



UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
ESPECIALIDAD BIOLOGIA PESQUERA

TESIS DE GRADO
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
BIÓLOGO PESQUERO

TÍTULO:
REGISTRO DE *Caligus* MÜLLER, 1785 (COPEPODA:
SIPHONOSTOMATOIDA: CALIGIDAE) PARASITANDO PECES
MARINOS DE LA COSTA DE JARAMIJÓ

AUTOR:
CAÑA BOZADA VICTOR HUGO

DIRECTORA DE TESIS:
BLGA. SANDRA XIOMARA SOLÓRZANO BARCIA

CO-DIRECTOR DE TESIS:
DR. FRANCISCO NEPTALÍ MORALES SERNA

MANTA-MANABÍ-ECUADOR
2014

El presente trabajo fue realizado en el Laboratorio de Recursos Marinos del Departamento Central de Investigación de la U.L.E.A.M., en el marco del proyecto “Ocurrencia de copépodos parásitos en peces marinos de importancia comercial en Ecuador”, bajo la dirección del Dr. Francisco Neptalí Morales Serna, Investigador Prometeo por la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación.

Agradecimiento

A mis padres, Hugo Hilario Caña Blanch y Dolores Leticia Bozada Meza, que han sido la luz y guía durante toda mi vida. Ustedes son el grito de lucha que me mantiene alerta y siempre en el camino correcto.

Al Departamento Central de Investigación de esta institución por su apoyo en cuanto a infraestructura, material y equipo de trabajo.

Al proyecto emblemático “Prometeo” de la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación por facilitar la vinculación del Dr. Neptalí Morales Serna al D.C.I. de la U.L.E.A.M.

Al Dr. Neptalí Morales Serna por haber dirigido la elaboración de esta tesis, por esforzarse en compartir unos de los bienes más preciados para una persona, el conocimiento. Gracias por el impulso que me permitió seguir trabajando con la misma motivación desde el primer día hasta la actualidad.

Agradezco a Geormery Mera y Peggy Loor, integrantes del proyecto de “Ocurrencia de copépodos parásitos en peces marinos de importancia comercial en Ecuador”, por la ayuda brindada tanto en campo como en laboratorio.

A la Bióloga Sandra Solórzano, directora de tesis asignada por la Facultad Ciencias del Mar.

Además se agradece a todas las personas que de una u otra manera ayudaron a mi formación académica y a mi formación como ser humano.

Y es que cuando se tiene el apoyo de las personas que te rodean, es fácil soñar y fácil seguir proponiéndose nuevas metas, mientras tengas gente que te impulsa que se preocupa de ti, la palabra fracaso no existe.

Por todo lo dicho y lo mucho que queda sin decir, muchas gracias.

Dedicatoria

Quiero dedicar esta tesis a:

Mi familia, presente en los momentos buenos y no tan buenos de mi vida, por haber dedicado su tiempo para hacer más fáciles los días y por transformar las experiencias en bellos recuerdos.

A todos mis profesores que desde la infancia hasta ahora se han preocupado por inculcar sus enseñanzas y preocupado para que los conocimientos se conviertan en oportunidades. Por último a las personas que ya no están entre nosotros, pero que sus recuerdos mantienen viva nuestras mentes.

A todas las personas que me apoyaron, no les prometo no fallar, pero les prometo no rendirme.

INDICE

| | |
|--|-----------|
| INDICE..... | V |
| GLOSARIO..... | IX |
| LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS | X |
| RESUMEN..... | XI |
| ABSTRACT | XII |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.1 INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.2 JUSTIFICACIÓN | 4 |
| 1.3 OBJETIVOS..... | 5 |
| 1.3.1 Objetivo general | 5 |
| 1.3.2 Objetivos específicos | 5 |
| 1.4 HIPÓTESIS..... | 5 |
| 1.5 VARIABLES..... | 5 |
| 1.5.1 Variable independiente..... | 5 |
| 1.5.2 Variable dependiente | 5 |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL | 6 |
| 2.1 LOS COPÉPODOS | 6 |
| 2.1.1 Copépodos Parásitos | 7 |
| 2.2 CICLO DE VIDA | 9 |
| 2.2.1 Copépodos de vida libre | 9 |
| 2.2.2 Copépodos parásitos | 11 |
| 2.3 EFECTOS EN EL HOSPEDERO..... | 12 |
| 2.4 MORFOLOGÍA DE LA FAMILIA CALIGIDAE SEGÚN HO Y LIN (2004) | 14 |
| 2.5 DESCRIPCIÓN DEL GÉNERO <i>Caligus</i> MÜLLER, 1785 | 27 |
| CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS | 28 |
| 3.1 ÁREA DE ESTUDIO..... | 28 |
| 3.2 MUESTREO DE PECES..... | 29 |
| 3.3 REVISIÓN DE PECES | 29 |
| 3.4 MÉTODOS PARASITOLÓGICOS | 29 |
| 3.5 DETERMINACIÓN TAXONÓMICA..... | 30 |
| 3.6 ÍNDICES Y TÉRMINOS PARASITOLÓGICOS UTILIZADOS..... | 30 |
| CAPÍTULO IV: RESULTADOS | 31 |
| 4.1 ESPECIES CALIGIDOS Y HOSPEDERO..... | 31 |
| 4.2 <i>Caligus aesopus</i> WILSON, 1921 | 33 |
| 4.3 <i>Caligus confusus</i> PILLAI, 1961 | 37 |

| | |
|---|-----------|
| 4.4 <i>Caligus robustus</i> BASSETT-SMITH, 1898 | 40 |
| 4.5 <i>Caligus rufimaculatus</i> WILSON, 1905 | 44 |
| CAPÍTULO V: DISCUSIÓN | 47 |
| 5.1 <i>Caligus aesopus</i> WILSON, 1921 | 47 |
| 5.2 <i>Caligus confusus</i> PILLAI, 1961 | 49 |
| 5.3 <i>Caligus robustus</i> BASSETT-SMITH, 1898 | 50 |
| 5.4 <i>Caligus rufimaculatus</i> WILSON, 1905 | 51 |
| CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 54 |
| 6.1 CONCLUSIONES..... | 54 |
| 6.2 RECOMENDACIONES | 54 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 56 |
| ANEXOS..... | 60 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 2.1.1. Ejemplo de la variedad de cuerpos en las familias de copépodos parásitos de peces. A, Bomolochidae; B, Pandaridae; C, Caligidae; D, Chondracanthidae hembra con macho fijado; E, Sphyridae; F, Philichthyidae; G, Lernanthropidae; H, Kroyeriidae; I, Lernaepodidae hembra; J, Lernaepodidae macho; K, Pennellidae (modificado de Boxshall, 2005). | 8 |
| Figura 2.2.1. Ciclo de vida de <i>Cancerilla tubulata</i> , comprende seis etapas de nauplios y cinco etapas de copepodito más los adultos de ambos sexos. Abreviaturas: NI - NVI, nauplio de etapa 1 a 6; Col - CoV, copepodito de etapa 1 a 5; Ad, adulto (modificado de Boxshall, 2005). | 10 |
| Figura 2.2.2. Ciclo de vida de <i>Caligus rogercresseyi</i> . Símbolos: cadenas de huevos; n1: primer nauplio; n2: segundo nauplio; cop: copepodito; ch1: primer calimus, ch2: segundo calimus; ch3: tercer calimus; ch4: cuarto calimus; ya: adulto joven que no es una etapa diferente del adulto; am: macho adulto; af: hembra adulta con filas de huevos (modificado de González y Carvajal, 2003). | 13 |
| Figura 2.4.1. Cuerpo de <i>Caligus rotundigenitalis</i> Yü, hembra en vista dorsal (modificado de Ho y Lin, 2004)..... | 14 |
| Figura 2.4.2. Cuerpo de <i>Caligus rotundigenitalis</i> Yü, macho en vista dorsal (modificado de Ho y Lin, 2004)..... | 15 |
| Figura 2.4.3. Cuerpo de <i>Caligus rotundigenitalis</i> Yü, hembra en vista ventral (modificado de Ho y Lin, 2004)..... | 15 |
| Figura 2.4.4. Anténula de <i>Caligus rotundigenitalis</i> Yü (modificado de Ho y Lin, 2004)..... | 17 |

| | |
|---|----|
| Figura 2.4.5. Antena de <i>Caligus rotundigenitalis</i> Yü. A, hembra; B, macho (modificado de Ho y Lin, 2004)..... | 18 |
| Figura 2.4.6. Área oral de <i>Caligus rotundigenitalis</i> , Yü vista ventral. A, apéndice postantenal, tubo bucal, mandíbulas (insertadas dentro del tubo bucal), y maxílula de la hembra; B, maxílula macho (modificado de Ho y Lin, 2004)..... | 20 |
| Figura 2.4.7. Apéndices del lado posterior del <i>Caligus rotundigenitalis</i> Yü. A, maxila; B maxilípedo; C, furca esternal (modificado de Ho y Lin, 2004)..... | 21 |
| Figura 2.4.8. Pata 1 de <i>Caligus rotundigenitalis</i> Yü (modificado de Ho y Lin, 2004). | 23 |
| Figura 2.4.9. Pata 2 de <i>Caligus rotundigenitalis</i> Yü (modificado de Ho y Lin, 2004). | 24 |
| Figura 2.4.10. Pata 3 de <i>Caligus rotundigenitalis</i> Yü (modificado de Ho y Lin, 2004). | 24 |
| Figura 2.4.11. Pata 1 de <i>Caligus rotundigenitalis</i> Yü (modificado de Ho y Lin, 2004). | 25 |
| Figura 2.4.12. Apéndices sobre la región posterior de <i>Caligus rotundigenitalis</i> Yü (modificado de Ho y Lin, 2004)..... | 27 |
| Figura 3.1.1. Área de estudio. La flecha señala la zona costera de Jaramijó. La figura anidada muestra la ubicación del Ecuador en Sudamérica..... | 28 |
| Figura 4.2.1. <i>Caligus aesopus</i> Wilson, 1921, hembra. A, habitus, dorsal; B, abdomen, ventral; C, rama caudal, ventral; D, anténula; E, antena; F, apéndice postantennal; G, maxílula; H, maxila; I, maxilípedo; J, furca esternal (modificado de Choe y Kim, 2010). | 34 |
| Figura 4.2.2. <i>Caligus aesopus</i> Wilson, 1921, hembra. A, pata 1; B, parte distal de la pata 1; C, pata 2; D, pata 3; E, primer segmento exopodal de la pata 3; F, pata 4 (modificado de Choe y Kim, 2010). | 36 |
| Figura 4.3.1. <i>Caligus confusus</i> Pillai, 1921, hembra. A, habitus, dorsal; B, anténula; C, antena, apéndice postantenal y maxílula; D, maxila; E, maxilípedo; F, furca esternal; G, porción del abdomen y rama caudal (modificado de Ho y Lin, 2004). | 38 |
| Figura 4.3.2. <i>Caligus confusus</i> Pillai, 1921, hembra. A, pata1; B, pata 2; C, pata 3; D, pata 4 (modificado de Ho y Lin, 2004)..... | 40 |
| Figura 4.4.1. <i>Caligus robustus</i> Bassett-Smith, 1898, hembra. A, habitus, dorsal; B, anténula, ventral; C, antena, apéndice postantenal y maxílula, ventral; D, mandíbula; E, maxila; F, maxilípedo; G, furca esternal; H, rama caudal (modificado de Ho y Lin, 2007). | 42 |
| Figura 4.4.2. <i>Caligus robustus</i> Bassett-Smith, 1898, hembra. A, pata 1; B, punta de la pata 1 exópodo; C, pata 2; D, pata 3; E, pata 4 (modificado de Ho y Lin, 2007)..... | 44 |
| Figura 4.5.1. <i>Caligus rufimaculatus</i> Wilson, 1905, Hembra. A, habitus dorsal; B, antena, apéndice postantenal y maxílula. C, furca esternal; D, rama caudal (modificado de Cressey, 1991)..... | 45 |

| | |
|--|----|
| Figura 4.5.2. <i>Caligus rufimaculatus</i> Wilson, 1905, hembra. A, pata 1; B, pata 2; C, pata 3; D, pata 4 (modificado de Cressey, 1991)..... | 47 |
|--|----|

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1.1. Familias de copépodos parásitos en peces marinos (modificado de Boxshall, 2005)..... | 2 |
| Tabla 4.1.1. Caligidae-Hospedero. | 32 |
| Tabla 4.1.2. Hospedero-Caligidae. | 32 |
| Tabla 4.1.3. Especies de peces no infectadas. | 32 |

GLOSARIO

Metazoos. Animales pluricelulares cuyas células se organizan en tejidos y que poseen un tejido nervioso.

Hospedero. Organismo que hospeda otro organismo.

Phylum. Clasificación primaria que se compone de animales que tienen un plano general similar sobre el que se desarrollan y que se cree que están relacionados evolutivamente.

Vitelo. Material nutritivo rico en proteínas y grasas, que constituye una gran parte de los huevos de diversos animales y que alimenta al embrión en desarrollo.

Eclosión. Salida del huevo.

Nauplio. Primer estado larvario de algunos crustáceos,

Copulación. Unión sexual de dos individuos.

Patología. Ciencia que trata de las enfermedades y disfunciones; síntomas característicos y signos de una enfermedad.

Necrosis. Muerte celular o tisular resultante de un trauma externo, como un daño físico o la carencia de oxígeno.

Hiperplasia. Desarrollo excesivo de un tejido debido a un incremento del número de células; incremento anormal de la proliferación celular.

Fibroblastos. Célula plana de forma irregular del tejido conjuntivo que se encuentra en todo tejido conjuntivo fibroso.

Hipertrofia. Crecimiento excesivo de un tejido debido a un aumento del tamaño celular.

LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

N. Nauplio

Co. Copepodito

Ch. Calimus

mm. Milímetro

i.e. Es decir

e.g. Por ejemplo

RESUMEN

En los últimos años se ha demostrado que los parásitos juegan un papel fundamental en los ecosistemas. El número de especies de parásitos probablemente es enorme, ya que prácticamente todos los organismos metazoos de vida libre son portadores de al menos una especie de parásito. Dentro de los diferentes grupos de parásitos se encuentran los copépodos, que son crustáceos acuáticos pequeños capaces de infectar a cualquier organismo acuático. Los copépodos de la familia Caligidae, son bien conocidos por infectar peces marinos y comprende aproximadamente más de 450 especies. En las aguas costeras de Ecuador los estudios acerca de copépodos parásitos son escasos y resulta sin duda necesario conocer su diversidad de especies, esto es información básica que puede ser de ayuda a investigaciones futuras en temas de bioseguridad acuática, por lo tanto, este estudio se enfoca en identificar las especies de la familia Caligidae, en peces marinos de las costas de Jaramijó, Manabí, Ecuador. Diferentes especies de peces fueron colectadas de junio a diciembre de 2013 en el desembarcadero del Cantón Jaramijó. Cada pez fue identificado, pesado (g) y medido (cm). A continuación se realizó la búsqueda de copépodos parásitos en piel, aletas, ojos, boca y branquias. Los copépodos parásitos encontrados fueron fijados y preservados en tubos pequeños con alcohol al 96%, y posteriormente se identificaron según su morfología en un microscopio. Durante el presente estudio se analizaron 242 peces que pertenecían a 15 especies. En total, se encontraron 17 individuos de copépodos caligidos, pertenecientes a las especies *Caligus aesopus*, *C. confusus*, *C. robustus* y *C. rufimaculatus*, los cuales estuvieron infectando a 5 especies de peces. La especie más común fue *C. rufimaculatus*, la cual infectó a 3 especies de peces. Por el contrario, la especie más rara fue *C. robustus*, y sólo 2 individuos de este caligido fueron encontrados infectando al pez *Caranx caballus*. La especie de pez con más individuos parásitos y con más especies de *Caligus* fue *C. caballus*. Este trabajo presenta los primeros registros de caligidos para Manabí, Ecuador, incluyendo el registro de una nueva localidad para *C. rufimaculatus*. Es importante seguir con este tipo de investigaciones que ayuden a conocer la diversidad de especies que existe en las aguas costeras de Ecuador. La familia Caligidae es bien conocida por impactar negativamente la industria acuícola y tomando en cuenta que Jaramijó se proyecta como zona de maricultura, resulta necesario profundizar temas de parasitología.

