

MANUAL

PARA LA IDENTIFICACIÓN DE
ESTADIOS LARVALES DEL
CAMARÓN BLANCO DEL PACÍFICO
Litopenaeus vannamei.



Autores:

Ernesto Goytortúa Bores

Karla Andrade Vizcaino

Marco Antonio Cadena Roa †

Roberto Civera Cerecedo



MANUAL

PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ESTADIOS LARVALES DEL CAMARÓN BLANCO DEL PACÍFICO *Litopenaeus vannamei*.

Ernesto Goytortúa Bores, Karla Andrade Vizcaíno,
Marco Antonio Cadena Roa†, Roberto Civera Cerecedo

Laboratorio de Nutrición Acuícola, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
Becaria CONACYT, Posgrado en Ciencias Marinas y Costeras, Universidad Autónoma de Baja California Sur.
Departamento de Ingeniería en Pesquerías, Universidad Autónoma de Baja California Sur.

MANUAL

PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ESTADIOS LARVALES DEL CAMARÓN BLANCO DEL PACÍFICO

Litopenaeus vannamei.

El presente Manual fue elaborado en el Laboratorio de Nutrición Acuícola del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, B.C.S., con base a los resultados obtenidos durante el proyecto de investigación SEP-CONACYT No. 79047 “Evaluación de la ontogenia de enzimas digestivas, histología del aparato digestivo y la bioquímica de larvas y postlarvas tempranas del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* sometidas a diferentes regímenes de alimentación”.

Autores:

Ernesto Goytortúa Bores¹, Karla Andrade Vizcaíno²,
Marco Antonio Cadena Roa^{†3}, Roberto Civera Cerecedo¹

1. Laboratorio de Nutrición Acuícola, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
2. Becaria CONACYT, Posgrado en Ciencias Marinas y Costeras, Universidad Autónoma de Baja California Sur.
3. Departamento de Ingeniería en Pesquerías, Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Diseño editorial gráfico:

Gerardo Rafael Hernández García

D.R. ©2023. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

Mar Bermejo 195, Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, B.C.S., 23090, México.

Impreso en La Paz, B.C.S., abril de 2023.

ISBN: 978-607-7634-34-8

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Secretaría de Educación Pública (SEP) por el apoyo otorgado a través del proyecto No. 79047 “Evaluación de la ontogenia de enzimas digestivas, histología del aparato digestivo y la bioquímica de larvas y postlarvas tempranas del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* sometidas a diferentes regímenes de alimentación”.

A Gustavo Pineda Mahr, Carlos A. Pineda Mahr y Jesús Peiro López de la empresa Acuacultura Mahr S.A. de C.V., por las facilidades brindadas en sus instalaciones para realizar los cultivos larvarios.

Al personal de la empresa Acuacultura Mahr, Chava, Omar, Güero, Chuy, Rafa y Lucy por todo el apoyo brindado y conocimiento compartido.

A DG. Gerardo Hernández García por el diseño gráfico editorial para este manual.

CONTENIDO

Introducción	1
Etapa embrionaria	3
Etapa larvaria	4
Nauplios	4
Nauplio 1	5
Nauplio 2	8
Nauplio 3	10
Nauplio 4	13
Nauplio 5	15
Protozoa	17
Protozoa 1	17
Protozoa 2	22
Protozoa 3	24
Mysis	27
Mysis 1	27
Mysis 2	31
Mysis 3	34
Postlarva	39
Postlarva 1	40
Literatura consultada	43
Glosario	45

Introducción

La camaronicultura hoy en día provee alrededor del 70% del total de camarón producido en México siendo la industria pecuaria con mayor tasa de crecimiento desde hace unos años (aproximadamente entre 8 y 10% anual) y se estima que continuará con el mismo comportamiento por varios años más. La totalidad de los camarones sembrados provienen de laboratorios comerciales de producción. Gracias a la puesta en operación de estos laboratorios el abasto de larvas está cubierto, sin embargo, es importante mantener una producción de postlarvas consistente y de buena calidad.

La calidad de la postlarva se refiere al estado fisiológico y de salud que presentan los organismos, y normalmente está relacionada con la supervivencia y tasa de crecimiento durante su etapa larvaria y postlarvaria. Lograr producir postlarvas de calidad requiere la identificación de cada una de las etapas y estadios de desarrollo por las que pasan los organismos hasta alcanzar el estadio de postlarva. Esto es relevante debido a que cada proceso de muda que experimentan implica cambios morfológicos y fisiológicos. El tipo y tamaño de alimento está en función de la etapa y estadio de desarrollo en la que se encuentren los organismos debido a sus requerimientos nutricios y hábitos alimenticios.

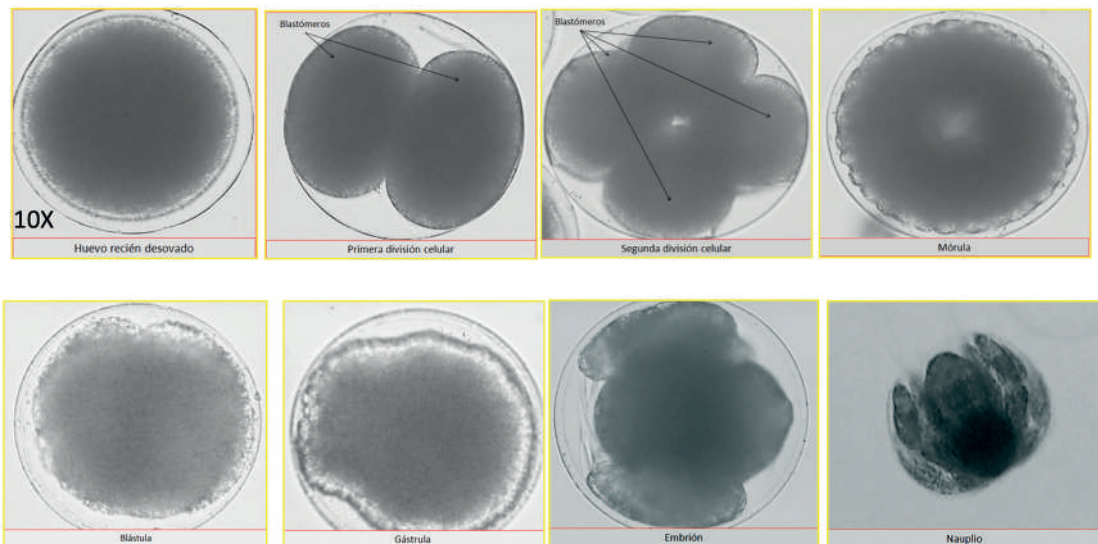
Una rutina diaria ineludible en un laboratorio comercial de producción de postlarvas de camarón es la identificación de la etapa y estadio de desarrollo en que se encuentran los organismos en producción. Sin embargo, cuando se empieza a trabajar con larvas puede ser difícil y/o tardado reconocer cada una de las etapas y estadios larvales. Es esto lo que nos motivó a elaborar este Manual con la finalidad de que facilite el reconocimiento e identificación oportuna de cada uno de estos estadios, y con ello el trabajo con larvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, con mucho la principal especie cultivada en el país.

En el presente Manual se describen con detalle las características anatómicas de la etapa embrionaria y de las etapas larvales: Etapa de Nauplios (Estadios N-1 a N-5), Etapa de Protozoeas (Estadios Z-1 a Z-3), y Etapa de Mysis (Estadios M-1 a M-3). La descripción de las Etapas y Estadios se basa principalmente en la publicación de Kitani (1986).



Etapa embrionaria

Una hembra grávida de camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei*, en función del tamaño, puede llegar a producir entre 50,000 y 500,000 huevos en un desove. El diámetro de los huevos antes de eclosionar varía entre 230 a 290 micrómetros (μm). Generalmente los desoves ocurren durante la noche o en las primeras horas del día. Cuando las condiciones se mantienen óptimas, con una temperatura alrededor de 28°C , los huevos fertilizados eclosionan en aproximadamente 13 a 18 horas. Al desovar se forma una corona alrededor del huevo mediante el desarrollo de la reacción cortical. Después de unos minutos, la corona desaparece, el citoplasma se separa de la membrana, y empieza la primera división celular, formándose dos blastómeros, luego 4, 8, 16, 32 y 64 blastómeros hasta formar una mórula; esto toma aproximadamente dos o tres horas. Sigue el proceso de gastrulación y empieza a desarrollarse el embrión. Aproximadamente 14 horas después del desove, el nauplio ya está formado y se mueve dentro del huevo y apoyando las anténulas sobre la superficie interna del corión logra romperlo utilizando las espinas de la furca caudal. Para mayor detalle consultar Hertzler (2005).





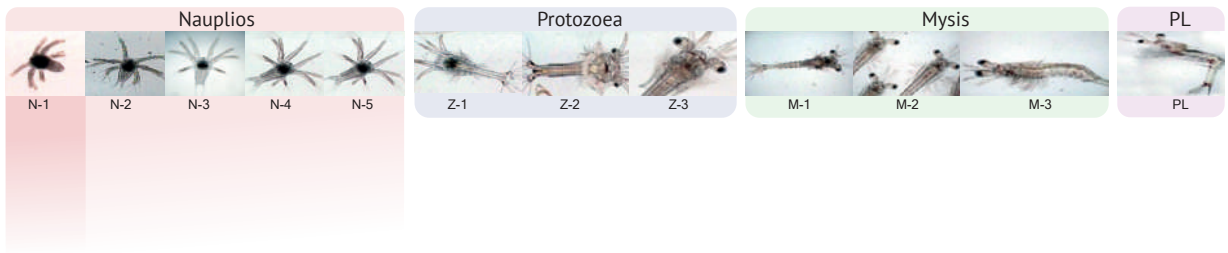
Etapa larvaria

1. Etapa de Nauplios

Durante esta etapa las larvas mudan cinco veces, aproximadamente cada siete horas. Cada una de estas mudas representa un estadio diferente. Existen laboratorios que reportan seis estadios naupliares, sin embargo, la mayor parte de ellos manejan cinco estadios para la especie *Litopenaeus vannamei* por lo que para el presente Manual se describen cinco estadios (N-1, N-2, N-3, N-4 Y N-5). La morfología del sexto estadio naupliar se puede consultar en el trabajo de Kitani (1986).

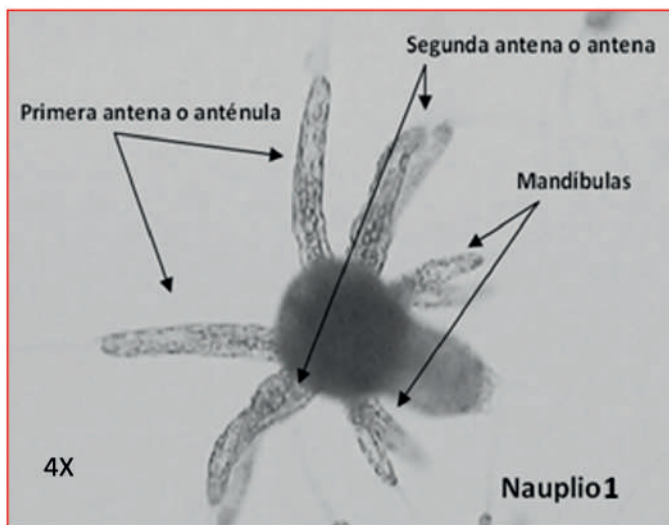
Presentan un nado intermitente, esto es, nada rápido una corta distancia y se detiene para luego volver a nadar. También son atraídas por la luz, lo que se conoce como fototropismo positivo. Este comportamiento es utilizado para seleccionar los nauplios más sanos, ya que una rápida atracción a la luz se considera que los organismos presentan buen estado de salud. Cuando están en reposo, los nauplios se suspenden en una posición horizontal con la parte dorsal del cuerpo hacia abajo y los apéndices inclinados hacia arriba.

Los nauplios tienen un cuerpo piriforme. Más grande en el extremo anterior, con tres pares de apéndices cefálicos: un par de anténulas, un par de antenas y un par de mandíbulas. Durante esta etapa no hay alimentación exógena ya que aún no se abre la boca ni el ano. Los nutrientes necesarios para su desarrollo provienen completamente de sus reservas contenidas en el saco vitelino.

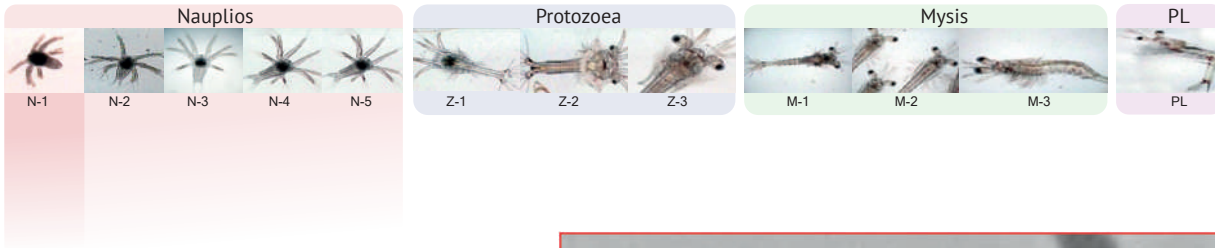


Nauplio 1

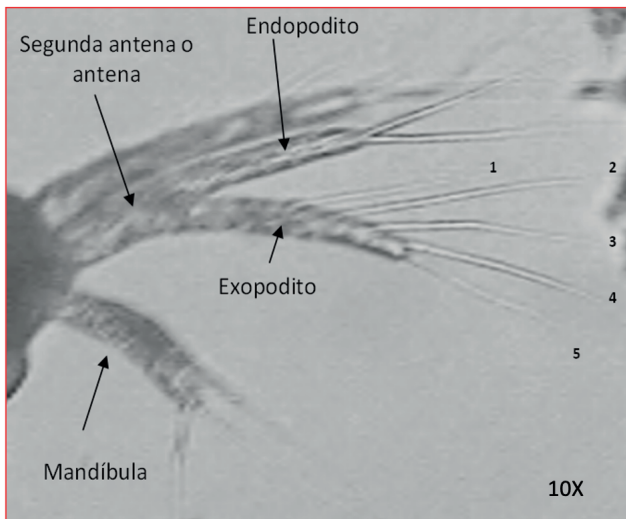
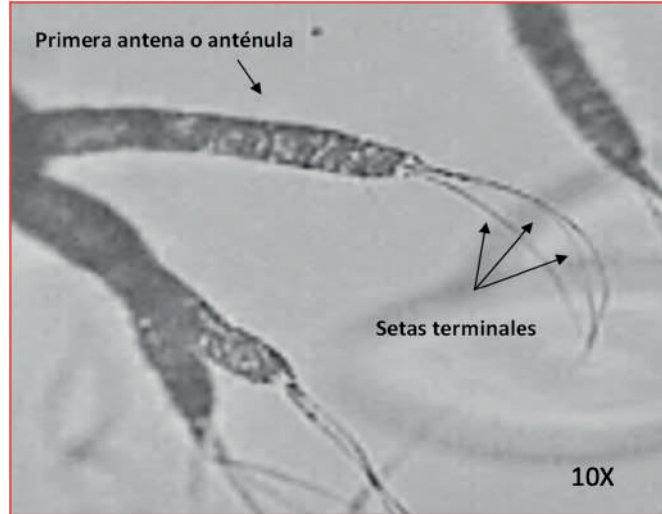
Los nauplios recién eclosionados presentan un aspecto rugoso con los apéndices frontales contraídos. Durante los primeros 30 minutos no nadan ni mueven sus apéndices, pero transcurrido este tiempo pueden nadar y lo hacen de forma intermitente, nadan brevemente y después paran. Este estadio dura aproximadamente 5 horas.



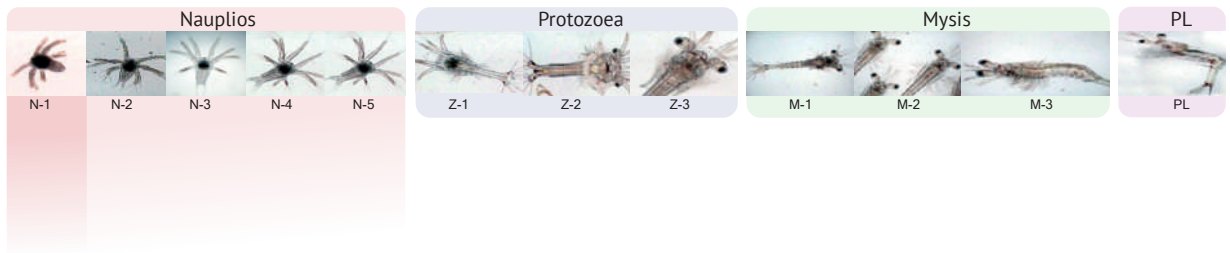
Presentan una longitud corporal de entre 0.31 y 0.40 mm y un ancho corporal de 0.19 mm. El cuerpo es piriforme cuya mitad anterior, con tres pares de apéndices, es algo más grande que la parte posterior. El par de apéndices anteriores (primeras antenas o anténulas) son unirrámeas mientras que el segundo y tercer par de apéndices (segundas antenas o antenas y mandíbulas) son birrámeas. Los apéndices presentan setas sin plumas.



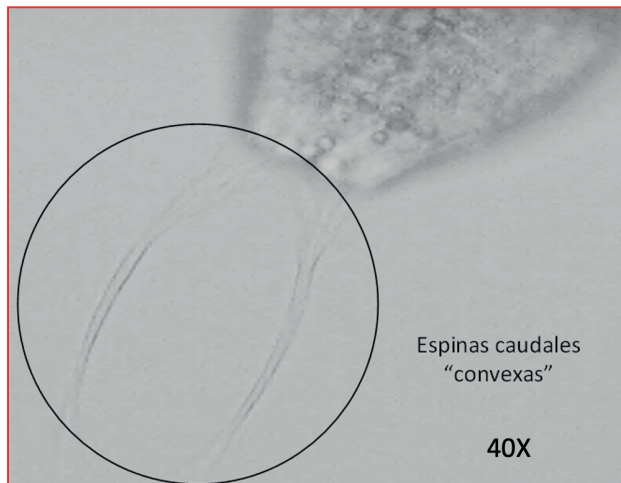
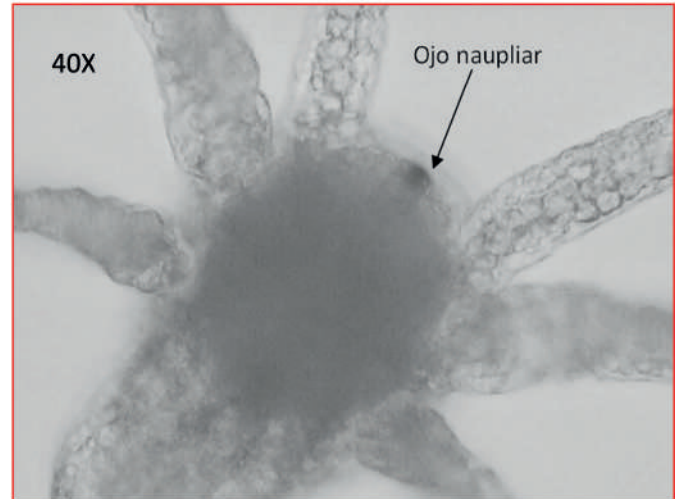
Las anténulas son estructuras que se proyectan desde la parte anterior del cuerpo, siendo las de los extremos las más desarrolladas.



