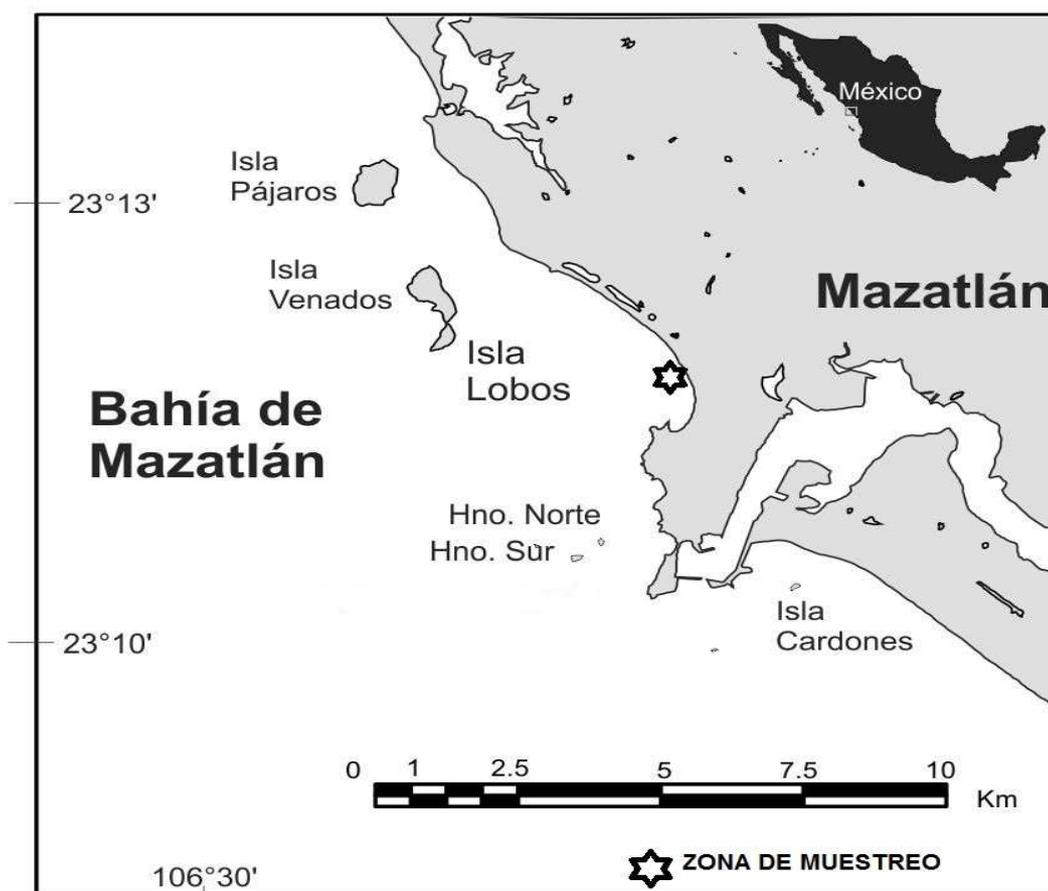


Figura 3. Localización de la zona de muestreo en la bahía de Mazatlán, Sinaloa.

7. METODOLOGIA

7.1. Colecta de mísidos.

Los muestreos se realizaron en las zonas arenosas de rompiente paralelas a la costa frente a la Isla Lobos. Los mísidos se muestrearon de forma manual usando una red planctónica de abertura de malla de 1000 μm y una apertura de boca de 50 cm de diámetro. El muestreo fue superficial en profundidades de entre 0.5 y 1.0 m. Las colectas mensuales (desde septiembre de 2010 a octubre de 2011) se realizaron en las mañanas (7-8am) hasta tener organismos suficientes para los estudios (250-300 mísidos/mes). Se registró la fecha de colecta, temperatura del agua y salinidad en cada muestreo realizado. Se llevaron a cabo varios ensayos de valoración en la implementación de un método de captura adecuado para los mísidos debido a que la mayoría de los estudios realizados (biogeografía y densidad poblacional) utilizaban técnicas de colecta, como redes de arrastre y mallas pequeñas que maltrataban al organismo originando la expulsión temprana de los embriones del marsupio y muchas veces impidiendo que los mísidos llegaran vivos al laboratorio. De esta forma los estudios de cultivo y fecundidad no se podían llevar a cabo.

7.2. Manejo de organismos, aclimatación y alimentación.

Los organismos colectados se trasladaron inmediatamente al Laboratorio de Plancton de la Unidad Académica Mazatlán del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM donde los mísidos se separaron de la demás fauna colectada (principalmente anfípodos, isópodos, larvas de cangrejos y peces, camarones que son depredadores de dichos organismos) mediante un microscopio estereoscópico marca Carl Zeiss y/o a simple vista con una lupa luminosa. La aclimatación de los mísidos tuvo una duración de 3 días y se realizó en el Laboratorio de Cultivo de Organismos Marinos donde se utilizaron frascos transparentes de 4 L a una temperatura de $22^{\circ}\text{C} \pm 1$, salinidad de 32 ± 1 , fotoperiodo 14:10 (luz:oscuridad) provisto por tubos fluorescentes de 40W y aireación constante-suave con piedras aireadoras. Los organismos se alimentaron diariamente *ad libitum* y en forma manual con nauplios de *Artemia* (18-48 hrs de edad y talla promedio de $480\mu\text{m}$), marca INVE-Aquaculture-Artemia Systems, grado A con una tasa de eclosión de 250-300 mil nauplios por gramo de quiste seco, los cuales eclosionaron en garrafones de plástico de 10L bajo un tubo de luz intensa fluorescente a temperaturas de 24°C y salinidades entre 33 y 35. En todos los experimentos se mantuvo constante la temperatura del agua, salinidad y fotoperiodo para no estresar a los organismos. El agua se reemplazó parcialmente cada dos días por agua marina nueva con las mismas variables de temperatura y salinidad.

7.3. Distinción de sexos.

Los machos se distinguieron mediante el cuarto pleópodo extendido, lóbulo masculino con setas y presencia de antenas. Las hembras se distinguieron de los machos por la presencia de osteguitos alargados de tamaño suficiente para formar un marsupio completo (Fig. 4).

7.4. Medición y observación de organismos.

Los organismos se fijaron en formol al 4% para su posterior medición. Las longitudes corporales totales (LT) de los individuos maduros y juveniles liberados se determinaron mediante la distancia a lo largo de la línea media del cuerpo desde la base de los pedúnculos oculares (o el inicio del rostro), hasta el final del telson y los urópodos, excluyendo las espinas. El diámetro del embrión (Estadio I) se midió a lo largo del eje máximo. Los embriones de los estadios II, III y IV se midieron a lo largo de la distancia entre el final anterior (lado ventral) y el final posterior del urópodo sin estirar el cuerpo. Las observaciones y mediciones se realizaron mediante un microscopio binocular Discovery V12 marca Carl Zeiss con cámara Canon A620 adaptado a un micrómetro ocular y a un programa de medición automática. Para las evaluaciones de frecuencia de longitudes y aspectos reproductivos se dividieron a los organismos en seis clases de tallas (de 4.01-7.00 mm) con un intervalo de 0.49 mm.

7.5. Evaluación de actividad reproductiva, proporción sexual, longitud y fecundidad marsupial (número de embriones) del mívrido *M. elongata*.

7.5.1. Mívridos silvestres.

Durante cada mes se obtuvieron muestras de la población silvestre donde se eligieron al azar 200 mívridos para la determinación de la actividad reproductiva y la proporción sexual.

Se llevaron a cabo varias técnicas de valoración para lograr la adecuada fijación de los mívridos debido a que al inicio del estudio era común el desprendimiento de los embriones del marsupio de las hembras cuando se les agregaba formol al 4% directamente. Para ello, primero se agregó una solución diluida de mentol para anestesiarse lentamente a los organismos aproximadamente unos 10-15 minutos y después se fijó con solución de formol al 4%. Posteriormente durante todos los meses del ciclo de muestreo se seleccionaron al azar y se midieron 100 hembras ovígeras y 10 machos, que se fijaron en formol al 4%, para determinar la fecundidad marsupial (número de embriones), identificar las etapas del desarrollo marsupial, conocer la frecuencia de los estadios de desarrollo, obtener la longitud promedio de las hembras y de los machos, evaluar la relación longitud-fecundidad marsupial durante el ciclo de muestreo.

La fecundidad marsupial se determinó abriendo el marsupio de cada hembra ovígera, la cual no tuviera el marsupio dañado o roto (Fig. 4) con una aguja de disección. Para la clasificación de los estadios embrionarios se utilizó la terminología de Wortham-Neal y Price (2002). (Tabla 2). Las fotografías y mediciones de los estadios embrionarios se llevaron a cabo para determinar las longitudes de los embriones silvestres y evaluar si hubo diferencia entre las longitudes de los embriones silvestres y las longitudes de los embriones de cultivo. La proporción sexual se estimó comparando el número total de machos y hembras en la población (Wenner, 1972).

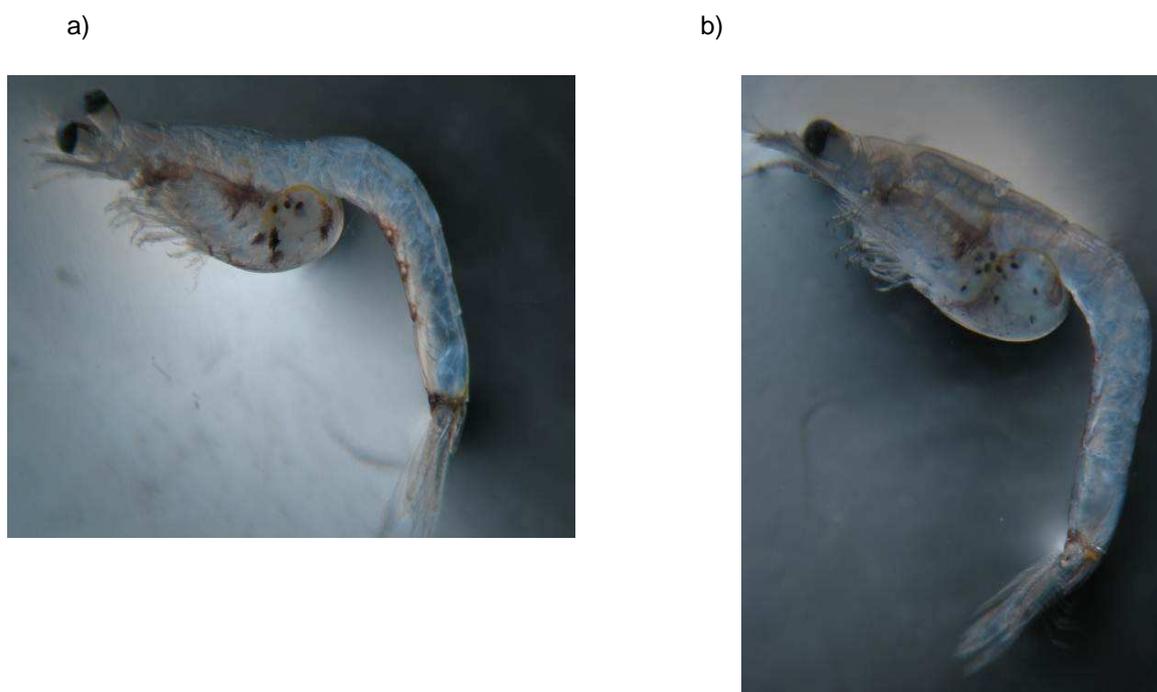


Figura 4 (a y b).- Hembras ovígeras del místico *Metamysidopsis elongata*.

7.5.2.- Mísidos de cultivo.

Después de que los misticos fueron colectados y liberados de la fauna incidental, se colocaron en recipientes hasta la mañana siguiente, cuando nacieron los juveniles con los cuales se iniciaron los experimentos de laboratorio en condiciones semicontroladas. Para evitar el canibalismo, se procedió a separar los juveniles en un acuario con las condiciones anteriormente descritas.

Para obtener las generaciones F1 y F2, se mantuvieron tres acuarios de 20 L con 100 juveniles de misticos recién liberados (densidad de 5 org L⁻¹ en cada uno) para calcular la supervivencia de los misticos al final de los experimentos. Con la finalidad de obtener muestras para estimar el crecimiento diario durante 30 días y el inicio de la madurez sexual y primera liberación de

juveniles, ese mismo día se colocó otro acuario de 100 L con 1000 juveniles recién liberados (10 org L^{-1}), el cual se mantuvo con las mismas condiciones de aireación, temperatura, salinidad, alimentación y limpieza diaria que los demás acuarios experimentales. Los cuatro acuarios se mantuvieron durante todo el ciclo experimental con aireación continua, temperatura de $22 \pm 1^\circ\text{C}$, salinidad de 32 ± 1 , alimentación *ad libitum* con nauplios de *Artemia* de 18-48 hrs de edad y talla promedio de $480 \mu\text{m}$ y la limpieza diaria de los acuarios mediante sifoneo con el propósito de eliminar heces, alimento no consumido y organismos muertos, por lo que la reposición de agua marina se llevó a cabo parcialmente y con las mismas características de temperatura y salinidad anteriormente descritas. Este procedimiento se repitió con los juveniles nacidos para evaluar los mismos aspectos para los juveniles de la generación F2. Al final de los experimentos, los mísidos adultos sobrantes se utilizaron para determinar la supervivencia, proporción sexual, longitudes de hembras/machos, evaluar la relación longitud-fecundidad marsupial de mísidos de cultivo e identificar las etapas del desarrollo marsupial. El porcentaje de mísidos adultos sobrevivientes fue determinado por la diferencia entre el número inicial y final. Se utilizó la misma terminología para denominar los estadios embrionarios en hembras silvestres y de cultivo (Tabla 2).

Tabla 2- Principales características morfológicas del desarrollo marsupial del místico *Americamysis bahía* (Familia Mysidae). Tomado de Wortham-Neal y Price, 2002.

Fase	Estadio	Subestadio	Características
Embrionaria	I		Huevos depositados dentro del marsupio: fertilización. Huevos grises, redondos, compuestos de esferas de vitelo. Antenas/rudimentos abdominales dentro de la membrana del huevo. Muda de la membrana del huevo.
Nauploide Temprana	II	I	Segmentación leve del tórax, centralmente.
		II	Comienzo del flujo del vitelo hacia el rudimento abdominal. Larva se alarga en forma de coma Ocho segmentos torácicos están completamente formados.
		III	Cese del paso del vitelo hacia el rudimento abdominal. Aparición de apéndices torácicos, telson y urópodos. Empieza la segmentación abdominal. Aparición de cromatófaros torácicos.
Nauploide Tardía	III		Formación del pigmento ocular. Empieza a latir el corazón. Presencia de todos los cromatófaros. Son negros. Abdomen completamente segmentado. Vitelo restringido al tórax y sobresale anterodorsalmente. Muda de la cutícula naupliar.
Postnauploide Temprana	IV		Protuberancia del vitelo anterodorsalmente al caparazón. Todos los apéndices/ojos libres. Pleópodos por primera vez visibles. Primer movimiento larval notable.
Postnauploide Tardía	V		Vitelo encerrado en la región del tórax al caparazón y completamente absorbido. Larvas liberadas; muda a juvenil.

7.6. Crecimiento de *M. elongata*.

El crecimiento se determinó con base en la longitud total (LT) durante 30 días mediante la obtención de diez muestras diarias tanto para juveniles provenientes de progenitores silvestres (F1), como para las que provenían de progenitores de cultivo (F2). Las tasas y curvas de crecimiento se obtuvieron para juveniles, machos y hembras en misticos de la F1 y F2.

7.7. Evaluación del inicio de la madurez sexual (aparición del marsupio) y liberación de primeros juveniles en misticos de cultivo F1 y F2.

El inicio de la madurez sexual se determinó en las hembras mediante la presencia de un marsupio abultado entre los toracópodos y en los machos mediante la presencia de antenas largas y el cuarto pleópodo alargado. Se realizaron revisiones diarias de los acuarios para identificar los inicios de la madurez sexual y la liberación de los primeros juveniles. Estos dos

aspectos de la reproducción se obtuvieron tanto para juveniles provenientes de progenitores silvestres (F1), como para los que provenían de progenitores de cultivo (F2).

7.8. Evaluación de la fecundidad posmarsupial (número de juveniles liberados) del mívrido *M. elongata*.

Se seleccionaron 80-100 hembras silvestres grávidas u ovígeras (con marsupio abultado) y se colocaron individualmente en recipientes de 100 ml. Los juveniles liberados se contaron y, al igual que la hembra, se preservaron en una solución amortiguada de formol al 4% y se colocaron en viales etiquetados, para ser medidos y fotografiados. Para determinar la fecundidad de las hembras de cultivo se repitió el procedimiento utilizado con las hembras silvestres. Los juveniles se midieron, se contaron para evaluar la posible relación entre la longitud de las hembras y la fecundidad posmarsupial y para comparar ésta última con la longitud de los juveniles liberados por las hembras silvestres y de cultivo.

7.9. Análisis de datos.

Para comparar los valores de longitudes de hembras silvestres, embriones, fecundidad marsupial y posmarsupial se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis en vista de los resultados de las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov que indicaron que los datos no eran normales (Statistica 6.0 de StatSoft^{MR}). Para establecer la relación existente entre la longitud de las hembras progenitoras y la fecundidad marsupial (número de embriones) y posmarsupial (número de juveniles) se calcularon por separado las ecuaciones de regresión y los coeficientes de correlación entre fecundidad marsupial y posmarsupial y longitud de las hembras silvestres y de cultivo. Para evaluar la existencia de diferencias significativas entre las proporciones de hembras ovígeras y hembras de marsupio vacío se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney.

Se compararon las fecundidades marsupiales y posmarsupiales mediante un análisis de varianza (ANOVA) de una sola vía y para detectar las diferencias entre grupos se utilizó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey (Zar, 1996). La tasa de crecimiento diario durante 30 días de cultivo se calculó mediante la ecuación del modelo de crecimiento von Bertalanffy ($L(t) = L^{\infty} (1 - e^{-k(t - t_0)})$), donde: $L(t)$ = longitud (mm) del individuo al tiempo t , t = edad, L^{∞} = longitud máxima de la especie, es decir la longitud media de un organismo de edad avanzada (asíntota superior paralela al eje x), k = una estimación de la tasa de crecimiento del individuo, t_0 = valor teórico del tiempo en el cual la longitud es cero. Las curvas y ecuaciones de crecimiento se calcularon en mívridos machos y hembras de ambas generaciones durante los 30 días de cultivo.

8. RESULTADOS

Se estudió una población de 1400 mísidos de la especie *Metamysidopsis elongata*, colectados a lo largo del ciclo de muestreo (septiembre 2010 a octubre 2011), en el cual la temperatura superficial del agua de mar tuvo una media de 25°C (DS±5.51) en un intervalo de 14.3 - 31.2°C (Fig. 5). La salinidad varió entre 33.5–34.7 con una media de 34.1 (DS±0.37).

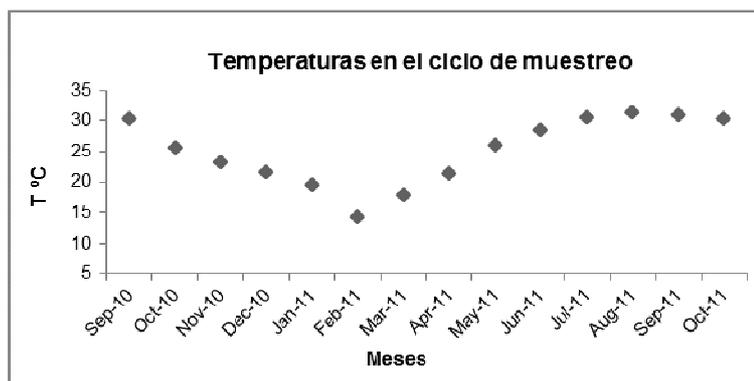


Figura 5. Temperatura superficial del agua de la Bahía de Mazatlán a lo largo del ciclo de muestreo.

8.1.- Actividad reproductiva y proporción sexual de *M. elongata*:

8.1.1. Actividad reproductiva de *M. elongata*

La población de mísidos (n=200) utilizada para evaluar la actividad reproductiva a lo largo del ciclo de muestreo estuvo representada por 69% de hembras ovígeras, 16% hembras con marsupio vacío y 15% machos (Fig. 6).