Palabras claves: Copépodos parásitos, Ecuador, piojos de mar, caligidos

ABSTRACT

In the last years, it has been demonstrated that the parasites play a role fundamentally in the ecosystems. Likely, the number of parasite species is great, since practically all the free-living metazoan organisms harbor at least one parasite species. Into different parasites set are find the copepods which are small aquatic crustacean capable of infecting to any group of aquatic organisms. Copepods of Caligidae family are well know by infecting marine fishes and include about over 450 species. Into Ecuador coast water the survey about parasitic copepods are scarce and it is necessities know the species diversity, this is basic information that can be of helping to future investigation in issue of aquatic biosecurity, hence, this research is focus in identified the species of the Caligidae family in marine fishes of Jaramijo coast, Manabi, Ecuador. Various species of fishes were collected from June to December 2013 in the landing of Jaramijo. Every fish was identified, heavy (g) and measured (cm). Later, the search of parasitic copepods in the skin, fin, eyes, mouth and gills was performed. The parasitic copepods found were fixed and preserved in small tubes with alcohol at 96%, and subsequently were identified following its morphology in a microscopy. During the present research were analyzed 242 fishes that belonging to 15 species. In total were found 17 organisms of caligid copepods that belonged to *Caligus aesopus*, *C. confusus*, *C. robustus* and *C. rufimaculatus* species, which infected to 5 fish species. The most common species was *C. rufimaculatus*, which infected to 3 fish species. By contrast, the specie rarest was *C. robustus*, and only 2 organisms belonging to this caligid were infecting to *Caranx caballus*. The fish species with most parasites individuals and most species of *Caligus* was *C. caballus*. This research shows the first record of caligids for Manabi, Ecuador, including the record of a new locality for *C. rufimaculatus*. It is important to continue with this kind investigation that help to know the species diversity that exist in Ecuador coast water. The Caligidae family is very known by negatively impact the aquaculture, further considering that Jaramijo is projected like mariculture zone, it is becomes necessary deepening in parasitological issues.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 INTRODUCCIÓN

Actualmente los humanos están causando cambios ambientales, los cuales impactan a las especies que habitan el planeta. Se desconoce aún el número de especies que actualmente coexisten y se estima que apenas se conoce entre el 10% y 20% de todos los organismos (Poulin y Morand, 2004).

El creciente interés público y la preocupación por la preservación de la biodiversidad han sido estimulados por ecologistas quienes enfatizaron los beneficios prácticos y científicos de seguir estudiando ampliamente la biodiversidad. Frecuentemente, los parásitos son subestimados en la preservación de la biodiversidad, quizá las especies más conocidas son aquellas de importancia médica o veterinaria; sin embargo, estas sólo representan una fracción pequeña de la biodiversidad de los parásitos. Entre el 30% y 50% de las especies de animales conocidas pueden ser clasificados como parásitos bajo la amplia definición de parasitismo. En los últimos años se ha demostrado que los parásitos juegan un papel fundamental en los ecosistemas, por lo tanto es importante seguir avanzando en su conocimiento (Poulin y Morand, 2004).

La definición más convencional de parasitismo, en la que un parásito no solamente se alimenta de su hospedero sin matarlo, sino que pasa una parte significativa de su vida asociado con el hospedero, produce estimaciones más bajas de la diversidad. El número de especies de parásitos probablemente es enorme ya que prácticamente todos los organismos metazoos de vida libre son portadores de al menos una especie de parásito (Poulin y Morand, 2004).

Como otras disciplinas zoológicas, la parasitología sufre de limitaciones de taxónomos bien entrenados, por lo tanto hay una lenta descripción de especies nuevas y esclarecimiento de cómo todas ellas se relacionan con especies previamente conocidas. Hay excelentes razones para incluir a los parásitos en cualquier estudio de biodiversidad, ya que pueden promover ideas acerca de la historia y biogeografía de otros organismos (Poulin y Morand, 2004).

Dentro de los diferentes grupos de parásitos se encuentran los copépodos (subclase Copepoda), crustáceos acuáticos pequeños, de los cuales quizá se conocen más sus representantes de vida libre. Los copépodos parásitos pueden ser encontrados en prácticamente cualquier animal acuático; sin embargo, se conocen más aquellos que parasitan peces (Ho, 2001). La mayoría de las especies de copépodos parásitos no causan gran problema en sus hospederos silvestres. Por el contrario, su papel en el ecosistema puede ser fundamental como reguladores de la abundancia de animales de vida libre y estabilizadores de la red alimentaria, tal y como se ha postulado para los parásitos en general (Hudson et al., 2006).

En los peces marinos los copépodos parásitos más comunes pertenecen a la familia Caligidae, perteneciente al orden Siphonostomatoida (Boxshall, 2005) (Tabla 1.1).

Tabla 1.1. Familias de copépodos parásitos en peces marinos (modificado de Boxshall, 2005).

| Comunes | Abundancia intermedia | Raras |
|------------------|------------------------------|------------------------------|
| Caligidae | Cecropidae | Lernaeosoleidae |
| Bomolochidae | Dichelesthidae | Hyponeoidae |
| Chondracanthidae | Dissonidae | Tanypleuridae |
| Ergasilidae | Eudactylinidae | Anthessiidae ^A |
| Hatschekiidae | Pseudocynidae | Macrochironidae ^A |
| Pandaridae | Shiinoidae | Tisbidae ^A |
| Pennellidae | Sphyriidae | |
| Lernaeopodidae | Tegobomolochidae | |
| Lernanthropidae | Telsidae | |
| Philichthyidae | Tuccidae | |
| Taeniacanthidae | | |

^A Familias con una sola especie de pez hospedero

Los copépodos que pertenecen a la familia Caligidae (o caligidos como se les conoce vulgarmente), particularmente especies del género *Caligus* son bien conocidos por impactar negativamente a la industria acuícola en diferentes partes del mundo, causando pérdidas económicas significativas debido a brotes de enfermedades que han resultado en tasas altas de mortalidad (Johnson et al., 2004; Costello, 2006, 2009). Además de llamárselos caligidos son también conocidos como “piojos de mar”. Esta familia comprende más de 450 especies de crustáceos parásitos, de las cuales más de 250 pertenecen al género *Caligus*. Los caligidos difieren de otros copépodos siphonostomatoides por tener un cefalotórax dorso-ventral amplio y aplanado, el cual es cóncavo ventralmente, como un platillo al revés (Ho y Lin, 2004).

Morfológicamente la diferencia que existe con respecto a los copépodos planctónicos es que el cuerpo de los caligidos está modificado y puede ser dividido convenientemente en cuatro partes: el cefalotórax, el segmento llevando el cuarto par de patas, el complejo genital y el abdomen (Ho y Lin, 2004).

En pleno siglo XXI, el no contar con información suficiente sobre la diversidad de especies de parásitos refleja un déficit en la investigación. Bajo este contexto, resulta sin duda necesario conocer las especies de copépodos caligidos y conocer los hospederos en que se encuentran, esto es información básica que puede ser de ayuda para investigaciones futuras en temas de bioseguridad acuática. Por ejemplo, desde el punto de vista patológico los datos obtenidos pueden permitir analizar el riesgo de posibles enfermedades tanto en peces silvestre como en cultivos marinos. Por lo tanto, aquí se propone contribuir al conocimiento de los copépodos parásitos de peces marinos de Ecuador.

1.2 JUSTIFICACIÓN

En las aguas costeras de Ecuador no existen estudios acerca de la diversidad de copépodos parásitos y menos aún sobre su ecología. Es de gran importancia contar con este tipo de información para la prevención de futuros problemas relacionados con las enfermedades y mortandad causadas por los parásitos (por ejemplo, ver Yuniar et al., 2007 y Morales-Serna et al., 2014).

Alrededor del mundo, la industria acuícola de diferentes países ha sido afectada por enfermedades causadas por copépodos parásitos, por lo que el estudio de estos organismos se ha venido promoviendo en lugares con potencial para el cultivo de peces marinos (e.g. Cavaleiro y Santos, 2009; Venmathi Maran et al., 2009; Morales-Serna et al., 2011, 2014). Por ejemplo, un estudio reciente de los parásitos de peces silvestres de la Bahía de Chamela, México, donde se comienza a desarrollar el cultivo de pargos en jaulas, reveló 17 especies de caligidios en 19 especies de peces (Morales-Serna et al., 2014). De esas especies se cree que al menos una, *Caligus serratus*, podría representar un riesgo para los peces en cultivo, pues este parásito tiene la capacidad de infectar una amplia variedad de especies de peces que actuarían como transmisoras (Morales-Serna et al., 2013, 2014). La transmisión de parásitos entre peces silvestres y cultivados no es un tema desconocido. En Chile se ha llegado a estimar un posible intercambio de copépodos parásitos entre peces silvestre infectados con peces de las granjas acuícolas, llegando a provocar propagaciones de enfermedades (Carvajal et al., 1998). Es por eso que empezar con la identificación de las especies marinas de copépodos parásitos de peces en las costas de Ecuador es un paso importante hacia el entendimiento, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad y de los ecosistemas.

Además, es necesario determinar los niveles de infección y los factores ambientales que influyen significativamente en la dinámica del parasitismo. Se espera que este estudio sirva de base para futuras investigaciones con el propósito de alcanzar el conocimiento máximo. El inicio de un proyecto siempre abre caminos a nuevos proyectos, capaces de proporcionarnos información más concreta y trascendente.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Identificar las especies de copépodos parásitos pertenecientes al género *Caligus*, en peces marinos de importancia económica en las costas de Jaramijó, Manabí, Ecuador.

1.3.2 Objetivos específicos

Describir las características morfológicas de cada especie de caligido encontrada en este estudio.

Proveer información sobre registros previos de las especies de copépodos caligidos encontradas en este estudio.

Determinar la prevalencia e intensidad de la infección de cada especie de caligido encontrada.

1.4 HIPÓTESIS

a) Nula. Los copépodos caligidos de peces de las aguas costeras de Jaramijó pertenecen a especies registradas previamente en otras regiones.

b) Alternativa. De los copépodos caligidos encontrados, al menos una especie es desconocida.

1.5 VARIABLES

1.5.1 Variable independiente

Épocas climáticas del año.

1.5.2 Variable dependiente

Especies de copépodos caligidos

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1 LOS COPÉPODOS

Los copépodos son crustáceos acuáticos pequeños, muy diversos y altamente abundantes cuyo hábitat va desde el agua dulce (e.g. arroyos, ríos y lagos) hasta aguas hipersalinas, desde los lagos de las montañas más altas hasta las fosas más profundas del océano, así como las cuevas subterráneas (Walter y Boxshall, 2013).

Los copépodos pueden ser de vida libre o simbiótica. Aquellos denominados simbioses son por lo general parásitos externos (ectoparásitos) en casi todos los phylum de los animales acuáticos. La longitud habitual de los adultos es de 1 a 2 mm, pero en algunas especies la longitud es tan corta como 0,2 mm, larga como 10 mm o incluso más. Ecológicamente los copépodos planctónicos son eslabones importantes en la cadena alimentaria acuática, uniendo las células de algas microscópicas a los juveniles de animales superiores. Los copépodos también tienen el potencial de actuar como mecanismos de control de la malaria por las larvas de mosquito que consume; por el contrario, son hospederos intermediarios de muchos parásitos humanos y de otros animales. Los copépodos y branquiuros juntos comprenden más de 250 familias descritas, 2.600 géneros y más de 21.000 especies descritas (Walter y Boxshall, 2013).

La subclase Copepoda comprende 10 órdenes (Walter y Boxshall, 2013):

- Calanoida
- Cyclopoida
- Gelyelloida
- Harpacticoida
- Misophrioida
- Monstrilloida
- Mormonilloida
- Platycopioida
- Poecilostomatoida
- Siphonostomatoida

2.1.1 Copépodos Parásitos

Los copépodos parásitos representan más de un tercio de los copépodos conocidos y están representados en los cinco órdenes principales de Copepoda (i.e. Calanoida, Harpacticoida, Cyclopoida, Poecilostomatoida y Siphonostomatoida) y destacan por presentar una gran variedad de formas corporales (Figura 2.1.1) (Ho, 2001). Las formas parásitas pueden serlo durante toda su vida, sólo durante el período larvario o sólo en etapas adultas. Pueden ser ectoparásitos, fijándose principalmente a la pared del cuerpo o a las branquias, o endoparásitos. En muchos casos sólo las hembras llevan vida parasitaria (Pereira y Ferre, 1991).

Los copépodos parásitos debieron haber evolucionado de formas de vida libre (Ho, 2001). En el curso de su evolución, diferentes grupos de copépodos parásitos debieron haber alcanzado el mismo modo de vida con diferentes enfoques (evolución adaptativa). En muchos copépodos simbiontes se ve un conjunto de varias peculiaridades que no se encuentran en las formas de vida libre (Ho, 2001).

Algunos fenómenos biológicos inusuales encontrados en copépodos parásitos son, por nombrar algunos de ellos: desarrollo pequeño en parásitos machos, abreviatura o pérdida de etapas de nauplio, desarrollo de copepoditos parásitos con órganos especiales de sujeción, transformaciones del cuerpo adulto más allá de su reconocimiento como un copépodo y un enorme crecimiento de cuerpo sin muda (Ho, 2001).

Los copépodos parásitos pueden ser encontrados en asociación con un gran número de especies acuáticas que van desde esponjas (Porifera) a los mamíferos marinos (Cetacea), incluidos todos los principales grupos de animales acuáticos como cnidarios, poliquetos, moluscos, crustáceos, peces, briozoos, equinodermos y ascidias (Ho, 2001).

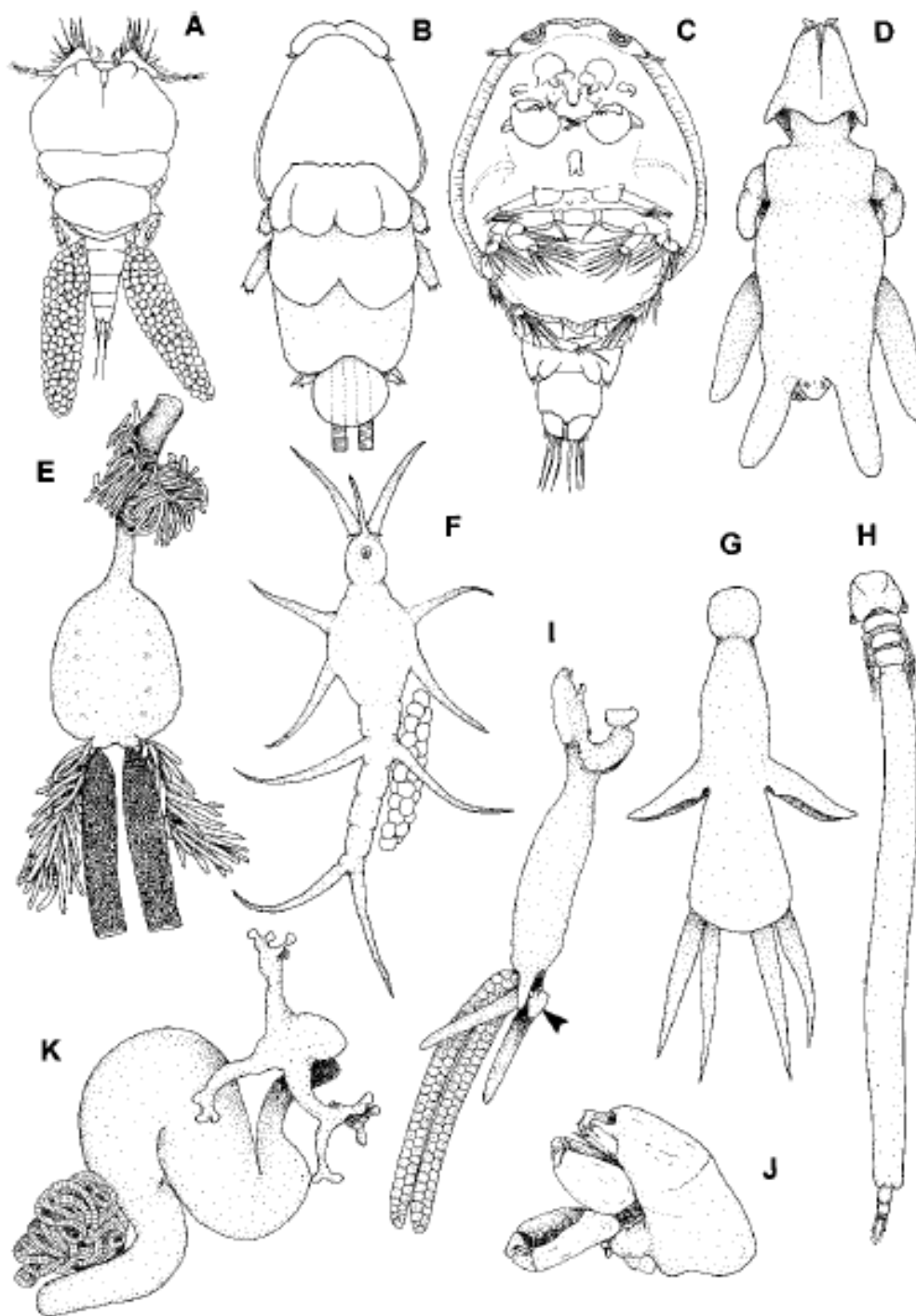


Figura 2.1.1. Ejemplo de la variedad de cuerpos en las familias de copépodos parásitos de peces. A, Bomolochidae; B, Pandaridae; C, Caligidae; D, Chondracanthidae hembra con macho fijado; E, Sphyridae; F, Philichthyidae; G, Lernanthropidae; H, Kroyeriidae; I, Lernaeopodidae hembra; J, Lernaeopodidae macho; K, Pennellidae (modificado de Boxshall, 2005).