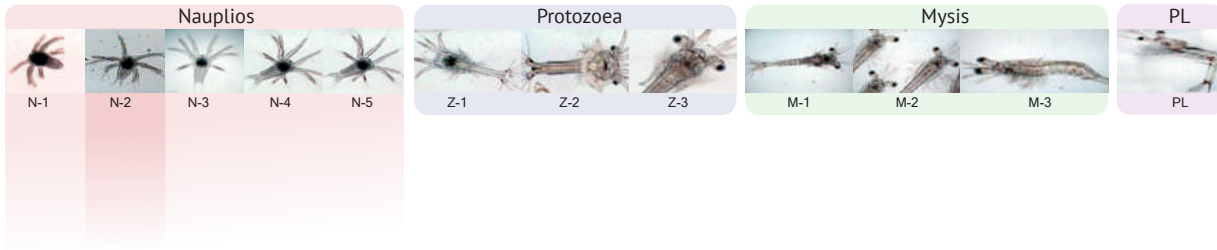
Las antenas se originan inmediatamente después de las anténulas y cada una está constituida por un endopodito que presenta cinco setas simples y un exopodito provisto también con cinco setas simples. El exopodito de la antena presenta 5 setas, 3 laterales largas y 2 terminales largas. A este exopodito se le adiciona una seta en cada muda, por lo que esto puede ser utilizado como referencia para la diferenciación entre los estadios naupliares. Las mandíbulas son más cortas que los apéndices anteriores y se originan en la región ventral media del cuerpo. Tanto el exopodito como el endopodito de cada mandíbula presentan tres setas



También presentan en la zona anterior cefálica un ojo naupliar (*ocelo*), un *labrum* en la superficie ventral, una protuberancia o escudo dorsal, una espina dorso-media pequeña y un par de espinas caudales.

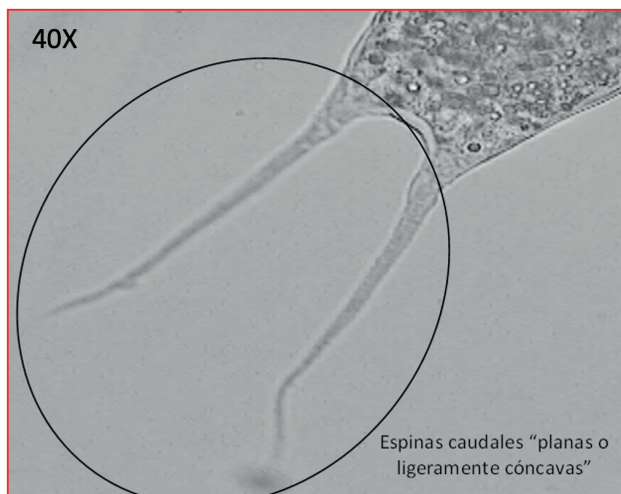
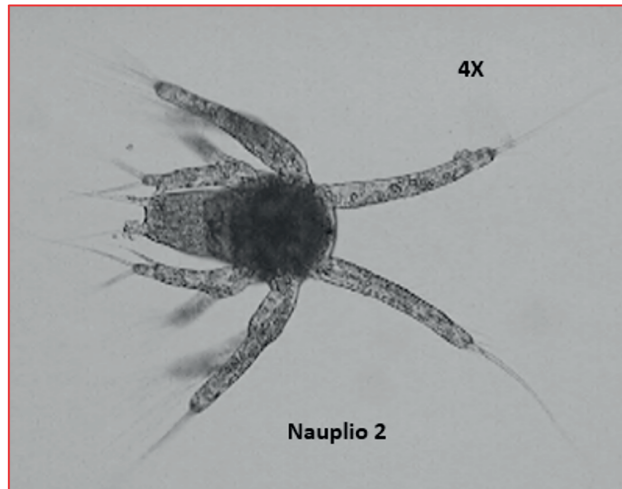


Las puntas de sus dos espinas caudales están ligeramente dobladas medialmente.

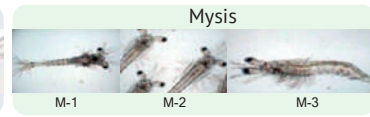
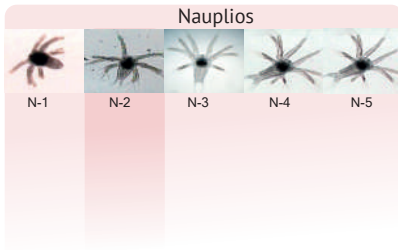


Nauplio 2

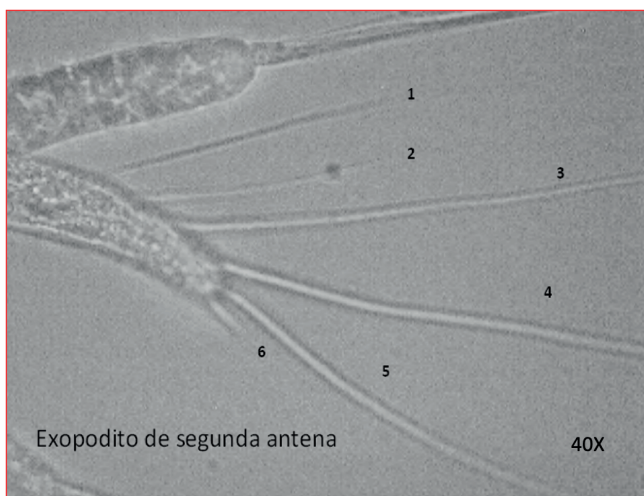
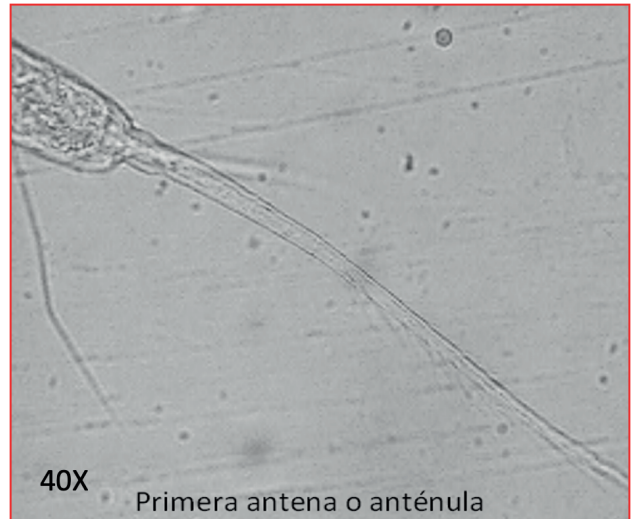
La longitud corporal es de 0.32 a 0.45 mm y la parte más ancha del cuerpo sigue midiendo aproximadamente 0.20 mm. La duración promedio de esta etapa es de cinco horas. La forma del cuerpo es muy similar al estadio anterior sin embargo en éste se pueden distinguir la presencia de plumas en las setas más largas de cada apéndice.



La espina dorso-medial desaparece. Las setas caudales con sétulas se flexionan en dirección lateral



La anténula, presenta una seta terminal larga y una moderada.

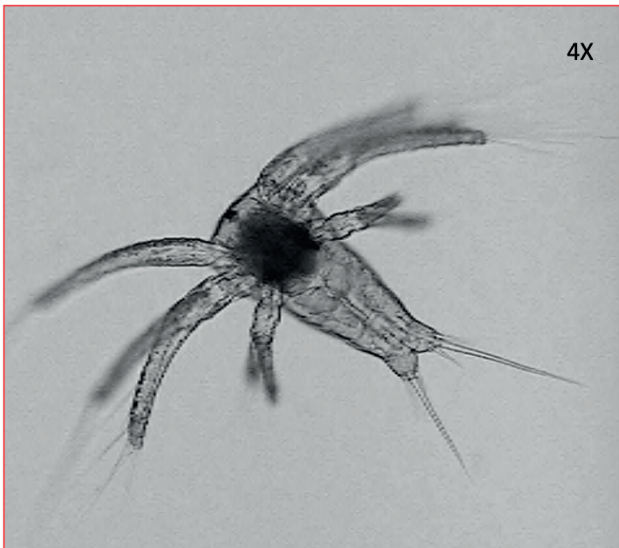
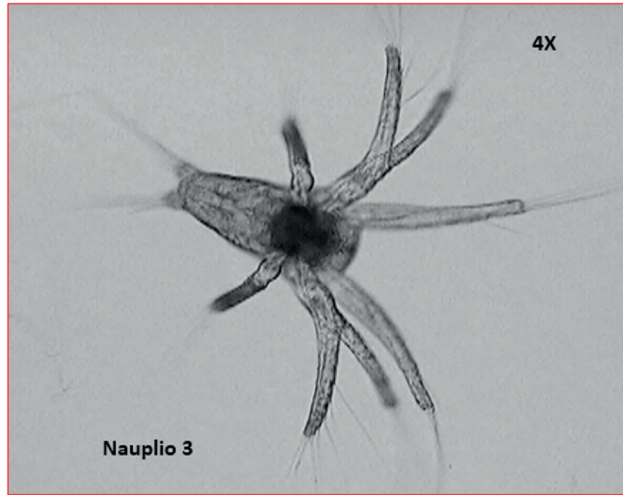


El exopodito de la segunda antena o antena presenta 6 setas, 3 laterales, 2 terminales y 1 terminal corta. El endopodito presenta 2 setas largas terminales. Otra característica que diferencia este estadio con el anterior es la presencia de pequeñas setúlas en los bordes de las setas largas.

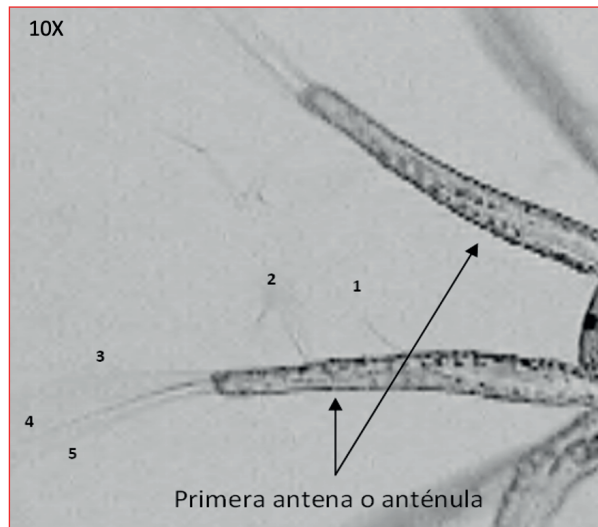
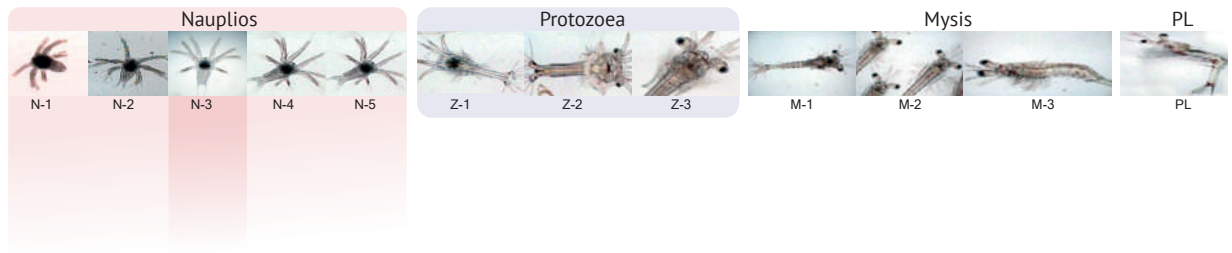


Nauplio 3

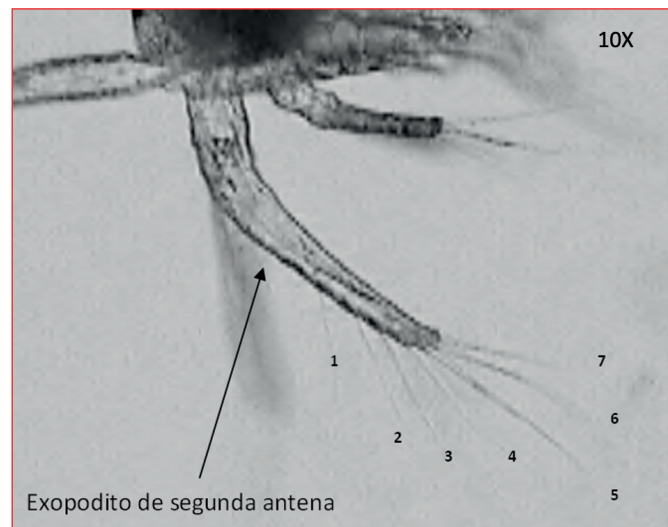
Este estadio tiene una duración promedio de 10 horas. La longitud corporal es de 0.33 a 0.50 mm y el ancho corporal de 0.20 mm. La parte posterior del cuerpo es más delgada y alargada que los estadios anteriores. La parte posterior final es bifurcada. Aparecen los rudimentos de los apéndices ventrales.

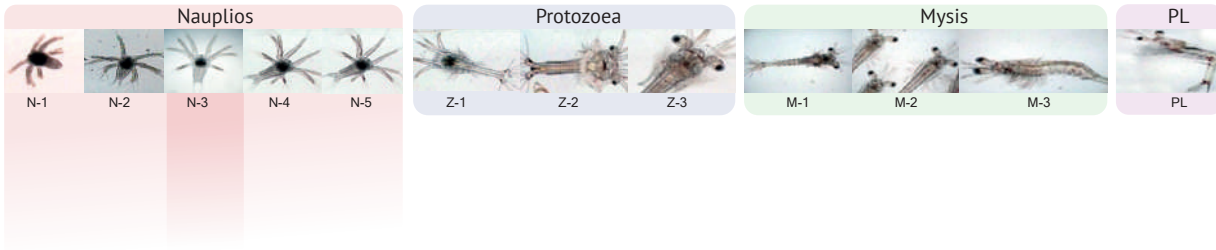


La anténula presenta 2 setas largas y una corta, y las bases de la antena muestran trazas de segmentación, sin embargo, aún es difícil distinguir.

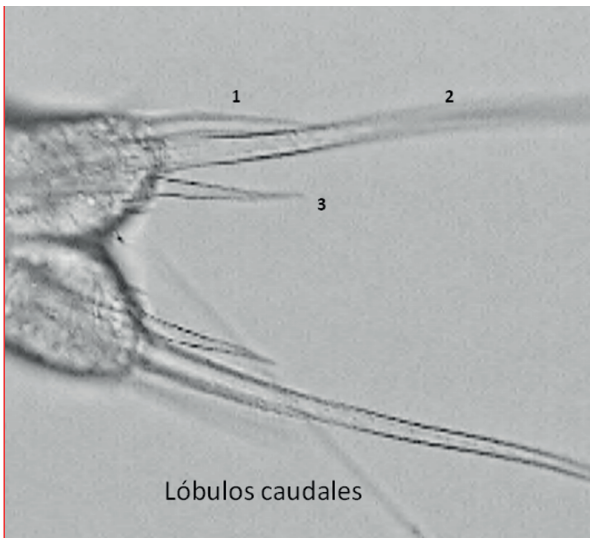
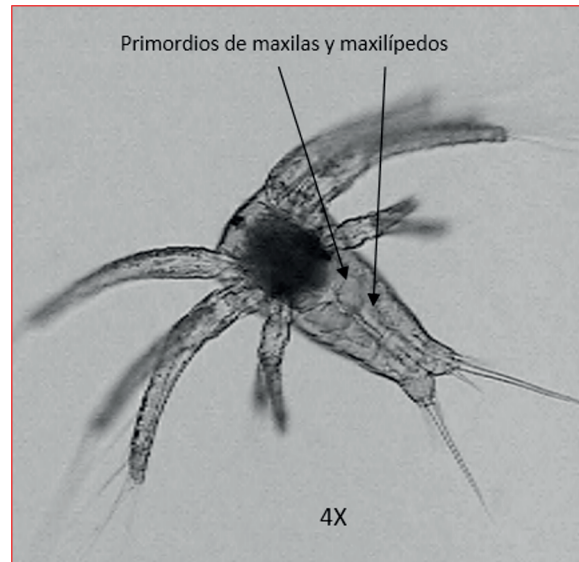


Los exopoditos de la antena ahora presentan 7 setas: 3 laterales largas, 3 terminales largas y una terminal corta. Los endopoditos de las anténulas aumentan su longitud y ahora tienen 8 setas terminales largas. Las mandíbulas no muestran cambios significativos.

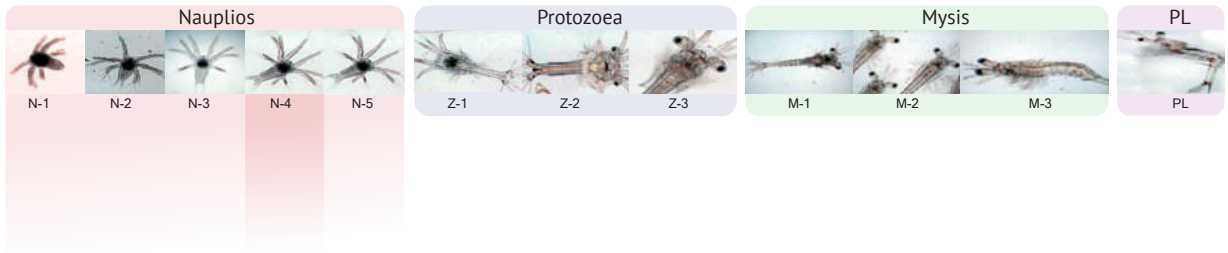




En la región ventral de la parte posterior del cuerpo aparecen pequeños abultamientos o primordios de las maxilas y maxilípedos.

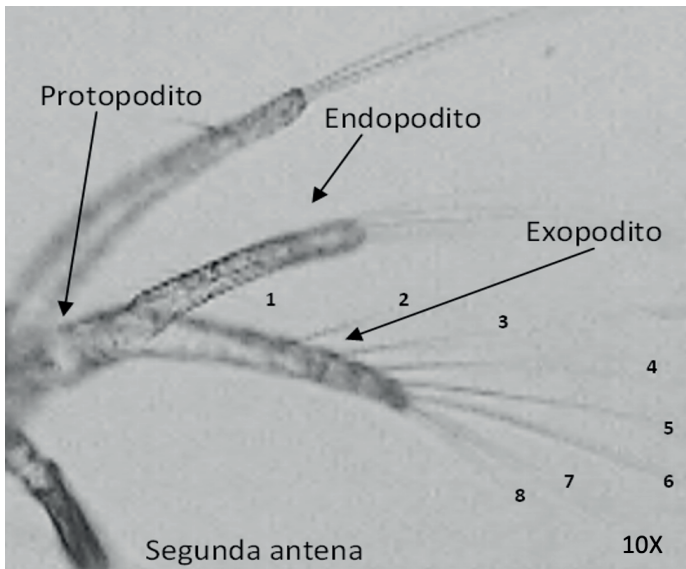
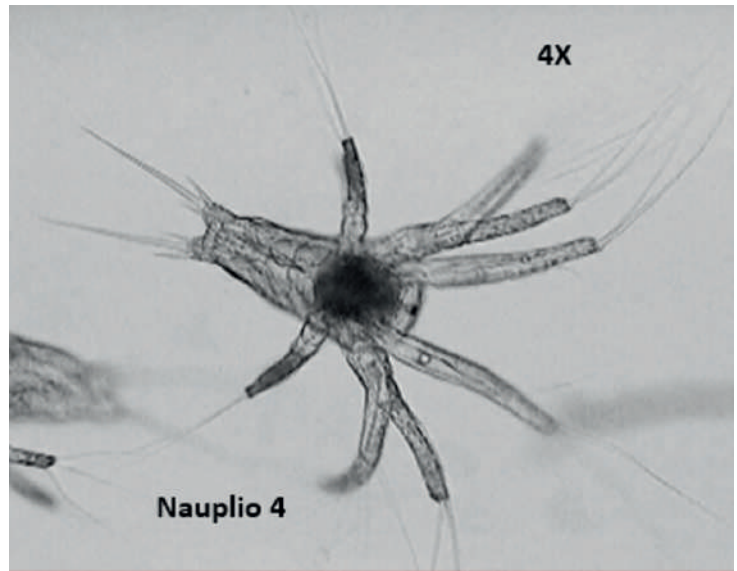


En la parte posterior del cuerpo se puede observar la hendidura caudal de donde se originarán un par de lóbulos caudales cada uno con 3 setas, una larga y 2 cortas.