Para evaluar la existencia de diferencias significativas entre la proporción de hembras ovígeras y las de marsupio vacío debida al efecto de la temperatura se compararon los valores medios de estas proporciones determinados por las temperaturas >25°C y <25°C, que es el valor medio de la temperatura del agua calculado para el ciclo de muestreo. El resultado de la prueba de Mann-Whitney no indicó diferencia significativa ($U > 0.05$ (6,8)).

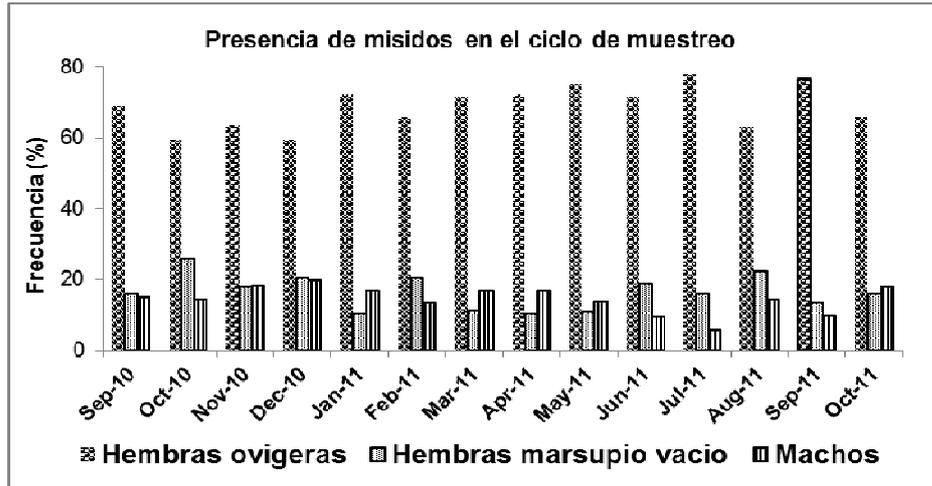


Figura 6. Presencia de mísidos a lo largo del ciclo de muestreo.

8.1.2. Proporción sexual en mísidos silvestres

En los mísidos silvestres (n=200), la proporción sexual promedio (hembra/macho) mostró dominancia de las hembras (6.5:1) (Fig. 7 y Tabla 3).

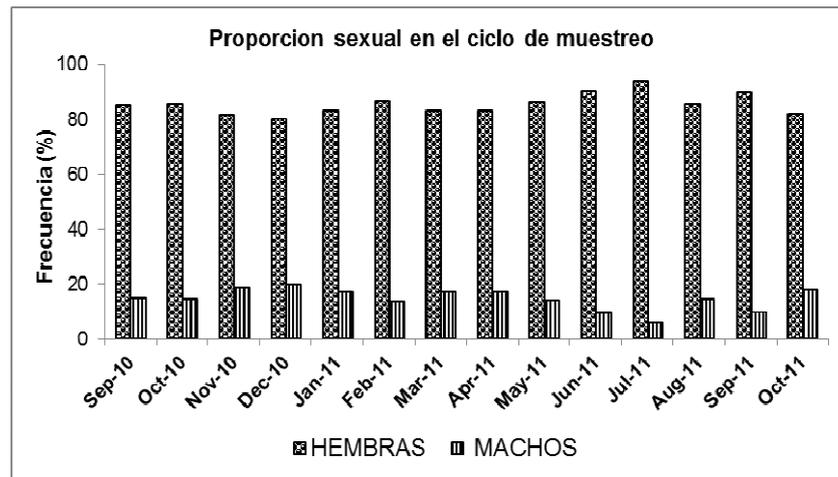


Figura 7.- Proporción sexual en el ciclo de muestreo.

8.1.3. Proporción y frecuencia sexual en mísidos cultivados:

En organismos de cultivo F1 y F2 (n=365) también se observó una mayor proporción de hembras (2.2:1) (Fig. 8): la población de hembras de cultivo duplica a la de machos, sin embargo en la población de mísidos silvestres (n=1400) la población promedio de hembras fue seis veces mayor que la de los machos.

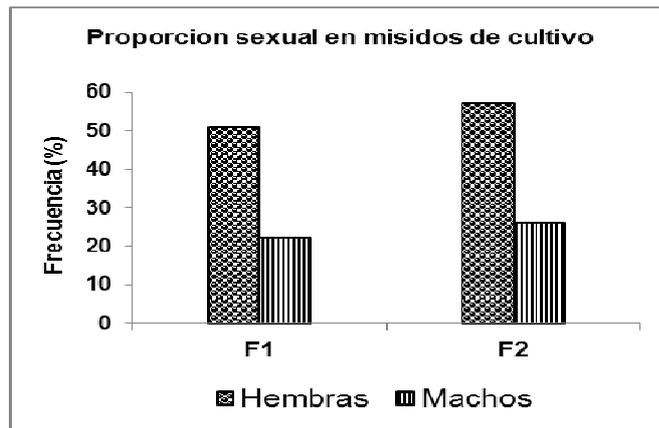


Figura 8. Proporción sexual en misidos de cultivo.

Tabla 3. Proporción sexual en misidos silvestres, F1 y F2

	Proporción Sexual	
	Media	Intervalo
Silvestres (n=200)	6.5:1.0	15.6:1.0-4.0:1.0
F1 (n=172)	2.3:1.0	1.5:1.0-1.3:1.0
F2 (n=193)	2.1:1.0	2.8:1.0 - 1.8:1.0

8.2.- Longitud de *M. elongata*

8.2.1. Longitud de misidos en el ciclo de muestreo

La longitud de las hembras ovígeras (n=1400) varió de 4.24-6.98 mm, con un valor medio de 5.67 mm (DS±0.54), las clases de talla con frecuencia mayor y menor fueron de 5.51-6.00 mm (34%) y de 4.00-4.50 mm (1.2%) (Tablas 4 y 5 y Fig. 9). La longitud media de los machos silvestres (n=140) fue de 4.49 mm (DS±0.21), el intervalo de 4.17-5.23 mm (Tabla 4 y 5). La mayor y menor presencia fueron para las clases de talla de 4.01-4.50 mm (52.8%) y 5.01-5.50 mm (3.57%) (Fig. 9). Considerando ambos sexos, la longitud media fue 5.56 (DS±0.62).

Tabla 4. Longitud (mm) media (\pm DS) e intervalo de la longitud total de hembras ovígeras y machos maduros de *M. elongata* para cada mes de muestreo.

	Hembras maduras (ovígeras) (n = 1400)		Machos maduros (n = 140)	
	$\bar{X} \pm DS$	Intervalo	$\bar{X} \pm DS$	Intervalo
2010				
septiembre	5.48 \pm 0.20	5.00 - 6.12	4.45 \pm 0.21	4.18 - 4.93
octubre	6.22 \pm 0.38	5.48 - 6.89	4.37 \pm 0.09	4.25 - 4.53
noviembre	6.27 \pm 0.39	5.39 - 6.89	4.50 \pm 0.15	4.30 - 4.78
diciembre	6.33 \pm 0.38	5.23 - 6.98	4.56 \pm 0.22	4.28 - 4.93
2011				
enero	5.40 \pm 0.30	4.51 - 5.98	4.53 \pm 0.17	4.20 - 4.69
febrero	5.42 \pm 0.45	4.39 - 6.47	4.33 \pm 0.10	4.19 - 4.56
marzo	5.37 \pm 0.27	4.65 - 5.93	4.49 \pm 0.14	4.29 - 4.67
abril	5.60 \pm 0.20	5.23 - 6.10	4.47 \pm 0.14	4.23 - 4.68
mayo	5.50 \pm 0.31	4.78 - 6.21	4.45 \pm 0.17	4.19 - 4.74
junio	5.56 \pm 0.37	4.56 - 6.73	4.56 \pm 0.27	4.26 - 5.11
julio	5.58 \pm 0.61	4.35 - 6.74	4.37 \pm 0.18	4.18 - 4.68
agosto	5.52 \pm 0.61	4.24 - 6.65	4.57 \pm 0.29	4.22 - 5.21
septiembre	5.46 \pm 0.62	4.33 - 6.55	4.56 \pm 0.25	4.27 - 5.15
octubre	5.63 \pm 0.58	4.49 - 6.79	4.60 \pm 0.35	4.17 - 5.23

Tabla 5. Longitud (mm), intervalo, media y DS en hembras y machos silvestres, F1 y F2.

	SILVESTRES	F1	F2
Long (mm) hembra	4.24-6.98 (5.67 \pm 0.54) (n=1400)	4.43-6.53 (5.41 \pm 0.60) (n=120)	4.82-5.85 (5.36 \pm 0.32) (n=132)
Long (mm) macho	4.17-5.23 (4.49 \pm 0.21) (n=140)	4.21-4.83 (4.44 \pm 0.14) (n=52)	4.22-4.91 (4.54 \pm 0.16) (n=61)

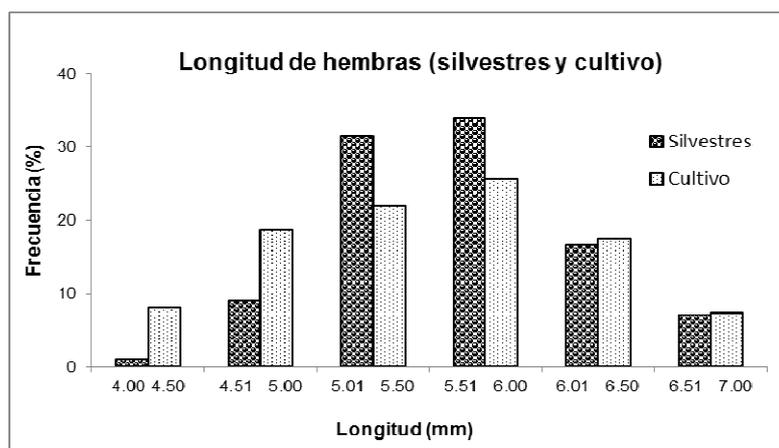


Figura 9. Frecuencia de longitudes en hembras ovígeras silvestres y de cultivo

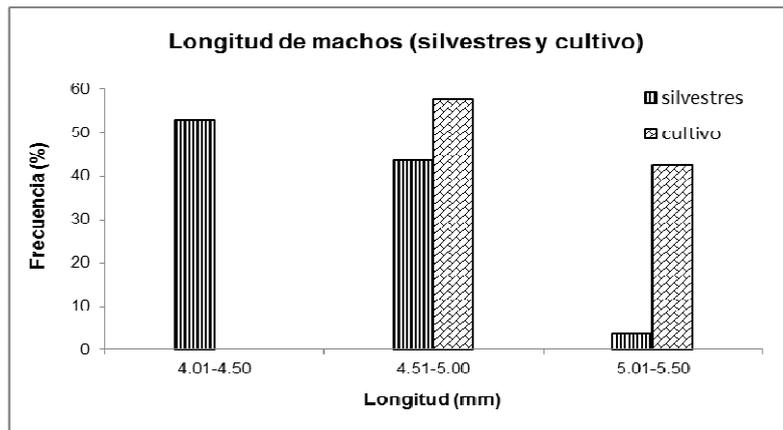


Figura 10. Frecuencia de longitudes en machos silvestres y de cultivo

Las longitudes promedio mayores de las hembras ovígeras se encontraron en diciembre, noviembre y octubre del 2010 (6.27 ± 0.39 mm, intervalo de 5.23-6.98 mm) y las menores en marzo (5.37 mm), enero (5.4 mm) y febrero del 2011 (5.42 mm) (Fig. 11).

En los once meses restantes (septiembre 2010 y enero – octubre 2012, que equivale al 79% de la población) las longitudes de las hembras ovígeras variaron de 4.24-6.79 mm con un promedio de 5.50 ± 0.45 mm (Fig. 11).

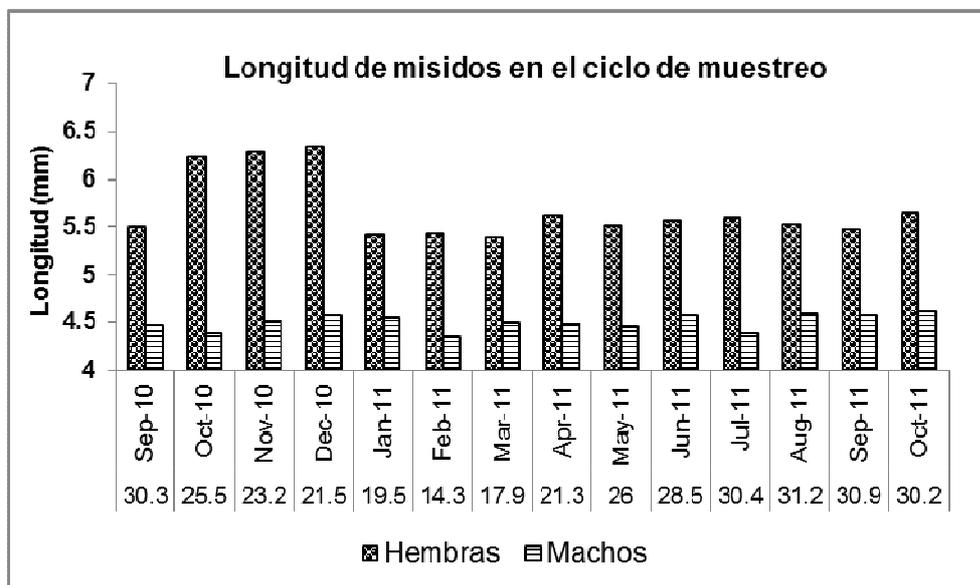


Figura 11. Longitud de las hembras y machos a lo largo del ciclo de muestreo.

Tabla 6.- Longitud (mm) (intervalo, media, DS) de los cinco estadios en mísidos silvestres, F1 y F2.

	SILVESTRES	F1	F2
Estadio I	0.28-0.41 (0.35±0.04) (n=818)	0.32-0.41 (0.35±0.02) (n=49)	0.29-0.41 (0.34±0.03) (n=45)
Estadio II	0.53-0.71 (0.62±0.03) (n=856)	0.57-0.70 (0.61±0.03) (n=20)	0.57-0.70 (0.62±0.03) (n=36)
Estadio III	0.70-0.95 (0.73±0.04) (n=746)	0.69-0.74 (0.71±0.04) (n=18)	0.66-0.78 (0.69±0.04) (n=36)
Estadio IV	0.92-1.24 (1.10±0.08) (n=800)	0.90-1.19 (1.08±0.06) (n=53)	0.94-1.17 (1.06±0.05) (n=47)
Estadio V	1.14-1.30 (1.24±0.03) (n=1237)	1.14-1.28 (1.20±0.03) (n=50)	1.14-1.29 (1.20±0.04) (n=50)

Tabla 7.- Número de embriones (intervalo, media, DS) de los cuatro estadios en mísidos silvestres, F1 y F2.

	SILVESTRES	F1	F2
Estadio I	1-15 (5.76±2.72) (n=355)	2-6 (4.45±1.21) (n=11)	2-5 (3.75±0.96) (n=12)
Estadio II	1-18 (6.41±2.87) (n=322)	3-6 (4.0±1.41) (n=5)	2-5 (3.27±1.0) (n=11)
Estadio III	1-14 (6.34±2.74) (n=319)	4-6 (4.5±1.0) (n=4)	3-5 (4.0±0.7) (n=9)
Estadio IV	1-16 (6.31±3.18) (n=420)	3-7 (4.81±1.25) (n=11)	3-5 (3.91±0.79) (n=12)

Todos los embriones de un mismo marsupio tuvieron el mismo estadio de desarrollo y la presencia de los cuatro estadios se mantuvo constante a lo largo del ciclo de muestreo y al final de los experimentos de cultivo.

Fase Embrionaria: *Estadio I*, empieza cuando los huevos son fertilizados dentro del marsupio y termina con la muda de la membrana del huevo.

Las principales características morfológicas del Estadio I son: a) los huevos fertilizados se distinguen de los no fertilizados debido a que los primeros poseen una coloración luminosa que aparece a lo largo de la región aplanada ventral del embrión, el disco germinal, b) los apéndices torácicos son ligeramente visibles a través de la membrana del huevo c) el vitelo aún no se dispersa hacia el rudimento abdominal. (Fig. 13a).

Fase Nauploide Temprana: Consta de 3 subestadios. Inicia con la salida del nuevo embrión de la membrana del huevo y termina con la aparición de cromatóforos torácicos.

Las principales características morfológicas del Estadio II comprenden: a) un embrión en forma de coma debido al traslado de la masa vitelina anterodorsal hacia el rudimento abdominal, b) es dorsalmente cóncavo, con el cuerpo lleno de vitelo y los rudimentos abdominales flexionados dorsalmente, b) posee apéndices cefálicos en forma de "colilla", d) segmentación leve del tórax (Fig. 13b).

Fase Nauploide Tardía: *Estadio III*, inicia con la aparición del pigmento ocular y termina con la muda de la cutícula naupliar.

Las principales características morfológicas son: a) los lóbulos ópticos se vuelven bulbosos y contienen el pigmento ocular, b) empieza la formación de los pedúnculos oculares, c) las antenas se vuelven birrámeas, d) el abdomen, el telson y los urópodos se desarrollan completamente (Fig. 13c).

Fase Postnauploide Temprana: Estadio IV, inicia después de la muda de la cutícula naupliar (dentro del marsupio) y termina con la reabsorción del vitelo dentro de la región torácica.

El desarrollo de las principales características morfológicas del Estadio IV son: a) después de la muda, el embrión transparente se asemeja al místico juvenil, excepto en que los ojos permanecen dirigidos dorsalmente (en lugar de lateralmente), b) hay elongación de la mandíbula, c) el caparazón está bien desarrollado en la región posterior del tórax, d) inicia la reabsorción del vitelo (Fig. 13d).

Fase Postnauploide Tardía: Estadio V. Se identifica este estadio por la presencia de juveniles recién liberados. Inicia con la absorción completa del vitelo dentro del caparazón y termina con la muda que conduce a la liberación de los juveniles de vida libre desde el marsupio. Las características morfológicas más importantes de este estadio son: a) el vitelo de la región torácica es completamente absorbido, b) la liberación final de los juveniles, que es indicada por una protuberancia del abdomen en la parte final anterior de los osteguitos (Fig. 13e).

(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



Figura 13 (a-e). Estadios del desarrollo marsupial.

8.3.1. Frecuencia de Estadios (hembras silvestres, F1 y F2).

Los cuatro estadios de desarrollo marsupiales se observaron en el ciclo de muestreo. La frecuencia promedio fue la siguiente: Estadio I (26%), Estadio II (25%), Estadio III (23%) y Estadio IV (26%) (Fig. 14).

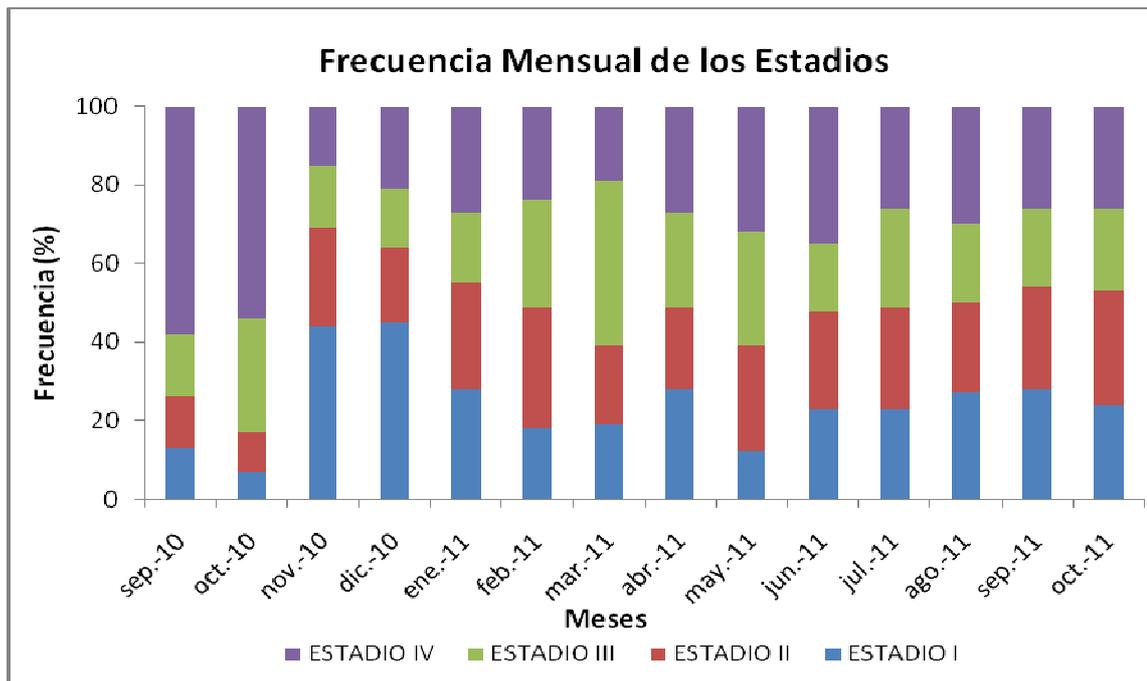


Figura 14. Frecuencia mensual de los estadios a lo largo del ciclo de muestreo.

