

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.

**Ciclo de vida de *Lepeophtheirus simplex* Ho, Gómez & Fajer-Ávila, 2001
(Copepoda: Caligidae) parásito de botete diana *Sphoeroidos annulatus*
(Jenyns, 1842)**

Por

Ana Inés Rivas Salas

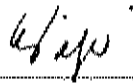
Tesis aprobada por la Unidad Mazatlán en
Acuicultura y Manejo Ambiental

Como requisito parcial para obtener el grado de


MAESTRÍA EN CIENCIAS

APROBACIÓN

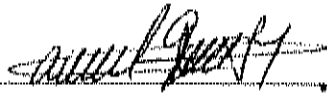
Los miembros de este comité designado para revisar la tesis de Ana Inés Rivas Salas, la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias.



Dra. Emma Josefina Fajer Ávila



Dr. Neil J. Duncan Main



Dr. Samuel Gómez Noguera

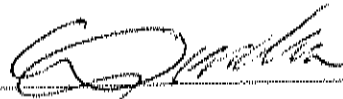


Dra. Ana Margarida Trigo de Sousa Roque

DECLARACIÓN INSTITUCIONAL

Se permiten citas breves del material contenido en esta tesis sin permiso especial del autor, siempre y cuando se de el crédito correspondiente. Para la reproducción parcial o total de la tesis con fines académicos, se deberá contar con la autorización escrita del director del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD).

La publicación en comunicaciones científicas o de divulgación popular de los datos contenidos en esta tesis, deberá dar los créditos al CIAD, previa aprobación escrita de la directora de tesis.



Dr. Alfonso Antero Gardea Béjar
Director General del CIAD, A.C.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por haber otorgado la beca crédito para cursar la maestría, y una beca-tesis por 3 meses dentro del proyecto CONACyT Clave 31621 B: "Estudio de la fauna parasitaria y la flora bacteriana del botete diana silvestre (*Spherooides annulatus* (Jenyns, 1842)) y su efecto potencial en el cultivo. Técnicas para su control."

Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Sinaloa por haber apoyado la elaboración del manuscrito de tesis con una beca.

A los miembros del comité de tesis: Dr. Samuel Gómez, Dr. Neil Duncan, Dra. Ana Roque y la directora de tesis, Dra. Emma Fajer por su constante apoyo y ayuda para la realización de este trabajo.

Al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) Unidad Mazatlán, en especial al Laboratorio de Nutrición y al Laboratorio de Reproducción de Peces por donar los botetes que se utilizaron en las infestaciones. Al Dr. Bruno Gómez Gil, Dra. Ana Roque, Q.F.B. Carmen Bolán y M. en C Ana Puello por su ayuda y paciencia que tuvieron con el eterno préstamo de material para realizar el trabajo.

*La verdadera ciencia enseña, por encima de todo, a dudar y
a ser ignorante.*

Unamuno (1864-1936)

CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	V
1 INTRODUCCIÓN	1
2 ANTECEDENTES	5
2.1 ENFERMEDADES PARASITARIAS DE LOS PECES MARINOS EN CULTIVO.....	7
2.2 CRUSTÁCEOS PARÁSITOS.....	8
2.2.1 <i>Copépodos</i>	9
2.3 COPÉPODOS PARÁSITOS DE PECES.....	15
2.3.1 <i>Características de la familia Caligidae Burmeister, 1835</i>	17
2.4 GÉNERO <i>LEPEOPHTHEIRUS</i> VON NORDMAN, 1852.....	22
2.4.1 <i>Ciclo de Vida</i>	22
2.4.2 <i>Ciclo de vida de Lepeophtheirus von Nordman, 1852</i>	28
3 JUSTIFICACIÓN	32
4 HIPÓTESIS	33
5 OBJETIVO GENERAL	34
5.1 OBJETIVOS PARTICULARES.....	34
6 MATERIALES Y MÉTODOS	35
6.1 OBTENCIÓN DE LOS ESTADIOS DE VIDA LIBRE.....	35
6.1.1 <i>Sistema experimental</i>	35
6.1.2 <i>Colecta del material biológico y condiciones de cultivo</i>	37
6.1.3 <i>Experimento 1. Metodología para la obtención de los estadios de vida libre</i>	38

6.1.4	<i>Análisis de resultados</i>	39
6.2	OBTENCIÓN DE LOS ESTADIOS FIJOS Y LOS ESTADIOS MÓVILES	39
6.2.1	<i>Sistema experimental</i>	39
6.2.2	<i>Material biológico y condiciones de infestación</i>	40
6.2.3	<i>Análisis de resultados</i>	42
7	RESULTADOS	44
7.1	DESCRIPCIONES TAXONÓMICAS	44
7.1.1	<i>Fase Naupliar</i>	44
7.1.2	<i>Fase Infestiva</i>	48
7.1.3	<i>Fase Calimus</i>	54
7.1.4	<i>Fase Preadulta</i>	60
7.2	DESARROLLO DE LA ARMADURA DE LAS PATAS	68
7.3	TIEMPO DE VIDA DE LOS ESTADIOS DE DESARROLLO DE <i>LEPEOPHTHEIRUS</i> <i>SIMPLEX</i>	93
7.3.1	<i>Características de los Sacos Ovíferos y Eclosión de los Huevos.</i> 93	
7.3.2	<i>Estadios de Vida Libre</i>	94
7.3.3	<i>Estadios Fijos y Móviles de L. simplex</i>	97
7.3.4	<i>Localización de los estadios de vida de L. simplex sobre el pez.</i> 107	
8	DISCUSIÓN	109
8.1	DESCRIPCIONES TAXONÓMICAS	110

8.2	CICLO DE VIDA DE <i>L. SIMPLEX</i>	116
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	119
10	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
11	APÉNDICE: GLOSARIO	127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Phyla con miembros en asociación con copépodos (Huys y Boxshall, 1991).....	21
Tabla 2. Características de los diferentes estadios de desarrollo de <i>Lepeophtheirus salmonis</i> (adaptado de Pike y Wadsworth 1999).	26
Tabla 3. Tiempo de desarrollo (h- horas, d- días) de los diferentes estadios de vida descritos en la literatura para el género <i>Lepeophtheirus</i>	27
Tabla 4. Desarrollo de la armadura de las patas 1-4 de <i>Lepeophtheirus simplex</i> . Los números romanos indican las espinas y los números arábigos las setas. ";" indica segmentación. Cop=copepodito; CI=calimus I; CIII=calimus III; CIV=calimus IV; PA IM=preadulto I macho; PA IH=preadulto I hembra; PA IIM=preadulto II macho; PA IIH=preadulto II hembra; red = reducido; (*)= estadio en el que aparece por primera vez la pata 5; (**)= estadio en el que aparece por primera vez la pata 6.....	69
Tabla 5. Tiempo de desarrollo post-infección de los estadios fijos y móviles de <i>Lepeophtheirus simplex</i> a 22 °C.	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura básica de un copépodo, segmentación y posición de las P1-P5, <i>Cannuella</i> sp. (Modificado de Huys <i>et al.</i> 1996).....	11
Figura 2. Vista ventral del cefalotórax con los apéndices. Sólo se dibujo la antena, maxílula y maxilipedo derecho; y sólo se dibujo la mandíbula y maxila izquierda. Se omitió la pata 1 (Tomado de Huys <i>et al.</i> 1996).....	13
Figura 3. a, Estructura básica de P2-P4; b, estructura de P1 de <i>Hamondia superba</i> Huys; c, P4 de <i>Paramesochra mielkei</i> Huys. (Modificado de Huys <i>et al.</i> 1996)	14
Figura 4. <i>Lepeophtheirus pectoralis</i> , macho vista dorsal (modificado de Boxshall 1974a).....	18
Figura 5. <i>Lepeophtheirus pectoralis</i> , hembra vista ventral (modificado de Boxshall 1974a)....	19
Figura 6.a, maxila; b, maxilipedo de <i>L. simplex</i> . Barra = 0.1 mm (Tomado de Ho <i>et al.</i> 2001)	20
Figura 7. Ciclo de vida de <i>Lepeophtheirus salmonis</i> (Tomado de Schram 1993).p.....	25
Figura 8. Diagrama del sistema experimental empleado para el cultivo de los estadios de vida libre de <i>Lepeophtheirus simplex</i> . En el contenedor inferior se mantuvo la aireación y la temperatura del agua constante, el agua se bombeaba y se distribuía uniformemente al contenedor superior donde se encontraban los recipientes con los organismos. Las flechas indican el flujo del agua.	36
Figura 9. <i>Lepeophtheirus simplex</i> Ho, Gómez & Fajer-Ávila, 2001.Nauplio I; (a) habitus ventral; (b) anténula; (c) antena, (d) detalle de las setas de la antena; (e) mandíbula, (f) detalle de las setas de la mandíbula,	70

Figura 10. <i>Lepeophtheirus simplex</i> Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Nauplio II: (a) habitus dorsal; (b) anténula; (c) antena; (d) detalle de las setas de la antena; (e) mandíbula ; (f) detalle de las setas de la mandíbula.....	71
Figura 11. <i>Lepeophtheirus simplex</i> Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Copepodito de vida libre: (a) habitus dorsal; (b) tercera pata ventral (flecha); (c) rostro. ventral (flecha)	72
Figura 12. <i>Lepeophtheirus simplex</i> Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Copepodito de vida libre: (a) anténula; (b) antena; (c) maxílula; (d) mandíbula; (e) maxila; (f) maxilipedo.	73
Figura 13. <i>Lepeophtheirus simplex</i> Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Copepodito de vida libre: (a) primera pata; (b) segunda pata.	74
Figura 14. <i>Lepeophtheirus simplex</i> Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Copepodito con filamento frontal: (a) habitus dorsal; (b) región postcefálica ventral y tercera pata (flecha).....	75
Figura 15. <i>Lepeophtheirus simplex</i> : copepodito con filamento frontal: (a) anténula; (b) antena; (c) maxílula; (d) mandíbula; (e) maxila; (f) maxilipedo.	76
Figura 16. <i>Lepeophtheirus simplex</i> Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Copepodito con filamento frontal: (a) primera pata; (b) segunda pata.	77
Figura 17. <i>Lepeophtheirus simplex</i> Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Calimus I: (a) habitus dorsal; (b) furca caudal ventral y cuarta pata ventral (flecha)	78
Figura 18. <i>Lepeophtheirus simplex</i> Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Calimus I: (a) anténula; (b) antena; (c) maxílula; (d) mandíbula; (e) maxila; (f) maxilipedo.....	79
Figura 19. <i>Lepeophtheirus simplex</i> Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Calimus I: (a) primera pata; (b) segunda pata; (c) tercera pata.....	80

Figura 20. <i>Lepeophtheirus simplex</i> Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Calimus III: (a) habitus dorsal; (b) furca caudal ventral y quinta pata (flecha).	81
Figura 21. <i>Lepeophtheirus simplex</i> Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Calimus III: (a) anténula; (b) antena; (c) maxilula; (d) mandíbula; (e) maxila; (f) maxilipedo.....	82
Figura 22. <i>Lepeophtheirus simplex</i> Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Calimus III: (a) primera pata; (b) segunda pata; (c) tercera pata; d) cuarta pata	83
Figura 23. <i>Lepeophtheirus simplex</i> Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Calimus IV: (a) habitus dorsal; (b) furca caudal.....	84
Figura 24. <i>Lepeophtheirus simplex</i> Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Calimus IV: (a) anténula; (b) antena; (c) maxilula; (d) mandíbula; (e) maxila; (f) maxilipedo (g) furca esternal.	85
Figura 25. <i>Lepeophtheirus simplex</i> Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Calimus IV: (a) primera pata; (b) segunda pata; (c) tercera pata; (d) cuarta pata; (e) quinta pata.....	86
Figura 26. <i>Lepeophtheirus simplex</i> Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Preadulto I hembra: (a) habitus dorsal; (b) furca cauda.	87
Figura 27. <i>Lepeophtheirus simplex</i> Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Preadulto I hembra: (a) anténula; (b) antena; (c) proceso post-antenal; (d) maxilula; (e) mandíbula; (f) maxila; (g) maxilipedo (g) furca esternal.	88
Figura 28. <i>Lepeophtheirus simplex</i> Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Preadulto I hembra: (a) primera pata; (b) segunda pata; (c) tercera pata; (d) cuarta pata; (e) quinta pata.....	89
Figura 29. <i>Lepeophtheirus simplex</i> Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Preadulto I macho: (a) habitus dorsal; (b) furca caudal; sexta pata (flecha).	90

- Figura 30. *Lepeophtheirus simplex* Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Preadulto I macho: (a) anténula; (b) antena; (c) proceso postantenal; (d) maxílula; (e) mandíbula; (f) maxila; (g) maxilpedo; (h) furca esternal..... 91
- Figura 31. *Lepeophtheirus simplex* Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Preadulto I macho(a) primera pata; (b) segunda pata; (c) tercera pata; (d) cuarta pata; (e) quinta pata; (f) sexta pata. 92
- Figura 32. Porcentaje de los estadios de vida libre de *Lepeophtheirus simplex* colectados. a) nauplio I; b) nauplio II y c) copepodito..... 95
- Figura 33. Tiempo de vida media (T_{50}) de los estadios de vida libre de *Lepeophtheirus simplex*. NI = nauplio I; N2 = nauplio II y Cop = copepodito. 96
- Figura 34. Número de organismos de los diferentes estadios de vida de *L. simplex* colectados del botete Diana durante dos infestaciones. Cop=copepodito, CI=calimus I, CII=calimus II, CIII=calimus III, CIV=calimus IV, PA1M=preadulto I macho, PA1H=preadulto I hembra, PA2M=preadulto II macho, PA2H=preadulto II hembra, AM=adulto macho, AH=adulto hembra, Hov=hembra ovígera..... 98
- Figura 35. Porcentaje de estadios fijos y móviles de *L. simplex*, colectados durante la primera infestación. Cop=copepodito, CI=calimus I, CIII=calimus III, CIV=calimus IV..... 100
- Figura 36. Porcentaje de estadios fijos y móviles de *L. simplex*, colectados durante la primera infestación, PAM=preadulto macho, PAH=preadulto hembra, AM=adulto macho, AH=adulto hembra. 101
- Figura 37. Tiempo de vida media de cada uno de los estadios de vida fijos y móviles de *L. simplex* encontrados la primera infestación. CI=calimus I, CIII=calimus III, CIV=calimus IV,

PA1M=preadulto I macho, PA1H=preadulto I hembra, PA2M=preadulto II macho, PA2H=preadulto II hembra, AM=adulto macho, AH=adulto hembra.....	102
Figura 38. Segunda infestación; porcentaje de estadios de vida fijos y móviles de <i>L. simplex</i> encontrados. Cop=copepodito, CI=calimus I, CII=calimus II, CIV=calimus IV.....	104
Figura 39 Segunda infestación; porcentaje de estadios de vida fijos y móviles de <i>L. simplex</i> encontrados. PAM=preadulto macho, PAH=preadulto hembra, AM=adulto macho, AH=adulto hembra	105
Figura 40. Tiempo de vida media de cada uno de los estadios de vida fijos y móviles de <i>L.</i> <i>simplex</i> encontrados la segunda infestación.	106
Figura 41. Región de fijación del copepodito y estadios de vida fijos y móviles de <i>L. simplex</i> sobre la superficie del cuerpo de <i>Sphaeroides annulatus</i>	108

RESUMEN

Los géneros *Caligus* y *Lepeophtheirus* (Caligidae) representan un peligro potencial para los peces marinos en cultivo. Existen trabajos acerca del ciclo de vida de sólo cuatro especies del género *Lepeophtheirus*. En el presente trabajo se realizó el ciclo de vida de *Lepeophtheirus simplex*, parásito natural del botete diana, *Sphoeroides annulatus*, bajo condiciones de laboratorio, se describieron por primera vez las características morfológicas de cada uno de sus estadios de desarrollo y se determinó la duración de su ciclo de vida. El ciclo de vida de *L. simplex* aquí descrito constó de dos estadios naupliares planctónicos, un copepodito, tres estadios calimus, dos estadios preadultos semifijos y el estadio adulto. El copepodito es el estadio infestivo y tuvo una duración de 32 horas. Durante este estadio, primero sujeto al pez con las antenas y posteriormente por medio de un filamento frontal, permaneció fijado al igual que los estadios calimus y algunos de los preadultos. Las características del filamento frontal se asemejan más a las descritas para *Caligus* que para *Lepeophtheirus*. El ciclo de vida de *L. simplex* tuvo una duración de 12 a 14 días (293 horas a 335 horas) a 22 °C, desde que se inició la eclosión hasta que aparecieron las hembras ovígeras.

ABSTRACT

Caligus and Lepeophtheirus species are a potential risk for marine fish culture. The life cycle of only four species of the genus Lepeophtheirus have been described. The life cycle of Lepeophtheirus simplex, a natural parasite of the puffer fish, Sphoerodes armulatus, was studied under laboratory conditions. Descriptions of developmental stages were made and the duration of each stage was determined. Nine stages were identified: two nauplii, one copepodid, three chalimus, two preadults and the adult. The copepodid is the infective stage and lasts 32 hours. First the copepodid attaches to the fish by means of the antennae and later by the frontal filament, as in the chalimus stages and some preadults. The frontal filament is more similar to those described for Caligus than those for Lepeophtheirus. The life cycle of L. simplex lasts 12-14 d (293 h to 335 h) at 22 °C, from the first nauplii hatches to ovigerous females.

1 INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la industria acuícola ha sido continuo desde hace dos décadas. Las estadísticas presentadas por FAO (1995) indican que la producción en maricultura se ha incrementado considerablemente desde la década de los 80's. La producción tanto de captura como de cultivo de peces marinos se incrementó de 63.5 millones de toneladas métricas en 1984 a 73.5 millones de toneladas métricas en 1989. El porcentaje aportado por la maricultura a la producción durante este periodo de tiempo osciló entre un 0.33% y un 0.53%. En la década de los 90's, la captura y cultivo de peces marinos se mantuvo relativamente sin variación; en 1994 fue de 93.4 millones de toneladas métricas, alcanzando el máximo de producción con 97.3 millones de toneladas métricas en 1997 y 1999. Durante este periodo, la aportación de la maricultura osciló entre 9.3% y 13.4% (FAO 2000). Aparentemente el recurso está siendo explotado al máximo en casi todas las regiones de pesca del mundo. Es por esto que no se ve una tendencia a aumentar el volumen de captura. Debido a la reducción de proteína obtenida de los peces silvestres, el crecimiento de la maricultura continuará y nuevas especies de peces marinos se agregarán al espectro de las especies marinas cultivadas (Gudding et al. 1999).

Uno de los factores limitantes para el éxito o fracaso del cultivo de una especie son las enfermedades. Su prevención y control determinan si el cultivo

de una especie es rentable (Arthur & Ogawa 1996). Las granjas de peces proveen las condiciones ideales para la transmisión efectiva de enfermedades y parásitos tales como los crustáceos (Barker & Cone 2000). Los copépodos son los crustáceos parásitos de mayor abundancia en el cultivo de peces. También se pueden encontrar branquiuros, isópodos, anfipodos, cirrípedos y ostrácodos. Las pérdidas que causan los copépodos parásitos en los cultivos de peces son significantes, no sólo como resultado de las mortalidades directas, sino también por el crecimiento lento de los peces infectados y los costos de prevención y tratamiento (Plasecki 1995, Pike & Wadsworth 1999).

Varias especies de copépodos de la familia Caligidae se han convertido en los principales patógenos de los salmónidos cultivados en Europa (Noruega, Irlanda y Escocia), en Norteamérica (Canadá y Estados Unidos) y en América del Sur (Chile) (Ho 2000). *Lepeophtheirus salmonis* Kroyer 1837 y *Caligus elongatus* von Nordmann 1832, ocasionan pérdidas en la industria del cultivo de los salmónidos estimadas en más de un 20% del total de su valor en el mercado (MacKinnon 1997). En Asia se han identificado 10 especies de calígidos que representan un peligro potencial para el cultivo de peces marinos en esa región (Ho 2000).

Para poder prevenir y controlar las epidemias ocasionadas por parásitos, en especial por los calígidos, se necesita el conocimiento de su ciclo de vida, dinámica de poblaciones y mecanismos de transmisión (Ho 2000). De las más de 200 y 100 especies registradas para los géneros *Caligus* y *Lepeophtheirus*

respectivamente, sólo se ha descrito el desarrollo completo de los estadios de vida de 16 especies: cuatro especies del género *Lepeophtheirus* (Lewis 1963, Voth 1972, Boxshall 1974b, Johnson & Albright 1991b, Schram 1993) y once especies del género *Calligus* (Gurney 1934, Heegaard 1947, Hwa 1965, Izawa 1969, Kabata 1972, Caillet 1979, Ben Hassine 1983, Hogans & Trudeau 1989, Piasecki 1996, Lin & Ho 1993, Lin et al. 1996, Lin et al. 1997).

El inicio de las investigaciones sobre el cultivo de una nueva especie tiene como consecuencia el estudio de las enfermedades, y de los parásitos capaces de desarrollar procesos epidémicos que afecten el avance de su cultivo. En el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Unidad Mazatlán, se lleva a cabo un proyecto del cultivo de botete diana (*Sphoeroides annulatus* (Jenyns 1842)). Los resultados de investigaciones parasitológicas realizadas en el botete diana silvestre han demostrado la existencia de una gran diversidad de parásitos protozoarios, monogeneas, dígeneas, nemátodos y copépodos en baja intensidad de parasitación. Sin embargo, al mantener a los peces en un confinamiento, los parásitos con ciclo directo se reproducen rápidamente ocasionando enfermedades parasitarias que pueden dar lugar a la muerte de los peces si estas no son tratadas (Fajer-Ávila & Álvarez-Borrego 2002; Fajer-Ávila et al. 2003)

Entre los copépodos parásitos que se encontraron en el botete diana silvestre se identificó y describió por primera vez una especie de la familia Calligidae: *Lepeophtheirus simplex* Ho & Gómez 2001 cuyas intensidades de

parasitación se incrementan en cautiverio y ocasionan lesiones epiteliales en los peces infestados (Duncan *com. per.*). Esta especie representa una amenaza para el cultivo del botete dlana. El conocimiento del ciclo de vida de esta nueva especie, el tiempo de duración total así como las características y tiempo de desarrollo de cada estadio crearán las bases para la evaluación de posibles mecanismos de control del parásito en los peces de cultivo.

2 ANTECEDENTES

Entre las especies de peces marinos cultivadas de mayor importancia económica se encuentran los salmónidos, cuyo cultivo en jaulas se expande rápidamente en todo el mundo. En 1998 se estimó que la producción de salmón cultivado fue de 750 000 toneladas, siendo Noruega, Chile, Escocia, Canadá, Estados Unidos de Norteamérica, Japón, Irlanda, Australia y Nueva Zelanda los principales productores (FAO, 2000). Entre las especies de salmónidos que más se cultivan se encuentran el salmón del Atlántico (*Salmo salar*), el salmón coho (*Oncorhynchus kitsutch*), la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) y el salmón chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) (Kent 2000).

Varios países del este y sureste asiático son líderes mundiales en la producción de peces marinos cultivados en jaulas y/o estanques (Arthur & Ogawa 1996). En la actualidad la especie cultivada más importante en esta región es el sábalo *Chanos chanos* que es cultivada en estanques y jaulas en Filipinas, Indonesia y Vietnam. Existen otras especies de importancia como la lobina plateada (*Lates calcarifer*), diferentes especies de mero (*Epinephelus* spp.), el pargo (*Lutjanus argiventimaculatus*) y el botete tigre (*Takifugu rubripes*) (Arthur & Ogawa 1996). Se tienen datos que indican una producción anual de diversas especies en granjas familiares de 1, 871 toneladas en Malasia, 3, 142

toneladas en Filipinas, 560 toneladas en Singapur, y 2, 075 toneladas en Tailandia (Leong 1997).

En 1993, el cultivo de peces marinos en Japón representó un 20% del total de la producción proveniente de la maricultura en ese país (Ogawa 1996), en donde más de 40 especies se cultivan comercialmente (Arthur & Ogawa 1996). Dentro de las principales especies se encuentran: el jurel (*Seriola quinqueradiata*), *Seriola dumerili*, *Pagrus major*, el salmón coho (*O. kisutch*), el lenguado (*P. olivaceus*) y el botete tigre (*Takifugu rubripes*) (Burrige et al. 1999).

El botete es un pez muy valorado en Japón (Hirazawa et al. 2000), Corea y China (Kanazawa 1991). En 1962, Japón logró por primera vez la producción de semilla de *T. rubripes* y desde entonces se cultiva hasta la talla comercial (Kanazawa 1991). El botete tigre (*T. rubripes*) llega a alcanzar un precio en el mercado de hasta 50 dólares por kilo. En los años recientes, la producción anual ha sobrepasado las 4, 000 toneladas métricas (Hirazawa et al. 2000).

Actualmente, México es el segundo exportador de botete capturado en el mundo (Nuñez-Vázquez et al. 2000). La especie *Sphoeroides annulatus* (Jenyns, 1853), conocida como botete diana, tiene una distribución desde San Diego hasta Perú. En varias regiones de la costa del Pacífico Mexicano se sostiene una pesquería artesanal importante, y en la Península de California la

pesquería del botete aumentó de 33 t en 1993 a 198 t en 1997 (Nuñez-Vázquez et al. 2000).

En México no existe mucha información sobre el cultivo de peces marinos. En la actualidad existen dos localidades en las que se están llevando a cabo encierros de atún. Siete empresas de inversión japonesa-mexicana realizan la engorda y exportación del atún aleta azul (*Thunnus thynnus*) en las costas de Baja California Norte, alrededor del puerto de Ensenada, en Bahía de Todos los Santos e Islas Coronado (Wray 2002). Una empresa mexicana provee el mercado mundial de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) en las costas de Nayarit, cerca de la isla La Isabela (Anónimo 2002). El Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. CIAD-Unidad Mazatlán está desarrollando un proyecto multidisciplinario sobre el cultivo del botete diana, su reproducción, manejo, nutrición y patología en el estado de Sinaloa.

2.1 Enfermedades Parasitarias de los Peces Marinos en Cultivo

El desarrollo de la acuicultura en las últimas décadas ha dado como resultado que se preste más atención a los problemas que ocasionan las enfermedades parasitarias y su importancia en cuanto al daño que causan en la productividad acuícola. Además de las pérdidas directas por mortalidad, los parásitos pueden tener gran impacto en el crecimiento y comportamiento de los peces. (Scholz 1999).

Todas las especies marinas están infectadas con parásitos de diferentes especies. Estos parásitos no causan grandes daños a los peces silvestres. Es por ello que las infecciones parasitarias en peces marinos silvestres son poco conocidas en comparación con las que se estudian en los peces cultivados (Ogawa 1996). Bajo condiciones de cultivo, el número de parásitos en los peces puede aumentar dramáticamente y causar graves problemas al cultivo (Kent 2000).

El problema de los parásitos en los cultivos de peces marinos en jaulas aumenta no sólo por la dificultad para tratar a los organismos enfermos, si no también para prevenir y controlar las infestaciones. Esto se debe a que hay un intercambio de agua entre las jaulas, lo que permite la introducción de una gran variedad de parásitos o sus vectores y hospederos intermediarios. Esto hace que el cultivo en jaulas sea más vulnerable a las enfermedades parasitarias. Los problemas aumentan cuando se cultivan peces que son introducidos en un área geográfica nueva, lo cual propicia que, tanto las especies de peces nativas como las introducidas, sean susceptibles a la parasitación de taxa hasta el momento no registrados (Arthur & Ogawa 1996, Kent 2000) .

2.2 Crustáceos Parásitos

Las pérdidas asociadas a la presencia de crustáceos parásitos en los cultivos de peces están relacionadas no sólo a las mortalidades directas. El crecimiento lento de los peces infestados repercute también en la

comercialización del producto, y los costos de prevención y tratamiento se reflejan en los costo de producción (Plasecki 1995). Los crustáceos parásitos de peces tienen una gran diversidad adaptativa, morfológica y funcional principalmente para la vida sobre sus hospederos, aunque hay algunas formas que viven dentro de ellos. Los crustáceos ectoparásitos, son de los más dañinos ya que logran penetrar hasta órganos internos por medio de estructuras de fijación invasivas, a través de las cuales obtienen los nutrientes (Pike & Wadsworth 1999).

2.2.1 Copépodos

Los copépodos son crustáceos acuáticos con más de 10,000 especies comprendidas en 10 órdenes de la subclase Copepoda. La diversidad alcanzada por estos crustáceos es muy grande. Han logrado colonizar exitosamente todos los rangos de salinidad, se encuentran desde temperaturas bajo cero hasta las altas temperaturas de las zonas tropicales, son componentes importantes del zooplancton y de la meiofauna, y casi la mitad de todas las especies conocidas viven en relación simbiótica con otros organismos. Los copépodos parasitan casi todos los phyla de animales, desde esponjas y coelenterados hasta vertebrados, incluyendo a los mamíferos (Tabla 1) (Huys & Boxshall 1991). Kabata (1992) y Gotto (1993) hacen una revisión de los parásitos de peces y aquellos copépodos asociados simbióticamente con los invertebrados marinos.

2.2.1.1 Características de la subclase Copepoda (Huys & Boxshall 1991)

El cuerpo de los copépodos está dividido en dos regiones marcadas por la articulación principal. La región anterior o *prosoma*, subdividida a su vez en cefalosoma y metasoma. El *cefalosoma* comprende los primeros cinco somitas cefálicos y el maxilípodo; algunos copépodos tienen incorporado el primer par de patas natatorias al cefalosoma y se denomina *cefalotórax*, el metasoma o somitas torácicos libres tienen el segundo, tercero y cuarto par de patas. La región posterior o *urosoma* tiene un somita anterior con el quinto par de patas, cinco somitas que en los machos están separados pero en las hembras el segundo y el tercer somita se encuentran fusionados formando el complejo genital, el último somita es el somita anal en el que se encuentra la furca (Figura 1).

La anténula es unirrámea y puede tener hasta 27 segmentos. La antena puede ser birrámea o unirrámea con protopodito bisegmentado; cuando es birrámea el exopodito puede tener nueve segmentos; el endópodo puede tener hasta cuatro segmentos. La abertura bucal está cubierta por un labrum posteroventral. La mandíbula es típicamente birrámea, con protopodito bisegmentado con una gran gnátobase en la coxa, el exopodito puede tener hasta cinco segmentos y el endopodito puede tener hasta dos segmentos.

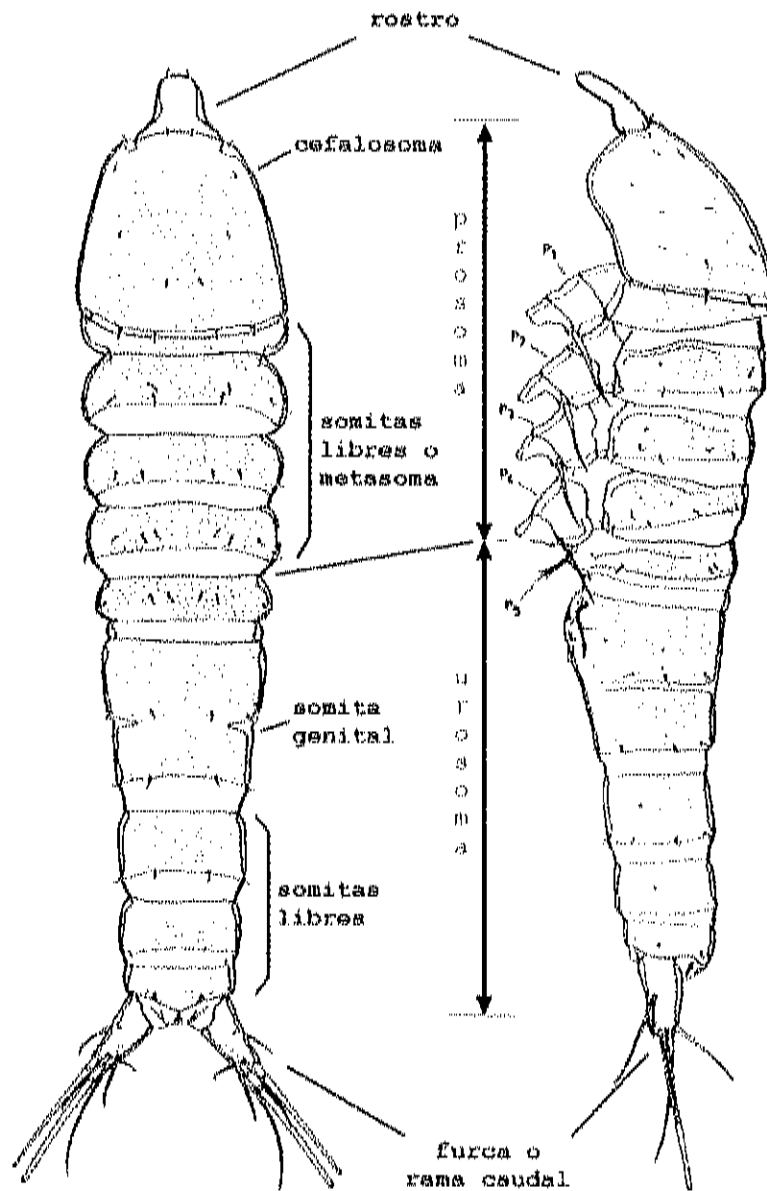


Figura 1. Estructura básica de un copépodo, segmentación y posición de las P1-P5, *Cannuella* sp. (Modificado de Huys *et al.* 1996).

La maxílula es birrámea con un protopodito trisegmentado, el exopodito es unisegmentado y un endopodito de hasta tres segmentos. La maxila es unirramea, y el endópodo puede tenerde hasta siete segmentos. El maxilípodo es unirrameo, en ocasiones reducido o ausente (Figura 2).

Del primero al quinto par de patas natatorias son típicamente birrameas con protopodito trisegmentado y rami de tres segmentos como máximo (Figura 3a, 3b). Las patas natatorias de formas parásitas, frecuentemente están reducidas o ausentes. La quinta pata está modificada por reducción o pérdida del endopodito o por fusión del endopodito al basis y está ausente en algunas especies. Del primer par de patas al quinto par están unidos por un esclerito intercoxal (Figura 3c). La precoxa de las patas natatorias está reducida a una placa lateral en la base de la pata. La sexta pata está reducida formando una estructura que cierra las aberturas genitales en ambos sexos.