2.2 CICLO DE VIDA

2.2.1 Copépodos de vida libre

El ciclo de vida completo comprende seis etapas de nauplio y cinco etapas copepoditos (juveniles) que preceden a la etapa adulta, representando así el ciclo básico de los copépodos de vida libre (Boxshall, 2005) (Figura 2.2.1). Etapas:

Nauplio

El huevo generalmente eclosiona en una larva nauplio, definida por su cuerpo pequeño no segmentado, con sólo tres pares de apéndices funcionales, anténulas, antenas y mandíbulas. Hay un máximo de seis etapas de nauplio (designadas NI-NVI) que se mantienen en la mayoría de copépodos de vida libre (Boxshall, 2005).

El nauplio puede ser planctotrófico, alimentándose de otros organismos planctónicos, o lecitotrófico, alimentándose de las reservas de nutrientes presentes en el vitelo. La última etapa naupliar, primitivamente NVI, sufre una muda metamórfica a la primera etapa de copepodito (Boxshall, 2005).

Copepodito

El copepodito tiene un cuerpo segmentado, con apéndices cefálicos y el primero y segundo par de patas natatorias. En los copépodos de vida libre hay un máximo de cinco etapas copepodito (designadas CoI-CoV). Un segmento se agrega al cuerpo en cada etapa de copepodito. En ambos sexos la quinta etapa de muda del copepodito marca el inicio de la etapa adulta (Boxshall, 2005).

Adulto

Se trata de una muda definitiva o final y la hembra se vuelve sexualmente receptiva (Boxshall, 2005).

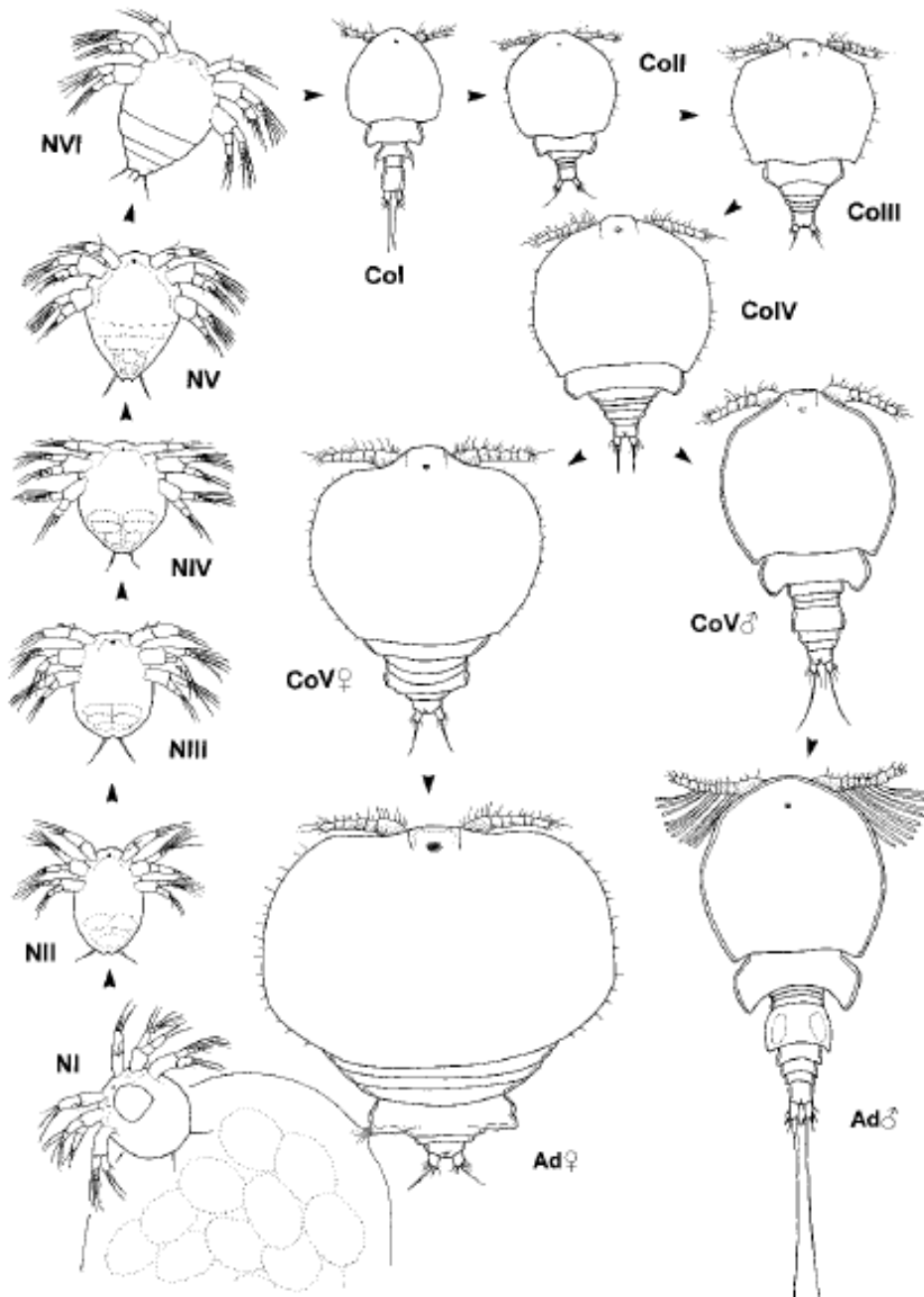


Figura 2.2.1. Ciclo de vida de *Cancerilla tubulata*, comprende seis etapas de nauplios y cinco etapas de copepodito más los adultos de ambos sexos. Abreviaturas: NI - NVI, nauplio de etapa 1 a 6; Col - CoV, copepodito de etapa 1 a 5; Ad, adulto (modificado de Boxshall, 2005).

Apareamiento

El apareamiento tiene lugar poco después de que la hembra se vuelve sexualmente receptiva y el macho adulto puede participar en la pre-copulación, sosteniendo a la hembra pre-adulta hasta la muda final. La secuencia de los comportamientos de apareamiento consiste en la detección, reconocimiento y captura de la pareja, que culmina en la cópula durante la cual el espermatóforo que contiene espermatozoides se transfieren a la hembra. Hay fuertes indicios de que la detección de la pareja y el comportamiento de reconocimiento están mediadas químicamente, con los machos utilizando una gran variedad de quimio-censores en sus anténulas para detectar feromonas producidas por las hembras. El espermatóforo normalmente descarga a través de los poros de copulación, en el receptáculo seminal situado internamente en el complejo genital de la hembra y el esperma se almacena hasta que se requiera para la fertilización. La fertilización se produce cuando los conjuntos de huevos aparecen. Una sola hembra puede producir varios conjuntos de huevos durante el curso de su vida reproductiva. La mayoría de los copépodos parásitos depositan sus huevos en sacos o cadenas pares (Boxshall, 2005).

2.2.2 Copépodos parásitos

Existen copépodos que han sufrido cambios biológicos en su ciclo de vida, como pérdida de etapas naupliar y desarrollo de copepoditos parásitos equipados con órganos especiales de sujeción (Ho, 2001).

En el ciclo de vida de muchos parásitos la fase naupliar es más o menos abreviada, aunque hay casos en los que se ha perdido completamente. Generalmente tienen nauplios lecitotróficos, caracterizados por la disminución de setación en los tres pares de extremidades y por la ausencia de apéndices para la alimentación. En los parásitos de peces, sobre todo en los siphonostomatoides, la fase de nauplios se reduce a dos etapas (NI y NII) y estas son lecitotróficas; el copepodito I (CoI) es la etapa infectiva. Una vez que la infección ha ocurrido aparecen los estadios denominados calimus, caracterizados por su filamento frontal. Hay hasta cuatro etapas de calimus (ChI – ChIV), las cuales son sésiles y

están presentes en la mayoría de las familias de los copépodos parásitos de peces del orden Siphonostomatoidea (Boxshall, 2005).

Por ejemplo, en *Caligus rogercresseyi* (Figura 2.2.2) las etapas planctónicas comprenden dos nauplios. El primer nauplio tiene una longitud media de 425 micrómetros y muda a la segunda etapa naupliar cuya longitud media es de 463 micrómetros. El Col es la etapa infectiva. Este copepodito se instala en el hospedero, sosteniéndose con sus antenas en forma de ganchos. La longitud media del copepodito es de 658 micrómetros. Durante la muda, el copepodito libera un filamento frontal para adherirse permanentemente al pez. Las cuatro etapas de calimus están presentes en *C. rogercresseyi*. Por lo tanto, se puede decir que la vida parasitaria comienza con calimus I y termina en la etapa adulta de las hembras y machos (González y Carvajal, 2003).

2.3 EFECTOS EN EL HOSPEDERO

Los copépodos parásitos dañan a sus hospederos directamente por sus mecanismos de fijación y por su alimentación activa. La adhesión por medio de las extremidades con garras es típica de ectoparásitos y la penetración de la piel por las garras causa lesiones locales variando la patología según el sitio y otros factores (Boxshall, 2005). En la piel de los peces infectados, los copépodos pueden causar necrosis por presión y erosión epidérmica; las respuestas de los tejidos pueden incluir inflamación, hiperplasia, la proliferación de fibroblastos y la infiltración celular. Cualquier lesión superficial también puede hacer que el hospedero sea susceptible a infecciones secundarias. La infección en los filamentos branquiales típicamente resulta en la hipertrofia de las branquias y la fusión de laminillas secundarias, con la consiguiente pérdida de área superficial de las vías respiratorias (Boxshall, 2005). Organismos como *Caligus epidemicus* pueden ocasionar pérdida del apetito y retraso del crecimiento de los peces infectados (Cruz-Lacierda, 2011).

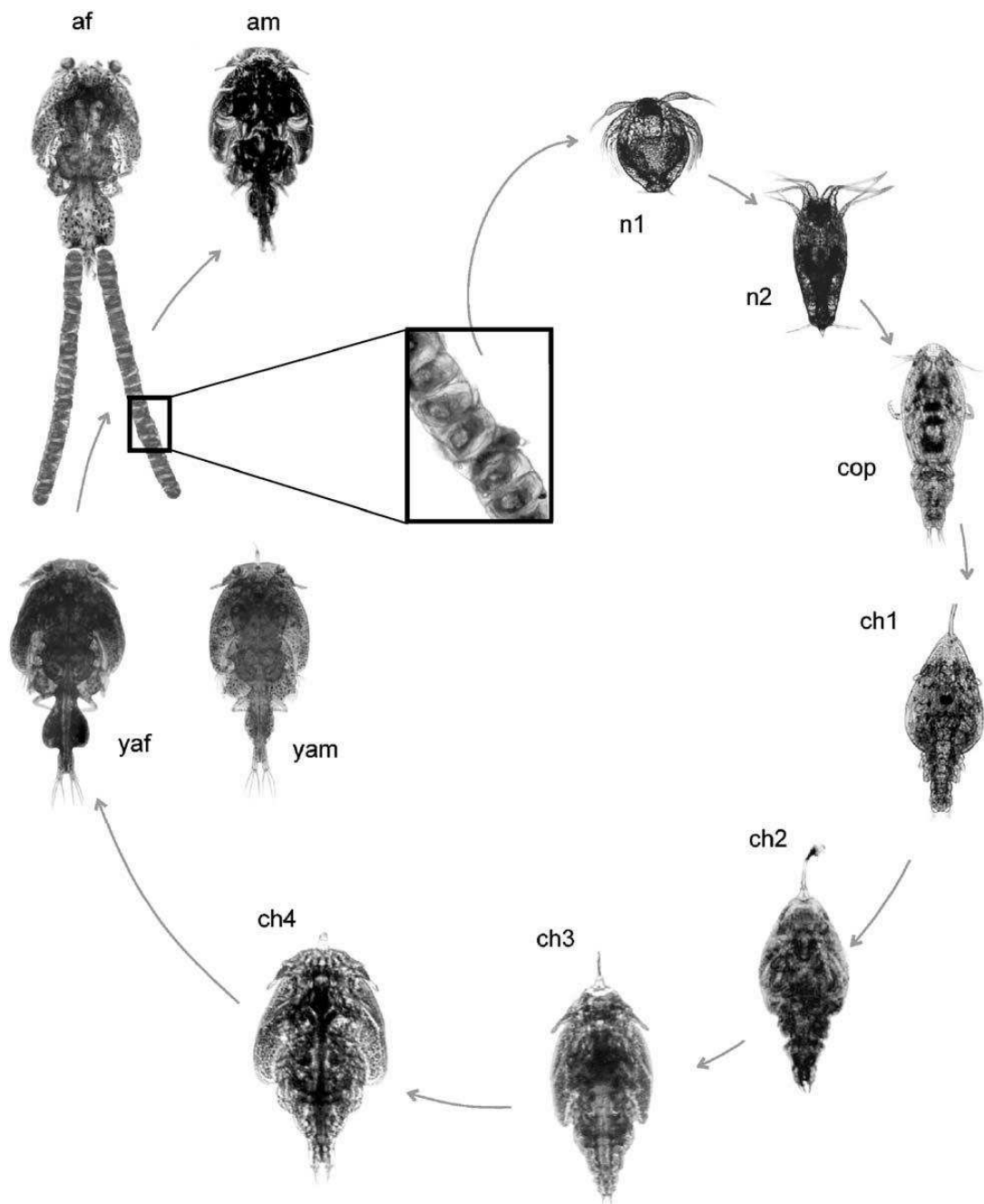


Figura 2.2.2. Ciclo de vida de *Caligus rogercresseyi*. Símbolos: cadenas de huevos; n1: primer nauplio; n2: segundo nauplio; cop: copepodito; ch1: primer calimus; ch2: segundo calimus; ch3: tercer calimus; ch4: cuarto calimus; ya: adulto joven que no es una etapa diferente del adulto; am: macho adulto; af: hembra adulta con filas de huevos (modificado de González y Carvajal, 2003).

2.4 MORFOLOGÍA DE LA FAMILIA CALIGIDAE SEGÚN HO Y LIN (2004)

A diferencia de los copépodos planctónicos de vida libre, el cuerpo de los caligidos está modificado y puede ser convenientemente dividido en cuatro partes (tagma) que son el cefalotórax, el segmento que lleva el cuarto par de patas, el complejo genital, y el abdomen (Figuras 2.4.1 y 2.4.2), con cada parte realizando una función específica. La placa cefalotorácica (cefalotórax) es responsable de la fijación sobre el pez hospedero, la segunda parte (segmento con la pata cuatro) provee la mayor flexión del cuerpo, la tercera parte (complejo genital) posee diversas formas según la especie de caligido, además almacena los gametos (espermias y huevos), y la cuarta parte (abdomen) con la rama caudal cumple la función de “timón” durante la natación. Mientras el cefalotórax posee nueve pares de apéndices, las tres partes restantes poseen individualmente de uno a dos pares de apéndices modificados y reducidos (Figura 2.4.3). Estos apéndices se construyen de formas variables y sirven como base para la identificación de las especies, su enorme morfología está dada abajo en el orden de su aparición en cada segmento (desde la parte anterior hacia la posterior).

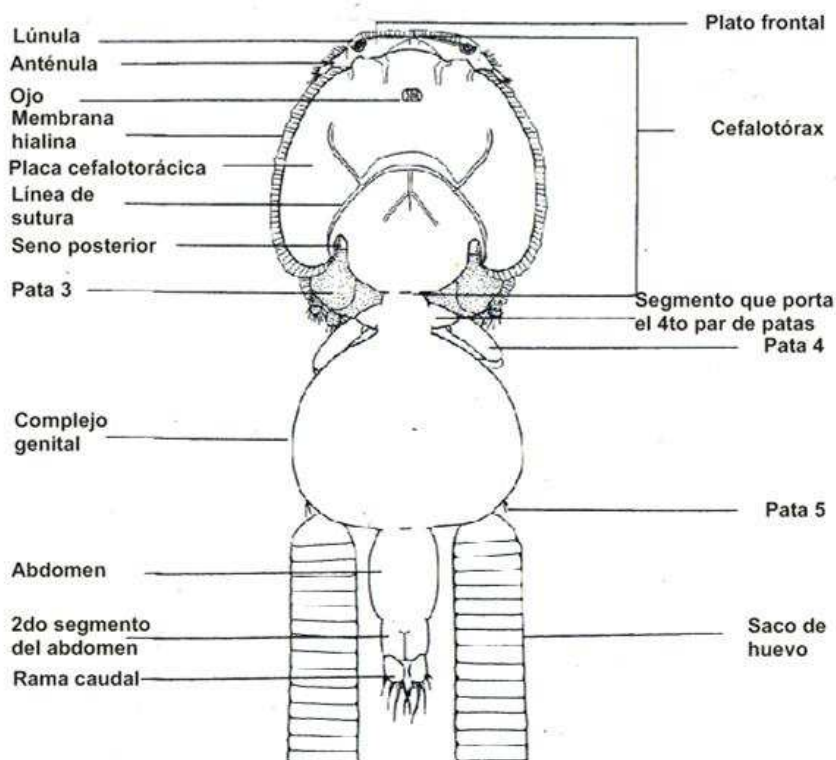


Figura 2.4.1. Cuerpo de *Caligus rotundigenitalis* Yü, hembra en vista dorsal (modificado de Ho y Lin, 2004).