La mayor presencia (26%) de los embriones silvestres (n=2653) estuvo representado dentro del Estadio I y IV. (Fig. 14).

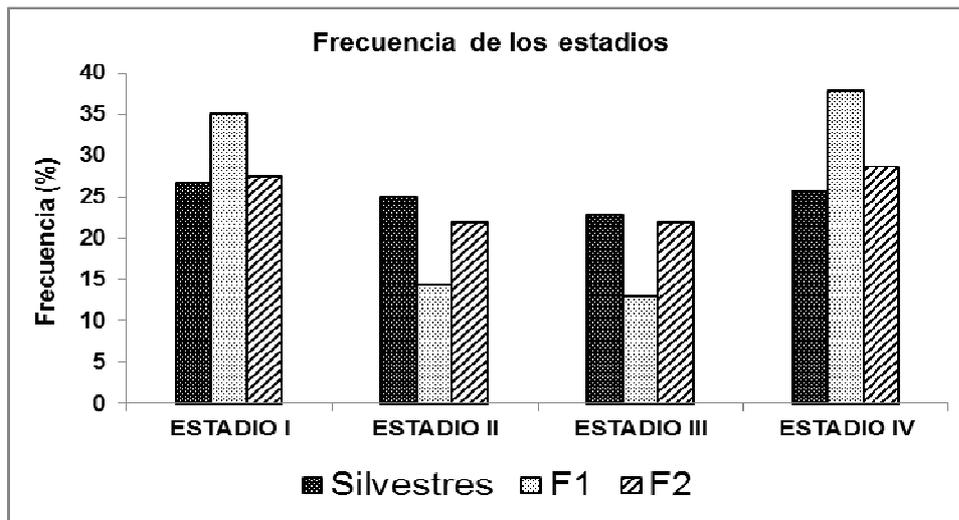


Figura 15. Frecuencia de los estadios en mísidos silvestres, F1 y F2.

En condiciones de laboratorio (F1 y F2) se observó la presencia de los cuatro estadios al final de los experimentos, presentándose las frecuencias de la siguiente manera: Para la F1: Estadio I (35%), Estadio II (14.2%), Estadio III (12.8%). Estadio IV (37.8%) y para la F2: Estadio I (27.4%), Estadio II y III (21.9%), Estadio IV (28.6%). La mayor presencia (32.8%) de los embriones ($n=304$) provenientes de padres cultivados al final de los experimentos estuvo representado dentro del Estadio IV (Fig. 15).

El mayor porcentaje de las hembras ovígeras estudiadas (ciclo de muestreo y de laboratorio) se encontraban en la Fase Postnauploide Temprana (Estadio IV, es decir un estadio antes de que los juveniles de los mísidos sean liberados).

8.3.2. Longitud de los embriones (Estadio I) en hembras silvestres, F1 y F2.

Las longitudes de los embriones (Estadio I) silvestres, F1 y F2 se encontraron en el intervalo de 0.28-0.41 mm (0.34 ± 0.03 mm) (Tabla 6) y no se encontraron diferencias significativas ($H=2.98$; $P>0.05$) entre los tres grupos (Fig. 16).

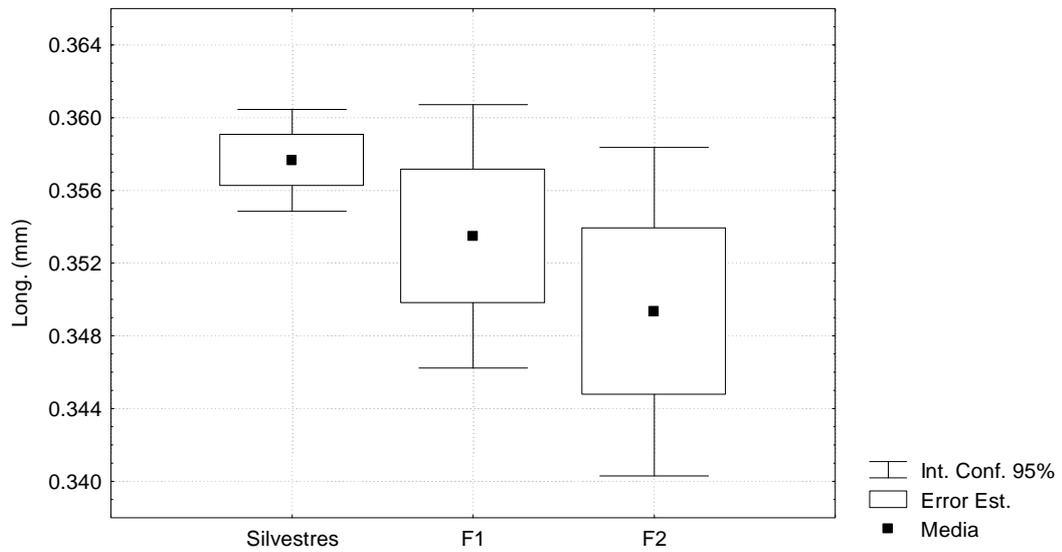


Figura 16. Longitud de los embriones (Estadio I) entre hembras progenitoras silvestres, F1 y F2.

Los embriones en los mísidos de estudio (del estadio I al estadio V) tuvieron un incremento similar de talla promedio de 1.02 mm (silvestres), 0.96 mm (F1) y 1.0 mm (F2). No se encontró correlación entre la longitud de los embriones del Estadio I y la longitud de las hembras progenitoras silvestres ($r = 0.02$; $P > 0.05$) (Fig. 17).

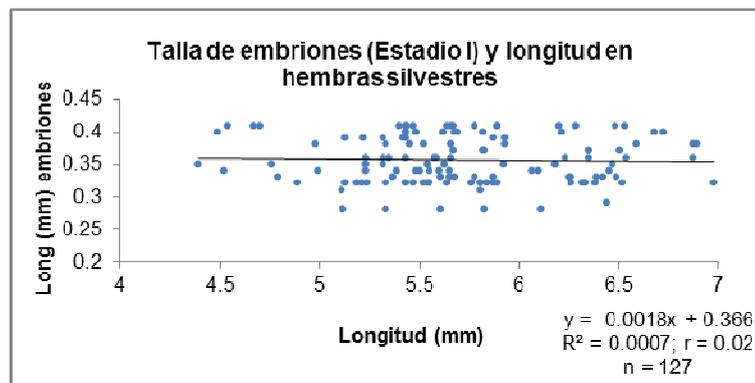


Figura 17. Ecuación de regresión entre la talla de los embriones (Estadio I) y la longitud de las hembras silvestres.

8.4. Fecundidad marsupial (número de embriones) de *M. elongata*.

8.4.1. Fecundidad media marsupial a lo largo del ciclo de muestreo.

La fecundidad media marsupial de los mísidos silvestres ($n=1400$) fue de 6.28 ± 2.94 en un intervalo de 1-18 embriones por hembra. Las hembras con 4-7 embriones fueron las más frecuentes (representando al 55% de la población) (Fig. 18).

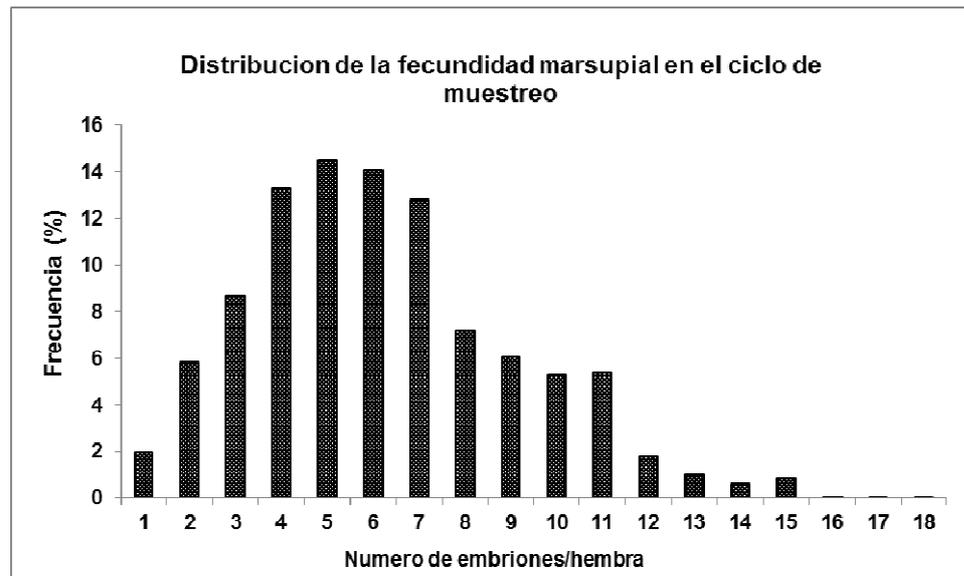


Figura 18. Frecuencia de la fecundidad en el ciclo de muestreo

La fecundidad media marsupial varió significativamente a lo largo del ciclo de muestreo ($H=259.5$; $P<0.05$). La fecundidad media significativamente mayor (9.7 ± 2.32) se observó en septiembre 2010 y la menor (4.08 ± 1.48) en agosto 2011 (Fig. 19) (Anexo 2).

El 86% de la población de mísidos muestreados, sin tomar en cuenta los meses en donde se presentaron los valores máximos y mínimos, tuvo una fecundidad media de 6.17 ± 2.84 embriones por hembra.

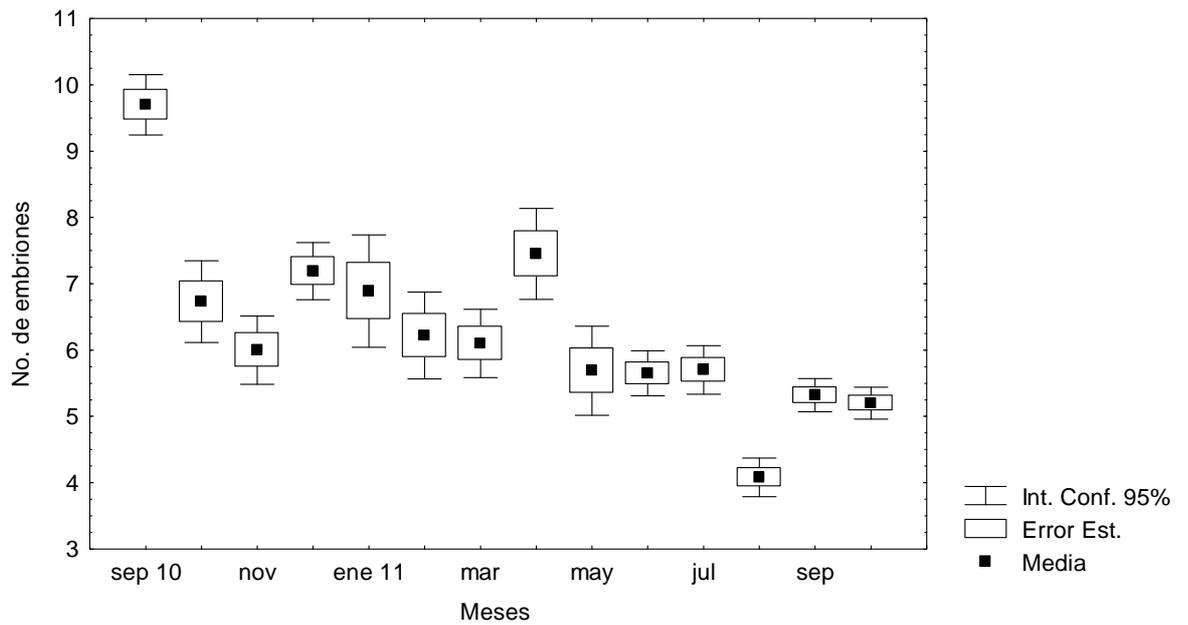


Figura 19.- Fecundidad media marsupial de *M. elongata* a lo largo del ciclo de muestreo.

La fecundidad marsupial media de las hembras silvestres (6.28 ± 2.94) fue significativamente mayor ($H=55.3$; $P<0.05$) de las determinadas para las hembras de las generaciones F1 (4.51 ± 1.20) y F2 (3.72 ± 0.89) que no resultaron diferentes entre sí (Fig. 20).

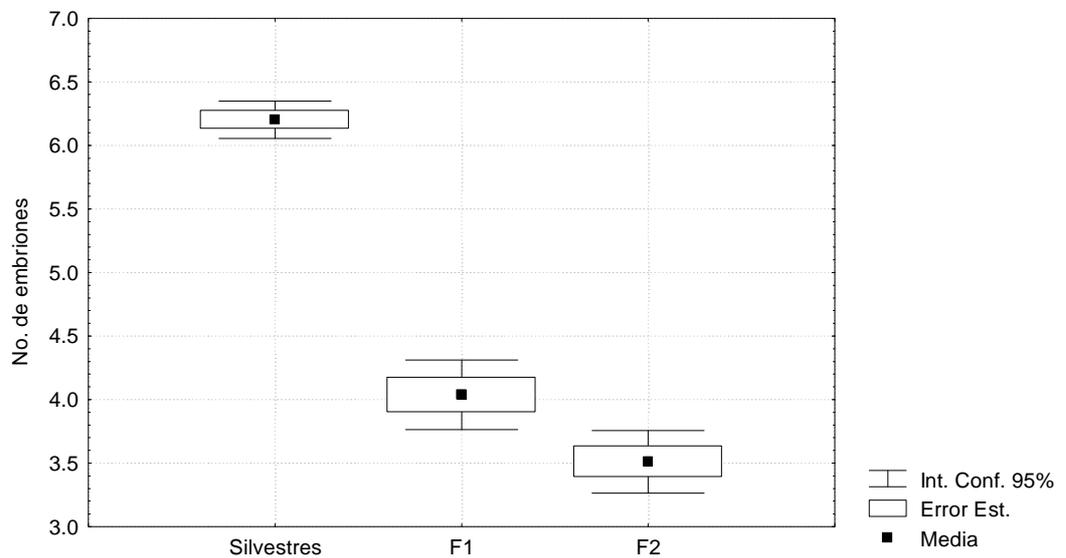


Figura 20. Fecundidad media marsupial entre hembras silvestres, F1 y F2.

8.4.2. Fecundidad marsupial y longitud de hembras silvestres, F1 y F2.

Las longitudes de las hembras silvestres, F1 y F2 utilizadas en la evaluación de la fecundidad marsupial fueron significativamente diferentes (ANOVA $F_{1,2,168}=3.05$, $P<0.05$). En la Prueba HSD de Tukey se observó que los mísidos silvestres mostraron diferencia significativa ($P>0.05$) en la fecundidad respecto a los mísidos de cultivo (F1 y F2), los cuales no la mostraron entre sí. No se encontró una correlación significativa ($P>0.05$) entre la fecundidad marsupial y la longitud de las hembras silvestres ($r=0.04$) (Fig. 21), F1 ($r=0.005$) y F2 ($r=0.04$).

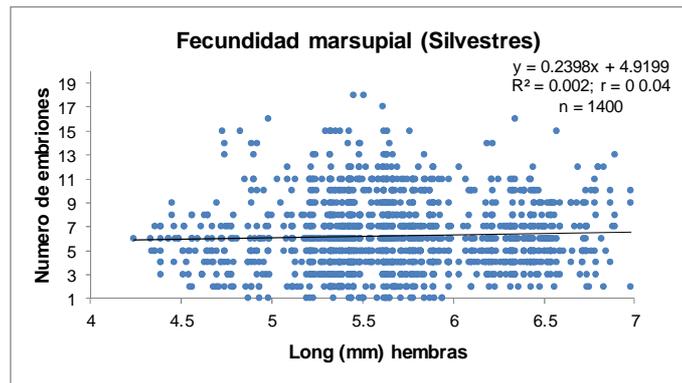


Figura 21. Ecuación de regresión entre la longitud de hembras y el número de embriones (Estadio I) en mísidos silvestres.

La relación entre el número de embriones y las longitudes de las hembras silvestres fue de 1.11, F1 (0.76) y F2 (0.61) embriones por cada unidad de incremento de longitud de hembra. Las variaciones de las fecundidades medias en los intervalos de talla de las hembras silvestres (1.40-3.12) y hembras de cultivo F1 (0-1.39) y F2 (0.75-1.15 embriones por hembra) se muestran en la Figura 22.

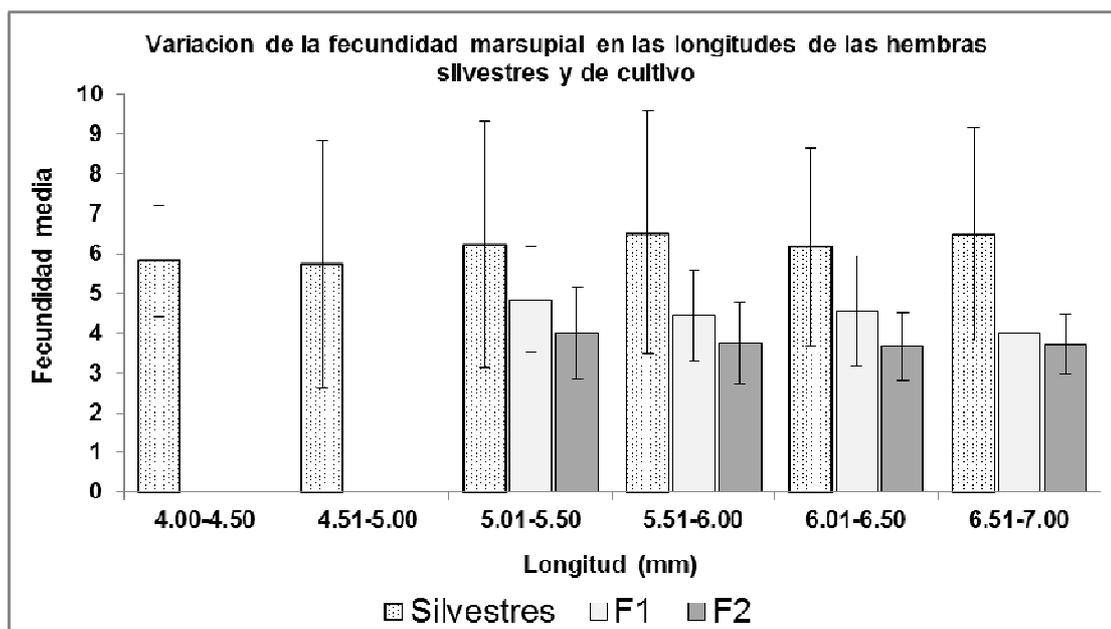


Figura 22. Variación de la fecundidad media marsupial en las longitudes de hembras silvestres y de cultivo.

En la Tabla 8 se encuentran resumidos los intervalos de fecundidad media (ds) y la longitud de las hembras (intervalos, media y ds) silvestres, F1 y F2.

Las *hembras madre silvestres* entre 4.24 mm y 6.98 mm ($n=1400$; $\bar{x}=5.67\pm 0.54$ mm) tuvieron entre 1 a 18 embriones, independientemente del estadio de los mismos. Las hembras de 5.67 mm de longitud promedio tuvieron 6 embriones en promedio.

Las *hembras madre de la F1* entre 5.28 mm y 6.52 mm ($n=31$; $\bar{x}=5.95\pm 0.42$ mm) tuvieron entre 2 a 7 embriones, independientemente del estadio de los mismos. Las hembras de 5.95 mm de longitud promedio tuvieron 5 embriones en promedio.