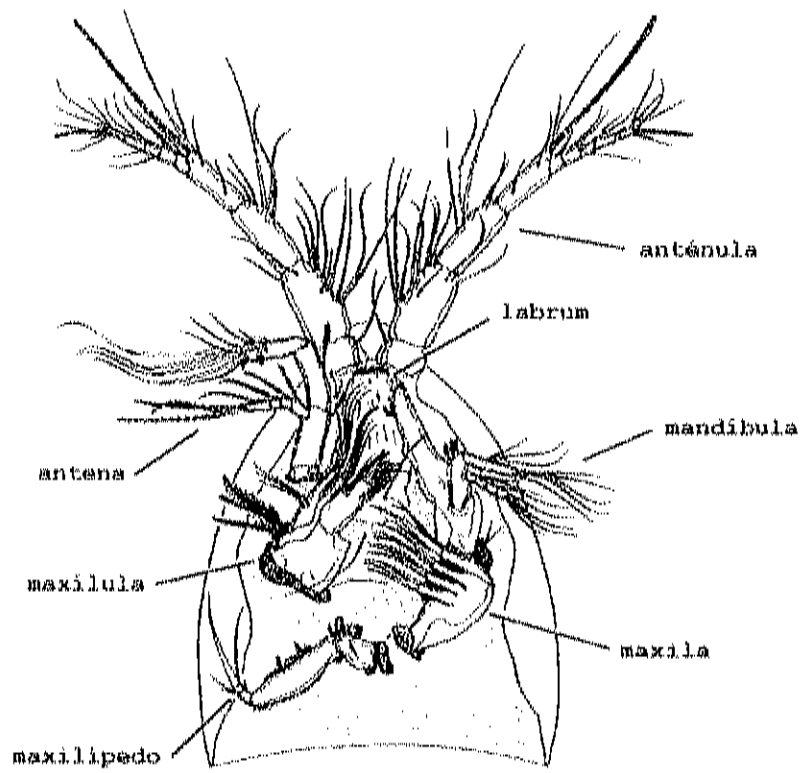


Figura 2. Vista ventral del cefalotórax con los apéndices. Sólo se dibujo la antena, maxilula y maxilipedo derecho; y sólo se dibujo la mandíbula y maxila izquierda. Se omitió la pata 1 (Tomado de Huys *et al.* 1996).

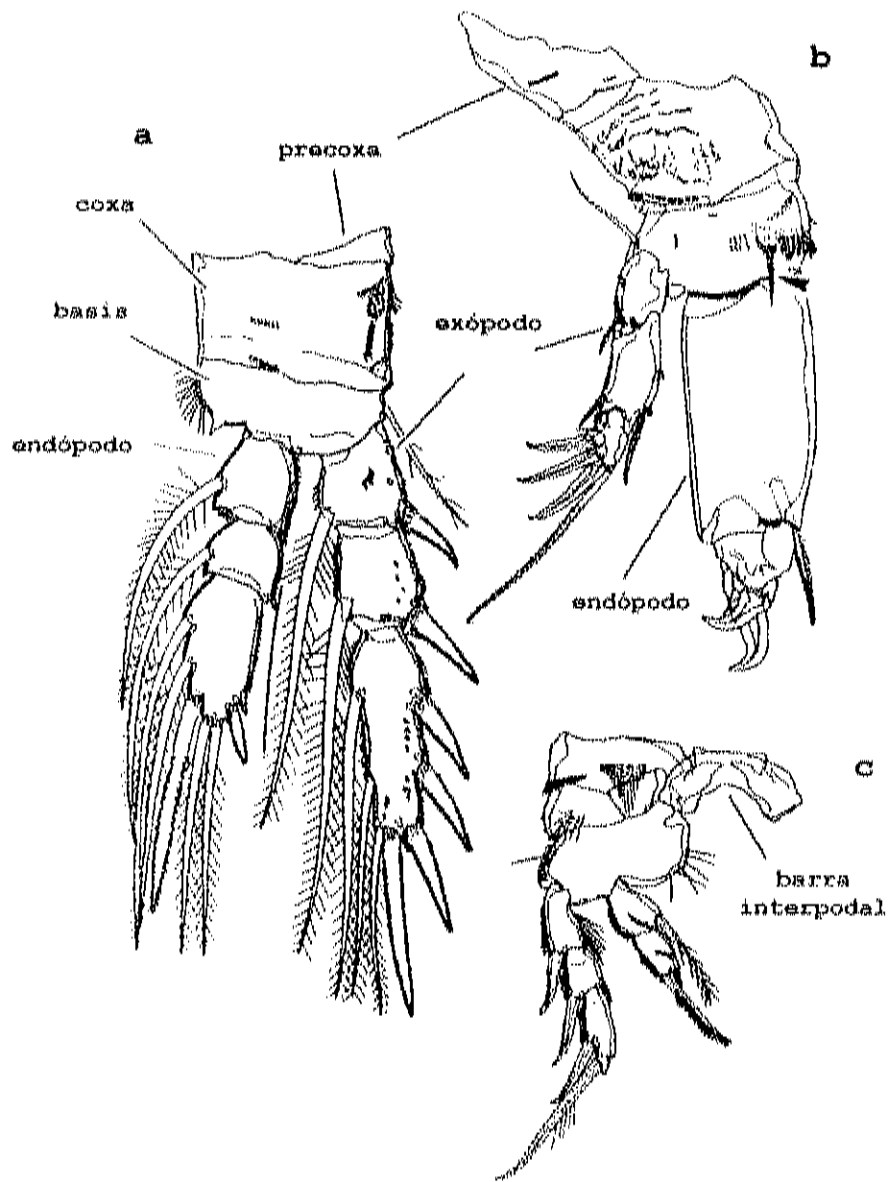


Figura 3. a. Estructura básica de P2-P4; b, estructura de P1 de *Hamondia superba* Huys; c, P4 de *Paramesochra mielkei* Huys. (Modificado de Huys *et al.* 1996)

2.3 Copépodos Parásitos de Peces

Es difícil determinar el número de copépodos parásitos de peces que existen. Kabata (1992) calcula la existencia de entre 1600 y 1800 especies, pero este número es variable ya que hay nuevas descripciones y revisiones taxonómicas que aumentan o disminuyen el número de especies.

Los copépodos parásitos de peces poseen adaptaciones morfológicas para asegurar su estancia sobre o dentro del hospedero. Estas adaptaciones constituyen mecanismos de adhesión fuertes como la antena modificada y los filamentos de fijación, así como una metamorfosis extensiva a través de la cual se transforman los estadios de dispersión y libres nadadores en adultos parásitos (Kabata 1992).

Las especies de copépodos parásitos de peces se encuentran distribuidas en tres órdenes: Poecilostomatoida 20%, Cyclopoida 5% y Siphonostomatoida 75% (Kabata 1992). De los poecilostomatoides, el género *Ergasilus* es de importancia económica ya que varias especies parasitan las branquias tanto de peces dulceacuícolas como de peces marinos causando epidemias importantes tanto en los peces cultivados como en los silvestres. *Sarcotaces* spp. produce quistes en el músculo de los peces que impiden su comercialización. El género *Lernaea* (Cyclopoida) se asocia con las altas mortalidades causadas en los cultivos tanto de peces marinos como dulceacuícolas. Entre los siphonostomatoides, los miembros de la familia

Caligidae causan grandes problemas y pérdidas económicas en el cultivo de salmónidos (Boxshall & Defaye 1993, Treasurer & Grant 1994, Ho 2000).

Dos géneros de la familia Caligidae, *Caligus* Müller, 1885 y *Lepeophtheirus* von Nordman, 1852, representan el mayor riesgo a la industria de los salmónidos cultivados en Europa (Noruega, Irlanda y Escocia), Norteamérica (Canadá y Estados Unidos) y América del Sur (Chile) (Pike & Wadsworth 1999, González et al. 2000, Ho 2000). En Asia se han identificado 10 especies de calígidos que representan un peligro potencial para el cultivo de peces marinos en esa región (Ho 2000).

Estos calígidos conocidos comúnmente como "piojos marinos"¹, han adquirido tal importancia durante las últimas tres décadas que, en la actualidad, la industria acuícola apoya tanto investigaciones encaminadas para avanzar en el conocimiento fundamental de su biología, como investigaciones sobre nuevos tratamientos que permitan desarrollar mejores métodos de control que sean más aceptados por las agencias ambientalistas (Pike & Wadsworth 1999). Existen varios trabajos sobre diferentes especies de piojos marinos. Boxshall y Defaye (1993) reúnen las colaboraciones de varios expertos en la biología de los piojos marinos, así como en métodos de control y dinámica de poblaciones. Pike & Wadsworth (1999) hacen una revisión de la voluminosa literatura en

¹ Traducción literal del nombre común en inglés sea lice.

biología y control de dos especies de piojos marinos, *Lepeophtheirus salmonis* y *Caligus elongatus*.

2.3.1 Características de la familia Caligidae Burmeister, 1835

Los márgenes anteriores y laterales del cefalotórax, la placa frontal y las membranas marginales, hacen que se cree un vacío en la parte cóncava y de esta manera el copépodo permanece fijo al pez; la tercera pata y la barra interpodal delimitan el margen interno de esta parte cóncava y el margen externo. Posterior al cefalotórax se encuentra el segmento torácico libre con la cuarta pata, el complejo genital, el abdomen y la furca (Figura 4 y Figura 5).

La anténula es unirrámea. La antena es unirramea y prensil. La boca en forma de sifón. La maxila es braquiforme y el maxilípodo subquelado (Figura 6). La furca esternal presente o ausente. Los tres primeros pares de patas son birrámeos siempre, el primer par de patas tiene reducido el endópodo; el tercer par de patas tiene expandido el simpodio y una barra interpodal. El cuarto par de patas principalmente unirramea, a veces birrámea con el endópodo reducido. Quinto y sexto par de patas vestigiales y consisten sólo de setas.

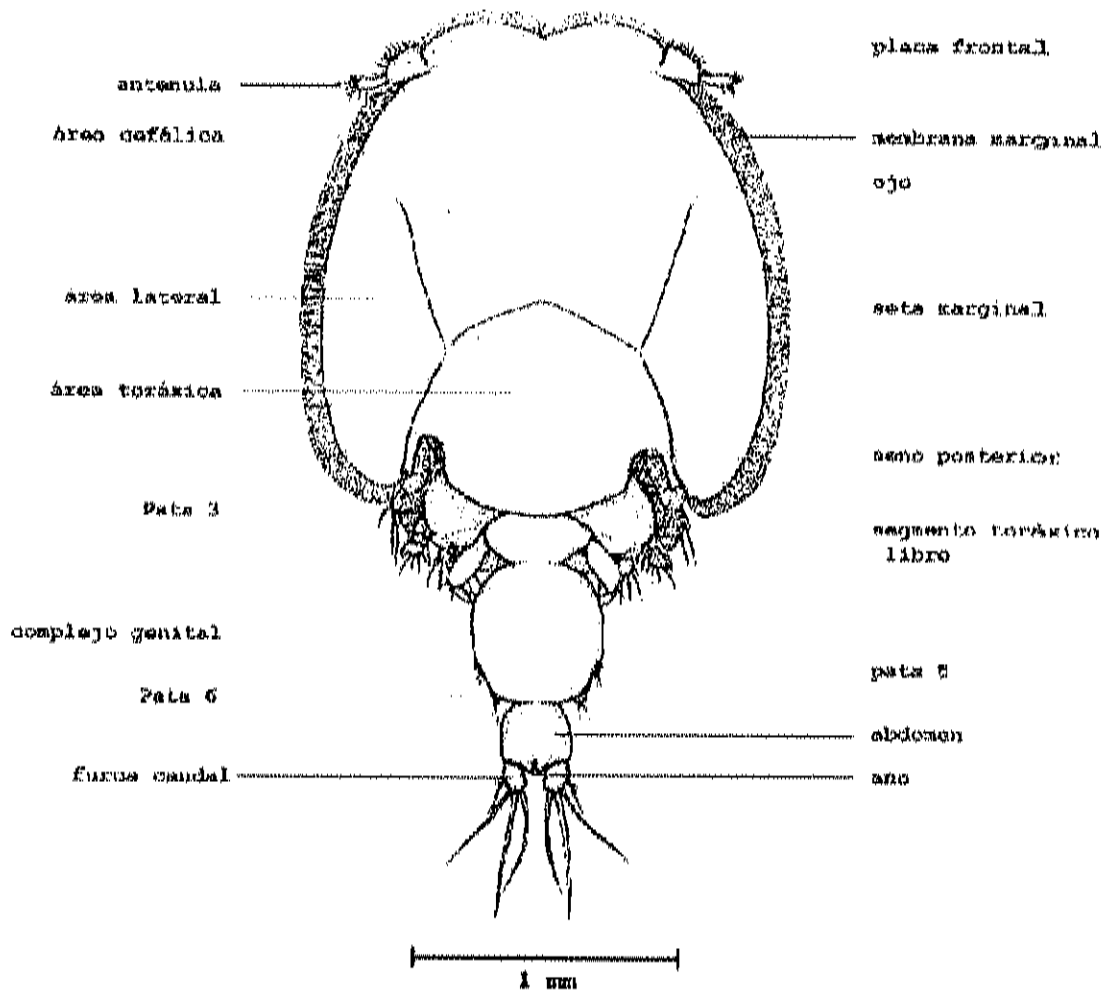


Figura 4. *Leprophtheirus pectoralis*, macho vista dorsal (modificado de Boxshall 1974a).

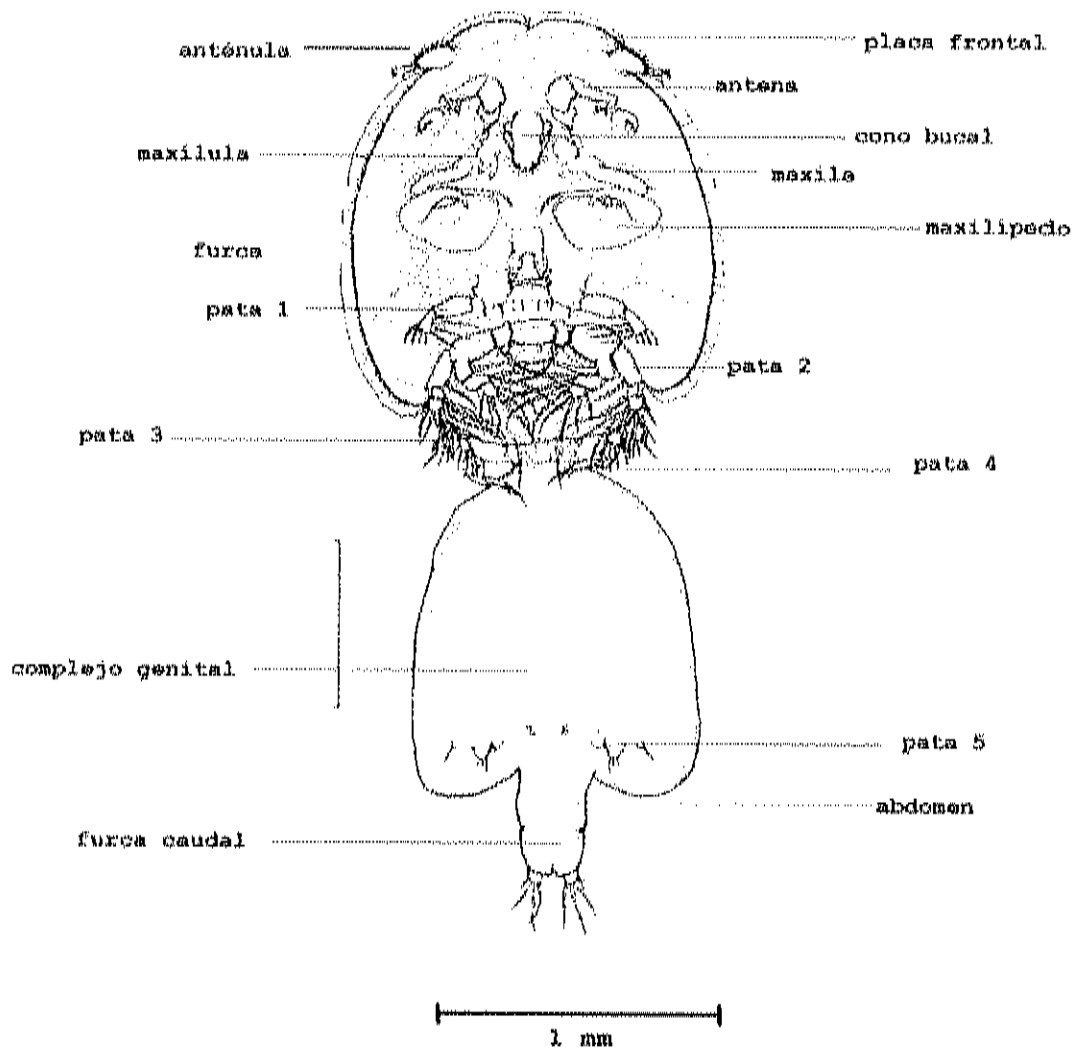


Figura 5. *Lepeophtheirus pectoralis*, hembra vista ventral (modificado de Boxshall 1974a).

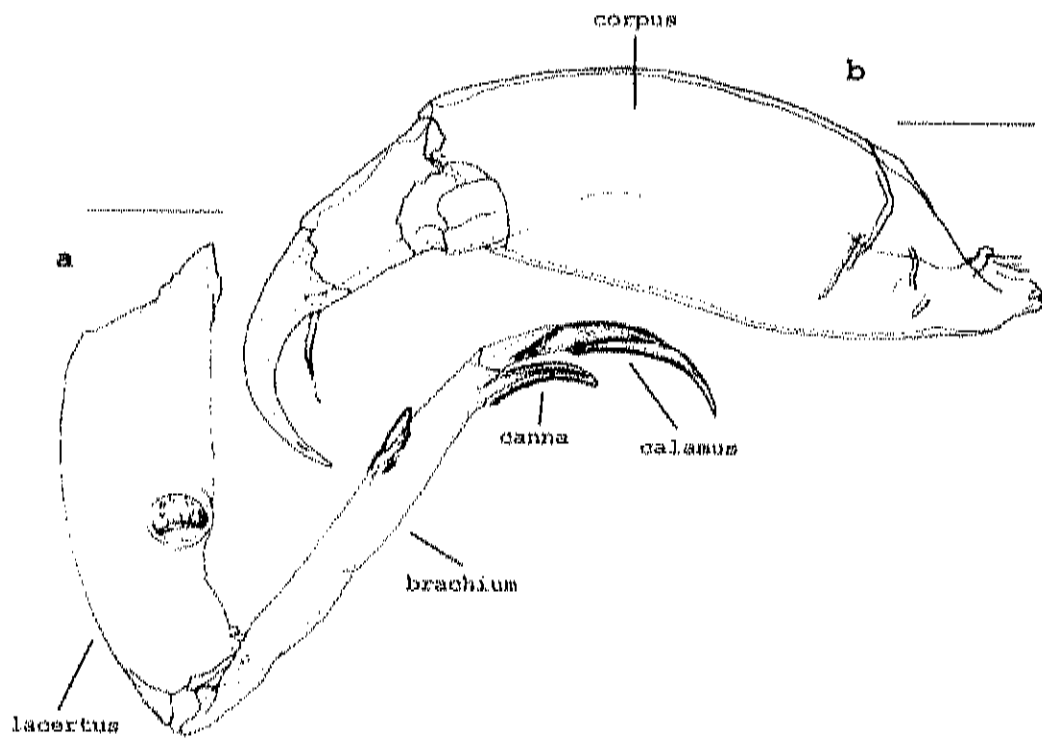


Figura 6.a, maxila; b, maxilipedo de *L. simplex* . Barra = 0.1 mm (Tomado de Ho *et al.* 2001)

Tabla 1. Phyla con miembros en asociación con copépodos (Huys y Boxshall, 1991).

	Calanoida	Harpacticoida	Monstrilloida	Cyclopoida	Poecilostomatoida	Siphonostomeloidea
Porifera		+		+	+	+
Cnidaria	+	+		+	+	+
Platyhelminthes		+			+	
Nemertea					+	
Sipunculida					+	
Vestimentifera						+
Echiura					+	
Annelida		+	+		+	+
Mollusca		+	+	+	+	+
Arthropoda		+			+	+
Phoronida					+	
Bryozoa		+				
Branchiopoda					+	
Echinodermata		+		+	+	+
Hemichordata				+	+	
Chordata						
Urochordata		+			+	+
Vertebrata						
Chondrichthyes					+	+
Osteichthyes		+		+	+	+
Amphibia				+		
Mammalia		+				+

2.4 Género *Lepeophtheirus* von Nordman, 1852

El género *Lepeophtheirus* tiene 100 especies. *Lepeophtheirus salmonis* es la única de ellas que se encuentra naturalmente en salmónidos y para la que es casi exclusiva. Esta especie se ha registrado en el salmón del Atlántico (*Salmo salar* L.), en la trucha de mar (*S. trutta* L.), en la truchas *Salvelinus fontinalis* Mitchill y *S. alpinus* L., en el salmón rosado (*Oncorhynchus keta* Walbaum) y trucha arcoiris (*Oncorhynchus nerka* Walbaum). Otros hospederos no pertenecientes a los salmónidos como *Lepeophtheirus cunifer* se ha reportado en elasmobranquios y teleosteos en el Sureste de Alaska (Pike & Wadsworth 1999). *Lepeophtheirus hippoglossi* es considerado como amenaza potencial para el mero en cultivo (Lester & Roubal 1999). Ho (2000) menciona daños causados por *L. paralichthydis*, *L. longiventris*, y *L. salmonis* en cultivos de lenguados y salmónidos respectivamente, en Japón. Con una prevalencia de 65% y una abundancia casi superior a 30 parásitos por pez, la presencia de *L. simplex* también es considerada como amenaza al cultivo del botete diana *Sphoeroides annulatus* (Fajer-Ávila com. per.).

2.4.1 Ciclo de Vida

El conocimiento del ciclo de vida de una especie parásita es fundamental para poder prevenir y controlar las epidemias que ocasionan (Ho 2000). El tiempo de desarrollo de los copépodos, desde la eclosión hasta la aparición de los estadios larvarios, permite determinar cuando aparecerá el estadio infestivo,

cuanto tiempo permanece vivo representando una amenaza para los peces, y la periodicidad con que se deben aplicar los tratamientos para erradicar los diferentes estadios.

A pesar del impacto económico que tienen los géneros *Caligus* y *Lepeophtheirus* en el cultivo de diversas especies marinas, sólo se han descrito los estadios de desarrollo completos de 15 especies: 11 especies del género *Caligus* (*C. centrodoni* (Gurney 1934); *C. curtus* (Heegaard 1947); *C. orientalis* (Hwa 1965); *C. spinosus* (Izawa 1969); *C. clemensi* (Kabata 1972); *C. minimus* (Caillet 1979); *C. pageti* (Ben Hassine 1983); *C. epidemicus* (Gotto 1993); *C. elongatus* (Hogans & Trudeau 1989, Plasecki 1996); *C. multispinosus* (Lin et al. 1997); *C. punctatus* (Kim 1993)), y cuatro del género *Lepeophtheirus* (*L. dissimulatus* (Lewis 1963); *L. hospitalis* (Voth 1972); *L. pectoralis* (Boxshall 1974b) y *L. salmonis* (Johnson & Albright 1991b, Schram 1993)).

El ciclo de vida de un caligido comprende 5 fases y 10 estadios (Kabata 1972) (Figura 7). La fase planctónica incluye dos estadios naupliares de vida libre (N I y N II), un estadio copepodito que es el estadio infestivo (Cop-fase infestiva), cuatro estadios calimus fijos al hospedero (C I-C IV²- fase fija), dos estadios preadultos que pueden estar fijos o desplazarse por la superficie del hospedero (PAI y PAII-fase semi-móvil) y un estadio adulto móvil (A-fase móvil)

² Del nombre en inglés Chalimus

(Kabata 1972). Durante el ciclo de vida sufren dos metamorfosis mayores en su desarrollo: de nauplio II a copepodito y, de copepodito de vida libre a adulto. La primera metamorfosis marca el cambio de la forma planctónica a una forma capaz de infestar al hospedero y se lleva a cabo en una sola muda. La segunda metamorfosis es más gradual e involucra numerosas mudas durante las que se da una reducción o pérdida de la segmentación externa y de la armadura de las patas, seguida de un aumento en la definición de las regiones del cuerpo, el número de apéndices, el número de segmentos y el número de setas y/o espinas. Estos procesos pueden ocurrir a diferentes tiempos para los diferentes órganos del cuerpo (Boxshall 1974b) (Tabla 2).

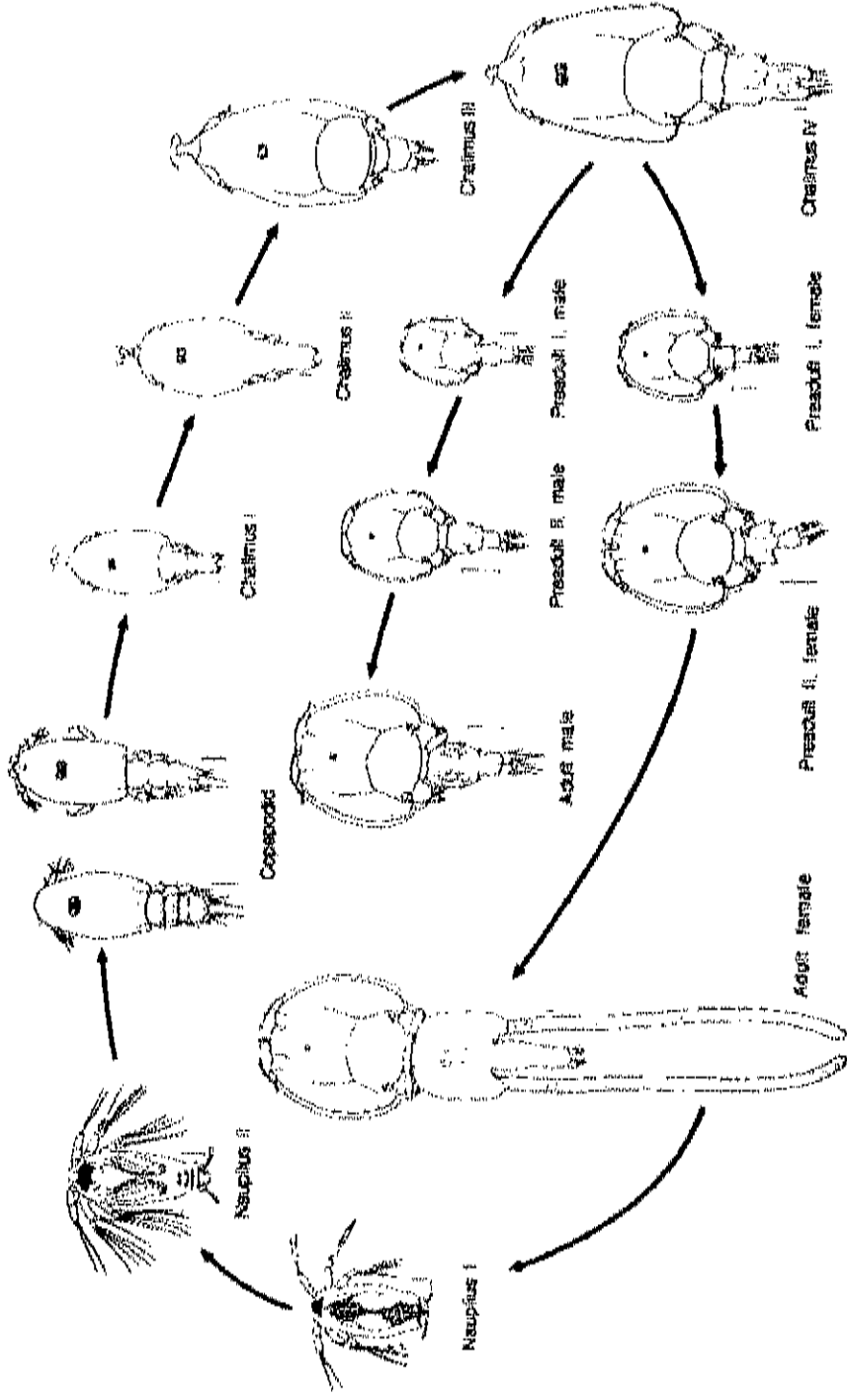


Figura 7. Ciclo de vida de *Lepeophtheirus salmonis* (Tomado de Schram 1993). p

Tabla 2. Características de los diferentes estadios de desarrollo de *Lepeophtheirus salmonis* (adaptado de Pike y Wadsworth 1989).

Estadio	Copepodito	Calimus I	Calimus II	Calimus III	Calimus IV
Largo/ancho \pm SD mm (n)	0.70 \pm 0.01; 0.28 \pm 0.01 (25)	1.21 \pm 0.05; 0.50 \pm 0.02 (12)	1.52 \pm 0.06; 0.59 \pm 0.02 (13)	2.20 \pm 0.08; 1.0 \pm 0.06 (11)	2.77 \pm 0.19; 1.34 \pm 0.11 (12)
Forma del cuerpo	Cefalotórax alargado, oval, formado por segmento cefálico y primer y segundo segmento torácico. Región posterior con 4 segmentos. Escudo dorsal presente	Cefalotórax más ancho, incluye tercer segmento torácico (en larvas del Pacífico); margen posterior con dos indentaciones. Filamento frontal presente.	Cefalotórax con el cuarto segmento torácico parcialmente incorporado. Segmentación no distinguible. Urosoma ausentes.	Cefalotórax anteriormente fusiforme, parte media más ancha. Incluye los tres segmentos ambulatoriales. Sutures cuticulares en forma de H. Segmentación en el urosoma. Larvas más viejas con urosoma normal.	Cefalotórax más opaco, dorsalmente aplanado, más ancho posteriormente; márgenes laterales convergentes. Uniones entre segmentos no distinguible en el urosoma y complejo genital.
Apéndices	Rostro bien desarrollado; antena flexionada ventralmente	Cuarta pata con pequeño crecimiento bulboso	Segunda pata con barra interpodal; tercer pata más ancha, en forma de pala; cuarta pata bisegmentada	Cuarta pata más desarrollada. Quinta pata corto crecimiento bulboso.	Membrana en el margen posterior de la segunda pata. Simpodio de la cuarta pata más largo que el exopodio. Cuarta pata bisegmentada.
Estado	Preadulto I hembra	Preadulto II hembra	Preadulto I macho	Preadulto II macho	
Largo/ancho \pm SD mm (n)	3.70 \pm 0.16; 2.14 \pm 0.20 (11)	5.40 \pm 0.51; 0.24 \pm 0.16 (8)	2.90 \pm 0.45; 1.81 \pm 0.16 (10)	4.27 \pm 0.52; 2.60 \pm 0.40 (6)	
Forma de cuerpo	Cefalotórax como el adulto, membrana marginal más ancha, pleca frontal totalmente desarrollada. Complejo genital ovoide. Urosoma segmentado, separado del complejo genital.	Cefalotórax como en el preadulto I. Complejo genital más largo con pliegues cuticulares anteriores; lóbulos postero laterales. Urosoma más estrecho cerca del complejo genital; separación no distinguible.	Cefalotórax similar al preadulto I hembra. Complejo genital en forma de bazar y más ovoide a medida que se desarrolla. Sin pliegues cuticulares.	Cefalotórax similar y más estrecho que el preadulto II hembra. Complejo genital más largo y ovoide. Urosoma comprimido lateralmente.	
Apéndices	Quinta pata crecimiento bulboso del complejo genital.	Quinta pata en parte posterior del complejo genital	Quinta y sexta pata vestigiales, la quinta más ancha que en la hembra	Quinta y sexta pata incompletas; cuarta y tres setas respectivamente.	

Las descripciones de todos o algunos estadios del ciclo de vida de *Lepeophtheirus* spp. se pueden encontrar en Lewis (1963), Voth (1972), Boxshall (1974b), Johannessen (1978), Schram (1993) y Johnson y Albright (1991b). Información sobre la duración de cada uno de los estadios del ciclo de vida se encuentra tan sólo para tres especies: *L. dissimulatus* (Lewis 1963), *L. hospitalis* (Voth 1972) y *L. salmonis* (Johnson & Albright 1991a; Schram 1993, Bjorn & Finstand 1998) (Tabla 3).

Tabla 3. Tiempo de desarrollo (h- horas, d- días) de los diferentes estadios de vida descritos en la literatura para el género *Lepeophtheirus*.

ESPECIE	T °C	NI	NI1	Cop	CI	CII	CIII	CIV	PAIh	PAIm	PAIh	PAIm
<i>L. dissimulatus</i>	23 °C	6.5 h	14.5 h	-	40 h	42 h	33 h	36 h	24 * h		24-30 * h	
<i>L. hospitalis</i> ²	15 °C	24 h	40 h	4-6d	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. hospitalis</i> ²	20 °C	7.5 h	11 h	-	156h	120h	108	80 h	48 h		24 h	
<i>L. salmonis</i> ³	9.2	35 h	42 h	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15.5	12 h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	-	-	83 h	-	-	-	-	-	-	-	-
	19	-	-	33 h	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. salmonis</i> ⁴	5 °C	52 h	170.3h	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10 °C	30 h	56.9 h	87.4	5 d-	5 d-	9 d-	6 d-	10 d-	8 d-	12 d	9 d-
	15 °C	9.2 h	35.6 h	44.8	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ Lewis (1963). ² Identificó a los preadultos como calimus V y VI, por lo que no hizo diferencia entre los sexos. ³ Voth (1972). ⁴ Johannessen (1978). ⁵ Johnson y Albright (1991a).

Los ciclos de vida de las cuatro especies de *Lepeophtheirus* que se encuentran descritos en la literatura son consistentes en el número de estadios: dos nauplios, un copepodito, cuatro calimus, dos preadultos y un adulto. Esto no ocurre para el caso de las 11 especies de *Caligus* en las que hay un número variable de estadios calimus y preadultos (Lin & Ho 1993). Lin y Ho (1993) mencionan que en general el género *Caligus* tiene nueve estadios de desarrollo (sólo tiene un estadio preadulto) y que *C. epidemicus* posee 11 estadios (C I-C VI).