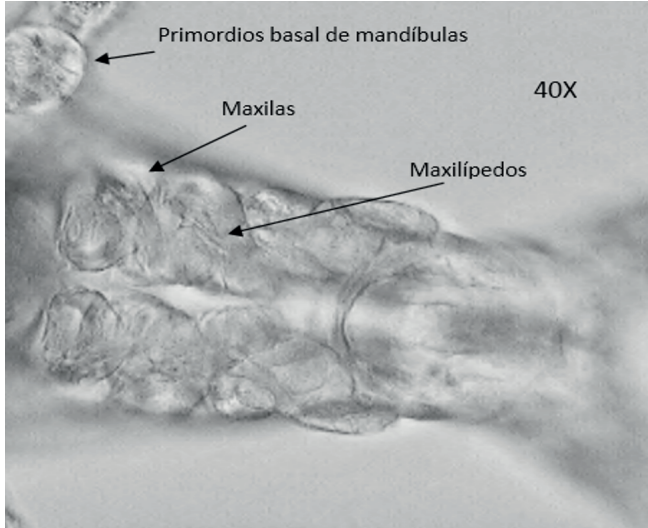
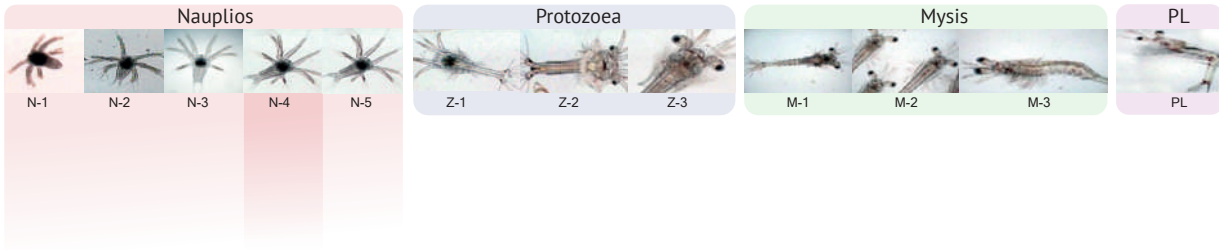
Nauplio 4

La duración de este estadio es en promedio de 10 horas. La longitud corporal es aproximadamente de 0.35 a 0.55 mm y el ancho corporal de 0.20 mm. La porción posterior se ha vuelto más delgada o deprimida y la parte final bifurcada.



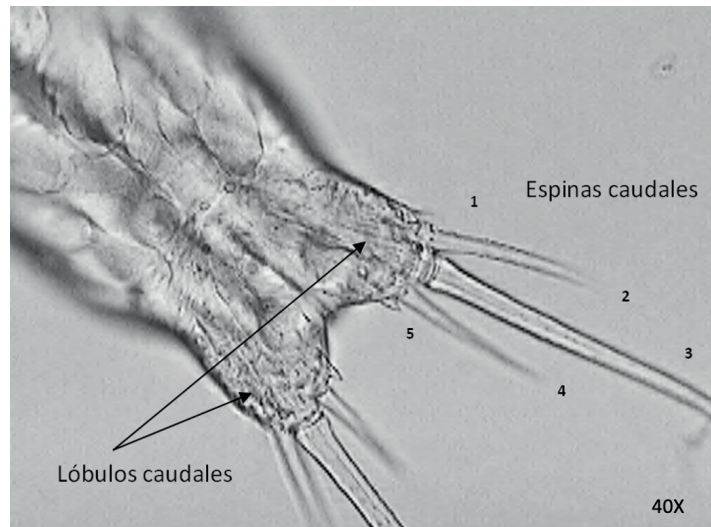
En las anténulas se presentan seis segmentos, pero son poco visibles y el número de setas permanece igual que el estadio anterior.

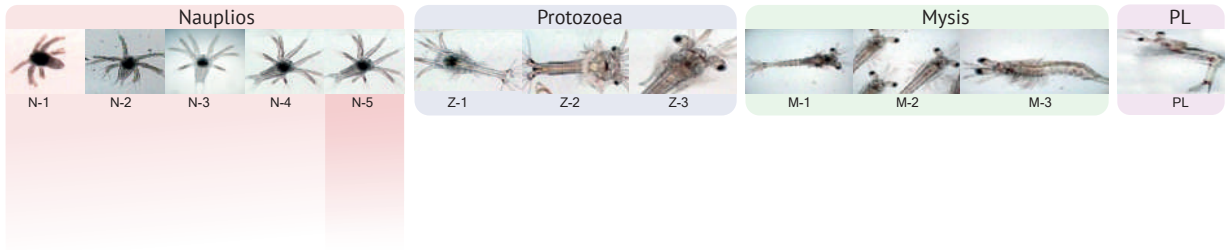
En la segunda antena se puede observar un protopodito bisegmentado y de éste se originan un endopodito y un exopodito. El exopodito presenta ocho setas: cuatro laterales largas, dos terminales largas, una terminal media y una terminal corta.



Los apéndices empiezan a segmentarse, aunque esto no siempre sucede. Los primordios de las maxilas y maxilípedos también aparecen. Las mandíbulas presentan un cambio importante ya que se han desarrollado las estructuras masticatorias a partir del primordio basal.

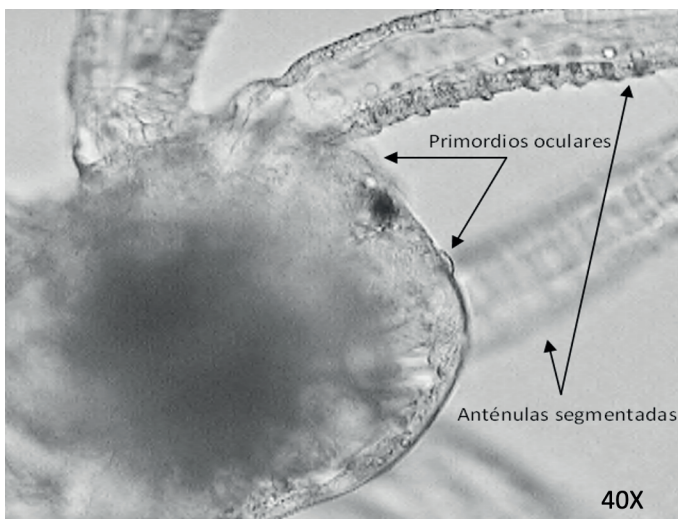
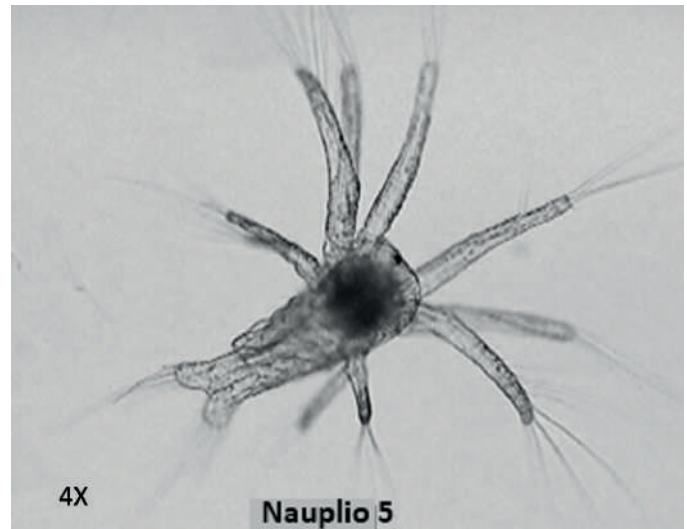
Se acentúan más los lóbulos caudales y presentan un total de cinco espinas en cada lado.



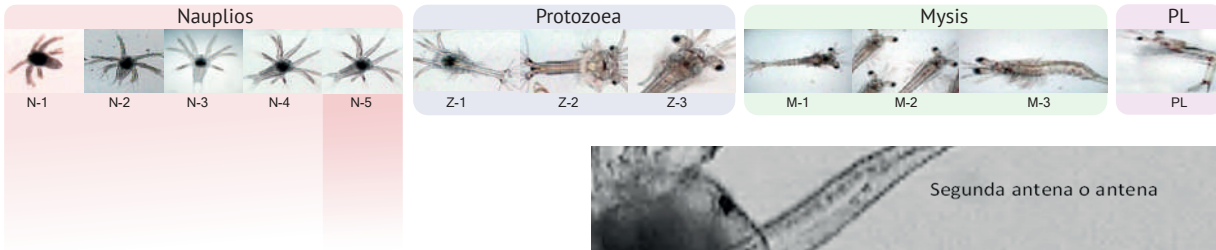


Nauplio 5

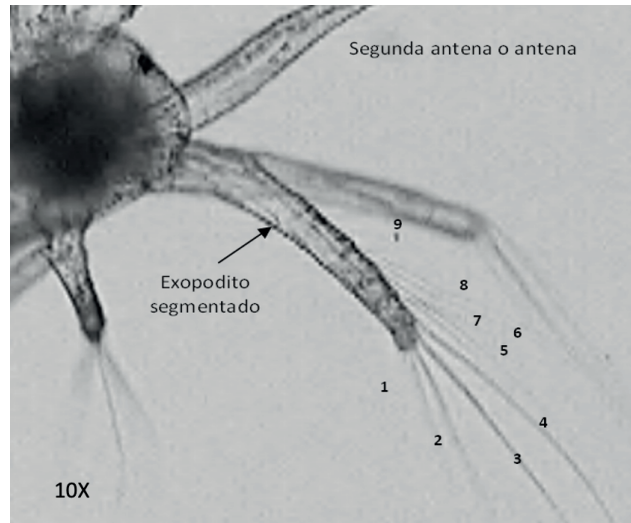
Es el último estadio de las larvas nauplioy dura alrededor de 20 horas. Se presentan cambios estructurales bien definidos. La longitud corporal varía de 0.58 a 0.61 mm y la parte más ancha del cuerpo sigue midiendo aproximadamente 0.20 mm. La segmentación en las anténulas es evidente y presentan ocho setas cada una.



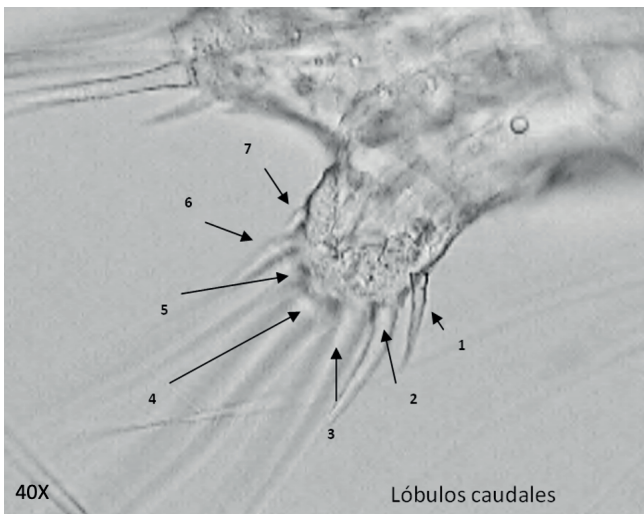
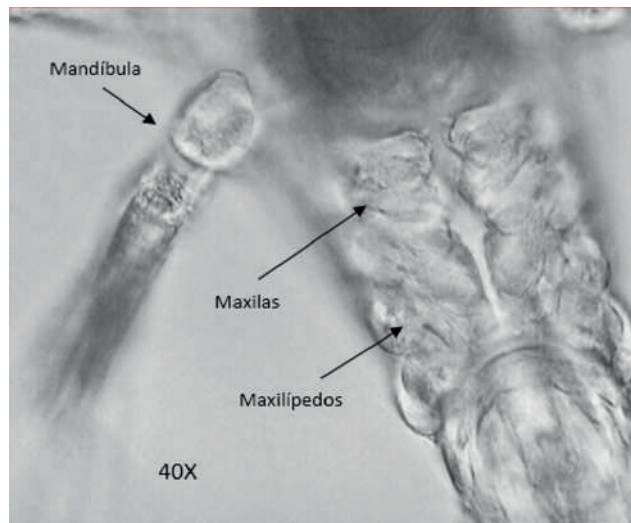
En la parte anterior de la cabeza aparecen dos pequeños abultamientos que forman los primordios oculares, cubiertos aún por el caparazón transparente



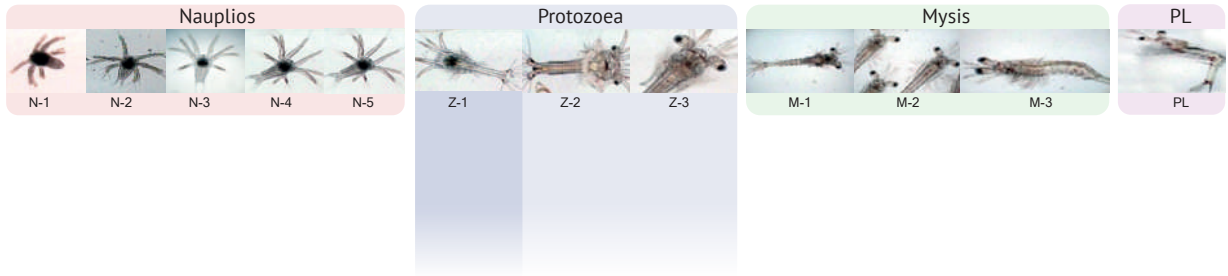
La antena tiene un endopodito no segmentado, provisto con un total de ocho sedas plumosas; el exopodito presenta 10 segmentos definidos, observándose un total de ocho sedas plumosas.



En la mandíbula las placas masticadoras están completamente desarrolladas y los discos trituradores están armados con una serie de denticulos cortantes. Tanto el endopodito como el exopodito mandibular permanecen sin mayores cambios, conservando el número original de setas con sedas plumosas. Las estructuras de las maxilas y los maxilípedos presentan segmentaciones visibles, pero permanecen inactivas.



Los lóbulos caudales presentan siete setas. En el contorno del caparazón se pueden observar apéndices ventrales no funcionales con una seta apical.

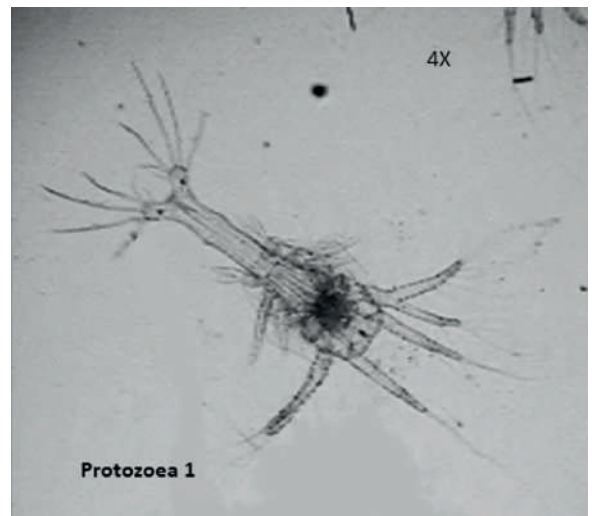


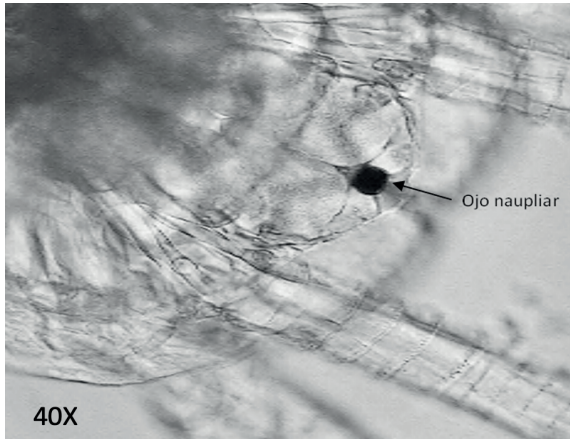
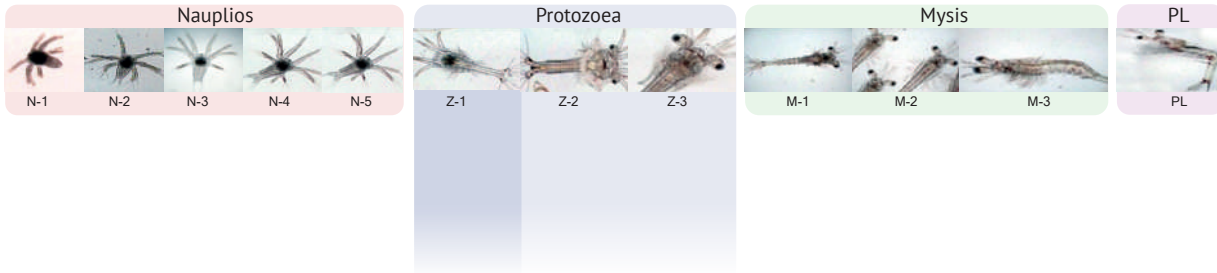
2. ETAPA DE PROTOZOEAS

Después de la metamorfosis del Nauplio 5 aparece la segunda etapa larval, la de protozoa con tres estadios (Z-1, Z-2 y Z-3). En esta etapa se denota un cambio en la forma de la larva. El cuerpo es más alargado y adaptado para el nado continuo hacia adelante el cual se lleva a cabo con el movimiento de las antenas, y ahora es más lento y menos irregular que en el estadio anterior. En esta etapa se observan el par de maxilípedos bien desarrollados, que también participan en la natación. La presencia de apéndices alimenticios sustenta que la larva ahora es capaz de ingerir alimento, de hecho, una característica de esta etapa es su alimentación continua. Mientras se alimentan se pueden observar las contracciones del tracto digestivo y la presencia de “hebras” de material fecal. Un tracto digestivo lleno y una respuesta positiva a la luz son criterios que son utilizados para evaluar el estado de salud de los organismos.

Protozoa 1

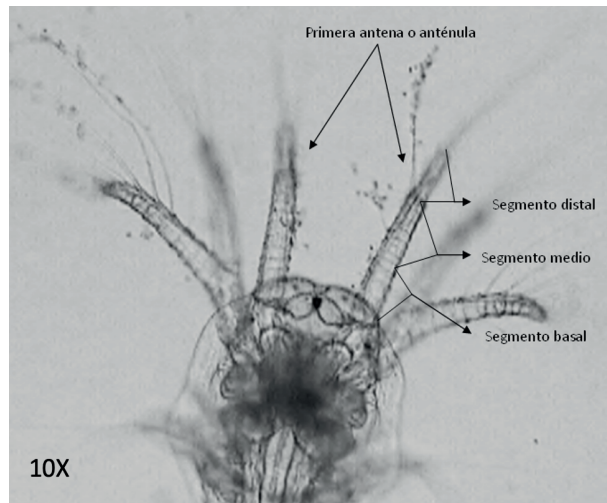
La longitud corporal es de aproximadamente 0.80 a 1.00 mm y el ancho corporal de aproximadamente 0.50 mm. Este estadio dura aproximadamente 48 horas. El cuerpo está dividido en dos partes; cabeza y resto del cuerpo formado por el tórax y el abdomen (región perio-pleónica). El tórax está segmentado en seis mientras que el abdomen no.



