



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
I Z T A C A L A

DESARROLLO LARVAL DE *Macrobrachium* sp.
(Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) EN CONDICIONES
DE LABORATORIO.

T E S I S

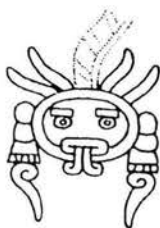
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A:

LOURDES GONZALEZ RAMIREZ

Director de Tesis: Dr. Fernando Alvarez Noguera.





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

DEDICATORIA

Mamá te dedico este trabajo por tu amor incondicional, apoyo, dedicación, estímulo y la infinita paciencia que siempre has tenido conmigo.

Te amo tanto como tú a mí.

Alvaro por siempre estar a mi lado incondicionalmente y quererme tanto.

Sr. Willy gracias por todo el apoyo y la comprensión que he recibido de Ud.

Mi familia

Mamá Julia, Tío Víctor, Andrea y Viviana por todo el amor y el tiempo que me han dedicado.

DEDICATORIA ESPECIAL

Antonio

Por ser mi compañero, mi amigo, mi amor y mi cómplice de todo momento, por entregarme tanto cariño y comprensión, cuando más la he necesitado.

Sin ti nada sería igual.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco de manera muy especial al Dr. Fernando Alvarez Noguera, por haberme brindado la oportunidad de trabajar bajo su dirección, por su apoyo, confianza e infinita paciencia. Mil gracias.

Al M. en C. José Luis Villalobos, por todos esos consejos que tanto me han servido y por la ayuda que siempre nos ha brindado a todos los que tenemos la suerte de trabajar con él.

A mis revisores de la tesis Dr. Sergio Chazado, M. en C. Horacio Vázquez, Biol. Ángel Moran y al Biol. Héctor Molina, por el tiempo que le dedicaron a la revisión de este trabajo.

A Rolando Mendoza "Rolex" gracias por tu ayuda para la elaboración de este trabajo, sin tus dibujos y tu apoyo no hubiera sido posible. Sobre todo gracias por brindarme tu amistad.

A todos mis amigos y compañeros del laboratorio de Carcinología: Lupita, Olga, Carmen, Paola, Marilu, Horacio, Alejandro y Antonio. Gracias por la ayuda que me han brindado durante todo este tiempo.

A los amigos de la carrera y de mi vida, que siempre me han apoyado. Daniel, Lilia, Joel, Vladimir, Toño, Yola, Felipe, Braulio, Israel, Omar, Luli, Gerardo

ÍNDICE

RESUMEN IZT.

INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
ANTECEDENTES.....	4
ÁREA DE COLECTA.....	8
MATERIAL Y MÉTODO.....	10
RESULTADOS.....	13
Caracterización morfológica del desarrollo larval de <i>Macrobrachium</i> sp.....	19
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	46
Tiempo de incubación.....	46
Número de etapas larvales.....	47
Duración de cada estadio larval.....	48
Características morfológicas larvales.....	50
Comparación del desarrollo larval de <i>Macrobrachium</i> sp. con otros palemónidos.....	52
Aportación al conocimiento de la biología de <i>Macrobrachium</i> sp.....	53
CONCLUSIONES.....	64
LITERATURA CITADA.....	65

RESUMEN

En México el género *Macrobrachium* cuenta con un registro de 15 especies nativas más una especie introducida, (Villalobos *et al.*, 1993). Estos organismos ocupan tanto medios lóticos como lénticos y se distribuyen en zonas de climas tropicales. Son organismos típicamente epígeos, (Villalobos, 1967). La mayoría de estas especies pasan gran parte de su vida en cuerpos de agua salobre, sin embargo existen especies que viven completamente alejadas del medio marino, lo cual sugiere que llevan a cabo su desarrollo en ambientes dulceacuícolas (Williamson, 1972). En base al de tipo de hábitat, número de etapas larvales, tamaño y número de huevos por hembra se pueden distinguir tres tipos básicos de desarrollo larval: extendido o normal, parcialmente abreviado y completamente abreviado. En este trabajo se tuvieron como objetivos caracterizar el desarrollo larval de *Macrobrachium* sp. en condiciones de laboratorio, determinar su tiempo de incubación, determinar el número de etapas larvales por las que pasan estos organismos, la duración de cada estadio larval y la caracterización de la morfología de cada etapa. Se llevaron a cabo tres desarrollos larvales, de tres hembras diferentes de *Macrobrachium* sp., tanto las larvas como las hembras fueron mantenidas durante todo el experimento, en condiciones de laboratorio. En base las características; tamaño y número de huevos por hembra, grado de desarrollo de las larvas en el momento de la eclosión y el número de etapas larvales, se considera que *Macrobrachium* sp. presenta un desarrollo larval de tipo parcialmente abreviado. El tiempo de incubación de en condiciones de laboratorio es de aproximadamente 60 días. La larva pasa por 5 estadios antes de obtener las características de un organismo juvenil, similar a *M. tuxtlaense*, otra especie mexicana con desarrollo de tipo parcialmente abreviado. La duración de los estadios larvales fue la siguiente: estadio I de 2 a 3 días; estadio II de 3 a 6 días; estadio III de 4 a 6 días, estadio IV de 7 a 9 y el estadio V de 7 a 10. Los caracteres morfológicos observados durante el desarrollo larval de *Macrobrachium* sp. sugieren una mayor afinidad con las especies mexicanas de *M. tuxtlaense* y *M. vicconi* y con las sudamericanas *M. pretonioi* y *M. reyesi*. que con otras especies del grupo.

INTRODUCCIÓN

Los decápodos dulceacuícolas son un grupo que presenta una gran variedad de formas y cuenta con una amplia distribución a lo largo del territorio nacional, estando representado por 6 familias; Alpheidae, Cambaridae, Atyidae, Trichodactylidae, Pseudothelphusidae y Palaemonidae (Rojas, 1998).

La familia Palaemonidae se ha diversificado gracias a su capacidad adaptativa, la cual le ha permitido ocupar una gran variedad de ambientes. En México está representada por los géneros: *Creaseria*, *Cryphiops*, *Neopalemon*, *Palaemonetes* y *Macrobrachium* (Villalobos *et al.*, 1993).

En México el género *Macrobrachium* (representado por organismos conocidos como langostinos) cuenta con un registro de 15 especies nativas (Villalobos *et al.*, 1993), más una especie introducida, *M. rosenbergii*. Estos organismos ocupan tanto medios lóticos como lénticos, se distribuyen en zonas de climas tropicales. Son organismos típicamente epígeos, pero existen formas troglógenas o troglóbias (Villalobos, 1967). Su alimentación es principalmente carnívora, pero se pueden considerar omnívoros (Villalobos, 1967; Camacho *et al.*, 1997). La mayoría de estas especies pasan gran parte de su vida en cuerpos de agua salobre, sin embargo existen especies que viven completamente alejadas del medio marino, lo cual sugiere que llevan a cabo su desarrollo en ambientes dulceacuícolas (Williamson, 1972).

Algunos autores consideran que este género pudo tener su origen en un ancestro marino del Pleistoceno temprano y a partir de ese momento haber ocupado casi toda clase de cuerpos de agua. Como resultado de esta historia evolutiva, han experimentado diferentes tipos de desarrollo larval (Jalihal *et al.*, 1993; Pereira *et al.*, 1995). Jalihal *et al.* (1993), establecen que dentro del género *Macrobrachium* se pueden distinguir tres tipos básicos de desarrollo larval: extendido o normal, parcialmente abreviado y completamente abreviado.

El desarrollo extendido o normal es característico de la mayoría de las especies del género, las cuales requieren de agua salobre para poder completar su ciclo de vida. Se caracteriza por presentar de 8-10 estadios larvales, un gran número de huevos pequeños y larvas poco desarrolladas. El desarrollo parcialmente abreviado se caracteriza por el incremento en el tamaño de los huevos que es proporcional al decremento en el número de los mismos (2 a 3 estadios larvales). En el desarrollo completamente abreviado el número de huevos disminuye y el tamaño aumenta significativamente, presenta solo un estadio larval. Se cree que estos dos últimos tipos de desarrollo aparecen como una respuesta a presiones de selección a las que se encuentran expuestos los organismos en su intento por establecerse en los ambientes dulceacuícolas (Jalihal *et al.*, 1993; Pereira *et al.*, 1995; Villalobos y Álvarez, 1999; Signoret *et al.*, 2000).

Hasta hace poco tiempo los patrones de desarrollo de tipo abreviado solo se habían reportado para algunas especies en el continente americano (Fielder, 1970; Pereira, 1986; Samuel *et al.*, 1987), sin embargo en México existen registros de dos especies epígeas que lo presentan: *M. tuxtlaense* y *M. vicconi* (Villalobos y Álvarez, 1999; Roman *et al.*, 2000; Signoret *et al.*, 2000).

Debido a que gran parte de los estudios sobre el género son de tipo monográfico, enfocados principalmente a su distribución y taxonomía, (Holthuis L. B., 1952, 1955; Villalobos, 1967), existe la necesidad de realizar trabajos que aporten conocimientos sobre aspectos como: el tamaño y número de huevos por hembra, duración del desarrollo embrionario, morfología de los estadios larvales y crecimiento del individuo. Un mejor conocimiento de la biología de estos organismos resultaría de mucha utilidad para entender mejor las relaciones que existen entre las diferentes especies del género.

Es por esto que el presente trabajo tiene por objetivo llevar a cabo el desarrollo larval de una especie no descrita del género *Macrobrachium*, colectada cerca del municipio de Las Choapas, Veracruz, México.

Objetivo General:

- Caracterizar el desarrollo larval de *Macrobrachium* sp. en condiciones de laboratorio.

Objetivos Particulares:

- Determinar el tiempo de incubación de *Macrobrachium* sp.
- Determinar el número de etapas larvales de *Macrobrachium* sp.
- Determinar la duración de cada estadio larval
- Caracterizar la morfología de cada etapa larval.

ANTECEDENTES

La familia Palaemonidae es uno de los grupos de decápodos dulceacuícolas mejor estudiados. La mayoría de los trabajos que se han realizado sobre palemónidos son de tipo taxonómico, ecológico, de distribución y de algunos aspectos generales de la biología de estos organismos (Holthuis L. B., 1952, 1955; Villalobos, 1967, 1982; Villalobos, *et al.*, 1993; Camacho *et al.*, 1999).

Sollaud (1923), asumió el origen marino de la familia Palaemonidae y describió tres tipos básicos de desarrollo larval; marinos y estuarinos con un desarrollo extendido (10-13 estadios), estrictamente dulceacuícolas (1-3 estadios) y dulceacuícolas con solo un estadio larval (Fielder, 1970).

Holthuis (1952), realizó un listado de las especies del género *Macrobrachium*, tanto en la vertiente del Atlántico como para la del Pacífico y aportó algunos aspectos de su biología como fertilidad y hábitat.

Fielder (1970), estudió el desarrollo larval de *Macrobrachium australiense* en condiciones de laboratorio. Observó que esta especie tiene un desarrollo de tipo abreviado y pasa por tres estadios durante 10 días antes de llegar a la etapa de juvenil. Reportó que la hembra ovígera presenta 97 a 197 huevos largos. Concluyó que todo el desarrollo se llevó a cabo en agua dulce.

Choudhury (1970), hizo la descripción detallada del desarrollo larvario de tipo extendido (estuarino) de *Macrobrachium acanthurus* en condiciones de laboratorio, el cual atravesó por un total de 12 estadios en 66 días; el mismo autor (1971), reportó las observaciones de apareamiento, fecundación, incubación y eclosión de la especie.

Williamson (1972), describió por primera vez 8 estadios larvales de la única especie marina del género *Macrobrachium*, *M. intermedium* y lo comparó con el desarrollo de especies de desarrollo extendido.

Greenwood y Fielder (1976), llevaron a cabo el desarrollo de tipo extendido de *Macrobrachium novaehollandiae* en condiciones de laboratorio. Observaron que la hembra presenta aproximadamente 3740 huevos pequeños. Las larvas pasaron por 10 estadios en 42 días.

Guest (1979), evaluó los efectos de la salinidad y la temperatura en *Macrobrachium amazonicum*, durante el desarrollo. Reportó que la especie pasa por 9 estadios larvales en 26 días y que existió un mayor porcentaje de sobrevivencia a una salinidad de 10⁰/₀₀ a una temperatura de 24 °C.

Holtschmit *et al.* (1984), establecieron las salinidades óptimas para la sobrevivencia durante el desarrollo de las larvas de *M. americanum*, haciendo una comparación con trabajos anteriores.

Pereira (1986), describió 6 especies de langostinos encontrando que tres de ellas tienen un desarrollo de tipo abreviado.

Samuel *et al.* (1987) obtuvieron en condiciones de laboratorio el desarrollo abreviado de *M. malayanum*. Reportaron que este langostino pasa por 3 estadios larvales. Realizaron comparaciones con otras especies con el mismo tipo de desarrollo.

Malgalhaes *et al.* (1988), documentaron el desarrollo larval de algunas especies de palemónidos amazónicos e identificaron los posibles factores ecológicos que pueden influir en el desarrollo, además de cuantificar las diferencias de la biología larval y morfología entre las especies.

Joseph *et al.* (1993), hicieron la descripción del desarrollo larval de *Macrobrachium hainanense* en condiciones de laboratorio. El tiempo de incubación fue de 37 días y atraviesa por 2 estadios larvales en solo 4 días. Concluyeron que el tipo de desarrollo es abreviado

Jalihal *et al.* (1993), describieron 3 patrones básicos de desarrollo larval para el género *Macrobrachium*: extendido o normal (8-20 estadios), parcialmente abreviado (2-3 estadios) y completamente abreviado con 1 solo estadio larval.

Pereira *et al.* (1995), postularon que en Sudamérica existen por lo menos 29 especies de langostinos con desarrollo abreviado y describe este tipo de desarrollo para la especie venezolana *Macrobrachium reyesi*. Realizaron la descripción morfológica de 5 estadios larvales durante 27 días. Concluyeron que las hembras tienen de 15-25 huevos.

Signoret *et al.* (1998), describieron por primera vez para México el desarrollo de tipo abreviado en México de una especie no descrita del género *Macrobrachium* (del estado de Chiapas). Realizaron la caracterización morfológica de los tres estadios por los que pasa en un lapso de 24 días. Las hembras de esta especie presentaron un promedio de 25 huevos.

Villalobos y Álvarez (1999), realizaron la descripción de una nueva especie: *Macrobrachium tuxtlaense*. Reportaron que esta especie presenta un desarrollo de tipo parcialmente abreviado. Hicieron la descripción morfológica de su primer estadio .

Román *et al.* (2000), realizaron la descripción de *M. vicconi*, especie epigea con desarrollo parcialmente abreviado. Reportaron datos de fecundidad y hábitat.

Álvarez *et al.* (2002), hicieron la descripción del desarrollo larval de *Macrobrachium tuxtlaense* en condiciones de laboratorio. Reportaron que las hembras presentan de 2-20 huevos. Las larvas pasan por 5 estadios en 47 días en condiciones estrictamente dulceacuícolas. Concluyeron que el desarrollo es de tipo parcialmente abreviado esta especie presenta 5 estadios larvales.

Área de colecta

Los organismos utilizados para este estudio se colectaron en un arroyo tributario del río Tonalá (17°51'98" N y 94°05'25" W), perteneciente al municipio de Las Choapas, Veracruz (17°55'94" N y 94°06'10" W).

Vegetación. La vegetación de esta zona pertenece al tipo conocido como selva alta perennifolia. Las comunidades arbóreas primarias alcanzan una altura de 25 hasta 40 metros y están constituidas predominantemente por árboles siempre verdes en donde son frecuentes las epífitas, trepadoras leñosas, líquenes y palmas de diferentes tipos y herbáceas de grandes hojas. Los suelos en los que crece esta comunidad son diversos, pero en general sus horizontes superiores son ricos en materia orgánica (Rzedowski, 1978).

Fisiografía. Esta localidad se encuentra dentro de la provincia "Sierra Madre de Chiapas y Guatemala", la cual está constituida por rocas sedimentarias principalmente del Mesozoico, aunque también existen depósitos del Cenozoico. La unidad litológica más antigua que aflora en esta porción de la provincia es del Triásico, y la más reciente del Oligoceno (INEGI, 2002).

Clima. El tipo de clima que presenta esta zona es Cálido húmedo con lluvia todo el año, la temperatura media anual es de 22 a 24°C. La precipitación media anual es de 2500 a 3000 mm (INEGI, 2002).