2.4.2 Ciclo de vida de *Lepeophtheirus* von Nordman, 1852

2.4.2.1 Desarrollo de los huevos

Pike y Wadsworth (1999) describen los sacos ovígeros y los huevos de *L. salmonis* de color crema al inicio de su desarrollo y café oscuro hasta antes de la eclosión. El tiempo de desarrollo desde la aparición de los sacos ovígeros hasta la eclosión de los huevos es dependiente de la temperatura. El tiempo de desarrollo de los huevos de *L. salmonis* fue de 17.5 d, 8.6 d y 5.5 d a temperaturas de 5 °C, 10 °C y 15 °C respectivamente (Johnson & Albright 1991a). Johannessen (1978) encuentra tiempos de desarrollo más largos para *L. salmonis*, 30 y 40 d a 9 °C y de 10 a 12 d a una temperatura de 11.5 °C. En *L. dissimulatus* se observa movimiento en los huevos dentro de los sacos ovígeros después de 30-40 h a 23 °C (Lewis 1963). Para *L. hospitalis* se registró un tiempo de desarrollo de 64 h a 20 °C (Voth 1972).

2.4.2.2 Eclosión

El inicio de la eclosión en *L. salmonis* es predecible por el color café oscuro de los huevos dentro de los sacos ovígeros y la actividad del nauplio, pero no se sabe que es lo que lo dispara (Pike & Wadsworth 1999). Este proceso inicia por la parte distal del saco ovígero cuando éste está unido a la hembra; si los sacos se incuban sin la hembra, la eclosión puede ocurrir en cualquier punto del saco (Johannessen 1978, Johnson & Albright 1991a). Johnson y Albright (1991a) obtuvieron un tiempo de 18-65 h, desde el inicio hasta el final de la eclosión.

2.4.2.3 Desarrollo del nauplio

Ambos nauplios (NI y NII) no se alimentan, dependen totalmente de las reservas de nutrientes internas. Son activos con un nado intermitente que se inicia poco después de la eclosión (Johannessen 1978, Johnson & Albright 1991a).

El tiempo de desarrollo de los nauplios de *L. salmonis* fue determinado a diferentes temperaturas por Johnson y Albright (1991a) y Johannessen (1978). El tiempo de desarrollo de los nauplios de *L. hospitalis* y *L. salmonis* fue calculado a 15 °C, siendo *L. hospitalis* la especie con tiempo de desarrollo mayores para nauplio I y nauplio II (Tabla 3).

2.4.2.4 Desarrollo del copepodito

El copepodito de *Lepeophtheirus* sp. es un estadio con la capacidad de infestar al hospedero. Es fototáctico y permanece sin alimentarse a pesar de ya tener el tracto funcional y las partes bucales desarrolladas. Su supervivencia depende únicamente de las reservas energéticas (Pike & Wadsworth 1999). *Lepeophtheirus salmonis* y *L. hospitalis* son las únicas especies de las que se conoce el tiempo de duración del copepodito (*L. salmonis*, 44.8 horas y 87.4 horas a 15 °C y 10 °C respectivamente; 3 a 4 días para *L. hospitalis* a 15 °C (Tabla 3)).

2.4.2.5 Desarrollo de calimus I-IV y preadulto

Después de que el copepodito se fija a la piel del hospedero, muda y pasa al estadio calimus I. Esta fase de transición es crucial y se sabe poco del proceso que la controla. Posteriormente mudará a los siguientes estadios calimus II, III y IV, siendo éste último el que más se parece a los estadios preadultos y adulto (Pike & Wadsworth 1999). No hay evidencia de estadios calimus no fijados al hospedero (Johannessen 1978). Los tiempos de desarrollo de los estadios calimus sólo han sido calculados para tres especies: *Lepeophtheirus salmonis* a 10 °C (calimus I 5 d, calimus II 5 d, calimus III 9 d, calimus IV 6 d), *L. hospitalis* a 20 °C (calimus I 156 h, calimus II 120 h, calimus III 108 h, calimus IV 60 h) y *L. dissimulatus* a 23 °C (calimus I 40 h, calimus II 42 h, calimus III 33 h y calimus IV 36 h) (Tabla 3).

Dos estadios preceden al adulto: preadulto I (PAI) y preadulto II (PAII), durante los cuales ocurre la maduración sexual, aunque es posible encontrar la diferenciación sexual en el calimus IV de *L. salmonis* (Pike & Wadsworth 1999). Lewis (1963) y Voth (1972) no identificaron bien los estadios y describieron a los preadultos como calimus V y calimus VI, por lo que al establecer los tiempos de duración de cada uno de estos estadios, no diferenciaron sexualmente a los preadultos. Johnson y Albright (1991a) mencionan los tiempos de vida de los PA de *L. salmonis* de manera independiente para cada uno de los sexos: preadulto hembra I 10 días y para el preadulto macho I 8 días, para el preadulto hembra II y preadulto macho II 12 días y 9 días respectivamente (Tabla 3).

3 JUSTIFICACIÓN

Algunas especies de copépodos parásitos, en particular los miembros de la familia Caligidae, causan grandes daños y pérdidas en los cultivos de peces marinos. La presencia de *Lepsoophtheirus simplex* Ho, Gómez y Fajer-Ávila 2001, parasitando al botete diana silvestre *Sphoeroides annulatus* se convierte en un riesgo potencial para el cultivo de esta especie. Para poder prevenir y controlar las epidemias ocasionadas por ectoparásitos de ciclo de vida complejo es importante conocer los diferentes estadios de vida de éstos parásitos y la duración de cada uno de ellos. Este conocimiento facilita los estudios para su prevención y control.

4 HIPÓTESIS

Si los estadios de vida de *Lepoophtheirus simplex* y el grado de desarrollo de los apéndices torácicos son similares a los de otras especies del género, será posible distinguir cada uno de los estadios que componen el ciclo de vida y determinar el periodo de desarrollo de esta nueva especie.

5 OBJETIVO GENERAL

Reproducir el ciclo de vida de *Lepeophtheirus simplex*, copépodo parásito del botete diana silvestre, bajo condiciones de laboratorio, identificar y describir los estadios de vida y calcular el tiempo requerido para su desarrollo.

5.1 Objetivos particulares

1. Diseñar un sistema experimental que permita la reproducción del ciclo de vida del parásito a 22 °C y 33 ‰ de salinidad.
2. Identificar y describir cada uno de los estadios que comprenden el ciclo de vida de *L. simplex*.
3. Calcular la duración de cada uno de los estadios de desarrollo de *L. simplex*.

6 MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se dividió en dos etapas: 1) obtención de los estadios de vida libre y 2) obtención de los estadios fijos y los estadios móviles.

6.1 Obtención de los estadios de vida libre

6.1.1 Sistema experimental

Para facilitar la eclosión de los huevos y mantener vivos los nauplios y copepoditos, se acondicionaron recipientes de cultivo de una capacidad de 250 ml con tubos de PVC de 2" de diámetro. Para lograr una mejor circulación del agua dentro de los recipientes, se hicieron dos orificios en la pared de cada tubo, cada uno de 5 cm de largo por 2.5 cm de alto (Figura 8). Uno de los extremos del tubo y los orificios laterales se cubrieron con malla de nylon de 100 μm (basado en mediciones previas de los nauplios de *L. simplex*). Los recipientes se colocaron dentro de un contenedor de vidrio de 90 x 30 x 20 cm, con un volumen de agua de mar filtrada de 19 l. En la base de éste se colocó una rejilla de plástico de dos centímetros de altura para una mejor circulación. El agua se recirculó desde un reservorio con 20 l con una bomba sumergible Little Giant de 63 galones por hora a 2 pies de altura. En el extremo de la manguera de desagüe se colocó guata; la aireación se mantuvo constante en este reservorio (Figura 8).

Durante el bioensayo se utilizó, salvo que se indique lo contrario, agua de mar natural filtrada por arena y piedra y posteriormente por un filtro de cartucho de 25 μm .

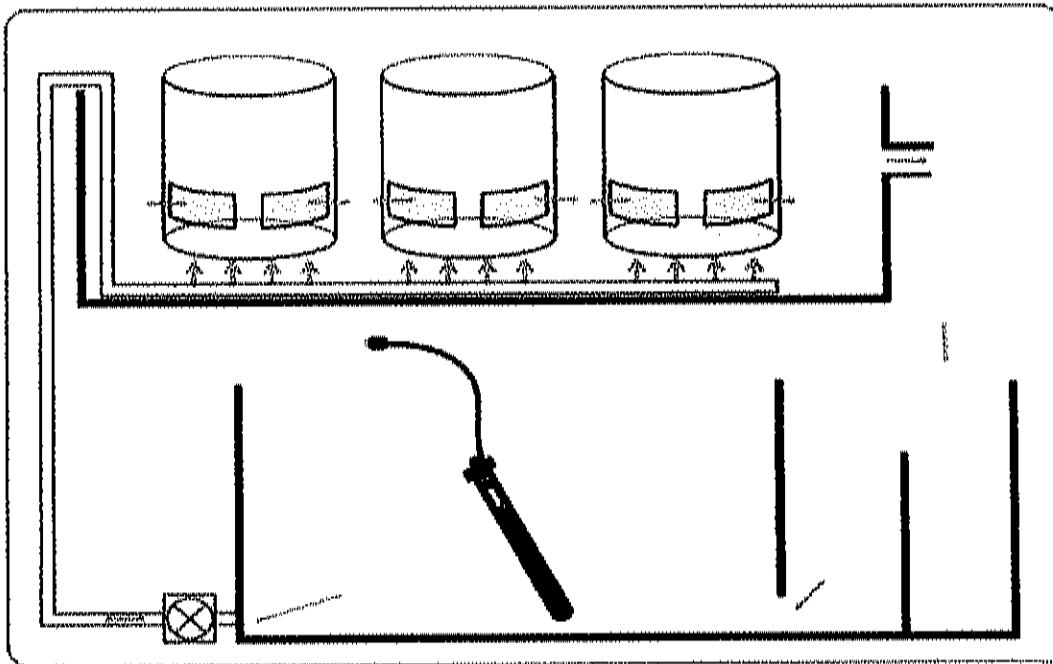


Figura 8. Diagrama del sistema experimental empleado para el cultivo de los estadios de vida libre de *Lepeophtheirus simplex*. En el contenedor inferior se mantuvo la aireación y la temperatura del agua constante, el agua se bombeaba y se distribuía uniformemente al contenedor superior donde se encontraban los recipientes con los organismos. Las flechas indican el flujo del agua.

6.1.2 Colecta del material biológico y condiciones de cultivo

Las hembras ovígeras de *L. simplex* se colectaron de botete diana silvestres adultos capturados con anzuelo en la laguna de Teacapán, Sinaloa (latitud 22° 45' 32" 39" Norte, longitud 105° 45' 23" Oeste). Los organismos capturados fueron trasladados al CIAD-Mazatlán en un tanque Rotoplas de 450 l con oxigenación constante. En las instalaciones del CIAD fueron colocados en tanques con circulación constante de agua de mar filtrada por arena y piedra hasta su posterior análisis parasitológico. Las hembras ovígeras de *L. simplex*, que se encontraron durante el análisis parasitológico fueron desprendidas de la piel del botete con la ayuda de un escalpelo y se colocaron en cajas Petri de 5 cm de diámetro con aproximadamente 10 ml de agua de mar. Posteriormente, bajo el microscopio estereoscópico (ZEISS stemi-11) a 6x y 10x, se observaron las características de pigmentación en los huevos propuestas por Lin y Ho, (1992), y se agruparon en tres grupos: huevos sin pigmentación, huevos con pigmentación café irregular y huevos con pigmentación alineada. Éstos fueron colocados en el sistema experimental descrito en el apartado 6.1.1.

A lo largo de todo el desarrollo desde huevo hasta copepodito, se mantuvo la circulación de agua de mar filtrada y la aeración constante, una temperatura de 22 ± 1 °C, una salinidad de 33 ‰ y un fotoperíodo controlado de 12 horas luz y 12 horas oscuridad.

6.1.3 Experimento 1. Metodología para la obtención de los estadios de vida libre

Las hembras ovígeras colectadas se separaron en grupos de acuerdo a la pigmentación de los huevos para los diferentes bioensayos. En un recipiente de cultivo se colocaron 9 hembras ovígeras cuyos huevos presentaban la pigmentación alineada. Se realizaron observaciones cada dos horas para así poder registrar el inicio de la eclosión y obtener el tiempo de vida de los nauplios. Los nauplios fueron transferidos a otro recipiente con la ayuda de una pipeta Pasteur. Después de iniciada la eclosión y cada dos horas a partir de la segunda observación, se tomó 1 ml de agua con una pipeta Pasteur. Los nauplios colectados fueron fijados en alcohol al 70 % y posteriormente todos los organismos encontrados fueron medidos al microscopio compuesto (Leica DMLB-10) a un aumento de 40x. Se midió el largo total (desde el rostro hasta la furca caudal sin incluir las setas) y el ancho del cuerpo en la parte más ancha (sin incluir la membrana marginal), los valores se expresaron en mm. Un ejemplar de cada estadio fue disectado bajo el microscopio estereoscópico con la ayuda de un par de agujas finas y montado en glicerina para realizar los dibujos bajo el microscopio compuesto a 100x con la ayuda de una cámara lúcida a 100x.

6.1.4 Análisis de resultados

Se determinó el estadio de desarrollo en el que se encontraba cada organismo al momento de ser colectado de acuerdo al grado de desarrollo de los apéndices torácicos (Lewis 1963, Boxshall 1974b, Johnson & Albright 1991b). Se consideró el tiempo de desarrollo medio (T_{50}) definido por Johnson y Albright (1991a) como el tiempo en el que el 50% de la población mudó al siguiente estadio naupliar o al estadio copepodito. El tiempo de desarrollo medio fue estimado mediante un método gráfico de la frecuencia acumulada de cada estadio contra el tiempo de muestreo, siendo el tiempo 0 el inicio de la eclosión (Piasecki & Mackinnon 1995).

6.2 Obtención de los estadios fijos y los estadios móviles

6.2.1 Sistema experimental

En el área de bioensayos del Laboratorio de Parasitología del CIAD- Unidad Mazatlán se colocaron 11 peceras de 20 l de capacidad forradas con plástico negro y con una cubierta de malla (Figura 8). A cada pecera se le agregaron 10 l de agua de mar filtrada y se colocaron dos juveniles de botete diana cultivados en el CIAD cuyas tallas y pesos promedio fueron de 9.4 cm y 23.5 g, respectivamente. Los peces fueron alimentados una vez al día con 1g de alimento artificial para trucha extruido flotante con 42% de proteína y 15% de grasa (El Pedregal Silver Cup, Toluca, México).

Todos los bioensayos se desarrollaron a una temperatura de 22 ± 1 °C, una salinidad de 33 ‰ y un fotoperiodo de 12 h luz y 12 h oscuridad. Se realizaron recambios de agua del 70% cada 24 h. El agua de mar siempre fue

filtrada por arena y piedra y posteriormente por un filtro de cartucho de 25 μm durante todos los bioensayos y manejo de organismos. Las heces y resto de alimento se sifonearon todos los días.

6.2.2 Material biológico y condiciones de infestación

6.2.2.1 Material biológico

En el sistema experimental (sección 6.1.1) se colocaron 15 hembras ovigeras en tres recipientes de cultivo bajo las mismas condiciones que en el experimento 1 (sección 6.1.3). Una vez eclosionados los huevos, los nauplios se trasladaron a otro recipiente de cultivo para una vez mudados a copepoditos, colocarlos en otro recipiente en el que se mantuvieron únicamente durante 48 h. Esto se realizó bajo el microscopio estereoscópico (ZEISS stemi-11) a 6x; el recipiente de cultivo se colocaba sobre la tapa de una caja Petri de 10 cm de diámetro, con 20 ml de agua de mar, y con una pipeta Pasteur los copepoditos se trasladaban a otro recipiente de cultivo, también colocado en una caja Petri de 10 cm con 20 ml agua de mar y se regresaban al sistema descrito en la sección 6.1.1.

6.2.2.2 Condiciones de infestación

Se realizaron dos infestaciones bajo condiciones semejantes y con algunas modificaciones en la metodología y el número de copepoditos que se emplearon. En ambas infestaciones se colocaron al azar dos juveniles de botete en cada pecera del sistema (sección 6.2.1). Se suspendió la aeración y

se agregaron los copepoditos activos de no más de 48 h de vida. En la primera infestación se agregaron 35 copepoditos por pecera y, en la segunda infestación se agregaron 50 copepoditos por pecera. Se mantuvieron en oscuridad total durante 4 horas para evitar que la luz fuera un factor limitante. Posteriormente se reanudó la aeración. Para un mejor manejo, los peces fueron anestesiados con 8 ppm de 2- fenoxi-etanol (Sigma) (el cual se agregó a la pecera) después de 15 horas de iniciada la infestación. Después de 2 minutos los peces se trasladaron uno a uno a peceras limpias para evitar que se fijaran más copepoditos durante los días posteriores a la infestación. El agua de todas las peceras que se utilizaron durante la infestación fue filtrada con malla de 100 μm y examinada bajo el microscopio estereoscópico a 10x para contar los copepoditos no fijados.

En ambas infestaciones, la primera observación y colecta de estadios se realizó 15 h después de iniciada la infestación. En la primera infestación se cogió un pez cada 12 h y se colocó en un vaso de precipitado de 50 ml de capacidad con 30 ml de agua de mar al que previamente se le había puesto el anestésico. El pez fue trasladado al laboratorio, se colocó en una caja Petri de 10 cm de diámetro y se observó bajo el microscopio estereoscópico a 10x, se anotó el número de copépodos y su localización (abdomen, cabeza, dorso y costado derecho e izquierdo). Con unas pinzas de relojero se desprendieron los organismos desde la base del filamento y se fijaron en alcohol 70 al %. En la segunda infestación se revisaron dos peces cada 24 horas. En esta ocasión, el anestésico se agregó al agua de la pecera y, una vez anestesiados, los peces fueron transportados al laboratorio. El manejo y observaciones fue igual que en la primera infestación. Al finalizar la colecta, el agua de la pecera era filtrada

con malla de 100 μm y al igual que el agua con anestésico y las cajas Petri donde se colocaron los peces, fueron observadas bajo el microscopio para no perder algún organismo. En ambas infestaciones se examinaron las branquias de los peces bajo el microscopio estereoscópico (ZEISS stemi-11) a 6x en busca de algún estadio.

6.2.3 Análisis de resultados

Se analizaron todas las colectas para determinar los diferentes estadios de vida fijos y estadios móviles. El material colectado fue fijado en alcohol al 70 % y posteriormente todos los copépodos encontrados fueron observados y medidos usando un microscopio compuesto (Leica DMLB-10) a un aumento de 10x. Se midió el largo total (desde el rostro hasta la furca caudal sin incluir las setas) y el ancho del cuerpo en su parte más ancha (sin incluir la membrana marginal). Los valores se expresaron en μm . Un ejemplar de cada estadio fue disectado, bajo el microscopio estereoscópico con la ayuda de un par de agujas finas, y motado en glicerina para realizar los dibujos bajo el microscopio compuesto a 100x con la ayuda de una cámara lucida.

La descripción de los estadios de vida de *L. simplex* se realizó según Boxshall (1974b) y Boxshall y Huys (1991). Un glosario con los términos utilizados en las descripciones se encuentra en el apéndice A. Para determinar la aparición y duración de cada estadio se revisó cada uno de organismos colectados, y se calculó el porcentaje de organismos de cada estadio en las colectas. Se consideró el tiempo de desarrollo medio (T_{50}) definido por Johnson

y Albright (1991a) como el tiempo en el que el 50% de la población muda al siguiente estadio. El tiempo de desarrollo medio (T_{50}) fue estimado mediante un método gráfico de la frecuencia acumulada del número de organismos de cada estadio con respecto al tiempo, siendo el tiempo 0 el inicio de la infestación (Plasecki & MacKinnon 1995).

7 RESULTADOS

El ciclo de vida de *Lepeophtheirus simplex* está compuesto de cinco fases y diez estadios: dos estadios naupliares, un estadio copepodito, tres estadios calimus, dos preadultos y un adulto. Los nauplios son libres nadadores planctónicos, y al igual que el resto de los estadios, están separados por mudas. El estadio copepodito es de vida libre y es la fase infestiva. Una vez que se ha sujetado a la superficie del pez por medio de las antenas y maxilípedos, el filamento frontal emergió del rostro. El filamento frontal es una estructura que le permite una mejor fijación al sustrato. Los estadios calimus permanecen fijos al pez por medio del filamento frontal. Se encontraron organismos con el filamento frontal de ambos estadios preadultos, aunque en estos se desprendió fácilmente. De igual forma, algunos adultos presentaron el filamento frontal, aunque este se desprendió con mucha mayor facilidad al manipular los organismos que en los estadios preadultos.

7.1 Descripciones Taxonómicas

7.1.1 Fase Naupliar

7.1.1.1 Nauplio I.

La longitud y anchura promedio del cuerpo (ésta última medida en la parte más ancha), $173 \pm 11 \mu\text{m}$ y $84 \pm 9 \mu\text{m}$, respectivamente ($n = 53$). Cuerpo oval (Figura 9a), sin segmentación externa evidente, translúcido en la periferia, con

bandas longitudinales de músculos y depósitos globulares en la región anteroventral. Ventralmente con anténula, antena y mandíbula situadas en la mitad anterior del cuerpo. Con dos balancers³ divergentes en el margen posterior.

Anténula (Figura 9b) monorrámea, con tres segmentos cuyas divisiones son casi imperceptibles. El segmento proximal es más largo que el segmento distal; el segmento proximal con dos setas distales cortas y desnudas en la superficie ventral, (la más pequeña aproximadamente de la mitad del largo de la otra). Segmento medio muy pequeño. Segmento distal con dos setas ornamentadas con membrana aserrada y un astetasco de aproximadamente la mitad del largo de las setas; con dos espinas cortas en margen interno de la superficie dorsal distal, borde cuticular pequeño entre estas y por debajo de la base; con una espina corta en la superficie ventral en el margen externo.

Antena (Figura 9c) birrámea. Segmento basal de ambas ramas aparentemente fusionado al simpodio. Endópodo más corto que el exópodo; segmento proximal largo y robusto en la base, sin armadura; segmento distal corto y ancho, con una espina corta y desnuda en la superficie dorsal y con una apófisis distal corta y roma en la superficie ventral, con dos setas largas con una membrana aserrada en la superficie externa y sétulas largas en la superficie interna (Figura

³ Del inglés balancers, sin traducción al castellano.

9d). Exópodo con cuatro segmentos; el segmento proximal sin armadura; segundo y tercer segmento con proceso distal pequeño en margen interno, cada segmento con una seta larga; segmento distal con una seta con un proceso espiniforme en la base. Las setas largas en ambas ramas tienen una línea de membrana aserrada en margen externo y sétulas en margen interno.

Mandíbula (Figura 9e) birrámea. Endópodo con un segmento; éste último con un proceso espiniforme en el margen exterior y dos setas apicales. Exópodo con cuatro segmentos, cada uno con seta ornamentada con membrana aserrada en la superficie externa y sétulas largas en la superficie interna (Figura 9f).

7.1.1.2 Nauplio II.

Longitud y anchura promedio del cuerpo (ésta última medida en la parte más ancha), $211 \pm 7 \mu\text{m}$ y $87 \pm 5 \mu\text{m}$, respectivamente ($n = 25$). Estructura general similar al nauplio I, aunque de forma más alargada y delgada (Figura 10a). En el margen posterior se puede apreciar un cambio en el borde siendo más ahusado entre los balancers.

Anténula (Figura 10b) monorrámea con tres segmentos cuyas divisiones son casi imperceptibles. Segmento proximal más largo que el segmento distal; segmento proximal con dos setas distales en la superficie ventral, más largas que en el nauplio I. El segmento medio un cuarto del ancho del segmento distal; éste último tiene dos setas ornamentadas con membrana aserrada y un

astetasco de aproximadamente la mitad del largo de las setas, con dos espinas cortas en el margen interno de la superficie dorsal distal, un borde cuticular más evidente y grande que en el nauplio I entre ellas y por debajo de la base, con una espina corta en la superficie ventral en el margen externo.

Antena (Figura 10c) birrámea. Segmento basal de ambas ramas aparentemente fusionado al simpodio. Endópodo más corto que el exópodo; segmento proximal largo sin armadura y robusto en la base; el segmento distal corto y ancho con una espina corta y desnuda en la superficie dorsal y con una apófisis distal roma en la superficie ventral más larga que en el nauplio I, con dos setas largas ornamentadas con membrana aserrada en la superficie externa y sétulas largas en la superficie interna. Exópodo con cuatro segmentos; segmento proximal sin armadura; segundo y tercer segmento con proceso distal pequeño en margen interno, cada uno con una seta larga, segmento distal con una seta con un proceso espiniforme en la base, cada seta con una línea de membrana aserrada en margen externo y sétulas en margen interno (Figura 10d).

Mandíbula (Figura 10e) birrámea. Segmento terminal del endópodo con un proceso espiniforme en el margen exterior y dos setas apicales. Exópodo con tres segmentos, cada uno con una seta ornamentada con membrana aserrada en la superficie externa y sétulas largas en la superficie interna (Figura 10f).

7.1.2 Fase Infestiva

7.1.2.1 Copepodito de vida libre.

Se halló un copepodito de vida libre y otro con filamento frontal. La longitud y anchura promedio del cuerpo (ésta última medida en la parte más ancha del cefalotórax), $660 \pm 12.9 \mu\text{m}$ y $241 \pm 13 \mu\text{m}$, respectivamente ($n = 7$) para el copepodito de vida libre. La longitud y anchura para el copepodito sobre el pez es de $652 \pm 21 \text{ mm}$ y $230 \pm 27 \mu\text{m}$ respectivamente ($n = 9$). El cuerpo del copepodito consiste de dos regiones: cefalotórax y la parte postcefálica con cuatro segmentos (Figura 11a). El cefalotórax está formado por la fusión del segmento cefálico con los dos primeros segmentos torácicos que tienen a los maxilípedos y al primer par de patas natatorias. Escudo dorsal presente; con dos ojos; con 12 pares de sétulas distribuidas simétricamente a lo largo del eje longitudinal. Rostro con una placa dirigida posteriormente; con dos sétulas simples cerca de la base en dos poros pequeños en el margen posterior del escudo dorsal (Figura 11c). La parte posterior comprende desde el tercer segmento hasta el quinto segmento torácico y el segmento elongado. El tercer segmento torácico, con la pata dos; el cuarto segmento más cuadrado y el quinto más pequeño que el anterior con un par de sétulas desiguales en los márgenes posterolaterales. El segmento elongado que comprende el segmento genital y abdomen, con un par de sétulas simples en la superficie, con rama caudal o furca en el margen posterior; esta última con dos setas desiguales

externas distales (seta II y III); margen distal con una seta externa (seta IV), una seta interna apical (seta V), una seta accesoria (seta VI) y una seta dorsal (seta VII) (Figura 11b).

Anténula (Figura 12a) monorrámea con tres segmentos cilíndricos; segmento proximal con dos setas desiguales en el margen medio; segmento medio con una seta en el margen distal; segmento distal con 12 setas y dos astetascos, cinco setas apicales bifurcadas en la punta.

Antena (Figura 12b) monorrámea bisegmentada, segmento proximal más ancho en la base con borde cuticular; segmento distal con garra, esta última con una espina corta en la base.

Maxílula (Figura 12c) con proceso cónico y un palpo dirigido anteroventralmente; este último con dos setas cortas y una seta larga desnuda.

Mandíbula (Figura 12d) monorrámea, claramente trisegmentada; segmento proximal más ancho en la base; segmento medio delgado y tan largo como el segmento proximal; segmento distal en forma de paleta, armado con dientes en margen interno, $1/3$ del largo del segmento medio.

Maxila (Figura 12e) braquiforme, lacertus y brachium aproximadamente de igual longitud; brachium con membrana aserrada en margen medio distal; calamus largo y delgado, con una membrana fina anterior; canna aproximadamente la mitad de la longitud del calamus y con membrana plumosa en ambas superficies.

Maxilípodo (Figura 12f) bisegmentado; corpus sin armadura; shaft delgado con un proceso cónico con tres barbas cerca de la base de la garra terminal.

Primera pata birrámea (Figura 13a); con barra interpodal; simpodio bisegmentado con una seta plumosa en el margen lateral exterior; ambas ramas unisegmentadas. Exópodo armado con 8 elementos; margen medio externo con una espina, margen distolateral externo con dos espinas (la primera ~~de~~ la longitud de la segunda), margen distal con dos espinas con membrana marginal externa cada una (la primera aproximadamente ~~de~~ la longitud de la segunda), con tres setas largas plumosas, margen proximal interno con pínulas. Endópodo con finas sétulas en margen distolateral externo; con seis setas largas y plumosas en el margen distal, con una seta larga pinada en margen proximal externo; con una seta plumosa en margen proximal interno, con espina distal media anterior.

Segunda pata (Figura 13b) muy semejante a la pata 1. Birrámea, ambas ramas monosegmentadas; simpodio bisegmentado, con seta plumosa en el margen lateral externo. Exópodo con espina en margen medio; margen distolateral externo con una seta ornamentada con finas pínulas, con seta con membrana marginal externa, margen distal con dos setas con membrana marginal externa (la primera la mitad del largo de la segunda), con tres setas largas plumosas, margen proximal interno con pínulas. Endópodo con una seta larga pinnada en margen proximal externo, con cinco setas largas pinnadas en margen distal

medio; con espina distal media anterior, con finas sétulas en margen distolateral externo.

Tercera pata (Figura 11b) apreciable como un crecimiento bulboso de la pared del cuerpo con una espina corta sin armadura y una seta larga desnuda.

7.1.2.2 Copepodito con filamento frontal

Longitud y anchura promedio del cuerpo (ésta última medida en la parte más ancha del cefalotórax), $666 \pm 21 \mu\text{m}$ y $267 \pm 25 \mu\text{m}$, respectivamente ($n=9$). El copepodito con filamento frontal tiene básicamente las mismas características que el copepodito de vida libre (Figura 14a). El cuerpo de este copepodito consiste de dos regiones: cefalotórax y la parte postcefálica con cuatro segmentos. El cefalotórax se extiende anteriormente formando un proceso triangular con el filamento frontal, aproximadamente $1/3$ más largo que el cuerpo del copepodito, que termina en un disco basal por medio del cual se fija al pez (Figura 14a). La parte postcefálica comprende desde el tercero hasta el quinto segmento torácico y el segmento elongado. El tercer segmento torácico, con la pata dos; el cuarto segmento más cuadrado; quinto segmento más pequeño que el anterior, sin armadura, con un par de sétulas desiguales en los márgenes posterolaterales. El segmento elongado, con un par de sétulas simples en la superficie, furca (Figura 14b) con dos setas desiguales externas (seta II y III); margen distal con una seta externa (seta IV), una seta interna apical (seta V), una seta accesoria (seta VI) y una seta dorsal (seta VII)

Anténula (Figura 15a) monorrámea con tres segmentos cilíndricos; segmento proximal con dos setas desiguales en el margen medio; segmento medio con una seta en el margen distal; segmento distal con 12 setas y un astetasco en la superficie anterior y posterior, sin setas bifurcadas.

Antena (Figura 15b) monorrámea bisegmentada; segmento proximal más ancho en la base con borde cuticular; segmento distal con garra terminal con una espina corta en la base.

Maxílula (Figura 15c) con proceso cónico y palpo dirigido anteroventralmente; el palpo con dos setas cortas y una seta larga desnuda.

Mandíbula (Figura 15d) monorrámea, trisegmentada; segmento proximal más ancho en la base; segmento medio delgado y de igual largo que el segmento proximal; segmento distal en forma de paleta, armada con dientes en la superficie interna, un tercio del largo del segmento medio.

Maxila (Figura 15e) braquiforme; lacertus y brachium aproximadamente de igual longitud; brachium con membrana aserrada en margen medio distal; calamus largo y delgado, con una membrana fina anterior; canna aproximadamente la mitad de longitud del calamus, y con membrana plumosa en ambas superficies.

Maxilípedo (Figura 15f) bisegmentado; corpus sin armadura; shaft delgado, y con un proceso cónico con tres barbas cerca de la base de la garra terminal.

Primera pata (Figura 16a) birrámea; con barra interpodal, simpodio bisegmentado, con una seta plumosa en el margen lateral exterior; ambas

ramas unisegmentadas. Exópodo con 8 elementos: margen medio externo con una espina, margen distolateral externo con dos espinas (la primera $\frac{1}{2}$ de la longitud de la segunda), margen distal con dos espinas con membrana marginal externa cada una (la primera aproximadamente $\frac{1}{2}$ de la longitud de la segunda), tres setas plumosas largas, margen proximal interno con pínulas. Endópodo con finas sétulas en margen distolateral externo: con seis setas plumosas largas en el margen distal, con una seta pinada larga en margen proximal externo, una seta plumosa en margen proximal interno, con espina distal media anterior.

Segunda pata (Figura 16b) muy semejante a la pata 1; birrámea, ambas ramas monosegmentadas; símpodio con segmentación no evidente, con seta plumosa en el margen lateral externo. Exópodo con espina en margen medio, margen distolateral externo con una seta ornamentada con finas pínulas y con seta con membrana marginal externa, margen distal con dos setas con membrana marginal externa, la primera la mitad del largo de la segunda, tres setas plumosas largas, margen proximal interno con pínulas. Endópodo con una seta pinnada larga en margen proximal externo, con cinco setas pinnadas largas en margen distal medio; espina distal media anterior, finas sétulas en margen distolateral externo.

Tercera pata (Figura 14b) apreciable como un crecimiento bulboso de la pared del cuerpo con una espina corta sin armadura y una seta larga desnuda.

7.1.3 Fase Calimus

7.1.3.1 Calimus I.

Longitud y anchura promedio del cuerpo (ésta última medida en la parte más ancha del cefalotórax), $792 \pm 66 \mu\text{m}$ y $394 \pm 39 \mu\text{m}$, respectivamente ($n = 17$).

Cefalotórax extendiéndose anteriormente formando un proceso triangular con el filamento frontal. Tercer segmento del tórax parcialmente incorporado al cefalotórax; división entre los segmento cuarto y quinto no evidente (Figura 17a). Furca (Figura 17b) con dos setas desiguales externas (seta II y III); margen distal con una seta externa (seta IV), una seta interna apical (seta V), una seta accesoria (seta VI) y una seta dorsal (seta VII).