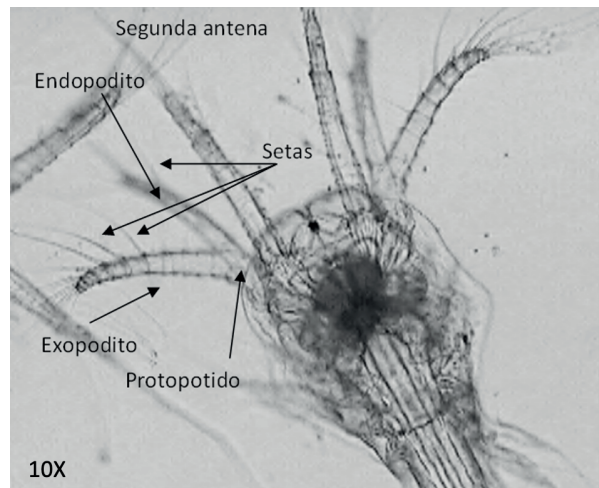


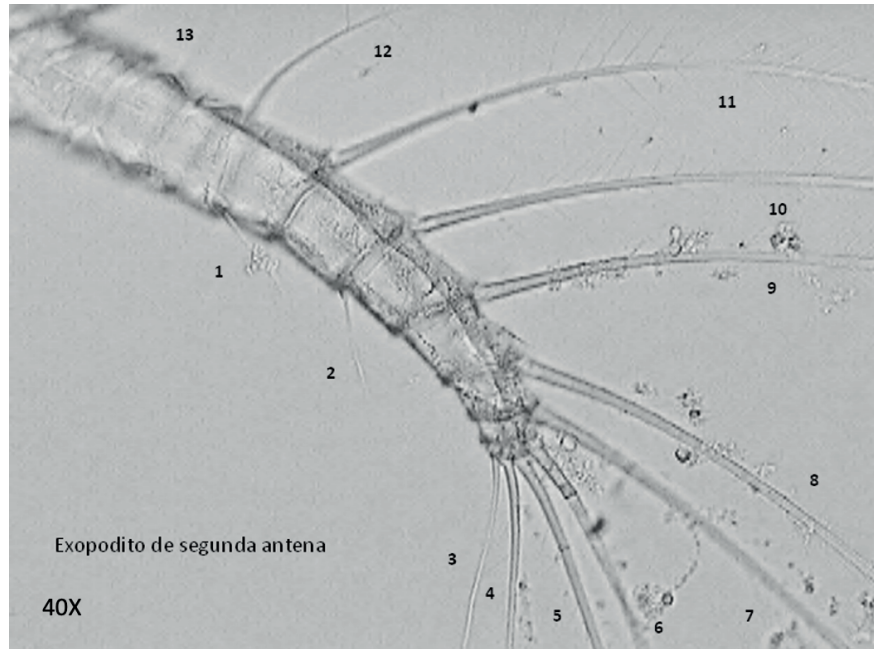
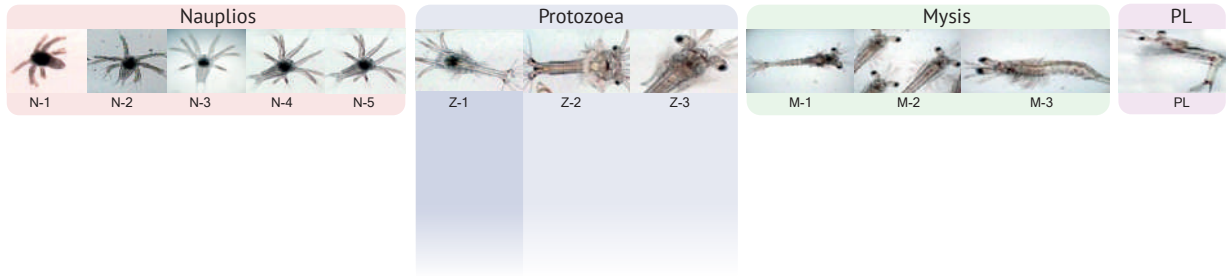
La cabeza está cubierta por un caparazón hexagonal y aún presenta el ojo naupliar y el par de apéndices frontales.

La anténula está compuesta de tres segmentos. La región basal se subdivide en 5 articulaciones y presenta una seta en el margen interno distal. El segmento medio, con 7 filas de espínulas sobre la superficie, posee una seta en la porción media, una en el margen distal interior y otra en el margen distal exterior. El segmento distal presenta cuatro setas terminales y dos setas externas subterminales.

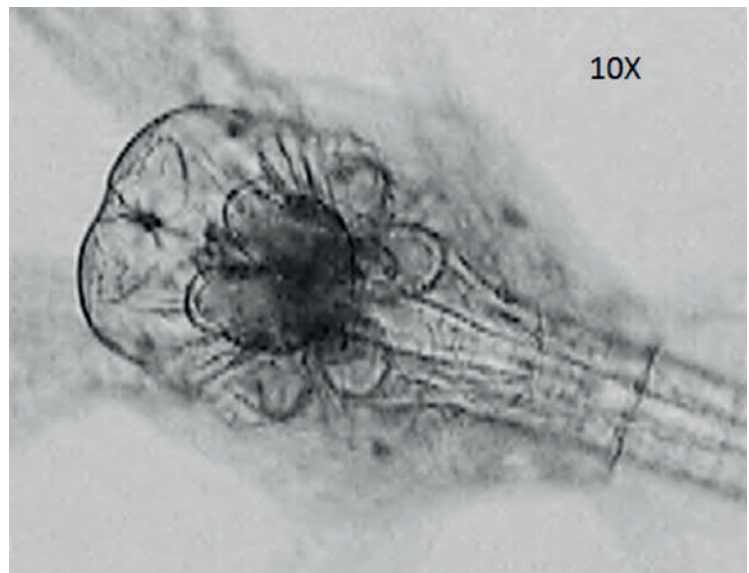


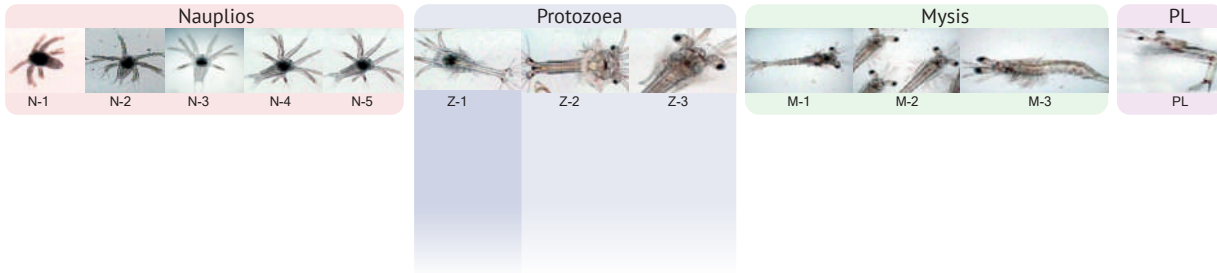
La segunda antena está compuesta por un protopodito bisegmentado, un endopodito bisegmentado y un exopodito con 10 segmentos. El protopodito presenta una seta en el margen distal. El endopodito presenta tres setas sobre el segmento basal y cinco setas terminales sobre el segmento distal. El exopodito presenta siete setas internas terminales, cuatro terminales y dos setas externas laterales.



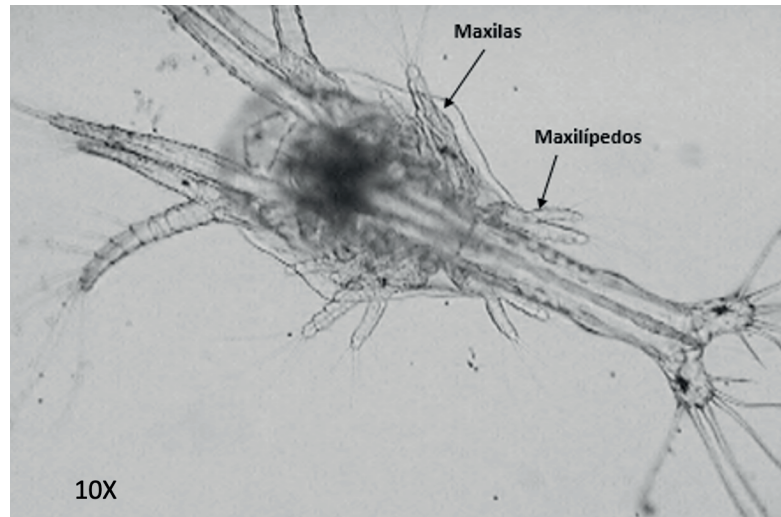


En el par de mandíbulas desaparecen los exopoditos y los endopoditos. Se forma una estructura masticadora dividida en un proceso incisivo, con dos dientes aserrados, y un proceso molar, con pequeños dientes trituradores.

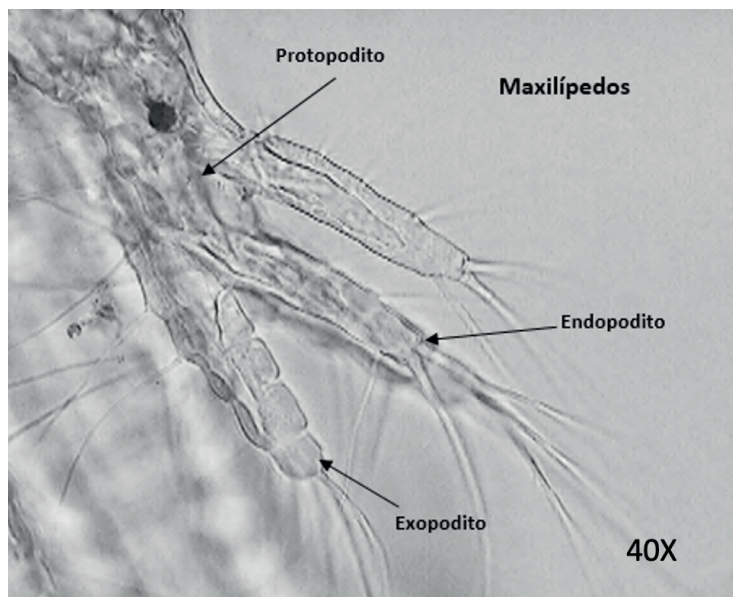


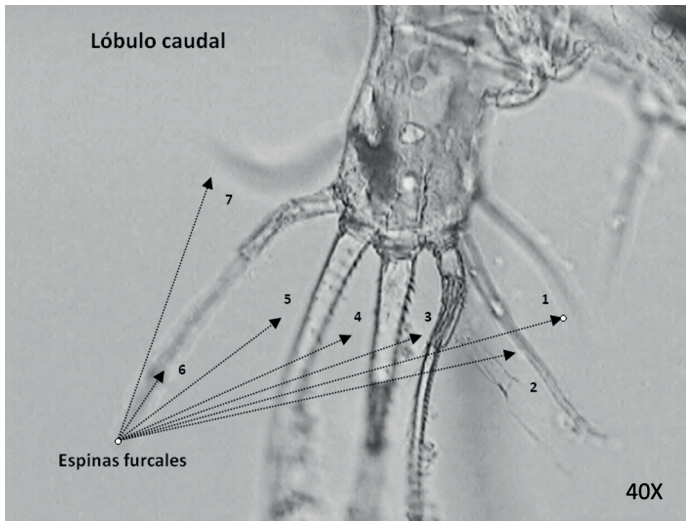
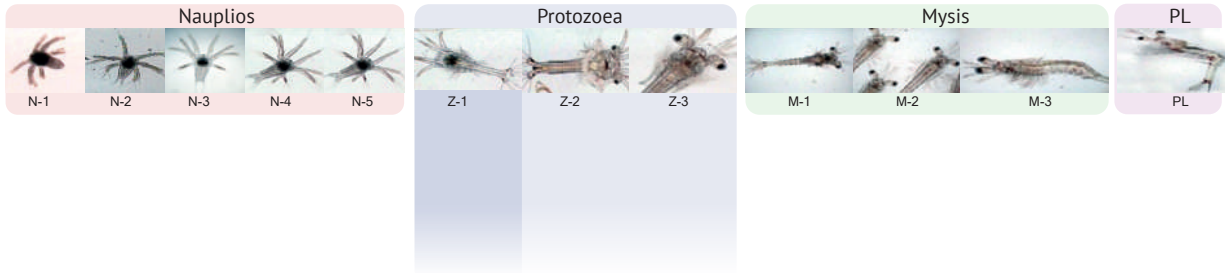


La maxílula (primera maxila) ya activa, está compuesta de un protopodito libre de segmentos, un endopodito con tres segmentos provisto de nueve sedas simples con una fórmula setal de $2 + 2 + 5$ y un pequeño exopodito con cuatro setas. La segunda maxila consiste en un protopodito sin segmentos, un endopodito con una fórmula setal $2 + 2 + 2 + 3$ y un exopodito con cinco setas.



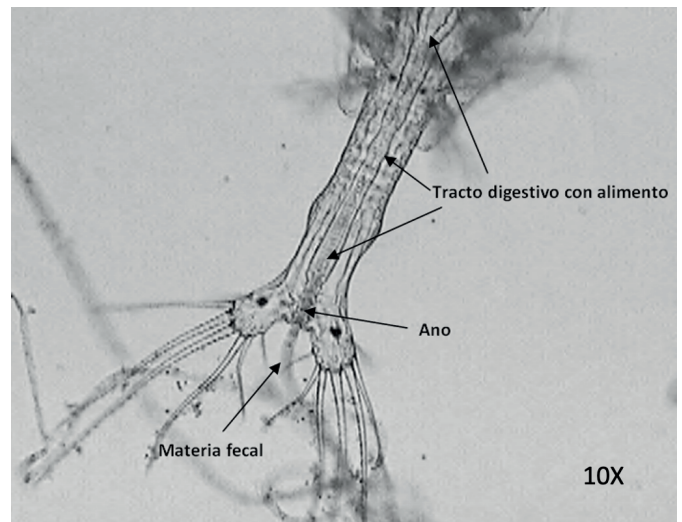
Los maxilípedos primero y segundo son casi idénticos solo que el segundo es más pequeño que el primero. Ambos presentan un protopodito bisegmentado, un exopodito con cuatro segmentos y un endopodito no segmentado. El endopodito del primer maxilípedo presenta una fórmula setal $3 + 1 + 2 + 5$ mientras que para el endopodito del segundo maxilípedo es $2 + 1 + 2 + 5$. En cuanto a los exopoditos, en el primer exopodito presenta siete setas y el del segundo maxilípedo presenta seis setas.





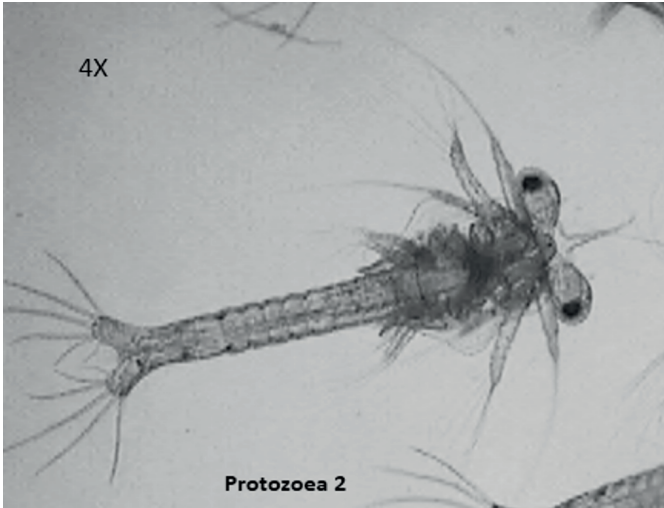
El número de setas en la furca caudal no cambia con respecto al estadio anterior, pero sí se aprecian más desarrolladas y elongadas.

El tracto digestivo va desde la boca hasta el ano, en el extremo posterior del cuerpo, en la región anterior de la escotadura caudal.



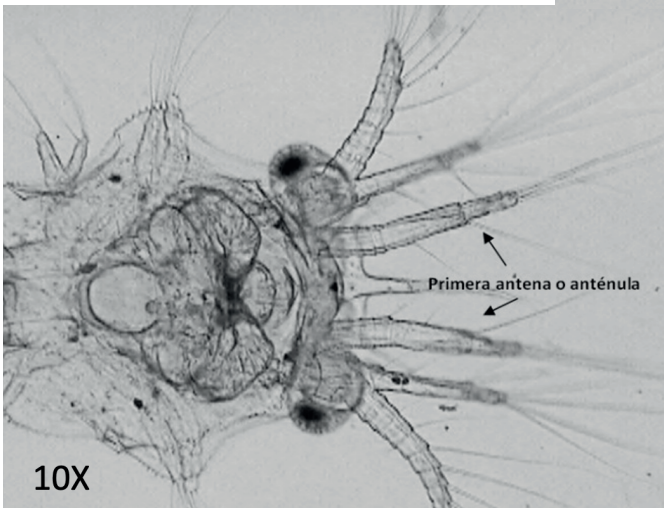
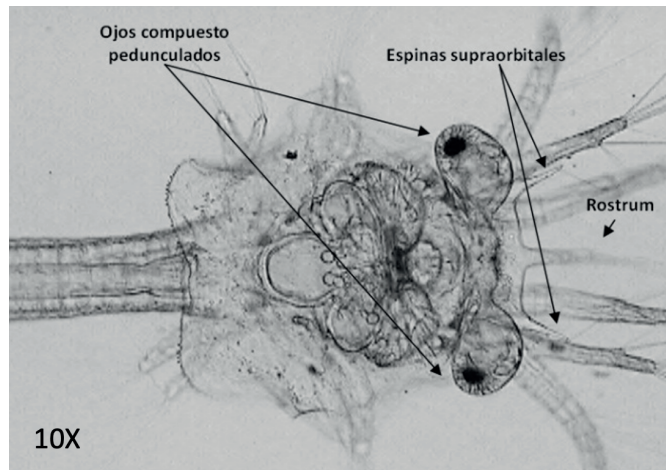


Protozoa 2

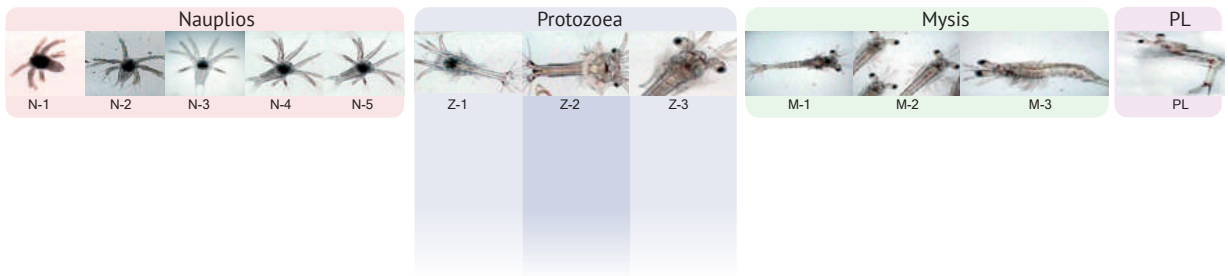


La longitud corporal está entre 1.13 a 2.00 mm, por aproximadamente 0.80 mm de ancho. Este estadio dura alrededor de 48 horas y las larvas se distinguen por presentar dos ojos compuestos pedunculados.

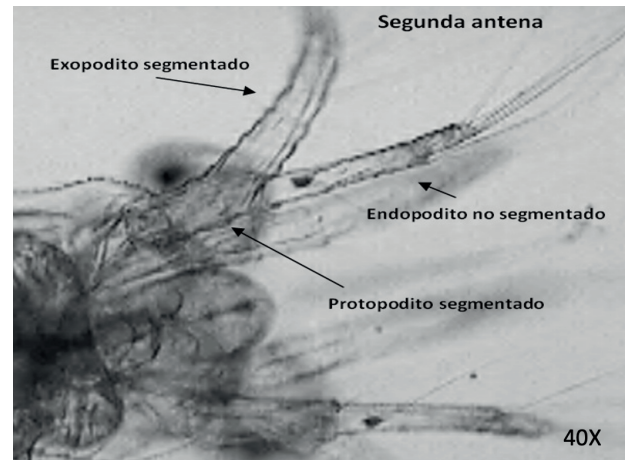
También presenta un *rostrum* ventral, un par de espinas supraorbitales y abdomen segmentado.



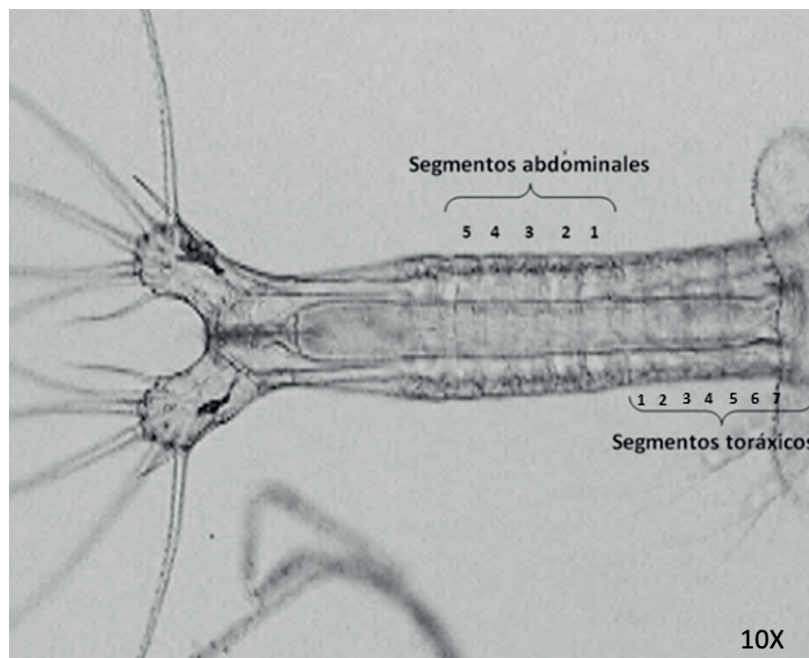
Los apéndices presentan pocos cambios, como la adición de unas setas en la anténula, la cual ahora presenta siete setas en el segmento distal, y tres, o en ocasiones solo dos setas cortas, en el margen distal del segmento medio.