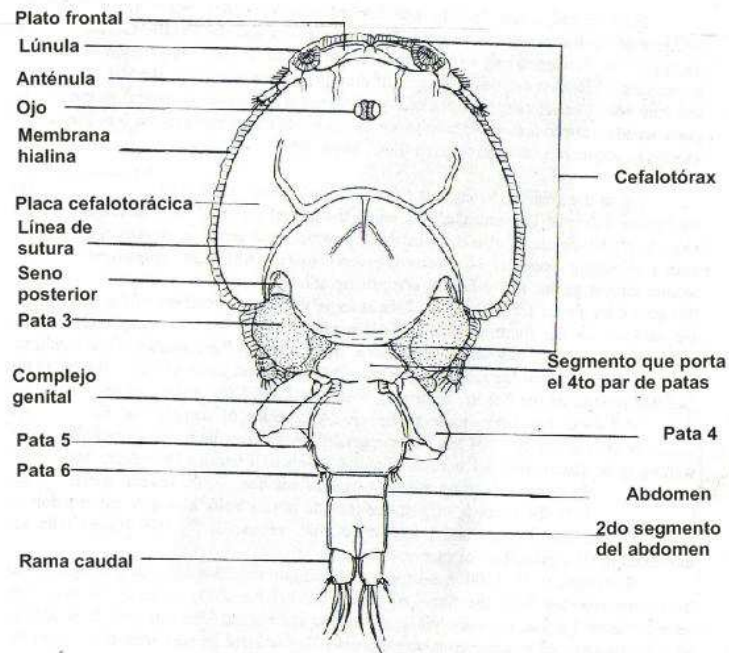


Figura 2.4.2. Cuerpo de *Caligus rotundigenitalis* Yü, macho en vista dorsal (modificado de Ho y Lin, 2004).

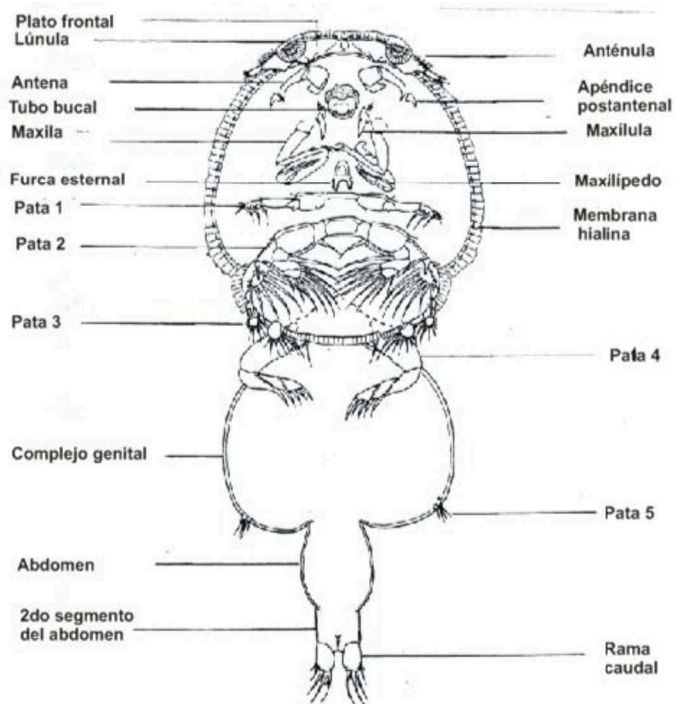


Figura 2.4.3. Cuerpo de *Caligus rotundigenitalis* Yü, hembra en vista ventral (modificado de Ho y Lin, 2004).

Cefalotórax

El cefalotórax en algunos crustáceos como camarones, cangrejos, langostas, ostrácodos, etc., está cubierto normalmente con un caparazón (concha), pero en Copepoda se cree que una estructura de este tipo no se ha desarrollado. En los caligidos existe una estructura como caparazón llamada placa cefalotorácica, la cual es una pieza grande de cutícula. Esta placa está bordeada por la membrana hialina marginal y sobre la superficie dorsal posee las líneas de sutura que demarcan cuatro regiones interiores. Aunque las cuatro regiones son llamadas la cefálica (parte anterior), la torácica (parte posterior), y las áreas laterales (con una a cada lado), estas no corresponden a los componentes cefálico o torácico del cefalotórax que se extiende por debajo. La placa cefalotorácica es una adaptación para vivir sobre el cuerpo de los peces, reduciendo la resistencia del agua que fluye sobre el cuerpo del parásito. Teniendo la membrana marginal a lo largo de su circunferencia, la placa cefalotorácica actúa como ventosa para ayudar al caligido a adherirse a su hospedero.

En el centro del margen anterior de la placa cefalotorácica hay una estructura pequeña y redonda llamada órgano frontal, el mismo que va acompañado a ambos lados por la placa frontal, la cual posee una forma alargada. El órgano frontal produce una sustancia como un pegamento para la formación del filamento frontal durante la etapa larval calimus. Por lo tanto, esta es una sustancia del órgano larval, sin ningún uso en el adulto. Las placas frontales trabajan junto con la base aplanada de las anténulas para ayudar en el ataque al hospedero con la creación de un sello hermético en el margen anterior del parásito.

En muchos géneros como *Caligus*, *Caligoides*, *Metacaligus*, etc., hay un disco de succión llamado lúnula localizado sobre el margen anterior de la placa frontal. La lúnula es conocida por actuar como un órgano auxiliar de fijación para los parásitos.

Anténula (Figura 2.4.4)

La anténula está compuesta de dos segmentos; el segmento basal que es grande y robusto, y un segmento distal fino y cilíndrico. Mientras que la armadura sobre el

segmento basal es variada con más de 25 setas robustas y plumosas sobre la superficie anteroventral, el segmento distal es muy constante, con una seta subterminal lisa sobre el margen posterior y 13 elementos sobre el margen distal. Además uno o dos de los elementos terminales pueden ser aestetascos.

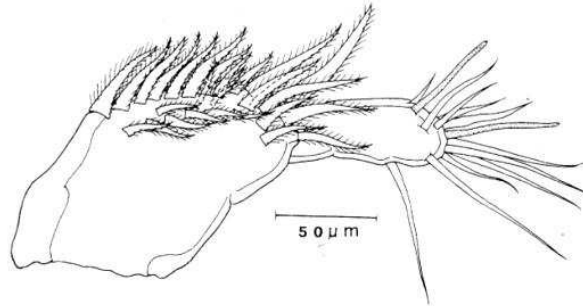


Figura 2.4.4. Anténula de *Caligus rotundigenitalis* Yü (modificado de Ho y Lin, 2004).

Antena (Figura 2.4.5)

Este es un apéndice sexualmente dimórfico, con el macho llevando una estructura más compleja que la hembra. Sin embargo, este apéndice en ambos sexos es igual, al estar compuesto de tres segmentos: segmento basal (=coxa), segmento medio (=basis), y segmento terminal (=endópodo). El segmento basal es usualmente el más pequeño de la antena, desarmado o portando un apéndice en forma de espina proyectada hacia atrás sobre la esquina media posterior. El segmento medio es la parte más grande en ambos sexos. Este usualmente está desarmado en las hembras, pero puede portar varias almohadillas de adherencia de diferente tamaño en el macho. Las almohadillas se elevan por encima de la superficie del segmento y se cubren con numerosas crestas finas, que corren paralelas la una de la otra, por lo tanto, a veces se llaman almohadillas corrugadas. El segmento terminal en la hembra es en la mayoría de los casos, una gran punta afilada, una estructura como garra, llamado gancho terminal, con dos setas pequeñas y lisas, una en la región basal y la otra en la región media del gancho.

El segmento terminal de la antena de los machos además de presentar dimorfismo sexual, también muestra característica de especie. En muchos casos

puede ser un gancho pequeño, un gancho con dos puntas divergentes o un gancho con puntas robustas. Las dos setas que se encuentran en el gancho terminal de la hembra están presentes también en la mayoría de los machos en la región basal del gancho modificado a cada lado de la superficie media. El segmento medio es la parte más grande de la extremidad y además aloja la mayoría de los músculos que controlan los movimientos del gancho terminal, esta configuración de la extremidad puede trabajar como un par de “ganchos metálicos” para el piojo, para establecerse sobre el pez y, al mismo tiempo, ayuda al macho a agarrarse a la hembra durante el apareamiento.

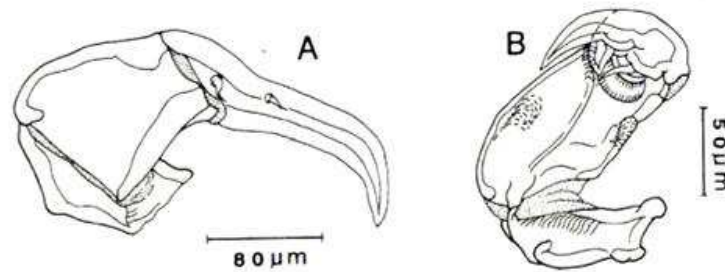


Figura 2.4.5. Antena de *Caligus rotundigenitalis* Yü. A, hembra; B, macho (modificado de Ho y Lin, 2004).

Apéndice postantenal (Figura 2.4.6A)

Esta estructura consta de un segmento fuerte, como garra y se encuentra ubicado en la superficie ventral del cefalotórax, desde la parte posterolateral hasta la base de la antena. La presencia o ausencia, así como el tamaño, la forma, ornamentación, armadura, etc. de esta estructura son útiles en la identificación de las especies.

Tubo bucal (Figura 2.4.6A).

Los piojos de mar son conocidos por estar equipados con un tubo bucal o cono bucal bien desarrollado, que está construido por un labrum grueso en frente, superpuesto a un labium delgado en la parte posterior. Esta es una estructura bastante estable que muestra muy poca diferencia entre los 28 géneros de los Caligidae. El labrum es muy musculoso pero ninguna musculatura ha sido

encontrada en el labium. El borde libre de ambos labios está rodeado con una membrana marginal. En la base de esta membrana, el labium lleva una cresta, el pliegue labial. Próximo a este pliegue está una franja cuticular dura, aserrada y móvil llamada strigil. El strigil está dividido en el centro con cada mitad portando aproximadamente 50 dientes. La pared interna del strigil provee la pared externa para la guía labial. Es en esta guía labial que la hoja de la mandíbula es vista in situ.

De acuerdo a Kabata (1974), los estudios sobre la funcionalidad morfológica del tubo bucal sugieren que, cuando no se está alimentando, los tubos de la boca se pliegan a lo largo de la superficie ventral de los piojos de mar y con sus orificios bucales hacia atrás. La alimentación no sólo implica movimientos del tubo bucal, también implica movimientos de la mandíbula.

Mandíbula (Figura 2.4.6A)

Este apéndice tiene quizá la estructura más estable en los Caligidae. Es casi idéntico en todas las especies de piojos de mar conocidas. En la vista ventral de un piojo de mar, este apéndice es prácticamente invisible, porque está situado lateralmente en la base del tubo bucal con la masa de la extremidad insertada dentro de la cavidad bucal, a través de la abertura lateral en el tubo bucal. Básicamente es una gnátobase (de *gnatos*, mandíbula) en forma de barra compuesta por cuatro secciones. La segmentación puede ser distintiva o sugestiva; pero el margen medio aserrado de la hoja terminal aplanada es constante. Característicamente equipado con 12, rara vez con 13 dientes sobre la hoja.

Durante la alimentación, el tubo bucal es llevado a una posición perpendicular con dirección del piojo de mar y la membrana marginal se extiende alrededor de este orificio para sellar el área de alimentación sobre el pez, presionando la boca dentro de la piel del pez y empujando el pliegue labial para exponer la división de la barra del strigil y ubicando los últimos dientes internos en contacto con el tejido del pez. Todas estas funciones son desempeñadas a través de la contracción de los numerosos músculos ubicados en la base y dentro del labrum. Kabata (1974)

especuló que la mandíbula del piojo de mar no actúa cortando, sino recogiendo el alimento.

Maxílula (Figura 2.4.6A y B)

Este apéndice consta de dos partes, una papila basal con tres setas lisas y un apéndice como espina, a veces llamado proceso dentiforme. Mientras la papila basal y sus setas asociadas son una estructura bastante estable, el proceso dentiforme varía en tamaño, forma, estructura, armadura y ornamentación. En consecuencia, esta estructura es frecuentemente de ayuda para la identificación de especies. Muchas veces muestra dimorfismo sexual.

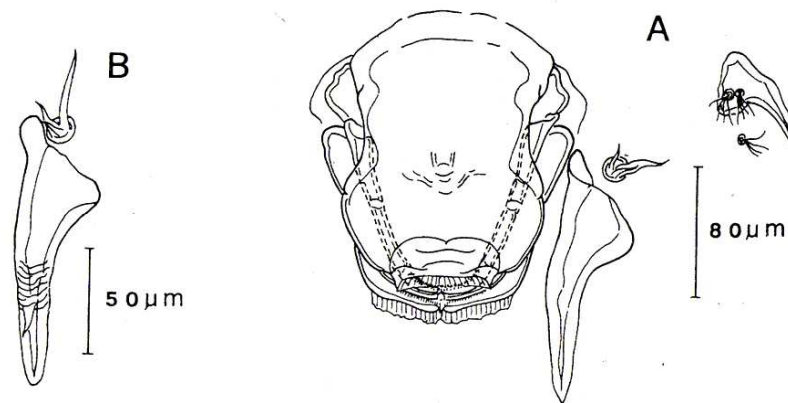


Figura 2.4.6. Área oral de *Caligus rotundigenitalis*, Yü vista ventral. A, apéndice postantenal, tubo bucal, mandíbulas (insertadas dentro del tubo bucal), y maxílula de la hembra; B, maxílula macho (modificado de Ho y Lin, 2004).

Maxila (Figura 2.4.7A)

Igual que la mandíbula, la maxila es otro apéndice de los Caligidae con una morfología estable. Es una extremidad delgada compuesta de un lacertus proximal y de un brachium terminal. Lacertus está siempre desarmado, pero brachium porta una membrana hialina estriada, el flabellum, sobre el borde medio de la mitad de la longitud. El extremo terminal de brachium porta un elemento largo, calamus, y un elemento corto, canna. En algunos piojos de mar canna está situado subterminalmente sobre el lado opuesto de flabellum. Ambos, calamus y

canna están armados con dos o tres bandas de membranas aserradas que algunas veces aparecen como decoraciones espirales sobre un polo.

Maxilípido (Figura 2.4.7B)

Este es el apéndice más fuerte en el cuerpo del piojo de mar. Esto parece sugerir que este es el principal apéndice de sujeción. La estructura básica de este apéndice es semejante entre los dos sexos, sin embargo por el tamaño y por lo fino de la estructura, este puede mostrar dimorfismo con armaduras más gruesas en el macho. Típicamente, el maxilípido está compuesto de dos partes: un enorme corpus proximal (protópodo) y una subquela distal curvada y puntiaguda (endópodo).

Se cree que el maxilípido actúa igual que la antena para ayudar en la fijación sobre el hospedero. Este puede ser usado también para adquirir el alimento y para agarrar a la pareja durante el apareamiento (en el caso del macho).

Furca esternal (Figura 2.4.7C)

La furca esternal es básicamente un cilindro alargado, con una base en forma de caja, con la cutícula muy esclerotizada, localizada entre la base de los maxilípedos y el primer par de patas torácicas. Del lado posterolateral de esta caja surgen unas estructuras en forma de diente, llamadas puntas, las cuales pueden ser redondas o puntiagudas.