Anténula (Figura 18a) monorrámea, bisegmentada; segmento proximal con 4 setas; segmento distal con 11 setas apicales y un astetasco.

Antena (Figura 18b) monorrámea, bisegmentada; segmento proximal más ancho en la base con borde cuticular; segmento distal estrecho con garra terminal con una espina corta en la base.

Maxílula (Figura 18c) con proceso cónico y palpo dirigido anteroventralmente; palpo con dos setas cortas y una seta larga.

Mandíbula (Figura 18d) monorrámea, segmento proximal elongado más ancho en la base; segmento distal en forma de paleta, armado con dientes en la superficie interna.

Maxila braquífome (Figura 18e); lacertus y brachium aproximadamente de igual longitud; calamus largo y delgado, con fina membrana anterior; canna aproximadamente la mitad de la longitud del calamus, con membrana plumosa en superficie externa

Maxilípodo (Figura 18f) bisegmentado; corpus largo y ancho; shaft delgado, con espina cerca de la base de la garra terminal.

Primera pata (Figura 19a) birrámea, con barra interpodal. Endópodo reducido en tamaño, con dos setas desnudas en el margen distal. Exópodo dos veces el tamaño del endópodo; con una espina en margen medio interno, seis setas en margen distal y una espina en margen medio externo.

Segunda pata birrámea, sin segmentación clara (Figura 19b). Simpodio con una seta en el margen medio posterior. Endópodo con una espina y cuatro setas en el margen distal, la más externa un quinto del tamaño de la mayor, una espina en el margen medio externo. Exópodo con cinco setas en el margen distal.

Tercera pata (Figura 19c) birrámea; con simpodio expandido transversalmente. Endópodo con seis setas cortas de igual tamaño en margen distal. Exópodo con cuatro setas de diferente tamaño en margen distal, dos setas pequeñas en margen distal interno.

Cuarta pata (Figura 17b) representada por proceso corto posterolateral en el cuarto segmento con un par de setas pequeñas en el margen distal.

7.1.3.2 Calimus III.

Longitud y anchura promedio del cuerpo (ésta última medida en la parte más ancha del cefalotórax), $1,311 \pm 93 \mu\text{m}$ y $697 \pm 44 \mu\text{m}$, respectivamente (n= 36).

Cefalotórax incluye el 4 segmento torácico (Figura 20a), segmentación no evidente en algunos organismos y en otros es evidente la segmentación entre el segmento cuarto y el quinto. Furca (Figura 20b) con dos setas desiguales externas (seta II y III); margen distal con una seta externa (seta IV), una seta interna apical (seta V), una seta accesoria (seta VI) y una seta dorsal (seta VII).

Anténula (Figura 21a) monorrámea, bisegmentada, con segmentación evidente; segmento proximal con 13 setas en margen externo; segmento distal con una seta media en margen posterior, 11 setas terminales y dos astetascos.

Antena (Figura 21b) monorrámea, bisegmentada segmento proximal más ancho con espina en el margen medio distal; segmento distal estrecho con garra terminal con espina corta en la base.

Maxílula (Figura 21c) con proceso cónico y palpo dirigido anteroventralmente; palpo con dos setas cortas y una seta larga.

Mandíbula (Figura 21d) monorrámea, segmento proximal elongado más ancho en la base; segmento distal en forma de paleta con dientes en la superficie interna, 1/4 del largo del segmento proximal.

Maxila (Figura 21e) braquiforme, lacertus y brachlum aproximadamente de igual longitud; calamus largo y delgado con fina membrana en superficie anterior;

canna aproximadamente la mitad de la longitud del calamus, con membrana plumosa en superficie interna.

Maxilipedo (Figura 21f) bisegmentado, corpus largo y ancho; shaft delgado y 1/3 del largo del corpus, con espina cerca de la base de la garra terminal.

Primera pata (Figura 22a) birrámea, simpodio con una seta plumosa externa y otra interna. Endópodo reducido con espina media distal. Exópodo con una espina en margen medio externo, cuatro setas en margen distal y tres setas en margen interno.

Segunda pata (Figura 22b) birrámea, simpodio con una seta en el margen medio posterior. Endópodo con dos setas proximales internas, tres setas pinadas en margen distal y dos setas en margen interno. Exópodo con cuatro espinas en margen distal y cuatro setas distales, la última plumosa.

Tercera pata (Figura 22c) birrámea, simpodio expandido transversalmente con membrana marginal distal externa y seta apical. Endópodo unisegmentado con cinco setas desde el margen proximal interno hasta el margen distal interno. Exópodo unisegmentado con siete setas distales.

Cuarta pata (Figura 22d) monorrámea, bisegmentada, segmento proximal ancho con una seta en margen distal; segmento distal con una espina en margen medio externo y tres setas en margen distal.

Quinta pata (Figura 20b) proceso cónico con 2 setas en el margen posterolateral del complejo genital.

7.1.3.3 Calimus IV.

Longitud y anchura promedio del cuerpo (ésta última medida en la parte más ancha del cefalotórax), $1,954 \pm 132 \mu\text{m}$ y $1,058 \pm 106 \mu\text{m}$, respectivamente (n=18). Cefalotórax con sutura evidente en forma de "H" (Figura 23a); cuarto segmento totalmente incorporado y quinto segmento estrecho. División entre cefalotórax y quinto segmento no evidente; división entre segmento genital y abdomen no evidente. Furca (Figura 23b) con dos setas desiguales externas (seta II y III); margen distal con una seta externa (seta IV), una seta interna apical (seta V), una seta accesoria (seta VI) y una seta dorsal (seta VII).

Anténula (Figura 24a) monorrámea bisegmentada; segmento proximal con 18 setas en margen externo; segmento distal con una seta en margen medio y 11 setas terminales y dos astetascos.

Antena (Figura 24b) trisegmentada, segmento proximal corto; segmento medio cuadrado; segmento distal alargado con seta proximal y seta en la base de la garra terminal.

Maxílula (Figura 24c) con proceso cónico y palpo dirigido anteroventralmente; palpo con dos setas cortas y una seta larga.

Mandíbula (Figura 24c) monorrámea, trisegmentada; segmento proximal elongado más ancho en la base; segmento medio delgado, segmento distal en forma de paleta armado con dientes en superficie interna.

Maxila (Figura 24e) braquilforme; lacertus y brachium aproximadamente de igual longitud; calamus largo y delgado con fina membrana de igual longitud; canna aproximadamente la mitad de la longitud del calamus, con membrana plumosa en superficie externa

Maxilpedo (Figura 24f) trisegmentado; corpus largo y sin armadura, shaft formando una garra terminal fuerte armada con una seta.

Furca esternal (Figura 24g) presente, con puntas curvadas hacia dentro, la punta ligeramente aserrada o ahusada.

Primera pata (Figura 25a) birrámea; simpodio con seta plumosa en margen medio externo y otra en margen distal interno. Endópodo reducido, con seta en margen medio distal y pinas en margen medio proximal y margen distal. Exópodo bisegmentado, segmento proximal con línea de sétulas en margen distal externo, una seta en esquina del borde distal externo con línea de sétulas en la base, segmento distal con tres setas plumosas en margen medio, cuatro elementos terminales, de ellos los tres más externos con línea de sétulas en margen interno.

Segunda pata (Figura 25b) birrámea, simpodio con seta plumosa larga en margen externo, bordes medio interno y externo con membrana marginal. Endópodo bisegmentado, segmento proximal con seta plumosa larga en margen medio, segmento distal con ocho setas plumosas largas distales. Exópodo sin segmentación evidente, con membrana marginal proximal externa,

Maxila (Figura 24e) braquiforme; lacertus y brachium aproximadamente de igual longitud; calamus largo y delgado con fina membrana de igual longitud; canna aproximadamente la mitad de la longitud del calamus, con membrana plumosa en superficie externa

Maxillpedo (Figura 24f) trisegmentado; corpus largo y sin armadura, shaft formando una garra terminal fuerte armada con una seta.

Furca esternal (Figura 24g) presente, con puntas curvadas hacia dentro, la punta ligeramente aserrada o ahusada.

Primera pata (Figura 25a) birrámea; simpodio con seta plumosa en margen medio externo y otra en margen distal interno. Endópodo reducido, con seta en margen medio distal y pinas en margen medio proximal y margen distal. Exópodo bisegmentado, segmento proximal con línea de sétulas en margen distal externo, una seta en esquina del borde distal externo con línea de sétulas en la base, segmento distal con tres setas plumosas en margen medio, cuatro elementos terminales, de ellos los tres más externos con línea de sétulas en margen interno.

Segunda pata (Figura 25b) birrámea, simpodio con seta plumosa larga en margen externo, bordes medio interno y externo con membrana marginal. Endópodo bisegmentado, segmento proximal con seta plumosa larga en margen medio, segmento distal con ocho setas plumosas largas distales. Exópodo sin segmentación evidente, con membrana marginal proximal externa,

una espina en margen medio externo y una seta en margen medio interno, tres espinas en margen distal externo, tres setas distales y dos setas en margen medio interno.

Tercera pata (Figura 25c) birrámea; simpodio con finos dentículos en superficie posterior y con membrana marginal grande; seta plumosa en margen distal interno. Endópodo con una seta plumosa larga en región proximal interna, cinco setas plumosas largas en margen medio interno seguidas de membrana marginal. Exópodo con segmento proximal con espina corta y delgada, segmento distal con tres espinas en margen medio distal, y seis setas cortas distales seguidas por membrana marginal.

Cuarta pata (Figura 25d) con simpodio armado con seta plumosa en margen proximal externo; margen distal medio con espina, margen distal con cuatro espinas.

Quinta pata (Figura 25e) en superficie posteroventral del complejo genital, consiste en un proceso cónico con cuatro setas.

7.1.4 Fase Preadulta

7.1.4.1 Preadulto I hembra

Longitud y anchura promedio del cuerpo (ésta última medida en la parte más ancha del cefalotórax), 2.422 ± 0.330 mm y 1.474 ± 0.174 mm, respectivamente ($n= 17$). Algunos permanecen fijos al hospedero por el filamento frontal. En general es muy similar a la morfología de la hembra adulta. Cefalotórax (Figura

26a) con placas frontales totalmente desarrolladas; con membrana marginal. Complejo genital ligeramente trapezoidal. Abdomen separado del complejo genital. Furca (Figura 26b) con dos setas desiguales externas (seta II y III); margen distal con una seta externa (seta IV), una seta interna apical (seta V), una seta accesoria (seta VI) y una seta dorsal (seta VII).

Anténula (Figura 27a) monorrámea bisegmentada; segmento proximal con 27 setas plumosas en superficie frontal, segmento distal con seta margen medio y once setas más dos astetascos en margen distal.

Antena trisegmentada (Figura 27b); segmento proximal corto con proceso medial posterior; segmento medio cuadrado; segmento distal alargado con seta proximal y seta en la base de la garra terminal.

Proceso post-antenal (Figura 27c) con cuatro papilas con sétulas dobles y un shaft redondeado.

Maxílula (Figura 27d) con proceso cónico y palpo con tres setas.

Mandíbula (Figura 27e) monorrámea, trisegmentada; segmento distal termina en paleta con doce dientes en el margen medio.

Maxila (Figura 27f) bisegmentada; lacertus con membrana hialina anteromedial; brachium con membrana subterminal hialina en margen externo y dos calamus y canna desiguales.

Maxilípodo (Figura 27g) trisegmentado, corpus largo y sin armadura; segmento distal largo y delgado formando una garra terminal fuerte armada con una seta.

Furca esternal (Figura 27h) con puntas curvadas hacia dentro, la punta lisa.

Primera pata (Figura 28a) birrámea, simpodio con seta plumosa en margen medio externo y otra en margen distal interno. Endópodo reducido, con pinnas en margen medio proximal y margen distal. Exópodo bisegmentado, segmento proximal con línea de sétulas en margen distal externo, con seta en la esquina del borde distal externo con línea de sétulas en la base; segmento distal con tres setas plumosas en margen medio, cuatro elementos terminales, de ellos los tres más externos con línea de sétulas en margen interno.

Segunda pata (Figura 25b) birrámea, simpodio con seta plumosa larga en margen externo, bordes medio interno y externo con membrana marginal. Endópodo bisegmentado, segmento proximal con seta plumosa distal y larga en margen interno y pínulas en margen externo, segmento distal con ocho setas plumosas largas distales. Exópodo bisegmentado, segmento proximal con membrana marginal externa, espina distal externa y seta plumosa larga interna; segmento distal con tres espinas cortas distales y cuatro setas plumosas apicales y dos setas laterales seguidas de finas pínulas.

Tercera pata (Figura 28c) con simpodio con finos denticulos en superficie posterior externa distal y con membrana marginal grande; seta plumosa en margen distal interno. Ambas ramas bisegmentadas. Endópodo con seta

plumosa larga en segmento proximal; segmento distal con seis setas plumosas largas en margen medio interno seguida de membrana marginal. Exópodo con segmento proximal con espina corta y delgada, y con seta plumosa; segmento distal con una seta plumosa proximal, cinco setas plumosas en margen medio distal, tres setas cortas distales seguidas por membrana marginal.

Cuarta pata (Figura 28d) simpodio con seta plumosa en margen proximal externo; margen distal medio con espina con sétulas en la base, margen distal con cuatro espinas.

Quinta pata (Figura 28e) en superficie posteroventral del complejo genital, consiste en dos procesos, uno más largo con tres setas plumosas, y un proceso lateral más pequeños con una seta plumosa.

7.1.4.2 Preadulto I macho

Longitud y anchura promedio del cuerpo (ésta última medida en la parte más ancha del cefalotórax), $1,948 \pm 192 \mu\text{m}$ y $1,170 \pm 170 \mu\text{m}$, respectivamente (n= 17). Algunos permanecen fijos al hospedero por el filamento frontal. Es similar en general a la morfología del macho adulto. Cefalotórax con placas frontales totalmente desarrolladas (Figura 29a); con membrana marginal. Complejo genital ligeramente ovoide. Abdomen separado del complejo genital. Furca (Figura 29b) pequeña con dos setas desiguales externas (seta II y III); margen distal con una seta externa (seta IV), una seta interna apical (seta V), una seta accesoria (seta VI) y una seta dorsal (seta VII)

Anténula (Figura 30a) monorrámea, bisegmentada; segmento proximal con 27 setas plumosas en superficie frontal, segmento distal con seta en margen medio y once setas y dos astetascos en margen distal.

Antena (Figura 30b) trisegmentada; segmento proximal corto, con proceso medial posterior; segmento medio cuadrado; segmento distal alargado con seta proximal y seta en la base de la garra terminal.

Proceso post-antenal (Figura 30c) con cuatro papilas con sétulas dobles y un shaft redondeado.

Maxílula (Figura 30d) con proceso cónico y palpo con tres setas.

Mandíbula (Figura 30e) monorrámea trisegmentada; segmento distal termina en paleta con doce dientes en el margen medio.

Maxila (Figura 30f) bisegmentada; lacertus con membrana hialina anteromedial; brachium con membrana subterminal hialina en margen externo, calamus y canna desiguales.

Maxilípedo (Figura 30g) trisegmentado, corpus largo y sin armadura; segmento distal largo y delgado formando una garra terminal fuerte armada con una seta.

Furca esternal (Figura 30h) con puntas curvadas hacia dentro, la punta lisa.

Primera pata (Figura 31a) birrámea, simpodio con seta plumosa en margen medio externo y otra en margen distal interno. Endópodo con seta en margen medio distal y pinnas en margen medio proximal y margen distal. Exópodo

bisegmentado, segmento proximal con línea de sétulas en margen distal externo, con una seta en esquina del borde distal externo con línea de sétulas en la base; segmento distal con tres setas plumosas en margen medio, cuatro elementos terminales, de ellos, los tres más externos con línea de sétulas en margen interno,

Segunda pata (Figura 31b) birrámea; simpodio con seta larga plumosa en margen externo, bordes medio interno y externo con membrana marginal. Endópodo bisegmentado; segmento proximal con seta plumosa larga distal en margen interno y pínulas en margen externo, segmento distal con ocho setas plumosas largas distales. Exópodo bisegmentado; segmento proximal con membrana marginal proximal externa, seta distal externa con pinnas en la base, segmento distal con tres espinas externas, cuatro setas plumosas largas distales, y dos setas en margen interno.

Tercera pata (Figura 31c) simpodio con finos denticulos en superficie posterior externa más alejada y con membrana marginal grande; seta plumosa en margen distal interno. Ambas ramas bisegmentadas. Endópodo con seta larga plumosa en segmento proximal; segmento distal con seis setas largas plumosas en margen medio interno seguida de membrana marginal. Exópodo con segmento proximal con espina corta y delgada, y con seta plumosa; segmento distal con una seta plumosa proximal, cinco setas plumosas en margen medio distal, tres setas cortas distales seguidas por membrana marginal.

Cuarta pata (Figura 31d) simpodio con seta plumosa en margen proximal externo; margen distal medio con espina con sétulas en la base, margen distal con cuatro espinas.

Quinta pata (Figura 31e) en superficie posteroventral del complejo genital, consiste en dos procesos, uno más largo con tres setas plumosas, y un proceso lateral más pequeños con una seta plumosa.

Sexta pata (Figura 31f) en superficie posteroventral distal del complejo genital, consiste en un proceso con tres setas plumosas.

7.1.4.3 Preadulto II hembra

Longitud y anchura promedio del cuerpo (ésta última medida en la parte más ancha del cefalotórax), $2,506 \pm 231 \mu\text{m}$ y $1,528 \pm 69 \mu\text{m}$, respectivamente ($n= 8$). Morfológicamente similar a la hembra adulta. El complejo genital más pequeño y menos trapezoidal que en la adulta y carece de la placa con espermatóforos. Los apéndices cefálicos se encuentran en condición de adulto.

Primera pata se encuentra en condición de adulto.

Segunda pata birramea, ambas ramas trisegmentadas aunque la división entre el segmento medio y el segmento distal de en ambas no es muy evidente, por lo que no se considera en condición de adulto. Endópodo: segmento proximal con seta plumosa larga en margen medio interno; segmento medio con dos setas en margen interno y membrana marginal externa, segmento distal con seis setas plumosas largas seguidas de membrana marginal. Exópodo: segmento proximal

con espina en extremo distal externo, con pinnas en la base y seta distolateral; segmento medio con una seta plumosa en margen interno y una espina en margen externo; segmento distal con cinco setas largas plumosas y dos espinas.

Tercera pata en condición de adulto.

Cuarta pata simpodio con seta plumosa en margen proximal externo; margen distal medio con espina con sétulas en la base, margen distal con cuatro espinas.

Quinta pata en superficie posteroventral del complejo genital más lateral que en el estadio anterior

7.1.4.4 Preadulto II macho

Longitud y anchura promedio del cuerpo (ésta última medida en la parte más ancha del cefalotórax), $2,269 \pm 197 \mu\text{m}$ y $1,347 \pm 74 \mu\text{m}$, respectivamente ($n= 27$). Similar al macho adulto. Complejo genital más pequeño que en el adulto. Antena trisegmentada, segmento medio cuadrado, segmento distal alargado con seta proximal y seta en la base de la garra terminal, Es el único apéndice cefálico que no se encuentra en condición de adulto.

Primera pata se encuentra en condición de adulto.

Segunda pata birramea, ambas ramas trisegmentadas aunque la división entre el segmento medio y el segmento distal no es muy evidente, por lo que no se

considera en condición de adulto. Endópodo: segmento proximal con seta plumosa larga en margen medio interno; segmento medio con dos setas en margen interno y membrana marginal externa, segmento distal con seis setas largas plumosas seguidas de membrana marginal. Exópodo: segmento proximal con espina en extremo distal externo, con seta dístolateral en la base; segmento medio con una seta plumosa en margen interno y una espina en margen externo; segmento distal con cinco setas largas plumosas y dos espinas.

Tercera pata en condición de adulto.

Cuarta pata con simpodio con seta plumosa en margen proximal externo; margen distal medio con espina con sétulas en la base, margen distal con cuatro setas pinnadas

Quinta pata en superficie posteroventral media lateral del complejo genital.

Sexta pata en superficie posteroventral media distal del complejo genital.

7.2 Desarrollo de la armadura de las patas

Durante la muda de copepodito a calimus I hay una reducción en la segmentación y número de elementos de la armadura. En las mudas de y calimus I a calimus IV hay un aumento del número de segmentos en cada pata y en el número de elementos de la armadura. Las patas 1-4 en el calimus IV sólo se diferencian del adulto por el tamaño de los segmentos y el tamaño de los elementos de la armadura (Tabla 4).

Tabla 4. Desarrollo de la armadura de las patas 1-4 de *Lepeophtheirus simplex*. Los números romanos indican las espinas y los números arábigos las setas. "-" indica segmentación. Cop=copepodito; CI=calimus I; CII=calimus II; CIV=calimus IV; PAIM=preadulto I macho; PAIH=preadulto I hembra; PAIIM=preadulto II macho; PAIIH=preadulto II hembra; red = reducido; (*)= estadio en el que aparece por primera vez la pata 5; (**)= estadio en el que aparece por primera vez la pata 6.

estadio	pata 1		pata 2		pata 3		pata 4	
	exop	endo	exop	endo	exop	endo	exop	endo
Cop	I,IV,3	0,6,0	I,III,3	I,5,0	-	-	-	-
CI	I,6,1	0,2,0	0,5,0	0,II,1	0,6,0	0,6,0	-	-
CIII*	I,4,3	red	IV,4,0	2,3,2	0,7,0	0,4,1	0-1; I,3,0	-
CIV	I-0;III,1,3	red.	II,III,3,2	0-1;0,8,0	I-1; III,6	0-1;6	I,I,III	-
PAIH	I-0;III,1,3	red.	I-1;III,4,2	0-1;0,8,0	I-1;I,III,5	0-1;6	I,I,III	-
PAIM**	I-0;III,1,3	red.	I-1;III,4,2	0-1;0,8,0	I-1;I,III,5	0-1;6	I,I,III	-
PAIIH	I-0;III,1,3	red.	I-1;I-1;II,5	0-1;0-2;6	I-1;I,III,5	0-1;6	I,I,III	-
PAIIM	I-0;III,1,3	red.	I-1;I-1;II,5	0-1;0-2;6	I-1;I,III,5	0-1;6	I,I,III	-
Adulto	I-0;III,1,3	red.	I-1;I-1;II,5	0-1;0-2;6	I-1;I,III,5	0-1;6	I,I,III	-

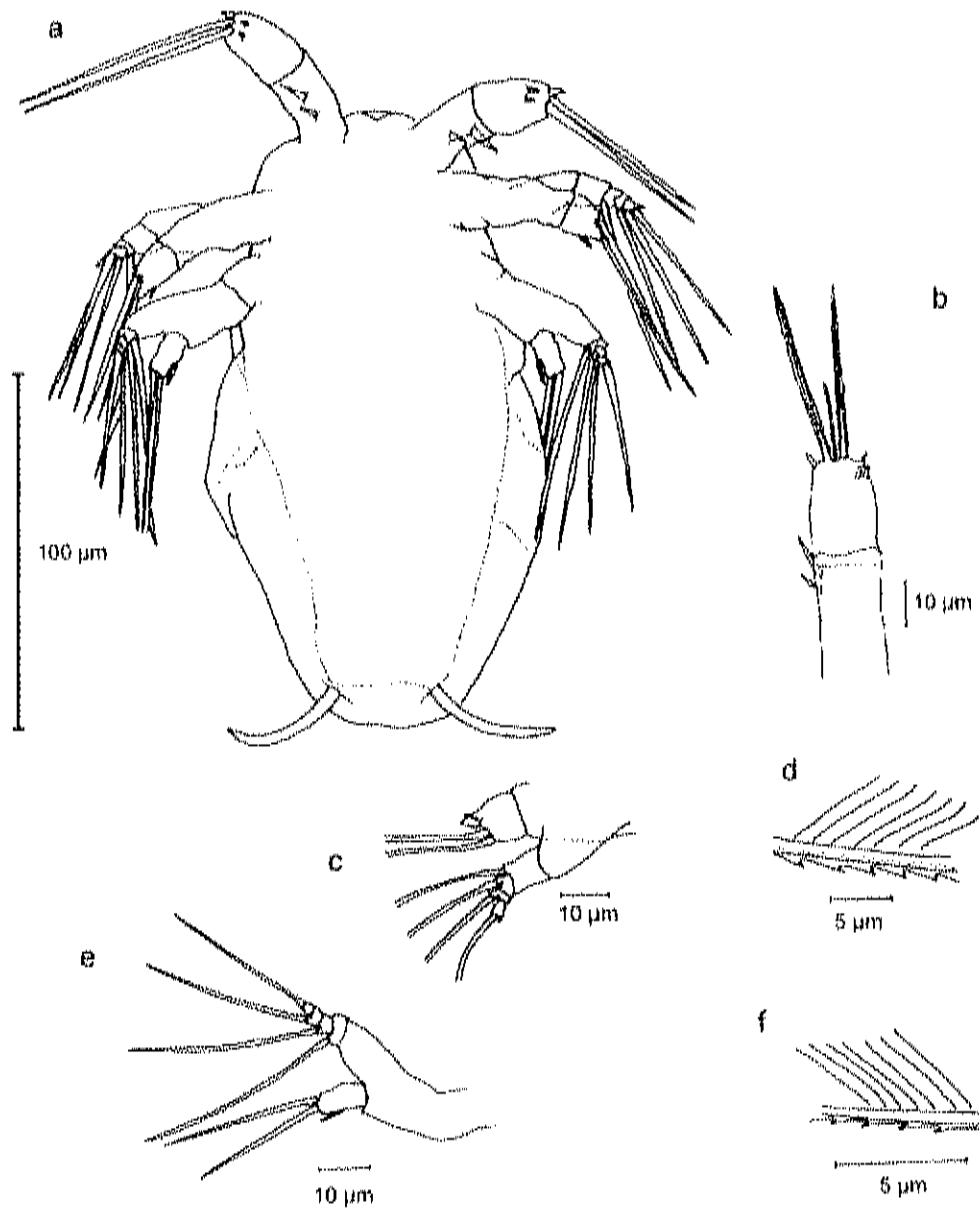


Figura 9. *Lepeophtheirus simplex* Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Nauplio I: (a) habitus ventral; (b) anténula; (c) antena, (d) detalle de las setas de la antena; (e) mandíbula, (f) detalle de las setas de la mandíbula.

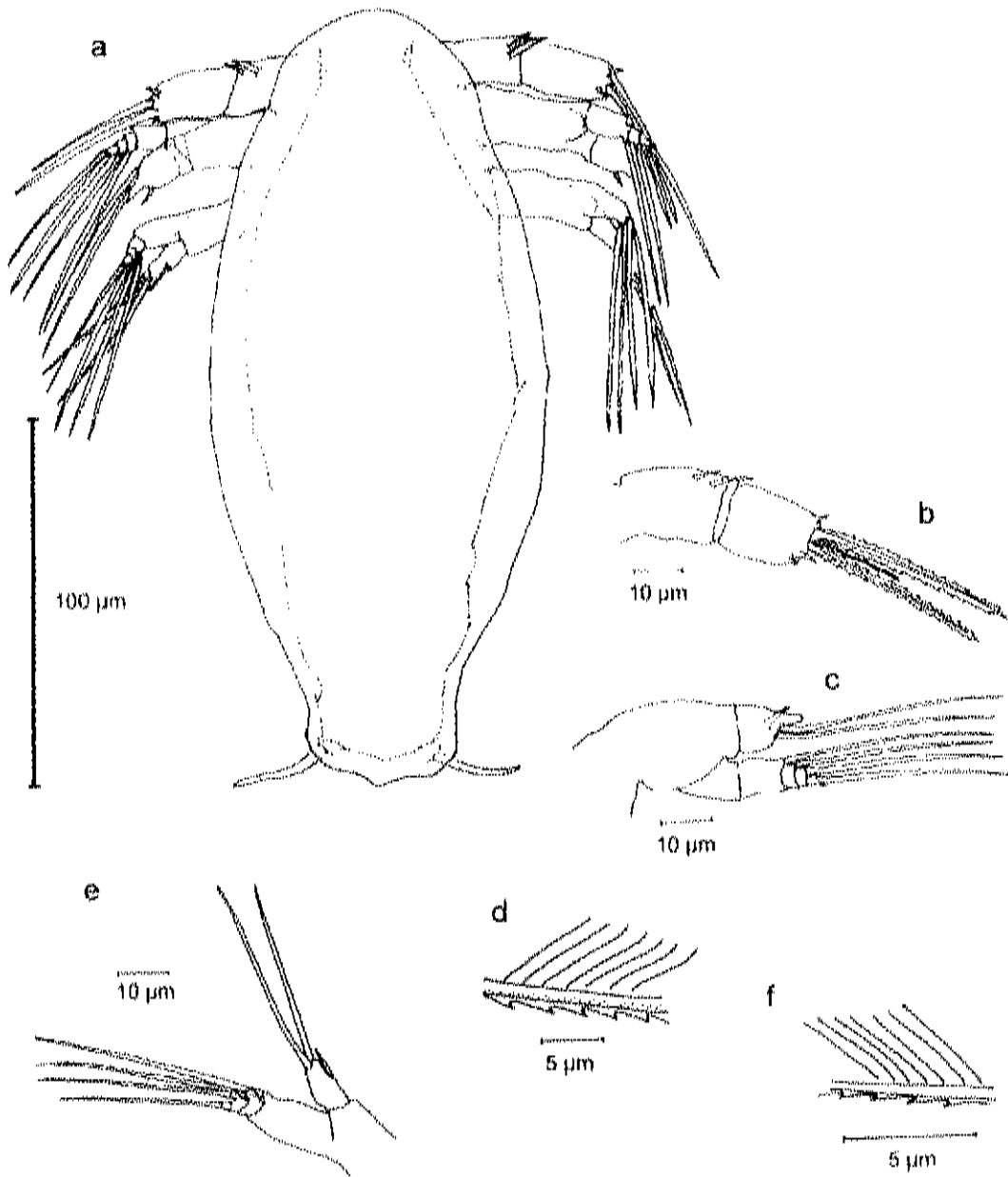


Figura 10 . *Lepeophtheirus simplex* Ho, Gómez & Fajer-Ávila, 2001. Nauplio II: (a) habitus dorsal; (b) anténula; (c) antena; (d) detalle de las setas de la antena; (e) mandíbula ; (f) detalle de las setas de la mandíbula.

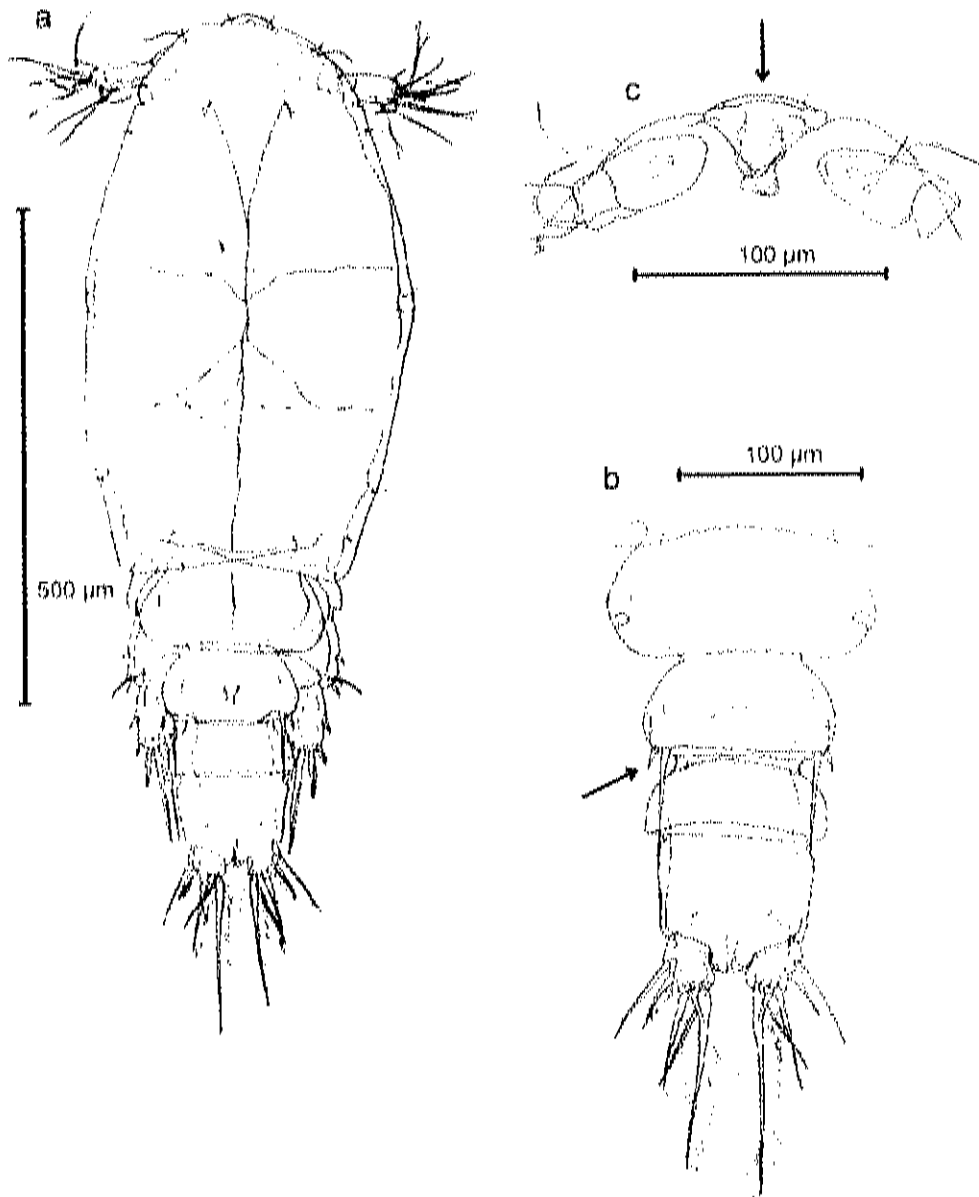


Figura 11. *Lepophtheirus simplex* Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Copepodito de vida libre; (a) habitus dorsal; (b) tercera pata ventral (flecha); (c) rostro ventral (flecha).