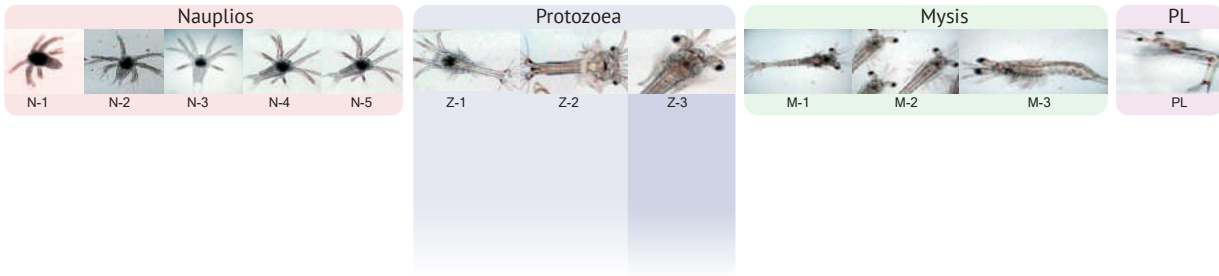


En la antena se presenta un protopodito bisegmentado mientras que en el endopodito desaparecen los segmentos. El exopodito no presenta cambios aparentes de importancia.



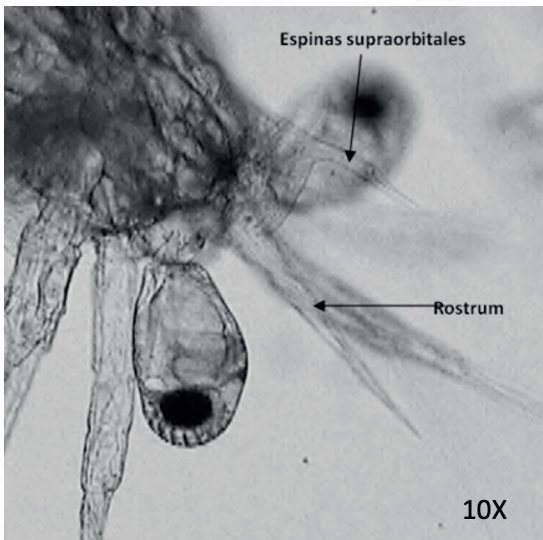
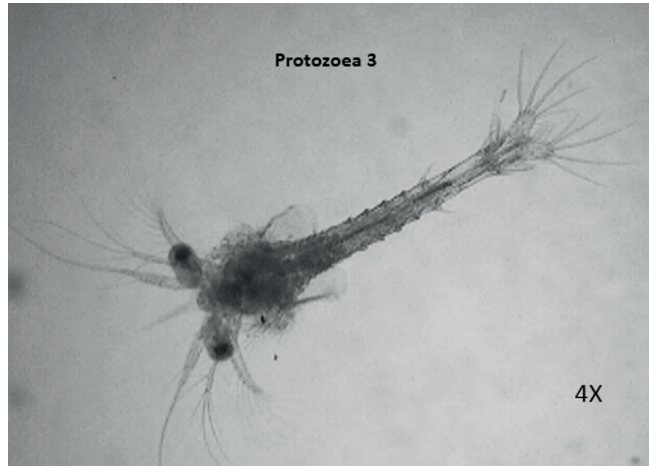
En la región torácica se pueden apreciar siete segmentos y en la región abdominal cinco. Las setas furcales siguen siendo siete, pero ahora la escotadura furcal es más pronunciada o evidente.



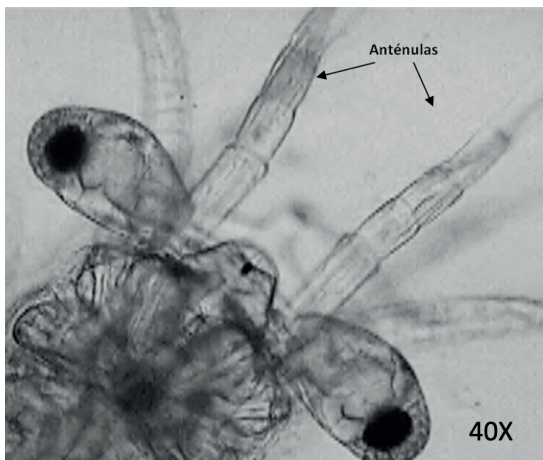


Protozoa 3

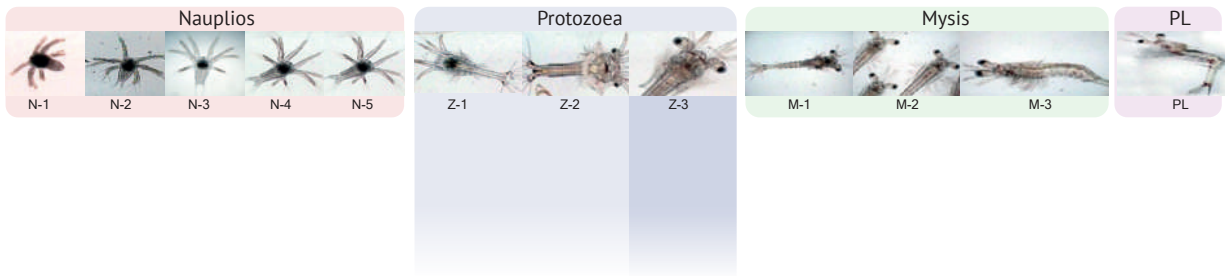
El último estadio de protozoa dura aproximadamente 48 horas. La longitud corporal promedio varía de 1.88 a 2.70 mm. Las larvas se caracterizan por la aparición de los urópodos y la presencia de espinas dorsales sobre los segmentos abdominales.



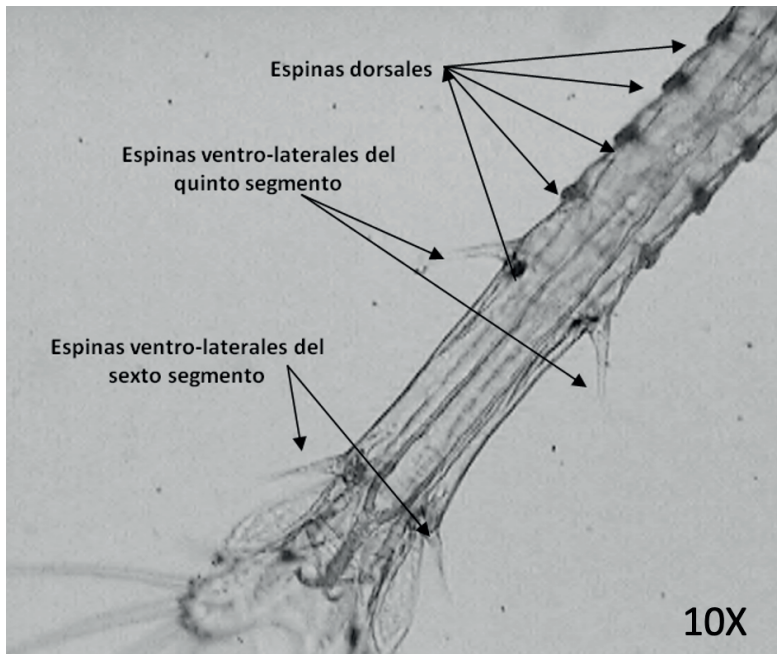
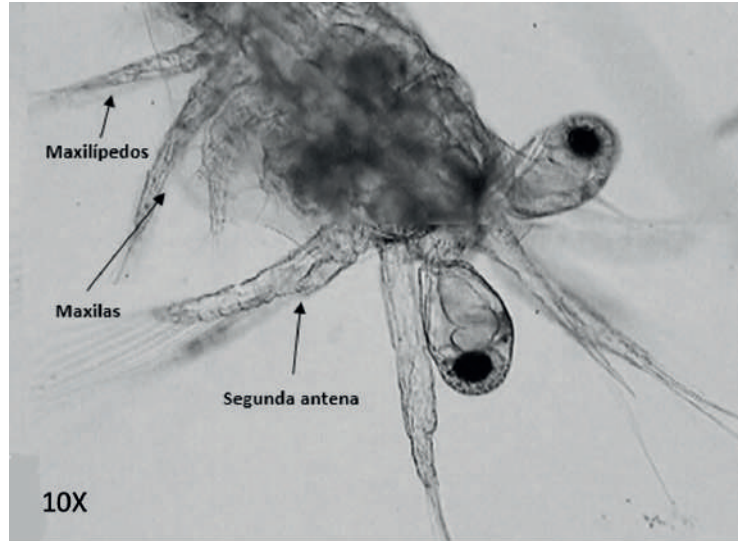
El rostrum se hace más evidente y aún se observan las espinas supra orbitales.



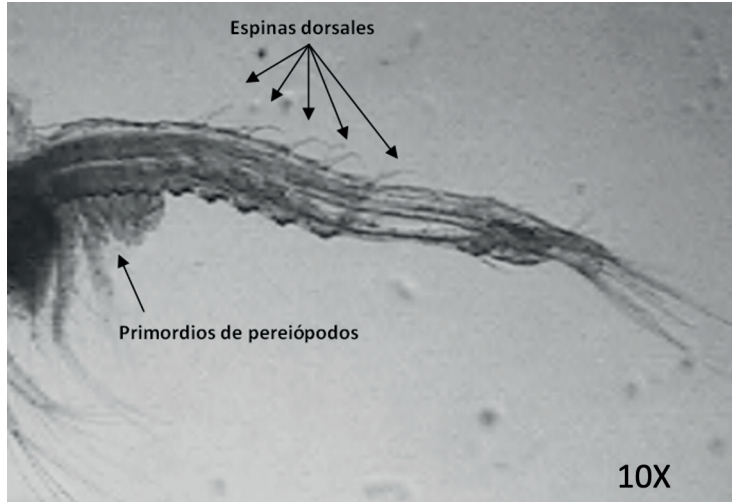
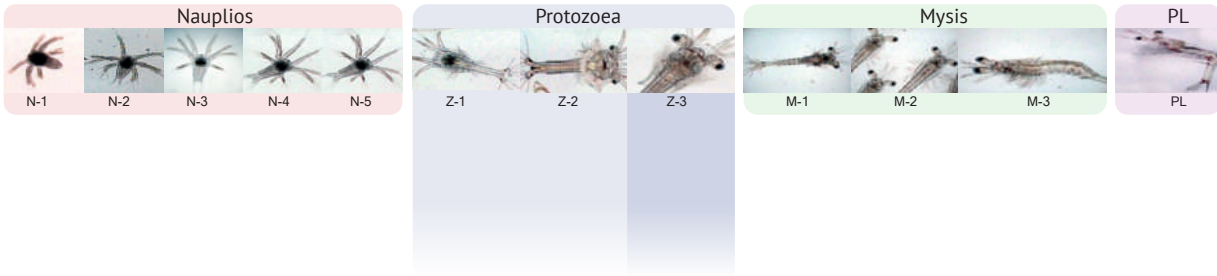
Las anténulas presentan solo tres segmentos. El segmento base presenta una seta en el margen interno distal. El segmento medio presenta dos setas en el margen distal interno, una en el margen distal externo y de 4 a 5 pequeñas setas en el margen distal. Se pueden observar articulaciones rudimentarias en la fase tardía, en la parte media de este segmento. El segmento distal presenta cinco setas terminales y dos externas sub terminales.



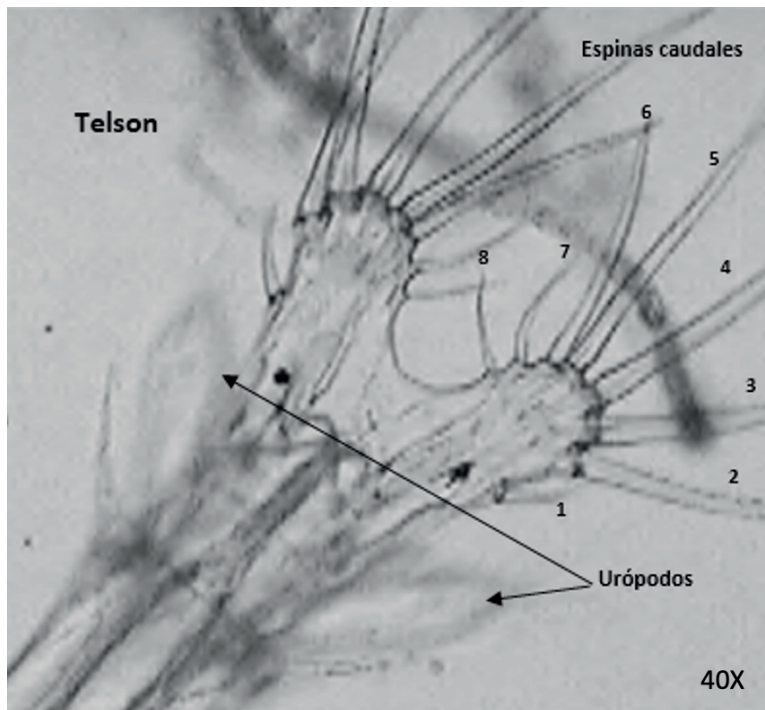
Las antenas, mandíbulas, maxilas y maxilípedos permanecen casi iguales que en el estadio anterior, exceptuando la adición de dos setas en el primer maxilípodo y una adicional en el segundo maxilípodo.

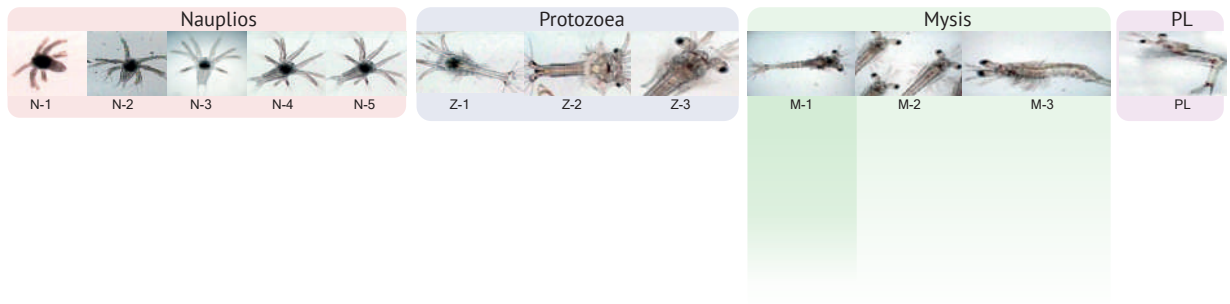


La parte posterior del cuerpo consiste en un abdomen con seis segmentos y de un telson. Los primeros cinco segmentos presentan cada uno una espina dorso-media, y el quinto segmento presenta una adición de una parte de espinas medio-laterales, y el sexto tiene un par de espinas medio-laterales y un par ventro-laterale la región ventral se pueden observar claramente los primordios de los pereiópodos.



El telson ahora presenta ocho pares de setas caudales y forma parte del sexto segmento abdominal. En la parte final de este segmento se pueden observar un par de urópodos funcionales que presentan exo y endopoditos. El exopodito presenta seis setas terminales y es más largo que el endopodito, el cual tiene dos setas terminales en las puntas.





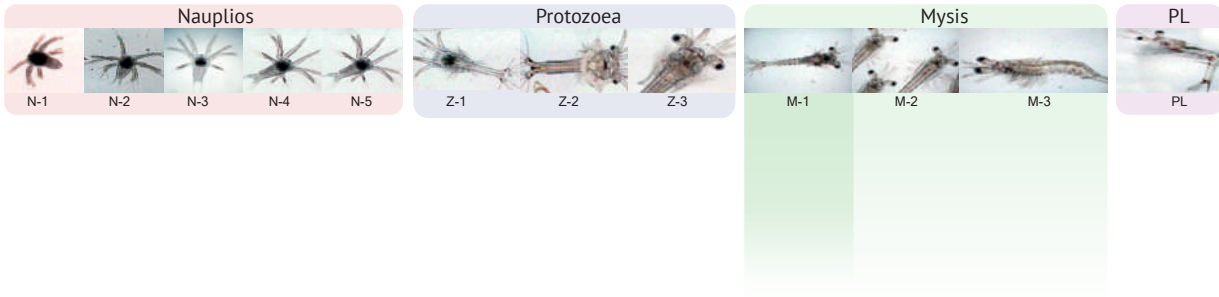
3. ETAPA DE MYSIS

La última etapa larval corresponde a las larvas mysis las cuales presentan tres subestadios (M-1, M-2 y M-3). Ya en esta etapa, las larvas tienen una apariencia más parecida a un camarón juvenil. Su cuerpo está ligeramente encorvado en su parte abdominal y los pereiópodos están más desarrollados y ya son funcionales siendo los principales responsables del nado con la asistencia de los tres pares de maxilípedos.

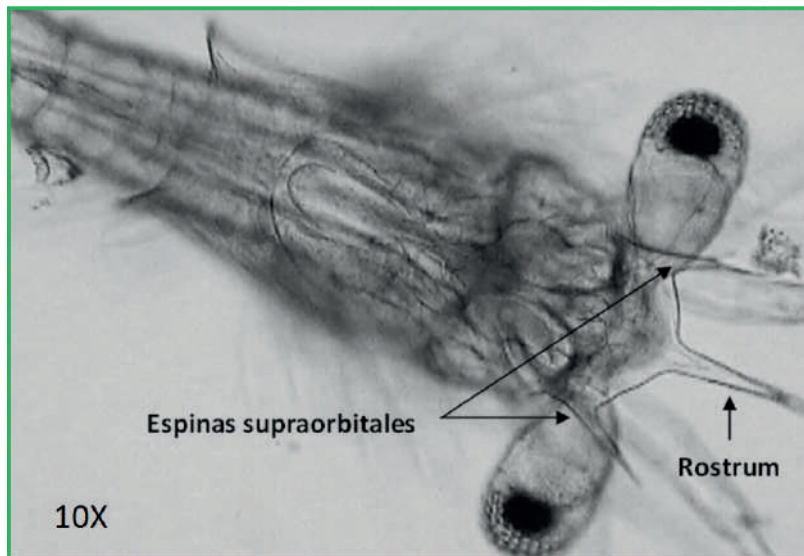
Mysis 1

El primer estadio mysis dura aproximadamente 35 horas. La longitud corporal varía entre 2.65 a 3.50 mm y un máximo ancho corporal de 1.20 mm. Los cambios morfológicos distintivos se pueden observar en el caparazón, en las anténulas, antenas, los pereiópodos funcionales, los urópodos y el telson.