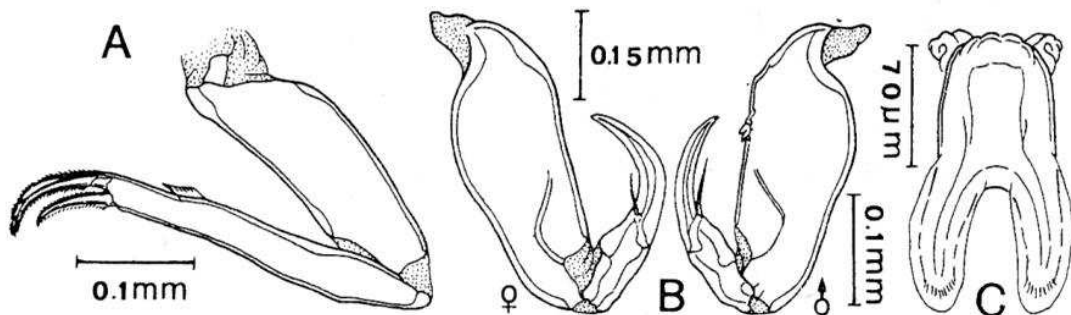


Figura 2.4.7. Apéndices del lado posterior del *Caligus rotundigenitalis* Yü. A, maxila; B maxilípido; C, furca esternal (modificado de Ho y Lin, 2004).

Pata 1 (Figura 2.4.8)

El primer par de patas torácicas están conectadas entre sí por una placa cuticular fuerte, la placa intercoxal (también conocida como barra interpodal). Típicamente, la primera pata es larga y delgada. El protópodo tiene dos segmentos, que son la coxa proximal y la basis distal; sin embargo, la línea de división entre estos dos segmentos no puede ser distinguida en muchos casos. La coxa está desarmada o ligeramente armada con una papila portando sétulas, mientras que la base siempre lleva dos setas, una externa sobre la esquina anterodistal y otra interna sobre el margen posteromedial, y parches de denticulos o espínulas sobre la superficie ventral.

El exópodo tiene dos segmentos, el segmento proximal es mucho más largo que el segmento distal. En muchos casos el segmento proximal es largo y estrecho, con una fila de espínulas sobre el margen interno y una seta sobre la esquina exterior distal. La armadura del segmento distal es muy variable y de importancia en la identificación de especies. Típicamente, hay cuatro elementos terminales en el extremo y tres setas plumosas sobre el margen interno. La estructura, tamaño, longitud y ornamentación de los elementos terminales son los que muestran variaciones entre las especies.

En muchos piojos de mar, los tres elementos terminales externos son espiniformes, mientras que el elemento más interno tiene forma de seta y puede llegar a ser más largo y pinnado. Otra característica común encontrada en muchas especies de piojos de mar es que poseen un apéndice secundario en los dos elementos intermedios (elementos 2 y 3).

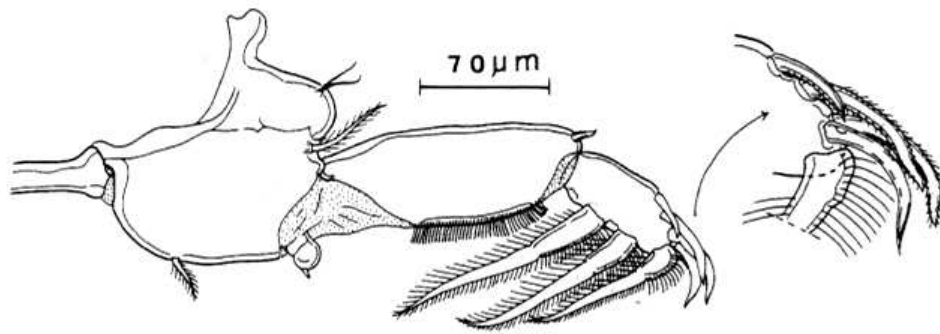


Figura 2.4.8. Pata 1 de *Caligus rotundigenitalis* Yü (modificado de Ho y Lin, 2004).

Pata 2 (Figura 2.4.9)

Así como en la pata 1, los dos miembros de este apéndice están unidos por una placa intercoxal. La pata 2 lleva dos ramas (endópodo y exópodo), cada una con tres segmentos armados fuertemente con espinas y setas. La placa intercoxal porta una membrana marginal sobre el borde posterior. La coxa y la base están bien separadas, con la primera llevando una seta interna grande y plumosa sobre el margen posterior, y la base con una seta externa plumosa mucho más pequeña sobre la esquina distal. Hay siempre una papila portando una sétula sobre la base en la región central. La membrana marginal encontrada sobre la placa intercoxal, así como el protópodo, son más pequeños o angostos, estando el protópodo siempre unido al borde externo del segmento proximal del exópodo. Aunque el endópodo no lleva membrana marginal, el borde externo del segmento proximal está a menudo equipado con setas largas o dientes gruesos. Mientras la estructura de las espinas y setas sobre la pata 2 pueden mostrar diferencias, la fórmula de la armadura de esta pata es notablemente constante.

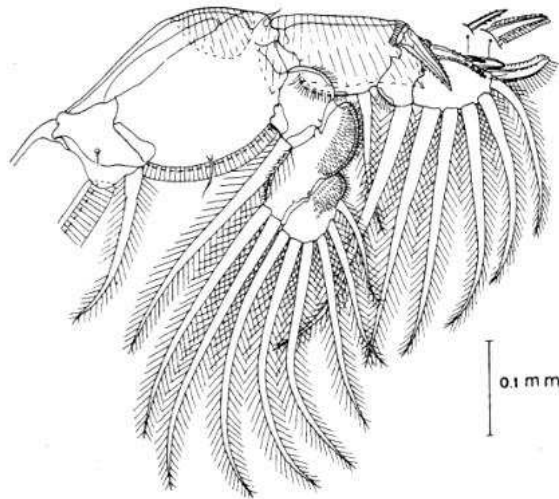


Figura 2.4.9. Pata 2 de *Caligus rotundigenitalis* Yü (modificado de Ho y Lin, 2004).

Pata 3 (Figura 2.4.10)

Este es otro apéndice cefalotorácico altamente modificado típico de los piojos de mar. La pata 3 está profundamente modificada por la fusión completa de las extremidades a cada lado de la placa intercoxal.

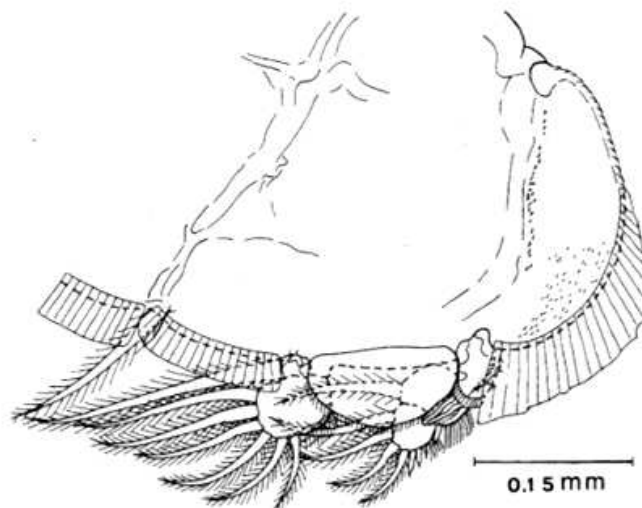


Figura 2.4.10. Pata 3 de *Caligus rotundigenitalis* Yü (modificado de Ho y Lin, 2004).

Segmento portador del cuarto par de patas

Este segmento (segundo tagma) es una región simple y pequeña de los copéodos calígidos con poca posibilidad de presentar modificaciones excesivas.

Pata 4 (Figura 2.4.11)

Es otro apéndice altamente modificado de los piojos de mar y constituye la base para la identificación de las especies. Esencialmente, es una extremidad con una sola rama que comprende un protópodo proximal grande, pudiendo ser delgado o robusto y un segmento distal muy diverso, que es el exópodo. Las modificaciones de la pata 4 no solamente muestran variación en el número de segmentos sobre el exópodo, sino también en la estructura, número y longitud de las espinas sobre el segmento terminal del exópodo. A menudo, sobre el segmento exopodal hay unas estructuras como peines, llamados pectenes, localizados en la base de cada espina.

La pata 4 presenta varias semejanzas con la maxila, ambas están construidas con dos estructuras unidas (segmentos) que puede ser flexionado a manera de brazo.

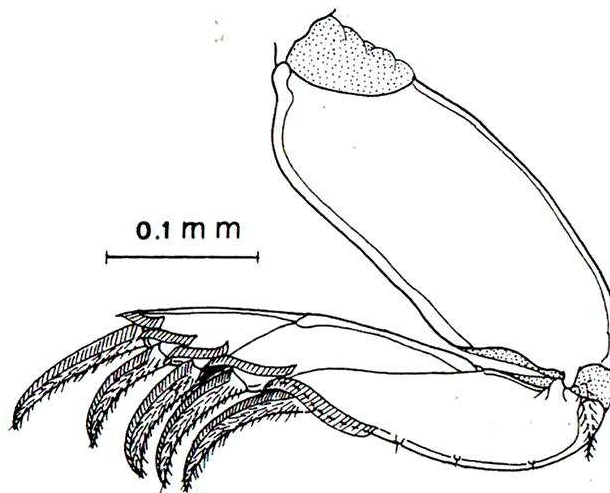


Figura 2.4.11. Pata 4 de *Caligus rotundigenitalis* Yü (modificado de Ho y Lin, 2004).

Complejo genital

A diferencia de los dos tagmas anteriores, el complejo genital del cuerpo de la hembra muestra dimorfismo sexual con respecto al tamaño, forma y estructura. Mientras la morfología de este tagma es usualmente uniforme en el macho, este es generalmente más grande en la hembra y varía en forma, desde cuadrangular, triangular, globular, hasta rectangular.

Es bien entendido que la función del tercer tagma es esencialmente para el almacenaje de los gametos. En el centro del margen posteroventral de este tagma hay un par de poros copulatorios, los cuales pueden ser encontrados con un par de espermátóforos obtenidos a través del apareo.

Pata 5 y pata 6 (Figuras 2.4.12A y B)

Los dos pares de patas se encuentran sobre el complejo genital, y se encuentran situados cerca uno del otro, en la parte posterior del complejo genital. La ausencia de la pata 6 es común en las hembras de los piojos de mar.

Abdomen

Esta división se encuentra en la parte más posterior del cuerpo del piojo de mar, variando en forma y tamaño. En muchos géneros este tagma de la hembra presenta una profunda extensión longitudinal o una reducción extrema y sirve como una distinción útil de géneros.

Ramas caudales (Figura 2.4.12C)

Después del abdomen hay un par de ramas caudales. Cada rama es una pieza que posee seis setas pinnadas en el margen distal, tres cortas y tres largas.

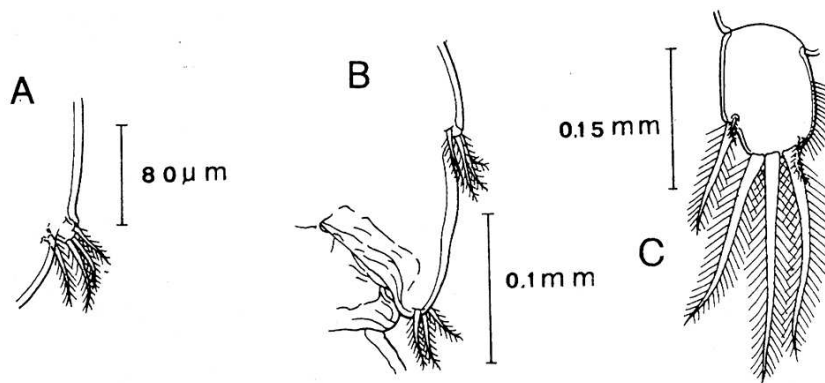


Figura 2.4.12. Apéndices sobre la región posterior de *Caligus rotundigenitalis* Yü (modificado de Ho y Lin, 2004).

2.5 DESCRIPCIÓN DEL GÉNERO *Caligus* MÜLLER, 1785

Ho y Lin (2004) describen al género *Caligus* de la siguiente manera: Cefalotórax suborbicular y aplanado dorsoventralmente. Con lúnulas en sus placas frontales. Segmento portador del cuarto par de patas pequeño, más ancho que largo. Complejo genital de diversas formas. Abdomen con forma de cilindro y puede tener de 1 a 5 segmentos. Rama caudal con 6 setas. Anténula con dos segmentos. Antena con tres segmentos, con el segmento terminal en forma de gancho en la hembra. Proceso postantenal presente. Cono oral con mandíbula insertada entre ellas. Mandíbula compuesta por cuatro secciones. Maxílula con una papila basal con setas y proceso dentiforme. Maxila con dos segmentos. Maxilípodo con tres segmentos, prensil; usualmente con dimorfismo sexual. Furca esternal usualmente presente. Pata 1 con endópodo vestigial; exópodo con dos segmentos; de los cuatro elementos terminales del último segmento del exópodo, los dos del centro pueden o no, llevar un apéndice secundario. Pata 2 con tres segmentos. Pata 3 con tres segmentos en el exópodo y con dos segmentos en el endópodo. Pata 4 con una sola rama, con dos o tres segmentos en el exópodo. Pata 5 representada por setas sobre la esquina posterolateral del complejo genital. Pata 6 ausente en la hembra, pero representada por pocas setas en el extremo distal del borde ventral sobre el complejo genital en el macho.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio fue desarrollado con base en peces marinos capturados en las aguas costeras de Jaramijó, Manabí, Ecuador ($0^{\circ}55'57.93''S$; $80^{\circ}38'32.13''O$) (Figura 3.1.1).

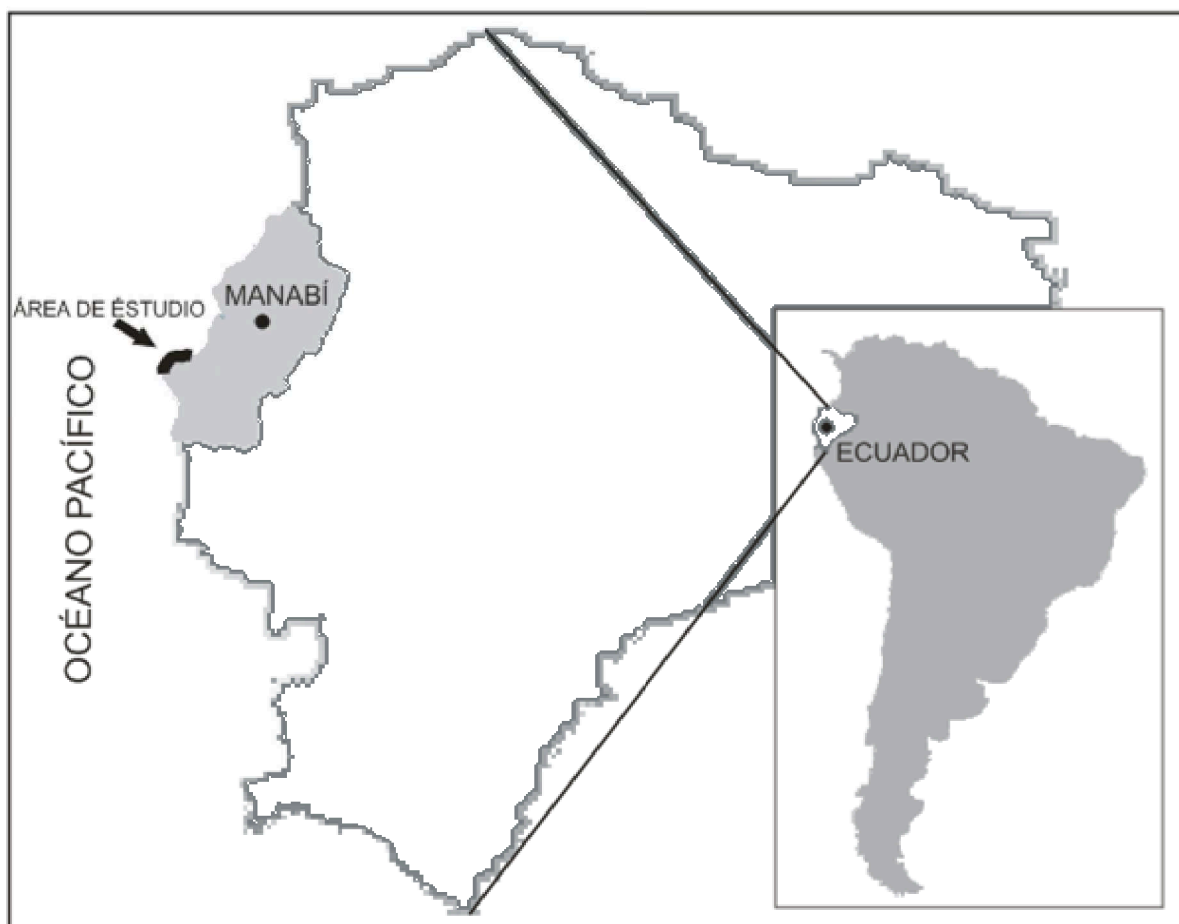


Figura 3.1.1. Área de estudio. La flecha señala la zona costera de Jaramijó. La figura anidada muestra la ubicación del Ecuador en Sudamérica.