Las *hembras madre de la F2* entre 5.36 mm y 6.62 mm ($n=44$; $\bar{x}=6.08\pm 0.37$ mm) tuvieron entre 2 a 5 embriones, independientemente del estadio de los mismos. Las hembras de 6.08 mm de longitud promedio tuvieron 4 embriones en promedio.

Tabla 8.- Fecundidad marsupial y longitud (mm) (intervalo, media, ds) de las hembras silvestres, F1 y F2.

	SILVESTRES	F1	F2
Long (mm) hembra	4.24-6.98 (5.67±0.54)	5.28-6.52 (5.95±0.42)	5.36-6.62 (6.08±0.37)
Número de embriones (Fecundidad marsupial)	1-18 (6.28±2.94) ($n=1400$)	2-7 (4.51±1.20) ($n=31$)	2-5 (3.72±0.89) ($n=44$)

En la figura 23 se observa que en los mísidos de cultivo F1 las hembras que tuvieron de 4 a 6 embriones fueron las más frecuentes, representando el 83% de la población y las que tuvieron menor o mayor número de embriones (2, 3 y 7 embriones) fueron las de menor frecuencia (17% de la población). En los mísidos de cultivo F2 las hembras que tuvieron de 3 a 5 embriones fueron las más frecuentes, representando el 96% de la población.

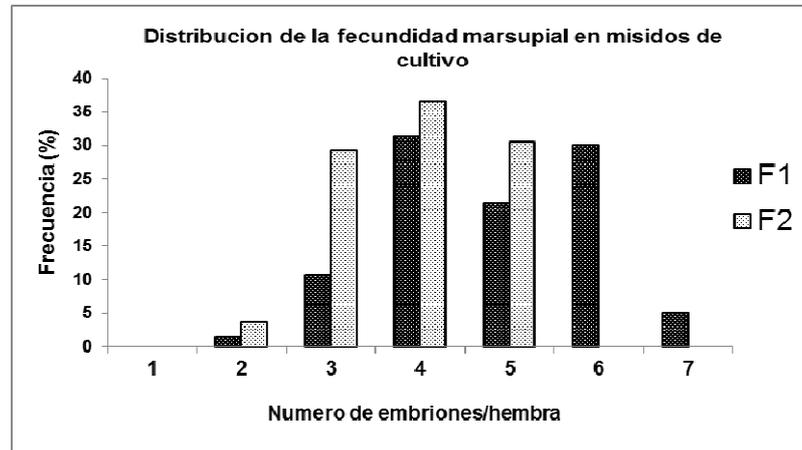


Figura 23. Frecuencia de la fecundidad marsupial en mísidos cultivados.

8.5.- Fecundidad posmarsupial (número de juveniles liberados) en hembras silvestres, F1 y F2.

La fecundidad media posmarsupial en las hembras silvestres (n=95) fue de 5.86 ± 1.45 , en hembras F1 (n=50) de 3.74 ± 1.20 y en hembras F2 (n=50) de 3.32 ± 1.42 .

Los intervalos de fecundidad media posmarsupial (ds) y la longitud de las hembras (intervalos, media y ds) silvestres, F1 y F2 se encuentran en la Tabla 9.

El promedio de la longitud de hembras silvestres (n=250) fue de 5.35 mm (DS±0.74), intervalo de 4.19-6.66 mm., las cuales liberaron 5.86 juveniles (DS±1.45), intervalo de 1 a 9. La longitud media de los juveniles recién liberados (n=1237) fue 1.24 mm (DS±0.03), con un intervalo de 1.14-1.30 mm.

El promedio de la longitud de hembras F1 (n=50) fue 5.41 mm (DS±0.60), intervalo de 4.43–6.53 mm., las cuales liberaron en promedio 3.74 juveniles (DS±1.20), intervalo de 1-6. La longitud de los juveniles (n=186) mostraron una media de 1.20 mm (DS±0.03), intervalo de 1.14–1.28 mm.

Para la F2 (n=50) fue 5.36 mm (DS±0.32), intervalo de 4.82 – 5.85 mm., las cuales liberaron en promedio 3.32 juveniles (DS±1.42), intervalo de 1-8. La longitud de los juveniles (n=271) mostraron una media de 1.21 mm (n=271) (DS±0.04), intervalo de 1.14-1.29 mm.

Tabla 9. Fecundidad posmarsupial, longitud de hembras y de los juveniles liberados (mm) (intervalo, media, ds) en mίσidos silvestres, F1 y F2.

	SILVESTRES	F1	F2
Long (mm) hembra	4.19-6.66 (5.35±0.74)	4.43-6.53 (5.41±0.60)	4.82-5.85 (5.36±0.32)
Num. juveniles liberados (Fecundidad posmarsupial)	3-9 (5.86±1.45) (n=95)	1-6 (3.74±1.20) (n=50)	3-8 (3.32±1.42) (n=50)
Long (mm) juveniles	1.14-1.30 (1.24±0.03) (n=150)	1.14-1.28 (1.20±0.03) (n=186)	1.14-1.29 (1.20±0.04) (n=271)

En la figura 24 se observa que las hembras silvestres que liberaron de 4 a 7 juveniles fueron las más frecuentes, representando el 71% de la población y las que liberaron menor número de juveniles las de menor frecuencia (29% de la población). Las hembras F1 que liberaron de 2 a 5 juveniles representaron el 92% de la población y las que liberaron menor número de juveniles, 8% de la población. Las hembras F2 que liberaron de 1 a 5 juveniles fueron las más frecuentes, representando el 95% de la población y las que liberaron menor número de juveniles, 5% de la población.

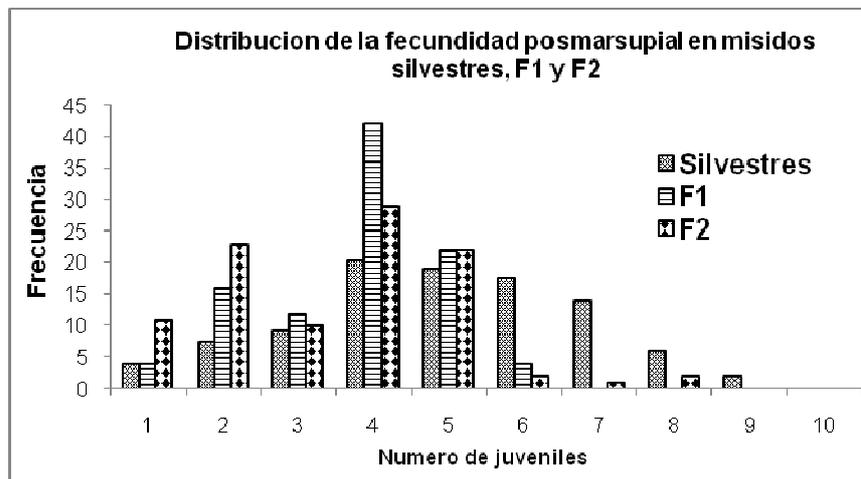


Figura 24. Frecuencia de la fecundidad posmarsupial en mίσidos silvestres, F1 y F2.

La fecundidad posmarsupial de los mίσidos silvestres fue significativamente mayor (H=55.3; P<0.05) de la registrada en los cultivos, los cuales no resultaron diferentes entre sí (Fig. 25).

Se encontró diferencia significativa ($H=481.3$; $P<0.05$) en las longitudes promedio de las hembras a lo largo del ciclo de muestreo. Los meses de octubre, noviembre y diciembre 2010 mostraron diferencia significativa respecto a los once meses restantes (Fig. 12) (Anexo 1).

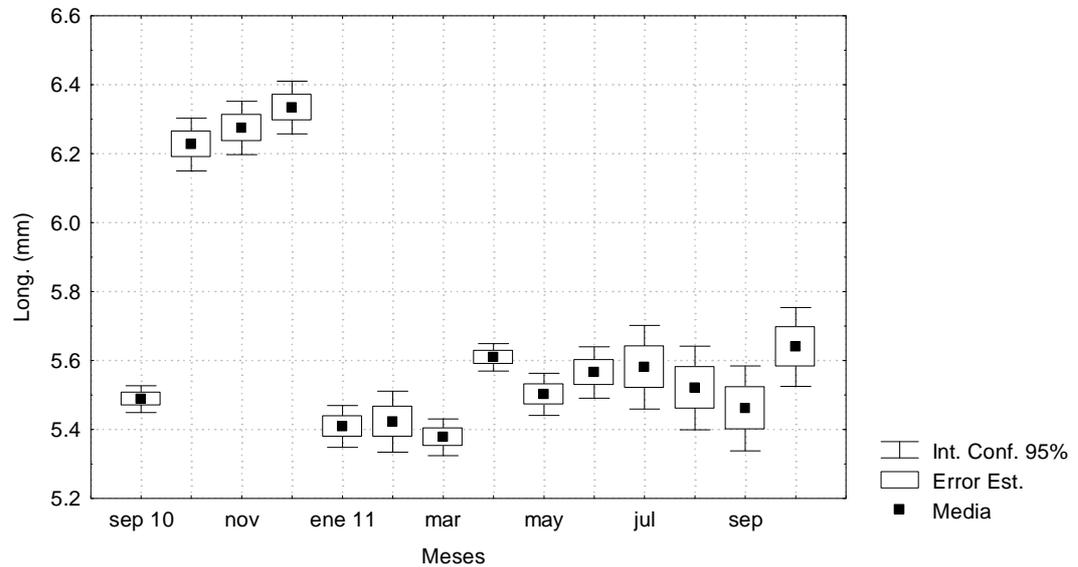


Figura 12. Longitudes promedio de las hembras ovígeras a lo largo del ciclo de muestreo.

8.2.2. Longitud de mísidos en condiciones semicontroladas

La longitud media de las hembras ovígeras F1 (n=120) fue de 5.41 ± 0.60 mm, intervalo de 4.43-6.53 mm y F2 (n=132) fue de 5.36 ± 0.32 mm, intervalo de 4.82-5.85 mm (Tabla 5). Considerando ambas generaciones (n=252) la clase con la mayor presencia (25.7%) fue de 5.51-6.00 mm y la menor presencia (7.5%) en 6.51-7.00 mm (Fig. 10).

La longitud media de los machos F1 (n = 52) fue de 4.44 ± 0.14 mm, intervalo de 4.21-4.83 mm y F2 (n = 61) fue de 4.54 ± 0.16 mm, intervalo de 4.22-4.91 mm (Tabla 5). Para ambas generaciones (n=113) se tuvo la mayor presencia (57.6%) en la clase de talla de 4.51-5.00 mm y menor presencia (42.3%) en 5.01-5.50 mm. Los machos silvestres tuvieron mayor frecuencia en el intervalo de talla de 4.01-4.50 mm que no se registró para los machos de laboratorio (Fig. 10).

8.3.- Principales características morfológicas del desarrollo marsupial en *M. elongata*:

Todos los estadios marsupiales se observaron en poblaciones naturales y de laboratorio. Los intervalos de longitud y los respectivos valores medios de los cinco estadios en organismos silvestres y de cultivo se ilustran en la Tabla 6 y las respectivas fecundidades marsupiales (número de embriones) se ilustran en la Tabla 7.

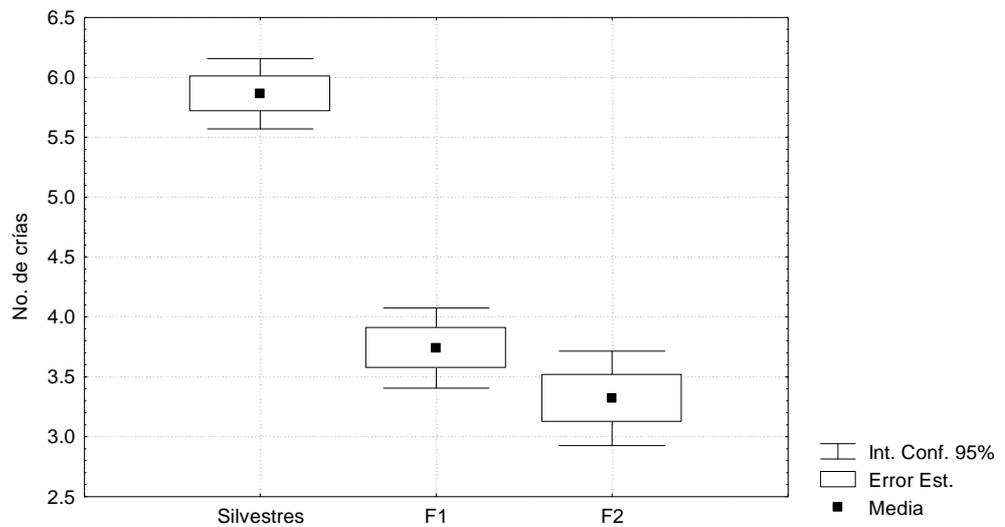


Figura 25. Fecundidad media posmarsupial entre hembras silvestres, F1 y F2.

8.5.2. Fecundidad posmarsupial y longitud de hembras silvestres, F1 y F2.-

Las longitudes de las hembras silvestres, F1 y F2 utilizadas en la evaluación de la fecundidad posmarsupial no fueron significativamente diferentes (ANOVA $F_{1,2,192}=3.04$, $P>0.05$).

No se encontró una correlación significativa ($P>0.05$) entre la fecundidad posmarsupial y la longitud de las hembras silvestres ($r = 0.05$), F1 (0.33) y F2 ($r = 0.04$).

La relación entre el número de juveniles liberados y las longitudes de las hembras progenitoras silvestres, F1 y F2 mostraron respectivamente una tasa de 1.10, 0.69 y 0.61 juveniles liberados por cada unidad de incremento de longitud de hembra. Las variaciones de las fecundidades posmarsupiales medias en todos intervalos de talla de las hembras silvestres (0-1.55) y de cultivo F1 (0.5-1.38) y F2 (0-1.45 crías liberadas por hembra) se muestran en la Figura 26.

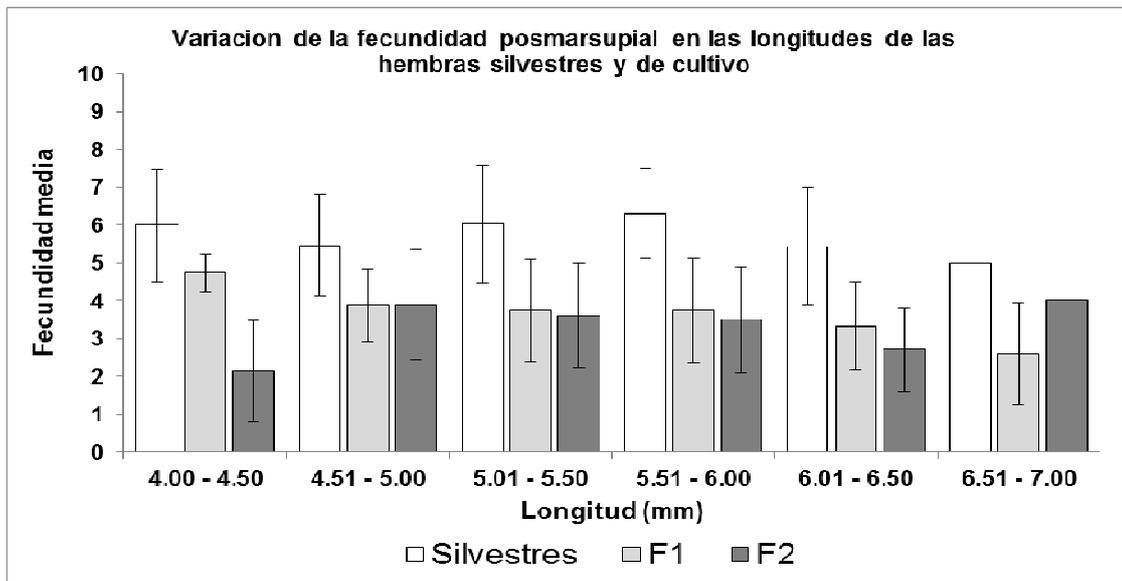


Figura 26. Variación de la fecundidad posmarsupial en las longitudes de hembras silvestres y de cultivo (F1 y F2).

8.5.3. Longitud de los juveniles (Estadio V) silvestres, F1 y F2.-

No se encontró una correlación significativa ($P > 0.05$) entre la talla de los juveniles liberados y la longitud de las hembras silvestres ($r = 0.10$), F1 y F2 ($r = 0.04$ y $r = 0.12$, en ambos casos). Las longitudes de los juveniles silvestres fueron significativamente mayores ($H = 47.9$; $P < 0.05$) de las registradas en los cultivos, las cuales no resultaron diferentes entre sí (Fig. 27).

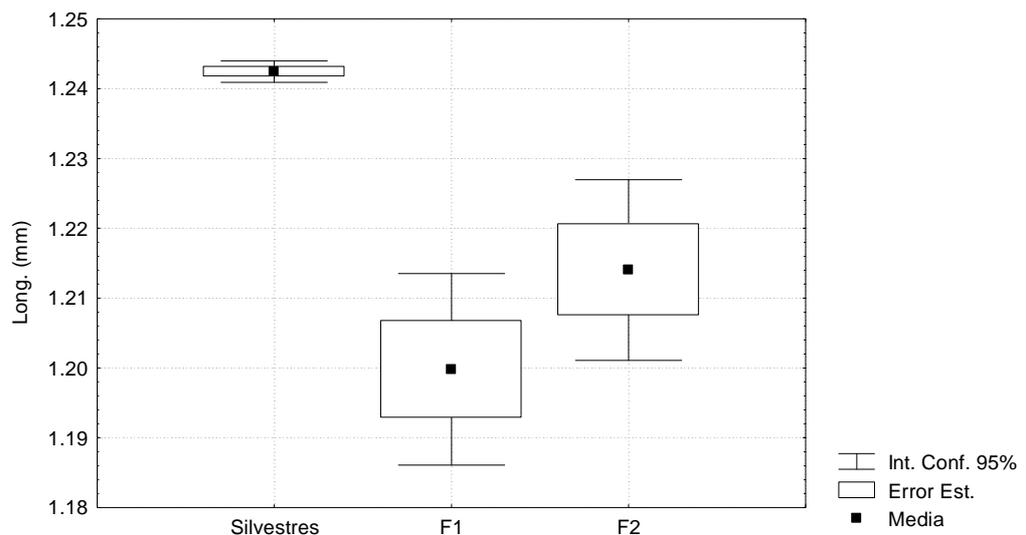


Figura 27. Longitud de los juveniles silvestres, F1 y F2.

8.6.- Inicio de la madurez sexual, liberación de juveniles y supervivencia de progenitores.

La madurez sexual inició primero en los machos y se presentó a una longitud menor que en las hembras. El inicio de la madurez sexual en hembras F1 (n = 112; 5.35 ± 0.26) ocurrió a partir del día 18 y en hembras F2 (n = 85; 5.31 ± 0.14) a partir del día 20. En machos F1 (n = 127; 4.6 ± 0.27) y F2 (n= 115; 4.3 ± 0.32) la madurez sexual inició a partir del día 12 (Tabla 10).

Tabla 10. Aparición de la madurez sexual y primera liberación de juveniles en mísidos de cultivo (F1 y F2).

Características	F1		F2	
	Longitud (mm)	Día	Longitud (mm)	Día
<u>HEMBRAS</u>				
Madurez sexual	(n=112; 5.35±0.26)	18	(n=85; 5.31±0.14)	20
Liberación de juveniles	(n=196; 5.5±0.12)	26	(n=153; 5.53±0.07)	28
<u>MACHOS</u>				
Madurez sexual	(n=127; 4.6±0.27)	12	(n=115; 4.3±0.32)	12

La liberación de juveniles en hembras F1 (n = 196; 5.5 ± 0.12 mm) ocurrió a partir del día 26 y en F2 (n = 153; 5.53 ± 0.07 mm) a partir del día 28 (Tabla 11).

La supervivencia de la F1 fue de 78% y en la F2 de 77%.