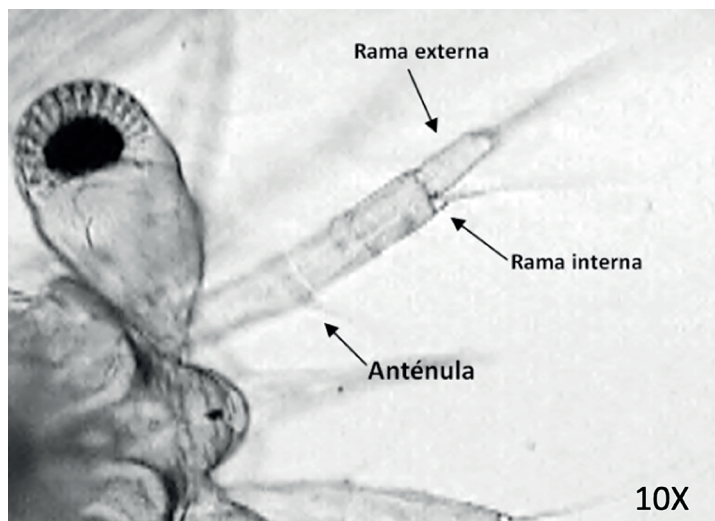


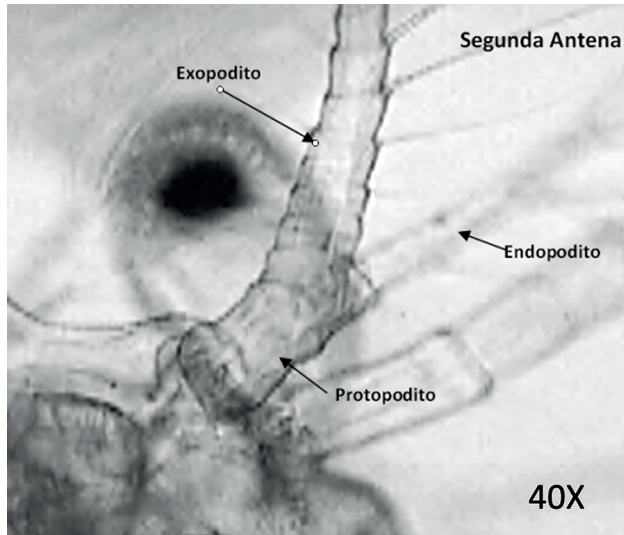
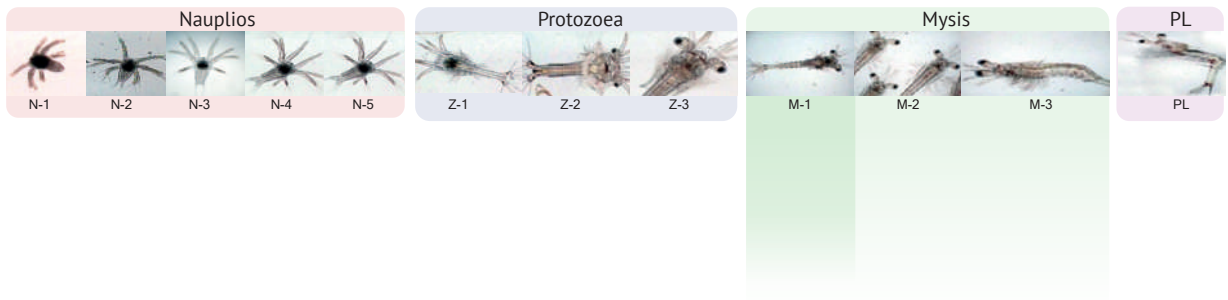


El exoesqueleto del cefalotórax está fuertemente ajustado al cuerpo sin alcanzar a cubrir todos los segmentos del tórax, quedando sin cubrir los dos últimos. Presenta un *rostrum*, una espina supra orbital, una espina hepática y el primordio de la espina epigástrica.



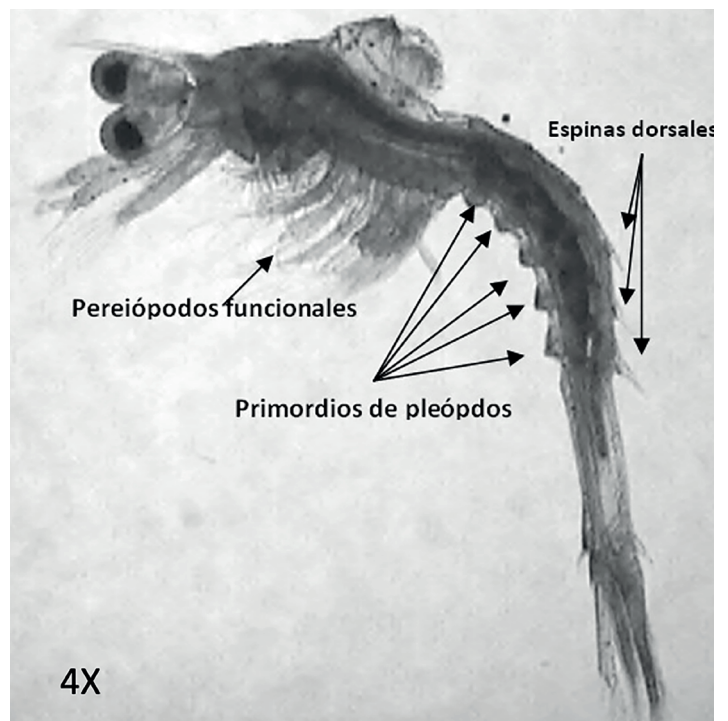
La anténula está compuesta por tres segmentos. El segmento distal presenta dos ramas, una externa que presenta tres setas y una interna con dos setas terminales. La rama externa es significativamente más grande que la interna.

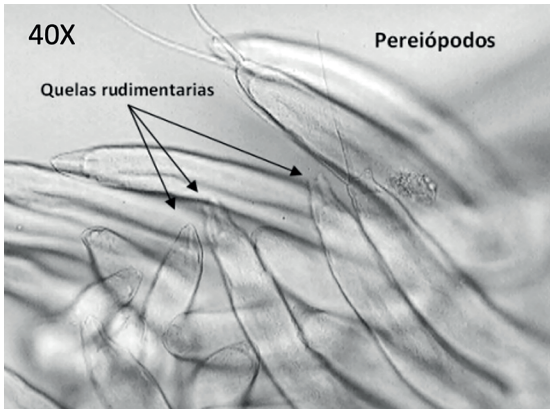
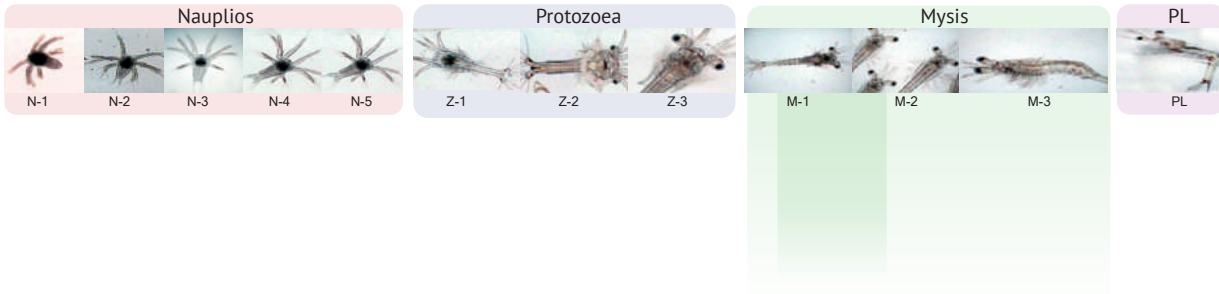




La antena consiste en un protopodito bisegmentado, un endopodito no segmentado con cinco setas y un exopodito no segmentado con 8 a 10 setas terminales.

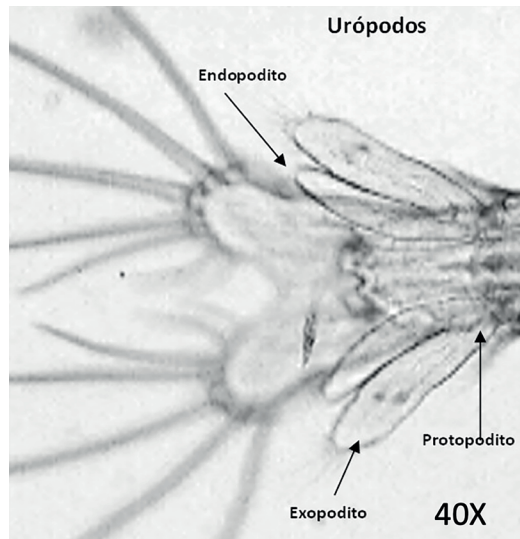
El tórax presenta cinco pares de pereiópodos siendo ahora funcionales y los principales órganos utilizados para la natación. Las espinas dorsales de los dos primeros segmentos abdominales han desaparecido, mientras que los tres segmentos permanecen sin cambio y aún presentan espinas. En la superficie lateral de los primeros cinco segmentos abdominales se pueden observar rudimentos de los pleópodos, a manera de pequeños muñones.



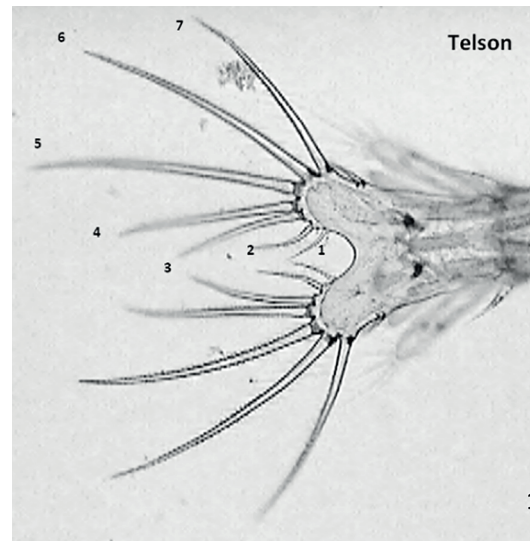


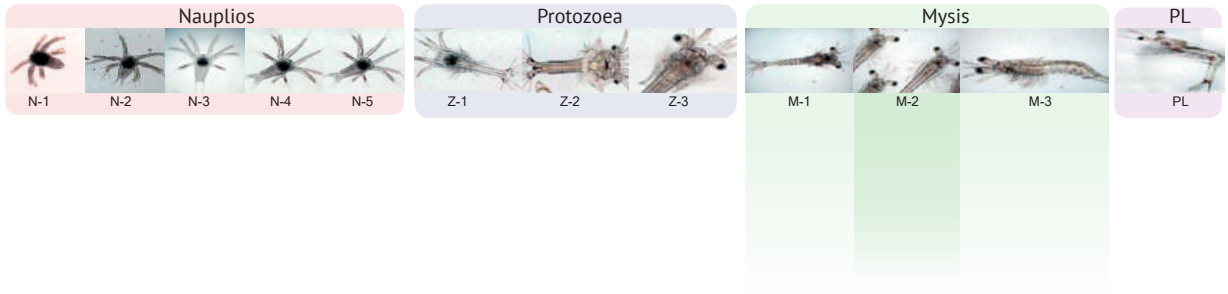
Los primeros tres pereiópodos presentan primordios de quelas con cinco setas terminales, y un exopodito largo con seis setas cada uno.

Los urópodos están compuestos por un protopodito no segmentado con una espina postero-ventral y otra espina posterolateral, un exopodito con 14 setas marginales y un endopodito con 10 setas marginales, más una prominente espina posterolateral.



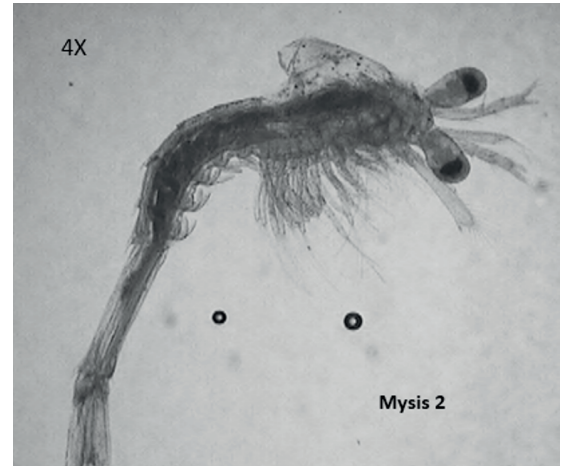
El telson se ha desarrollado más y ahora los lóbulos furcales presentan siete pares de setas terminales y un par de espinas laterales.



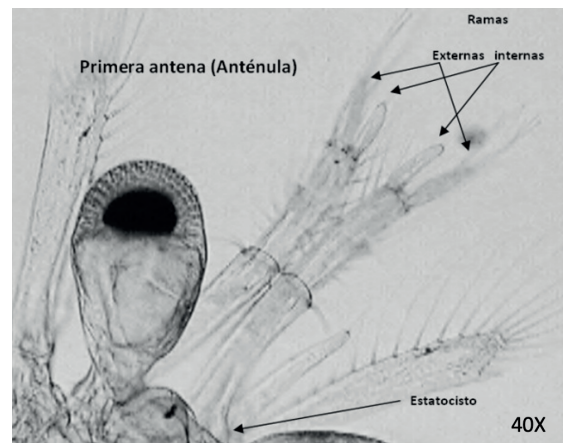


Mysis 2

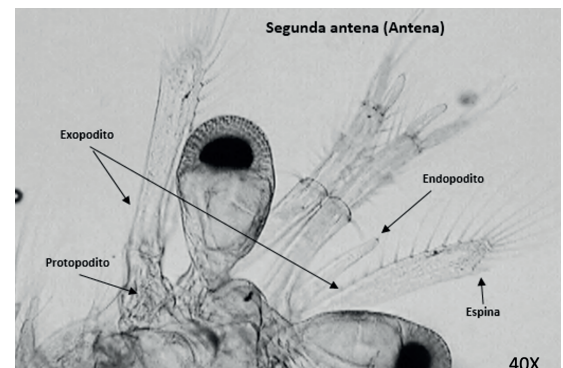
El estadio Mysis 2 dura en promedio 24 horas. Las larvas presentan una longitud corporal aproximada de 3.13 a 4.00 mm. Los organismos se distinguen por la presencia de pleópodos no segmentados.

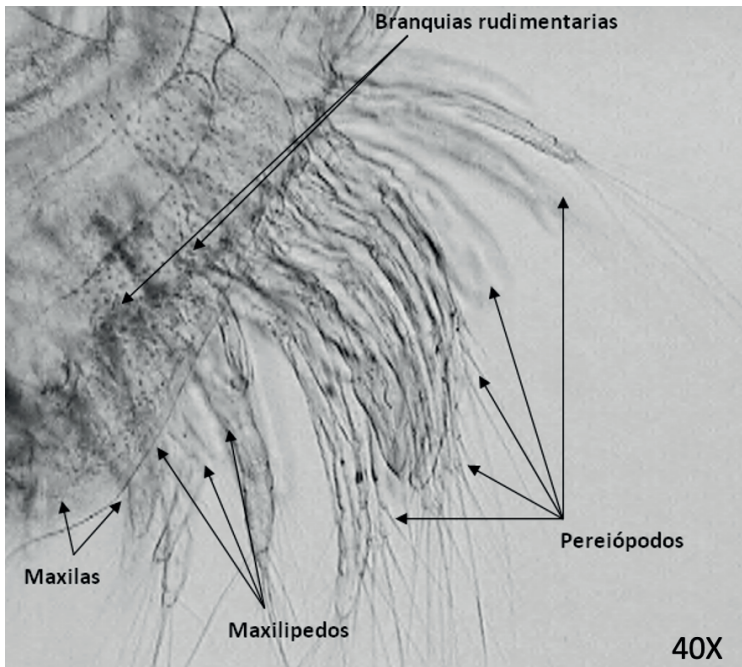
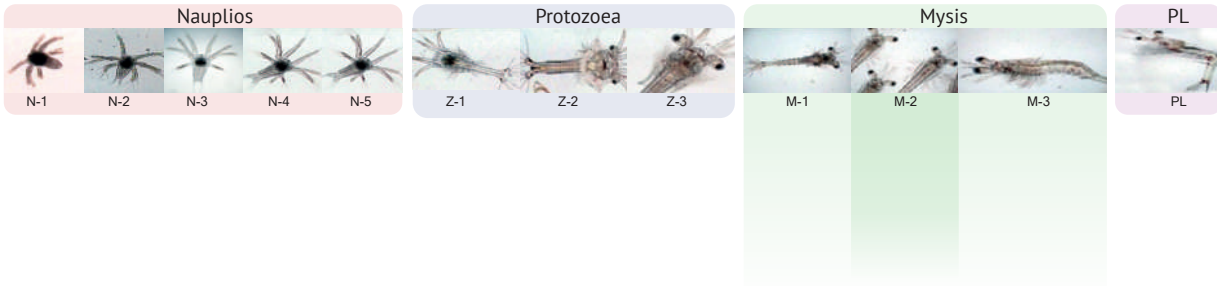


La anténula presenta más setas en cada uno de los segmentos. El estatocisto se hace un poco más evidente y presenta tres pequeñas setas a su alrededor. La rama interna del segmento distal ahora es más larga.



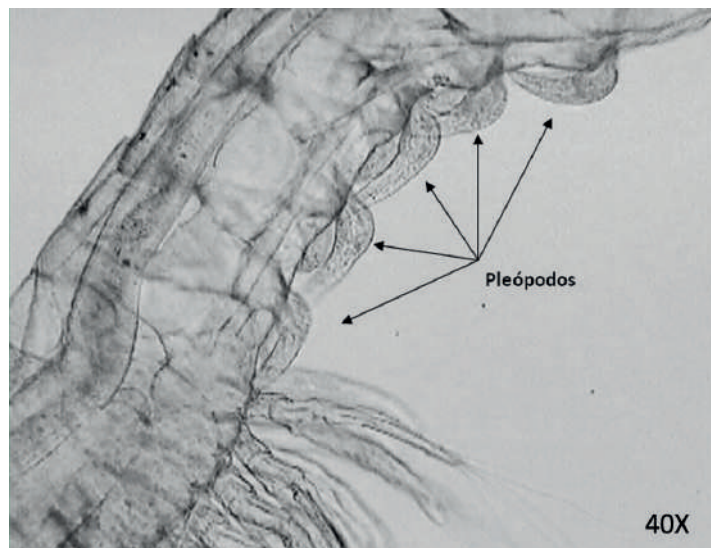
El exopodito de la segunda antena presenta de 16 a 18 setas marginales más una espina externa-distal. Una espina ha sido adicionada también en el segmento distal del protopodito.

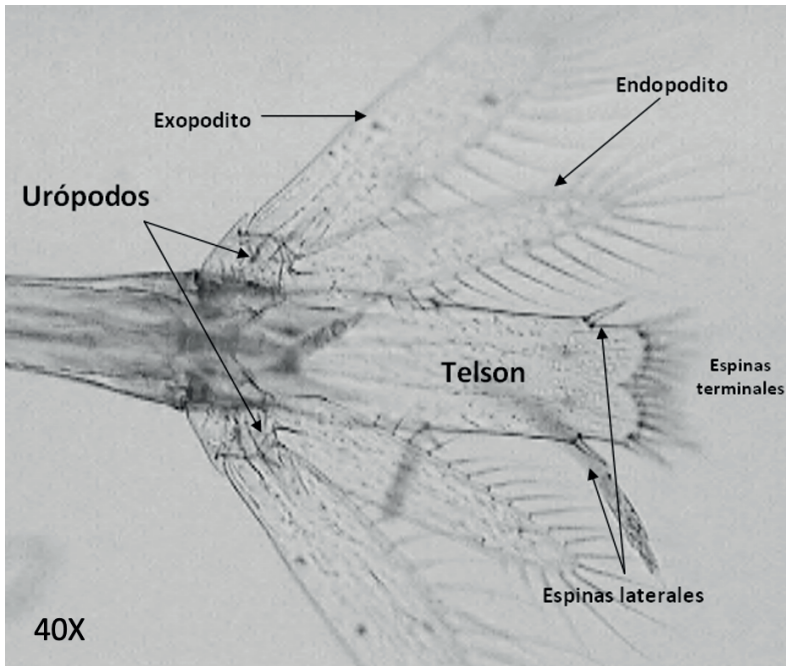
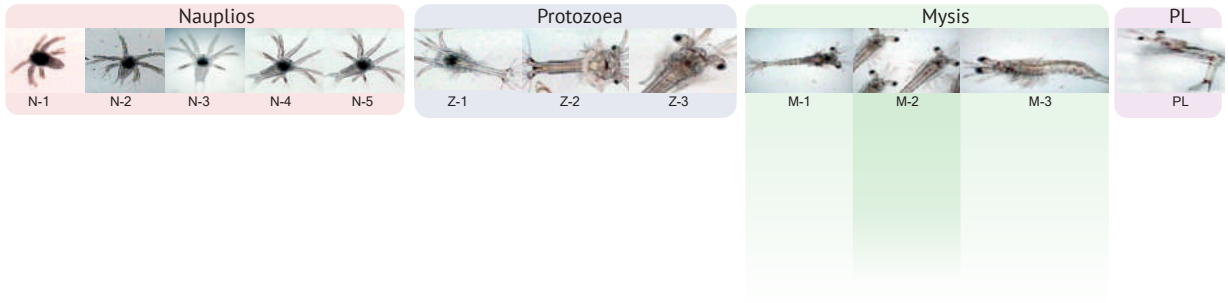




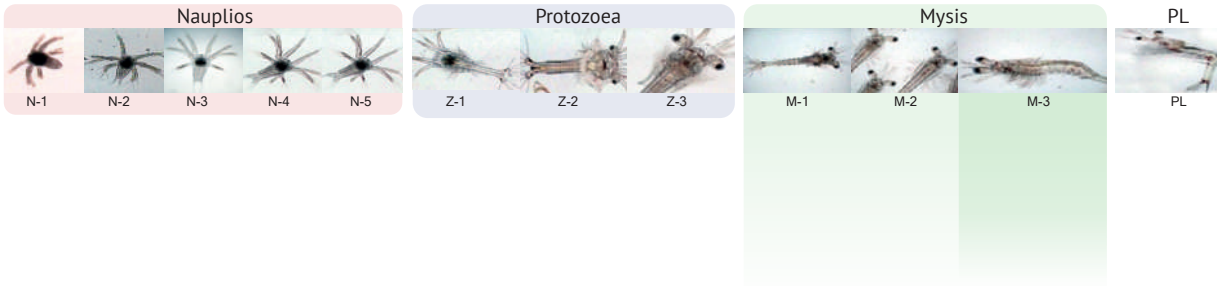
El exopodito de la primera maxila ha desaparecido, y la segunda maxila incrementa su tamaño, presentando 14 setas. Los maxilípedos primeros, segundos y terceros presentan, distribuidas en exopoditos y endopoditos, 24, 26 y 27 setas respectivamente. En los protopoditos de los maxilípedos y pereiódodos se desarrollan branquias rudimentarias. Los pereiódodos se desarrollaron aún más, pero mantienen la misma estructura.