Hidrología. Esta zona se encuentra ubicada en la región Hidrológica "Coatzacoalcos" la cual corresponde a lo que geográficamente podría llamarse vertiente del golfo de la zona ístmica, parte de la cual comprende el sur de Veracruz. La región comprende parte de las cuencas "Tonalá-Lagunas del Carmen-Machona" y "Coatzacoalcos (INEGI, 2002).

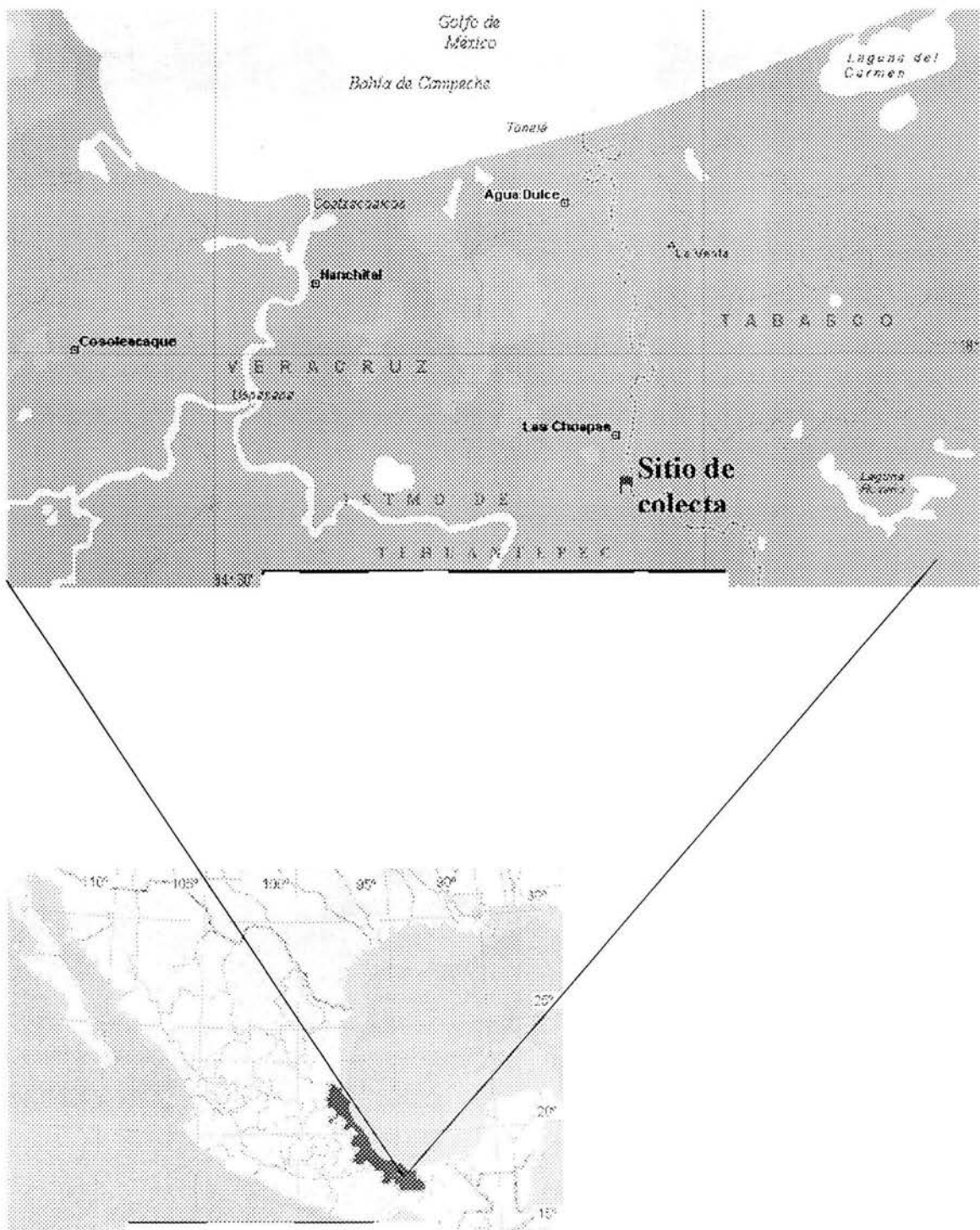


Figura 4. Ubicación geográfica del área de colecta de *Macrobrachium* sp. Las Choapas, Veracruz, México.

MATERIAL Y MÉTODO

Se recolectaron organismos adultos de la especie *Macrobrachium* sp., en el mes de mayo de 1998 en un manantial tributario del río Tonalá en el Balneario San Antonio, en el Municipio de Las Choapas, Veracruz, México. La captura se realizó durante el día, entre la hojarasca del manantial, utilizando una red de cuchara con abertura de malla de 3 mm. Se registraron los parámetros físico-químicos en el lugar de colecta utilizando un hidro-lab. Los organismos colectados fueron transportados en cubetas de plástico de 20 l de capacidad con aireación constante al Laboratorio de la Colección Nacional de Crustáceos del Instituto de Biología de la UNAM.

En el laboratorio los organismos fueron alojados en acuarios de 40 l con filtros de caja a una temperatura de 24°C (Figura 1). Se suministró diariamente alimento de marca comercial hecho a base de extracto de camarón. Los individuos fueron revisados diariamente para observar la posible presencia de hembras grávidas.

Las hembras ovígeras fueron separadas individualmente en acuarios de 20 l a una temperatura de 22±2° C con aireación y filtración constante (Figura 2). Se revisaron diariamente, hasta que los huevos adquirieron un color blanquecino y la mancha ocular fuera evidente (Pereira *et al.*, 1995). Se llevó el registro del tiempo de incubación. Las larvas fueron separadas en el momento de la eclosión.

Las larvas obtenidas se colocaron individualmente en frascos de 45 ml con una tapa de malla de nylon con una abertura de 1.7 mm. Los frascos se colocaron en acuarios de 40 l con aeración y filtración constante a la misma temperatura de las hembras grávidas (Figura 3). Las larvas se alimentaron diariamente *ad libitum* con el mismo alimento de los organismos adultos, el cual se molió y tamizó con abertura de malla de 0.0380 mm. El alimento se suministró desde el momento de la eclosión. Se llevó a cabo una revisión diaria de los frascos en busca de exubias y organismos muertos.

Los datos obtenidos se registraron en una bitácora de trabajo. Los organismos muertos y las exubias fueron preservados en viales con alcohol al 70% (Álvarez *et al.*, 2002).

Las exubias y los organismos fijados fueron medidos con un micrómetro ocular en un microscopio estereoscópico. Para obtener la longitud total de la larva (LT) se midió desde la punta del rostro a la punta del telson y para la longitud del caparazón (LC) se abarco del margen de la órbita al margen posterior del caparazón.

Los estadios fueron numerados progresivamente, correspondiendo cada muda a una etapa del desarrollo de la larva. Se reconoció el estadio juvenil cuando la larva asemeja a un organismo adulto, excepto por el tamaño, usualmente el telson es el mejor indicador de los diferentes estadios (Pereira *et al.*, 1995; Álvarez *et al.*, 2002).

Las exubias y los organismos muertos de cada estadio fueron disectadas para poder caracterizar su morfología. Finalmente se dibujó la morfología de cada estadio, auxiliándose de un microscopio estereoscópico con cámara lucida.

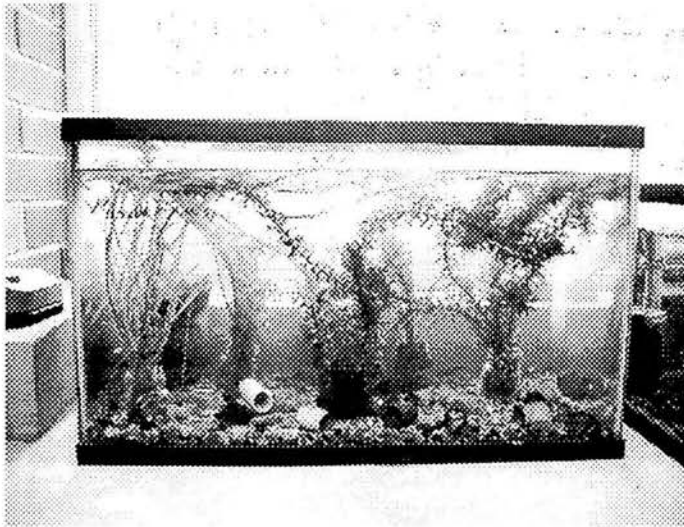


Figura 1. Acuario de 40 l donde se alojaron los organismos colectados.

Figura 2. Acuario de 20 l donde se alojaron las hembras grávidas de *Macrobrachium* sp.

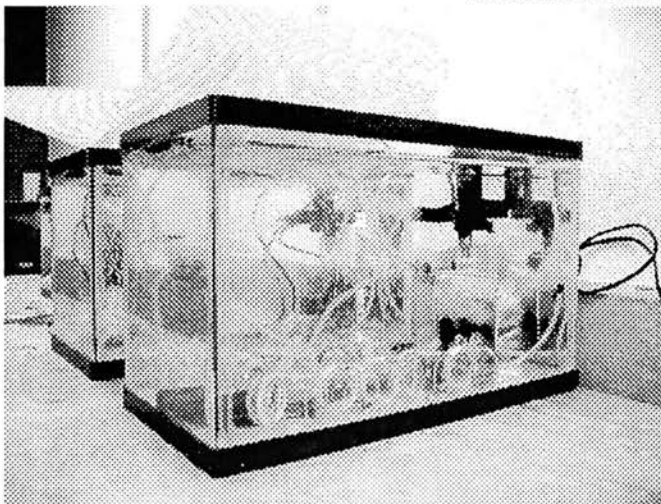
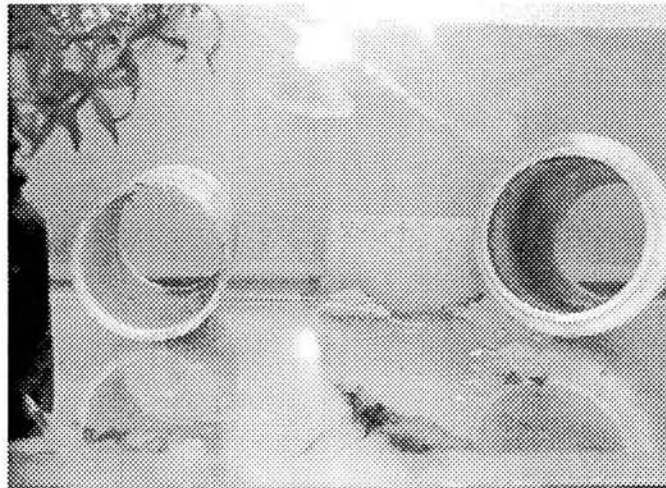


Figura 3. Acuario de 40 l donde se colocaron las larvas eclosionadas en frascos individuales. Se puede apreciar el sistema de aireación empleado.

Resultados

La media del largo total (LT) de 5 hembras ovígeras fue de 35.1 mm ($Ds \pm 3.4$ mm) y el largo del caparazón (LC) fue 9.4 mm ($Ds \pm 0.50$ mm). El tamaño medio de 10 huevos antes de eclosionar fue 2.02mm ($Ds \pm 0.08$) de largo y el tamaño medio del ancho de 1.8 mm ($Ds \pm 0.05$). El intervalo de incubación fue de 54 a 64 días (Cuadro 1), a una temperatura de $22^{\circ} \pm 2$ C. Se observó que cuando las larvas están a punto de eclosionar la hembra comienza a mover los pleópodos vigorosamente. Los huevos que al comienzo del desarrollo eran de color negro, a medida que se acercaba el momento de la eclosión se tornaban grises y en algunos casos blanquecinos (Figura 5). El proceso de desove duró 24 horas. El intervalo de huevos en las hembras fue de 17-21 (Cuadro 1). Se hizo un seguimiento de 3 desoves de *Macrobrachium* sp. hasta el quinto estadio larval. El primer desarrollo duró de 23-32 días, el segundo 23-33 y el tercer desarrollo larval fue de 21-30 días (Cuadro 1).



Figura 5. Huevo de *Macrobrachium* sp. 24 horas antes de eclosionar. Se puede apreciar la mancha ocular y una gran cantidad de vitelo en la parte inferior

	Desarrollo larva I	Desarrollo larval II	Desarrollo Larval III
Tiempo de incubación	59 días	63 días	57 días
No. de larvas eclosionadas	20 larvas	17 larvas	25 larvas
Estadio I	Días 2 -3 L.C. $\bar{x} = 2.18 \pm 0.19$ L T $\bar{x} = 5.26 \pm 0.32$ N=10	Días 2 -3 L.C. $\bar{x} = 2.0 \pm 0.26$ L T $\bar{x} = 4.9 \pm 0.33$ N= 7	Días 2-3 L.C. $\bar{x} = 2.05 \pm 0.17$ L T $\bar{x} = 5.07 \pm 0.31$ N= 11
Estadio II	Días 3-5 L.C. $\bar{x} = 2.3 \pm 0.21$ L T $\bar{x} = 5.41 \pm 0.24$ N= 9	Días 3 - 6 L.C. $\bar{x} = 2.09 \pm 0.31$ L T $\bar{x} = 5.35 \pm 0.2$ N=6	Días 3 - 6 L.C. $\bar{x} = 2.38 \pm 0.25$ L T $\bar{x} = 5.37 \pm 0.40$ N=8
Estadio III	Días 4 - 5 L.C. $\bar{x} = 2.66 \pm 0.18$ L T $\bar{x} = 5.74 \pm 0.20$ N=9	Días 4 - 5 L.C. $\bar{x} = 2.53 \pm 0.40$ L T $\bar{x} = 5.48 \pm 0.20$ N=6	Días 4 - 6 L.C. $\bar{x} = 2.67 \pm 0.30$ L T $\bar{x} = 5.68 \pm 0.42$ N=7
Estadio IV	Días 7 -9 L.C. $\bar{x} = 2.98 \pm 0.22$ L T $\bar{x} = 6.05 \pm 0.23$ N=9	Días 7 - 8 L.C. $\bar{x} = 2.80 \pm 0.29$ L T $\bar{x} = 5.68 \pm 0.19$ N=6	Días 6 - 7 L.C. $\bar{x} = 2.83 \pm 0.21$ L T $\bar{x} = 5.85 \pm 0.27$ N=5
Estadio V	Días 7 - 10 L.C. $\bar{x} = 3.52 \pm 0.19$ L T $\bar{x} = 6.37 \pm 0.23$ N=8	Días 7 - 9 L.C. $\bar{x} = 3.15 \pm 0.22$ L T $\bar{x} = 6.09 \pm 0.17$ N=5	Días 6 - 8 L.C. $\bar{x} = 3.17 \pm 0.25$ L T $\bar{x} = 6.34 \pm 0.33$ N=5
Duración del desarrollo larval de <i>Macrobrachium sp.</i>	23 - 32 días	23 - 33 días	21- 30 días

Cuadro 1. En este cuadro se muestra el tiempo de incubación, el número de larvas, la duración de cada estadio, las medidas de las larvas en cada estadio (LT, longitud total y LC, longitud del caparazón) y la duración del desarrollo de *Macrobrachium sp.* en tres desarrollos larvales.

Desarrollo larval I de *Macrobrachium* sp.

El tamaño de la hembra ovígera fue de LT= 37 mm y LC= 9.6 mm. El tamaño de los huevos fue de 1.9 mm x 1.7 mm. El tiempo de incubación fue de 59 días (Cuadro 1). La eclosión duró 24 horas. El desove fue de 20 organismos, 11 larvas murieron el segundo día después de la eclosión (55% de mortalidad). El primer estadio larval duró 2 días para 4 larvas y 3 días para 6 larvas, 1 larva murió en el proceso de muda (10% de mortalidad). El segundo estadio duró 5 días para 2 larvas, 4 días para 3 larvas y 3 días para 4 larvas (no existió mortalidad en este estadio). El tercer estadio duró 5 días para 5 larvas y 4 días para 4 larvas (no existió mortalidad asociada al tercer estadio). El cuarto estadio duró 9 días para 2 larvas, 8 días para 4 larvas y 7 días para 3 larvas. El quinto estadio duró 10 días para 1 larva 9 días para 4 larvas y 7 días para 3 larvas (mortalidad del 11%). El desarrollo duró de 23-32 días (Figura 6).