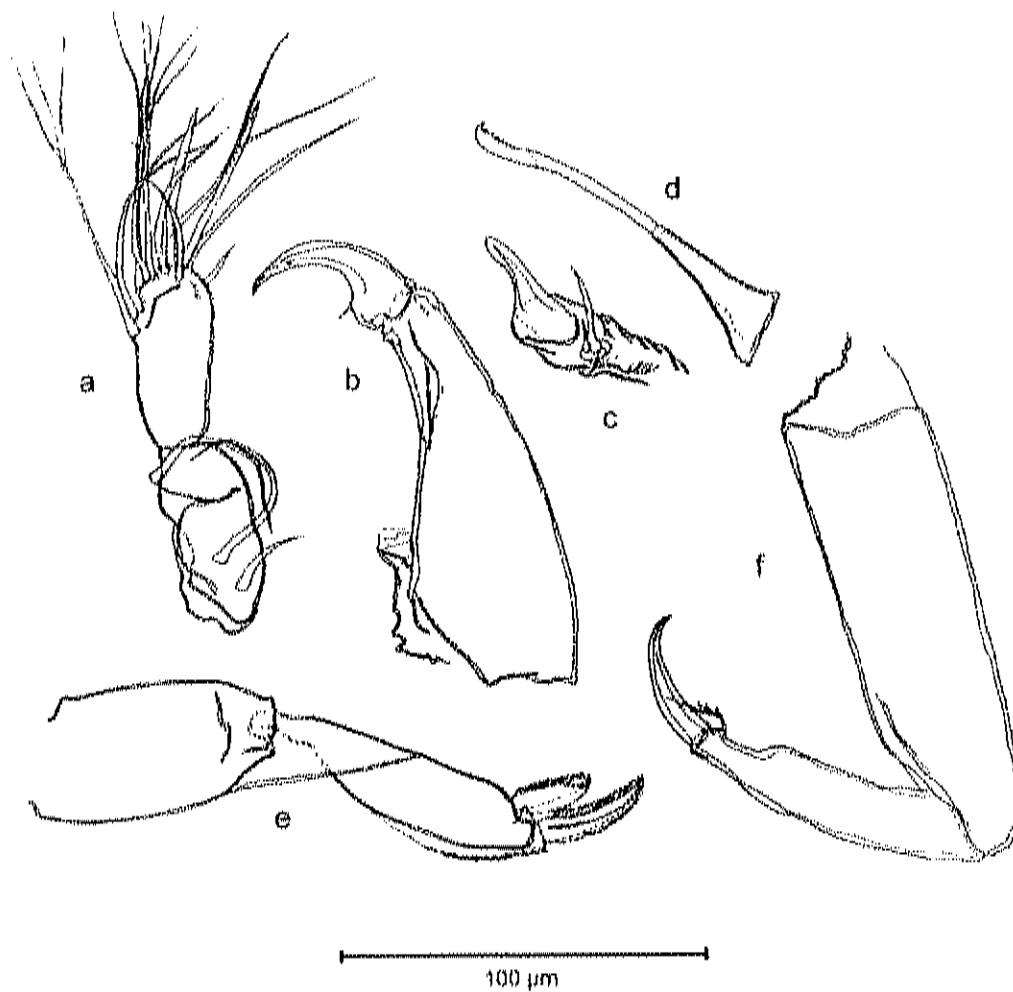


Figura 12. *Lepeophtheirus simplex* Ho, Gómez & Fajer-Ávila, 2001. Copepodito de vida libre: (a) anténula; (b) antena; (c) maxilula; (d) mandíbula; (e) maxila; (f) maxilpedo.

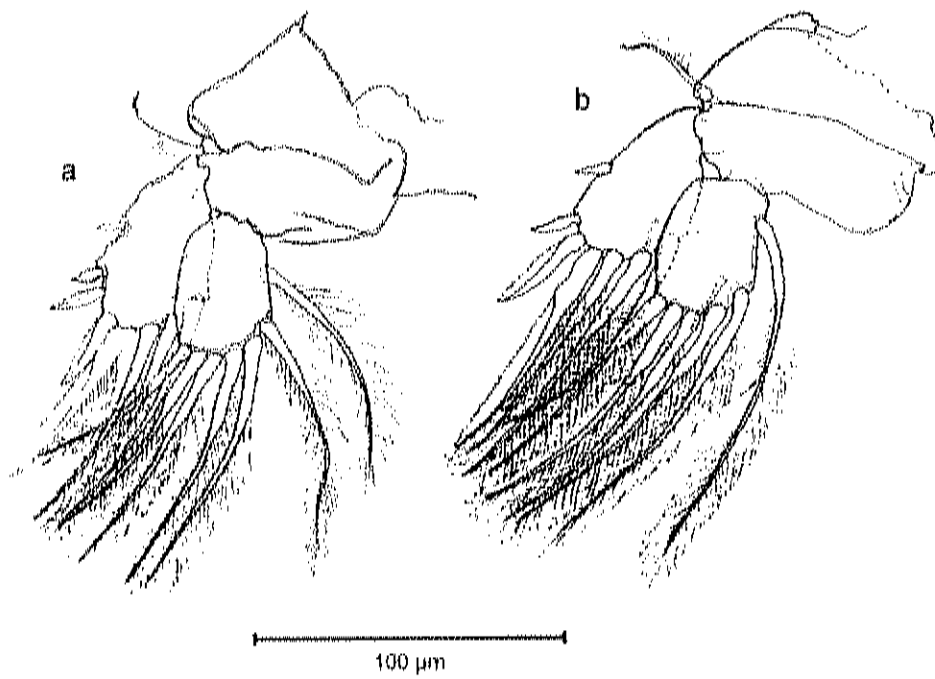


Figura 13. *Lepeophtheirus simplex* Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Copepodito de vida libre: (a) primera pata; (b) segunda pata.

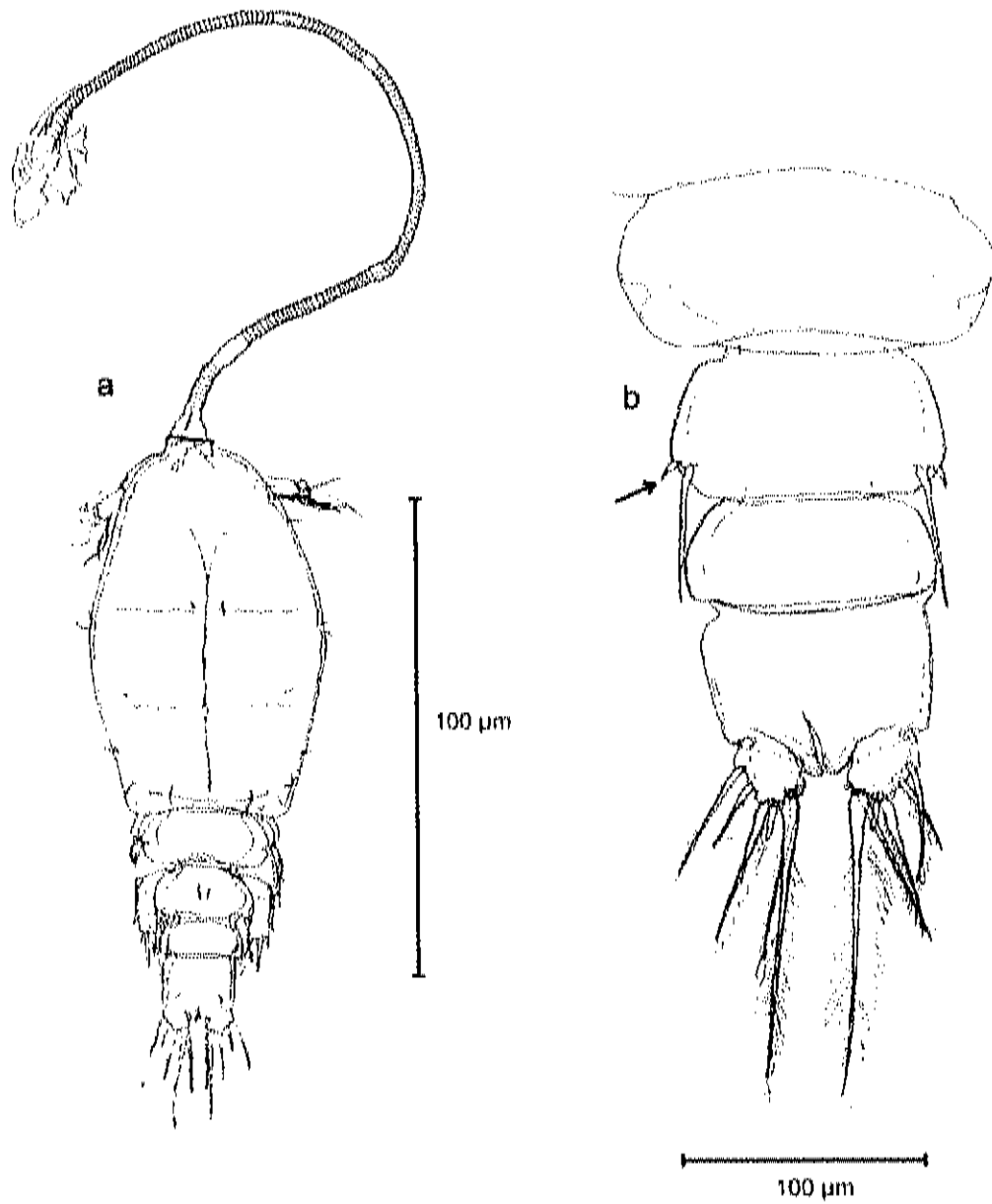


Figura 14. *Lepeophtheirus simplex* Ho, Gómez & Fájér-Avila, 2001. Copepodito con filamento frontal; (a) habitus dorsal; (b) región postcefálica ventral y tercera pata (flecha).

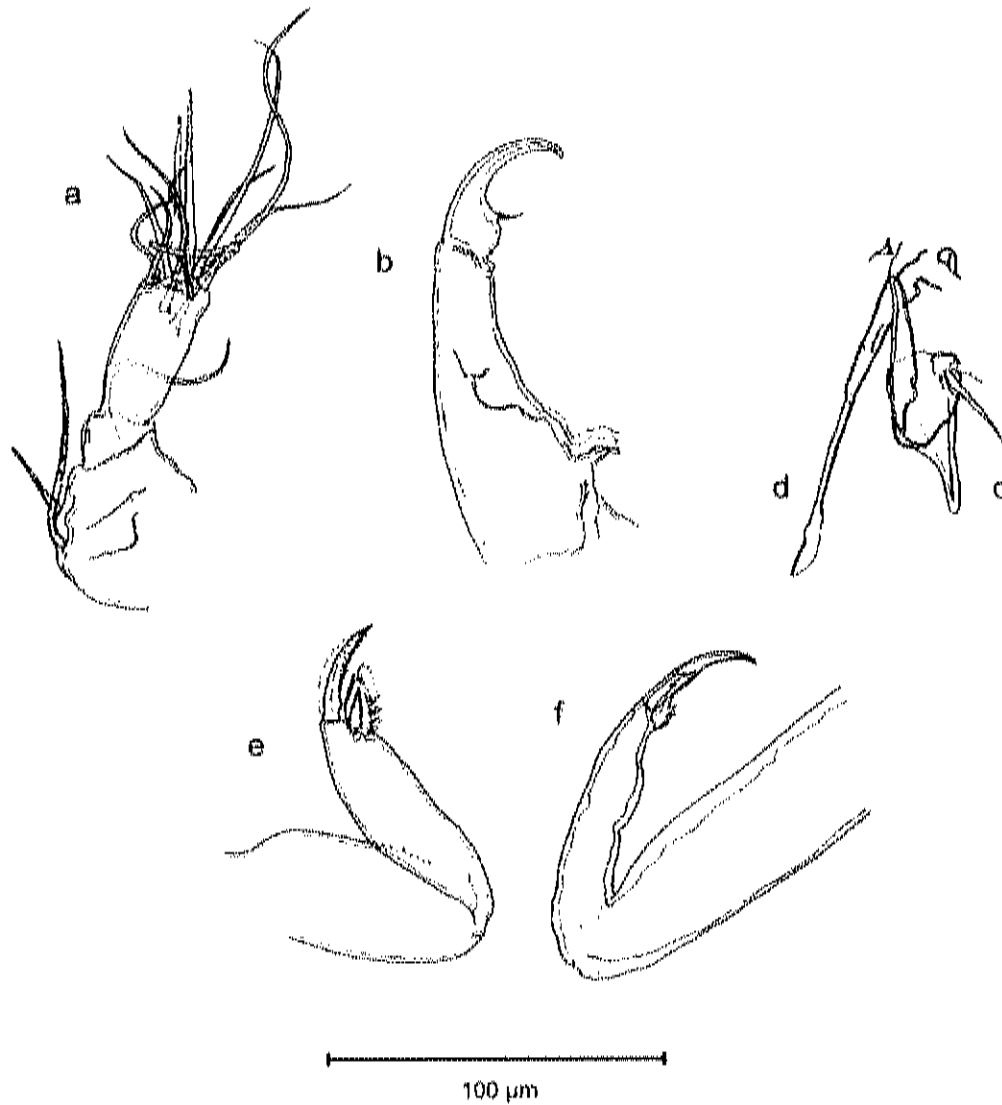


Figura 15. *Lepeophtheirus simplex*: copepodito con filamento frontal: (a) anténula; (b) antena; (c) maxilula; (d) mandíbula; (e) maxila; (f) maxilipedo.

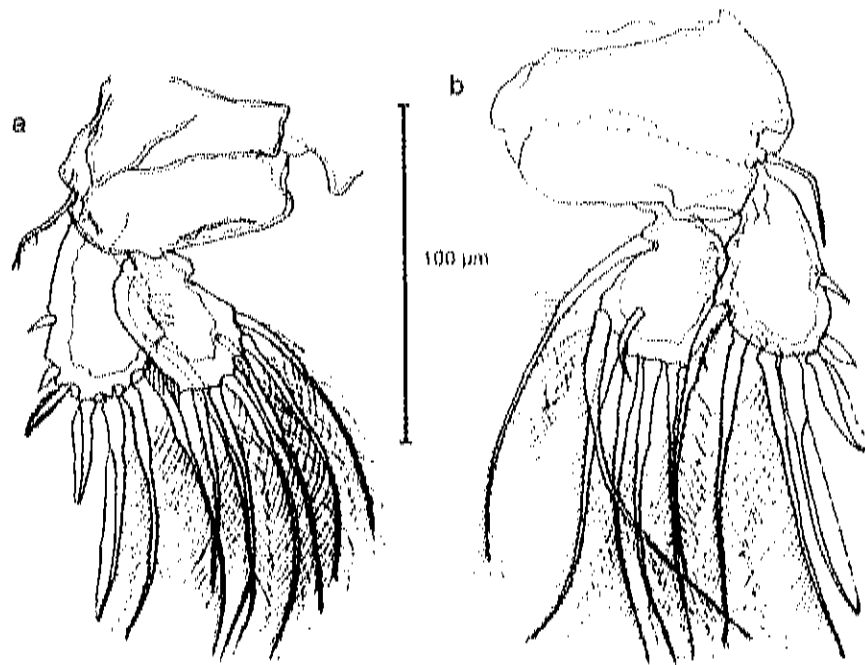


Figura 16. *Lepeophtheirus simplex* Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Copepodito con filamento frontal: (a) primera pata; (b) segunda pata.

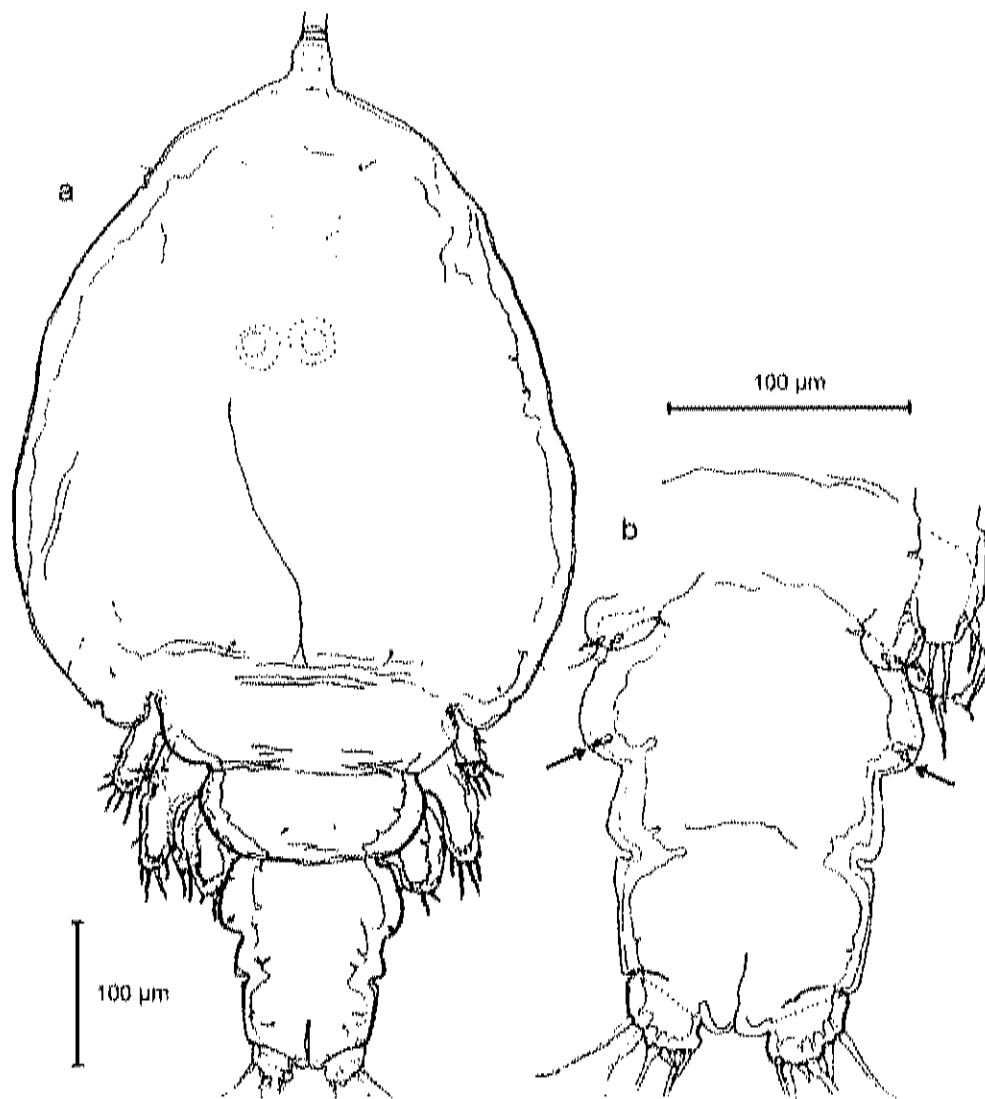


Figura 17. *Lepeophtheirus simplex* Ho, Gómez & Fájor-Ávila, 2001. Calimus I: (a) habitus dorsal; (b) furca caudal ventral y cuarta pata ventral (flecha).

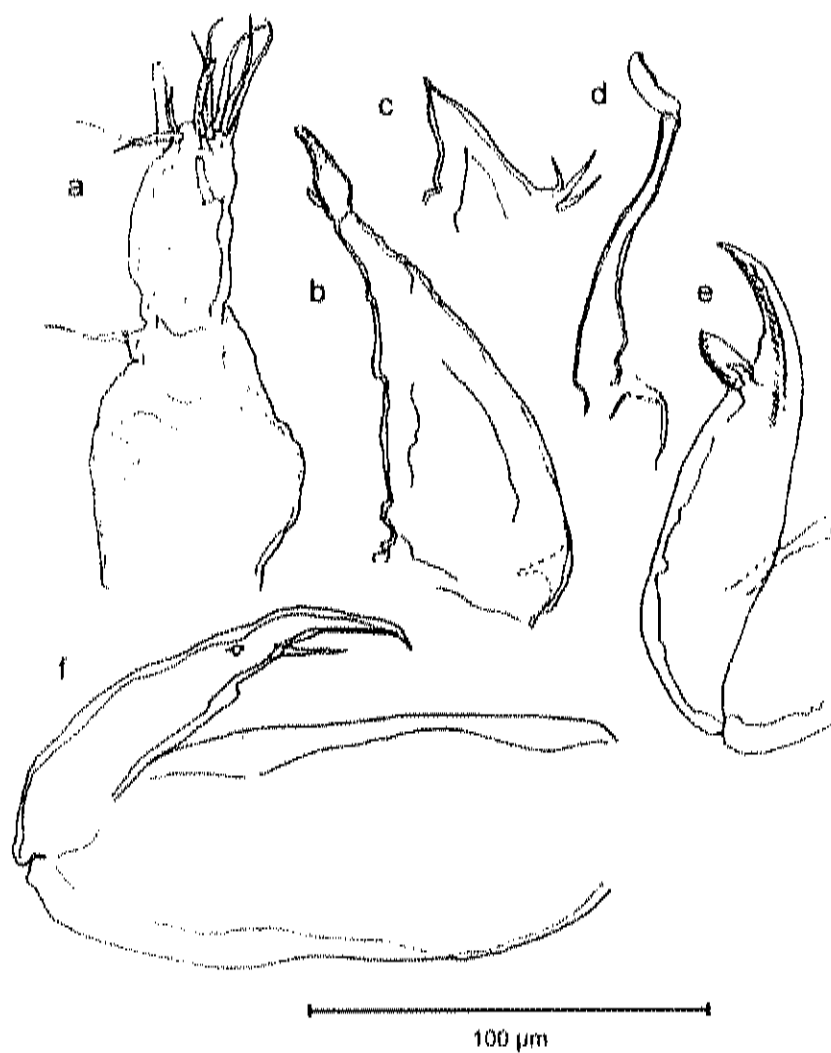


Figura 18. *Lepeophtheirus simplex* Ho, Gómez & Fajer-Ávila, 2001. Calimus I: (a) anténula; (b) antena; (c) maxilula; (d) mandíbula; (e) maxila; (f) maxilpedo.

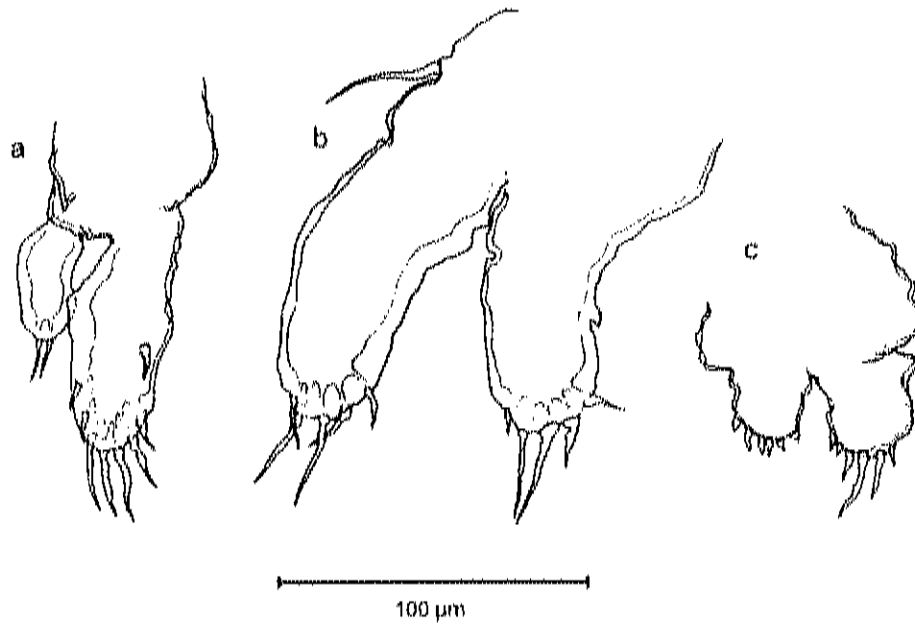


Figura 19. *Lepeophtheirus simple* Ho, Gómez & Fajer-Ávila, 2001. Ccalimus I: (a) primera pata; (b) segunda pata; (c) tercera pata.

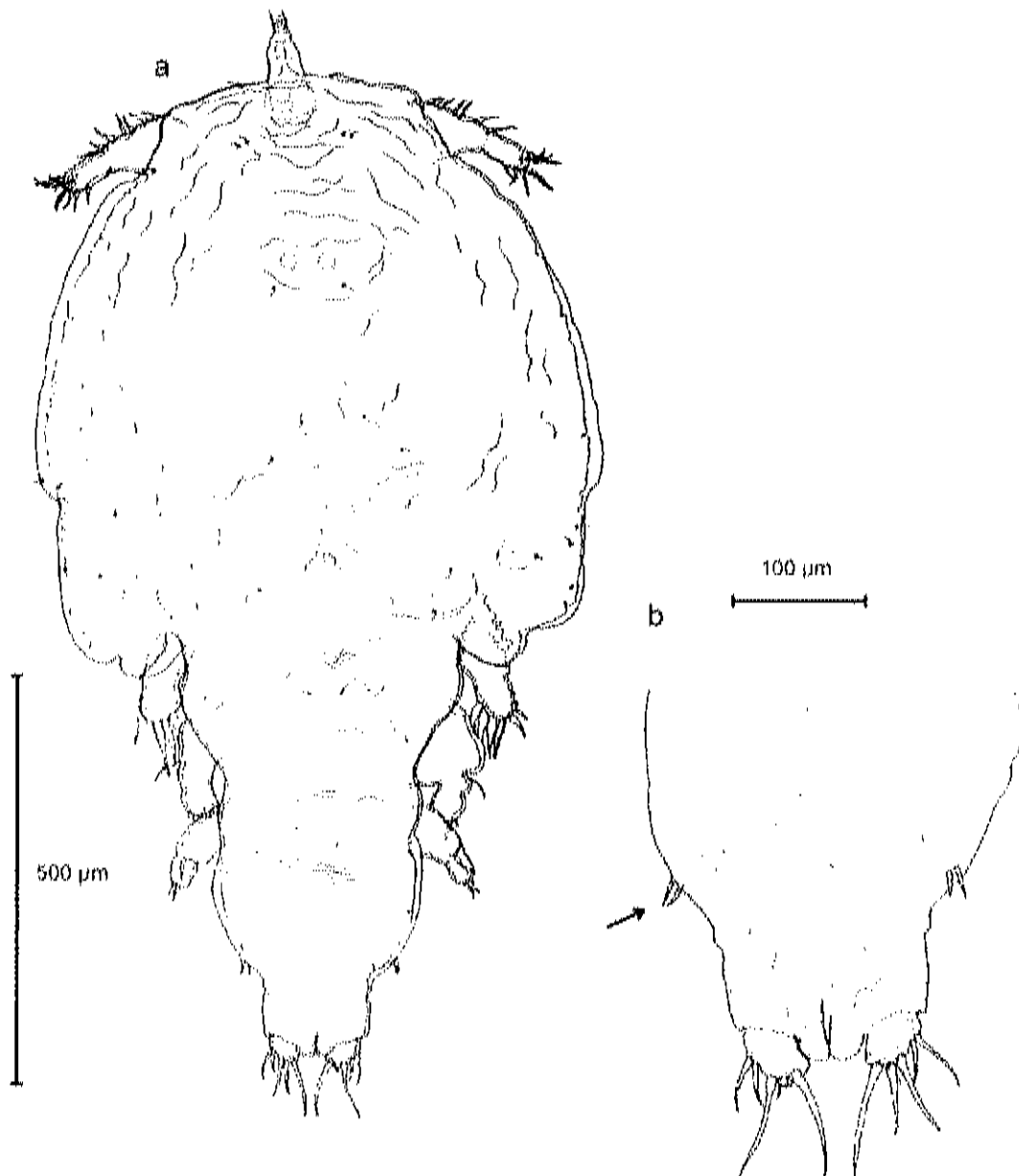


Figura 20. *Lepeophtheirus simplex* Ho, Gómez & Fajer-Ávila, 2001. Calymus III: (a) habitus dorsal; (b) furca caudal ventral y quinta pata (flecha).



Figura 21. *Lepeophtheirus simplex* Ho, Gómez & Fajer-Ávila, 2001. Calimus III: (a) anténula; (b) antena; (c) maxilula; (d) mandíbula; (e) maxila; (f) maxilipedo.

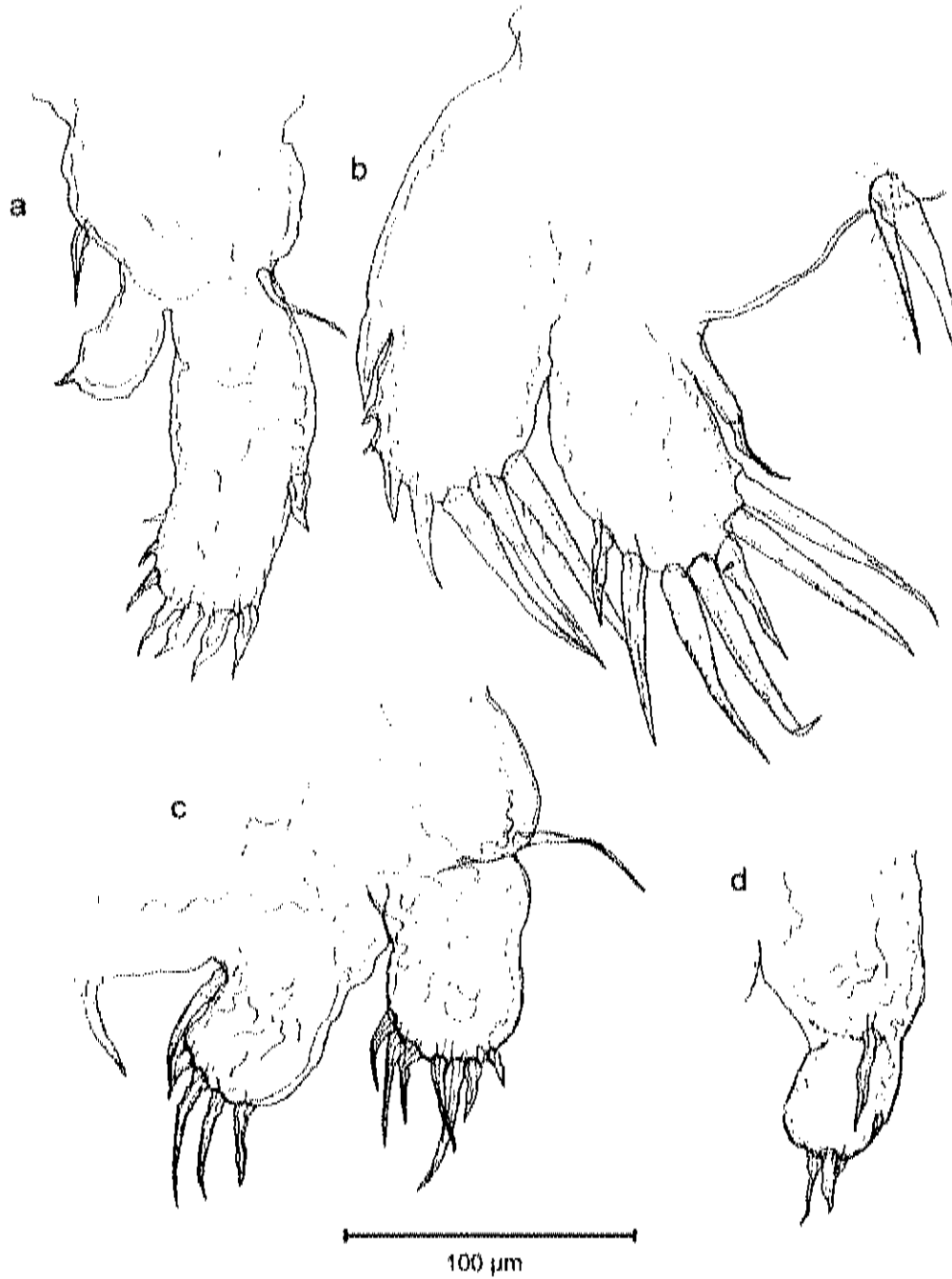


Figura 22. *Lepeophtheirus simplex* Ho, Gómez & Fajer-Ávila, 2001. Calimus III: (a) primera pata; (b) segunda pata; (c) tercera pata; (d) cuarta pata.

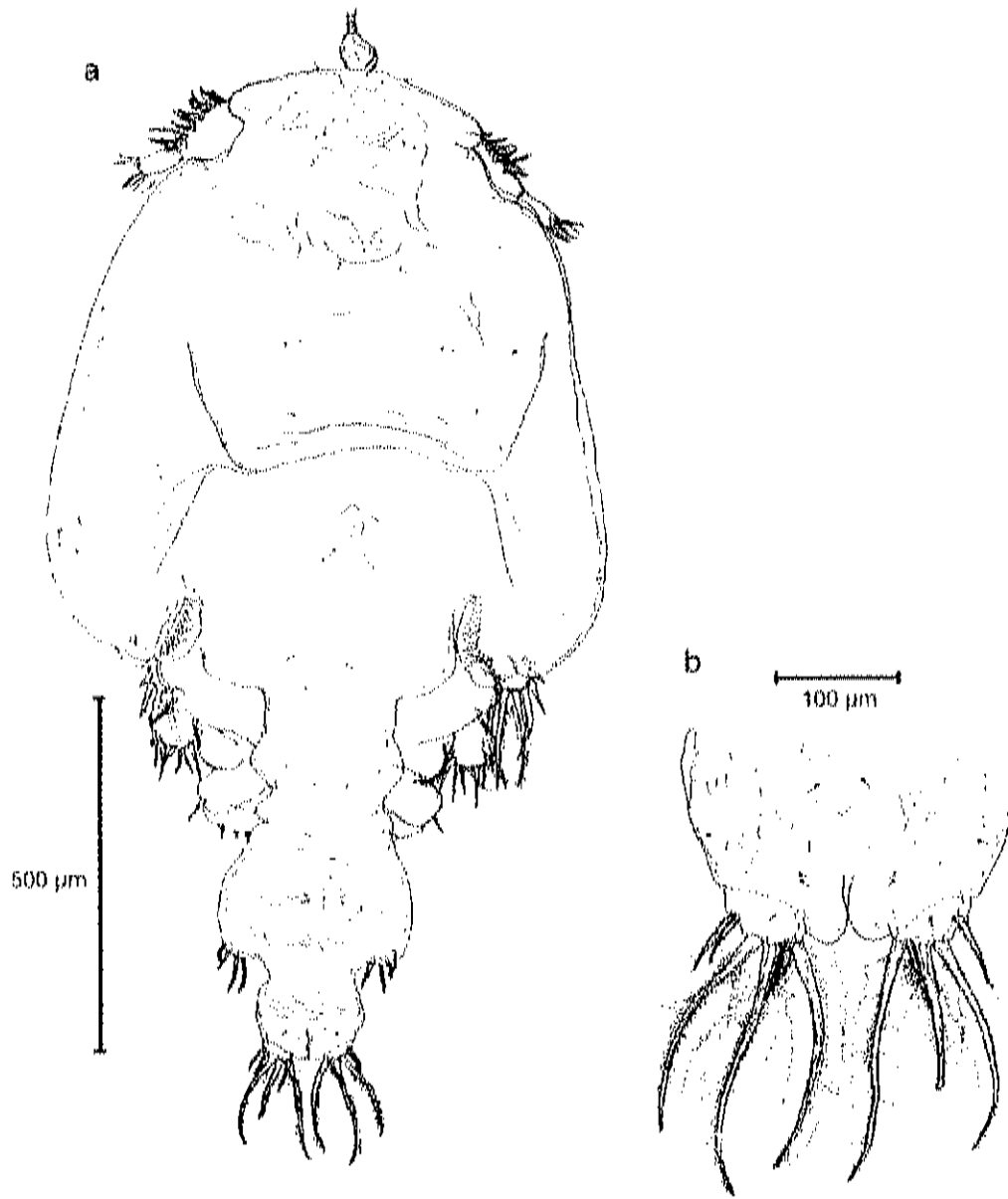


Figura 23. *Lepeophtheirus simplex* Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Calymus IV; (a) habitus dorsal; (b) furca caudal.