La provincia de Manabí se encuentra ubicada en el lado oeste de Ecuador. Esta provincia se destaca por su gran actividad pesquera a lo largo de su costa. La costa de Manabí presenta las temperaturas más elevadas en los meses de enero a mayo con una temperatura promedio de 26° C. Durante los meses siguientes, es decir, desde junio a diciembre, la temperatura disminuye y se registran una temperatura promedio de 23° C. El tipo de marea en esta área de la costa

ecuatorial es semidiurna, teniendo la característica de 2 pleamares y 2 bajamares al día. Las corrientes que en general tienen una dirección N. tienen una velocidad promedio de 0.5 milla náutica por hora, corriendo en muchos casos paralelas a la costa; sin embargo, se han observado corrientes alejándose o acercándose a la costa hasta 28 millas sobre todo durante los meses de agosto a noviembre (INOCAR, 2005).

Alrededor de 300 especies marinas se han identificado con el monitoreo de los desembarques de pesca, principalmente peces demersales, pelágicos grandes, crustáceos y moluscos (Contreras, 1995). Los principales son:

- Peces pelágicos grandes, como el dorado, el picudo y el atún.
- Peces demersales, entre los cuales encontramos el pargo, la corvina, la cherna y la caballa.
- Tiburones, como el rabón, la cachona y el tollo.
- Crustáceos, como la langosta y el camarón.

3.2 MUESTREO DE PECES

Diferentes especies de peces fueron colectadas de junio a diciembre de 2013 en el desembarcadero del cantón Jaramijó. Los peces fueron comprados directamente a los pescadores de la localidad. Estos muestreos se realizaron por lo menos una vez por semana. Los peces fueron transportados al laboratorio donde se mantuvieron en congelación hasta el momento de su respectivo análisis.

3.3 REVISIÓN DE PECES

Cada pez fue identificado, pesado (g) y medido (cm). Posteriormente se realizó la búsqueda de copépodos parásitos en piel, aletas, ojos, boca y branquias. Cada arco branquial fue removido del pez y examinado cuidadosamente en un estereoscopio con aumento hasta de 40X.

3.4 MÉTODOS PARASITOLÓGICOS

Los copépodos parásitos encontrados fueron retirados con unas pinzas pequeñas, luego fueron fijados y preservados en tubos pequeños con alcohol al 96% para su posterior identificación. Cada tubo fue almacenado con su respectiva

etiqueta, especificando información como nombre científico (especie) del hospedero y parásito, localidad y fecha de la colecta. Los peces fueron enumerados consecutivamente para llevar un control interno en el manejo de las muestras.

3.5 DETERMINACIÓN TAXONÓMICA

Los copépodos del género *Caligus* fueron separados e identificados a nivel de especie mediante la observación detallada de sus estructuras morfológicas con la ayuda de un microscopio con aumento hasta de 1000X. Cuando fue necesario, los copépodos fueron aclarados en una gota de ácido láctico. Cabe señalar que para *Caligus*, como para muchos otros grupos de copépodos, no existe una clave de identificación de especies. Por lo tanto, las características morfológicas de *Caligus* de este estudio fueron comparadas con las descripciones y dibujos publicados para cada especie.

3.6 ÍNDICES Y TÉRMINOS PARASITOLÓGICOS UTILIZADOS

Los términos parasitológicos aquí utilizados están basados en Bush et al. (1997):
Localidad. Se refiere a una ubicación geográfica del ambiente externo donde los parásitos son encontrados. Además, localidad podría ser la región espacial donde un hospedero (u hospederos) se recoge.

Prevalencia. Es el número de hospederos infectados con uno o más individuos de una especie de parásito, dividido por el número de hospederos examinados para esta especie. Es comúnmente representado como porcentaje.

Intensidad. Es el número de individuos de una especie de parásito en un hospedero infectado.

Intensidad promedio. Es el número promedio de individuos de una especie de parásito en particular en una muestra de hospederos infectados. Su valor se obtiene al dividir número total de parásitos por el número de hospederos infectados.

Con la información obtenida se calcularon los índices parasitológicos de prevalencia e intensidad para cada especie de *Caligus*. Además se realizó una base de datos que enlista las especies de copépodos parásitos (Caligidae) encontradas, y los hospederos en la que cada una de estas especies haya sido encontrada.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 ESPECIES DE CALIGIDOS Y HOSPEDEROS (Figuras 4.1.1-4.1.3)

Durante el presente estudio se analizaron 242 peces para la búsqueda de copépodos del género *Caligus*. Estos peces pertenecen a 15 especies distribuidas en 12 géneros, 8 familias y 3 órdenes (de la clase Actinopterygii) de las costas de Jaramijó, Manabí, Ecuador. En total, se encontraron 17 individuos de esos copépodos parásitos, los cuales pertenecen a 4 especies infectando a 5 especies de peces (Tabla 4.1.1).

La especie más común fue *Caligus rufimaculatus*, la cual apareció en 3 especies de peces. Otra especie común fue *Caligus confusus*. Por el contrario, la especie más rara fue *Caligus robustus*, de la cual se encontraron sólo 2 individuos en el pez *Caranx caballus*. La especie de pez con más individuos de parásitos fue *C. caballus* (Tabla 4.1.2). La especie de pez con más especies de *Caligus* fue *C. caballus* (Tabla 4.1.2). Las 10 especies de peces en donde no se encontraron copépodos caligidos se enlistan en Tabla 4.1.3.

A continuación se detallan para cada especie los índices parasitológicos, descripción morfológica y figuras.

Tabla 4.1.1. Caligidae-Hospedero.

| Caligidae | Hospedero (n) | Longitud promedio (cm) | Peso promedio (g) | Nº individuos Caligidae | Prevalencia (%) | Intensidad promedio |
|------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------------|------------------------|----------------------------|
| <i>Caligus aesopus</i> | <i>Seriola rivoliana</i> (12) | 32,52 | 421,91 | 7 | 25 | 2,33 |
| <i>Caligus confusus</i> | <i>Caranx caballus</i> (61) | 26,83 | 199,42 | 1 | 1,64 | 1 |
| | <i>Caranx caninus</i> (2) | 27,8 | 383,5 | 3 | 50 | 3 |
| <i>Caligus robustus</i> | <i>Caranx caballus</i> (61) | 26,83 | 199,42 | 2 | 3,28 | 1 |
| <i>Caligus rufimaculatus</i> | <i>Caranx caballus</i> (61) | 26,83 | 199,42 | 1 | 1,64 | 1 |
| | <i>Haemulon steindachneri</i> (92) | 21,09 | 136,3 | 1 | 1,09 | 1 |
| | <i>Xenichthys xanti</i> (17) | 21,96 | 136 | 2 | 11,76 | 1 |

Tabla 4.1.2. Hospedero-Caligidae.

| Hospedero (n) | Nº peces infectados | Caligidae |
|------------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| <i>Caranx caballus</i> (61) | 1 | <i>Caligus confusus</i> |
| | 2 | <i>Caligus robustus</i> |
| | 1 | <i>Caligus rufimaculatus</i> |
| <i>Caranx caninus</i> (2) | 1 | <i>Caligus confusus</i> |
| <i>Haemulon steindachneri</i> (92) | 1 | <i>Caligus rufimaculatus</i> |
| <i>Seriola rivoliana</i> (12) | 3 | <i>Caligus aesopus</i> |
| <i>Xenichthys xanti</i> (17) | 2 | <i>Caligus rufimaculatus</i> |

Tabla 4.1.3. Especies de peces no infectadas.

| Familia | Género | Especie (n) | Longitud promedio (cm) | Peso promedio (g) |
|-----------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Gerreidae | <i>Eucinostomus</i> | <i>Eucinostomus currani</i> (3) | 17,83 | 73,66 |
| | | <i>Eucinostomus gracilis</i> (7) | 18,38 | 71,42 |
| Haemulidae | <i>Haemulon</i> | <i>Haemulon flaviguttatum</i> (17) | 28,15 | 277,52 |
| | <i>Haemulopsis</i> | <i>Haemulopsis leuciscus</i> (5) | 24,4 | 239 |
| Paralichthyidae | <i>Syacium</i> | <i>Syacium latifrons</i> (2) | 21,35 | 95 |
| Sciaenidae | <i>Larimus</i> | <i>Larimus acclivis</i> (16) | 26,73 | 235,25 |
| Serranidae | <i>Diplectrum</i> | <i>Diplectrum maximum</i> (4) | 31,68 | 422 |
| | <i>Serranus</i> | <i>Serranus psittacinus</i> (2) | 53,65 | 80,5 |
| Sphyranidae | <i>Sphyraena</i> | <i>Sphyraena ensis</i> (1) | 43,8 | 364 |
| Synodontidae | <i>Synodus</i> | <i>Synodus scituliceps</i> (1) | 40,4 | 367 |

4.2 *Caligus aesopus* WILSON, 1921

Caligus aesopus fue encontrado en huayaipe (*Seriola rivoliana*) con una prevalencia de 25% e intensidad promedio de 2,33 parásitos por pez infectado.

Descripción morfológica (Figuras 4.2.1 y 4.2.2)

Choe y Kim (2010) describen a la hembra con una placa cefalotorácica subcircular (Figura 4.2.1A); zona lateral ventral con una forma de "T". El segmento que lleva el cuarto par de patas fusionado con el complejo genital. Complejo genital subtriangular, truncado posteriormente y con esquinas posterolaterales ligeramente angulares. Abdomen (Figura 4.2.1B) con un segmento, pero con una constricción en la región distal. Rama caudal (Figura 4.2.1C) ligeramente más ancha que larga, con 6 setas y una sétula dorsal pequeña.

Anténula (Figura 4.2.1D) con dos segmentos; segmento proximal con 25 setas plumosas y dos setas lisas; segmento distal alargado, 1,3 veces más largo que el segmento proximal, con una seta subterminal lisa sobre el margen posterior y 11 setas lisas y dos aestetascos sobre el margen distal. Antena (Figura 4.2.1E) con tres segmentos; primer segmento con apéndice proximal subcircular; segundo segmento casi cuadrangular; tercer segmento con forma alargada, gancho distal fuertemente curvado y con dos setas pequeñas. Apéndice postantenal (Figura 4.2.1F) moderadamente fino, zona proximal con dos papilas, cada una con cinco o seis sétulas; otra papila con cinco sétulas localizada al lado posterior de este apéndice. Mandíbula (Figura 4.2.1G) con 12 dientes en el segmento distal. La maxílula consta en su parte anterior de una papila con tres setas. Maxila (Figura 4.2.1H) con dos segmentos; segmento proximal (lacertus) desarmado; segmento distal (brachium) más delgado con una membrana larga subdistal sobre el margen interno; calamus aproximadamente 1,8 veces más largo que canna. Maxilípido (Figura 4.2.1I) con tres segmentos; primer segmento (corpus) gradualmente reducido en la zona distal; con un tubérculo pequeño sobre el área media; segundo segmento (shaft) corto, con una seta distal; tercer segmento indistintamente separado del segundo, formando un gancho curvado con estrías longitudinales sobre la superficie. Furca esternal (Figura 4.2.1J) con puntas delgadas y curvadas hacia el interior, cada una con cresta ventral esclerotizada.

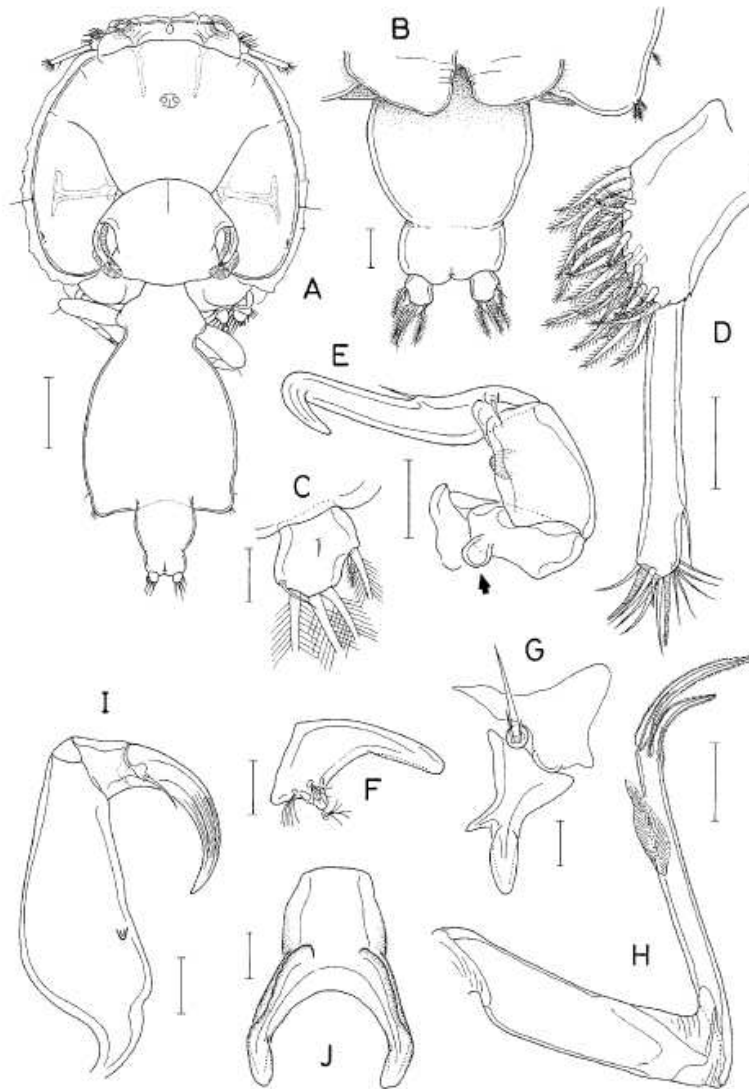


Figura 4.2.1. *Caligus aesopus* Wilson, 1921, hembra. A, habitus, dorsal; B, abdomen, ventral; C, rama caudal, ventral; D, anténula; E, antena; F, apéndice postantennal; G, maxílula; H, maxila; I, maxilípodo; J, furca esternal (modificado de Choe y Kim, 2010).

Fórmulas de las ramas de las patas 1-4 como sigue (números romanos indican espinas y números arábigos indican setas):

| | Exópodo | Endópodo |
|--------|------------------|-------------|
| Pata 1 | 1-0; III,1,3 | (vestigial) |
| Pata 2 | I-1; I-1; II,1,5 | 0-1; 0-2; 6 |
| Pata 3 | I-0; I-1; III,4 | 0-1; 6 |
| Pata 4 | I-0; I-0; III | (ausente) |

Pata 1 (Figura 4.2.2A). Coxa con sétula externa ramificada; basis con una seta plumosa externa, una seta plumosa interna más pequeña, y sobre la superficie ventral un apéndice pequeño en forma de diente y un parche de numerosas espínulas diminutas. Exópodo con segmento proximal alargado, una seta distal pequeña y una fila de sétulas sobre el margen interno; segmento distal con un apéndice en forma de dedo sobre el margen distal, tres espinas distales cada una acompañada por una membrana en forma de abanico, dos de esas espinas distales con apéndices secundarios y una seta distal lisa claramente más larga que las espinas (Figura 4.2.2B). Endópodo flexible, relativamente largo y con dos apéndices pequeños en la punta.

Pata 2 (Figura 4.2.2C). Coxa con una seta larga interna sobre el margen posterior, un parche de espínulas y una sétula sobre la superficie ventral; basis con una seta pequeña externa, una sétula interna y una membrana sobre la parte interna del margen posterior. Primer segmento del endópodo expandido posterolateralmente, con sétulas sobre la parte proximal y espínulas sobre la parte distal del margen externo; margen anterior de la basis y margen externo del primer segmento exopodal con una membrana ancha (no ilustrada en la Figura 4.2.2C).

Pata 3 (Figura 4.2.2D). Protópodo (apron) con una membrana ancha sobre el margen posterior, un parche longitudinal con espínulas sobre la superficie media-ventral, y un parche de 11 a 14 espínulas largas (usualmente truncadas) sobre la superficie interna ventral; una espina ancha y curvada sobre el primer segmento exopodal (Figura 4.2.2E). Segmento endopodal distal parcialmente subdividido.

Pata 4 (Figura 4.2.2F). Protópodo amplio, con una seta distal pequeña y externa; una espina sobre el primer segmento exopodal; una espina en el segundo segmento exopodal; tres espinas sobre el segmento terminal; todas las espinas del segmento exopodal acompañadas con una membrana en forma de abanico cerca de la base.