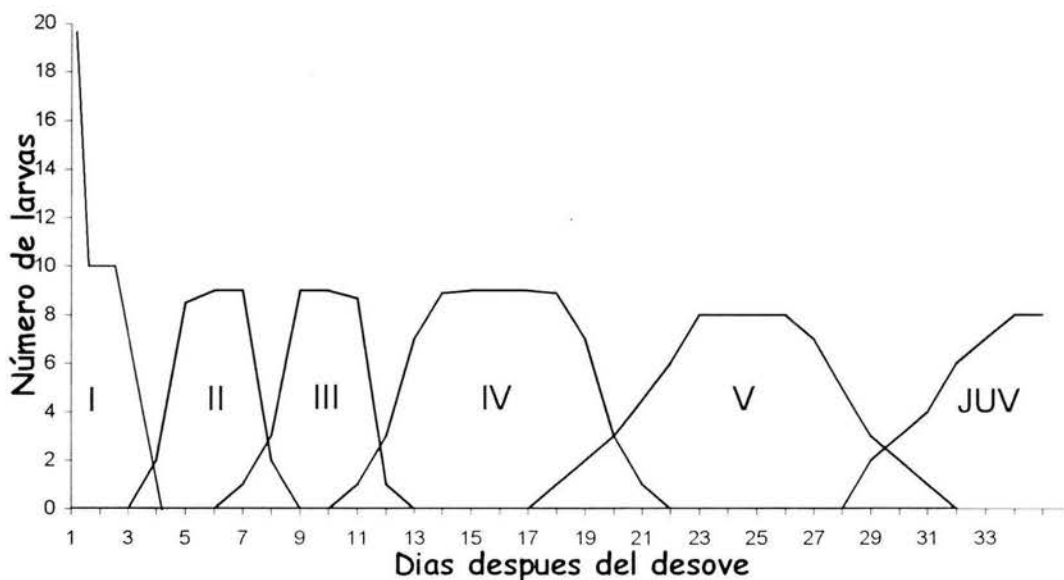


Figura 6. Comportamiento del desarrollo larval y la duración de los estadios I, II, III, IV, V y juvenil (JUV) en el desarrollo larval I de *Macrobrachium* sp.

Desarrollo larval II de *Macrobrachium* sp.

El tamaño de la hembra ovígera fue de LT= 39.6 mm y LC= 10.3 mm. El tamaño de los huevos fue de 2.1 mm x 1.8 mm. El tiempo de incubación fue de 63 días (Cuadro 1). La eclosión duró 24 horas. El desove fue de 17 organismos, 10 larvas murieron el segundo día después de la eclosión (58% de mortalidad). El primer estadio larval duró 2 días para 3 larvas y 3 días para 4 larvas, 1 larva murió en el proceso de la muda (14.2 % de mortalidad). El segundo estadio duró 6 días para 1 larva, 5 días para 3 larvas y 3 días para 2 larvas (no existió mortalidad asociada en este estadio). El tercer estadio duró 5 días para 4 larvas y 4 días para 2 larvas (no existió mortalidad asociada al tercer estadio). El cuarto estadio duró 8 días para 5 larvas, 7 días para 1 larva (mortalidad de 16%). El quinto estadio duró 9 días para 2 larvas, 8 días para 2 larvas y 7 días para 1 larva (no existió mortalidad). El desarrollo duró de 23-33 días (Figura 7).

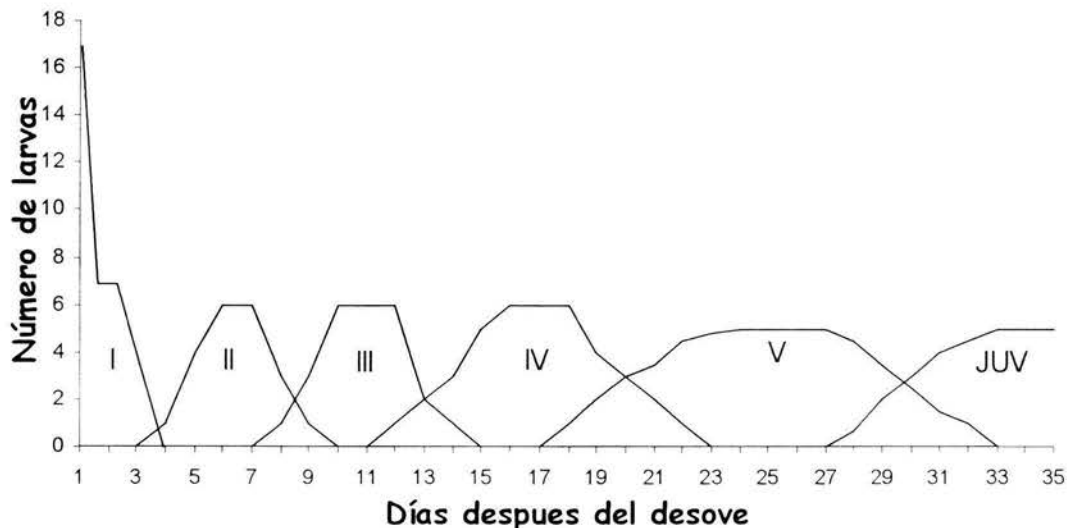


Figura 7. Comportamiento del desarrollo larval y la duración de los estadios I, II, III, IV, V y juvenil (JUV) en el desarrollo larval II de *Macrobrachium* sp.

Desarrollo larval III de *Macrobrachium* sp.

El tamaño de la hembra ovígera fue de LT= 35.1 mm y LC = 9.4 mm. El tamaño de los huevos fue de 1.9 mm x 1.7 mm. El tiempo de incubación fue de 57 días (Cuadro 1). La eclosión duró 24 horas. El desove fue de 25 organismos, 14 larvas murieron el segundo día después de la eclosión (56% de mortalidad). El primer estadio larval duró 2 días para 4 larvas y 3 días para 7 larvas, 3 larvas murieron en el proceso de la muda (27 % de mortalidad). El segundo estadio duró 6 días para 5 larvas y 3 días para 3 larvas (mortalidad 12.5%). El tercer estadio duró 6 días para 3 larvas y 5 días para 3 larvas y 4 días para 1 larva (mortalidad 28.5%). El cuarto estadio duró 7 días para 3 larvas, 6 días para 1 larva y 8 días para 1 larva (mortalidad de 16%). El quinto estadio duró 8 días para 1 larva, 7 días para 3 larvas y 6 días para 1 larva. El desarrollo duró de 21-30 días (Figura 8).

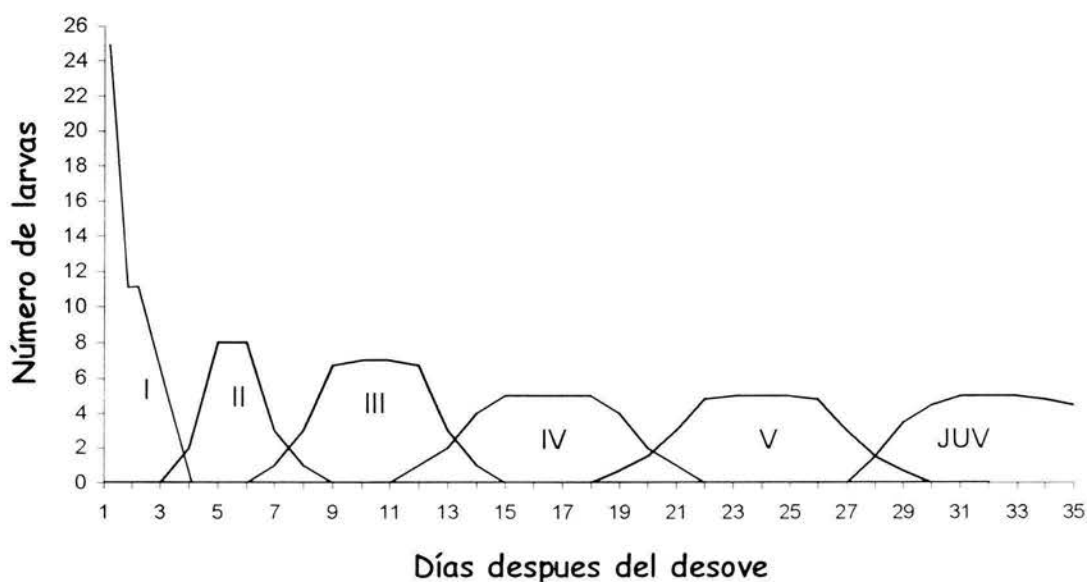


Figura 8. Comportamiento del desarrollo larval y la duración de los estadios I, II, III, IV, V y juvenil (JUV) en el desarrollo larval III de *Macrobrachium* sp.

Comportamiento de las larvas de *Macrobrachium* sp

El comportamiento de la larva es de tipo bentónico. La larva de *Macrobrachium* sp. eclosiona con pereiópodos y pleópodos bien desarrollados pero aun no son funcionales, suprimiendo los estadios de zoea en los que la locomoción es de tipo torácica y el comportamiento planctónico. La larva es de tipo lecitotrófica, la masa vitelina es claramente visible a través del exoesqueleto del cefalotórax, durante el primer y segundo estadios. Es posible que la larva no se alimente durante estos estadios, pero a partir del tercer estadio es clara la aceptación del alimento, el cual transfiere a la región oral por medio de los quelípedos. En este momento el primer y segundo par de pereiópodos ya está bien desarrollado y son completamente funcionales.

Caracterización morfológica del desarrollo larval de *Macrobrachium* sp.



Primer estadio larval

IZT.

Duración: dos a tres días. La media de la longitud del caparazón de 10 organismos de un desove fue de 2.18 mm (Ds= ± 0.19), el intervalo fue de 1.8 a 2.5. La media de la longitud total fue de 5.26 mm (Ds= ± 0.32) con intervalo de 4.8 a 5.7mm.

Rostro

El rostro es esbelto, afilado con la punta curvada hacia abajo alcanzando el segundo segmento del pedúnculo antenular, margen dorsal y ventral lisos (Figura. 9a).

Caparazón

El caparazón es más corto que el abdomen, el tegumento es membranoso, la mancha vitelina es visible en la parte dorsal de la región gástrica. El margen dorsal y el ventral son lisos, presenta la espina hepática y la espina antenal en el margen anterior (Figura 9a).

Abdomen

El abdomen cuenta con 6 somitas, la primera somita es de la mitad del tamaño del resto. La segunda, tercera y cuarta somita son aproximadamente del mismo tamaño. La cuarta, quinta y sexta somitas presentan un borde ventral formando un ángulo agudo (Figura 9a). Las somitas están desprovistas de cerdas en los ángulos posteriores.

Telson

El telson es redondeado, con 28-29 cerdas plumosas en el margen posterior. En la parte ventral presenta pequeñas cerdas plumosas formando dos hileras (Figura 9o).

Urópodos

No están desarrollados.

Ojos

Los ojos son sésiles, tienen pedúnculos cortos y tan robustos como la cornea (Figura 9a).

Anténula

La anténula presenta un pedúnculo no articulado, el cual tiene 2 flagelos. La longitud del flagelo interno no sobrepasa la mitad de la longitud del flagelo externo. El flagelo interno presenta una sola cerda alargada en la parte apical. El segmento del flagelo externo es largo con 3 cerdas plumosas en la punta (Figura 9h).

Antena

La antena es birrámea, el endopodito con 3 segmentos basales, el basicerito presenta una pequeña espina subaguda en el borde anterior ventral. El segundo segmento largo con cuatro cerdas plumosas en el margen disto lateral, el tercer segmento subigual al segundo pero con solo 2 cerdas plumosas en el margen distolateral. Escafocerito con 28-31 cerdas largas plumosas en el margen distolateral, margen lateral con una espina robusta. El flagelo multisegmentado, más largo que el cuerpo (Figura 9i).

Mandíbula

La mandíbula no presenta el palpo desarrollado y el proceso molar e incisivo se encuentran fusionados (Figura 9b).

Maxílula

La maxílula presenta los enditos y el palpo lisos y bien desarrollados. El endito interno más robusto y ligeramente más largo que el externo. El palpo es pequeño y ligeramente curvado hacia abajo. La maxílula se encuentra desprovista de cerdas (Figura 9c).

Maxila

La maxila es birrámea, presenta dos enditos divididos por una pequeña muesca. Los dos enditos y el palpo están desprovistos de cerdas. El palpo es ligeramente más largo y esbelto que los enditos, con la punta redondeada. Escafognatito bien desarrollado con el lóbulo anterior más robusto que el posterior y presenta de 36 a 37 cerdas plumosas marginales (figura 9d).

Primer maxilípodo

El primer maxilípodo es birrámeo, los enditos lisos divididos por una pequeña muesca. El endito anterior 2 veces más largo que el endito posterior, presentando el borde distolateral subagudo. El exopodito 3.5 veces más largo que el palpo y 4 cerdas plumosas en la parte apical. El palpo es robusto y con la punta redondeada. El lóbulo carídeo con 4 cerdas plumosas en el borde. El epipodito con un solo lóbulo redondeado en la punta, sobrepasando ligeramente la base del exopodito (Figura 9e).

Segundo maxilípodo

El segundo maxilípodo presenta el exopodito más largo y esbelto que el endopodito, con cuatro cerdas largas plumosas en la parte apical. Epipodito corto y esbelto y con la punta redondeada (Figura 9f).

Tercer maxilípodo

El tercer maxilípodo con el endopodito dividido en tres segmentos, el primer segmento más largo que el segundo y el tercero, el segundo segmento con 2-3 cerdas en el ángulo distal del margen interno, el tercer segmento con 3-4 cerdas cortas en la parte apical. El epipodito con el margen externo recto y redondeado en la punta distolateral y más robusto que el epipodito del segundo maxilípodo (Figura 9g).

Pereiópodos

El primero y segundo par de pereiópodos están quelados. Las quelas aún no son funcionales. El primero más corto que el segundo, los bordes cortantes de las quelas son lisos presentando de 3-5 cerdas dispersas en la superficie, el dactilo elongado y afilándose hacia la punta. El tercero, cuarto y quinto pereiópodos con dactilo simple, cerdas en la superficie y algunas cúmulos de pequeñas cerdas en las articulaciones de los artejos (Figura 9 j-n)

Pleópodos

Los pleópodos son birrámeos, bien desarrollados. El primer par con el endopodito reducido, del segundo al quinto par con el endopodito bien desarrollado.

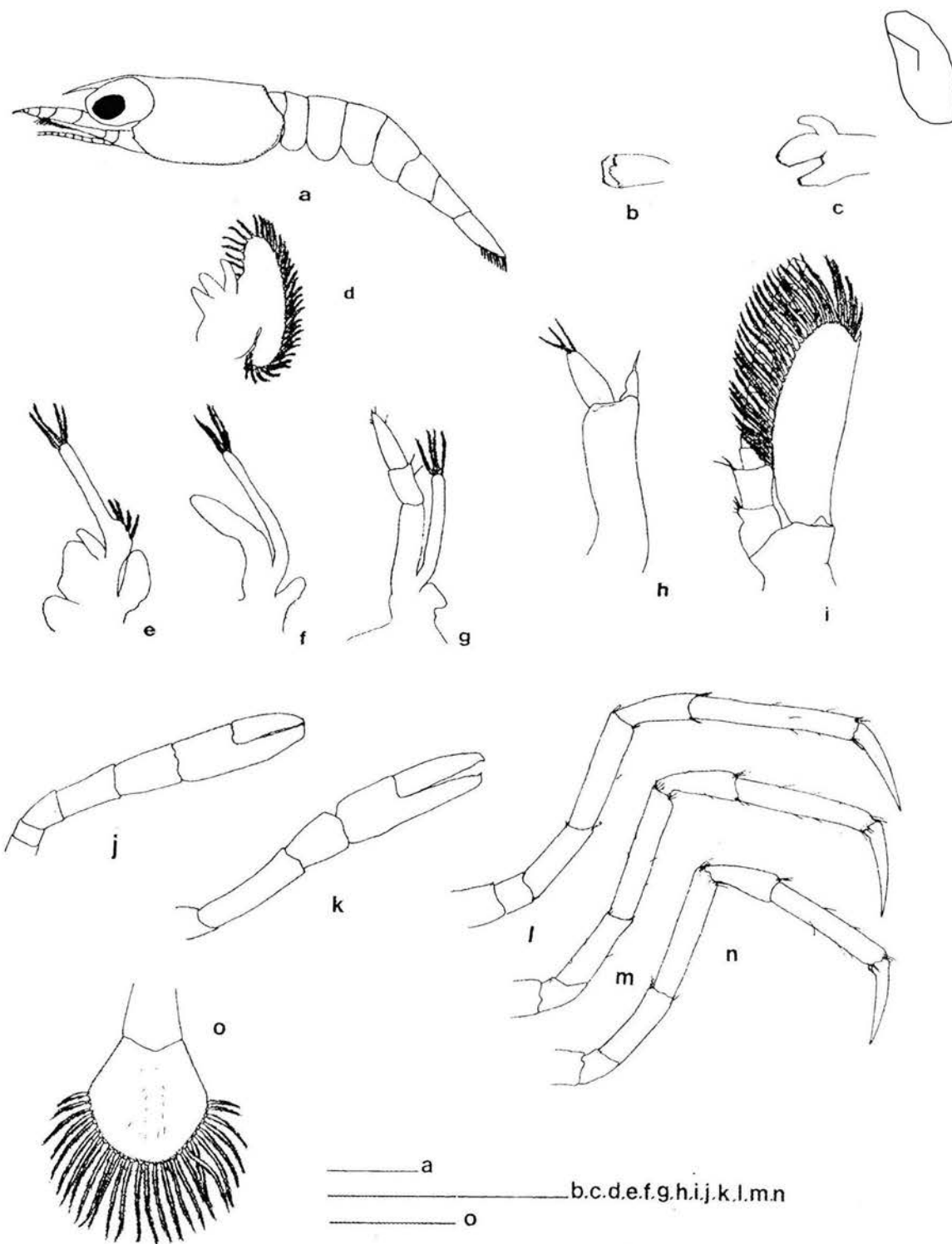


Figura 9. *Macrobrachium* sp. Estadio I: a, vista lateral; b, mandíbula; c, maxílula; d, maxila; e, primer maxilípodo; f, segundo maxilípodo; g, tercer maxilípodo; h, anténula; i, antena; j, primer pereiópodo; k, segundo pereiópodo; l, tercer pereiópodo; m, cuarto pereiópodo; n, quinto pereiópodo; o, telson.