La presencia de cinco pares de pleópodos desarrollados y aun sin segmentar en la región ventral es un punto de diferenciación entre los tres estadios.



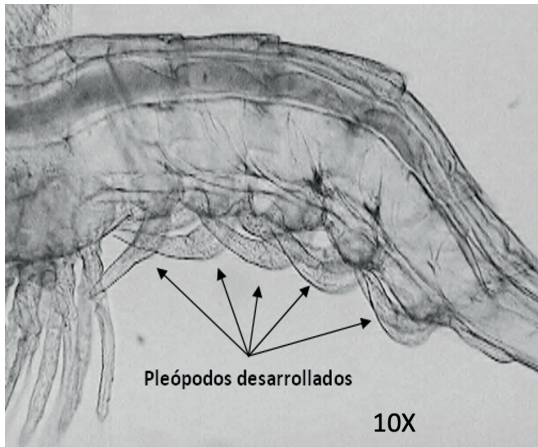
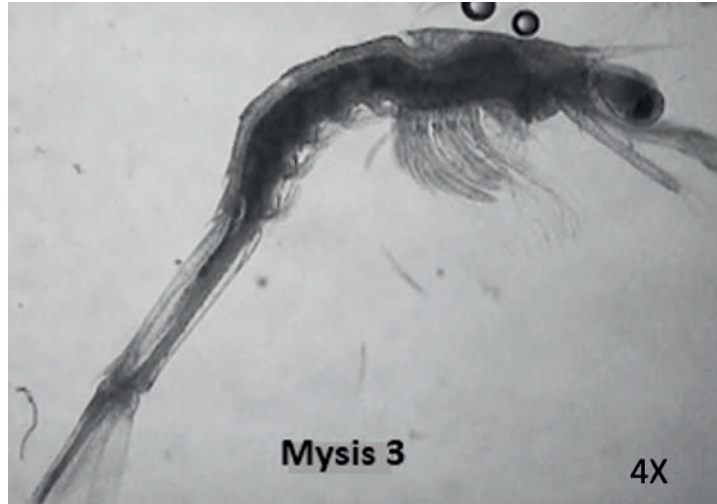


Los exopoditos y endopoditos de los urópodos presentan 16-18 setas marginales más una espina, y 15-17 setas, respectivamente. El telson tiene una forma rectangular y en él se pueden observar seis pares de espinas terminales y dos espinas laterales.

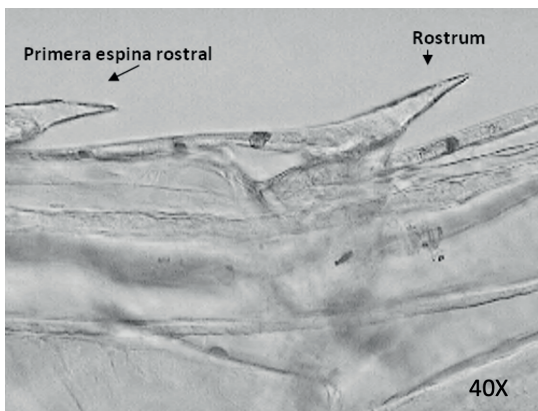


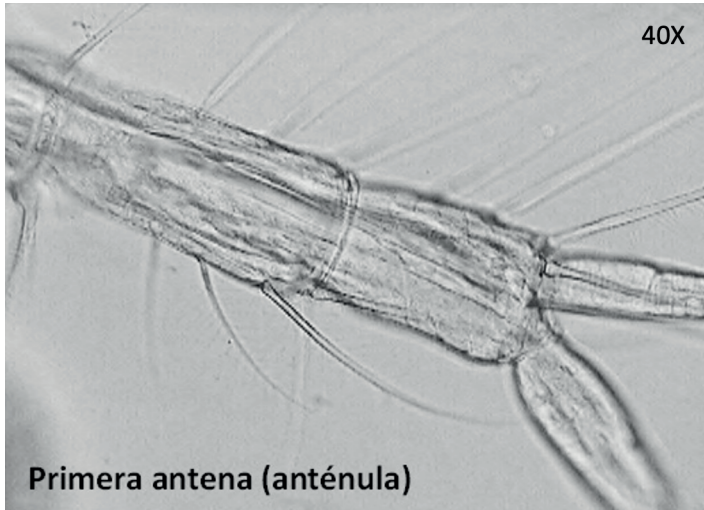
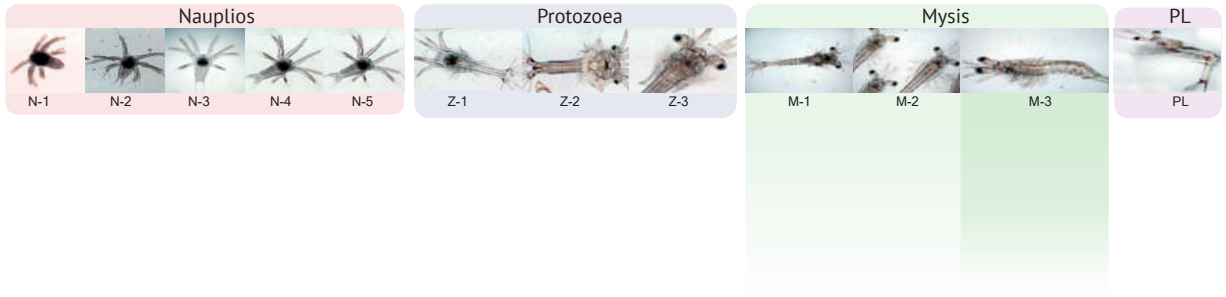
Mysis 3

El último estadio larval de mysis dura en promedio 30 horas. La longitud promedio de las larvas varía de 3.68 a 4.50 mm. La larva mysis mantiene su cuerpo en posición vertical con la cabeza en flexión.



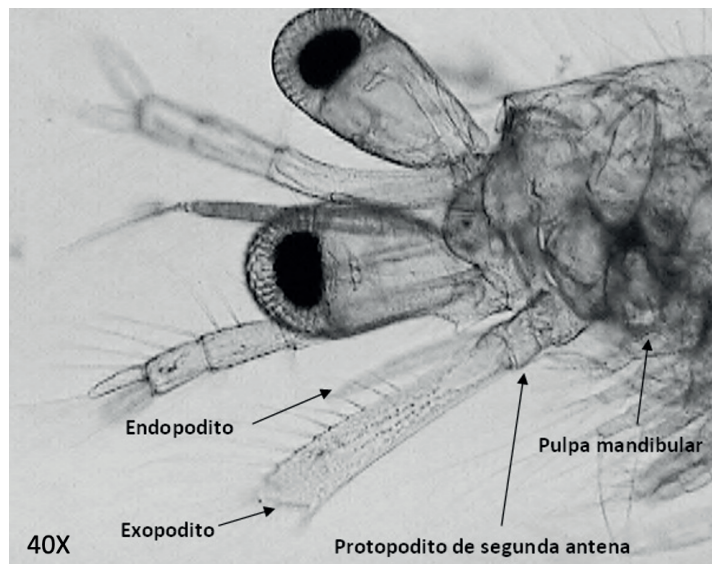
Este estadio se diferencia del anterior porque los pleópodos están más desarrollados, aparece la primera espina rostral, los ojos compuestos están ampliamente desarrollados, presentando un pedúnculo pigmentado.

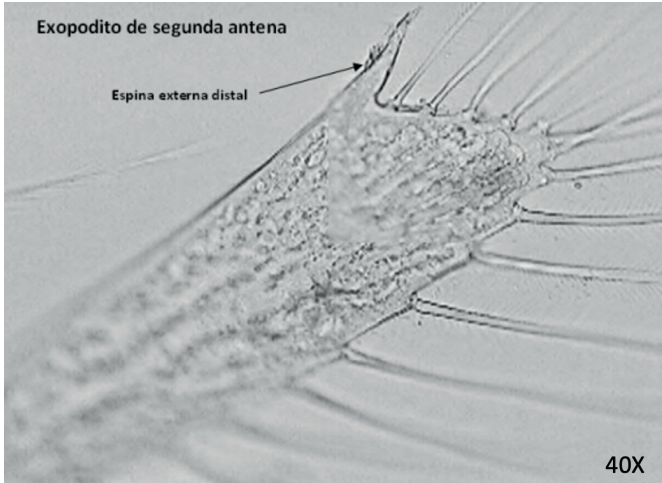
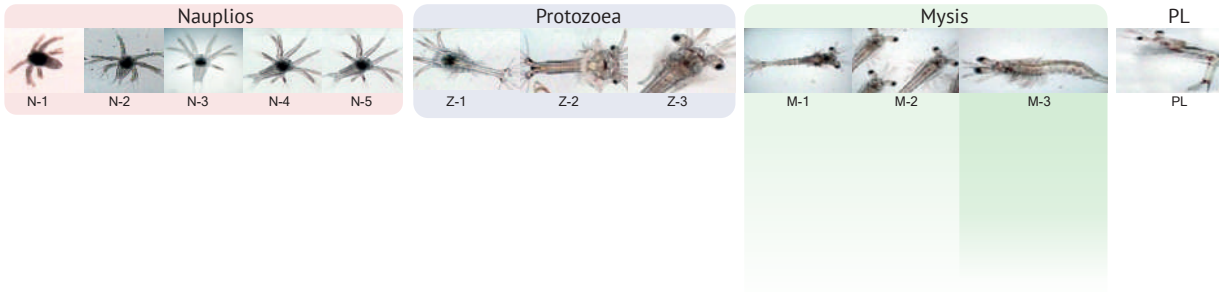




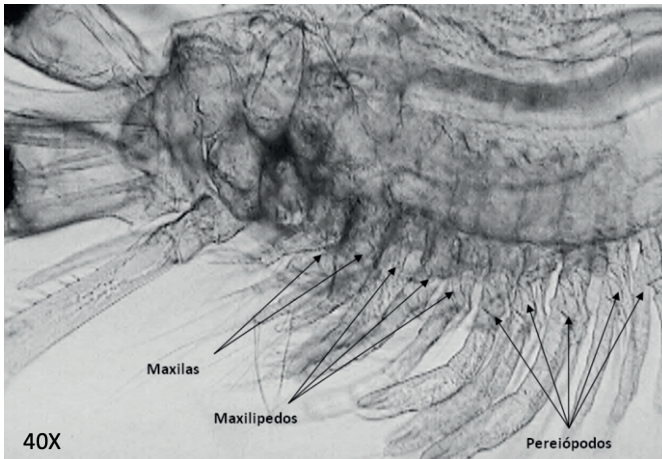
La anténula presenta más setas sobre cada uno de los segmentos. En el segmento distal, la rama o flagelo interno es bisegmentada y presenta cuatro setas terminales, mientras que la rama externa, más corta que la interna, no está segmentada y presenta siete setas terminales y dos laterales. Alrededor del estatocisto se pueden observar cuatro setas cortas.

El protopodito de la segunda antena es bisegmentado. El endopodito de la segunda antena es bisegmentado, y su segmento distal presenta cuatro setas terminales y una seta lateral. En la porción media del segmento distal se pueden observar articulaciones rudimentarias.

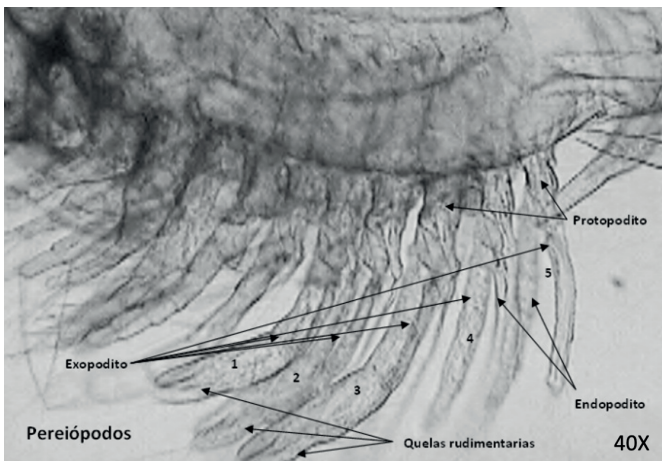




El exopodito presenta 19 a 21 setas marginales más una espina externa distal. La pulpa mandibular, la cual es observada desde el subestadio precedente, ahora es ligeramente más larga.

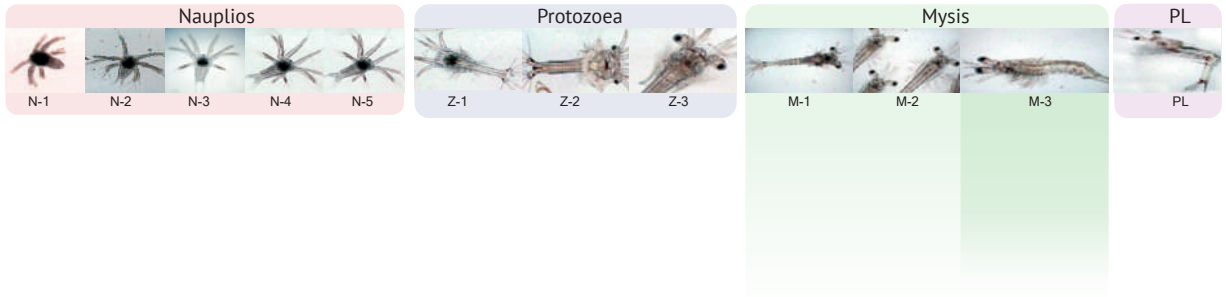


Las maxilas permanecen igual, excepto por el exopodito de la segunda maxila el cual ahora presenta 17 setas. En el segmento basal del protopodito de los maxilípedos se ha desarrollado el plato branquial.

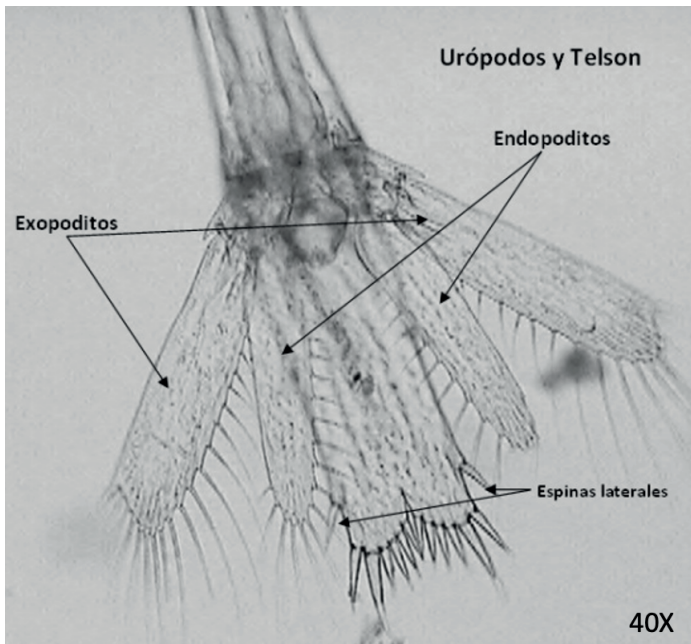
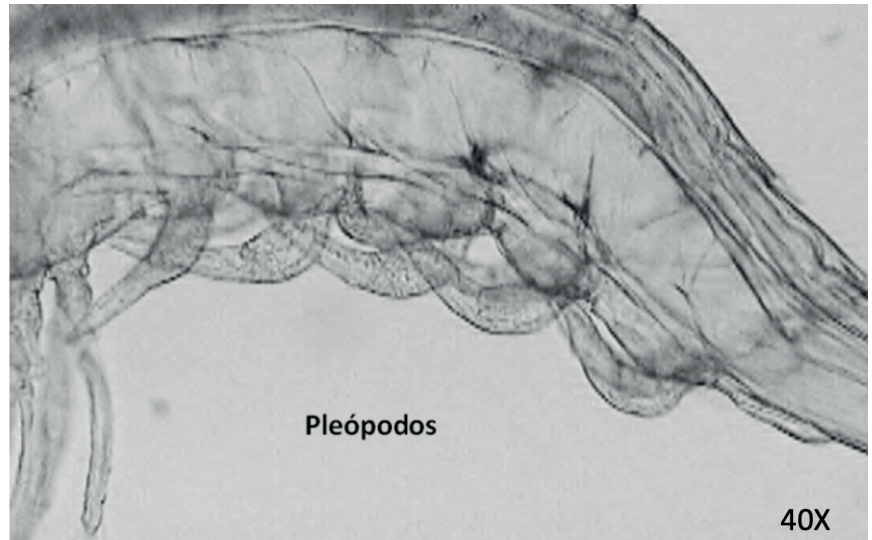


Los pereiópodos consisten en un protopodito, un endopodito con cinco segmentos y un exopodito sin segmentos, pero con siete setas.

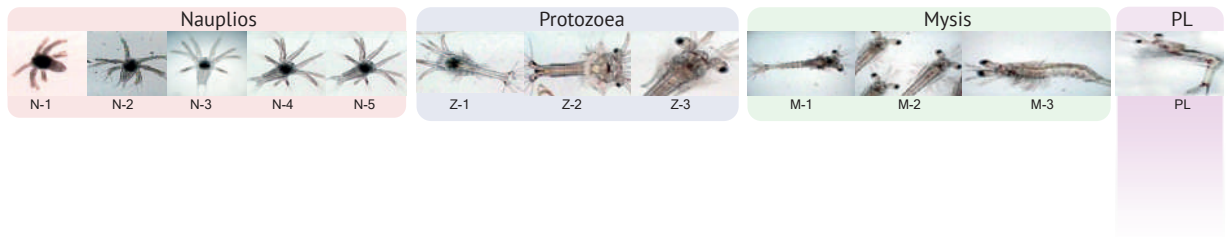
En el endopodito de los primeros tres pares de pereiópodos se forma una quela rudimentaria en el segmento distal, mientras que el resto de los dos pares presentan cinco setas.



Ahora los pleópodos son bisegmentados y presentan dos pequeñas setas terminales.



Los exopoditos y endopoditos de los urópodos presentan 17-19 y 20-21 setas marginales, respectivamente. El telson presenta seis pares de espinas terminales y dos pares de espinas laterales.