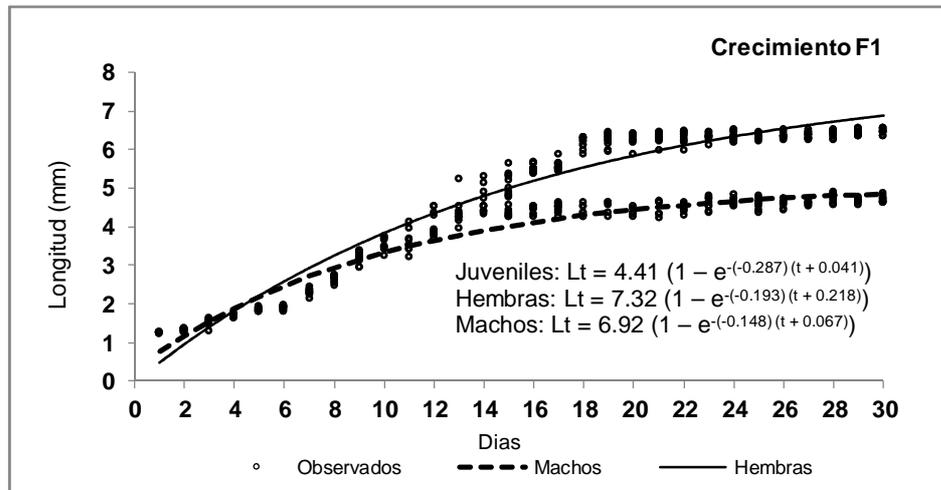
8.7.- Crecimiento de *M. elongata*.-

En ambas generaciones las tasas de crecimiento (mm/día) para juveniles (0.304), machos (0.149) y hembras (0.208) no tuvieron diferencias significativas entre sí (P>0.05). El crecimiento medio diario a lo largo de los 30 días para todos los organismos fue de 0.201 mm/día. En la Tabla 11 se observan los datos utilizados en el modelo de crecimiento. Las tasas y curvas de crecimiento fueron diferentes entre los sexos, siendo mayor en las hembras que en los machos antes de la madurez sexual y decreciendo después de ésta (Fig. 28 a y b).

Tabla 11. Datos del modelo von Bertalanffy.

Datos del Modelo von Bertalanffy				
	F1		F2	
	L_{∞}	t_0	L_{∞}	t_0
Juveniles	4.41	-0.041	4.37	-0.036
Hembras	7.32	-0.218	7.26	-0.033
Machos	6.92	-0.067	6.53	-0.037

(a)



(b)

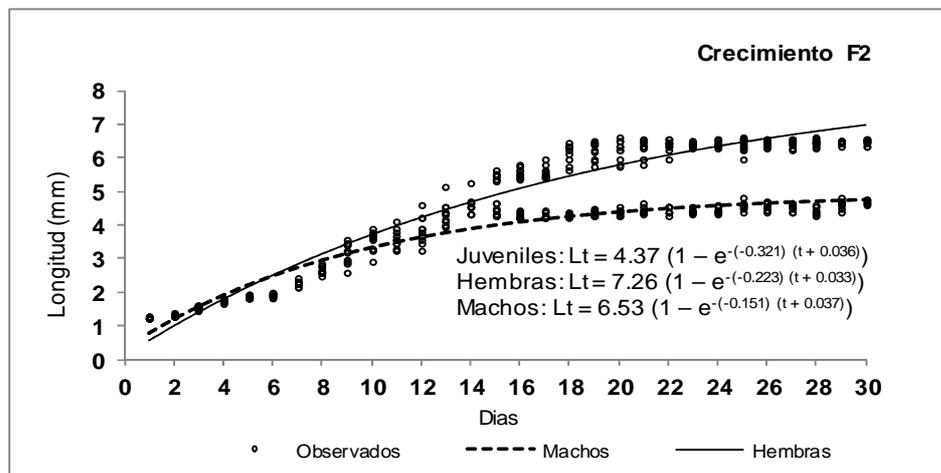


Figura 28.- Curvas y ecuaciones de crecimiento von Bertalanffy para mísidos juveniles, machos y hembras F1 (a) y F2 (b).

9. DISCUSIÓN

9.1. Presencia de *M. elongata*

Los estudios biológicos y ecológicos realizados en campo y laboratorio para mísidos alrededor del mundo iniciaron en regiones templadas (Mauchline, 1973; Allen, 1982; Mees *et al.*, 1993; Delgado *et al.*, 1997; Richoux *et al.*, 2004; Scharf y Koschel, 2004; Fockedey *et al.*, 2005 y 2006; Vilas *et al.*, 2008; Rappe *et al.*, 2011), sin embargo los trabajos pertenecientes a los mísidos tropicales (Gama *et al.*, 2002, 2006 y 2011; Borzone *et al.*, 2007; Calil y Borzone, 2008; Ortega-Salas *et al.*, 2008; Biju *et al.*, 2009; Prieto *et al.*, 2009; Biju y Panampunnayil, 2011; Ramarn *et al.*, 2012; Rendón-Valdez, 2013) han aumentado debido a que las poblaciones de mísidos en hábitats tropicales son también de gran importancia en el funcionamiento de ecosistemas marinos y estuarinos (Hanamura *et al.*, 2008).

Las características de las historias de vida de los mísidos pueden diferir en las distintas áreas geográficas, debido a que las temperaturas influyen en su ecofisiología (Mauchline, 1980 y Wittmann, 1984), por consiguiente los estudios comparativos entre mísidos de regiones templadas y tropicales pertinentes a su biología y comportamiento son necesarios para un mejor entendimiento de los roles ecológicos de los mísidos (Ramarn *et al.*, 2012).

La especie *Metamysidopsis elongata* (Holmes, 1900) de las costas de Mazatlán, Sinaloa se encuentra en latitudes subtropicales (23°10'36" a 23°20'00" N) sobre el fondo de arena fina en zonas de rompiente, a una profundidad de 0.5-1.0 m y formando parches. Price (2004) mencionó que *M. elongata* es abundante y se encuentra a profundidades de 3-15 metros y 1-14 metros según Clutter (1967).

Los mísidos se encuentran en el fondo durante las mañanas debido a que efectúan migraciones verticales a la superficie en las noches principalmente para evitar la depredación y como una respuesta comportamental a la disponibilidad de alimento (Gama *et al.*, 2011). Las migraciones de los mísidos pueden exhibir considerable plasticidad porque varían en tiempo, intensidad, en extensión vertical y estacional (Jumars, 2007).

La especie mostró alta proporción de hembras ovígeras, así como la presencia continua de hembras con marsupio vacío y machos en todas las estaciones del año, es decir su presencia mensual no se vio afectada a gran escala por migraciones y depredación (Elliot, 2002 y Jumars 2007). *Mysidopsis californica*, otro mísido de las costas de Mazatlán, también tuvo presencia continua durante los muestreos, siendo las hembras ovígeras el grupo predominante (Ortega-Salas *et al.*, 2008).

Varias especies de mísidos como *M. elongata atlantica*, *Brasilomysis castroi*, *Metamysidopsis nerítica*, *Schistosomysis spiritus* y *Neomysis integer* las cuales habitan en zonas litorales

neríticas y someras dentro de latitudes menores a 40° N también mostraron presencia continua y alta proporción de hembras ovígeras (Prieto *et al.*, 2009).

Sastry (1983) mencionó que los principales factores ambientales que influyen el ciclo reproductivo de los crustáceos son la temperatura del agua, el ciclo de luz y las condiciones de alimento. Calil y Borzone (2008) mencionaron que existen aspectos de la biología de los mísidos, como la reproducción y el crecimiento que dependen de la latitud. Por otro lado Mauchline (1980) mostró la relación entre el periodo de reproducción de los mísidos y la latitud; en latitudes menores a 40°N éstos se reproducen continuamente con periodos estacionales máximos a lo largo del año. En algunas poblaciones, los mísidos dejan de reproducirse cuando se encuentran en lugares de grandes diferencias de temperatura entre las temporadas de invierno y verano (áreas del Mediterráneo) (Wittmann, 1981).

Mesopodopsis slabberi, mísido del Mar Mediterráneo en el cual la temperatura superficial promedio del agua de mar es de 7°C-28°C (Margalef, 1983), las hembras ovígeras no se presentaron en invierno y tuvieron mayor presencia en primavera y otoño (Delgado *et al.*, 1997), a diferencia de *Mysidium columbiae* (10°27'00" N) la cual presentó el mayor porcentaje de hembras ovígeras en invierno (diciembre a marzo, 23°-25°C) (Prieto *et al.*, 2009).

Gama *et al.* (2011) mencionaron que *Metamysidopsis elongata atlantica* a pesar de ser una especie de aguas cálidas registró una marcada tolerancia a la variación de temperatura (11-28°C; ±17°C) con una variación similar a la mostrada por la especie de estudio. *M. elongata* se consideró como una especie euritérmica debido a que toleró amplias variaciones de temperatura (14.3-31.2°C; ±17°C) durante el ciclo de muestreo.

Tattersall y Tattersall (1951) mencionaron que *Neomysis integer* es un mísido eurihalino y euritérmico. Rappe *et al.* (2011) mencionaron que *N. integer* es una especie residente de un estuario en Schelde (Países Bajos) en el cual la temperatura fluctuó entre 6-22°C (±16°C).

Las hembras con marsupio vacío de *M. columbiae* y *M. elongata* presentaron bajos porcentajes a lo largo del año. En *A. thailandica* predominaron las hembras ovígeras y juveniles en todos los meses de muestreo (Ramarn *et al.*, 2012), indicando la reproducción continua de la especie durante el año (Hanamura *et al.*, 2008), al igual que en *Mesopodopsis zeylanica* (Biju y Panampunnayil, 2010) y *Mesopodopsis orientalis* (Hanamura *et al.*, 2008), sin embargo en *M. elongata* se observó que la presencia de hembras ovígeras y hembras con marsupios vacíos, no mostraron diferencia significativa ($U > 0.05_{(6,8)}$) en la proporción de ambas.

Durante el ciclo de muestreo no se observaron organismos juveniles debido a que la técnica de colecta utilizada (red planctónica con abertura de malla de 1000 µm) permitía el escape de éstos, sin embargo en un año de muestreos previos para otros estudios, se utilizó una red con abertura de malla de 450 µm y se observó que esta técnica no excluía a los juveniles corroborándose su

presencia continua en los muestreos, por lo que la ausencia o presencia de mísidos juveniles estuvo relacionada con la técnica de colecta.

La presencia constante de hembras ovígeras, con marsupio vacío y machos en la población de mísidos es debida a su reproducción continua. Por lo anterior se consideran importantes los estudios de reproducción en laboratorio para un mejor entendimiento de la ecología reproductiva de las especies debido a que en ambiente natural, la estructura poblacional de las especies de mísidos que producen más de tres generaciones por año es dinámica, compleja y difícil de determinar porque se presenta un solapamiento de generaciones (Mauchline, 1980).

9.2. Proporción sexual

La proporción sexual en crustáceos muestra fluctuaciones poblacionales, migraciones reproductivas o alimenticias y la utilización de diferentes hábitats por organismos de diferentes sexos (Wenner, 1972).

Prieto *et al.* (2009) han sugerido que otros factores involucrados en esta variación pueden ser la mortalidad de machos inmediatamente después de la copula, por lo que ésta tendencia en la proporción de sexos en el campo es el resultado del reclutamiento y/o diferencias en la mortalidad entre ambos sexos.

En *M. elongata* se observó en el medio natural y en condiciones semicontroladas de cultivo una mayor proporción de hembras, sin embargo, es importante señalar que se encontraron en proporción más hembras de mísidos silvestres por macho (15.6:1 hasta 4:1) que en los mísidos de laboratorio (1.3:1 hasta 2.8:1), es decir la población de hembras de cultivo duplica a la de machos. En la población de mísidos silvestres, el promedio de hembras fue seis veces mayor que la de los machos.

Mysidopsis californica, mísido de la bahía de Mazatlán, Sin tuvo una proporción sexual (hembra/macho) de 2.5:1-3.0:1, observándose también mayor proporción de hembras (Ortega-Salas *et al.*, 2008), al igual que el mísido estuarino *Acanthomysis thalassica*, en el cual las hembras presentaron mayor proporción sexual en un intervalo de 0.62 a 3.86 hembras por macho (Ramarn *et al.*, 2012) y *Mesopodopsis orientalis* con una proporción sexual promedio de 1.4:1 (Allen, 1982). Rendón-Valdez (2013) mencionó que la proporción de sexos de *Amathimysis trigibba*, otro mísido de Mazatlán, Sinaloa presentó variaciones considerables, a favor de las hembras de 0.5:1 a 17:1 con un promedio de 3.8:1.

Prieto *et al.* (2009) mencionaron que por lo general las hembras son más numerosas y encontraron que la proporción en 15 especies de mísidos oscilaba entre 1.1 y 5.5 a favor de las hembras, siendo los casos más extremos los señalados para *Praunus inermis* (19:1) y *Mysis relicta* (59:1) en ciertos meses del año, todos a favor de las hembras. Sin embargo Rappé *et al.*

(2011) mencionaron que existió un equilibrio entre el número de hembras y machos en todas las poblaciones de mísidos en su estudio, donde la proporción sexual no tuvo diferencia significativa a la proporción esperada de 0.5, sin embargo observaron que existió un decremento en la población de hembras con el aumento de la salinidad.

9.3. Longitud de *M. elongata*

La longitud media en la especie de estudio fue de 5.56 ± 0.62 mm, la cual tuvo una longitud similar a la reportada por Clutter (1969) y Clutter y Theilacker (1971), en donde la misma especie midió en promedio 5.9 mm.

Las longitudes de las hembras a lo largo del ciclo de muestreo mostraron diferencia significativa en los meses de octubre a diciembre 2010 (6.27 mm), respecto a los once meses restantes, en los cuales la mayoría de los mísidos midieron 5.50 mm.

Las longitudes se presentaron durante el intervalo de 4.24-6.98 mm con una variación de temperatura de $\pm 5.51^{\circ}\text{C}$ a lo largo del ciclo de muestreo.

La temperatura no es el único factor que pudo haber influido en la presencia de las diferentes longitudes de los mísidos quizá también pudo deberse a un aumento en la presencia de detritus, zooplancton, fitoplancton y/o diatomeas bénticas que constituyen el principal alimento de estos crustáceos y quizá factores como la competencia, migraciones, disponibilidad de alimento, turbidez, concentración de clorofila a, oxígeno disuelto, salinidad (Elliot, 2002 y Biju *et al.*, 2009).

En la especie *M. elongata* se obtuvieron hembras de mayor longitud media que la de los machos, al igual que en el mísido estuarino *Heteromysis formosa* en el que también se llevaron a cabo muestreos anuales (Allen, 1982) y *Mesopodopsis orientalis*, donde la hembra y macho más grande midieron 8.6 mm y 7.7 mm, respectivamente (Hanamura *et al.*, 2008).

Biju y Panampunnayil (2010) reportaron hembras de *Mesopodopsis zeylanica* con longitudes máximas de 7.4 mm y machos de 7.3 mm, sin embargo en la especie de estudio se observaron las tallas de 6.98 y 5.3 mm respectivamente.

En *A. trigibba*, mísido de las costas de Mazatlán, Sinaloa se observó que los machos tuvieron mayor longitud (3.04 ± 0.36 mm) que las hembras (2.76 ± 0.27 mm) (Rendón-Valdez, 2013).

9.4. Desarrollo marsupial

Para la identificación y descripción de las principales características morfológicas en las fases y estadios embrionarios de la especie de estudio se tenían disponibles tres terminologías (Mauchline, 1980; Wittmann, 1981 y Wortham-Neal y Price, 2002), sin embargo se optó por la última debido a que los autores hacen una recopilación de ambas terminologías, las describen en forma explícita y agregan un estadio en el desarrollo marsupial.

El promedio de las longitudes de los estadios (I al IV) del mívrido *Americamysis bahía* (Wortham-Neal y Price, 2002), resultaron ligeramente menores a las obtenidas para los mívridos silvestres, F1 y F2 de la especie *M. elongata*. El incremento de talla promedio en *A. bahía* desde el estadio I al V fue de 1.04 mm (Wortham-Neal y Price, 2002) en comparación con *M. elongata* en donde el incremento fue de 1.02 (embriones silvestres), 0.96 (F1) y 1.0 mm (F2).

En ambas especies se observó que las hembras poseían en sus marsupios embriones del mismo estadio de desarrollo marsupial el cual se efectúa dentro de un marsupio parcialmente transparente. Debido a lo anterior los mívridos representan un organismo ideal para estudiar aspectos de reproducción y desarrollo marsupial. El tamaño de los embriones aumenta por la incorporación de agua, así mismo el vitelo se utiliza para llevar a cabo los cambios morfológicos del embrión (Huck *et al.*, 2007).

Los mívridos poseen un desarrollo marsupial típico del grupo de los peracáridos, pues no presentan reservas extravitelinarias (gelatinas, huevos nutritivos), ni alimentación extraembrionaria por asimilación de materia orgánica disuelta, por lo anterior se consideran organismos ideales para el estudio del consumo de las fuentes de energía durante el desarrollo embrionario, ya que se asume que el desarrollo se completa con el suplemento de energía del embrión. El tamaño inicial del embrión (Estadio I) nos indica la energía que se transfiere en forma constante hacia los demás estadios restantes (Huck *et al.*, 2007).

El tamaño del embrión (llamado huevo por algunos autores cuando se encuentra en el primer estadio) es uno de los parámetros que ha recibido mayor atención en el estudio de la reproducción de los invertebrados marinos porque se considera un estimador de la energía transmitida en especies donde no ocurre una inversión parental post cigótica, como en el caso de los mívridos, por lo que la talla del embrión en su primera etapa es un buen indicador de desarrollo marsupial. (Huck *et al.*, 2007).

En los diferentes estudios que se han realizado en relación a la longitud de los embriones tempranos (Estadio I), se han observado diferencias entre las especies (Mauchline, 1988), por ejemplo *Mysidium columbiae* es un mívrido que tiene los embriones tempranos de menor tamaño en un intervalo de 0.018-0.026 mm, mientras que en las hembras más desarrolladas de 0.04 y 1.1 mm (Prieto *et al.*, 2009). Las especies *Acanthomysis thailandica*, *Mesopodopsis slabberi*, *Mesopodopsis orientalis* y *Mesopodopsis zeylanica* cuyos embriones tempranos tienen longitudes de 0.26±0.03, 0.35±0.60, 0.39±0.06 y 0.38-0.43 mm (Delgado *et al.*, 1997, Biju y Panampunnayil, 2011, Ramarn *et al.*, 2012 y Biju y Panampunnayil, 2010, respectivamente) fueron similares a las longitudes observadas en la especie de estudio (0.35±0.04 mm).

La longitud de los embriones (Estadio I) entre los mívridos silvestres, F1 y F2 de *M. elongata* se encontraron en el intervalo de 0.28 – 0.41 y a) no hubo diferencias significativas entre el

diámetro del embrión y la longitud corporal de la hembra en los tres grupos, por lo que la energía transmitida se mantuvo constante en mísidos silvestres y de cultivo, b) la longitud de los embriones son independientes de la longitud de las hembras silvestres, al igual que en *Mesopodopsis orientalis* (Hanamura *et al.*, 2008), *M. zeylanica* (Biju y Panampunnayil, 2010) y *A. thailandica* (Ramarn *et al.*, 2012).

El tiempo de desarrollo marsupial se encuentra inversamente relacionado a la temperatura (Wortham-Neal y Price, 2002), al igual que el inicio de la primera reproducción y el inicio de la liberación de los juveniles en las especies de mísidos (McKenney, 1996 y Sudo, 2003).

En el presente estudio, el desarrollo marsupial de *M. elongata* (a 21-23°C) tuvo una duración de 8 días (para F1 y F2), mientras que la duración más corta (4 días) del desarrollo de los embriones es reportado para *M. orientalis* (a 25-29°C), y el tiempo de desarrollo de su congénere europeo *M. slabberi* fue de 9-19 días (Biju y Panampunnayil, 2010). Greenwood *et al.* 1989 reportaron para *M. slabberi* a 15°C un promedio de 13 días.

Mysis relicta, una especie de agua fría, reportó el tiempo de desarrollo marsupial más largo (240 días) (Biju *et al.*, 2010). Mauchline (1973) reportó un tiempo de incubación mínimo de 21 días para *Schistomysis spiritus* a 12.5°C y 5 días para *Acanthomysis sculpta* a 12°C.

El místico *A. robusta* mostró una disminución de 20 días en los tiempos de incubación conforme la temperatura del agua aumentó 15°C, pues a los 10°C el desarrollo marsupial tuvo una duración de 23-25 días, en contraste con los 5 días que mostró a los 25°C.