Segundo estadio larval

Duración: de tres a cinco días. La media de la longitud del caparazón de 10 organismos de un desove fue de 2.34 mm ($Ds = \pm 0.21$), el intervalo fue de 2 a 2.7 mm. La media de la longitud total fue de 5.41 mm ($Ds = \pm 0.24$) con intervalo de 5.1 a 5.9 mm.

Rostro

Es ligeramente más largo que en el estadio anterior. La punta curvada hacia abajo alcanzando el primer segmento antenular. El margen dorsal esta provisto con 6 dientes distribuidos regularmente. El margen ventral es liso (Figura 10a).

Caparazón

El caparazón es más corto que el abdomen, el tegumento es membranoso. Presencia de las espinas antenal y hepática, las cuales están situadas en el borde anterior. Todavía se observan vestigios de la mancha vitelina (Figura 10a).

Abdomen

El abdomen presenta 6 somitas, la primera somita es de la mitad del tamaño del resto. El borde ventral de la pleura de la segunda somita marcadamente redondeado. La tercera somita más grande que el resto, con el ángulo posterior redondeado. La cuarta, quinta y sexta somitas son subiguales, con el ángulo posterior de las pleuras subagudo. Las somitas están desprovistas de cerdas. Pleura de la sexta somita con una pequeña espina en la parte distal (Figura 10a).

Telson

El telson es redondeado, en el margen posterior presenta 28-29 cerdas largas plumosas, con algunas cerdas pequeñas distribuidas en la superficie de la parte media dorsal (Figura 10o).

Urópodos

Los urópodos no están desarrollados.

Ojos

Los ojos con los pedúnculos articulados y más largos que en el primer estadio (Figura 10o).

Anténula

La anténula presenta un pedúnculo con tres segmentos, el segmento basal el doble de largo que los otros dos segmentos, con el ángulo anterointerno terminando en una espina y, cerdas cortas en posición distolateral y en el ángulo anterior externo. Con estilocerito. Segundo segmento ligeramente más corto y ancho que el tercero, con el ángulo exterior subagudo, ambos con cerdas largas distolaterales. El Tercer segmento con flagelos en la base y ligeramente ensanchado hacia la parte distal, la esquina anterointerna subaguda. Los flagelos antenulares de la misma longitud. El flagelo interno con 3 segmentos, el primer segmento más grande que los otros dos, provisto de algunas cerdas en el ángulo distolateral externo, el tercer segmento con 3 a 4 cerdas gruesas en la punta. El flagelo externo es birrámeo, dividido en el primer segmento. La rama interna con un solo segmento pequeño provisto de 3 a 5 cerdas gruesas en el margen externo y en la parte apical. La rama externa con tres segmentos; el segmento basal de la rama externa más largo que los otros dos, con pequeñas cerdas en el ángulo lateral externo, el segundo y el tercer segmentos casi del mismo tamaño.

El tercer segmento con algunas cerdas plumosas en la punta (Figura 10h).

Antena

La antena presenta el segundo segmento basal del flagelo antenular con una espina subaguda en el borde posterior. El número de segmentos aumenta con respecto al estadio anterior (Figura 10i).

Mandíbula

La mandíbula no tiene palpo, los procesos incisivo y molar más desarrollados que en el primer estadio. El proceso incisivo con tres pequeños dientes triangulares subagudos, proceso molar con 4 proyecciones redondeadas (Figura 10b).

Maxílula

La maxílula con los enditos y el palpo desprovistos de cerdas. Endito anterior más robusto que el posterior, bastante separados uno del otro. El palpo bilobulado en el borde distal (Figura 10c).

Maxila

La maxila presenta los enditos desprovistos de cerdas, separados por una profunda muesca. El endito anterior ligeramente más largo que el posterior. Los dos enditos presentan la parte apical ligeramente redondeada. El palpo adelgazado con la parte apical redondeada, orientada mesialmente y desprovisto de cerdas. El escafognatito con el mismo número de cerdas que en el estadio anterior (Figura 10d).

Primer maxilípedo

El primer maxilípedo con los enditos divididos por una muesca, desprovistos de cerdas en el borde gnatal. El endito anterior más largo que el posterior. El exopodito esbelto, casi 3 veces más largo que el palpo, en la punta con 4 cerdas largas y plumosas. El lóbulo carídeo con 5 cerdas largas en el margen exterior. El palpo más pequeño que el exopodito, robusto y con la punta redondeada. El epipodito se encuentra dividido por una pequeña muesca. El lóbulo anterior 2 veces más grande que el posterior. El lóbulo posterior con la punta redondeada (Figura 10e).

Segundo maxilípedo

El segundo maxilípedo con el endopodito alargado y tres segmentos. El último segmento terminando en punta, ligeramente afilada, desprovisto de cerdas, curveándose mesialmente. Exopodito similar al estadio anterior. Epipodito un poco más largo que el estadio anterior (Figura 10f).

Tercer maxilípedo

El tercer maxilípedo presenta un endopodito alargado, con 4 segmentos, provisto de cerdas en las articulaciones de los segmentos y en los bordes tanto interiores como exteriores. El exopodito es alargado y adelgazado son cuatro cerdas largas plumosas apicales, sobrepasando ligeramente el primer segmento del endopodito. El epipodito similar al estadio anterior aunque un poco más redondeado (Figura 10g).

Pereiópodos

El primer y segundo par de pereiópodos quelados, el primero más corto que el segundo, los bordes cortantes de las quelas son lisos. Las dos quelas no son funcionales, presentan algunas vellosidades en la superficie de los dactilos y algunas cerdas en las articulaciones.

El tercero, cuarto y quinto pereiópodos con cerdas dispersas en la superficie, el dactilo elongándose y afilándose hacia la punta (Figuras 10j-n).

Pleópodos

Los pleópodos son funcionales y bien desarrollados. El primer par con el endopodito más corto y sin *apendix interna*. El segundo, cuarto y quinto par con el endopodito más corto que el exopodito. El exopodito y el endopodito rodeados por cerdas, el *apendix interna* esta presente.

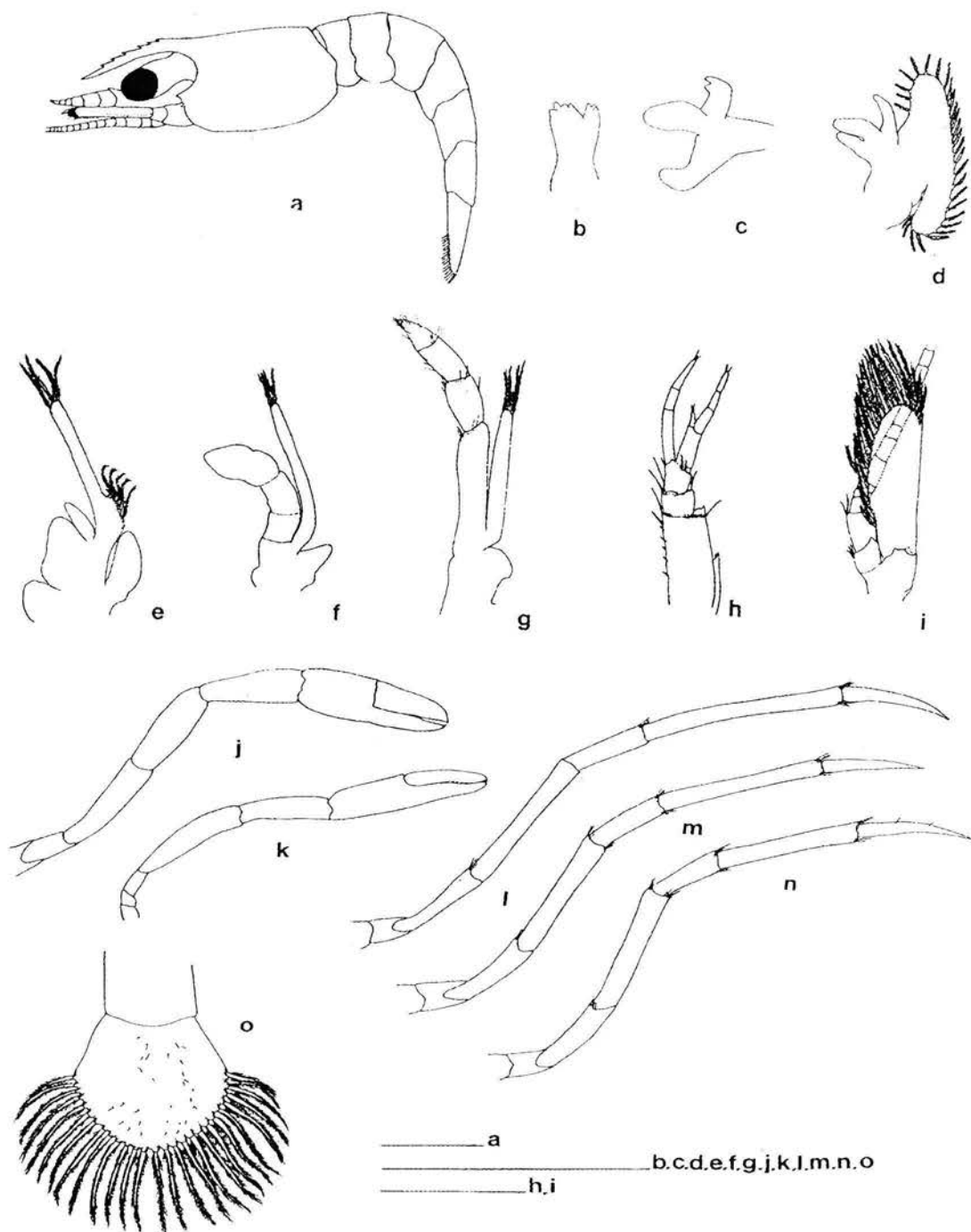


Figura 10. *Macrobrachium* sp. Estadio II: a, vista lateral; b, mandíbula; c, maxílula; d, maxila; e, primer maxilípedo; f, segundo maxilípedo; g, tercer maxilípedo; h, anténula; i, antena; j, primer pereiópodo; k, segundo pereiópodo; l, tercer pereiópodo; m, cuarto pereiópodo; n, quinto pereiópodo; o, telson. 29

Tercer estadio larval

Duración: cuatro a cinco días. La media de la longitud del caparazón de 9 organismos de un desove fue de 2.66 mm ($Ds = \pm 0.18$), el intervalo fue de 2.4 a 3mm La media de la longitud total fue de 5.74 mm ($Ds = \pm 0.20$) con intervalo de 5.5 a 6.1mm.

Rostro

El rostro es alargado, orientado ligeramente hacia abajo, terminando en una punta afilada, sobrepasando el segundo segmento del pedúnculo antenular. El margen dorsal con siete dientes distribuidos de manera regular. Entre los dientes del rostro una pequeña cerda plumosa. El margen ventral con un pequeño diente en la punta (figura 11a).

Caparazón

El caparazón es más corto que el abdomen. El tegumento más rígido que en los estadios previos. La espina antenal en el ángulo suborbital. La espina hepática debajo de la espina antenal, no sobresaliendo del margen del caparazón. En este estadio desaparece definitivamente la mancha vitelina (Figura 11a).

Abdomen

El abdomen con 6 somitas, la primera somita tiene la mitad de la longitud de las demás. El margen ventral de la segunda somita redondeado. El borde ventral de la pleura de la segunda somita más redondeado que en el estadio anterior. El ángulo posterior de la pleura de la tercera somita agudo, en la cuarta, quinta y sexta somitas este ángulo es subagudo. La pleura de la sexta somita con una espina afilada en la parte apical en el ángulo antero distal (Figura 11a).

Telson

El telson con margen posterior redondeado con 28 -30 cerdas. El margen lateral con una pequeña espina móvil en el ángulo posterolateral. Presenta algunas cerdas pequeñas distribuidas en la superficie dorsal (Figura 11o)

Urópodos

Los urópodos están completamente desarrollados, son birrámeos y unisegmentados. El exópodo con 22-23 cerdas y el endópodo con 17 -19 cerdas. El exópodo es más largo con una espina móvil en el ángulo posterolateral (Figura 11o).

Ojos

Los ojos son casi iguales al estadio anterior, excepto por el pedúnculo que es un poco más robusto que en el estadio dos (Figura 11a).

Anténula

La anténula tiene un pedúnculo con tres segmentos con cerdas en el margen distal y distolateral. El segundo segmento ligeramente más grande que el tercero. El segmento basal con el ángulo anterointerno proximal terminando en espina con pequeñas cerdas en los bordes. El estilocerito terminado en una punta afilada con algunas pequeñas cerdas en el margen externo. Los dos flagelos antenulares de la misma longitud. El flagelo interno con 4 segmentos, el segundo y el cuarto segmento más largos que los otros dos. El flagelo externo birrámeo, bifurcándose a partir del segundo segmento, la rama interna con dos segmentos de la misma longitud, el segmento distal provisto de mechones de cerdas en la parte apical, la rama externa con tres segmentos, el último segmento con cerdas plumosas en la parte apical (Figura 11h).

Antena

El segundo segmento basal del flagelo antenular un poco más robusto que en el estadio anterior y con una pequeña muesca en el borde exterior. Los tres segmentos basales con mechones en las articulaciones y pequeñas cerdas en la superficie (Figura 11i).

Mandíbula

La mandíbula no presenta palpo. El proceso incisivo con tres dientes. El diente distal más grande que los otros dos. Los tres diente afilados en la punta. El proceso molar con cuatro proyecciones afiladas en la punta (Figura 11b).

Maxílula

La maxílula con los enditos y palpo bien desarrollados. El endito anterior más largo y robusto que el posterior curvado totalmente en la punta y con cerdas en el borde gnatal. El endito posterior afilado en la punta con cerdas en el extremo distal. Palpo robusto y bilobulado en la punta, el lóbulo distal ligeramente más largo que el proximal (Figura 11c).

Maxila

La maxila con el endito proximal ligeramente más robusto. Los dos enditos provistos de cerdas plumosas en la parte apical (Figura 11d).

Primer maxilípodo

El primer maxilípodo con los enditos divididos por una muesca, con cerdas largas y gruesas en el borde gnatal, el endito anterior más largo que el posterior. El endito posterior con cuatro cerdas plumosas en el ángulo distolateral. Exopodito esbelto, casi 3.5 veces más largo que el palpo, en la punta con 4 cerdas largas y plumosas. El lóbulo carídeo con 7 cerdas largas en el margen exterior.