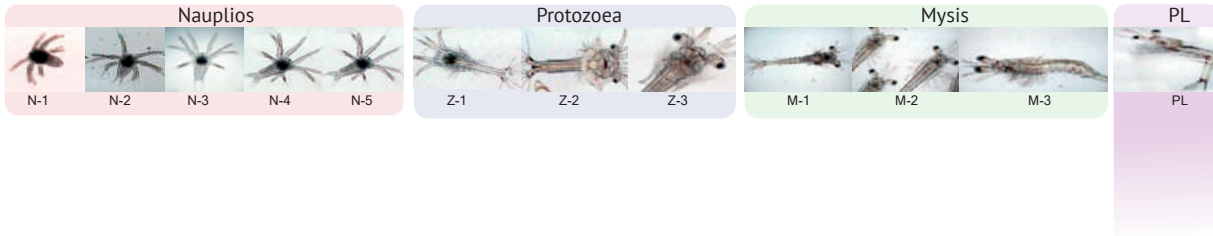
4. ETAPA DE POSTLARVAS

Las larvas mysis en su último estadio sufren una metamorfosis y aparece la primera postlarva que durante unos instantes aún conserva el comportamiento de nado que presentaba durante mysis combinado con el comportamiento de postlarvas. Las postlarvas nadan hacia delante utilizando los pleópodos setosos, mientras que los pereiópodos ya son apéndices funcionales que ayudan en la alimentación y en arrastre.

El número de estadios postlarvales que presenta el camarón blanco del Pacífico varía de 30 a 35 para convertirse en juveniles, esto es, cuando poseen las características propias de la especie, como, por ejemplo, el número de dientes rostrales, pero aún sin diferenciación sexual. La diferenciación entre estadios se puede llevar a cabo considerando ciertos detalles morfológicos difíciles de apreciar rápidamente como lo es el análisis de la formación de las lamelas branquiales que se van modificando en función del desarrollo de las postlarvas. Normalmente, a una temperatura de 28°C, cada subestadio dura aproximadamente 24 horas por lo que, a manera de simplificar la identificación del estadio de desarrollo de una postlarva, lo que se acostumbra en los laboratorios comerciales de producción de postlarvas, es utilizar los días que van pasando a partir de la primera postlarva, esto es, al siguiente día serán postlarvas 2 (PL2), y así consecutivamente hasta completar el desarrollo branquial y sufrir la metamorfosis a juveniles.

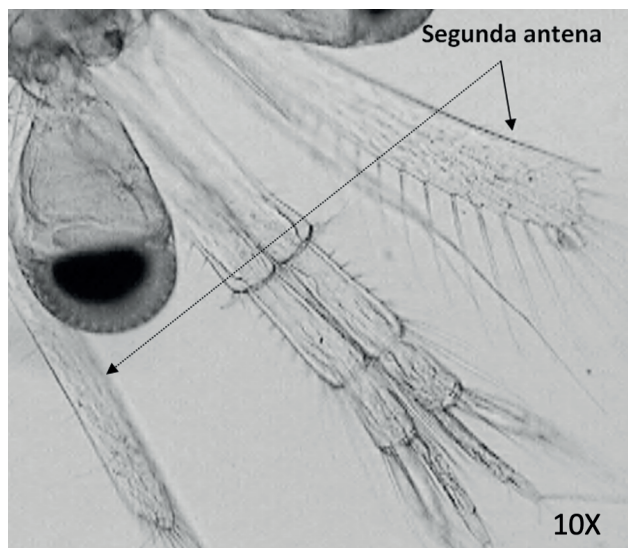
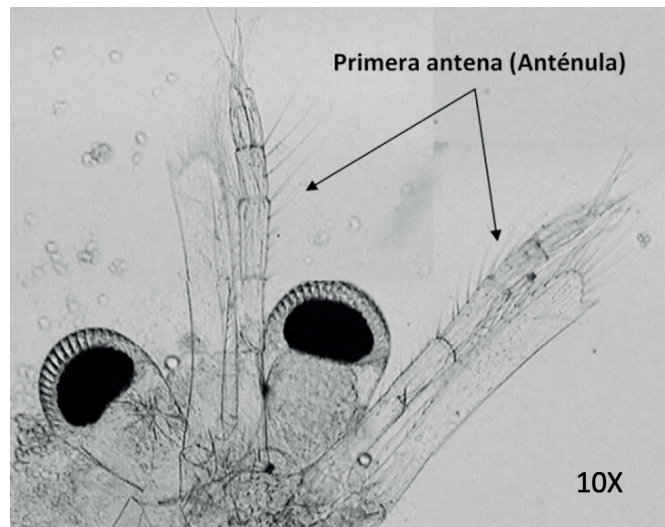


Una vez que la larva mysis muda por tercera ocasión aparece la primera postlarva, la cual es ya un camarón pequeño. La longitud corporal promedio varía de 4.00 a 6.00 mm y en su parte más ancha mide alrededor de 1.50 mm. Los organismos en esta etapa se diferencian de la anterior por la presencia de pereiópodos

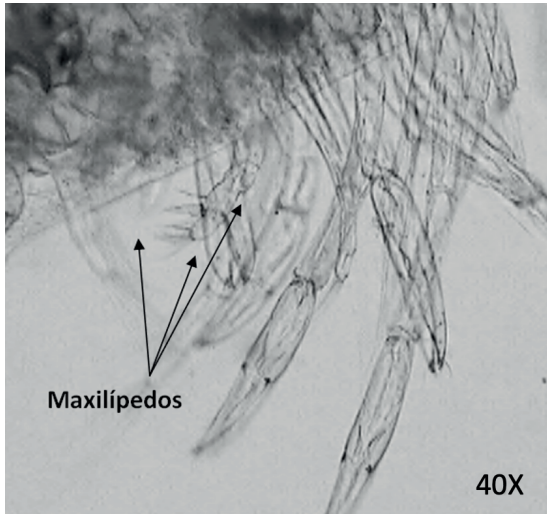


desarrollados, pleópodos setosos y la forma de nado. La primera postlarva mantiene su cuerpo en forma horizontal. El exoesqueleto del cefalotórax permanece muy parecido, pero las espinas anterolaterales se reducen de tamaño y la espina supra-orbital es mínima o desaparece.

Los segmentos de las anténulas tienen varias setas más. El brazo interno del segmento distal se hace más largo y ahora presenta tres segmentos, mientras que el brazo externo es bisegmentado y presenta 12 setas.

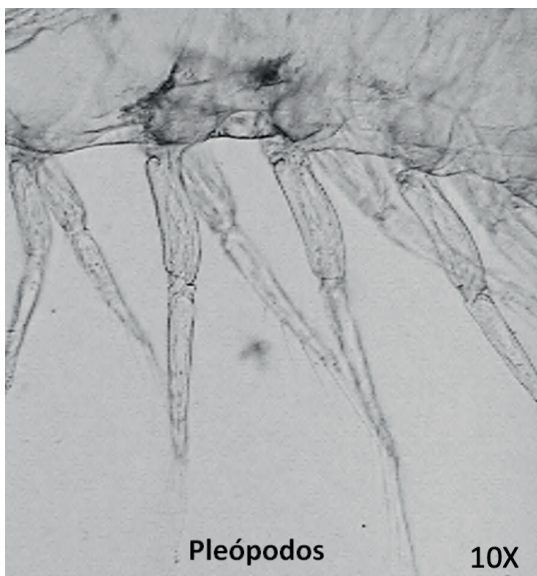
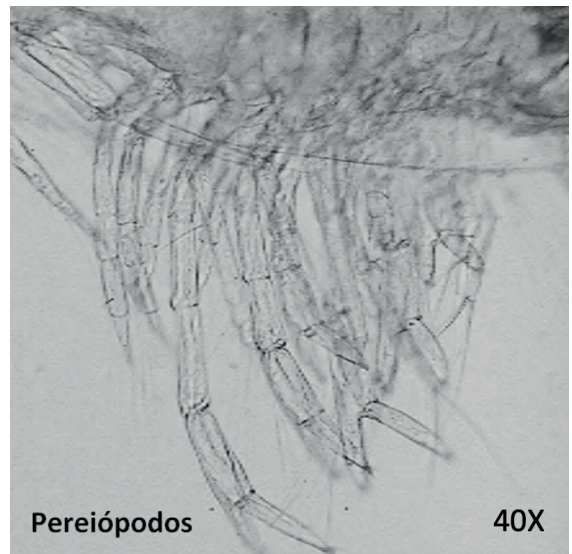


La antena presenta un protopodito bisegmentado, un endopodito con cinco segmentos y 13 setas distribuidas desde el segmento basal hasta el terminal, y un exopodito el cual ahora es más alargado que en el estadio anterior, presenta de 23 a 26 setas marginales y además una espina dorsolateral.



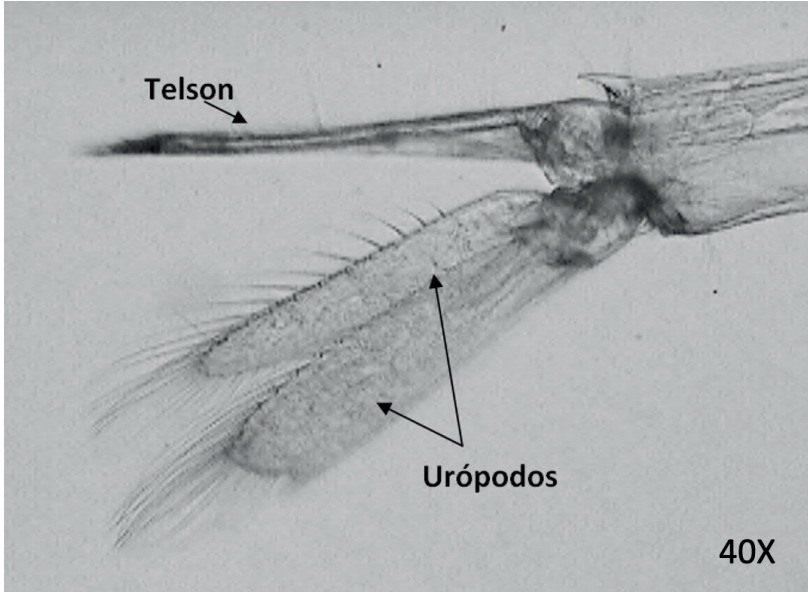
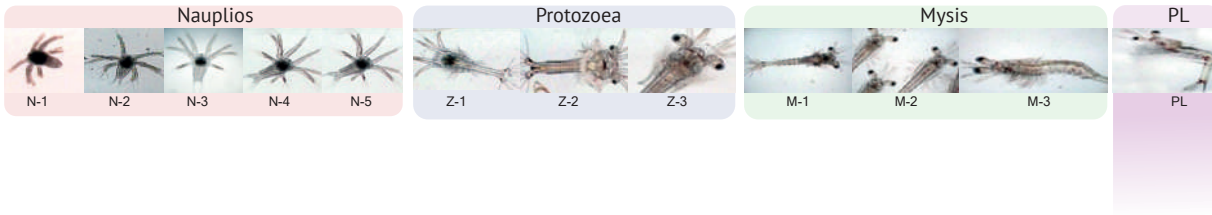
Los maxilípedos presentan exopoditos bien desarrollados con pequeñas setas o sétulas.

Los pereiópodos han perdido sus exopoditos y los endopoditos aumenta su tamaño. Los primeros tres pereiópodos presentan una quela funcional en su segmento distal.

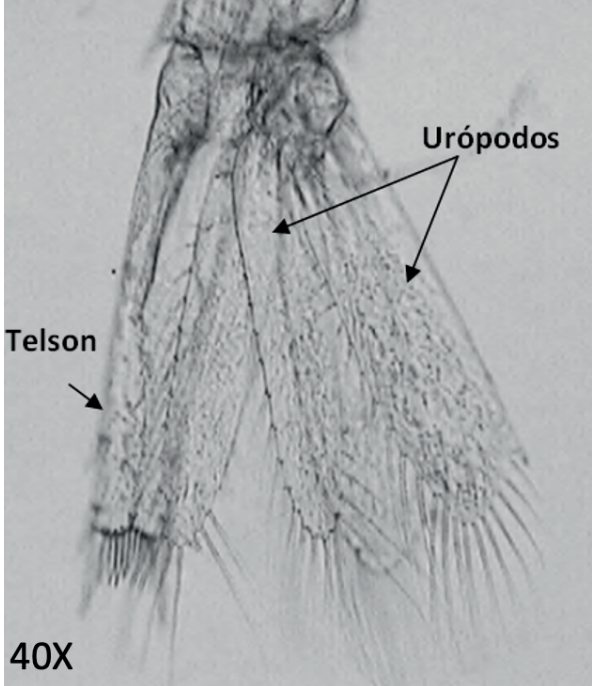


Se desarrollan los pleópodos bisegmentados, y las postlarvas ahora presentan cinco pares de patas nadadoras completamente articuladas y funcionales.

La espina dorso-media y la espina media-lateral es visible sobre los segmentos abdominales.



El telson tiene forma trapezoidal siendo más estrecha la región posterior, y presenta cuatro-cinco espinas terminales.



Los endopoditos y exopoditos de los urópodos presentan 21-25 y 22-24 setas marginales. Los urópodos y el telson forman la furca caudal.

Literatura consultada

- Alfonso E., Ramos L., Dias-Inglesia E., García T. y Rosas C., 1993. Manual Del II Curso Internacional de producción de postlarvas de camarones peneidos del Atlántico de América. Coordinación de Servicios Editoriales, Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F. 133 p.
- Fernando Vega-Villasanta y Olimpia Chong Cariilo Editores. EL Dicamarón. Diccionario de Camaronicultura. Universidad de Guadalajara-Universidad de La Habana. 2006. 123 p. ISBN 970-27-0969-5.
- Hang, L. y Rui-Yu, L., 1994. Comparative Studies on the larval development of the penaeid shrimps, *Penaeus chilensis*, *P. merguensis* and *P. penicillatus*. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*. Vol 12(4):295-307.
- Hertzler, P.L., 2005. Cleavage and gastrulation in the shrimp *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* (Malacostraca, Decapoda, Dendrobranchiata). *Arthropod Structure and Development* 34, 455–469.
- Hertzler, P.L. y W.R. Freas, 2009. Pleonal muscle development in the shrimp *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* (Crustacea: Malacostraca: Decapoda: Dendrobranchiata). *Arthropod Structure & Development* 38: 235–246.
- Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Chile. 2018. Colección de especies: Glosario Crustáceos. <https://www.ifop.cl/macrofauna/coleccion-de-especies/glosario-crustaceos/>
- Kitani, K., 1986. Larval development of the white shrimp *Penaeus vannamei* Boone reared in the laboratory and the statistical observation of its naupliar stages. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*. 52(7):1131-1139.
- McLaughlin, P. 1980. Comparative Morphology of Recent Crustacea. W.H. Freeman and Company, San Francisco, 177 pp.
- McVey, J.H. y Fox, J.M., 2000. Hatchery techniques for Penaeid shrimp utilized by Texas A & M-NMFS Galveston Laboratory Program. pp.129-154. In: CRC Handbook of Mariculture. Vol. 1. Crustacean

Aquaculture. (Eds. McVey, J.P. y Moore, J.R.). CRC Press Inc., Boca Raton, Florida. U.S.A.

Moncayo, R., 1993. Capítulo 1. Estadios larvales. 5-40. En: Manual de Laboratorio. Tecnología desarrollada con relación a la cría y desarrollo de la larva de camarón. 167 p. EMAGRO Cia Ltda. Empresa Agroindustrial y Comercial Cía. Ltda. Manta Ecuador.

Ronquillo J.D., Saisho T. and McKinley R.S., 2006. Early developmental stages of the green tiger prawn, *Penaeus semisulcatus* de Haan (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). *Hydrobiologia* 560:175-196.

Trecee, G.D. and Yates, M.E., 1990. Chapter III. Larval culture pp. 10-18. In: Laboratory manual for culture of Penaeid shrimp larvae. Marine Advisory Service. Sea Grant College Program. Texas A&M University. College Station, Texas. U.S.A.

Türkmen, G., 2005. The larval development of *Penaeus semisukatus* (de Ham, 1850). (Decapoda: Penaeidae). *Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*. Vol 2(1-2):195-199.

Young, J.H., 1959. Morphology of the White shrimp *Penaeus setiferus* (Linnaeus 1758). Washington, U.S. Govt. Print Off., 1959. Fishery Bulletin of the Fish and Wildlife Service. 59 (145). 168 p.

GLOSARIO

Antena: Segundo par de apéndices de la cabeza. Uno de los pares de apéndices del segundo segmento cefálico. Sinónimo: Segunda antena.

Anténula: Primer par de apéndices de la cabeza. Uno de los pares de apéndices del primer segmento cefálico. Sinónimo: Primera antena.

Birrámeas: Con dos ramas. Tener dos ramas. Apéndice de crustáceos con dos ramas.

Blastómetro: Son un tipo de células embrionarias animales indiferenciadas resultantes de la segmentación del cigoto después de la fecundación.

Branquia: Órgano respiratorio de los animales acuáticos. Estructura de paredes delgadas, similar a un dedo o a una hoja que se extiende hacia afuera desde el apéndice o secundariamente desde el lado del cuerpo, que funciona en la respiración.

Cefalotórax: Parte anterior del cuerpo, fusión de cabeza y tórax, que alberga todos los apéndices del cuerpo a excepción de los pleópodos y los urópodos. Parte anterior del cuerpo compuesta de somitas cefálicas y torácicas fusionadas; Este último con apéndices modificados como piezas bucales, a veces también con apéndices relativamente no modificados.

Corión: Parte más exterior de la membrana que envuelve al nauplio en formación.

Endopodito: Rama interna del apéndice birramoso.

Estatocisto: Órgano de equilibrio de los crustáceos. En los Decapada están ubicados en la base de las anténulas. Se denomina estatolitos a las partículas ubicadas dentro del estatocisto.

Exopodito: Rama externa del apéndice birramoso. Bien manifiesto en los estadios larvales o primeras postlarvas. En el adulto puede desaparecer o quedar muy reducido.

Furca caudal: Rama caudal pareada del segmento abdominal terminal o telson.

Labrum: Borde bucal superior situado ante o sobre las mandíbulas. Crecimiento no apareado que surge justo delante de la boca y, a menudo, más o menos cubriéndola.

Mandíbula: Corresponde al tercer par de apéndices cefálicos, adaptadas para moler o triturar.

Maxila: Apéndice pareado del quinto somito cefálico utilizado en la alimentación, a menudo también en la respiración.

Maxilípodo: Apéndice torácico que, por fusión de segmentos en los crustáceos más evolucionados, se sitúa sobre los apéndices bucales. Apéndices pareados modificados para alimentarse en somitas torácicos primero hasta tercero, generalmente fusionados con cefalón.

Maxílula: Apéndice del cuarto somito cefálico, que coadyuva en la alimentación. Primera maxila.

Mysis: Estadio larval de los peneidos que sigue al de protozoo, y finaliza en la postlarva.

Nauplio: Primer estadio larval de los Penaeoidea y otros crustáceos. De organización muy simple y constituido por 3 pares de apéndices (anténulas, antenas y mandíbulas) que le sirven para la natación.

Ocelo: Ojo único simple o mancha ocular.

Pereiópodo: Apéndice torácico de los decápodos que se utiliza para la locomoción.

Plato branquial: Estructura plana que se encuentra en el exopodito de las mandíbulas.

Pleópodo: Pares de apéndices de los primeros cinco somitos abdominales, encargados del transporte de los huevos en las hembras y de los espermátóforos en los machos durante la cópula, entre otras funciones.

Protopodito: Parte proximal del apéndice, que consiste en coxa y base o menos frecuentemente en procoxa, coxa y base, a veces fusionada.

Protozoa: Estadio larval de los peneidos que sigue al de nauplius y continúa con el de Mysis. Emplea los apéndices cefálicos para nadar.

Pulpa mandibular: Parte articulada distal de la mandíbula utilizada en la alimentación o limpieza.

Quela: Pinza formada por los dos podómeros distales del pereópodo, en la cual el dedo móvil se opone al dedo fijo formado por una extensión distal del propódeo.

Rostrum: Proyección anterior del cuerpo, rígida y ubicada entre los ojos. Generalmente con dientes en el margen inferior y superior.

Seta, seda o pluma: Elementos de la cutícula originados por secreción de las células epidérmicas. También denominadas sedas o cerdas o plumas.

Telson: Último segmento abdominal. Porción terminal del cuerpo (no se considera somito verdadero), generalmente con ano, a veces con furca caudal.

Tórax: Tagma, o segmento, entre el céfalon y el abdomen.

Unirrámeas: Con sólo una rama. Tener una rama. Apéndice de crustáceos con una rama.

Urópodo: Apéndice del sexto somito abdominal en Malacostacos, generalmente en forma de abanico, a veces reducido o modificado