Figura 24. *Lepeophtheirus simplex* Ho, Gómez & Fajer-Ávila, 2001. Calimus IV: (a) anténula; (b) antena; (c) maxilula; (d) mandíbula; (e) maxila; (f) maxilipedo (g) furca esternal.

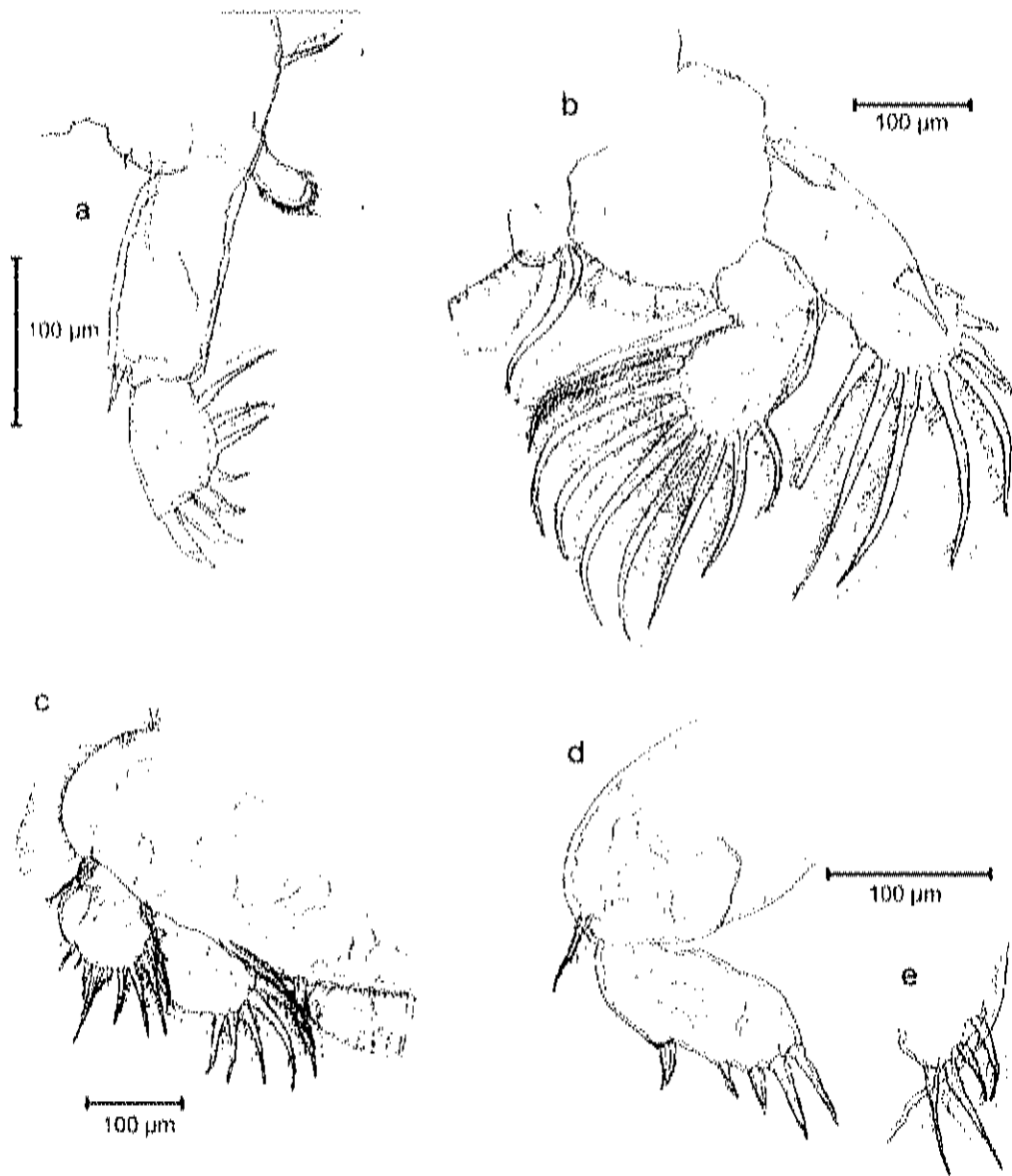


Figura 25. *Lepeophtheirus simplex* Ho, Gómez & Fajer-Ávila, 2001. Calimus IV; (a) primera pata; (b) segunda pata; (c) tercera pata; (d) cuarta pata; (e) quinta pata.

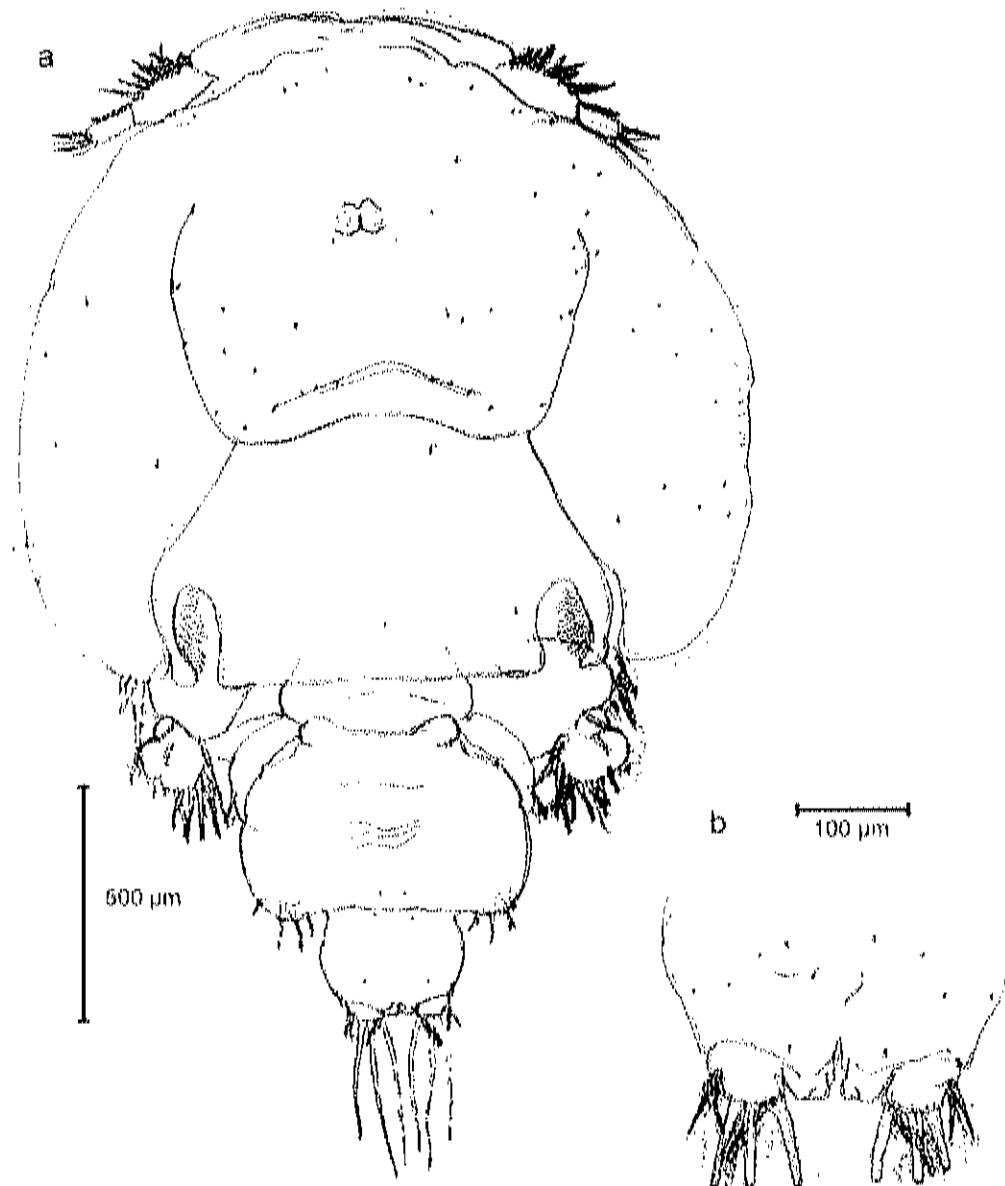


Figura 26. *Lepeophtheirus simplex* Ho, Gómez & Fajer-Ávila, 2001. Preadulto I hembra: (a) habitus dorsal; (b) furca caudal.

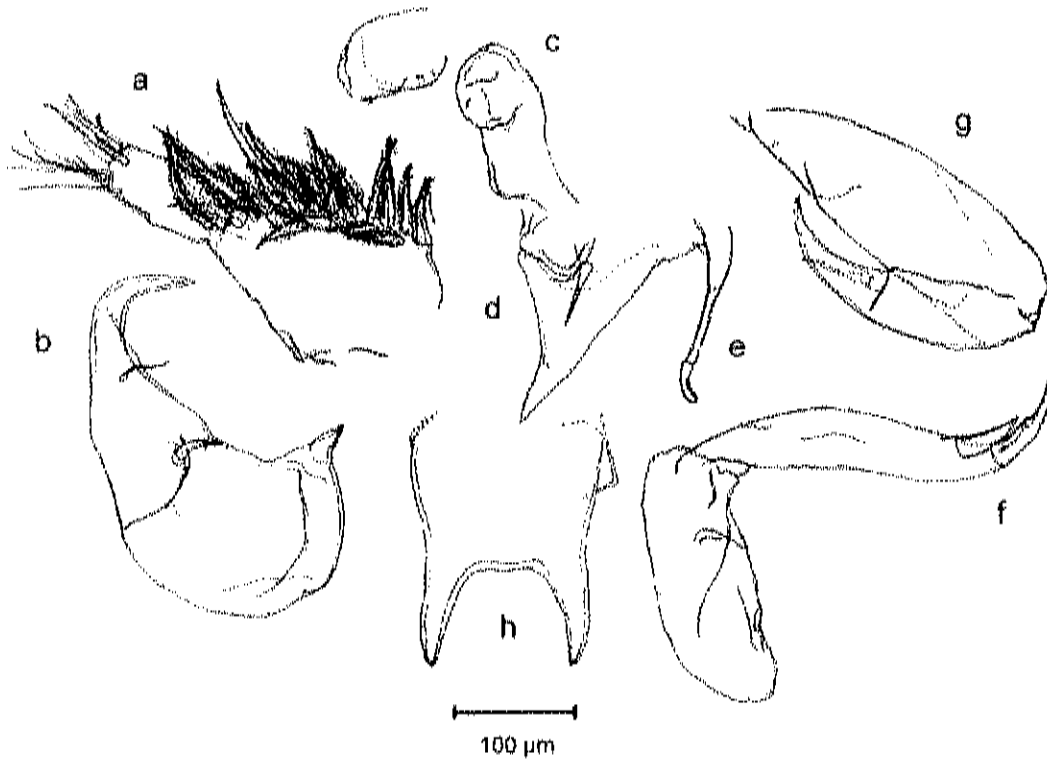


Figura 27. *Lepeophtheirus simplex* Ho, Gómez & Fajer-Ávila, 2001. Preadulto I hembra: (a) anténula; (b) antena; (c) proceso post-antenal; (d) maxilula; (e) mandíbula; (f) maxila; (g) maxilipedo (h) furca esternal.

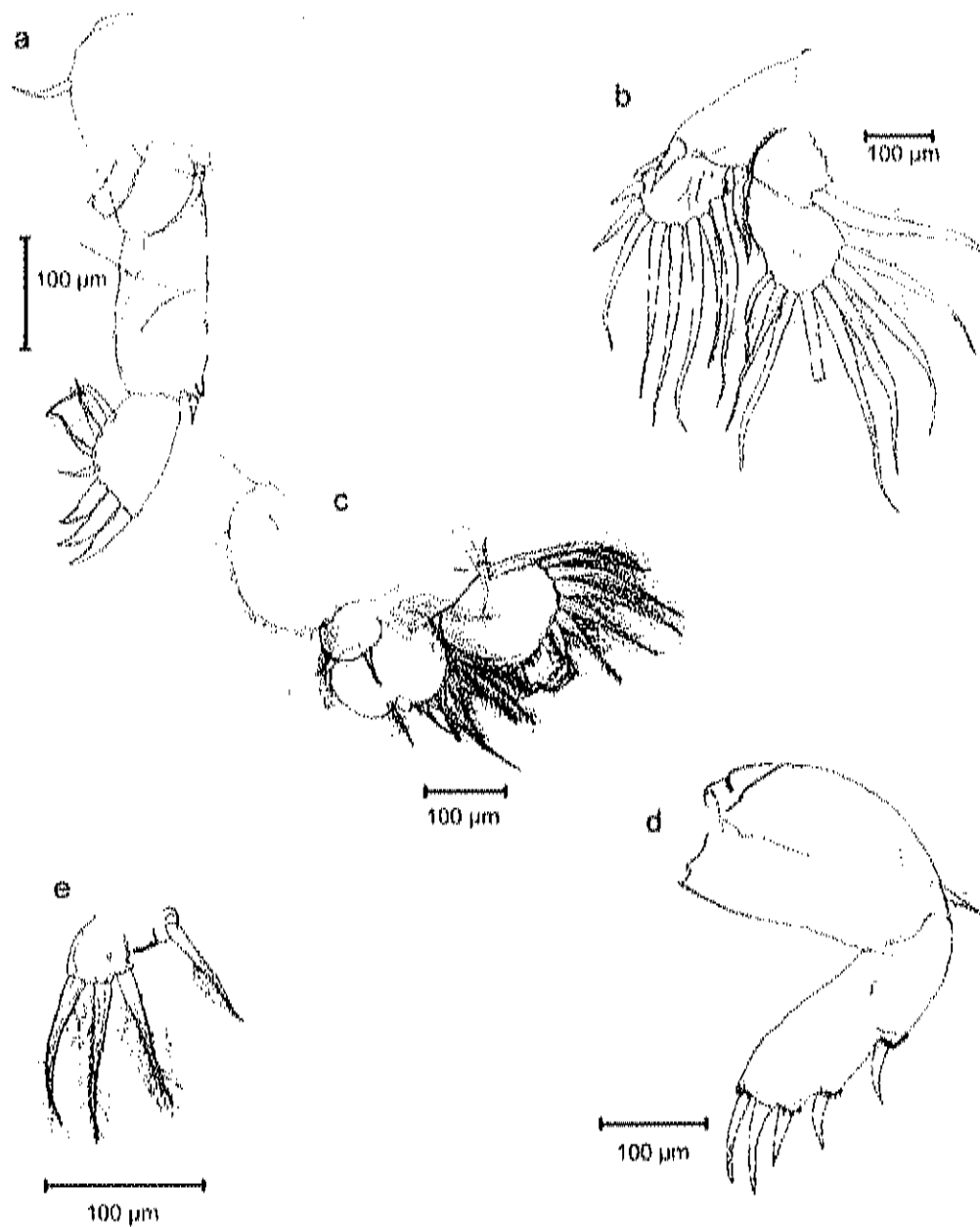


Figura 28. *Lepeophtheirus simplex* Ho, Gómez & Fájér-Ávila, 2001. Preadulto I hembra: (a) primera pata; (b) segunda pata; (c) tercera pata; (d) cuarta pata; (e) quinta pata.

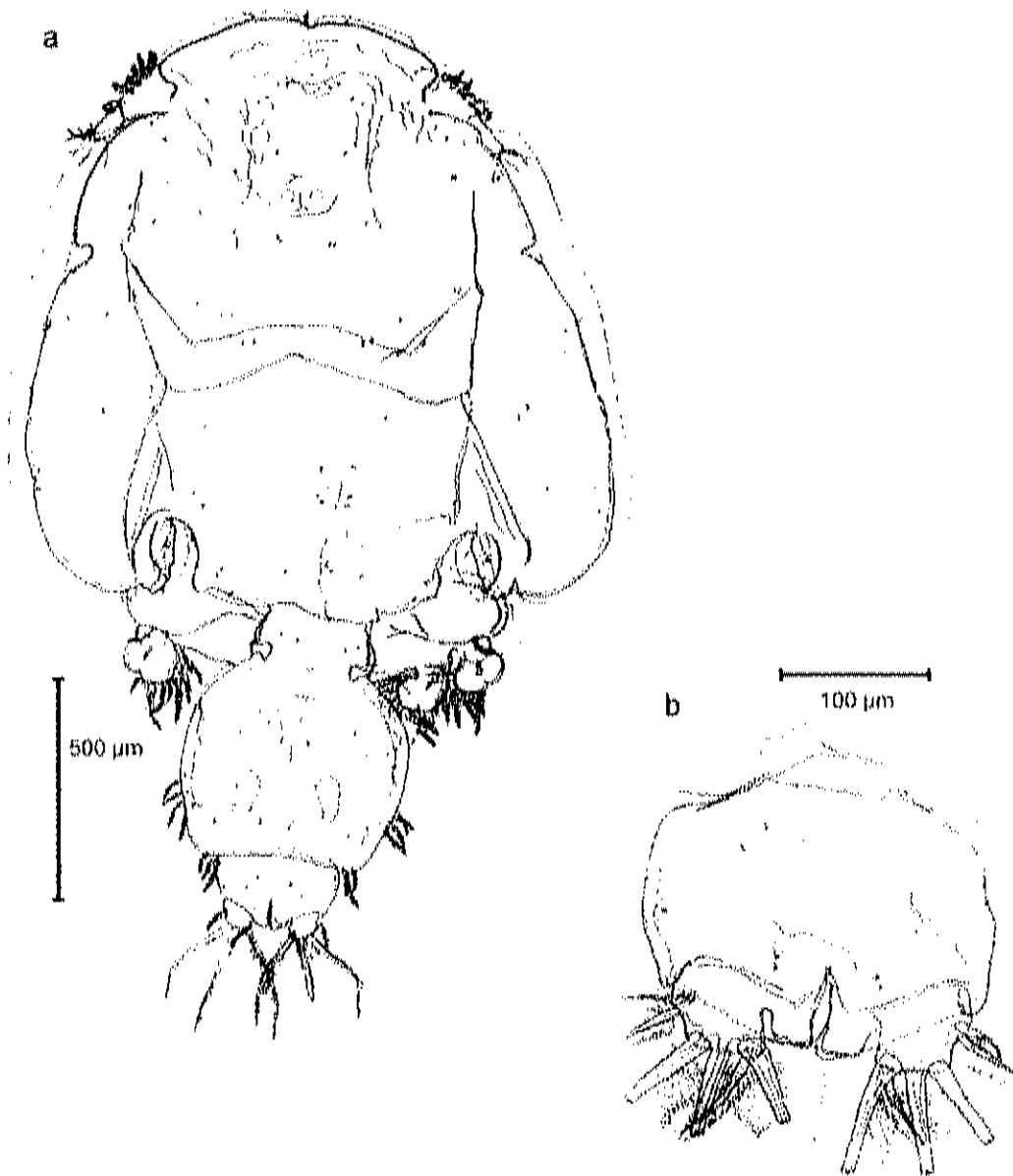


Figura 29. *Lepeophtheirus simplex* Ho, Gómez & Fajer-Ávila, 2001. Preadulto (macho: (a) habitus dorsal; (b) furca caudal; sexta pata (flecha).

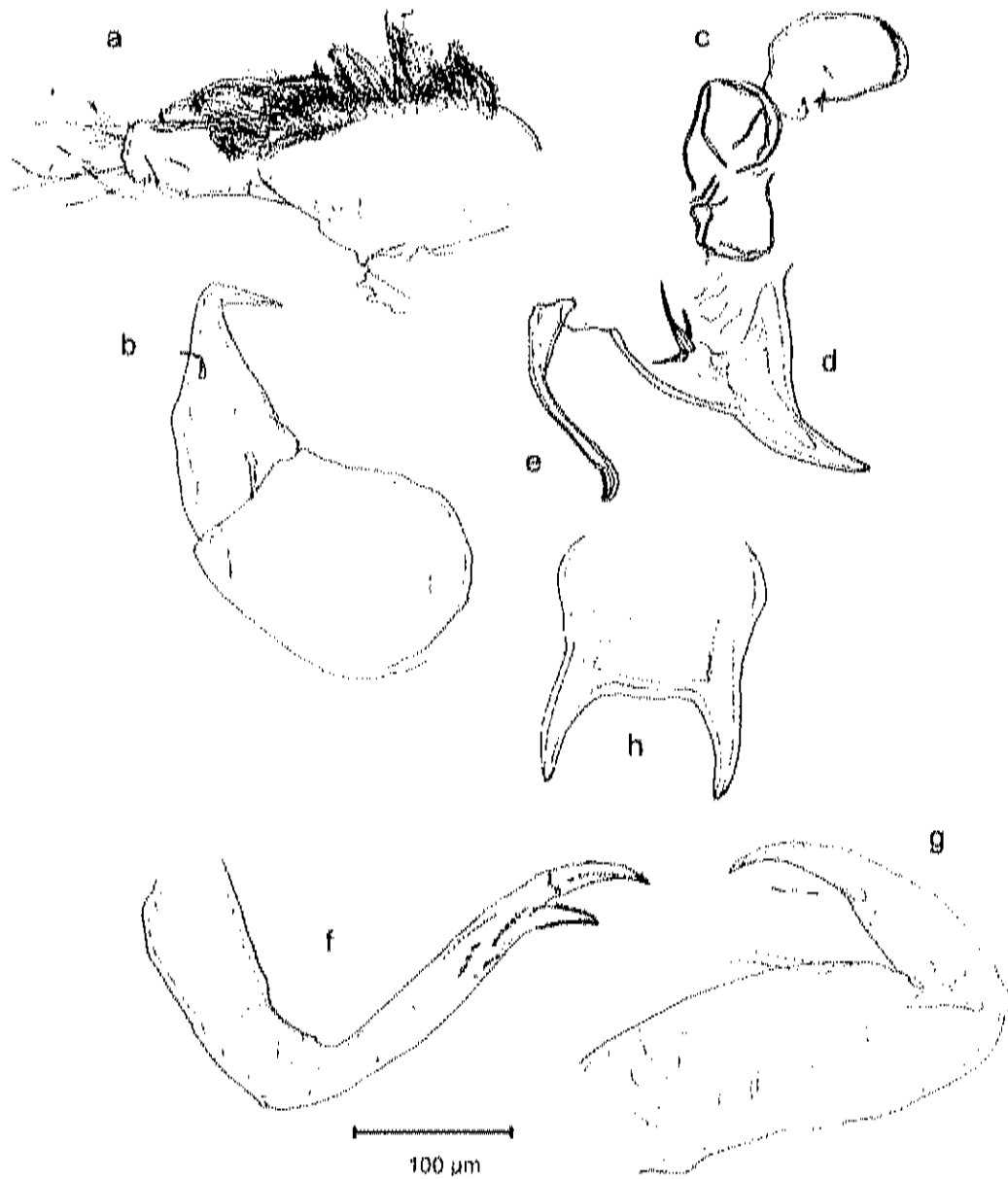


Figura 30. *Lepoophtheirus simplex* Ho, Gómez & Fajer-Ávila, 2001. Preadulto I macho: (a) anténula; (b) antena; (c) proceso postantenal; (d) maxilula; (e) mandíbula; (f) maxila; (g) maxillpedo; (h) furca esternal.

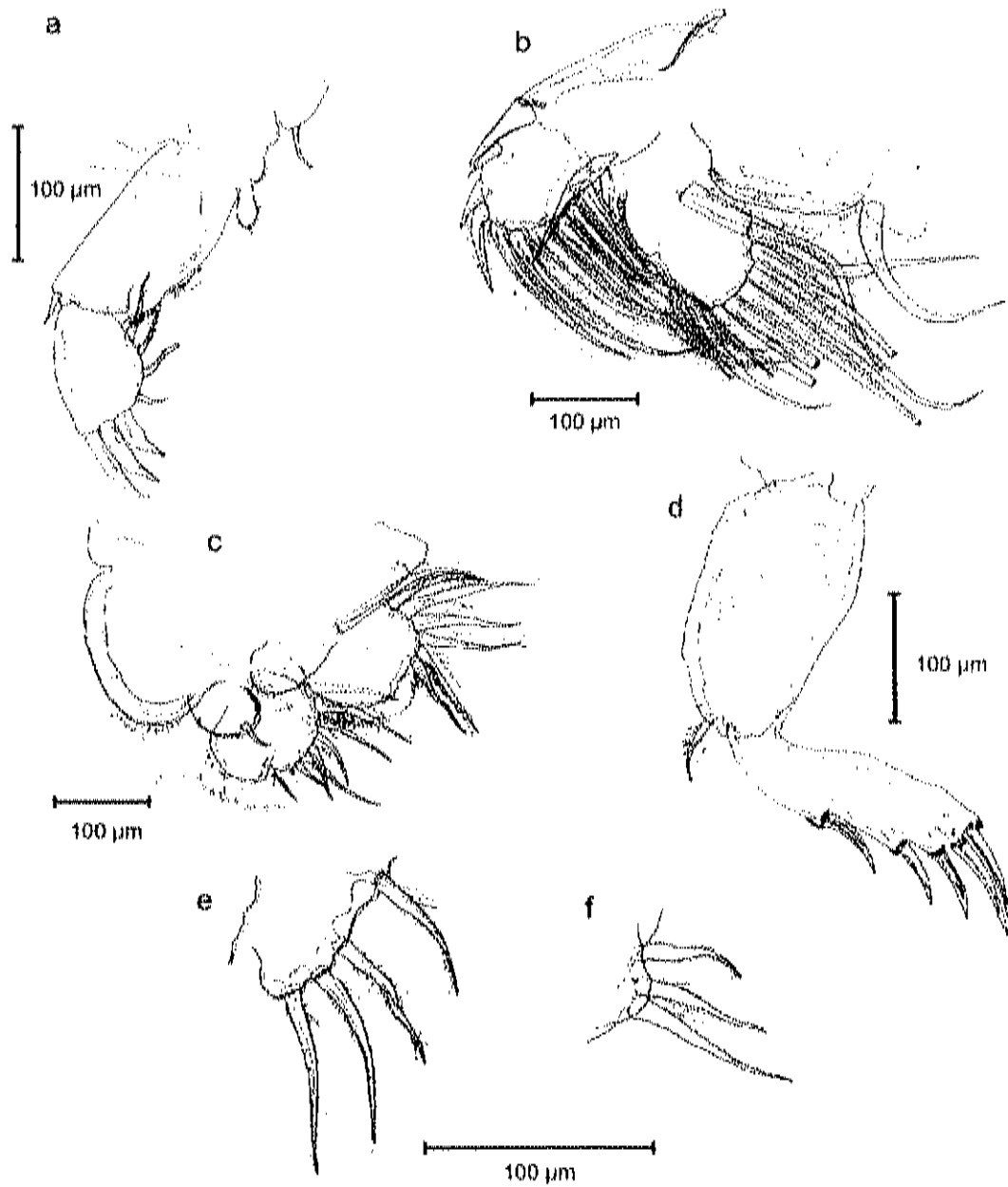


Figura 31. *Lepeophtheirus simplex* Ho, Gómez & Fájera-Ávila, 2001. Preadulto I macho (a) primera pata; (b) segunda pata; (c) tercera pata; (d) cuarta pata; (e) quinta pata; (f) sexta pata.

7.3 Tiempo de Vida de los Estadios de Desarrollo de *Lepeophtheirus*

simplex

7.3.1 Características de los Sacos Ovíferos y Eclosión de los Huevos.

Se encontró que los sacos ovíferos de las hembras de *L. simplex* obtenidas de los botetes contenían en promedio 38 huevos (n = 4, Min. = 37, Max. = 40). Las hembras de *L. simplex* produjeron dos pares de sacos ovíferos. Primero se produjo una pequeña parte del saco y minutos después los huevos fueron ovopositados uno a uno y el saco incrementó su longitud a medida que se llenaba. Los sacos ovíferos con huevos tenían un color beige claro. Se observó un punto de pigmentación color café en el margen externo de cada huevo después de 48 h aproximadamente. Este punto de pigmentación café se alineó en el margen interno de los sacos, describiendo una línea café a lo largo de cada uno de ellos un par de horas antes de iniciada la eclosión. Para la segunda producción de sacos ovíferos, los sacos aún con huevos se desprendieron de la hembra. El tamaño del segundo par de sacos podía ser menor que los primeros. La eclosión se inició por el extremo distal del saco ovífero. Si los sacos se desprendían de la hembra, la eclosión ocurría indistintamente por alguno de los extremos o por ambos.

7.3.2 Estadios de Vida Libre

De las nueve hembras ovígeras que eclosionaron en el sistema se colectó un total de 81 nauplios I, 220 nauplios II y 143 copepoditos. El porcentaje menor de nauplios I colectados fue a las 10, 18 y 22 horas después de la eclosión, siendo 26 horas después de la eclosión la última colecta en la que se encontraron. El menor porcentaje de nauplio II se encontró 8 horas después de iniciada la eclosión, y el mayor porcentaje 18 y 22 horas después de iniciada la eclosión (Figura 32). El nauplio I inició un nado rápido e intermitente segundos después de haber eclosionado. Antes de iniciar la muda al siguiente estadio naupliar, los nauplios I disminuyeron su actividad y permanecieron en el fondo del recipiente casi sin movimiento. El nauplio I alcanzó el tiempo de desarrollo medio (T_{50}) después de 6 horas de haber iniciado la eclosión (Figura 33a). Una vez liberados de la muda, los nauplios II se movieron con nado rápido e intermitente. Momentos antes de mudar al estadio copepodito, los nauplios II disminuyeron su actividad y permanecieron en el fondo del recipiente. Después de 28 horas de iniciada la eclosión, los nauplios II alcanzaron la T_{50} (Figura 33b). El copepodito se movía rápido e intermitentemente; la actividad del copepodito disminuyó con el tiempo hasta permanecer en el fondo del recipiente. La mitad de la población se encontró en el estadio copepodito 32 horas después de iniciada la eclosión (Figura 33c).

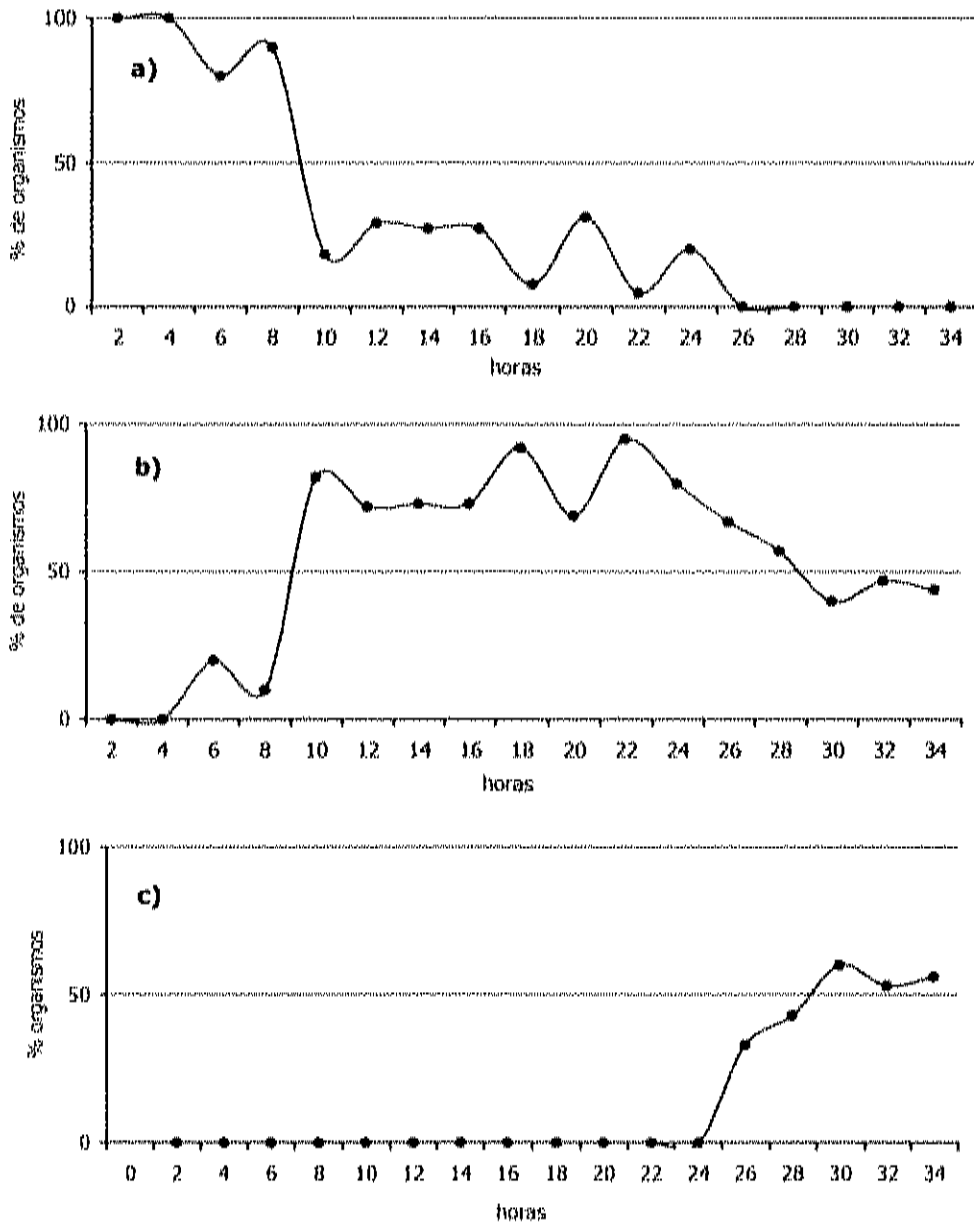


Figura 32. Porcentaje de los estadios de vida libre de *Lepeophtheirus simplex* colectados. a) nauplio I; b) nauplio II y c) copepodito.