El palpo más pequeño que el exopodito, robusto y con la punta redondeada orientada mesialmente. Epipodito dividido por una pequeña muesca (Figura 11e).

Segundo maxilípodo

El segundo maxilípodo con el exopodito esbelto y más largo que el endopodito con 4 cerdas largas y plumosas en la parte apical. El endopodito con 5 segmentos. El segmento basal con algunas cerdas en el borde externo y redondeado en la punta, los últimos dos segmentos más robusto que los anteriores y ligeramente curvados mesialmente, el quinto segmento con cerdas en el borde gnatal. El epipodito es corto y redondeado en la punta (Figura 11f).

Tercer maxilípodo

El tercer maxilípodo presenta en el endopodito 3 segmentos, el primer segmento más largo que los otros dos. Los tres segmentos con cerdas dispersas en la superficie y en los bordes externos e internos. El exopodito más corto que el primer segmento del endopodito, con 4 cerdas largas en la punta. El epipodito es corto y redondeado en la punta (Figura 11g).

Pereiópodos

Los pereiópodos completamente funcionales. El primero y segundo par de pereiópodos presentan cerdas más largas en las quelas. El tercero, cuarto y quinto con más mechones de cerdas en las articulaciones que en el estadio anterior (Figuras 11j-h).

Pleópodos

No existen cambios del segundo al tercer estadio.

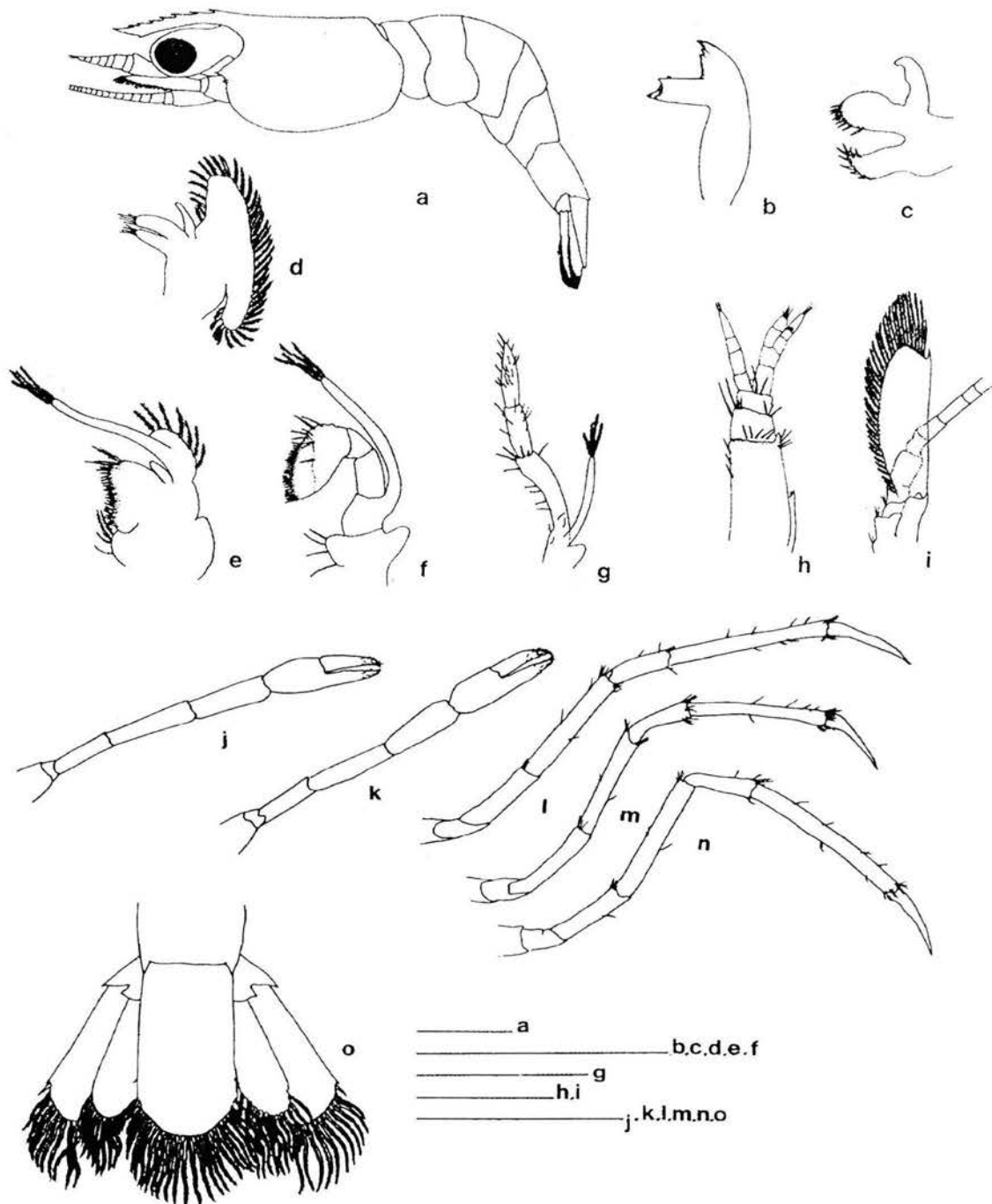


Figura 11. *Macrobrachium* sp. Estadio III: a, vista lateral; b, mandíbula; c, maxílula; d, maxila; e, primer maxilípodo; f, segundo maxilípodo; g, tercer maxilípodo; h, anténula; i, antena; j, primer pereiópodo; k, segundo pereiópodo; l, tercer pereiópodo; m, cuarto pereiópodo; n, quinto pereiópodo; o, telson.

Cuarto estadio larval

Duración: 7 a 9 días. La media de la longitud del caparazón de 10 organismos de un desove fue de 2.99 mm ($Ds = \pm 0.22$), el intervalo fue de 2.7 a 3.4. La media de la longitud total fue de 6.05 mm ($Ds = \pm 0.23$) con un intervalo de 5.8 a 6.4 mm.

Rostro

El rostro es adelgazado, orientado ligeramente hacia abajo, terminando en una punta afilada alcanzando el tercer segmento del pedúnculo antenular. El margen dorsal con 7-8 dientes mejor de finidos que en el estadio anterior, con una pequeña cerda entre cada uno de ellos. El margen ventral con un pequeño diente afilado en la punta a la altura del primer diente de la margen dorsal (Figura 12a).

Caparazón

El caparazón es más corto que el abdomen. El tegumento es rígido. La espina antenal en el margen suborbital. La espina hepática debajo de la antenal alcanzando el borde del margen del caparazón (Figura 12a).

Abdomen

La primera somita tiene la mitad de la longitud de las demás. El margen ventral de la pleura de la segunda somita redondeado y desprovisto de cerdas. La tercera somita más grande que las demás. El margen posterior de la pleura de la tercera y cuarta somitas subagudo, el margen posterior de la pleura de la quinta agudo y con una pequeña muesca en el borde lateral externo. El margen ventral de la pleura de la sexta somita termina en espina en el ángulo posterior ventral (Figura 12a).

Telson

El telson es de forma rectangular. Los márgenes laterales paralelos, el margen posterior redondeado, provisto de 20-22 cerdas plumosas. En la porción dorsal algunas pequeñas cerdas. Dos pares de espinas en los márgenes distolaterales. Dos pares de espinas en los ángulos distolaterales, las espinas internas dos veces más grandes que las externas (Figura 12o).

Urópodos

Los urópodos birrámeos, unisegmentados y completamente desarrollados. El margen posterior redondeado y con cerdas largas y plumosas. El exópodo con 22-24 cerdas plumosas y más largo que el endópodo, con dos pares de espinas en el ángulo posterolateral, el par externo pequeño y no articulado, el par interno más largo y articulado. El endópodo con el margen distal redondeado y con 17-16 cerdas plumosas. El margen lateral de protocerito termina en una espina afilada (Figura 12o).

Ojos

Los ojos sin cambios.

Antenula

La anténula tiene un pedúnculo con tres segmentos con cerdas en el margen distal y distolateral. El segundo segmento ligeramente más grande que el tercero. El tercer segmento más robusto que en el estadio anterior. Con una espina presente en el ángulo antero interno del segmento basal, pronunciada, con pequeñas cerdas en los bordes. El estilocerito más grande y terminado en una punta afilada. El flagelo interno ligeramente más largo que el flagelo externo. El flagelo interno con 5 segmentos, el primero y el tercer segmentos más largos que los otros tres, el segmento distal con dos cerdas largas en la parte apical.

El flagelo externo birrámeo, bifurcándose a partir del segundo segmento, la rama interna con dos segmentos; el segmento basal más largo que el segundo, este segmento provisto de mechones de cerdas en la parte apical, la rama externa con cuatro segmentos, el primer segmento con el doble de tamaño al de los otros tres segmentos, el último segmento con cerdas plumosas en la parte apical (Figura 12h).

Antena

El segundo segmento basal del flagelo antenular un poco más robusto y más largo que en el estadio anterior. El número de segmentos del flagelo antenular aumenta (Figura 12i).

Mandíbula

La mandíbula no presenta palpo. El proceso incisivo con tres dientes, los primero dos dientes más grandes que el tercero. El proceso molar más robusto, con cuatro proyecciones afiladas en la punta (Figura 12b).

Maxílula

La maxílula con los enditos y palpo bien desarrollados. El endito anterior más largo y robusto que el posterior, curvado totalmente en la punta y con cerdas en el borde gnatal. El endito posterior afilado en la punta, se incrementa el número de cerdas en el borde distal, casi alcanzando el borde lateral externo. Palpo robusto y bilobulado en la punta, el lóbulo distal ligeramente más largo que el proximal y orientado mesialmente (Figura 12c).

Maxila

La maxila con el endito proximal más robusto. Los dos enditos provistos de cerdas plumosas en la parte apical. El palpo más robusto que en el estadio anterior (Figura 12d).

Primer maxilípedo

El primer maxilípedo con los enditos divididos por una muesca, con más cerdas largas gruesas en el borde gnatal que empiezan a migrar en la superficie del segmento distal, el endito anterior más largo que el posterior. El endito posterior con siete cerdas plumosas en el ángulo distolateral. Exopodito esbelto, casi 3.5 veces más largo que el palpo, en la punta con 4 cerdas largas y plumosas. El lóbulo carídeo con 7 cerdas largas en el margen exterior. El palpo más pequeño que el exopodito, robusto, la punta redondeada y con algunas cerdas plumosas, orientada mesialmente. Epipodito dividido por una pequeña muesca y un poco más alargado que en el estadio anterior (Figura 12e).

Segundo maxilípedo

El segundo maxilípedo con el exopodito esbelto y más largo que el endopodito, con 4 cerdas largas y plumosas en la parte apical. El endopodito con 5 segmentos cuya superficie esta provista de pequeñas cerdas. El segmento basal con algunas cerdas en el borde externo y redondeado en la punta, los últimos dos segmentos más robusto que los anteriores y ligeramente curvados mesialmente, el quinto segmento con más cerdas en el borde gnatal que en el estadio anterior. El epipodito más robusto y redondeado en la punta (Figura 12f).

Tercer maxilípedo

El tercer maxilípedo presenta en el endopodito 3 segmentos, el primer segmento más largo que los otros dos. Los tres segmentos con cerdas dispersas en la superficie y en los bordes externos e internos. El exopodito casi alcanzando el primer segmento del endopodito, con 4 cerdas largas y plumosas, con la punta redondeada. Epipodito corto y redondeado en la punta con una pequeña muesca a la mitad del borde exterior (Figura 12g).

Pereiópodos

Los pereiópodos completamente funcionales. El primero y segundo par de pereiópodos presentan cerdas más largas en las quelas. El segundo par con las quelas más robustas. El tercero, cuarto y quinto con más mechones de cerdas en las articulaciones (Figuras 12j-n).

Pleópodos

No existen cambios del segundo al tercer estadio.

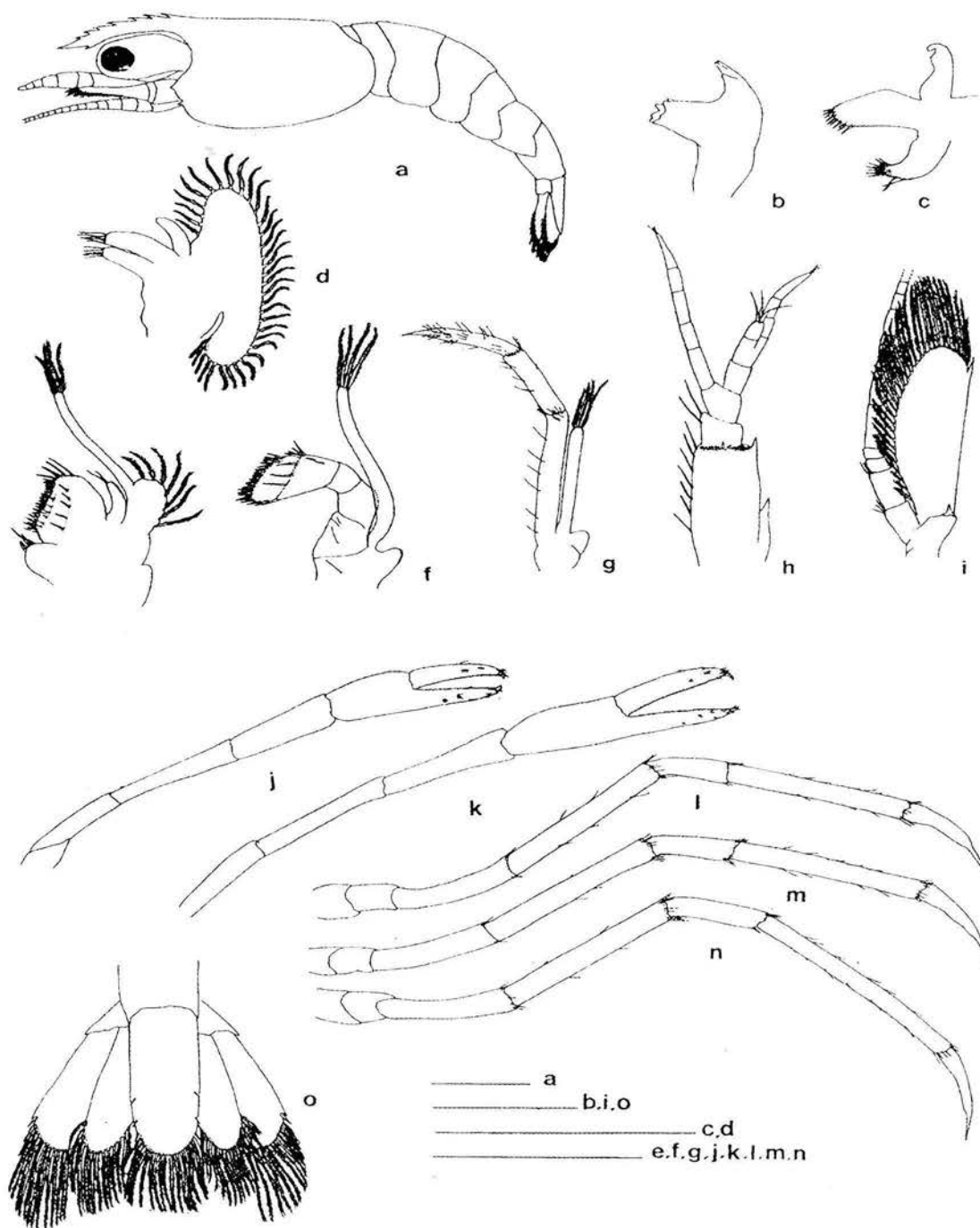


Figura 12 *Macrobrachium* sp. Estadio IV a, vista lateral; b, mandíbula; c, maxílula; d, maxila; e, primer maxilípodo; f, segundo maxilípodo; g, tercer maxilípodo; h, anténula; i, antena; j, primer pereiópodo; k, segundo pereiópodo; l, tercer pereiópodo; m, cuarto pereiópodo; n, quinto pereiópodo; o, telson. 40

Quinto Estadio larval

Duración: 7-10 días. La media de la longitud del caparazón de 8 organismos de un desove fue de 3.25 mm ($Ds = \pm 0.19$), el intervalo fue de 3.0 a 3.6 mm. La media de la longitud total fue de 6.37 mm ($Ds = \pm 0.23$), con intervalo de 6.1 a 6.8 mm.