Wortham-Neal y Price (2002) señalaron que en *Americamysis bahia* los tiempos de desarrollo marsupial fueron de 12.7 días (16°C), 9.4 días (20°C) y 3.7 días (29°C).

Se observó una marcada disminución de los inicios de la diferenciación sexual, madurez sexual y tiempo de incubación con el incremento de la temperatura debido a que éste es un factor clave responsable en las variaciones de los aspectos reproductivos de los mísidos. Las temperaturas elevadas del agua aceleran los procesos de reproducción, por lo que es indudablemente uno de los factores extrínsecos más importantes que afectan el crecimiento y biología reproductiva de los animales poiquilotérmicos como los mísidos al igual que el inicio de la primera reproducción y el inicio de la liberación de los juveniles en las especies de mísidos (McKenney, 1996; Wortham-Neal y Price, 2002 y Sudo, 2003).

La disminución de la edad de primera reproducción de la especie *M. elongata* mostró una mayor eficacia reproductiva en el intervalo de temperatura de 21-23°C que en el intervalo de 14-20°C, utilizado por Clutter y Theilacker (1971).

9.5. Fecundidad marsupial

La fecundidad es un parámetro biológico importante porque indica el potencial reproductivo y es medido por el número de huevos, embriones o larvas que tienen las hembras en diferentes tallas (Clutter y Theilacker, 1971 y Nath, 1973).

La fecundidad marsupial de *M. elongata* mostró diferencia significativa a lo largo del ciclo de muestreo, sin embargo la temperatura de los meses en donde se observó la fecundidad media mínima y máxima fue similar entre ellas (31.2 y 30.3°C respectivamente, con una diferencia de 0.9°C), es decir aún cuando la temperatura a lo largo del ciclo de muestreo haya tenido un intervalo de 14.3-31.2 (25±5.51°C), la fecundidad media máxima (9.7±2.32 embriones/hembra) y mínima (4.08±1.48 embriones/hembra) se presentaron a una temperatura de 1°C de diferencia. El 86% de la población de mísidos muestreados tuvo una fecundidad media de 6.17±2.84 embriones/hembra.

El patrón de reproducción y el número de generaciones varía entre las especies y las poblaciones de mísidos. En general, los mísidos de zonas templadas producen de dos a tres generaciones anuales (Mees *et al.* 1994), mientras que los de zonas tropicales se reproducen continuamente (Goodbody, 1965). Lo anterior se observó en *M. elongata*, *A. thailandica*, así como en otros organismos tropicales como *Mesopodopsis orientalis* (Hanamura *et al.*, 2008, Biju *et al.*, 2009 y Biju y Panampunnayil, 2011).

Sin embargo, a diferencia de los mísidos de áreas templadas, es difícil trazar la progresión de cohortes (individuos de la misma generación) en mísidos tropicales debido a su rápido crecimiento, madurez temprana y ciclo de vida corto (Mauchline, 1980 y Sudo, 2011).

En mísidos silvestres, F1 y F2 de *M. elongata* se observó que no hubo variación estacional en sus estadios, al igual que en el mísido estuarino *A. thailandica* (Ramarn *et al.*, 2012) y en las especies estuarinas *G. spinifer*, *S. kervillei*, *N. integer* y *S. spiritus* (Rappe *et al.*, 2011) esto indicó que la reproducción se llevó a cabo durante todo el año.

Los números de embriones durante la época de verano (22°C) fueron de 8.53±0.18, 42.65±1.43, 16.04±0.06 y 6.09±0.35 para las especies *M. slabberi*, *G. spinifer*, *S. kervillei* y *S. spiritus* respectivamente (Rappe *et al.*, 2011).

El intervalo del número de embriones a lo largo del ciclo de muestreo en hembras silvestres en *M. elongata* fue de 1 a 18 ($\bar{x} = 6$), en F1 de 2-7 ($\bar{x} = 4.5$) y F2 de 2-5 ($\bar{x} = 4$).

Resultados similares se encontraron en otras especies y autores por ejemplo *Mysidopsis almyra* (3-42, $\bar{x} = 10$), *Leptomysis* sp. (2-14, $\bar{x} = 8$) (Reitsema y Neff, 1980), y *Mesopodopsis zeylanica* (7 a 12) (Biju y Panampunnayil, 2010), *Acanthomysis thailandica* (5-25, $\bar{x} = 8$) (Ramarn *et al.*, 2012) y *Amathimysis trigibba* (1-12, $\bar{x} = 6$) (Rendón-Valdez, 2013).

Mesopodopsis orientalis ha sido estudiada por varios autores, los cuales muestran diferencia en el intervalo del número de embriones por hembra, por ejemplo de 8-10 (Nair, 1939), de 1-22 (Delgado *et al.*, 1997) de 6-29 (Panampunnayil, 1999), 7-12 (Biju *et al.*, 2009) y 6-18 (Biju y Panampunnayil, 2011) lo que indica que el número de embriones en las distintas especies de mísidos varía enormemente y algunas veces hasta entre la misma especie debido a que es un parámetro influenciado principalmente por la temperatura (Mauchline, 1980, 1988) así como por las longitudes de las hembras progenitoras (Reitsema y Neff, 1980 y Delgado *et al.*, 1997); ambos factores están directamente relacionados con la localización geográfica de las especies (Biju *et al.*, 2009).

En *M. elongata* la relación entre el número de embriones y las longitudes de las hembras progenitoras silvestres, F1 y F2 mostraron una tasa de 1.10, 0.76 y 0.61 embriones por cada unidad de incremento de longitud de la hembra respectivamente, siendo estas proporciones menores a la encontrada en *A. trigibba*, especie de menor tamaño (2.76 mm), en donde la proporción fue mayor (1.91 embriones/mm), es decir el mísido *A. trigibba* (Rendón-Valdez, 2013) de menor longitud tiene mayor número de embriones por unidad de longitud que la especie de estudio y que *M. californica* (5.56 mm), la cual tuvo 1.56 juveniles/mm (Ortega-Salas *et al.*, 2008). *Gnathopausia ingens*, mísido gigante de 151 mm, tiene 1.0-2.31 embriones por cada unidad de incremento de la longitud de la hembra (Childress y Price, 1978).

La relación de la fecundidad marsupial y la longitud de la hembra progenitora indica que esta última influye en la energía disponible para ser invertida en la reproducción, estando una hembra de mayor tamaño en capacidad de invertir mayor cantidad de energía, aunque no tenga influencia en la longitud de los embriones, pero si en un mayor número de embriones por camada (Huck *et al.*, 2007).

Mauchline (1980) mencionó que la fecundidad de los mísidos es directamente proporcional a la longitud total de las hembras y que ésta es una función inversa de la tasa metabólica, la cual es directamente proporcional a la temperatura del agua. En el mísido *M. elongata*, el número de embriones no se correlacionó con la longitud corporal de las hembras a lo largo del ciclo de muestreo y tampoco en los mísidos de cultivo (F1 y F2) ($r=0.04$, $r=0.005$ y $r=0.04$; $P<0.05$ respectivamente) observándose que el número máximo de embriones silvestres fue 18 en una hembra de 5.51 mm y el número máximo de embriones en Estadio I fue de 9 en hembras de menor, mayor e igual longitud que 5.51 mm, es decir hembras de la misma longitud tienen diferentes número de embriones (Ramarn *et al.*, 2012). Numerosas especies presentan una relación entre el número embriones y la longitud corporal de la hembra, sin embargo es difícil demostrarlo en especies de mísidos menores de 10 mm de LT, debido a que el número de

embriones de las hembras de igual longitud corporal también varía (Mauchline, 1980), aunque las hembras mas grandes tengan mayor número de embriones (Biju y Panampunnayil, 2010).

Lo mismo sucede con el mívado de las costas de Venezuela, *Mysidium columbiae*, en el cual el número máximo de embriones en el Estadio I por hembra fue de 16 en una hembra de 8.4 mm de longitud total (Lt), y el número máximo observado de embriones en los demás estadios fue de 12 y se obtuvo en una hembra de la misma longitud corporal (Prieto *et al.*, 2009). En *Acanthomysis thailandica*, el número total de embriones (5-25) tampoco se correlacionó con la longitud total de la hembra, es decir el número de embriones no aumenta con el incremento de la longitud de ésta (Ramarn *et al.*, 2012).

La mayoría de los mívados de regiones templadas presentan relación entre el número de embriones y la longitud de las hembras progenitoras (Allen, 1982; Mees *et al.*, 1994; Biju *et al.*, 2009 y Biju y Panampunnayil, 2011).

Las siguientes especies tuvieron una fuerte correlación entre el número de embriones y la longitud de las hembras: *Mesopodopsis slabberi*, presentó un intervalo de 1-22 ($\bar{x} = 4.8$ embriones por hembra) (Delgado *et al.* 1997), *Mesopodopsis zeylanica* de 7-12 (Biju y Panampunnayil, 2010), *M. orientalis*, de 6-18 (Biju y Panampunnayil, 2011), *M. almyra* de 3-42 embriones (Domínguez *et al.*, 1998), lo mismo ocurre en *Neomysis integer*, *Gastrosaccus spinifer*, *Schistomysis kervillei* y *Schistomysis spiritus* (Rappe *et al.*, 2011).

Las hembras de *N. integer* produjeron en la misma longitud corporal, mayor número de embriones durante el invierno y la primavera que en el verano (Rappé *et al.*, 2011).

El número potencial de embriones tempranos que los crustáceos pequeños pueden producir en una camada está limitado. Es decir el incremento de la fecundidad depende directamente de la producción de camadas sucesivas, por ejemplo el mívado gigante *Gnathophausia ingens*, organismo semélparo de 151 mm de Lt, produce solo una camada de 150-350 embriones, mientras que el mívado pequeño *M. elongata* de 5.7 mm (mívado iteróparo) produce 14-19 camadas de 340 embriones aproximadamente, es decir 24 embriones por camada) (Childress y Price, 1978).

De acuerdo a Mauchline (1988) el número y longitud de los embriones entre los crustáceos pequeños están limitados por la longitud y flexibilidad corporal de las hembras progenitoras, lo cual es compensado por la producción de camadas sucesivas, mientras que en los crustáceos más grandes la fecundidad se incrementa disminuyendo la longitud de los embriones y en algunas especies como en el mívado gigante *G. ingens*, se observa la producción de una única camada numerosa en su ciclo de vida.

9.6. Fecundidad posmarsupial

El número de juveniles liberados o tamaño de las camadas, muestra el potencial reproductivo de una especie, es decir es una estimación de la capacidad que tiene un organismo de producir descendencia (Elliot, 2002).

La fecundidad posmarsupial de mrisidos silvestres en *M. elongata* fue mayor que la de los mrisidos de cultivo, éstos últimos no mostraron diferencias entre sí, mientras que los mrisidos silvestres si la mostraron cuando se comparan con los organismos de cultivo, esto fue probablemente debido al stress ocasionado por el manejo de los mrisidos F1 y F2 y a que la alimentación proporcionada para estos grupos solo consistió de nauplios de *Artemia* a diferencia de los mrisidos silvestres donde tuvieron mejores y más opciones de alimento (Jumars, 2007) y no estuvieron sujetos al manejo continuo.

Clutter y Theilacker (1971), observaron que las hembras que liberaron juveniles durante los experimentos tuvieron una fecundidad más alta que la de hembras silvestres, debido quizá a cierto sesgo en la selección de animales para los experimentos de laboratorio.

M. elongata no mostró correlación entre el número de juveniles liberados y la longitud de las hembras silvestres, F1 y F2. Sin embargo, Mees *et al.* (1994) señalaron que la longitud está directamente relacionada con la fecundidad, es decir que las hembras de mayor longitud tienen un número substancialmente más grande de descendencia.

El número de juveniles o tamaño de la camada está relacionada a la longitud corporal de la hembra en algunos mrisidos de clima templado, el tamaño de las camadas incrementa con el aumento de la longitud corporal de la hembra (Biju *et al.*, 2009 y Biju y Panampunnayil, 2011), como en *Heteromysis formosa*, donde el menor número de juveniles fue de 7 (hembra de 4.5 mm) y el mayor número de 32 (hembra de 9.2 mm) (Allen, 1982), sin embargo esta relación no se observó en algunas especies como *Acanthomysis thailandica* ($r = 0.04$) (Ramarn *et al.*, 2012), *Mysidopsis californica*, cultivada en condiciones semicontroladas mostró baja correlación ($r = 0.27$) entre el número de juveniles liberados y la longitud de la hembra (Ortega-Salas *et al.*, 2008) y en la especie de estudio *M. elongata*, la cual presentó una baja correlación para hembras silvestres, F1 y F2 ($r = 0.05$, $r = 0.33$ y $r = 0.04$ respectivamente). La razón para lo anterior aún no está clara (Ramarn *et al.*, 2012). Se observó que las hembras progenitoras de la especie *A. robusta* (10.25-16.32 mm) y *M. californica* (6.10-7.74 mm) (Sudo, 2003; Ortega-Salas *et al.*, 2008) fueron de mayor longitud que las de la especie *M. elongata* de Mazatlán, Sinaloa (4.43-6.53 mm), sin embargo las tallas de los juveniles en las dos primeras especies (1.7 ± 0.16 mm y 1.83 - 3.23 mm, respectivamente) fueron 0.5 y 1.5 mm más grandes que los del mrisido de estudio, el cual fue el mrisido que tuvo a los juveniles de menor tamaño (1.12 - 1.30 mm).

En *A. thailandica*, de menor longitud (4.07-4.74 mm) se observó el juvenil más pequeño de 1.68 mm (Ramarn *et al.*, 2012) y en *Mesopodopsis orientalis* con hembras de 5.6-8.6 mm, se observaron juveniles de 1.6 mm, siendo estas últimas 0.5 mm más grandes que los juveniles de *M. elongata*.

Domínguez *et al.* 2001 mencionaron que *Mysidopsis almyra* de 1 cm de longitud tuvo juveniles de 1.8-2.00 mm, mientras que *Neomysis integer*, con la misma longitud los tuvo de 2.18-2.86 mm (Fockedey *et al.*, 2005).

Es importante considerar la longitud de los juveniles recién liberados cuando se van a utilizar como alimento natural ya que es importante el tamaño de la partícula en los organismos que se pretenden cultivar. La longitud de los embriones tempranos (Estadio I) en mísidos silvestres, F1 y F2 no mostró diferencia significativa ($H=2.98$, $P>0.05$), sin embargo se encontró que el número de los juveniles ($H=55.3$, $P<0.05$) y en la longitud de éstos ($H=47.9$, $P<0.05$), fueron mayores en los mísidos silvestres.

Se sugiere que la energía utilizada en el desarrollo marsupial (dada por la longitud de los embriones) fue disminuyendo su calidad a través del crecimiento de los embriones de cultivo. Aunque la longitud de los embriones de cultivo no haya tenido diferencia significativa con los embriones silvestres, ya que tienen la misma energía al inicio del desarrollo marsupial, la calidad del vitelo en el embrión de cultivo pudo haber sido menor por eso los juveniles fueron de menor talla y en menores cantidades que los embriones de mísidos silvestres.

Hanamura *et al.* (2008) mencionan que la disponibilidad y calidad de alimento puede afectar el tamaño del embrión, sin embargo aún no hay evidencia disponible a la fecha.

Los embriones de cultivo en el presente estudio pudieron verse afectados principalmente por la calidad en la alimentación, que se basó en nauplios de *Artemia*, los cuales son deficientes en algunos de los nutrientes que los mísidos requieren para el desarrollo, crecimiento y procesos metabólicos adecuados, en especial aminoácidos libres y ácidos grasos esenciales (Lazo, 2000; Bell *et al.* 2003) tales constituyentes son importantes para cubrir la demanda energética en los procesos metabólicos y la formación de tejidos (Ronnestad *et al.*, 1999; Civera-Cerecedo *et al.*, 2004) que *M. elongata* requirió para alcanzar la madurez sexual en 18-20 días.

9.7. Diseño experimental

La baja densidad poblacional en el presente estudio (5 ind/litro) fue importante porque: a) *M. elongata* es una especie caníbal y de esta manera se disminuyeron las posibilidades de que los adultos de mísidos se alimentaran de sus juveniles si el alimento llegase a ser limitado (Reitsemá y Neff, 1980; Lussier *et al.*, 1988; Domínguez *et al.*, 1998), b) se tuvo más espacio para que los juveniles tuvieran menos contacto con los adultos (Domínguez *et al.*, 1999), c)

podía afectar el comportamiento reproductivo, es decir una población demasiado densa tiene la proporción más alta de hembras con marsupios vacíos (Lussier *et al.*, 1988).

Escanez *et al.* (2012) utilizaron la misma densidad (5 ind/litro) en cultivos del místico *Gastrosaccus roscoffensis* y mencionaron que el canibalismo y la baja calidad del agua son causados principalmente por la subalimentación y la sobrealimentación respectivamente.

Lussier *et al.* (1988) mencionaron que los cultivos de flujo continuo han sido mantenidos en 15 adultos/litro mientras que en sistemas estáticos 10 adultos/litro. Reitsema y Neff (1980) utilizaron densidades de 6.1 misticos/litro en sistemas recirculantes, mientras que Domínguez *et al.* (1999) utilizaron en un sistema estático altas densidades de 50, 100 y 200 misticos/litro y en todas se pudo observar la reproducción, aunque en la última densidad hubo cierta disminución de ésta, la cual pudo estar relacionada a la aglomeración, que causó un incremento en el canibalismo y deterioro en la calidad de agua.

Otro factor importante para el mantenimiento del cultivo fue el intercambio parcial de agua, que se realizó cada dos días para controlar cambios bruscos en el pH (8.3-8.6) causado por las altas concentraciones de alimento, ya que según Miller *et al.* (1990), la calidad del agua es un importante factor que afecta la reproducción, más que la densidad o el canibalismo.

La temperatura fue mantenida a $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ en todos los experimentos. Los misticos con los que se llevaron a cabo los cultivos fueron colectados a una temperatura de $21\text{-}26^{\circ}\text{C}$, por lo que fue necesario aclimatarlos gradualmente (reducciones de temperatura de 1°C por día) hasta obtener la temperatura del laboratorio. Este proceso se llevó a cabo en cuatro días para que no hubiera pérdidas una vez iniciados los experimentos observándose que la población presentó niveles muy bajos de mortalidad al final de la aclimatación.

Para efectos de este estudio se alimentó *ad libitum* a los misticos con nauplios de *Artemia* porque son organismos omnívoros y caníbales que se comen a los juveniles si no se les provee suficiente alimento (Domínguez *et al.*, 2000). Se decidió utilizar nauplios de *Artemia* debido a que en cultivos anteriores se observó que éstos respondían exitosamente a su mantenimiento con esta dieta (Domínguez *et al.*, 2000 y Obs. Pers).

Domínguez *et al.* 2001 mencionaron que los nauplios de *Artemia* enriquecidos con HUFA (ácidos grasos altamente insaturados) no causaron efecto en la eficiencia reproductiva (mayor cantidad de progenie) que los nauplios sin enriquecer.

Por otro lado, Kreeger *et al.* (1991) mostraron que a pesar del enriquecimiento de nauplios de *Artemia* con ácidos grasos las hembras de *M. elongata*, comúnmente abortaban sus juveniles, tenían una baja producción o liberaban descendencia no viable. Sin embargo también observaron que se liberaban un gran número de juveniles viables en cultivos “contaminados” con el copépodo *Tigriopus californicus* que en cultivos donde no se encontraba el copépodo.

Es importante considerar que el alto precio de los quistes de *Artemia* en cultivos masivos aumentan considerablemente los costos de producción por lo que se ha evaluado dietas alternativas que permitan cultivos rentables en cuanto a producción y costos (Domíngues *et al.*, 2000).

Domíngues *et al.* (2000) han sugerido alimentar a los juveniles de mísidos con una dieta de rotíferos para las primeras 2-3 semanas y antes de que se presente la madurez sexual alimentarlos con una dieta mezclada de rotíferos y nauplios de *Artemia* que permita a los mísidos alcanzar la madurez sexual y su reproducción. Este régimen de alimentación disminuiría los costos de producción durante las primeras 2-3 semanas por más de 200 veces, así como durante el resto del cultivo. Si es necesario un incremento en la producción, la dieta mezclada de rotíferos y nauplios de *Artemia* es la adecuada a lo largo de todo el ciclo de vida.