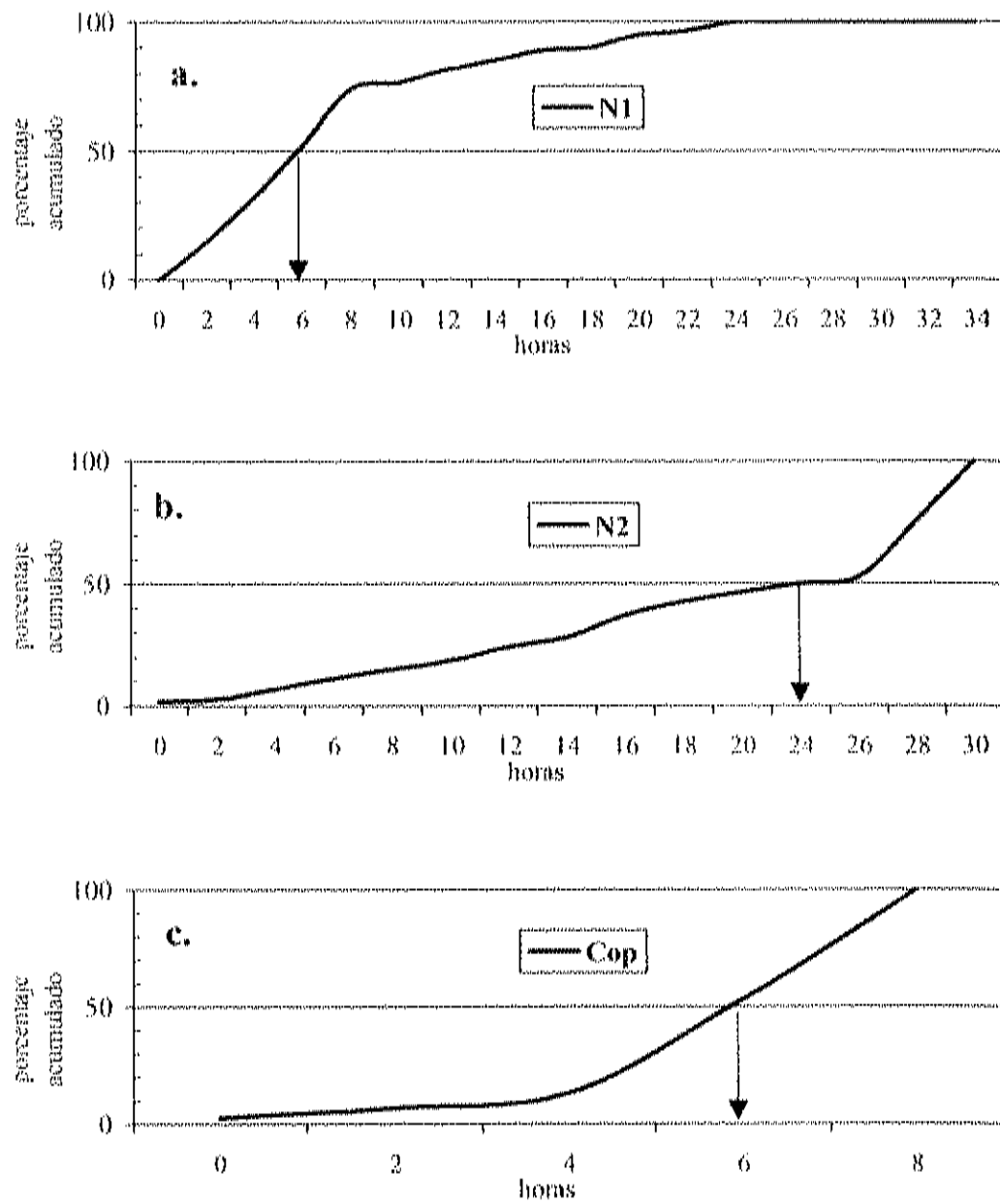


Figura 33. Tiempo de vida media (T_{50}) de los estadios de vida libre de *Lepeophtheirus simplex*. a. nauplio I; b. nauplio II y c. copepodito.

7.3.3 Estadios Fijos y Móviles de *L. simplex*

En la primera infestación se obtuvo un total de 184 organismos de los estadios fijos y móviles de *L. simplex*, mientras que en la segunda infestación fueron 252. Para ambas infestaciones la prevalencia de este parásito fue del 100%. En ambas infestaciones se obtuvo el copepodito de vida libre y el copepodito con filamento frontal. De los estadios calimus se encontraron tan sólo tres: calimus I, calimus III y calimus IV. No se obtuvo el calimus II. Se encontró un número mayor de organismos de cada uno de los estadios en la segunda infestación, salvo calimus I y hembras adultas cuyo número fue mayor en la primera infestación (Figura 34). De los estadios preadultos, se encontraron preadultos I y preadultos II de ambos sexos. Se obtuvieron adultos de ambos sexos y hembras ovígeras. En la primera infestación el 43.2 % de los adultos fueron machos y el 56.8 % hembras, de las cuales 16 % eran hembras ovígeras; en la segunda infestación el 58.5 % fueron machos, y el 41.5 % hembras, con un 25 % de las hembras ovígeras.

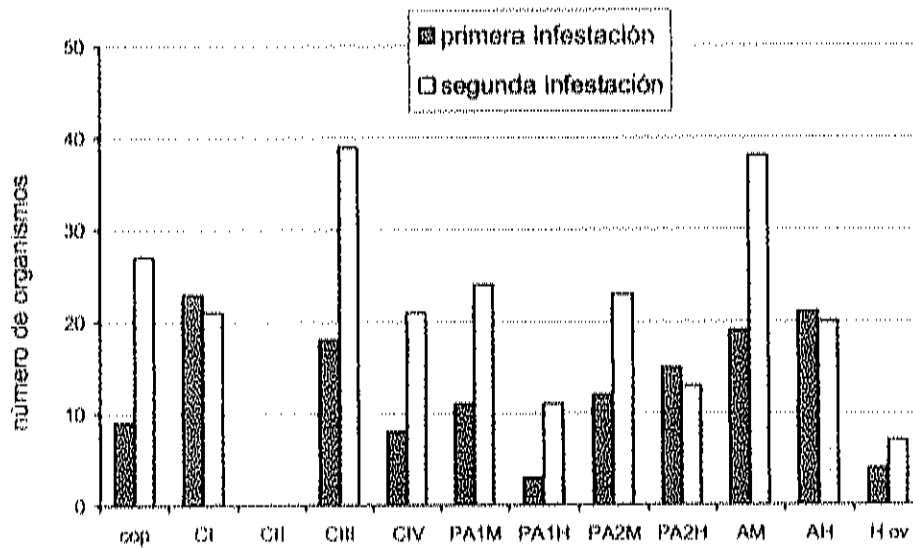


Figura 34. Número de organismos de los diferentes estadios de vida de *L. simplex* colectados del botete Diana durante dos infestaciones. Cop=copepodito, CI=calimus I, CII=calimus II, CIII=calimus III, CIV=calimus IV, PA1M=preadulto I macho, PA1H=preadulto I hembra, PA2M=preadulto II macho, PA2H=preadulto II hembra, AM=adulto macho, AH=adulto hembra, H ov=hembra ovígera.

7.3.3.1 Primera Infestación.

Después de 15 h de iniciada la infestación se encontraron 3 copepoditos en el abdomen y 3 en el dorso del pez; 27 horas después de iniciada la infestación todos los copepoditos sobre el pez tenían el filamento frontal por medio del cual se fijan a la piel del pez (Figura 14). Los estadios copepodito, calimus I, calimus IV y hembras adultas fueron los únicos que tuvieron un 100 % de organismos colectados, los copepoditos a las 27 horas, calimus I a las 63 horas, calimus IV a las 123 horas y las hembras a las 207 horas (Figura 35 y Figura 36). El estadio calimus I tuvo una duración de 36 horas, y apareció 51 horas después de iniciada la infestación. El estadio calimus II no se observó.

estadio calimus III tuvo una duración de 156 horas, y apareció 75 horas después de iniciada la infestación. El estadio calimus IV tuvo una duración de 48 horas, y apareció 99 horas después de la infestación. El preadulto I macho y el preadulto I hembra aparecieron 99 horas después de iniciada la infestación, y tuvieron una duración de 60 y 84 horas respectivamente. El preadulto II macho y el preadulto II hembra tuvieron una duración de 60 y 96 horas respectivamente. Los adultos machos y hembras aparecieron 159 y 171 horas después de la infestación respectivamente, las hembras ovígeras aparecieron 243 horas después de iniciada la infestación (Figura 37 y Tabla 4).

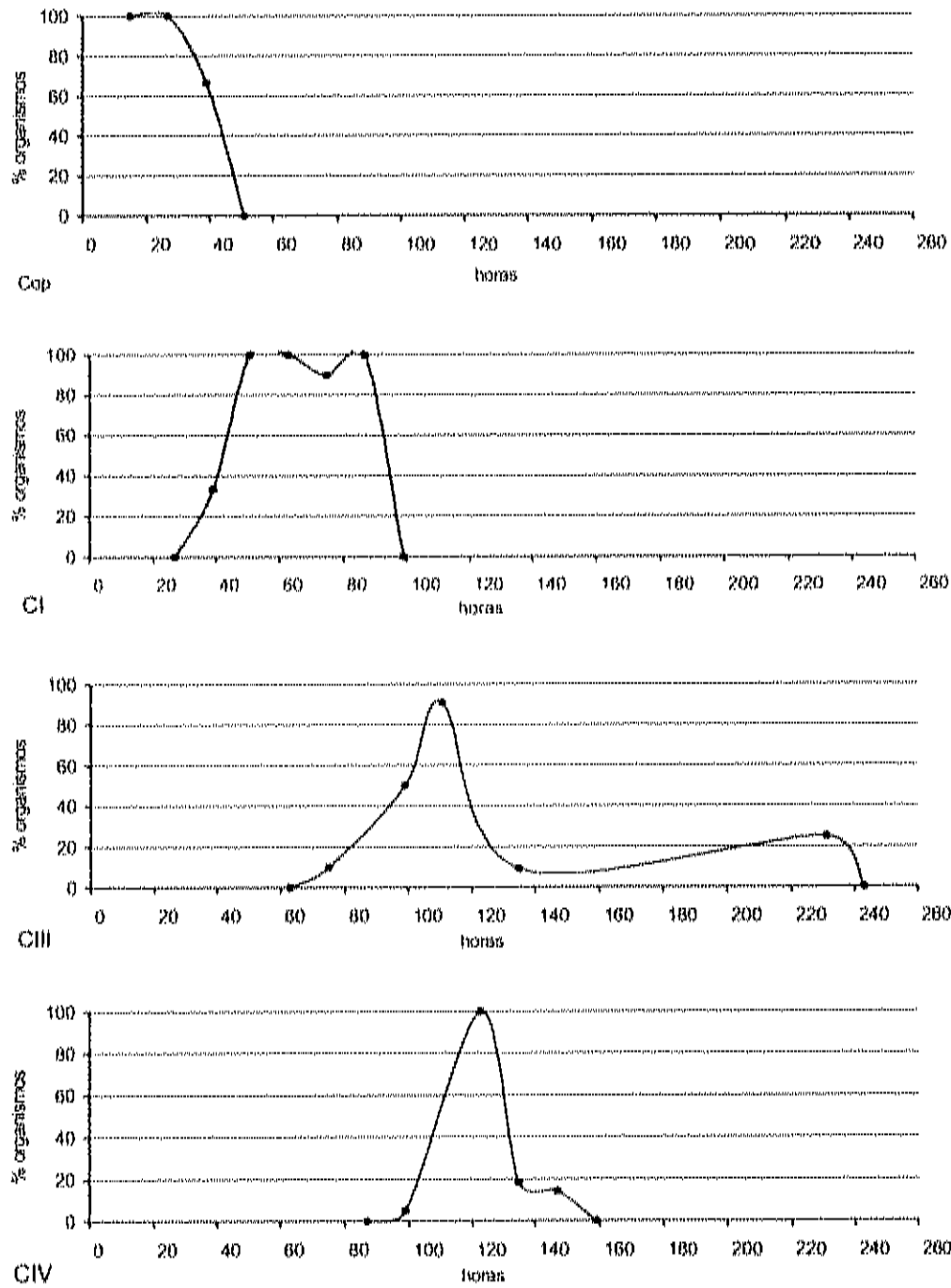


Figura 35. Porcentaje de estadios fijos y móviles de *L. simplex*, colectados durante la primera infestación. Cop=copepodito, CI=calimus I, CIII=calimus III, CIV=calimus IV.

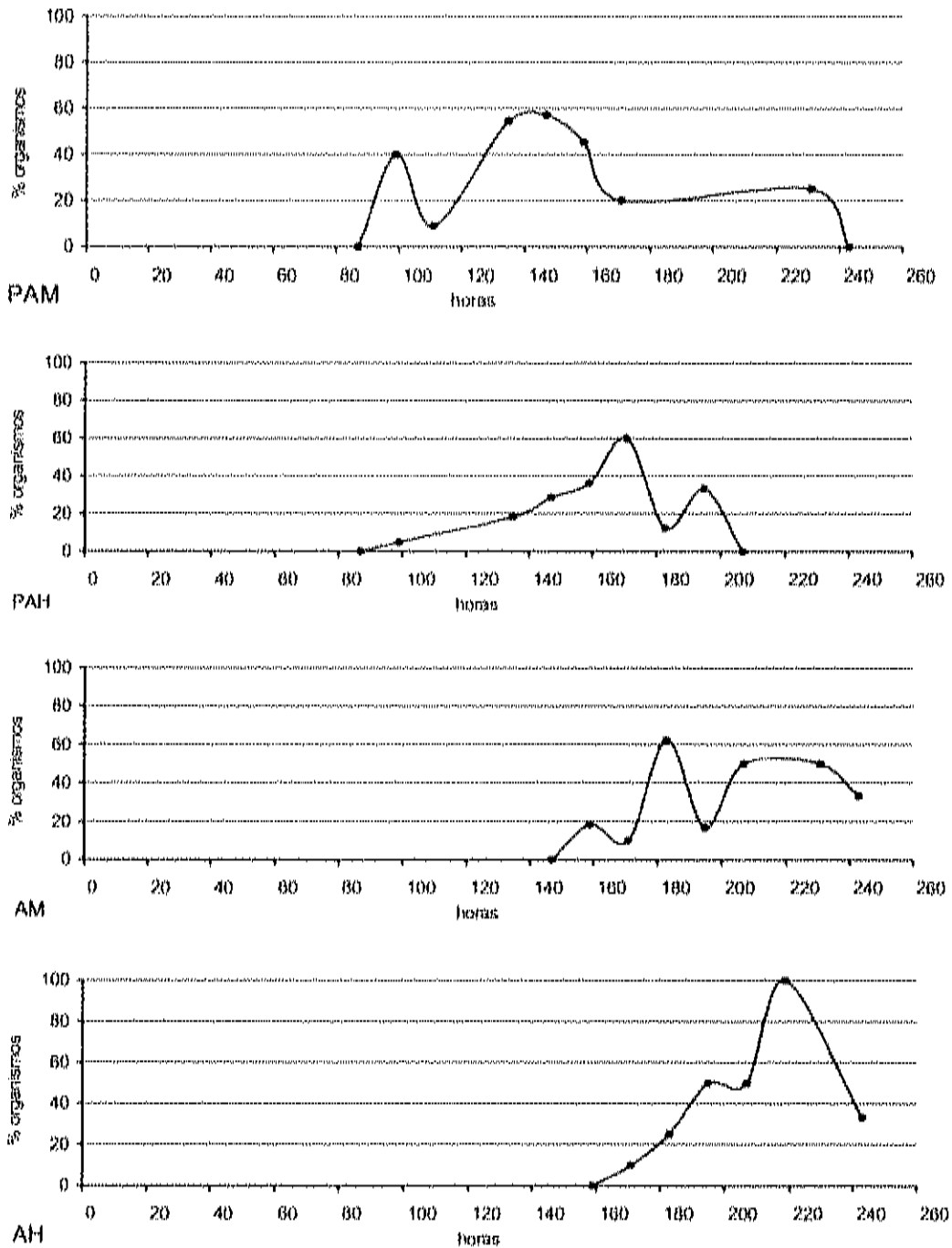


Figura 36. Porcentaje de estadios fijos y móviles de *L. simplex*, colectados durante la primera infestación, PAM=preadulto macho, PAH=preadulto hembra, AM=adulto macho, AH=adulto hembra.

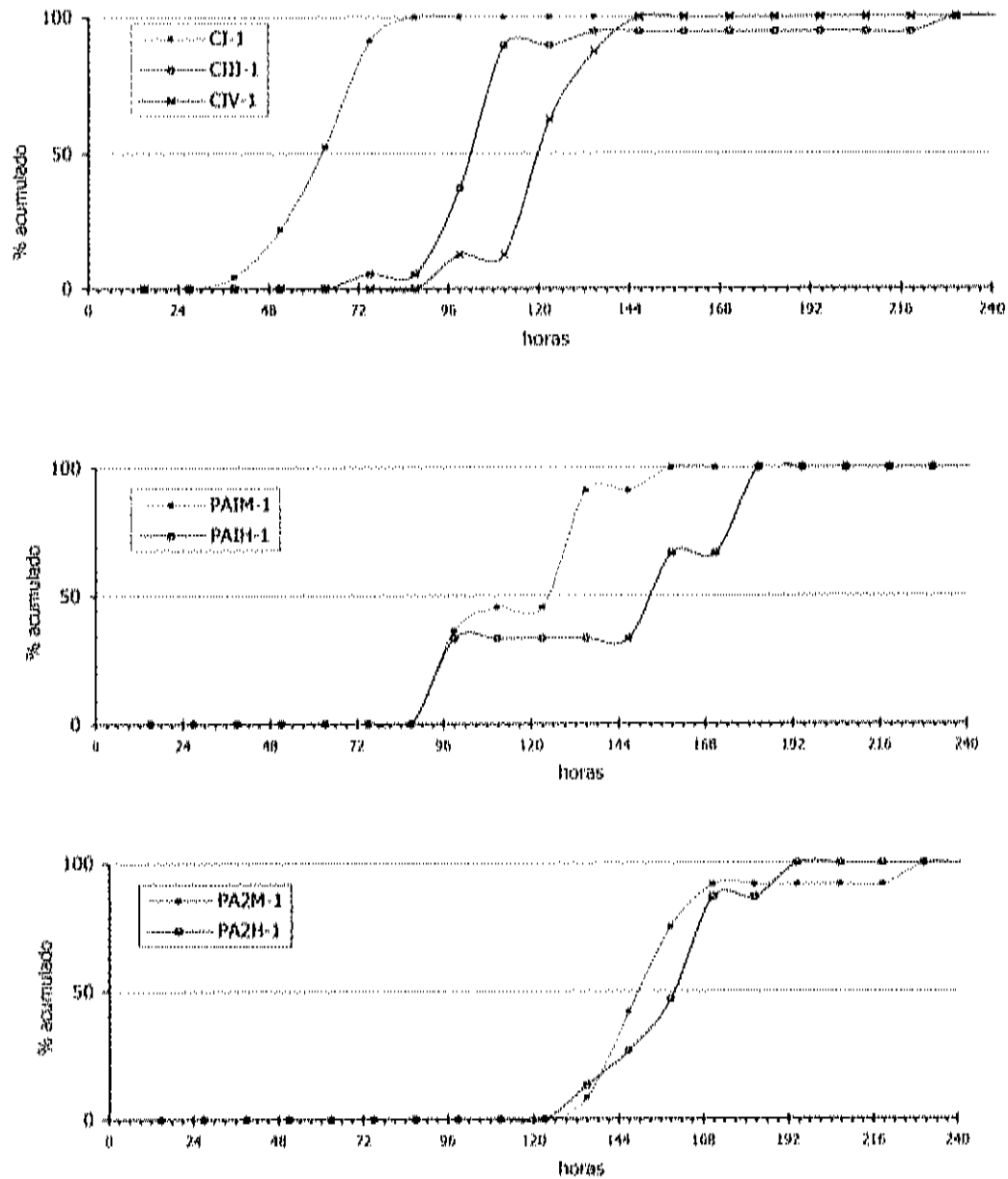


Figura 37. Tiempo de vida media de cada uno de los estadios de vida fijos y móviles de *L. simplex* encontrados la primera infestación. CI=calimus I, CIII=calimus III, CIV=calimus IV, PA1M=preadulto I macho, PA1H=preadulto I hembra, PA2M=preadulto II macho, PA2H=preadulto II hembra, AM=adulto macho, AH=adulto hembra.

7.3.3.2 Segunda Infestación.

El 100 % de organismos de los estadios calimus I y preadulto macho fueron colectados a las 63 horas y 159 horas respectivamente (Figura 38 y Figura 39) se observan los porcentajes de estadios colectados a lo largo de la segunda infestación. Después de 15 h de haber iniciado la infestación se encontraron 21 copepoditos en la superficie del pez; 39 horas después de iniciada la infestación el copepodito presentó el filamento frontal por medio del cual se fija a la piel del pez. El estadio calimus I tuvo una duración de 96 horas, y apareció 39 horas después de iniciada la infestación y alcanzó el T_{50} 57 horas después de iniciada la infestación. El estadio calimus II no se observó. El estadio calimus III tuvo una duración de 96 horas. Los primeros organismos se colectaron 87 horas después de iniciada la infestación cuando el 58 % se encontraba en el estadio calimus III. Debido a esto, el cálculo por el método gráfico de la T_{50} (84 horas) es menor a la hora en la que apareció el estadio por primera vez. El estadio calimus IV tuvo una duración de 96 horas, y apareció 135 horas después de la infestación. El preadulto I macho y el preadulto I hembra tuvieron una duración de 96 y 120 horas respectivamente, y aparecieron 111 horas después de iniciada la infestación. El preadulto II macho y el preadulto II hembra aparecieron 135 horas después de iniciada la infestación y ambos tuvieron una duración de 96 horas. Los adultos machos y hembras aparecieron 183 horas después de iniciada la infestación. Las hembras ovígeras se registraron 255 horas después de iniciada la infestación (Figura 40 y Tabla 5).

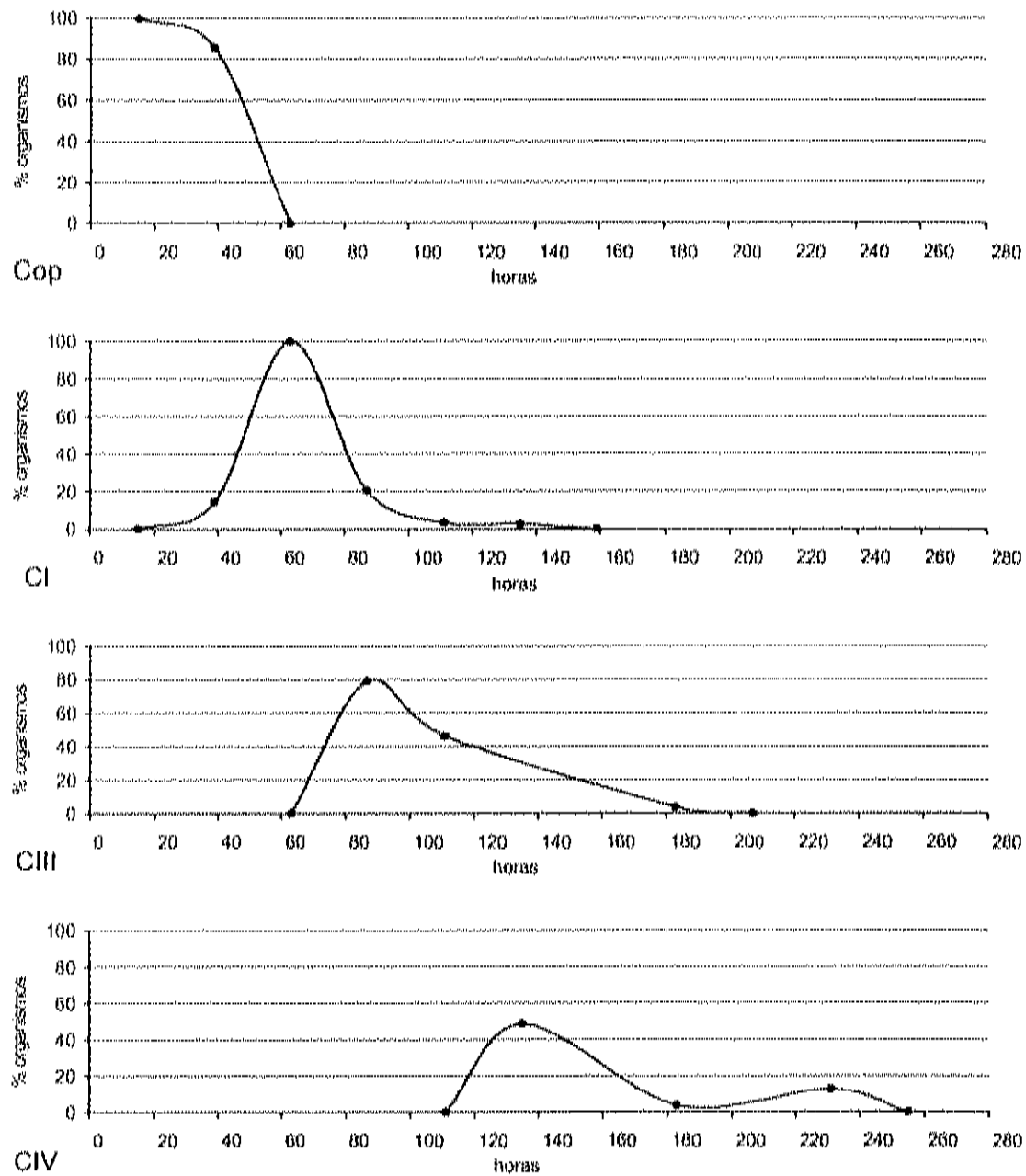


Figura 38. Segunda infestación; porcentaje de estadios de vida fijos y móviles de *L. simplex* encontrados. Cop=copepodito, CI=calimus I, CII=calimus II, CIV=calimus IV.

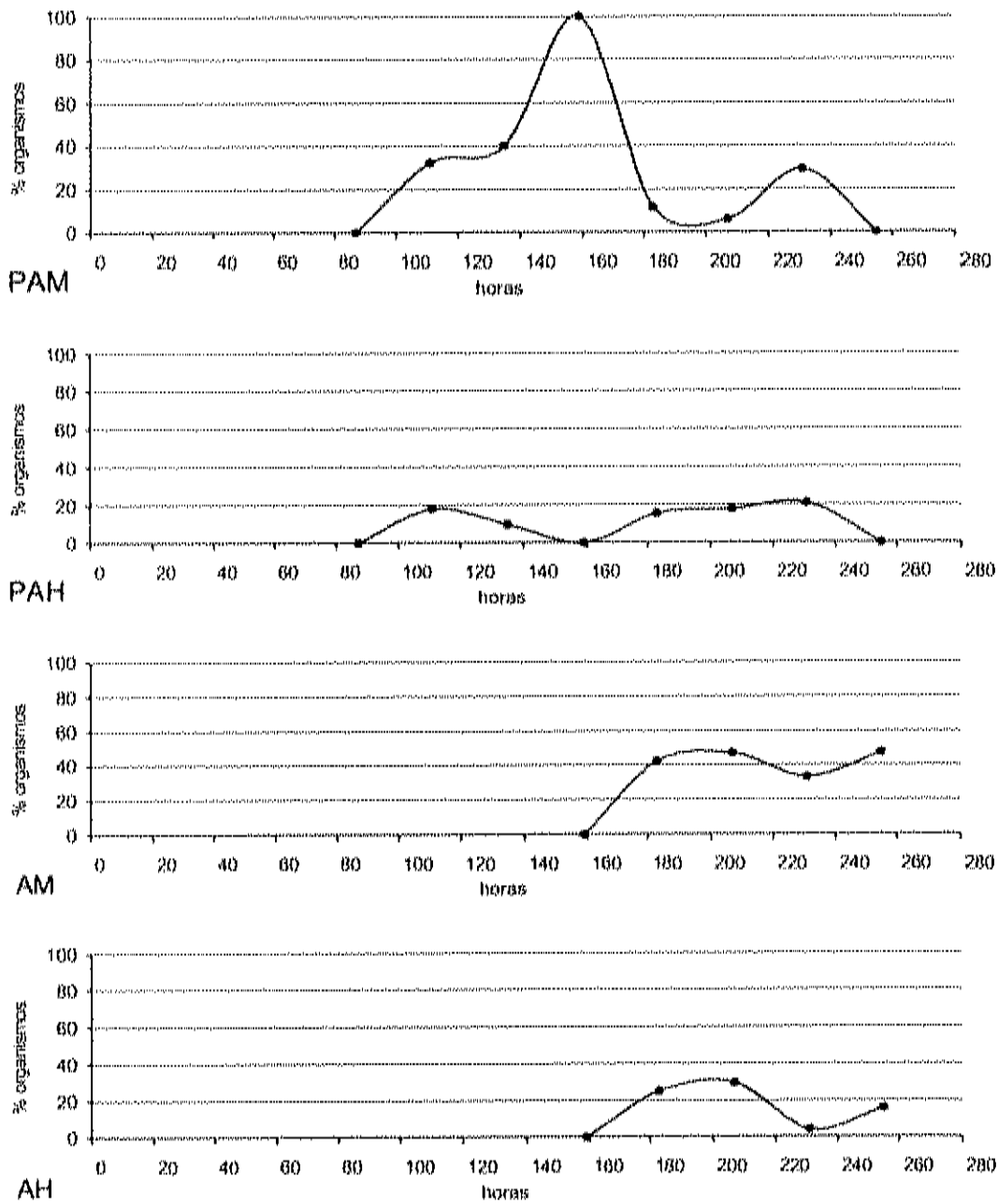


Figura 39 Segunda infestación; porcentaje de estadios de vida fijos y móviles de *L. simplex* encontrados. PAM=preadulto macho, PAH=preadulto hembra, AM=adulto macho, AH=adulto hembra

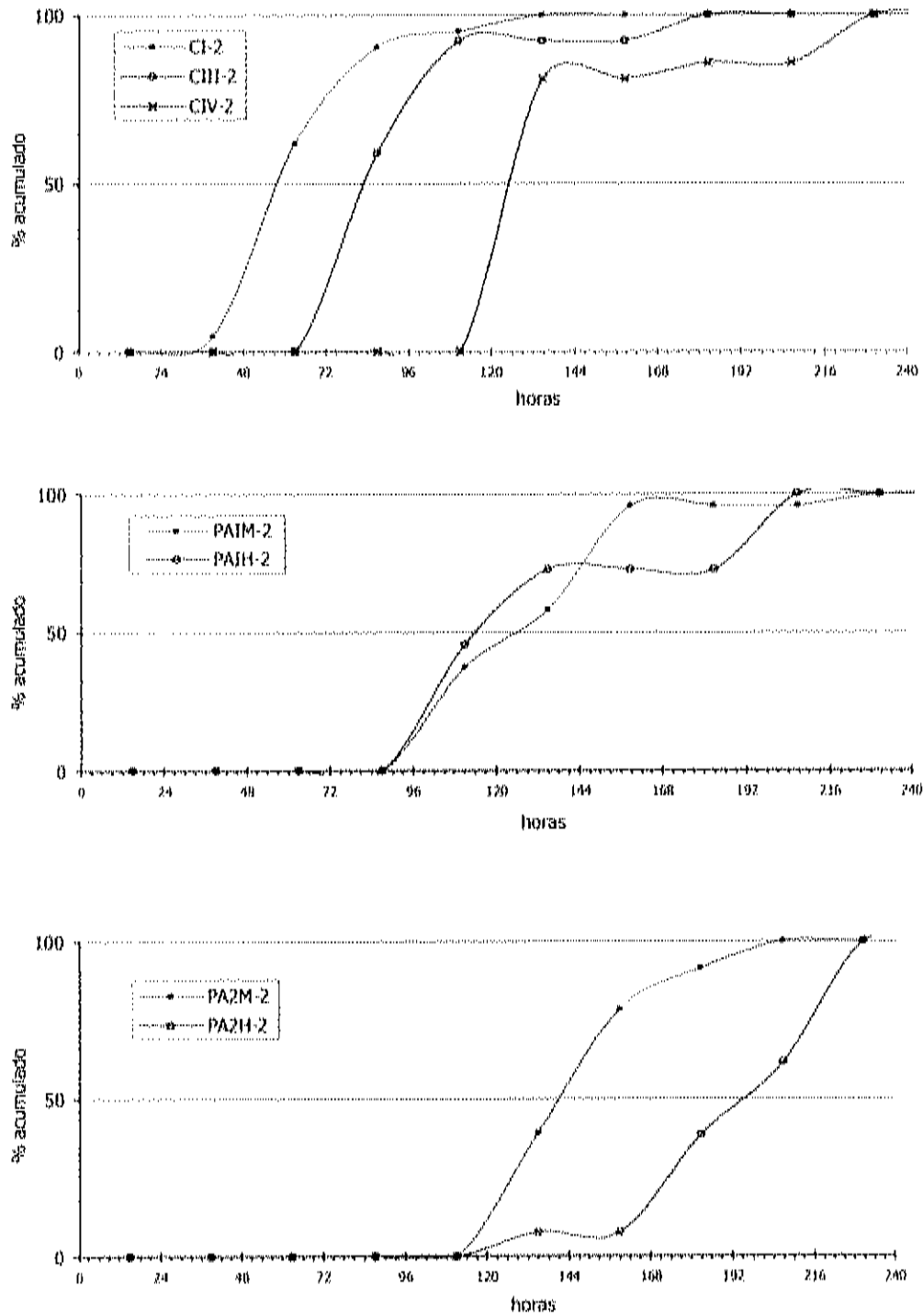


Figura 40. Tiempo de vida media de cada uno de los estadios de vida fijos y móviles de *L. simplex* encontrados la segunda infestación.