Rostro

El rostro es adelgazado, orientado hacia abajo, terminando en una punta afilada alcanzando el tercer segmento del pedúnculo antenular. El margen dorsal con 7-8 dientes con una pequeña cerda entre cada uno de ellos. En el margen ventral con un pequeño diente a la altura del primer diente de la parte dorsal (Figura 13a).

Caparazón

El caparazón más corto que el abdomen. Tegumento rígido. La espina antenal en el margen suborbital. La espina hepática debajo de la antenal sobrepasando el borde del margen del caparazón (Figura 13a).

Abdomen

La primera somita tiene la mitad de la longitud de las demás. El margen ventral de la pleura de la segunda somita redondeado y desprovisto de cerdas. Las pleuras de la segunda, tercera y cuarta somitas aumentan de tamaño. El margen posterior de la pleura de la tercera y cuarta somitas subagudo, el margen posterior de la pleura de la quinta somita agudo y con una pequeña muesca en el borde lateral externo. El margen ventral de la pleura de la sexta somita termina en espina en el ángulo posterior ventral (Figura 13a).

Telson

El telson es de forma rectangular más desarrollado que en el estadio anterior. Los márgenes laterales paralelos, el margen

posterior redondeado, provisto de 20-24 cerdas plumosas. En la porción dorsal algunas pequeñas cerdas. Dos pares de espinas en los márgenes distolaterales. Dos pares de espinas en los ángulos distolaterales, las espinas internas dos veces más grandes que las externas (Figura 13o).

Urópodos

Los urópodos birrámeos, unisegmentados y completamente desarrollados. El margen posterior redondeado y con cerdas largas y plumosas. El exópodo con 26 cerdas plumosas y más largo que el endópodo, con dos pares de espinas en el ángulo posterolateral, el par externo pequeño y no articulado, el par interno más largo y articulado. El endópodo con el margen distal redondeado y con 16 - 17 cerdas plumosas. El margen lateral del protocerito termina en una espina afilada (Figura 13o).

Ojos

Los ojos sin cambios.

Anténula

La antena con más cerdas en el borde externo del segmento basal y con cerdas en los bordes del tercer segmento. El número de segmentos de los flagelos no cambia (Figura 13h).

Antena

El segundo segmento basal del flagelo antenular más robusto que en el estadio anterior. El número de segmentos del flagelo antenular aumenta (Figura 13i).

Mandíbula

La mandíbula no presenta palpo. El proceso incisivo con tres dientes más grandes, los tres del mismo tamaño. El proceso molar más robusto con las cuatro proyecciones afiladas en la punta más definidas (Figura 13b).

Maxílula

La maxílula con los enditos y palpo bien desarrollados. El endito anterior más largo y robusto que el posterior, curvado en la punta y con cerdas en el borde gnatal y en el margen interno. El endito posterior afilado en la punta, se incrementa el número de cerdas en el borde distal, casi alcanzando el borde lateral externo y en la superficie del endito. Palpo robusto y bilobulado en la punta, el lóbulo distal más largo que el proximal y orientado mesialmente (Figura 13c).

Maxila

La maxila igual al estadio anterior (Figura 13d).

Primer maxilípodo

El primer maxilípodo con los enditos divididos por una muesca, con más cerdas largas gruesas en el borde gnatal, el endito anterior más largo que el posterior y con cerdas plumosas en la superficie. El endito posterior con siete cerdas plumosas en el ángulo distolateral. Exopodito esbelto, casi 3.5 veces más largo que el palpo, en la punta con 4 cerdas largas y plumosas. El lóbulo carídeo con 7 cerdas largas en el margen exterior. El palpo más pequeño que el exopodito, robusto, la punta redondeada y con algunas cerdas plumosas, orientada mesialmente. Epipodito dividido por una pequeña muesca y un poco más alargado que en el estadio anterior (Figura 13e).

Segundo maxilípodo

El epipodito más robusto y con una pequeña espina redondeada en la punta (Figura 13f).

Tercer maxilípodo

Igual al estadio anterior (Figura 13g).

Pereiópodos

El primero y segundo par de pereiópodos presentan cerdas más largas en las quelas. El segundo par con las quelas más robustas. El tercero, cuarto y quinto con más mechones de cerdas en las articulaciones (Figuras 13j-n).

Pleópodos

No existen cambios en los pleópodos.

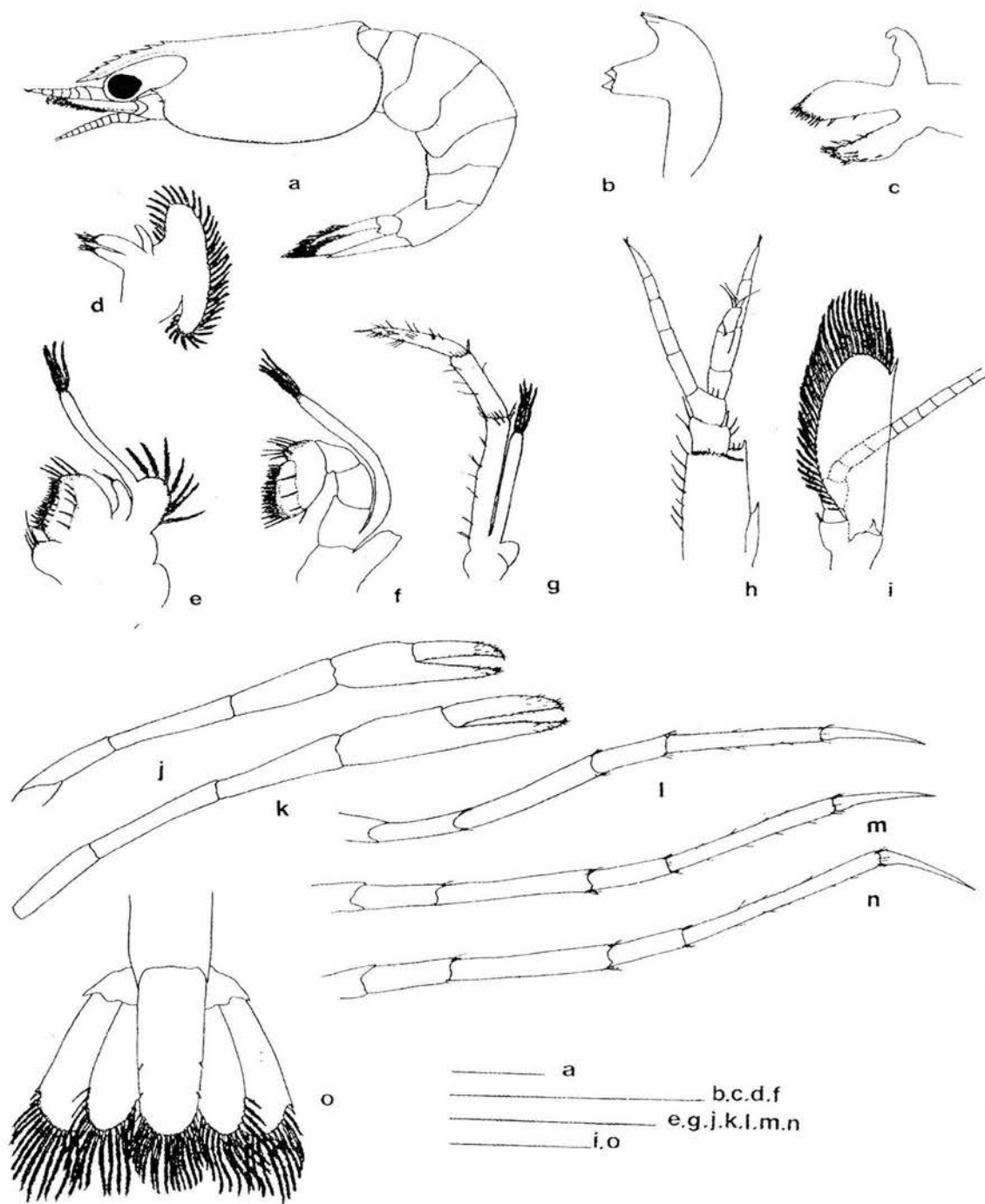


Figura 13. *Macrobrachium* sp. Estadio V: a, vista lateral; b, mandíbula; c, maxílula; d, maxila; e, primer maxilípodo; f, segundo maxilípodo; g, tercer maxilípodo; h, anténula; i, antena; j, primer pereiópodo; k, segundo pereiópodo; l, tercer pereiópodo; m, cuarto pereiópodo; n, quinto pereiópodo; o, telson. 45

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Tiempo de incubación de *Macrobrachium* sp.

En este estudio se consideró que la etapa de incubación abarca desde el momento del desove hasta el momento en que las larvas eclosionan, durante este periodo los huevos permanecen adheridos a los pleópodos de la hembra (Cabrera *et al.*, 1979; Álvarez *et al.*, 2002).

De acuerdo con los resultados obtenidos durante el desarrollo larval de *Macrobrachium* sp. en condiciones de laboratorio, se determinó que el tiempo promedio de incubación de esta especie es de 60 días (n=6) a una temperatura de 22 ± 2 °C en condiciones estrictamente dulceacuícolas (Cuadro 1). Este tiempo de incubación es similar al de otra especie epígea mexicana con este tipo de desarrollo larval, *Macrobrachium tuxtlaense*, que tiene el mismo periodo de incubación en condiciones similares de laboratorio (Álvarez *et al.*, 2002). Este tiempo no difiere mucho del reportado para *Macrobrachium pretonioi*, especie brasileña que tiene un periodo de incubación de 50 días a temperatura de 26°C en condiciones de laboratorio (Graça *et al.*, 1999). Sin embargo, este tiempo de incubación contrasta con lo reportado para otras especies del género con el mismo patrón de desarrollo, como *Macrobrachium hainanense*, especie japonesa que presentó un tiempo de incubación de 37 días a una temperatura 26-28 °C (Wong *et al.*, 1989). Esta diferencia en la reducción del tiempo de incubación puede deberse a que la temperatura en condiciones de laboratorio, es uno de los factores más importante en la prolongación o reducción del periodo de incubación, por lo que a temperaturas mayores de 24°C hasta 28°C podrían reducir este periodo (Figueroa, 1994).

Por otra parte, el tiempo de incubación de *Macrobrachium* sp. y en general el de las especies que presentan desarrollo abreviado es en la mayoría de los casos, mayor al que se presenta en las especies con desarrollo extendido o normal (Graça *et al.*, 1999; Álvarez *et al.*, 2002), como por ejemplo; *Macrobrachium acanthurus*, presenta un periodo de

incubación de 16-18 días (Choudury, 1971), *Macrobrachium tellelum* con 12-14 días (Cabrera *et al.*, 1979) y *Macrobrachium americanum* 15-16 días (Granados, 1982) estas diferencias en tiempo se deben al grado de desarrollo con que eclosionan las larvas en el desarrollo de tipo normal o extendido (Jalihal *et al.*, 1993).

Número de etapas larvales de *Macrobrachium* sp.

El desarrollo larval de *Macrobrachium* sp se dividió en 5 estadios larvales antes de alcanzar el estadio juvenil (Cuadros 2 y 3). De acuerdo a la descripción hecha por Jalihal *et al.*, (1993), las especies con desarrollo parcialmente abreviado presentan de 2 a 3 estadios larvales (Cuadro 4), no obstante especies como *M. tuxtlaense* y *M. reyesi* se han ubicado dentro de esta clasificación a pesar de tener 5 etapas larvales ya que presentan la mayoría de las características reportadas por Jalihal *et al.* (1993), para poder ubicarlas dentro de esta clasificación (cuadro 4). Dado lo anterior se puede decir que *Macrobrachium* sp. presenta un desarrollo de tipo parcialmente abreviado a pesar de no presentar solo tres estadios larvales (Jalihal *et al.*, 1993; Pereira, 1995; Álvarez *et al.*, 2002). No podemos decir que esta variante del desarrollo parcialmente abreviado sea la mas común, ya que la mayoría de las especies reportadas con este tipo de desarrollo presentan de 2 a 4 estadios larvales, como en el caso de *M. vicconi* (Roman *et al.*, 2000). Esta especie epigea mexicana tiene desarrollo parcialmente abreviado, la cual pasa por solo 3 estadios antes de la metamorfosis a la etapa juvenil (Signoret *et al.*, 2000). La variación en este numero de etapas, también puede deberse a que en algunos casos se toma como juvenil a la larva que ya tiene los urópodos desarrollados del telson, los quelípedos y pereiópodos funcionales y la mayoría de las partes bucales desarrolladas lo suficiente como para empezar a alimentarse (Bueno, 1995; Graça *et al.*, 1999; Signoret *et al.*, 2000).

Por otra parte la comparación del número de estadios larvales de *Macrobrachium* sp. con las especies del género que presentan desarrollo completo o normal, es difícil ya que estos organismos llegan a presentar de 4 a 7 estadios mas (Cuadro 4), dependiendo de las condiciones de temperatura y salinidad a las que se encuentren sometidos. Estos organismos llegan a prolongar su desarrollo a ciertas salinidades, aumentando el número de etapas larvales y de mudas por estadio (Lewis *et al.*, 1965; Choudhury, 1970; Dobkin, 1974). En estas especies, los estadios larvales van relacionados con pequeños cambios en la morfología y en el comportamiento de la larva, ya que estas etapas no están relacionadas con el número de mudas. *M. acanthurus*, Weigman, 1836 pasa por 10 estadios larvales, con un promedio de 11 a 13 mudas antes de alcanzar la etapa juvenil y la metamorfosis de larva a juvenil ocurre después de 18-21 mudas (Dobkin, 1974), al igual que *M. tenellum* (Smith, 1871), que presenta 12 estadios larvales con mas de 12 mudas. En este caso se estima que podrían ser mas etapas larvales, dado que en algunas ocasiones después de estadio 12 todavía no presenta las características de un organismo en la fase juvenil (Granados, 1982).

Duración de cada estadio larval

La duración del primer estadio larval de *Macrobrachium* sp. fue de 2 a 3 días (Cuadro 1), similar al primer estadio de *M. vicconi* que dura de 1 a 4 días. En el caso de *Macrobrachium tuxtlaense* y *Macrobrachium hainanense* (Parisi, 1919), el primer estadio tuvo una duración de 1 a 2 días y en *Macrobrachium reyesi* el primer estadio se prolongó por 3 días, para la mayoría de las larvas. Por otra parte en el caso de *Macrobrachium pretrionoi* (Graça *et al.*, 1999), el primer estadio dura tan solo 5 horas, al igual que la especie japonesa *Macrobrachium shokitai* Fujino et Baba, que pasa al segundo estadio en 6 horas (Shokita, 1993). Aunque existen ciertas diferencias en la duración de este primer estadio, la morfología de los organismos de estas especies es similar (Shokita, 1973; Wong *et al.*, 1989; Pereira *et al.*, 1995; Graça *et al.*, 1999).

El segundo estadio larval de *Macrobrachium* sp. duró de 3 a 5 días (Cuadro 1), similar al tiempo que dura *M. reyesi* que es de 4 días, lo cual difiere de *M. tuxtlaense*, *M. pretonioi* y *M. hainanense* para los que se reportó un segundo estadio de 2 días. A pesar de que esta etapa larval en *Macrobrachium* sp. y *M. reyesi* se prolonga algunos días más, el grado de desarrollo adquirido es muy similar para todas estas especies, con algunas pequeñas variantes morfológicas y en algunos casos de comportamiento. Tal es el caso de *M. tuxtlaense* que en este estadio comienza a alimentarse, dado que presenta un grado de mayor desarrollo en el segundo par de pereiópodos, además la mancha vitelina ya no es visible en esta etapa. En el caso de *M. vicconi*, esta etapa larval en particular se prolonga de 5 a 11 días, posiblemente esto se debe a que esta especie tiene un menor número de estadios, y en esta etapa adquiere muchas de las características de un organismo que se encuentra en la etapa juvenil (Shokita, 1973; Wong *et al.*, 1989; Pereira *et al.*, 1995; Graça *et al.*, 1999; Signoret *et al.*, 2000).

El tercer estadio de *Macrobrachium* sp. duró de 4 a 5 días (Cuadro 1), en esta etapa las larvas adquieren un aspecto mas similar a los organismos en la etapa juvenil, ya que el telson presenta urópodos desarrollados. Para *M. tuxtlaense* el tercer estadio tiene una duración de 6 días, con un grado de desarrollo similar al tercer estadio de *Macrobrachium* sp. En *M. reyesi* el tercer estadio dura de 1-2 días, aunque algunos organismos de esta especie tienden a suprimir esta etapa, sin embargo el grado de desarrollo morfológico es similar para las tres especies. A diferencia de *Macrobrachium* sp., *M. tuxtlaense* y *Macrobrachium reyesi* el tercer estadio de *M. vicconi* tiene una duración 12 a 14 días, ya que es en esta etapa donde adquiere los caracteres morfológicos necesarios para considerarlo como un organismo juvenil (Pereira *et al.*, 1995; Signoret *et al.*, 2000).