9.8. Inicio de madurez sexual, liberación de juveniles y supervivencia de progenitores

En el presente estudio no se evaluó el inicio de la diferenciación sexual de *M. elongata* debido a que la identificación de las principales características morfológicas que la caracterizan, eran confusas para ambos sexos, sin embargo Clutter y Theilacker (1971), trabajaron con la misma especie y mencionaron que las hembras se diferenciaron sexualmente a los 4.0 mm mientras que los machos a los 3.7 mm, a una temperatura de 14-20°C. No mencionaron los días cuando se observó el inicio de la diferenciación.

Sudo (2003) realizó un estudio bajo cuatro temperaturas experimentales (10, 15, 20 y 25°C), en las cuales *A. robusta* presentó primero la diferenciación sexual en los machos, al igual que en *M. elongata* (Clutter y Theilacker, 1971).

La diferenciación sexual en *Mysidium columbiae*, *Mysidium integrum* y *Metamysidopsis insularis* se presentó en hembras de longitud corporal superior a 4.5 mm, a diferencia de *M. elongata* en donde se presentó a los 4.0 mm (Clutter y Theilacker, 1971).

El mísido de Brasil, *Metamysidopsis elongata atlantica* obtuvo la diferenciación sexual a los 14 días, en un intervalo de temperatura de 19-21°C, aunque no se menciona la talla en la que ésta se alcanzó (Gama *et al.*, 2002).

Madurez sexual

La longitud de los mísidos por sí misma no determina la madurez debido que se observó que las hembras inmaduras en ocasiones eran más grandes que las hembras ovígeras colectadas en esos mismos meses (Biju y Panampunnayil, 2010), por esta razón se consideró la aparición del marsupio como una característica morfológica del inicio de la madurez sexual (Ortega-Salas *et al.*, 2008).

M. elongata, de las costas de Mazatlán, Sinaloa en ambas generaciones (F1 y F2) y a una temperatura experimental de 21-23°C, mostró el inicio de la madurez sexual a los 18 y 20 días para hembras (5.35 mm y 5.31 mm, respectivamente) y 12 días para machos (4.6 mm y 4.3 mm, respectivamente). Clutter y Theilacker (1971) trabajaron con la misma especie a una temperatura experimental de 14-20°C y encontraron que la madurez sexual inició a los 38 días a una longitud corporal de 5.2 mm, mientras que los machos la iniciaron a los 48 días y a una longitud corporal de 4.3 mm respecto a *M. elongata* de las costas de Mazatlán, Sinaloa.

En ambos estudios se observa que la madurez sexual tuvo una variación de hasta 20 y 36 días (hembras y machos, respectivamente) debido a las diferentes temperaturas utilizadas, siendo la especie de las costas de Mazatlán, Sin, la que necesita menos días para alcanzar la madurez sexual, mientras que las longitudes corporales se mantuvieron similares en ambos estudios.

Los machos y hembras de *Mesopodopsis zeylanica* presentaron la madurez sexual después de alcanzar la longitud total de 5 mm y 4.5 mm respectivamente (Biju y Panampunnayil, 2010), así como en los mísidos estuarinos *Acanthomysis thailandica* (Ramarn *et al.*, 2012), *A. robusta* (Sudo, 2003), *Mesopodopsis zeylanica* (Biju y Panampunnayil, 2010) donde las hembras maduraron a una menor longitud que los machos.

Sin embargo en *M. elongata* (Sudo, 2003), *M. orientalis* (Hanamura *et al.*, 2008) y *M. californica* (Ortega-Salas *et al.*, 2008) las hembras maduraron a una longitud mayor que los machos.

Los mísidos machos de *A. robusta* y *M. elongata* fueron los primeros en madurar y las longitudes medias corporales en las que estos iniciaron la madurez fue más pequeña que en las hembras, aun cuando las temperaturas experimentales que se trabajaron con *A. robusta* tuvieron un intervalo grande (10, 15, 20 y 25°C) (Sudo, 2003), en comparación con las temperaturas de *M. elongata* (22°C±1).

Hanamura *et al.* (2008) mencionaron que los machos de *Mesopodopsis orientalis* maduraron a una longitud menor (5.0-5.7 mm) que las hembras (5.6-8.6 mm), al igual que la especie de estudio en que los machos maduraron a menor talla (4.3 mm) que las hembras (5.31 mm).

En cambio en *A. thailandica*, los machos maduraron a 4.69±0.02 mm y las hembras lo hicieron a una talla menor (4.07±0.02 mm) (Ramarn, 2012).

Sudo (2003) observó que la temperatura del agua tiene un efecto mayor en el tiempo de inicio de la diferenciación y madurez sexual que las longitudes medias corporales de las hembras y machos en las que éstos las inician, pues las longitudes permanecen constantes a lo largo de los experimentos realizados con *A. robusta*, donde se utilizaron cuatro temperaturas (10, 15, 20 y 25°C).

En el mismo experimento se observó que a 10°C los mísidos pueden tardar hasta 25 días para diferenciarse sexualmente, en comparación con los 5 días que los mísidos necesitan para

hacerlo a 25°C, observándose una diferencia de hasta 20 días en la aparición de la diferenciación sexual. Sin embargo, las temperaturas utilizadas en ese estudio sí tuvieron una marcada influencia en la aparición del inicio de la madurez sexual pues se observó que a 10°C los mísidos pueden tardar hasta 90 días para madurar sexualmente, en comparación con los 11 días que los mísidos necesitan para hacerlo a 25°C, observándose una diferencia de hasta 80 días para que los mísidos alcancen la madurez sexual.

La temperatura tiene una relación inversa en los tiempos de inicio de la diferenciación y madurez sexual observándose que un aumento de 5°C disminuye a la mitad el tiempo de la diferenciación y madurez sexual. Se han realizado listados de las edades de inicio de la primera madurez mediante experimentos realizados en el laboratorio, en donde se observa que los inicios de primera madurez son similares entre especies diferentes, siempre y cuando sean cultivadas a la misma temperatura. La temperatura se considera como el principal factor de regulación en la madurez sexual de los mísidos, por lo que se ha elaborado un efectivo modelo que describe adecuadamente la disminución de la edad de la primera madurez con el incremento de la temperatura para las especies de mísidos cultivados en diferentes condiciones (Sudo, 2003).

Ortega-Salas *et al.* (2008) señalaron que las hembras de *Mysidopsis californica*, otro mísido de la costa de Mazatlán, Sinaloa presentaron la madurez sexual a los 13-17 días y 12 días, a una temperatura de 20.5-23.3°C (F1 y F2, respectivamente), observándose que maduraron en menor tiempo que las hembras de *M. elongata*, las cuales lo hicieron en 18 y 20 días, aunque la temperatura fue similar (21-23°C).

El mísido de Brasil, *M. elongata atlantica* obtuvo la madurez sexual a los 25 días en un intervalo de temperatura de 19-21°C (Gama *et al.* 2002) es decir 5 días después de que alcanzó la madurez *M. elongata*, la cual lo hizo a los 18 y 20 días a una temperatura de 21-23°C. *M. elongata* fue cultivada a mayor temperatura (+2°C) que *M. elongata atlantica*.

Reitsemá y Neff (1980) mencionan que *Mysidopsis almyra* (Familia Mysidae) a una temperatura de 25°C alcanza la madurez sexual en 17-21 días y que una disminución de 5°C hace que la reproducción cese.

Inicio de la liberación de juveniles

El inicio de la liberación de los juveniles en *M. elongata* (22±1°C) se observó a los 26 y 28 días (F1 y F2, respectivamente), mientras que la especie *Mysidopsis bahía* lo hizo a los 16 días, a una temperatura de 28°C (McKenney, 1996). La especie *M. californica* liberó la primero camada a los 19-24 días y 18 días, a una temperatura de 20.5-21.2°C y 21.6-23.3°C (F1 y F2, respectivamente) (Ortega-Salas *et al.*, 2008).

Domínguez *et al.* (1999) mencionan que *Mysidopsis almyra* es una especie que disminuyó el tiempo de liberación de la primera camada en 13 días, al tener un incremento de temperatura de 8°C. Estos autores señalan que a 26°C la liberación de los juveniles se llevó a cabo en 13 días y a los 18°C la liberación fue después de 29 días. Otro experimento realizado por los mismos autores (Domínguez *et al.*, 1998) señaló que *M. almyra* liberó su primera camada a los 13 días después de su nacimiento en temperaturas de 17°C a 31°C. Se observa que la temperatura tiene una relación inversamente proporcional al inicio de la liberación de los juveniles, pues las especies de mísidos disminuyen el tiempo de inicio de liberación al aumentar la temperatura. Reitsema y Neff (1980) mencionan que el hecho de que los mísidos tengan un ciclo de vida corto (14-21 días) permite que sean organismos potencialmente buenos para cultivos a gran escala.

Supervivencia

La supervivencia de los mísidos adultos de *M. elongata*, al final de los experimentos fue de 78% y 77% (F1 y F2, respectivamente) a una temperatura de 21-23°C. Los mísidos adultos de *M. californica* tuvieron una supervivencia de 88% y 77%, a una temperatura de 20.5-21.2°C y 21.6-23.3°C (F1 y F2, respectivamente).

Domínguez *et al.* (1999) y Wortham-Neal y Price (2002) mencionaron que la temperatura tiene un efecto inverso en la supervivencia de *Mysidopsis almyra*, *Americamysis bahía* respectivamente, es decir a temperaturas mayores (26°C) la supervivencia fue la más baja (69%), que la supervivencia a los 22°C (82%) y a los 18°C (80%).

Gama *et al.* 2006 mencionaron que a temperaturas menores y mayores de 25±1°C los mísidos de *M. elongata atlantica* tuvieron longevidades de hasta 86 y 40 días, respectivamente.

La utilización de temperaturas menores es importante para aumentar la supervivencia, sin embargo con las temperaturas empleadas en el presente estudio se mantuvo una producción constante sin afectar la calidad de agua y la reproducción de los mísidos.

Para efectos de este estudio en donde no se probaron diferentes temperaturas en la evaluación de ningún parámetro biológico, es conveniente mencionar que las temperaturas utilizadas (22±1) fueron constantes durante todo el ciclo experimental y adecuadas para la evaluación de aspectos de fecundidad y determinación de algunos parámetros biológicos (edad de madurez sexual, liberación de juveniles y supervivencia), sin embargo es importante mencionar que el manejo de diferentes temperaturas para la evaluación de tales aspectos es un factor indispensable en la optimización de cultivos, debido a que una estrategia de cultivo efectiva debe considerar el hecho de que los adultos y los juveniles tienen óptimos diferentes muy marcados en las temperaturas para la reproducción, crecimiento y supervivencia (Domínguez *et al.*, 1999).

Domínguez *et al.* (1999) mencionaron que el cultivo de mísidos reproductores de la especie *Mysidopsis almyra* a bajas temperaturas (22°C) mantuvo una producción adecuada, redujo los costos de producción (menos alimento para los mísidos), mejoró la calidad de agua y disminuyó la tasa de mortalidad, sin embargo, es necesario cultivar los juveniles a altas temperaturas (cerca de 26°C) para obtener un rápido crecimiento, excelente supervivencia durante la primera semana de vida y obtener la talla adulta de 4 mm.

En lo que se refiere a la alimentación, Domínguez *et al.* (2001) mencionaron que la supervivencia de los mísidos incrementó significativamente con nauplios de *Artemia* enriquecida, los cuales son un mejor alimento durante los estadios tempranos, aun cuando la utilización de los dos tipos de nauplios no influyó en la eficiencia reproductiva.

Por otro lado, Kreeger *et al.* (1991) señalaron que el factor indicativo más importante en la elaboración de dietas adecuadas para los mísidos *M. elongata* y *M. intii*, no es el crecimiento y la supervivencia sino la evaluación de la eficiencia reproductiva (producción de descendencia viable), la cual debería ser usada en el establecimiento de cultivos óptimos y en la elaboración de condiciones dietéticas favorables para los mísidos.

9.9. Crecimiento

El crecimiento se define como el incremento en la longitud corporal a lo largo del tiempo. El crecimiento en crustáceos es un proceso discontinuo, la sucesión de las mudas (ecdysis) es separada por periodos de intermudas (Fockedey *et al.*, 2005). De acuerdo a Mauchline (1980) el crecimiento gradual de los mísidos puede ser descrito como la duración del periodo de intermuda (en días) y el incremento en longitud de cada evento de la muda (el factor de crecimiento en porcentaje).

Algunos autores (Clutter y Theilacker, 1971) sugieren estimar el crecimiento en términos de energía, es decir traducir el crecimiento en longitud hacia crecimiento en peso seco (peso orgánico y libre de ceniza) y a partir de ahí en calorías. Otros autores (Gama *et al.*, 2002), han sugerido el uso de las mudas y la longitud del caparazón como otra opción, sin embargo en el presente estudio esto no se pudo realizar debido a que en los primeros días de medición, el caparazón del mísido era demasiado pequeño para efectuar las mediciones correspondientes y a que las mudas de los exoesqueletos eran ingeridas y/o mordidas por los mísidos, por lo que fue imposible efectuar las mediciones diarias de las mudas y se optó por utilizar la longitud total de los organismos para los análisis de crecimiento.

En la descripción del crecimiento se utilizó el modelo de von Bertalanffy, el cual fue originalmente utilizado para describir el crecimiento de los peces, pero ha sido aplicado a crustáceos y más específicamente a mísidos (Schnute y Fournier, 1980; Cuzin-Roudy *et al.*, 1981; Mees *et al.*,

1994). Este modelo asume un crecimiento asintótico y este patrón de crecimiento sigmoideo ha sido confirmado en otros estudios con mísidos (Astthorsson y Ralph, 1984; Winkler y Greve, 2002).

Sin embargo, aunque no fue posible comparar numéricamente las tasas de crecimiento entre *M. elongata atlantica* (cuyos autores utilizaron la longitud del caparazón) y *M. elongata* del presente estudio, debido a los diferentes patrones de medición, las tasas obtenidas mediante la longitud del caparazón y la longitud total corporal guardaron la proporción que mostró un crecimiento acelerado de juveniles en el periodo de 0-15 días. Los intervalos de crecimiento (marcados por la muda de su exoesqueleto) llegaron a ser progresivamente más largos hasta que los mísidos alcanzaron la madurez en comparación con las tasas obtenidas en los mísidos maduros. Las hembras tuvieron mayor crecimiento promedio al día (mm día^{-1}) que los machos en los 30 días de cultivo.

Allen (1982) menciona que *Heteromysis formosa*, mísido cuya L_t máxima es de 9.2 mm, tiene una tasa de crecimiento aproximado de 1 mm por mes (0.03 mm/día), debido a que los juveniles más pequeños que se colectaron tuvieron 4 mm y tenían aproximadamente seis semanas de edad, por lo que se observa que de acuerdo a los datos obtenidos en el presente estudio, *M. elongata* (L_t máxima de 6.4 mm al cabo de un mes) posee una tasa de crecimiento mayor (0.201 mm/día). Se observó la presencia de hembras ovígeras en 18-20 días, similar a *M. elongata atlantica* donde éstas estuvieron presentes a los 25 días (Gama *et al.*, 2002 y 2006).

10. CONCLUSIONES

La presencia constante de machos maduros y hembras (ovígeras y con marsupio vacío), así como la de los cinco estadios de desarrollo marsupial en condiciones semi-controladas y silvestres durante un ciclo anual demuestra que la especie *M. elongata* de las costas de Mazatlán, Sin., posee una actividad reproductiva continua. Las hembras de mísidos silvestres y de cultivo predominaron en relación a los machos.

Durante el desarrollo marsupial de *M. elongata* en condiciones silvestres y de cultivo, se presentaron las fases embrionaria, nauploide temprana, nauploide tardía, postnauploide temprana y postnauploide tardía.

La relación entre el número de embriones y número de juveniles liberados con las longitudes de las hembras progenitoras silvestres, F1 y F2 mostraron una tasa de 1.11, 0.76 y 0.61 embriones y 1.10, 0.69 y 0.61 juveniles liberados por cada unidad de incremento de longitud de la hembra, respectivamente.

La fecundidad media marsupial de la especie de estudio en condiciones silvestres es de 6.28 ± 2.94 y en condiciones semi-controladas 4.05 ± 1.10 embriones por hembra. La fecundidad media posmarsupial en el ciclo anual de muestreo y en condiciones semi-controladas es de 5.86 ± 1.45 y 3.53 ± 1.32 juveniles liberados por hembra, respectivamente.

Las fecundidades marsupiales y posmarsupiales no estuvieron correlacionadas con las longitudes de las hembras madre en mísidos silvestres y de cultivo.

La fecundidad marsupial, posmarsupial y la longitud de las juveniles de los mísidos silvestres fue mayor que la de los mísidos cultivados (F1 y F2).

El mísido *M. elongata* posee un ciclo de vida corto, el inicio de la madurez sexual y la liberación de los juveniles ocurre en treinta días, por lo que se le considera un organismo potencial a ser utilizado en cultivos a gran escala y además tienen un rápido crecimiento, sencillo mantenimiento en condiciones semi-controladas de cultivo y presencia continua a lo largo de un ciclo anual de muestreo.

11. BIBLIOGRAFIA

Allen, D.M. (1982). Autecology of the cryptic mysid crustacean, *Heteromysis formosa* S.I. Smith 1873, in a temperate estuary. Pp. 1-7, en: Mark D. Morgan (ed). *Developments in Hydrobiology*. Dr. W. Junk Publishers. 222 pp.

Astthorson, O.S., Ralph, R. (1984). Growth and moulting of *Neomysis integer* (Crustacea: Mysidacea). *Mar. Biol.* 79, 55-61.

Baldo F. y Drake P. (2005). A multivariate approach to the feeding habits of small fishes in the Guadalquivir Estuary. *Journal of Fish Biology*, 61: 21-32.

Bell J.G., McEvoy L.A., Estevez A., Shields R.J. y Sargent J.R. (2003). Optimising lipid nutrition in first-feeding flatfish larvae. *Aquaculture*, 227:211-220.

Biju A., Gireesh R., Jayalakshmi K.J., Haridevi C.K y Panampunnayil S.U. (2009). Seasonal abundance, ecology, reproductive biology and biochemical composition of *Mesopodopsis orientalis* W.M. Tattersall (Mysida) from a tropical estuary, Cochin backwater-India. *Crustaceana*, 82: 981-996.

Biju A. y S.U. Panampunnayil. (2010). Seasonality, reproductive biology and ecology of *Mesopodopsis zeylanica* (Crustacea: Mysida) from a tropical estuary (Cochin backwater) in India. *Planckton Benthos Res* 5(2): 49-55.

Biju A. y S.U. Panampunnayil. (2011). Population structure and reproductive biology of *Mesopodopsis orientalis* (Crustacea: Mysida) in a tropical mangrove ecosystem in India, *Mar, Biodivers. Rec*, 4(e43), 9.

Borzzone C.A., Lorenzi L. y Calil P. (2007). Cross-shore Mysidacea (Crustacea) distribution in two sandy beaches with contrasting morphodynamics, *Revista Brasileira de Zoologia* 24 (4), 943-949.

Brusca, R.C. (1980). *Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California*. University of Arizona Press. 513 pp.

Calil P. y Borzzone C.A. (2008). Population structure and reproductive biology of *Metamysidopsis neritica* (Crustacea: Mysidacea) in a sand beach in south Brazil. *Revista Brasileira de Zoología* 25 (3): 403-412.

Cardelli N.V., Cervellini P.M. y Piccolo M.C. (2006). Abundancia estacional y distribución espacial de Mysidacea en el Atlántico sudoccidental, estuario de Bahía Blanca (38°42´- 39°26´S y 62°28´- 61°40´W), *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 41 (2), 177-185.

Chaga, I. L y E.P. Karedin. (1981). Biological reasons for including mysids in the diets for salmon cultivated in Primore. *Biol. Morya*. 6: 67-72.

Childress, J.J., Price, M.H. (1978). Growth rate of the bathypelagic crustacean *Gnathophausia ingens* (Mysidacea: Lophogastridae). I. Dimensional growth and population structure. *Mar. Biol.* 50: 47-62.

Civera-Cerecedo, R., Alvarez-González, C.A., Moyano-López, F.J. 2004. Nutrición y alimentación de larvas de peces marinos. En: Cruz -Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Nieto López, M.G., Villarreal, D., Scholz, U., González, M. (Eds.). Avances en Nutrición Acuícola VII. Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 16-19 Noviembre, 2004. Hermosillo, Sonora, México, pp 8-94.