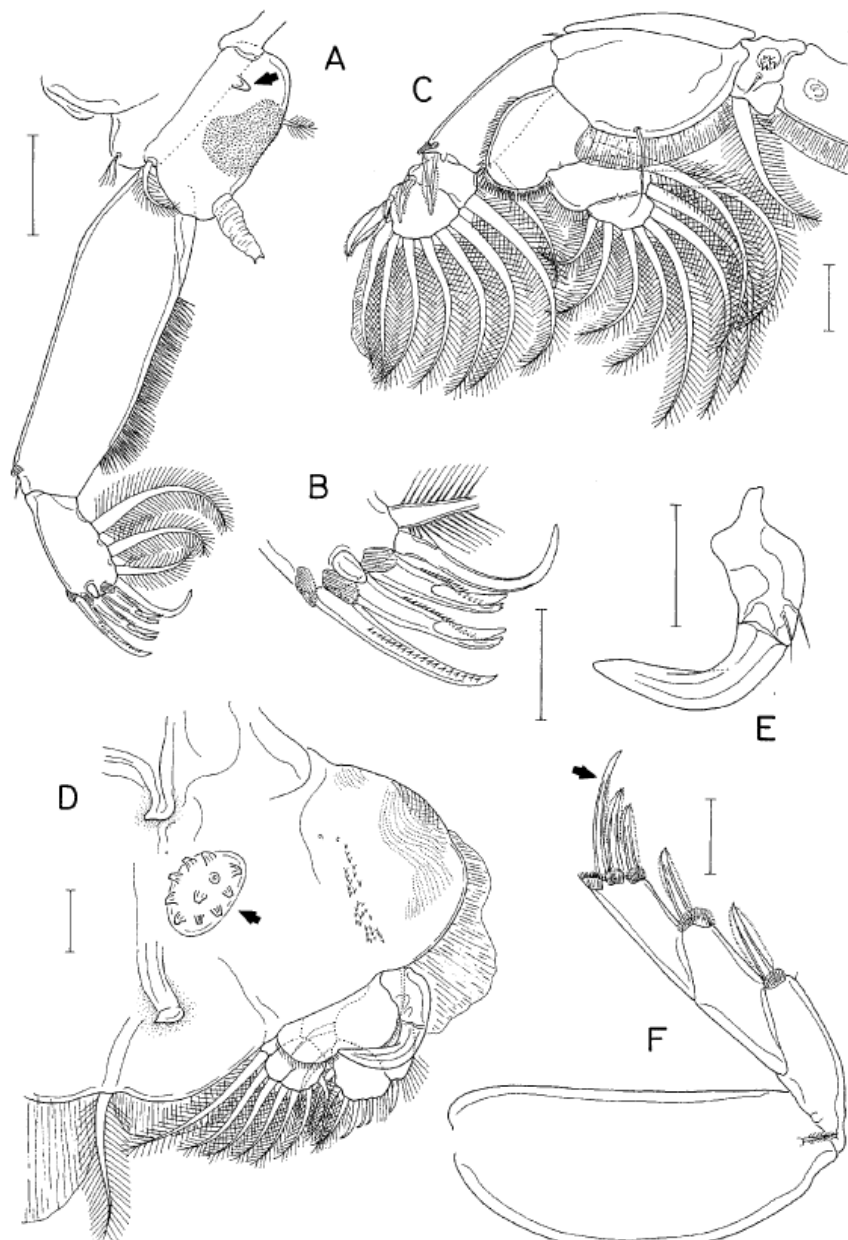


Figura 4.2.2. *Caligus aesopus* Wilson, 1921, hembra. A, pata 1; B, parte distal de la pata 1; C, pata 2; D, pata 3; E, primer segmento exopodal de la pata 3; F, pata 4 (modificado de Choe y Kim, 2010).

Pata 5 (Fig. 4.2.1B). Representada por una y tres setas pequeñas sobre el margen posterolateral del complejo genital.

4.3 *Caligus confusus* PILLAI, 1961

Caligus confusus fue encontrada en la caballa (*Caranx caballus*) con una prevalencia de 1,64% e intensidad promedio de un parásito por pez infectado; y en el jurel (*Caranx caninus*) con una prevalencia de 50% e intensidad promedio de 3 parásitos por pez infectado.

Descripción morfológica (Figuras 4.3.1-4.3.2)

De acuerdo con Ho y Lin (2004) la hembra se caracteriza por su placa cefalotorácica suborbicular (Figura 4.3.1A). El segmento que lleva el cuarto par de patas 1,31 veces más ancho que largo (Figura 4.3.1A). Complejo genital con la región anterior más estrecha en forma de cuello (Figura 4.3.1A). Abdomen corto, con un segmento (Figura 4.3.1A). Rama caudal 1,15 veces más larga que ancha (Figura 4.3.1G).

Anténula (Figura 4.3.1B) con dos segmentos; el segmento proximal con 27 setas sobre la superficie anterodistal; el segmento distal más largo que el segmento proximal, armado con una seta subterminal en el margen posterior. Antena (Figura 4.3.1C) con tres segmentos; el segmento proximal más pequeño; segmento medio subrectangular y desarmado; segmento distal puntiagudo, con forma de gancho y con una seta en la región proximal y otra en la región media. Maxila (Figura 4.3.1D) con dos segmentos; el segmento proximal (lacertus) largo y desarmado; el segmento distal (brachium) más delgado llevando una membrana hialina subterminal sobre el margen externo, calamus más largo que canna. Maxilípido (Figura 4.3.1E) con tres segmentos; segmento proximal (corpus) grande; segmentos medio (shaft) y distal (claw) fusionados para formar una subquela. Furca esternal con caja (base) rectangular y puntas divergentes (Figura 4.3.1F).

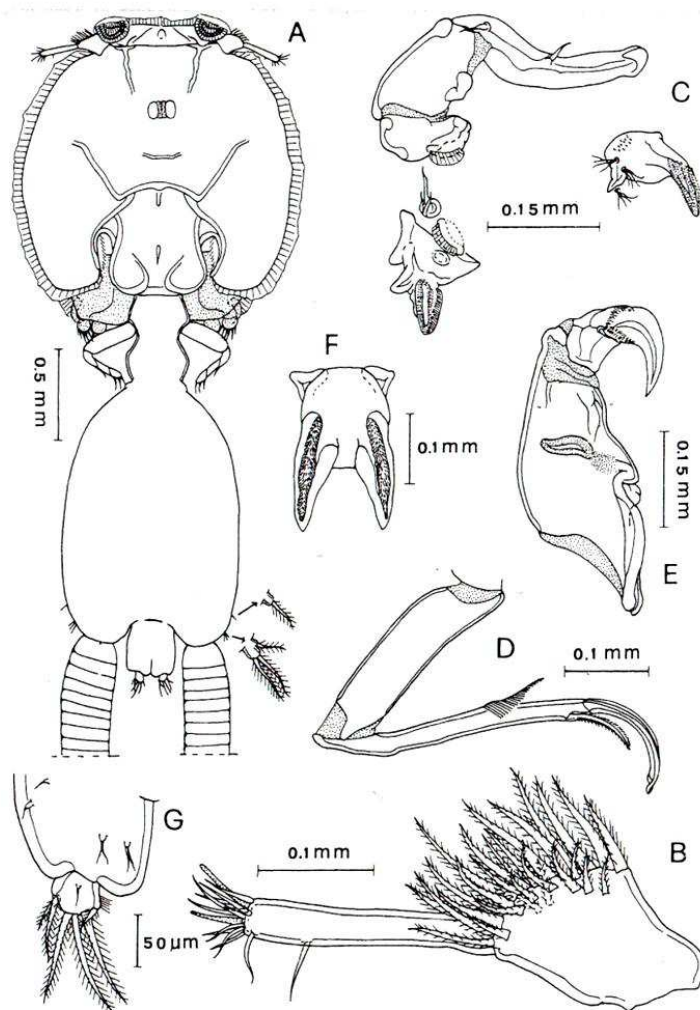


Figura 4.3.1. *Caligus confusus* Pillai, 1921, hembra. A, habitus, dorsal; B, anténula; C, antena, apéndice postantenal y maxílula; D, maxila; E, maxilípodo; F, furca esternal; G, porción del abdomen y rama caudal (modificado de Ho y Lin, 2004).

Fórmulas de las ramas de las patas 1-4 como sigue (números romanos indican espinas y números arábigos indican setas):

| | Exópodo | Endópodo |
|--------|------------------|-------------|
| Pata 1 | 1-0; III,1,3 | (vestigial) |
| Pata 2 | I-1; I-1; II,I,5 | 0-1; 0-2; 6 |
| Pata 3 | I-0; I-1; III,4 | 0-1; 6 |
| Pata 4 | I-0; I-0; III | (ausente) |

Pata 1 (Figura 4.3.2A). Protópodo con una seta exterior larga y plumosa y otra seta pequeña; una seta plumosa interna más un parche grande de dentículos sobre la superficie ventral de la base y una papila portando dos sétulas en la región exterior de la coxa. Endópodo vestigial, con dos setas minúsculas en la punta. Primer segmento del exópodo con una fila de espínulas sobre el borde posterior y una pequeña seta espiniforme en la esquina distal externa. El último segmento del exópodo con un pecten en la base de cada elemento terminal y una protuberancia entre el segundo y tercer pecten; de los cuatro elementos terminales del último segmento del exópodo, los dos del centro llevan un apéndice secundario; el cuarto elemento con forma de espina lisa.

Pata 2 (Figura 4.3.2B). Coxa pequeña, con una seta interna, larga y plumosa sobre el borde posterior y cuatro papilas con una sétula; base con una seta pequeña sobre el margen externo, una membrana estrecha en el margen posterior y una papila con una seta cerca de la base de esta membrana; superficie anterodistal de la base y el primer segmento del exópodo con una membrana marginal grande; superficie exterior del segmento proximal del endópodo sobresaliente y bordeada con una fila de dientes finos.

Pata 3 (Figura 4.3.2C). Protópodo con una seta externa pequeña y plumosa y una seta interna larga y plumosa, además una membrana marginal externa y otra posterior; superficie ventral del protópodo con una hilera de dentículos y un área corrugada grande en la región externa, y un parche de dentículos grandes y un apéndice obtuso bífido en la región interna; vellum bien desarrollado y adornado con sétulas marginales.

Pata 4 (Figura 4.3.2D). Protópodo grande con una seta plumosa en la esquina distal externa. Segmento proximal del exópodo con dos papilas llevando una sétula en el margen externo, un pecten en la base de cada espina externa.

Pata 5 (Figura 4.3.1A). Representadas por dos papilas pequeñas sobre el margen posterolateral del complejo genital, una finalizando con una seta pequeña y plumosa, la otra con tres setas similares.

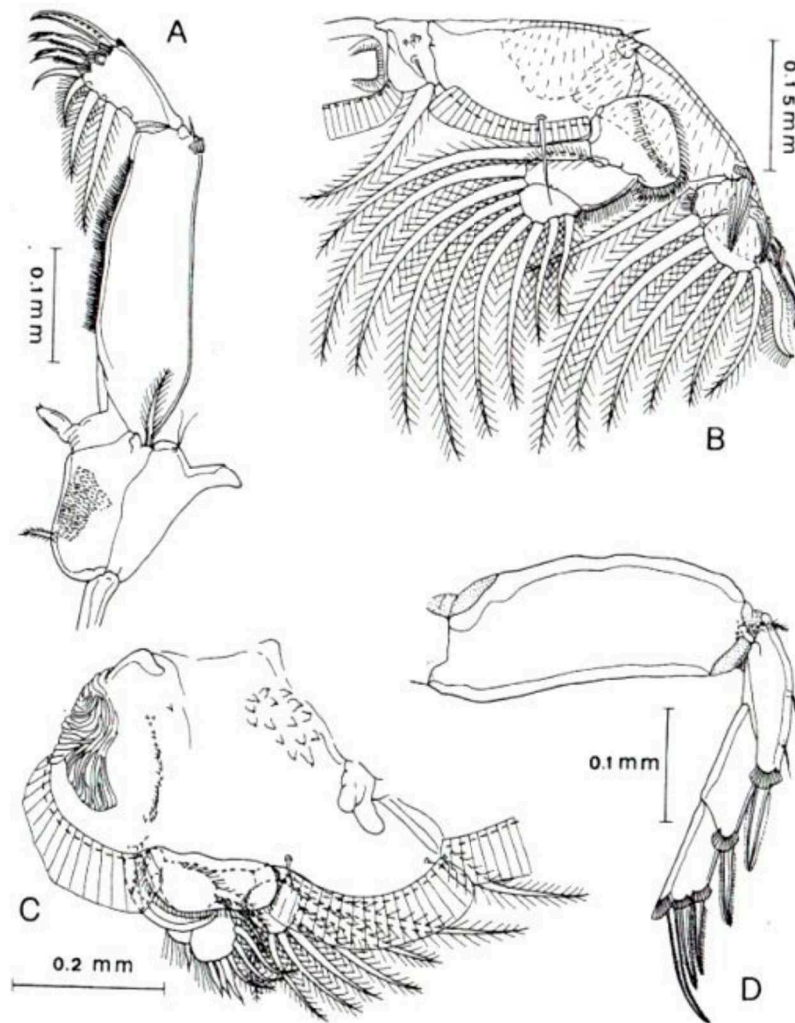


Figura 4.3.2. *Caligus confusus* Pillai, 1921, hembra. A, pata 1; B, pata 2; C, pata 3; D, pata 4 (modificado de Ho y Lin, 2004).

4.4 *Caligus robustus* BASSETT-SMITH, 1898

Caligus robustus fue encontrada en la caballa (*Caranx caballus*) con una prevalencia de 3,28% e intensidad promedio de un parásito por pez infectado.

Descripción morfológica (Figuras 4.4.1-4.4.2)

Ho y Lin (2007) describen a la hembra con una placa cefalotorácica subcircular (Figura 4.4.1A). El segmento que lleva el cuarto par de patas es más ancho que largo. Complejo genital en forma de botella. Abdomen con dos segmentos, segmento proximal más largo que ancho, pero segmento anal más ancho que

largo. Rama caudal (Figura 4.4.1H) armada con dos setas cortas, una mediana y tres largas y plumosas.

Anténula (Figura 4.4.1B) con dos segmentos; segmento proximal con 25 setas plumosas y dos setas lisas sobre la superficie anterodistal; segmento distal con una seta subterminal sobre el margen superior y 11 setas más dos aestetascos sobre el margen distal. Antena (Figura 4.4.1C) con tres segmentos; segmento proximal más pequeño y desarmado; segundo segmento subrectangular y también desarmado; segmento distal puntiagudo, con forma de gancho y con una seta en la región proximal y otra en la región media. Proceso postantenal (Figura 4.4.1C) representado por una espina recta, no puntiaguda, con dos papilas basales que llevan cuatro sétulas cada una; otra papila similar está localizada cercanamente, en la parte exterior. Mandíbula (Figura 4.4.1D) con cuatro secciones y llevando 14 dientes sobre el margen medio de la lámina distal. Maxila (Figura 4.4.1E) con dos segmentos; segmento proximal (lacertus) desarmado; segmento distal (brachium) más delgado, con una membrana hialina subterminal más un elemento (calamus) terminal y otro (canna) subterminal, de los cuales calamus claramente más largo que canna. Maxílula (Figura 4.4.1C) con proceso dentiforme, llevando una membrana hialina subterminal y una papila basal con dos setas cortas y una larga. Maxilípedo (Figura 4.4.1F) con tres segmentos; segmento proximal (corpus) robusto; segmento medio (shaft) y distal (claw) fusionados para formar una subquela. Furca esternal (Figura 4.4.1G) con caja (base) subrectangular, puntas sin filo, más cortas que la caja y rodeadas de una membrana angosta.