El cuarto estadio larval de *Macrobrachium* sp. tuvo una duración de 7 a 9 días (Cuadro 1), para *M. tuxtlaense* el cuarto estadio duró de 5 a 9 días y en el caso de *M. reyesi* esta etapa duró de 6 a 8 días.

Es en este periodo de tiempo donde los organismos de estas especies adquieren características similares a los organismos en la etapa juvenil, a diferencia de *M. vicconi*, *M. pretonioi* y *M. austaliense* que en esta etapa ya presentan las características morfológicas suficientes para considerarlos como organismos juveniles, por lo que no se reporta la duración de este estadio (Fielder, 1970; Pereira *et al.*, 1995; Graça *et al.*, 1999; Signoret *et al.*, 2000; Álvarez *et al.*, 2002).

El quinto estadio larval de *Macrobrachium* sp. duró de 7-10 días (Cuadro 1). El lapso de tiempo que duró el quinto estadio de *Macrobrachium* sp. fluctuó más que para *M. tuxtlaense* y *M. reyesi*, ya que para estas dos especies este estadio duró 9 y 8 días respectivamente para la mayor parte de las larvas. Esta estadio es la ultima etapa larval para estas 3 especies, siendo el grado de desarrollo muy similar entre si (Pereira, 1995; Álvarez *et al.*, 2002).

Características morfológicas larvales de *Macrobrachium* sp.

La primera larva de *Macrobrachium* sp. eclosionó con el rostro liso orientado hacia abajo, ojos sésiles, con los pereiópodos y pleópodos desarrollados, aunque no son funcionales. El telson con forma de abanico con 28 a 29 cerdas plumosas en el margen posterior y las espinas antenal y hepática en el caparazón, estos caracteres morfológicos son parecidos a los reportados para la primera larva de *M. tuxtlaense* (Cuadro 3), aunque existen ciertas diferencias como el número de cerdas en el flagelo externo de la anténula, el número de cerdas en el margen posterior del telson y el tamaño de la larva. Los caracteres morfológicos del primer estadio de *M. reyesi* difieren de *Macrobrachium* sp. en el número de somitas abdominales, ya que este solo presenta 5 somitas en el primer estadio, además de que el número de cerdas del telson es menor al de *Macrobrachium* sp. y *M. tuxtlaense*.

La morfología de la primera larva de estas especies, entra perfectamente en la tipificación de las especies con desarrollo parcialmente abreviado descrito por Jalihal *et al.* (1993).

Por otra parte *M. vicconi* muestra un mayor grado de desarrollo ya que presenta en su primera etapa larval un rostro dentado, el aparato bucal, los pereiópodos y pleópodos más desarrollados y parece tener mas semejanza con las especies con un desarrollo completamente abreviado (Pereira *et al.*, 1995; Signoret *et al.*, 2000; Álvarez *et al.*, 2002).

El segundo estadio de *Macrobrachium* sp. presenta ciertas diferencias con las otras especies del género con este tipo de desarrollo, estas diferencias se reducen al número de dientes rostrales, el tamaño de las larvas, el pedúnculo antenular, número de cerdas en el segundo maxilípodo y el número de cerdas del margen posterior del telson (Cuadro 3). A diferencia de *Macrobrachium* sp., *M. vicconi*, *M. tuxtlaense*, *M. reyesi* y *M. petronioi* presentan un mayor grado de desarrollo del segundo par de pereiópodos, lo que los faculta para ser capaces de alimentarse; sin embargo, Jalihal *et al.* (1993) mencionan que estos organismos se alimentan hasta alcanzar la etapa juvenil, debido a que el tiempo que pasan en la etapa larval es muy corto. No obstante, algunas de estas especies atraviesan por más de 3 estadios y el periodo de desarrollo se puede extender por más de 20 días, por lo tanto algunas comienzan a alimentarse a partir del segundo estadio, este es el caso de *M. tuxtlaense* y *M. australiense* entre otras (Fielder, 1970; Pereira, 1995; Graça *et al.*, 1999; Signoret *et al.*, 2000; Álvarez *et al.*, 2002).

La morfología del tercer, cuarto y quinto estadios de *Macrobrachium* sp. es muy parecida a la morfología en estas etapas en el desarrollo de *M. tuxtlaense* (Cuadro 3). Solo difieren en el tamaño de la larva, el número de dientes en el margen dorsal, el número de cerdas en el margen posterior del telson y pequeñas diferencias en los maxilípedos y mandíbula. *Macrobrachium* sp. muestra también muchas afinidades morfológicas con las especies sudamericanas *M. petronioi* y *M. iheringi* (Bueno, 1995; Graça *et al.*, 1999); para esta última especie brasileña al cuarto y quinto estadios se les denomina primer y segundo estadio juvenil, similar a la especie mexicana *M. vicconi*, para quien la etapa juvenil empieza en el cuarto estadio, a pesar de que todavía no presenta el telson totalmente desarrollado y los urópodos todavía son visiblemente rudimentarios (Signoret *et al.*, 2000).

Las diferencias en la adjudicación de los nombres de cada una de las etapas larvales, en algunas ocasiones depende de las características que el autor considere que entran dentro de la etapa en cuestión. En este estudio se consideró que el estadio juvenil se presentó cuando todas las larvas presentaron características muy similares al adulto a excepción del tamaño, el telson con dos pares de espinas en la parte dorsal, los urópodos completamente desarrollados, el aparato bucal, los pereiópodos y pleópodos funcionales, en la mayoría de los casos el palpo mandibular no está presente en el estadio juvenil (Pereira *et al.*, 1995 Álvarez *et al.*, 2002).

Comparación del desarrollo larval de *Macrobrachium* sp. con otros palemónidos

El tamaño y número de los huevos de *Macrobrachium* sp. es similar al de otras especies americanas con desarrollo abreviado como *M. tuxtlaense*, *M. vicconi*, *M. reyesi*, *M. iheringi*, *M. Ferreira* y *M. nattereri* (Cuadros 2 y 5), es muy distinto al tamaño y número de los huevos que presentan las especies con desarrollo extendido o normal (Cuadro 4). como *M. acanthurus*, *M. tenellum* y *M. americanum*. Esto se debe a que el tamaño y número de los huevos está relacionado con el hábitat que ocupan los organismos, ya que para el género *Macrobrachium* en un hábitat marino o estuarino los huevos serán de menor tamaño y el número se incrementará y en un ambiente estrictamente dulceacuícola serán pocos huevos de gran tamaño (Williamson, 1972; Mashiko, 1990; Jalihal *et al.*, 1993).

El tamaño de las larvas de *Macrobrachium* sp. en su primer estadio fue menor al de las otras especies americanas con desarrollo abreviado (Cuadros 1 y 3), con excepción de *M. iheringi* que presentó una larva menor a la de *Macrobrachium* sp., a pesar de que el huevo fue del mismo tamaño.

Si comparamos los tamaños de las larvas de *Macrobrachium* sp. (5.26mm) y de *M. iheringi* (4.7mm), con las larvas de las especies con desarrollo extendido (1.5 mm), la diferencia de tamaños es notable (Cuadro 4). Esta diferencia se debe a que el tiempo de incubación en la mayoría de las especies con desarrollo abreviado es más prolongado y por lo tanto alcanzan un mayor grado de desarrollo en el periodo embrionario (Fielder, 1970; Jalihal *et al.*, 1993).

Según Jalihal *et al.* (1993) el incremento del tamaño de los huevos, el decremento en el número de los mismos, el grado de desarrollo con que eclosionan las larva y el hecho de no necesitar salinidad para completar el desarrollo larval, son estrategias utilizadas por las especies con desarrollo abreviado como *Macrobrachium* sp. para establecerse en un hábitat estrictamente dulceacuícola, respondiendo así a las presiones de selección a las que se encuentran expuestos en esta clase de ambientes

Aportación al conocimiento de la biología de *Macrobrachium* sp.

Existen reportadas más de 30 especies del género *Macrobrachium* con desarrollo abreviado para Sudamérica (Bueno, 1995; Pereira, 1995; Graça, 1999) y hasta el momento solo se han descrito 2 especies para México (Signoret *et al.*, 2000; Álvarez *et al.*, 2002), todas estas especies poseen las características descritas por Jalihal *et al.* (1993) para considerar que presentan desarrollo abreviado.

Por otra parte algunos autores plantean que el género *Macrobrachium*, pudo tener su origen en un ancestro marino del Pleistoceno temprano y a partir de ese momento haber ocupado casi toda clase de cuerpos de agua (Jalihal *et al.*, 1993; Pereira *et al.*, 1995), pero la ocupación de los medios estrictamente dulceacuícolas es mas reciente, en el Mioceno temprano (Villalobos, 1982; Malgalhaes, 1988).

Estos autores sugieren que el origen del desarrollo abreviado es un fenómeno de convergencia múltiple sobre el nivel de género, debida a

presiones provocadas por ambientes pobres en plancton (Malgalhaes, 1988; Jalihal *et al.*, 1993), por lo tanto se asume que el desarrollo abreviado es una condición derivada del desarrollo extendido o normal.

Por otra parte, Pereira (1995) postula que el desarrollo abreviado puede considerarse como un carácter plesiomórfico, dado que existen palemónidos primitivos como los géneros de la familia Euryrhynchidae, *Troglocubanus*, *Palemonetes* primitivo y *Pseudopalaemon* que presentan desarrollo de tipo abreviado. Pereira (1995) argumenta que es más probable que el desarrollo abreviado pudo haberse originado debido a eventos evolutivos ocurridos en los orígenes de la familia Palaemonidae, que atribuir este carácter a un fenómeno de convergencia múltiple sobre el nivel de género; sin embargo, no postula una hipótesis evolutiva del posible origen de este patrón de desarrollo y tampoco sugiere cual sería la relación y en que momento surgiría el tipo de desarrollo extendido o normal.

Estas dos hipótesis evolutivas acerca del origen del desarrollo abreviado, nos hacen suponer que es mucho lo que se desconoce sobre los eventos evolutivos que han dado origen a los diferentes tipos de desarrollo que se conocen dentro del género. Por lo que el conocimiento de aspectos básicos de la ontogenia de *Macrobrachium* sp. puede ayudar a entender mejor las relaciones filogenéticas que se presentan en este grupo.

Cuadro 2. Diferencias de los tamaños y fecundidad de las hembras de las 3 especies epígeas mexicanas con desarrollo abreviado, así como el número de los estadios larvales y la duración de los mismos

Características	<i>Macrobrachium</i> sp.	<i>M. vicconi</i> (Roman, 2000)	<i>M. tuxtlaense</i> (Villalobos y Álvarez, 1999)
Tamaño de la hembra ovígera	35.1mm	32.2-46.6mm	35 ±2 mm
Tamaño de huevos	2.26mm x 1.86mm	2.4±.02mm	2.23x 1.53mm
Fecundidad	6 - 21 huevos	20-25 huevos	2 - 20 huevos
No. de estadios larvales	5 estadios larvales	3 estadios larvales y 1 juvenil	5 estadios larvales
Duración de desarrollo	21 - 33 días	18 - 29 días	41-47 días

Cuadro 3. Muestra las diferencias morfológicas que presentan las 3 especies epígeas reportadas para México durante su desarrollo larval.

Estructura	<i>Macrobrachium</i> sp.	<i>M. vicconi</i>	<i>M. tuxtlaense</i>
Estadio larval I			
Longitud total	LT= 5.26 mm	LT= 7.2 mm	LT= 7 mm
Rostro	No dentado	Dentado con 1-2 dientes, margen dorsal. Margen ventral liso	No dentado
Caparazón	Espinas antenal y hepática presentes	Espinas antenal y hepática presentes	Espinas antenal y hepática presentes
Ojos	sésiles con pedúnculo corto	sésiles	sésiles
Antena	Birrámea, con la base trisegmentada	Birrámea, con la base no segmentado	Birrámea, con la base trisegmentada
Anténula	Pedúnculo no articulado, 2 flagelos el externo con 3 cerdas plumosas	Pedúnculo articulado, 2 flagelos el externo con 5 cerdas plumosas	Pedúnculo no articulado, 2 flagelos el externo con 4 cerdas plumosas
Mandíbula	Sin palpo	Sin palpo	Sin palpo
Maxílula	enditos y palpo desarrollados	Uniramea sin palpo	enditos y palpo desarrollados
Maxila	enditos y palpo desarrollados escafognatito con 36-37 cerdas plumosas	Con primordios de los dos enditos, sin palpo y con numero no reportado de cerdas plumosas	enditos y palpo desarrollados escafognatito con 42 cerdas plumosas
Maxilípedos 1,2 y 3	Birrámeos	Birrámeos	Birrámeos
Abdomen	6 somitas	6 somitas	6 somitas
Pereiópodos	5 no funcionales y desarrollados, 1-2 quelados.	5 no funcionales y desarrollados, 1-2 quelados	5 no funcionales y desarrollados, 1-2 quelados

Pleópodos	5 Funcionales y desarrollados	5 Funcionales y desarrollados	5 Funcionales y desarrollados
Telson	Forma de abanico con 28-29 cerdas plumosas en el margen posterior	Forma de abanico con 28 cerdas plumosas en el margen posterior	Forma de abanico con 32-34 cerdas plumosas en el margen posterior
Estadio larval II			
Longitud total	LT= 5.41 mm	LT= 7.5 mm	LT= 7.3mm
Rostro	Margen dorsal con 6 dientes. Margen ventral liso	Dentado con 8-9 dientes, margen dorsal. Margen ventral con 1 diente	Margen dorsal con 7 dientes. Margen ventral liso
Ojos	Pedúnculo articulado	Pedúnculo articulado	Pedúnculo articulado
Anténula	Pedúnculo trisegmentado. Sin espina en la superficie del segmento basal. Flagelo externo se divide en el primer segmento	Presenta el pedúnculo trisegmentado	Pedúnculo trisegmentado. Espina en la superficie del segmento basal. Flagelo externo se divide en el segundo segmento
Mandíbula	Sin palpo. Proceso incisivo con 3 dientes, proceso molar con 4 proyecciones redondas	Sin palpo proceso incisivo y molar fusionados	Sin palpo. Proceso incisivo con 3 dientes, proceso molar con 3 proyecciones redondas
Maxílula	Enditos y palpo desprovistos de cerdas	Igual al estadio anterior	Enditos y palpo desprovistos de cerdas
Maxila	Enditos y palpo mas desarrollados	Igual al estadio anterior	Enditos y palpo mas desarrollados
Segundo Maxilípodo	Desprovisto de cerdas en el endopodito	Igual al estadio anterior	Con cerdas en el endopodito
Tercer Maxilípodo	Exopodito 4 cerdas apicales	Igual al estadio anterior	Exopodito 5 cerdas apicales
Pereiópodos	5 desarrollados, dos primeros pares quelados pero no funcionales	5 funcionales	5 funcionales

Pleópodos	5 funcionales	5 funcionales	5 funcionales
Telson	Forma de abanico con 28-29 cerdas plumosas en el margen posterior	Forma de abanico con 28 cerdas plumosas en el margen posterior	Forma de abanico con 32-35 cerdas plumosas en el margen posterior
Urópodos	Ausentes	Primordios de los urópodos	Ausentes
Estadio larval III			
Longitud total	LT=5.74mm	LT= 8 mm	LT=7.3 mm
Rostró	Margen dorsal con 7 dientes. Margen ventral con 1 diente	Margen dorsal con 8-9 dientes. Margen ventral con 1 diente	Margen dorsal con 7-8 dientes. Margen ventral liso
Caparazón	Espina antenal no sobrepasa el margen del caparazón	Igual al estadio anterior	Espina antenal sobrepasa el margen del caparazón
Anténula	Estilocerito con cerdas en el margen externo	Igual al estadio anterior	Estilocerito desprovisto de cerdas en el margen externo
Mandíbula	Sin palpo. Proceso incisivo 3 dientes y molar con 4 proyecciones	Sin palpo .Proceso molar e incisivo no están bien definidos.	Sin palpo. Proceso incisivo 3 dientes y molar con 4 proyecciones
Tercer Maxilípodo	Endopodito trisegmentado, con los segmentos provistos de cerdas en la superficie, bordes externos e internos	Igual al estadio anterior	Endopodito trisegmentado, con los segmentos desprovistos de cerdas en la superficie y internos
Telson	Margen posterior redondeado con 28-30 cerdas plumosas	Forma de abanico con mas cerdas plumosas en el margen posterior que en el estadio anterior sin los urópodos completamente desarrollados	Margen posterior redondeado con 36 cerdas plumosas en el margen posterior

IZT.