Clutter R.I. (1969). The microdistribution and social behavior of some pelagic mysid shrimps. *J.Exp. Mar. Biol. Ecol.* 3: 125-155.

Clutter R.I. y Theilacker G. H. (1971). Ecological Efficiency of a pelagic mysid shrimp; estimates from growth, energy budget and mortality studies. *Fishery Bulletin*. Vol (69). No 1.

Cuzin-Roudy, J., Berreur-Bonnenfant, J., Fried-Montaufier, M.C. (1981). Chronology of post-embryonic development in *Siriella armata* (Crustacea: Mysidacea) reared in the laboratory: growth and sexual differentiation. *Int. J. Invertebr. Reprod.* 4, 193-208.

Delgado L., Guerao G. y Ribera C. (1997). Biology of the mysid *Mesopodopsis slabberi* (van Beneden, 1861) (Crustacea, Mysidacea) in a coastal lagoon of The Ebro delta (NW Mediterranean). *Hydrobiologia* 357: 27-35.

Domíngues, P.M., Turk P.E., Andrade J.P y Lee P.G. (1998). Pilot-scale production of mysid shrimp in a static water system. *Aquaculture International*. 6, 387-402.

Domíngues, P.M., Turk P.E., Andrade J.P y Lee P.G. (1999). Culture of the Mysid *Mysidopsis almyra* (Bowman), (Crustacea, Mysidacea) in a static water system: Effects of density and temperature on production, survival and growth. *Aquaculture Research*. 30 (2): 135-143.

Domíngues, P.M., Turk P.E., Andrade J.P y Lee P.G. (2001). Effects of different food items on the culture of the mysid shrimp *Mysidopsis almyra* (Crustacea: Pericaridea) in a static water system. *Aquaculture International*, 9: 393-400.

Domíngues, P.M., Turk P.E., Andrade J.P y Lee P.G. (2001). Effects of enriched *Artemia* nauplii on production, survival and growth of the mysid shrimp *Mysidopsis almyra* Bowman 1964 (Crustacea: Mysidacea). *Aquaculture Research* 32: 599-603.

Domíngues, P.M., Fores R., Turk P.E., Lee P.G y Andrade J.P. (2000). Mysid culture: lowering costs with alternative diets. *Aquaculture Research* 31: 719-728.

Domínguez, P.M. Sykes A. y Andrade J.P. (2001). The use of *Artemia* sp. or mysids as food source for hatchlings of the cuttlefish (*Sepia officinalis* L.); effects on growth and survival throughout the life cycle. *Aquaculture International*, 9: 319-331.

Domínguez G. L., Fockedey N., De Mey M., Beyst B., Cornejo Maria del Mar., Calderon J. y Vincx M. (2004a). Spatial patterns of the surf zone hyperbenthic fauna of Valdivia Bay (Ecuador). *Hidrobiología*. 529: 205-224.

Domínguez, L., Ruíz V. y Fockedey N. (2004b). El hiperbentos en el Ecuador: Cuatro años de investigación. *Revista Tecnológica* 17, No. 1.

Elliot M. y Hemingway K.L. (2002). *Fishes in Estuaries*. Wiley-Blackwell. 656 pp.

Escanez A., Riera R., Márquez L., Skalli A., Felipe BC, Garcia-Herrero I., Reis D., Rodríguez C. y Almansa E. (2012). A general survey of the feasibility of culturing the mysid *Gastrosaccus roscoffensis* (Peracarida, Mysida): Growth, survival, predatory skills, and lipid composition. *Ciencias Marinas*. 38(3). 475-490.

Escobar B. E. y Soto L.A. (1991). Biogeografía de los misidáceos (Crustacea: Peracarida) del Golfo de México. *Caribbean Journal of Science*. Vol. 27, No. 1-2, 80-89.

Fockedey N., Mees J., Vangheluwe M., Verslycke T., Janssen C.R. y Vincx M. (2005). Temperature and salinity effects on post-marsupial growth of *Neomysis integer* (Crustacea: Mysidacea). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 326: 27-47.

Fockedey N., Ghekiere A., Bruwiere S., Janssen C.R. y Vincx M. (2006). Effect of salinity and temperature on the intra-marsupial development of the brackish water mysid *Neomysis integer* (Crustacea: Mysidacea). *Marine Biology*, 148: 1339-1356.

Gama, A.M.S., Calazans D. y Fontoura N.F. (2011). Diel behavioral responses of *Metamysidopsis elongata atlantica* (Crustacea, Mysida) to gradients of salinity and temperature. *Iheringia, Serie Zoológica, Porto Alegre*, 101(1-2): 103-108.

Gama, A.M.S, Montu M.A. y D'Incao F. (2006). Ciclo de mudas e taxas de crescimento de *Metamysidopsis elongata atlantica* (Crustacea: Mysidacea) cultivado em diferentes temperaturas e salinidades. *Iheringia, Serie Zoológica, Porto Alegre*, 96(1): 67-70.

Gama, A.M.S, Montu M.A y Gusmao L.F.M. (2002). Ciclo de vida pos-marsupial e crescimento de *Metamysidopsis elongata atlantica* (Crustacea, Mysidacea, Mysidae) em cultivo de laboratorio. *Iheringia, Serie Zoológica, Porto Alegre*, 92(1): 77-83.

García A.E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Kópen. Instituto de Geografía. UNAM. 264 pp.

Ghekiere A., Fockedeij N., Verslycke T., Vincx M. y Janssen C.R. (2007). Marsupial development in the mysid *Neomysis integer* (Crustacea: Mysidacea) to evaluate the effects of endocrine-disrupting chemicals. *Ecotoxicol. Environ Saf.* 66:9-15.

Goodbody I. (1965). Continuous breeding in populations of two tropical crustaceans, *Mysidium columbiae* (Zimmer) and *Emerita portoricensis* Schmidt. *Ecology* 46: 195-197.

Gorokhova E. (2002). Moults cycle and its chronology in *Mysis mixta* and *Neomysis integer* (Crustacea, Mysidacea): implications for growth assessment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 278: 179-194.

Greenwood, J.F., M.B. Jones y J. Greenwood. (1989). Salinity effects on brood maturation of the mysid crustacean *Mesopodopsis slabberi*. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 69: 683-694.

Guevara, M., Lodeiros, C., Donato, M.D., Graciani, C. y Freitas, L. (2005). Nutritional quality of *Metamysidopsis insularis* Brattegard (Crustacea: Mysidacea). *Aquaculture Nutrition*, 11. 315-319 pp.

Hanamura Y., Siow R. y Phaik-Ean Chee. (2008). Reproductive Biology and Seasonality of the Indo-Australasian mysid *Mesopodopsis orientalis* (Crustacea: Mysida) in a tropical mangrove estuary, Malaysia, *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 77, 467-474.

Herrera A., Gómez M., Molina L., Otero F. y Packard T. (2011). Rearing techniques and nutritional quality of two mysids from Gran Canaria (Spain). *Aquaculture Research* 42, 677-683.

Huck E., Martin A. y Miloslavich P. (2007). Contenido proteico en los diferentes estadios embrionarios de *Talorchestia margaritae* (Amphipoda: Talitridae) durante su desarrollo marsupial. *Rev. Biol. Trop.* (55): 1-8.

Jumars P.A (2007). Habitate coupling by mid latitude, subtidal, marine mysids: Import-subsidised omnivores. *Oceanography and Marine Biology*, 45: 89-138.

Kreeger K.E., Kreeger D.A., Langdon C.J. y Lowry R.R. (1991). The nutritional value of *Artemia* and *Tigriopus californicus* (Baker) for two Pacific mysid species, *Metamysidopsis elongata* (Holmes) and *Mysidopsis intii* (Holmquist). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol* 148: 147-158.

Lazo, J.P. 2000. Conocimiento actual y nuevas perspectivas en el desarrollo de dietas para larvas de peces marinos. En: Cruz-Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Olvera-Novoa, M.A. y Civera-Cerecedo, R., (Eds.). Avances en Nutrición Acuicola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. 19-22 Noviembre, 2000. Mérida, Yucatán, México, pp. 300-312.

Lussier S.M., Kuhn A., Chammas M.J. y Sewall J. (1988). Techniques for the laboratory culture of *Mysidopsis* species (Crustacea: Mysidacea). *Environmental Toxicology and Chemistry* 7, 969-977.

- Margalef R. (1983). *Limnologia*. Ediciones Omega. España. 1010.
- Mauchline J. (1973). The broods of British Mysidacea (Crustacea). *J. Mar. Biol. Assoc. UK*. 53: 801-817.
- Mauchline, J y M. Murano. (1977). World list of the Mysidacea, Crustacea. *J. Tokio Univ. Fish.* 64: 39-88.
- Mauchline, J. (1980). The Biology of Mysids and Euphausiids. *Advances in Marine Biology*, 18. 681.
- Mauchline J. (1988). Egg and brood sizes of oceanic pelagic crustaceans. *Marine Ecology*, 43: 251-258.
- McKenney C.L. (1996). The combined effects of salinity and temperature on various aspects of the reproductive biology of the estuarine mysid, *Mysidopsis bahia*. *Invertebrate Reproduction and Development*, 29: 9-18.
- McLachlan, A. (1983). *Sandy beach ecology*. A review. En A. Mclachlan; T. Erasmus (eds.). *Sandy beach as ecosystems*. W. Junk. The Hague: 321-380.
- McLachlan, A. y A. Brown. (2006). *The Ecology of Sandy Shores*. Academic Press Elsevier. 2nd ed.
- Mees, J. Abdulkerim, Z. y Hamerlynck, O. (1994). Life history, growth and production of *Neomysis integer* in the Westerschelde estuary (SW Netherlands). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 109, 43-57.
- Mees. J., Cattrijsse A. y Hamerlynck O. (1993). Distribution and abundance of shallow-water hyperbenthic mysids (Crustacea, Mysidacea) and euphausiids (Crustacea, Euphausiacea) in the Voordelta and the Westerschelde, southwest Netherlands. *Cah. Biol. Mar.*, 34: 165-186.
- Miller T.J., L.B. Crowder y F.P. Binkowski. (1990). Effects of changes in the zooplankton assemblage on growth of bloater and implications for recruitment success. *Transactions of the American Fisheries Society*. 119: 483-491
- Murano, M. (1999). South Atlantic Zooplankton, volume 2, Chapter *Mysidacea*, Backhuy Publishers, Leiden, Holanda, 1099-1140.
- Nair, K. Bhaskaban. (1939). The reproduction, oogenesis and development of *Mesopodopsis orientalis* Tatt. *Proc. Indian Acad. Sci.*, Sect B 9(4), 175-223.
- Nath, C. N. (1973). Breeding and fecundity in a subterranean mysid, *Lepidomysis longipes* (Pillai and Mariamma). *International Journal of Speleology* 5: 319-323.

Ortega-Salas A.A., Núñez-Pastén A. y Camacho H.A. (2008). Fecundity of the crustacean *Mysidopsis californica* (Mysida, Mysidae) under semi-controlled conditions, *Rev. Biol. Trop.* 56 (2), 535-539.

Pinkaew K., Ohtsuka S., Putchakara S., Chalermwat K., Hanamura Y. y Fukuoka K. (2001). Preliminary survey of mysid fauna in the Gulf of Thailand. *Proceedings of the 11th JSPS Joint Seminar on Marine Science, University of Tokio*, 256-273.

Price, W.W. (1982). Key to the shallow water Mysidacea of the Texas coast with notes on their ecology. Pp. 9-21, en Mark D. Morgan (ed). *Developments in Hydrobiology*. Dr. W. Junk Publishers. 222 pp.

Price, W.W. (2004). An annotated checklist for the order Mysida (Crustacea: Malacostraca: Peracarida) from the Pacific coasts of the Americas (Alaska to Chile). Pp. 53-77, en: M.E. Hendrickx (ed). *Contribuciones al Estudio de los Crustáceos del Pacífico Este 3. (Contributions to the Study of East Pacific Crustaceans 3)*. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. 245 pp.

Prieto A., Álvarez V. y González L. (2009). Aspectos reproductivos de una población de *Mysidium columbiae*, Zimmer (1915) (Crustacea: Mysidacea) en Guaracayal, costa sur del Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela, *Ciencia* 17(1), 33-41.

Ramarn, T., Chong, V.C y Hanamura, Y. (2012). Population structure and reproduction of the mysid shrimp *Acanthomysis thailandica* (Crustacea: Mysidae) in a Tropical Mangrove Estuary, Malasya, *Zoological Studies*, 51 (6): 768:782.

Rappe K., N. Fockedeey, CV Colen, A. Cattrijsse, J. Mees, M. Vincx. (2011). Spatial distribution and general population characteristics of mysids shrimps in the Westerschelde estuary (SW Netherlands). *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 91: 187-197.

Reitsemá L. A y Neff J.M. (1980). A recirculating artificial seawater system for the laboratory culture of *Mysidopsis almyra* (Crustacea: Pericaridea), *Estuaries* 3(4), 321-323.

Rendón-Valdez. (2013). Algunos aspectos de la biología reproductiva de *Amathimysis trigibba* (Crustacea:Mysida). *Tesis de Licenciatura*. Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Autónoma de Sinaloa. 47.

Richoux, N.B., Deibel, D y Thompson, R.J. (2004). Population biology of hyperbenthic crustaceans in a cold water environment (Conception Bay, Newfoundland). I. *Mysis mixta* (Mysidacea). *Marine Biology*. 144. 881-894.

Roast S.D., Widdows J. y Jones M.B. (1998). The position maintenance behavior of *Neomysis integer* (Peracarida: Mysidacea) in response to current velocity substratum and salinity. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 220. 25-45.

Rodríguez-Negrete, R.E. (2006). Densidad y descripción de hábitat de las langostas *Panulirus inflatus* (Bouvier, 1895) *P. gracilis* Streets, 1871 en la bahía de Mazatlán, Sinaloa. *Tesis de Licenciatura*. Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa. 78.

Ronnestad, I., Thorsen, A., Finn, R.N. 1999. Fish larval nutrition: a review of recent advances in the roles of amino acids. *Aquaculture*, 177: 201-216.

Sardo A.M., Morgado F. y Soares A.M.V.M. (2005). *Mesopodopsis slabberi* (Crustacea: Mysidacea): can it be used in toxicity tests? *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60: 81-86.

Sastry, A.N. 1983. Ecological aspects of reproduction. In Bliss, D.E. (ed). *The Biology of Crustacea*, 8. F.J. Vernberg & W.B. Vernberg (eds), Environmental Adaptations. Academic Press, New York: 179-279.

Scharf, J.R. Koschel. (2004). Distribution, abundance and life history of *Mysis relicta* in the Feldberg Lake District, Germany. *Limnologica* 34: 199-212.

Schnute, J., Fournier., D. (1980). A new approach to length-frequency analysis: growth structure. *Can. J. fish. Aquat. Sci.* 37, 1337-1351.

Sudo H. (2003). Effect of temperatura on growth, sexual maturity and reproduction of *Acanthomysis robusta* (Crustacea: Mysidacea) reared in the laboratory. *Marine Biology*, 143: 1095-1107.

Sudo H.N Kajihara, M. Noguchi. (2011). Life history and production of the mysid *Orientomysis robusta*: high P/B ratio in a shallow warm-temperate habitat of the Sea of Japan. *Mar. Biol.* 158: 1537-1549.

Takahashi K., Hirose T y Kawaguchi K. (1999). The importance of Intertidal sand burrowing peracarid crustaceans as prey for fish in the surf-zone of a sandy beach in Otsuchi Bay, Northern Japan. *Fisheries Science*, 65: 856-864.

Tattersall W.M. (1915). Mysidacea. Fauna of the Chilka Lake. *Memories of Indian Museum* 5, 149-161.

Tattersall, W.M. (1951). A review of the Mysidacea of the United States National Museum. *Bull. U.S.N.M.* 201. 292 pp.

Vilas C., Drake P. y Fockedey N. (2008). Feeding preferences of estuarine mysids *Neomysis integer* and *Rhopalophthalmus tartessicus* in a temperate estuary (Guadalquivir Estuary, SW Spain). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 77: 345-356.

Webb, B.F. (1973). Fish population of the Avon Heathcote Estuary. 3. Gut Contents. New Zealand. *J. Mar. Fresh Water Res.*, 7: 223-234.

Wenner, E. 1972. Sex ratio as a function of size in marine Crustacea. *The Amer. Nat.*, 106 (1949): 321-330.

Winkler, G., Greve, W. (2002). Laboratory studies of the effect of temperature on growth, moulting and reproduction in the cooccurring mysids *Neomysis integer* and *Praunus flexuosus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 235. 177-188.

Wieser, W. (1969). The effect of grain size on the distribution of small invertebrates inhabiting the beaches of Puget Sound. *Limnol. Oceanogr.* 4: 181-194.

Wittmann, K.J. (1981). Comparative biology and morphology of marsupial development in *Leptomysis* and other Mediterranean Mysidacea (Crustacea). *Journal of experimental marine biology and ecology*, 52: 243-270.

Woods, C.M. C. y Valentino, F. (2003). Frozen mysids as an alternative to live *Artemia* in culturing seahorses *Hippocampus abdominalis*. *Aquaculture Research*, 34 (9): 757-763.

Wortham-Neal J.L. y Price W.W. (2002). Marsupial developmental stages in *Americamysis bahia* (Mysida: Mysidae). *Journal of Crustacean Biology*, 22(1): 98-112.

Yamada K., Takahashi K., Vallet C., Taguchi S. y Toda T. (2007). Distribution, life history and production of three species of *Neomysis* in Akkeshi-ko estuary, northern Japan. *Marine Biology*, 150: 905-917.

Zar J,H. (1996). Biostatistical Analysis. Prentice Hall. Third Edition. U.S.A. 121.

12. ANEXOS

Anexo I

Tabla resumen de diferencias significativas (Kruskal-Wallis, H=259.5; n=1400, P=0.00) de la fecundidad durante el ciclo de muestreo.

	Sep-10	Oct-10	Nov-10	Dec-10	Jan-11	Feb-11	Mar-11	Apr-11	May-11	Jun-11	Jul-11	Aug-11	Sep-11	Oct-11
Sep-10		0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Oct-10	0.00		1.00	1.00	0.00									
Nov-10	0.00	1.00		1.00	0.00									
Dec-10	0.00	1.00	1.00		0.00									
Jan-11	1.00	0.00	0.00	0.00		1.00	1.00	0.09	1.00	1.00	0.68	1.00	1.00	0.22
Feb-11	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00		1.00	0.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.59
Mar-11	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00		0.01	1.00	0.12	0.06	1.00	1.00	0.02
Apr-11	1.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.26	0.01		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
May-11	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Jun-11	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.12	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00
Jul-11	1.00	0.00	0.00	0.00	0.68	1.00	0.06	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00
Aug-11	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00
Sep-11	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00
Oct-11	1.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.59	0.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	

Anexo II

Tabla resumen de diferencias significativas (Kruskal-Wallis, H=481.3; n=1400, P=0.00) de las longitudes de las hembras durante el ciclo de muestreo.

	Sep-10	Oct-10	Nov-10	Dec-10	Jan-11	Feb-11	Mar-11	Apr-11	May-11	Jun-11	Jul-11	Aug-11	Sep-11	Oct-11
Sep-10		0.00												
Oct-10	0.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.49	0.15
Nov-10	0.00	1.00		0.04	1.00	1.00	1.00	0.06	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
Dec-10	0.00	1.00	0.04		0.85	0.12	0.24	1.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Jan-11	0.00	1.00	1.00	0.85		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.54
Feb-11	0.00	1.00	1.00	0.12	1.00		1.00	0.16	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
Mar-11	0.00	1.00	1.00	0.24	1.00	1.00		0.32	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
Apr-11	0.00	1.00	0.06	1.00	1.00	0.16	0.32		0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
May-11	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00		1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
Jun-11	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00		1.00	0.00	1.00	1.00
Jul-11	0.00	1.00	1.00	0.01	1.00	1.00	1.00	0.01	1.00	1.00		0.00	1.00	1.00
Aug-11	0.00		0.01	0.05										
Sep-11	0.00	0.49	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.01		1.00
Oct-11	0.00	0.15	1.00	0.00	0.54	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.05	1.00	