Tabla 5. Tiempo de desarrollo post-infección de los estadios fijos y móviles de *Lepeophtheirus simplex* a 22 °C.

estadio	primera infestación			segunda infestación			intervalo del tiempo de vida
	primera aparición	última aparición	T/50	primera aparición	última aparición	T ₅₀	
Calimus I	51	87	63	39	135	57	36-96
Calimus III	75	231	102	87	183	84	96-56
Calimus IV	99	147	120	135	231	126	48-96
Preadulto 1							
hembra	99	183	123	111	207	116	84-120
macho	99	159	153	111	231	126	60-96
Preadulto 2							
hembra	135	195	150	135	231	141	96
macho	135	231	161	135	231	195	60-96
Adulto							
macho	159	-	-	183	-		
hembra	171	-	-	183	-		
Hembra ovígera	243	-	-	255	-		

7.3.4 Localización de los estadios de vida de *L. simplex* sobre el pez.

Durante el ciclo de vida, copepoditos y estadios de vida fijos y móviles de *L. simplex* se localizan adheridos significativamente más en la región abdominal que en otras regiones de la superficie del cuerpo de *Sphaeroides annulatus* (Figura 41). En las branquias de los peces de ambas infestaciones no se encontró ningún estadio de vida de *L. simplex*

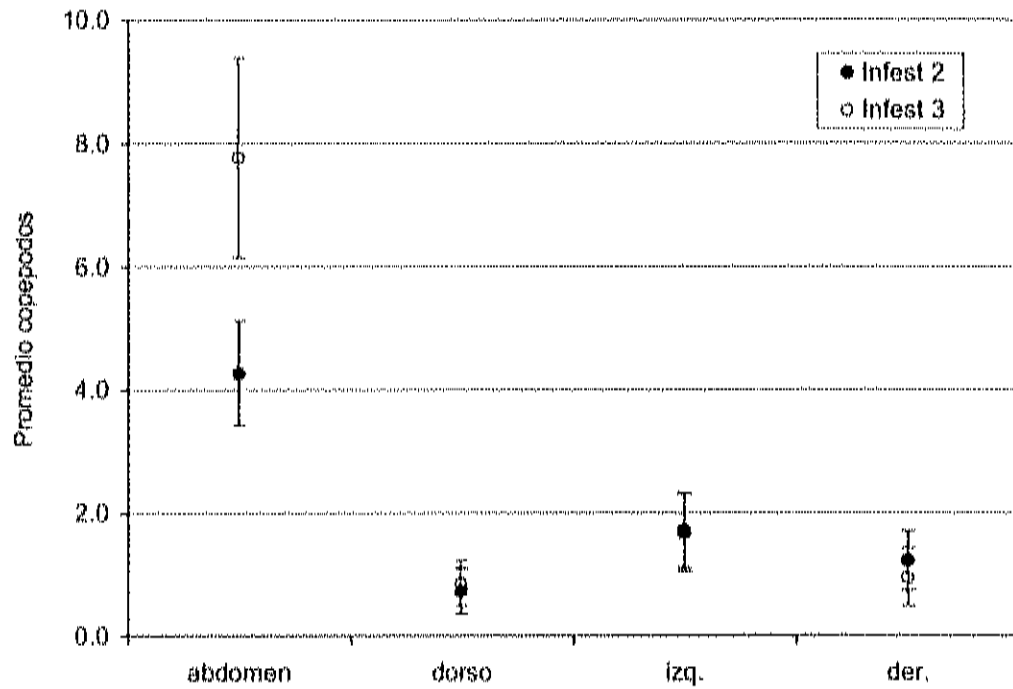


Figura 41. Región de fijación del copepodito y estadios de vida fijos y móviles de *L. simplex* sobre la superficie del cuerpo de *Sphaeroides annulatus*.

8 DISCUSIÓN

Se han descrito los estadios de desarrollo de 15 especies de la familia Caligidae: once del género *Caligus* (*C. centrodoni* (Gurney 1934); *C. curtus* (Heegaard 1947); *C. orientalis* (Hwa 1965); *C. spinosus* (Izawa 1969); *C. clomensi* (Kabata 1972); *C. minimus* (Caillet 1979); *C. pageti* (Ben Hassine 1983); *C. epidemicus* (Gotto 1993) *C. elongatus* (Hogans & Trudeau 1989, Plasecki 1996); *C. multispinosus* (Lin et al. 1997) y *C. punctatus* (Kim 1993)) y cuatro del género *Lepeophtheirus* (*L. dissimulatus* (Lewis 1963); *L. hospitalis* (Voth 1972); *L. pectoralis* (Boxshall 1974b) y *L. salmonis* (Johnson & Albright 1991b, Schram 1993) y *L. simplex* (este trabajo)). El ciclo de vida de los representantes de esta familia Caligidae comprende cinco fases (nauplio, copepodito, calimus, preadulto y adulto) y diez estadios (dos estadios naupliares, un copepodito, cuatro estadio calimus, dos preadultos y adulto). La mayoría de los miembros del género *Caligus* tienen un solo estadio preadulto, mientras que los miembros del género *Lepeophtheirus* tienen dos estadios preadultos. Lewis (1963) describió seis estadios calimus para *L. dissimulatus* y un estadio adulto. El calimus V y VI corresponden a los estadios preadultos I y preadultos II (Boxshall 1974b) descritos para las otras especies de *Lepeophtheirus*.

En el presente estudio se describen por primera vez las cinco fases que comprende el ciclo de vida de *Lepeophtheirus simplex*. Se encontraron tres estadios fijos (calimus I, calimus III y calimus IV), y por el grado de desarrollo que presentan los apéndices torácicos, que se discute más adelante, es evidente que el calimus II fue el estadio que no se encontró. Esto pudo deberse a la imposibilidad de mantener un menor rango de fluctuación de temperatura en el sistema de infestación, lo cual podría haber provocado que la temperatura se elevara, reduciendo así el tiempo de desarrollo de los diferentes estadios. Es por ello que se considera que *Lepeophtheirus simplex* tiene un ciclo de vida semejante al de los otros calígidos, con diez estadios en común con los otros miembros del género: dos nauplios, un copepodito, cuatro estadios calimus, dos estadios preadultos y un adulto.

8.1 Descripciones Taxonómicas

En el presente trabajo se describe al copepodito de vida libre y al copepodito con filamento frontal. Ambos son idénticos, la única diferencia es que el primero se encuentra sujeto a la superficie del pez por medio de las antenas y los maxilípedos, y el segundo está adherido al pez por medio del filamento frontal. De las especies del género *Lepeophtheirus* únicamente Lewis (1963), basado en un solo organismo, describe al copepodito de *L. dissimulatus* con filamento frontal. En las especies del género *Caligus* se encuentra descrito el estadio copepodito con el filamento frontal y es considerado como el mismo

estadio. Lin *et al* (1997) mencionan que no todos los organismos con filamento frontal son estadios calimus, el filamento frontal aparece por primera vez en el copepodito fijado y desaparece en el estadio preadulto.

Ambos estadios preadultos e incluso en algunos de los adultos de *L. simplex* se encontraron aun con el filamento frontal. Preadultos I de *C. clemensi*, *C. spinosus*, *L. dissimulatus*, *L. hospitalis*, *L. pectoralis* y *L. salmonis* se reportan adheridos al pez por medio del filamento frontal (Johnson & Albright 1991b). La presencia del filamento frontal en estadios tan avanzados como preadultos II y adultos de *L. simplex* podría deberse a que estos organismos, en el momento de colecta, aun no se habian desplazado por la superficie del pez, lo que habría provocado que se desprendieran del filamento frontal.

El filamento frontal de *L. simplex* es delgado, largo y termina en un disco basal con el que se adhiere a la superficie del pez, siendo más semejante al descrito en *C. elongatus* y otros miembros del género *Caligus* que al filamento frontal corto y grueso descrito para *L. salmonis* (Pike *et al.* 1993).

Lepeophtheirus simplex, al igual que el resto de las especies de este género pasa por dos metamorfosis. En general, los estadios de *L. simplex* encontrados presentaron los mismos cambios y características descritas para los diferentes estadios de desarrollo de las otras especies del género. La primera y más rápida que va de nauplio a copepodito, y la segunda en la que

los cambios se presentan más graduales y va de copepodito hasta el adulto. En la primera muda, de copepodito a calimus I, hay una pérdida de segmentación distinguible tanto en el cuerpo como en los apéndices, al igual que una reducción en tamaño y simplificación de los elementos de la armadura de los apéndices. A partir del calimus III hay un aumento progresivo en segmentación de cuerpo y apéndices (Boxshall 1974b).

Entre los estadios calimus I de *L. simplex*, se encontraron algunos organismos en los que no se distinguía bien la segmentación en el cuerpo. Esto está descrito como característico del estadio calimus II en otras especies del género (Lewis 1963, Boxshall 1974b, Johnson & Albright 1991b) e incluso para especies de *Caligus* (Lin y Ho 1993; Lin et al 1997). Lewis (1963) describe al calimus II de *L. dissimulatus* en la primera parte de su desarrollo con una segmentación clara, y al calimus II con más tiempo de desarrollo, con la segmentación poco evidente. Es lógico pensar que el tiempo de desarrollo que tengan los organismos dentro de un estadio específico, influirá sobre sus características. Es mucho más difícil observar las características morfológicas de un organismo recién mudado que uno que está a punto de mudar. Es por ello que en este trabajo no se identificó a los diferentes estadios por el grado de segmentación en el cuerpo. La identificación se realizó a partir del desarrollo de las patas en cada uno de los estadios.

Los estadios naupliares de *L. simplex* se pueden distinguir uno de otro por medio del proceso apical del endópodo de la antena que es mayor en el NII. Lo mismo ocurre en los nauplios de *L. dissimulatus* (Lewis 1963); *L. pectoralis* (Boxshall 1974b) y *L. salmonis* (Johnson & Albright 1991b, Schram 1993).

El adulto y preadulto de ambos sexos de *L. simplex*, *L. pectoralis* (Boxshall 1974b) y *L. salmonis* (Johnson & Albright 1991b) presenta el mismo número de elementos en el segmento proximal de la anténula. En *Lepeophtheirus simplex*, el segmento distal tiene la condición de adulto desde el calimus III al igual que *L. pectoralis* y *L. salmonis* (Johnson & Albright 1991b).

La antena de *L. simplex* es muy semejante desde el copepodito hasta el calimus III. La garra terminal de la antena es más semejante a la del adulto hembra a partir del calimus IV. La antena se vuelve dimórfica en el estadio adulto (el macho tiene una garra terminal prensil bifurcada). Esto mismo ocurre en *L. dissimulatus*, *L. pectoralis* y *L. salmonis*.

La mandíbula de todas las especies de *Lepeophtheirus* tienen la condición de adulto en el estado calimus I (Lewis 1963, Boxshall 1974b, Johnson & Albright 1991b, presente trabajo). La única diferencia es que en los estadios mas avanzados la segmentación se hace más evidente.

La maxílula de *L. simplex* adquiere la condición de adulto en el preadulto I, y su desarrollo es muy semejante al de *L. dissimulatus* (Lewis 1963). En

y tamaño de setas al igual que la segmentación de las ramas en la muda de copepodito a calimus I. A partir del estadio calimus III aumenta el número y tamaño de los elementos de la armadura en ambas patas. En el estadio preadulto I son muy similares al adulto, pero es en el preadulto II donde ambas patas presentan la segmentación y elementos de la armadura como en el adulto.

La tercera pata tiene un desarrollo progresivo y gradual que va desde un crecimiento bulboso (con una seta y con una espina) en el cuarto segmento abdominal del copepodito, hasta birrámea bisegmentada en el adulto. En *L. simplex* las ramas aparecen bisegmentadas en el calimus IV. En *L. dissimulatus* (Lewis 1963) y *L. pectoralis* (Boxshall 1974b) las ramas aparecen bisegmentadas desde el calimus III y en *L. salmonis* (Johnson & Albright 1991b) aparecen en el preadulto I.

En *L. simplex*, la cuarta pata aparece por primera vez en el estadio calimus I, como dos pequeñas setas en el margen externo del quinto segmento. En otras especies de *Lepeophtheirus* (Lewis 1963, Boxshall 1974b, Johnson & Albright 1991b) también aparece en el calimus I y está descrita como un crecimiento bulboso con dos setas, siendo bisegmentada en el calimus II y continuando el desarrollo progresivo y gradual hasta que, en el calimus IV la estructura es muy similar a la del adulto (Johnson & Albright 1991b).

ambas especies se observa el palpo con tres setas desiguales desde el estadio calimus I.

La maxila de *L. simplex*, *L. dissimulatus* (Lewis 1963), *L. pectoralis* (Boxshall 1974b) y *L. salmonis* (Johnson & Albright 1991b) tiene la misma evolución desde copepodito hasta adulto. En general los cambios que se presentan son diferencias en las proporciones del lacertus y brachium, y en longitud y curvatura del calamus y canna.

El desarrollo del maxilípodo de *L. simplex* es muy similar al desarrollo en otras especies del género (Lewis 1963, Boxshall 1974b, Johnson & Albright 1991b). En la muda de copepodito a calimus I se pierde el proceso cónico en la base de la garra terminal.

En *L. simplex* se observó la furca esternal en el calimus IV. A diferencia de lo observado en *L. dissimulatus* (Lewis 1963), *L. pectoralis* (Boxshall 1974b) y *L. salmonis* (Johnson & Albright 1991b), en *L. simplex* no se observó el desarrollo de la furca esternal por debajo de la cutícula en los calimus III. Esta estructura es muy importante porque permite diferenciar al calimus IV del resto de los calimus (Johnson & Albright 1991b).

El patrón de desarrollo de las patas de *L. simplex* es semejante al que tienen *L. dissimulatus* (Lewis, 1963), *L. pectoralis* (Boxshall 1974b) y *L. salmonis* (Johnson & Albright 1991b). En la primera y segunda pata se reduce el número

La aparición de la quinta pata en *L. simplex*, al igual que en *L. dissimulatus* (Lewis 1963), *L. pectoralis* (Boxshall 1974b) y *L. salmonis* (Johnson & Albright 1991b), es en el calimus III.

En *L. simplex* y otros *Lepeophtheirus* (Lewis 1963, Boxshall 1974b, Johnson & Albright 1991b) la sexta pata aparece en el preadulto I macho; lo que permite diferenciarlo del preadulto hembra.

8.2 Ciclo de Vida de *L. simplex*

El desarrollo de los huevos dentro de los sacos ovígeros es similar al descrito para otros caligidos. Al igual que *C. epidemicus* (Lin & Ho 1993), *L. simplex* produce dos pares de sacos ovígeros, no siendo necesario que se vacíen los primeros para que se produzca el segundo par de sacos; ambos tienen un patrón de pigmentación similar durante el desarrollo de los huevos y, al igual que lo descrito en *L. dissimulatus*, la eclosión se inicia en el extremo distal del saco ovígero (Lewis, 1963).

El comportamiento de los estadios de vida libre de *L. simplex* es semejante al descrito en *L. dissimulatus* (Lewis 1963), *L. salmonis* (Johnson & Albright 1991b), *C. epidemicus* (Lin y Ho 1993) y *C. elongatus* (Piasecki y MacKinnon 1995) al eclosionar y liberarse de la muda.

El primero de los estadios naupliares de *L. simplex* tiene un tiempo de vida de 6 horas, muy semejante al del nauplio I de *L. dissimulatus* (Lewis 1963)

y *L. hospitalis* (Voth 1972) con 6.5 horas a 23 °C y 7.5 horas a 20 °C respectivamente, y a *C. epidemicus* (Lin y Ho 1993) con 6 horas a 24.5 °C. Sin embargo, el nauplio II en *L. simplex* tuvo un tiempo de vida mayor (28 horas) que en *L. dissimulatus* con 14.5 horas, *L. hospitalis* con 11 horas a 23 °C y en *C. epidemicus* con 14.5 horas a 24.5 °C .

Con un tiempo de vida medio de 32 horas, el copepodito de vida libre de *L. simplex* tuvo la menor duración entre los copepoditos de *Lepeophtheirus* (Lewis 1963; Voth 1972). *Caligus epidemicus* tiene un tiempo de vida más cercano de 48 horas (Lin y Ho 1993).

Los tiempos de vida para cada estadio fijo y móvil de *L. simplex*, derivados de las dos infestaciones realizadas fueron diferentes entre sí; en la primera infestación se obtuvieron tiempos relativamente más cortos para cada estadio que en la segunda infestación. El único estadio que tuvo el mismo tiempo de vida en ambas infestaciones fue el preadulto II hembra. En ambas infestaciones, los preadultos I de ambos sexos aparecieron al mismo tiempo. Piasecki y MacKinnon (1995) encontraron que en *C. elongatus* los caligus IV de ambos sexos y los preadultos, aparecieron al mismo tiempo durante el ciclo de vida. En *L. salmonis* (Bjorn & Finstand 1998) el macho se desarrolla más rápido después de mudar a preadulto I. En *L. simplex* no se registró un desarrollo más rápido de preadulto I a preadulto II macho. En la primera infestación el primer adulto macho apareció 11 horas antes la hembra. Sin embargo, en la segunda infestación los adultos macho y hembra aparecieron al mismo tiempo.

Los estadios de vida fijos y móviles de *L. simplex* estaban fijados preferentemente a la región abdominal del botete mientras que en *L. salmonis* (Bjorn y Finstand 1997) se encuentran en la cabeza, opérculo y aletas. La preferencia por la región abdominal en *L. simplex* puede atribuirse a la forma del botete y que en el abdomen blanco se refleja más la luz, dando como resultado que se fijen más copepoditos en esa área.

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- *Lepeophtheirus simplex* tiene un ciclo de vida igual a las otras especies de la familia Caligidae. Consta de cinco fases: nauplio, copepodito, calimus, preadulto y adulto con diez estadios: dos estadios naupliares, un copepodito, tres estadios calimus, dos preadultos y adulto.
- A pesar de que el desarrollo de los apéndices es muy similar al de otros *Lepeophtheirus*, en *L. simplex* el filamento frontal tiene las mismas características que en el género *Caligus*, así como la presencia de un copepodito con filamento frontal.
- El estadio infestivo, copepodito, tiene un tiempo de vida de 32 horas.
- El ciclo de vida de *L. simplex* tiene una duración de 12 a 14 días (293 horas a 335 horas) a 22 °C, desde que inicia la eclosión hasta que aparecen las hembras ovígeras.
- Los estadios fijos y móviles muestran preferencia por la región abdominal del botete diana.
- Una vez conocidos los tiempos de aparición y el tiempo de vida de cada uno de los estadios de desarrollo de *L. simplex*, es factible iniciar las investigaciones para prevenir y controlar este parásito.

- Para ampliar el conocimiento de algunas estructuras de difícil observación al microscopio compuesto, como el desarrollo de la cuarta pata es recomendable el empleo del microscopio electrónico de barrido.
- Es recomendable que en futuros bioensayos para establecer un valor exacto de la duración total del ciclo de vida y de cada uno de los estadios de desarrollo, es recomendable expresar la temperatura en días-grados, de esta manera se aclararía la diferencia en la duración de los diferentes estadios en las dos infestaciones.

10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anónimo, 2002. En aumento los ranchos atuneros en Baja California. *Panorama Acuicola* 7: 34-35.
- Arthur JR & Ogawa K, 1996. A brief overview of disease problems in the culture of marine finfishes in East and Southeast Asia. En: Main KL & Rosenfeld C (eds) *Aquaculture Health Management Strategies for Marine Fishes*. The Oceanic Institute, Hawaii. pp 9-31.
- Barker DE & Cone DK, 2000. Occurrence of *Ergasilus celestis* (Copepoda) and *Pseudodactylogyrus anguillae* (Monogenea) among wild eels (*Anguilla rostrata*) in relation to stream flow, pH and temperature and recommendations for controlling their transmission among captive eels. *Aquaculture* 187: 261-274.
- Ben Hassine OK, 1983. Les copépodes parasites de poissons Mugilidae en Méditerranée occidentale (cotes Françaises et Tunisiennes) Morphologie, bio-écologie, cycles évolutifs. Tesis Doctoral, Université des Sciences et Techniques du Languedoc.
- Bjorn PA & Finstand B, 1998. The development of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) on artificially infected post smolts of sea trout (*Salmo trutta*). *Canadian Journal of Zoology* 76: 970-977.
- Boxshall GA, 1974a. *Lepeophtheirus pectoralis* (Müller, 1776); a description, a review and some comparisons with the genus *Caligus* Müller, 1782. *Journal of Natural History* 8: 445-468.
- Boxshall GA, 1974b. The developmental stages of *Lepeophtheirus pectoralis* (Müller, 1776) (Copepoda: Caligidae). *Journal of Natural History* 8: 681-700.

- Boxshall GA & Defaye D, 1993. Pathogens of Wild and Farmed Fishes: Sea Lice. Ellis Horwood,
- Burridge LE, Haya K, Zitko V & Waddy S, 1999. The lethality of Salmosan (Azamethiphos) to American lobster (*Homarus americanus*) larvae, postlarvae, and adults. *Ecotoxicol Environmental Safety* **43**: 165-169.
- Caillet C, 1979. Biologie comparée de *Caligus minimus* Otto, 1848 et de *Calvellidoes macrotrachelus* (Brian, 1906), copépodes parasites de poissons marins. Tesis Doctoral, Université des Sciences et Techniques du Languedoc.
- Fajer-Ávila EJ, Abdo-de la Parra I, Aguilar-Zárate G, Contreras-Arce R, Zaldivar-Ramírez J & Betancourt-Lozano M, 2002. Toxicity of formalin to bullseye puffer fish (*Sphoeroides annulatus* Jennyns, 1843) and its effectiveness to control ectoparasites. *Aquaculture* **223**: 41-50.
- Fajer-Ávila EJ & Alvarez-Borrego J, 2002. Invariant digital color correlation for the identification of worm parasites from bullseye pufferfish. Proceedings from the International Symposium on Optical Science and Technology, SPIE'S. 47th, Spie, Vol. 4790. Applications of Digital Image Proceeding XXV, pp: 511-517.
- FAO, 1995. Review of the state of the world fishery resources: aquaculture. Circ. No. **886**: 1-127.
- FAO, 2000. The State of World Fisheries and Aquaculture. FAO, Rome.
- González L, Carbajal J & George-Nascimento M, 2000. Differential infectivity of *Caligus flexispina* (Copepoda, Caligidae) in three farmed salmonids in Chile. *Aquaculture* **183**: 13-23.
- Gotto V, 1993. Commensal and Parasitic Copepods Associated with Marine Invertebrates (and Whales). The Linnean Society of London & The Estuarine and Coastal Sciences Association.

- Gudding R, Lillehaug A & Evensen O, 1999. Recent developments in fish vaccinology. *Veterinary Immunology and Immunopathology* **72**: 203-212.
- Gurney R, 1934. The development of certain parasitic Copepoda of the families Caligidae and Clavellidae. *Proceeding of the Zoological Society of London* **1934**: 177-217.
- Heegaard P, 1947. Contribution to the phylogeny of the arthropods, Copepoda. *Spolia Zool Mus Haun* **8**: 1-227.
- Hirazawa N, Ohtaka T & Hota K, 2000. Challenge trials on the antihelmintic effect of drugs and natural agents against the monogenean *Heterobothrium okamotoi* in the tiger puffer *Takifugu rubripes*. *Aquaculture* **188**: 1-13.
- Ho JS, 2000. The major problem of cage aquaculture in Asia relating to sea lice. <http://naca.fisheries.gov.th/grouper/News/1999/12/N2012.htm> 1-3.
- Ho JS, Gómez S & Fajer-Ávila E, 2001. *Lepeophtheirus simplex* sp. n., a caligid copepod (Siphonostomatoida) parasitic on "botete" (bullseye puffer, *Sphoeroides annulatus*) in Sinaloa, Mexico. *Folia Parasitologica* **48**: 240-248.
- Hogans WE & Trudeau DJ, 1989. Preliminary studies on the biology of sea lice, *Caligus elongatus*, *Caligus curtus* and *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda: Caligoida) parasitic on cage-cultured salmonids in the Lower Bay of Fundy. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquaculture Science* **1715**: 1-14.
- Huys R & Boxshall GA, 1991. *Copepod Evolution*. The Ray Society, London. 468 pp.

- Huys R, Gee JM, Moore CG & Hamond R, 1996. Marine and Brackish Water Harpacticoid Copepods. Part I. The Linnean Society of London & The Estuarine and Coastal Sciences Association. 352 pp.
- Hwa TK, 1965. Studies on the life history of a fish louse (*Caligus orientalis* Gussev). *Acta Zoologica Sinica* **17**: 48-57.
- Izawa K, 1969. Life history of *Caligus spinosus* Yamaguti, 1939, obtained from cultured yellow tail, *Seriola quinqueradiata* T. and K. (Crustacea: Caligoida). Report of the Faculty of Fisheries Prefecture University of Mie **6**: 127-157.
- Johannessen A, 1978. Early stages of *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda, Caligidae). *Sarsia* **63**: 169-176.
- Johnson SC & Albright LJ, 1991a. Development, growth, and survival of *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda:Caligidae) under laboratory conditions. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* **71**: 425-436.
- Johnson SC & Albright LJ, 1991b. The developmental stages of *Lepeophtheirus salmonis* Kroyer, 1837 (Copepoda: Caligidae). *Canadian Journal of Zoology* **69**: 929-950.
- Kabata Z, 1972. Developmental Stages of *Caligus clemensis* (Copepoda:Caligidae). *Journal Fisheries Research Board of Canada* **29**: 1571-1593.
- Kabata Z, 1992. Copepods Parasitic on Fishes. The Linnean Society of London & The Estuarine and Coastal Sciences Association. 264 pp.
- Kanazawa A, 1991. Puffer fish, *Fugu rubripes*. In: Wilson RP (ed) Handbook of nutrient requirements of finfish. pp 123-130.
- Kent ML, 2000. Marine netpen farming leads to infections with some unusual parasites. *International Journal of Parasitology* **30**: 321-326.

- Kim IH, 1993. Developmental stages of *Caligus punctatus* Shiino, 1955 (Copepoda: Caligidae). En: Boxshall G A, Defaye D (eds) Pathogens of Wild and Farmed Fishes: Sea Lice. Ellis Horwood, pp 16-29.
- Leong TS, 1997. Control of parasites in cultured marine finfishes in Southeast Asia- an overview. *International Journal for Parasitology* **27**: 1177-1184.
- Lester RJG & Roubal FR, 1999. Phylum Arthropoda. En: Woo PTK (ed) Fish Diseases and Disorders. Volume 1. CAB International, pp 475-537.
- Lewis JW, 1963. Life History of the Calligid Copepod *Lepeophtheirus dissimulatus* Wilson, 1905 (Crustacea: Caligoida). *Pacific Science* **17**: 195-242.
- Lin CL & Ho JS, 1993. Life History of *Caligus epidemicus* Hewitt parasitic on tilapia (*Oreochromis mossambicus*) cultured in brackish water. En: Boxshall G A, Defaye D (eds) Pathogens of Wild and Farmed Fish: Sea Lice. Ellis Horwood, pp 5-15.
- Lin CL, Ho JS & Chen SN, 1996. Developmental stages of *Caligus epidemicus* Hewitt, a copepod parasite of tilapia cultured in brackish water. *Journal of Natural History* **30**: 661-684.
- Lin CL, Ho JS & Chen SN, 1997. Developmental of *Caligus multispinosus* Shen, a caligid copepod parasitic on the black sea bream (*Acanthopagrus schlegelii*) cultured in Taiwan. *Journal of Natural History* **31**: 1483-1500.
- MacKinnon BM, 1997. Sea Lice: a review. *World Aquaculture* 5-10.
- Núñez-Vázquez EJ, Yotsu-Yamashita M, Sierra-Beltrán AP, Yasumoto T & Ochoa JL, 2000. Toxicities and distribution of tetrodotoxin in the tissues of puffer fish found in the coast of Baja California Peninsula, Mexico. *Toxicon* **38**: 729-734.

- Ogawa K, 1996. Marine parasitology with special reference to Japanese fisheries and mariculture. *Veterinary Parasitology* **64**: 95-105.
- Plasecki W & MacKinnon BM, 1995. Life cycle of a sea louse, *Caligus elongatus* von Nordmann, 1832 (Copepoda, Siphonostomatoida, Caligidae). *Canadian Journal of Zoology* **73**: 74-82.
- Plasecki W, 1996. The developmental stages of *Caligus elongatus* von Nordmann, 1832 (Copepoda: Caligidae). *Canadian Journal of Zoology* **74**: 1459-1478.
- Pike AW, Mordue AJL & Ritchie G, 1993. The development of *Caligus elongatus* Nordmann from hatching to copepodid in relation to temperature. En: Boxshall GA, Defaye D (eds) *Pathogens of Wild and Farmed Fish: Sea Lice*. Ellis Horwood, Chischester, pp 51-60.
- Pike AW & Wadsworth SL, 1999. Sealice on Salmonids: Their Biology and Control. *Advances in Parasitology* **44**: 233-337.
- Scholz T, 1999. Parasites in cultured and feral fish. *Veterinary Parasitology* **84**: 317-335.
- Schram TA, 1993. Supplementary descriptions of the developmental stages of *Lepeophtheirus salmonis* (Kroyer, 1837) (Copepoda: Caligidae). En: Boxshall GA, Defaye D (eds) *Pathogens of Wild and Farmed Fishes: Sea Lice*. Ellis Horwood, pp 30-47.
- Treasurer JW & Grant A, 1994. 'Second' louse species must not be ignored. *Fish Farmer*. July/August: 46-47.
- Voth DR, 1972. Life history of the caligid copepod *Lepeophtheirus hospitalis* Faser, 1920 (Crustacea: Caligoida). *Diss Abstr Int B Sci Eng* **33**: 5547-5548.
- Wray T, 2002. Tuna Takes off! *Fish Farming International*. **29**: 14-16.

11 APÉNDICE

GLOSARIO

Aestetasco - filamento sensorial simple y tubular típico en las antenas, raramente en las partes bucales.

Abdomen - región postgenital del tronco; primitivamente comprende los tres somitas libres y el telson (= somita anal).

armadura - espinas y setas presentes en un segmento o apéndice.

barra interpodal o *barra intercoxal* - placa plana que conecta las coxas de un par de patas natatorias.

brachium - segmento distal de la maxila de algunos copépodos siphonostomatoideos, representa el basis y endito basal.

braquiforme - que semeja en su forma a un brazo humano.

canna - elemento especializado de la armadura en el ápice del endito basal en la maxila de algunos copépodos siphonostomatoides.

calamus - elemento especializado de la armadura en el ápice de la endita basal de la maxila de algunos copépodos siphonostomatoides.

cefalosoma - seis somitas anteriores del cuerpo cubiertos por un escudo cefálico dorsal; comprende los cinco somitas cefálicos y el primer somita torácico.

cefalotórax - los siete somitas anteriores o más del cuerpo cubiertos por un escudo cefálico dorsal; comprende los cinco somitas cefálicos y al menos el primero y segundo somita torácicos (aquellos que contienen los maxilípedos y el primer par de patas respectivamente).

corpus - la parte proximal del maxilípedo en algunos copépodos parásitos.

furca o rama caudal - lóbulos articulados sin segmentar situados en el margen posterior del somita anal. Cada rama esta armada con siete setas: I- seta accesoria anterolateral, II- seta anterolateral, III- seta posterolateral, IV- seta terminal externa, V- seta terminal interna, VI- seta terminal accesoria, VII- seta dorsal. La seta I siempre está situada ventral a la seta II.

labrum - lóbulo situado en el margen anterior de la boca; labio superior.

lacertus - segmento proximal de la maxila en copépodos siphonostomatoides.

ornamentación - escultura de la superficie; línea o o grupo de finas espinas en la superficie, dentículos o pínulas formados en la capa cuticular del Integumento del cuerpo y apéndices. Es usado para estructuras que no penetran el tegumento.

prosoma - región del cuerpo situada anteriormente a la articulación mayor.

segmento elongado - segmento formado por el segmento genital y el abdomen.

tórax - región media del cuerpo, comprende los siete somitas postcefálicos del tronco desde el maxilípedo hasta el somita genital.

cefalotórax - los siete somitas anteriores o más del cuerpo cubiertos por un escudo cefálico dorsal; comprende los cinco somitas cefálicos y al menos el primero y segundo somita torácicos (aquellos que contienen los maxilípedos y el primer par de patas respectivamente).

corpus - la parte proximal del maxilípedo en algunos copépodos parásitos.

furca o *rama caudal* - lóbulos articulados sin segmentar situados en el margen posterior del somita anal. Cada rama esta armada con siete setas: I- seta accesoria anterolateral, II- seta anterolateral, III- seta posterolateral, IV- seta terminal externa, V- seta terminal interna, VI- seta terminal accesoria, VII- seta dorsal. La seta I siempre está situada ventral a la seta II.

labrum - lóbulo situado en el margen anterior de la boca; labio superior.

lacertus - segmento proximal de la maxila en copépodos siphonostomatoides.

ornamentación - escultura de la superficie; línea o grupo de finas espinas en la superficie, denticulos o pínulas formados en la capa cuticular del tegumento del cuerpo y apéndices. Es usado para estructuras que no penetran el tegumento.

prosoma - región del cuerpo situada anteriormente a la articulación mayor.

segmento elongado - segmento formado por el segmento genital y el abdomen.

tórax - región media del cuerpo, comprende los siete somitas postcefálicos del tronco desde el maxilípedo hasta el somita genital.