	Presentes y desarrollados	Presentes como primordios	Presentes y desarrollados
Urópodos	Presentes y desarrollados	Presentes como primordios	Presentes y desarrollados
Estadio larval IV		JUVENIL	Estadio larval II
Longitud total	LT= 6.1 mm	LT= 9 mm	LT=7.6mm
Rostro	Margen dorsal con 7-8 dientes. Margen ventral con 1 diente	Margen dorsal con 8-9 dientes. Margen ventral con 1 diente	Margen dorsal con 7-9 dientes. Margen ventral liso
Tercer Maxilípodo	Endopodito trisegmentado, con los segmentos provistos de cerdas en la superficie, bordes externos e internos	Igual al estadio anterior	Endopodito trisegmentado, con los segmentos desprovistos de cerdas en la superficie y internos
Telson	Forma rectangular, margen posterior redondeado con 20-22 cerdas plumosas	Forma rectangular, margen posterior redondeado con 18 cerdas plumosas	Forma rectangular, margen posterior redondeado con 15-19 cerdas plumosas
Urópodos	Completamente desarrollados	Completamente desarrollados	Completamente desarrollados
Estadio larval V			
Longitud total	LT=6.4 mm		LT= 8.5 mm
		No descrito	
Características	<i>Macrobrachium sp</i>	<i>M. vicconi</i>	<i>M. tuxtlaense</i>
Cambios	Mas segmentos en flagelo antenular, antena hepática sobrepasa el borde del margen de caparazón, cambios en la forma del margen de las ultimas pleuras		Mas segmentos en flagelo antenular y esta dividido pasan do el tercer segmento ,

Cuadro 4. Muestra las características de los diferentes tipos de desarrollo del género *Macrobrachium*. Tomado de (Jalihal *et al.*, 1993).

TIPOS DE DESARROLLO LARVAL

Características	Tipo I: Prolongado/normal			Tipo II: Parcialmente abreviado		Tipo III: Completamente abreviado
	Grupo I-A: Con más de 10 estadios larvales	Grupo I-B: Con menos de 10 estadios larvales	Grupo II-A: Con 3 estadios larvales	Grupo II-B: Con 2 estadios larvales	Con solo un estadio larval	
I) Huevos						
A) Tamaño (mm)	0.40 a .65 x 0.55 a 0.95	0.70 a .90 x .80 a 1.20	0.80 a 1.40 x 1.0 a 1.90	1.30 a 1.70 x 1.60 a 2.35	1.45 a 1.70 x 1.80 a 2.40	
B) Fecundidad	400 a 150000	125 a 300	50 a 275	15 a 116	25 a 105	
C) Color	Café en su mayoría	verdoso	Grisáceo	¿?	Café	
II) Larvas						
A) Primer zoea						
1. tamaño (mm)	1.70 a 2.50	3.30 a 3.80	3.15 a 4.90	4.7a 4.92	6.8	
2. Rostro	Desnudo	Desnudo	Desnudo	Desnudo	Dentado	
3. Ojos	Sésil	Sésil	Sésil	Sésil	Sésil	
4. Pereiopodos	Solo 1 y 2 representados como brote	1,2,3,4 y 5 siempre presentes	los 5 pares presentes representados forma birrámea o unirrámea.	los 5 pares presentes representados en forma unirrámea no funcional	los 5 pares presentes en forma unirrámea completamente desarrollados.	
5. Pleopodos	Ausente	Ausente	Brotos birrámeos	bien desarrollados, con cerdas	Desarrollados , con cerdas y funcionales	

TIPOS DE DESARROLLO LARVAL

	Tipo I: Prolongado/normal		Tipo II: Parcialmente abreviado		Tipo III: Completamente abreviado
	Grupo I-A: Con más de 10 estadios larvales	Grupo I-B: Con menos de 10 estadios larvales	Grupo II-A: Con 3 estadios larvales	Grupo II-B: Con 2 estadios larvales	
Características	Grupo I-A: Con más de 10 estadios larvales	Grupo I-B: Con menos de 10 estadios larvales	Grupo II-A: Con 3 estadios larvales	Grupo II-B: Con 2 estadios larvales	Con solo un estadio larval
6. Telson a) forma b) fórmula del proceso	Triangular 7+7(=14)	Triangular 7+7(=14)	Triangular, forma de abanico 7+7(=14) ó 18 a 28	Forma de abanico 33 a 35	Forma redonda 22 a 24
7. Realmente se alimentan	NO	NO	NO	NO	SI
B) Segunda Zoa 1. Espina Supraorbital	Presente	Presente	Presente	Presente	Ausente
III) Desarrollo larval A) Numero de estadios larvales	10-12 estadios (23-30 mudas)	8 en condiciones de salinidad normales	3 estadios larvales	2 estadios larvales	1 estadio larvales

TIPOS DE DESARROLLO LARVAL

	Tipo I: Prolongado/normal		Tipo II: Parcialmente abreviado		Tipo III: Completamente abreviado
	Grupo I-A: Con más de 10 estadios larvales	Grupo I-B: Con menos de 10 estadios larvales	Grupo II-A: Con 3 estadios larvales	Grupo II-B: Con 2 estadios larvales	Con solo un estadio larval
B) Salinidad	8.0 a 35.5	1.0 a 13.0	No necesaria	No necesaria	No necesaria
C) Alimento sugerido	Larvas nauplios de <i>Artemia</i> .	Larvas nauplios de <i>Artemia</i> .	No necesario	No necesario	No necesario
D) Duración aproximada del desarrollo	15 - 90 días	16 - 21 días	4 - 11 días	1 - 2 días	3 - 4 días
IV) Adultos	50 a 320 mm	25 a 55mm	25 a 70 mm	25-45 mm	30 -65mm
A) Rango de tamaño (mm)	Estuarios y desembocaduras de ríos	Río arriba	Ríos sin conexión al mar	Nacientes de ríos	Nacientes de ríos
B) Hábitat					

Cuadro 5. Comparación del tamaño de los huevos y la fertilidad de las hembras de algunas especies americanas con desarrollo abreviado.
*Presente trabajo *Macrobrachium* sp.

Especies	Tamaño del huevo (mm)	No. De huevos	Localidad
* <i>Macrobrachium</i> sp	2.2 x 1.86	6 - 21	América del Norte
<i>Macrobrachium tuxtlaense</i> Álvarez y Villalobos, 1999	2.23 x 1.53	2 - 20	América del Norte
<i>Macrobrachium vicconi</i> Roman 2000	2.5	20-25	América del Norte
<i>Macrobrachium borelli</i> (Nobili, 1896)	1.6	120	Sudamérica
<i>Macrobrachium brasiliense</i> (Heller, 1862)	2.0 x 1.5	64	Sudamérica
<i>Macrobrachium cortezi</i> Rodríguez, 1982	2.5 x 1.5	30	Sudamérica
<i>Macrobrachium ferrierai</i> Kensley & Walker, 1982	36 x 24	25-35	Sudamérica
<i>Macrobrachium iheringi</i> (Ortman, 1897)	2.2 x 1.6	20-80	Sudamérica
<i>Macrobrachium nattereri</i> (Heller, 1862)	2.5 x 2.1	150	Sudamérica
<i>Macrobrachium reyesi</i> Pereira, 1986	2.0 x 2.2	15-25	Sudamérica
<i>Macrobrachium rodriguezii</i> Pereira, 1986	1.3	22	Sudamérica

Conclusiones

- Con base en las características; tamaño y número de huevos por hembra, grado de desarrollo de las larvas en el momento de la eclosión y el número de etapas larvales, se considera que *Macrobrachium* sp. presenta un desarrollo larval de tipo Parcialmente abreviado.
- El tiempo de incubación de *Macrobrachium* sp. en condiciones de laboratorio fue de 60 días, periodo similar al de otras especies de este género con el mismo tipo de desarrollo.
- *Macrobrachium* sp. presentó 5 estadios larvales antes de obtener las características de un organismo juvenil, similar a *M. tuxtlaense*, otra especie mexicana con desarrollo de tipo parcialmente abreviado.
- Los intervalos de las etapas larvales obtenidas en condiciones de laboratorio para *Macrobrachium* sp. fueron: estadio I de 2 a 3 días; estadio II de 3 a 6 días; estadio III de 4 a 6 días, estadio IV de 7 a 9 y el estadio V de 7 a 10. La duración de estos estadios fue similar a la reportada para *M. tuxtlaense* y *M. reyesi*.
- Los caracteres morfológicos observados durante el desarrollo larval de *Macrobrachium* sp. sugieren una mayor afinidad con las especies mexicanas de *M. tuxtlaense* y *M. vicconi* y con las sudamericanas *M. pretonioi* y *M. reyesi*. que con otras especies del grupo.

Literatura citada

- Álvarez, F., J. L. Villalobos y R. Robles. 2002. Abbreviated larval development of *Macrobrachium tuxtlaense* Villalobos and Alvarez, 1999 reared in the laboratory. *Crustaceana* 75(5):717-730.
- Bueno, S. S. 1995. Abbreviated larval development of the freshwater prawn, *Macrobrachium iheringi* (Ortmann, 1897) (Decapada, Palaemonidae) reared in the laboratory. *Crustaceana* 68 (6):665-686.
- Cabrera, A., Jiménez, C. Martínez. 1979. Fecundidad y cultivo de *Macrobrachium tenellum* (Smith) en el laboratorio. *Anales del Instituto de Biología, UNAM. México* 50. Serie Zoología (1):127-152.
- Camacho, M. E., F. Álvarez y J. L. Villalobos. 1997. Palaemonidae (camarones de agua dulce, langostinos).-En: E. González Soriano, R. Dirzo, and R. C. Vogt, eds., *Historia Natural de los Tuxtlas*. 433-438 pp. Instituto de Biología-UNAM, Instituto de Ecología-UNAM y CONABIO, México D.F.
- Choudury, P. C. 1970. Complete larval development of the palaemonid shrimp *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann), reared in the laboratory. *Crustaceana* 18(2):55-61.
- Choudury, P. C. 1971. Laboratory rearing of larvae of palaemonid shrimp *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann), reared in the laboratory. *Crustaceana* 21 (2):113-120.

- Dobkin, S. 1974. A contribution to the knowledge of the larval development of *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1983) (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana* 21(3):7-294.
- Fielder, D. R. 1970. The larval development of *Macrobrachium australiense* Holthuis, 1950 (Decapoda, Palaemonidae) reared in the laboratory. *Crustaceana* 18:60-74.
- Figueroa, L. G. 1994. Aspectos básicos para el cultivo de larvas del langostino nativo *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). Tesis de Maestría. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. IPN. 50 pp.
- Graça, M., A. L. Brossi. 1999. Postembryonic development of *Macrobrachium petronioi* (Caridea, Palaemonidae) in the laboratory. *Journal of Crustacean Biology* 19(3):633-642.
- Granados, B. A. 1982. Biología, ecología y pesquería de los langostinos de México. *Memorias VI Congreso Nacional de Zoología, Mazatlán, Sinaloa*, 12-32.
- Greenwood, J. G., D. R. Fielder y M. J. Thorne. 1976. The larval life history of *Macrobrachium novae-hollandiae* (Decapoda, Palaemonidae), reared in the laboratory. *Crustaceana* 30(3):253-286.
- Guest, W. C. 1979. Laboratory life history of the palaemonid shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana* 37: 141-152.
- Holtschmit, K., y E. Pfeiler. 1984. Effect of salinity on survival and development of larvae and postlarvae of *Macrobrachium americanum* Bate (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana* 46(1):23-28.

- Holthuis, L. B. 1952. A general revision of the Palaemonidae (Crustácea, Decápoda, Natantia) of the Americas. II. Subfamily Palaemonidae.-Allan Hancock Foundation Publications. Occasional Paper 12, University of Southern California 12:1-396.
- Holthuis, L. B. 1955. The recent genera of the caridean and stenopodidean shrimps (Crustacea, Decapoda, Natantia) with keys of their determination. Zoologische Verhandlungen Uitgegeven door het Rijksmuseum van Natuurlike Historie te Leiden 26:1-147.
- Jalihal, D. R., K. N. Sankolli y S. Shenoy. 1993. Evolution of larval development patterns and the process of freshwaterization in the prawn genus *Macrobrachium* Bate, 1868 (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana* 65: 365-376.
- Karl-Hheinz, H. y E. Pfeiler. 1984. Effect of salinity on survival and development of larvae and post larvae of *Macrobrachium americanum* Bate (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana* 46:23-28.
- Lewis, J. B. y J. Ward. 1965. Developmental stages of the palaemonid shrimp *Macrobrachium carcinus* (L.). *Crustaceana* 9 (2): 137-148.
- Magalhaes, C., y I. Walker. 1988. Larval development and ecological distribution of central Amazonian palaemonid shrimps (Decapoda, Caridea). *Crustaceana* 55:279-292.
- Mashiko, K. 1990. Diversified egg and clutch sizes among local populations of the fresh-water prawn *Macrobrachium nipponense* (De haan) *Journal of Crustacean Biology* 10(2): 306-314.
- Pereira, G. 1986. Freshwater shrimps from Venezuela I: seven new species of Palaemoninae (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 106:339-345.

- Pereira, G. A. y J. V. García. 1995. Larval development of *Macrobrachium reyesi* Pereira (Decapoda: Palaemonidae) with a discussion on the origin of abbreviated development in Palaemonids. *Journal of Crustaceana Biology* 15: 117-133.
- Rojas, Y. R. 1998. Revisión taxonómica de ocho especies del género *Procambarus* (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) del centro de Veracruz, México. Tesis. Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. 158 pp.
- Roman, R., A. L. Ortega, y L. M. Mejía. 2000. *Macrobrachium vicconi*, new species, a fresh-water shrimp from a rain forest in southeast Mexico, and comparison with congeners (Decapoda, Palaemonidae). *Journal of Crustacean Biology*. 20(1): 186-194.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México, 432pp.
- Shokita, S. 1973. Abbreviated larval development of the fresh-water prawn *Macrobrachium shokitai* Fujino et Baba (Decapoda, Palaemonidae) from Iriomote Island. *Annotationes Zoologicae Japonenses* 46(2):111-126.
- Signoret, G. A. L. Ortega y D. Brailovsky. 2000. Partially abbreviated larval development in an underscribed species of the genus *Macrobrachium* from Chiapas, México.-*In*: Proceedings and abstracts of the 4th International Crustacean Congress. P. 188 Amsterdam, The Netherlands 20-24 July 1998.
- Samuel, S. C., C. Chong y H. W. Khoo. 1987. The abbreviated larval development of the freshwater prawn, *Macrobrachium malayanum* (Roux,1934) (Decapoda, Palaemonidae) reared in laboratory. *Crustaceana* 53(1): 31-42.

- Villalobos, F. A. 1967 Estudio de los Palaemonidae de México. I. *Macrobrachium acanthochirus* n. sp., del Suroeste de México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ser. Hidrobiología 37: 167-173.
- Villalobos, F. A. 1982. Decapoda (215-239p.) En: Hulbert, S. H. y A. Villalobos, F. (Eds.), Aquatic Biota of Mexico, Central America and West Indies, San Diego State University, San Diego, California 529 pp.
- Villalobos-Hiriart J. L. y F. Álvarez. 1999. A new species of *Macrobrachium* (Crustacea, Decápoda, Palaemonidae), with abbreviated development, from Veracruz, Mexico. Proceedings of the Biological Society of Washington 112(4):746-753.
- Villalobos-Hiriart, J. L., A. Cantú-Díaz Barriga y E. Lira - Fernández. 1993. Los crustáceos de agua dulce de México.-Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, volumen especial, 44:267-290.
- Williamson, D. I. 1972 Larval development in a marine and fresh water species of *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae). Crustaceana 23:282-298.
- Wong T. y T. Joseph. 1989. Abbreviated larval development of *Macrobrachium hainanense* (Parisi, 1919) reared in the laboratory (Decapoda, Caridea, Palaemonidae). Crustaceana 56:19-30.