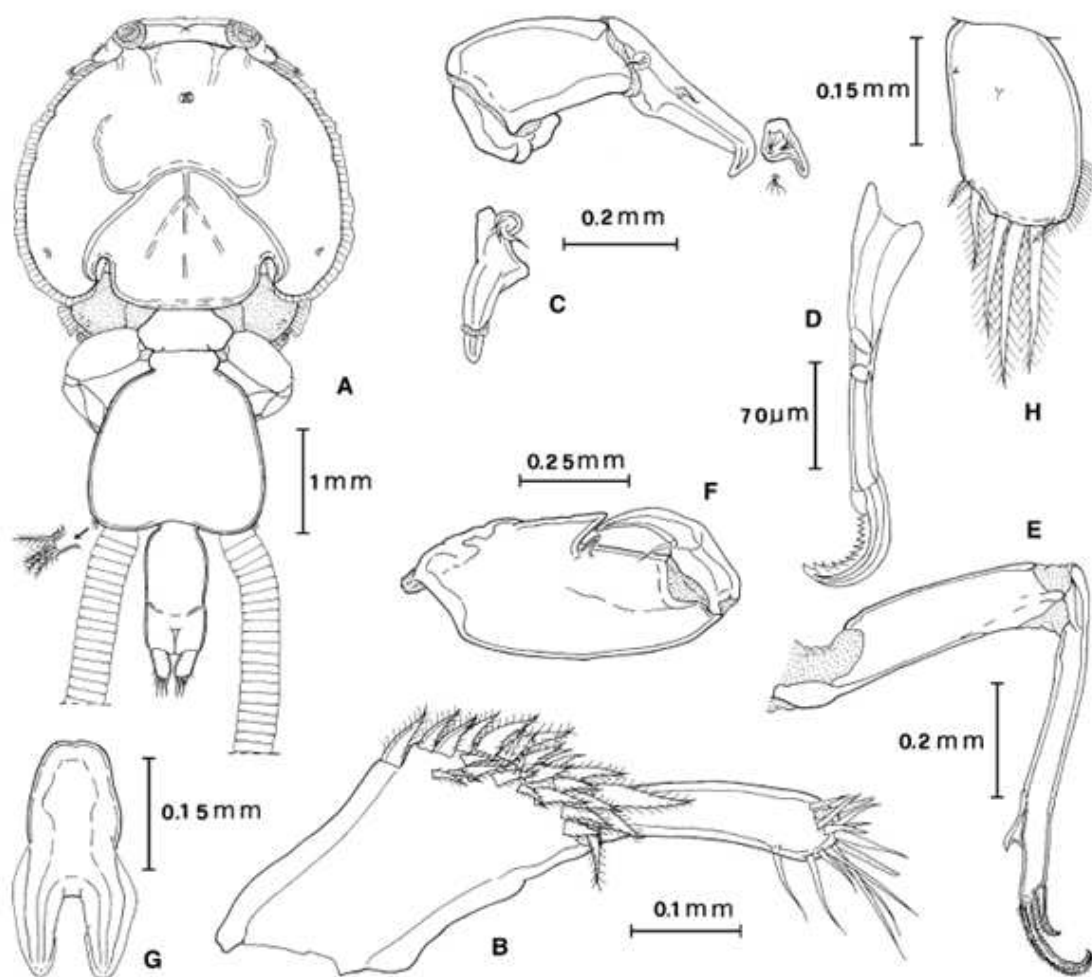


Figura 4.4.1. *Caligus robustus* Bassett-Smith, 1898, hembra. A, habitus, dorsal; B, anténula, ventral; C, antena, apéndice postantenal y maxílula, ventral; D, mandíbula; E, maxila; F, maxilípodo; G, furca esternal; H, rama caudal (modificado de Ho y Lin, 2007).

Fórmulas de las ramas de las patas 1-4 como sigue (números romanos indican espinas y números arábigos indican setas):

| | Exópodo | Endópodo |
|--------|------------------|-------------|
| Pata 1 | 1-0; III,1,3 | (vestigial) |
| Pata 2 | I-1; I-1; II,1,5 | 0-1; 0-2; 6 |
| Pata 3 | I-0; I-1; III,4 | 0-1; 6 |
| Pata 4 | I-0; I-0; III | (ausente) |

Pata 1 (Figura 4.4.2A). Protópodo con una seta externa larga y plumosa y otra seta interna pequeña y plumosa, además una papila con cuatro sétulas sobre el margen externo de la coxa. Endópodo vestigial desarmado y sin ornamentaciones. Primer segmento del exópodo con una fila de sétulas sobre el borde posterior y una seta espiniforme externa con membrana hialina cerca de la base; de los cuatro elementos terminales del último segmento del exópodo, los dos del centro llevan un apéndice secundario; el primer elemento es el más corto y el cuarto elemento tiene forma de espina (Figura 4.4.2B); el borde posterior del exópodo con tres setas largas y plumosas.

Pata 2 (Figura 4.4.2C). Coxa pequeña, con una seta larga y plumosa sobre el borde posterior y una papila sobre la superficie ventral. Base con una seta pequeña sobre la esquina externa distal, membrana hialina estrecha sobre el margen posterior y una papila con sétula sobre la superficie ventral cerca a la base de la membrana marginal. Margen anterodistal de la base y margen exterior del primer segmento del exópodo con una gran membrana marginal; pecten en la base de la espina externa del segmento proximal del exópodo; superficie externa del segmento medio y terminal del endópodo cubierto con espínulas; segmento terminal con dos pecten cerca de la base de las setas terminales.

Pata 3 (Figura 4.4.2D). Protópodo (apron) con una seta externa plumosa y corta, más una seta interna larga y plumosa; además, en el margen exterior y posterior una membrana hialina y tres parches de espínulas; una papila con sétula sobre la superficie ventral a los extremos exterior e interior de la última membrana; vellum bien desarrollado y hace margen con las sétulas marginales; pecten sobre el segmento proximal del exópodo en la base de la espina exterior.

Pata 4 (Figura 4.4.2E). Protópodo largo con una seta plumosa en la esquina distal externa; un pecten cerca de la base de cada espina externa del exópodo; dos papilas con una sétula sobre el margen del segmento proximal del exópodo.

Pata 5 (Figura 4.4.1A). Representado por dos papilas pequeñas sobre la esquina posterolateral del complejo genital (señalada con una flecha en la Figura 4.4.1A).

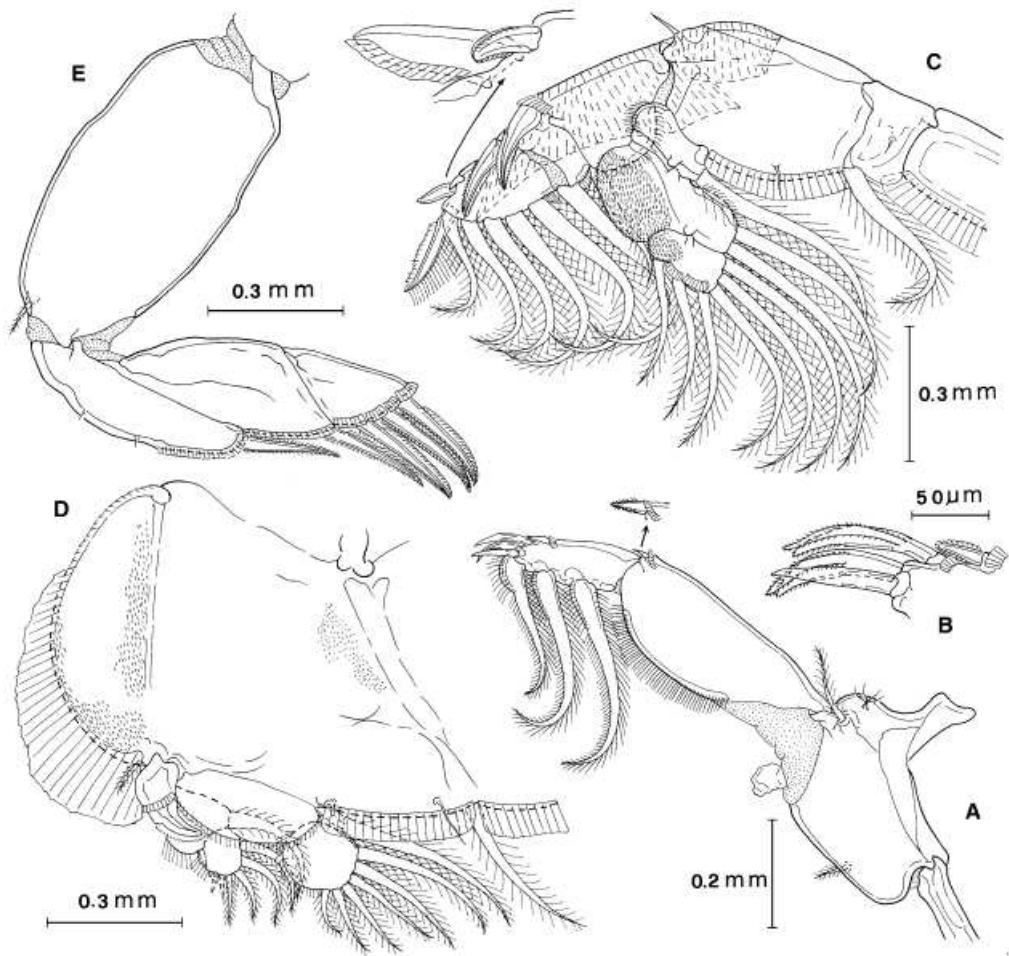


Figura 4.4.2. *Caligus robustus* Bassett-Smith, 1898, hembra. A, pata 1; B, punta de la pata 1 exópodo; C, pata 2; D, pata 3; E, pata 4 (modificado de Ho y Lin, 2007).

4.5 *Caligus rufimaculatus* WILSON, 1905

Caligus rufimaculatus fue encontrada en la caballa (*Caranx caballus*) con una prevalencia de 1,64% e intensidad promedio de un parásito por pez infectado; en el boquiabierto (*Haemulon steindachneri*) con una prevalencia de 1,09% e intensidad promedio de 1 por pez infectado; y en el ojón (*Xenichthys xanti*) con una prevalencia de 11,76% e intensidad promedio de 1 por pez infectado.

Descripción morfológica (Figuras 4.5.1 y 4.5.2)

Wilson (1905) describe a la hembra con un cefalotórax (Figura 4.5.1A) que comprende aproximadamente la mitad de la longitud total. Abdomen (Figura 4.5.1A) más largo que ancho. Rama caudal más larga que ancha (Figura 4.5.1D).

Antena (Figura 4.5.1B) curvada en ángulo recto. Apéndice postantenal (Figura 4.5.1B) casi recto. Maxílula ligeramente curvada. Furca esternal (Figura 4.5.1C) con puntas ampliamente divergentes.

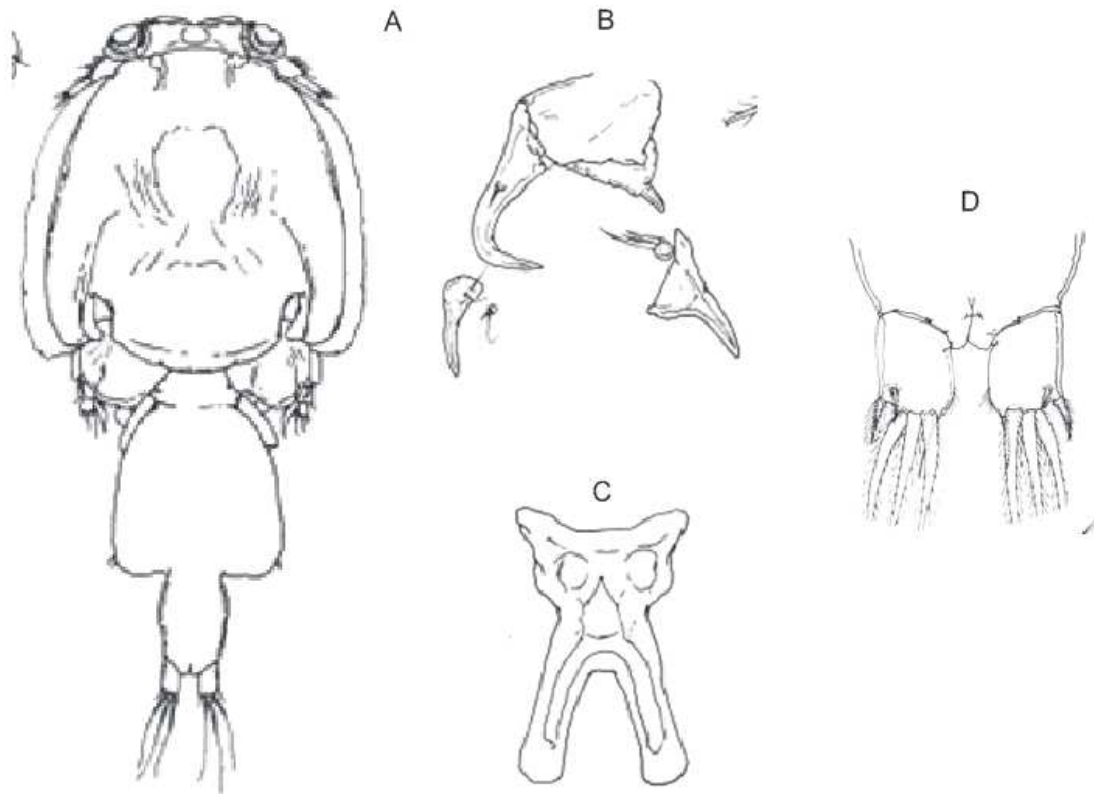


Figura 4.5.1. *Caligus rufimaculatus* Wilson, 1905, Hembra. A, habitus dorsal; B, antena, apéndice postantenal y maxílula. C, furca esternal; D, rama caudal (modificado de Cressey, 1991).

Fórmulas de las ramas de las patas 1-4 como sigue (números romanos indican espinas y números arábigos indican setas):

| | Exópodo | Endópodo |
|--------|------------------|-------------|
| Pata 1 | 1-0; III,1,3 | (vestigial) |
| Pata 2 | I-0; I-1; II,I,5 | 0-1; 0-2; 6 |
| Pata 3 | I-0; I-1; III,4 | 0-1; 6 |
| Pata 4 | I-0; I,III | (ausente) |

Pata 1 (Figura 4.5.2A). Último segmento del exópodo con tres espinas terminales, de las cuales dos llevan apéndice secundario, una seta larga en la esquina distal interna y tres plumosas en el margen posterior.

Pata 2 (Figura 4.5.2B). Exópodo con tres segmentos, cada uno con espinas en la esquina externa distal; espina sobre el segundo segmento aproximadamente la mitad de longitud que la espina del primer segmento; último segmento con una espina externa pequeña sobre el margen externo, una espina subterminal corta, una espina terminal larga y con membrana hialina sobre el margen externo; los tres segmentos del endópodo con espínulas a lo largo de los márgenes externos, las espínulas sobre los dos últimos segmentos más cortas que aquellas del primer segmento.

Pata 3 (Figura 4.5.2C). Primer segmento con la espina dorsal recurvada, casi llegando cerca del tercer segmento.

Pata 4 (Figura 4.5.2.D). Exópodo con dos segmentos; primer segmento con una seta larga extendida más allá de la base de la primera seta del último segmento; tercer segmento con una seta externa en el margen medio y 3 setas terminales.

Pata 5. Representada por una seta plumosa y dos setas lisas pequeñas ubicadas en la esquina posterior del complejo genital.

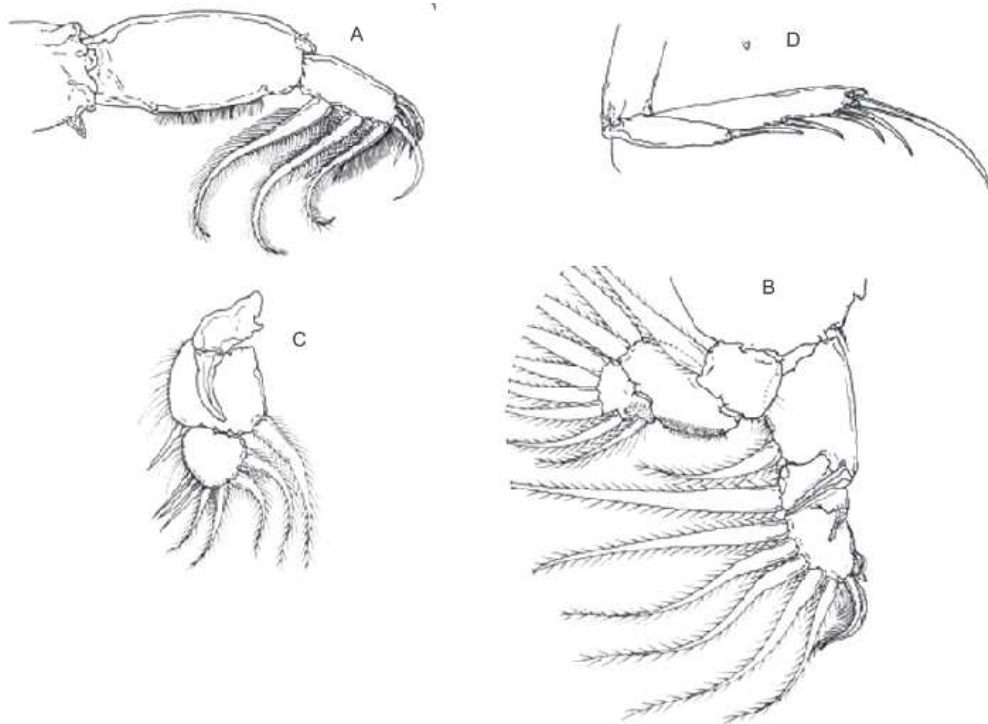


Figura 4.5.2. *Caligus rufimaculatus* Wilson, 1905, hembra. A, pata 1; B, pata 2; C, pata 3; D, pata 4 (modificado de Cressey, 1991).

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1 *Caligus aesopus* WILSON, 1921

Caligus aesopus fue descrita por primera vez por Wilson (1921) infectando a *Seriola peruana* en el archipiélago Juan Fernández en el Pacífico de Chile.

Taxonómicamente *C. aesopus* ha sido tema de confusión, debido al gran parecido con *Caligus spinosus*. Morfológicamente se puede diferenciar a ambas especies; *C. aesopus* posee en el primer segmento de la antena un apéndice proximal subcircular, mientras que en *C. spinosus* este apéndice posee una forma afilada; otra estructura que difiere es la pata 4, ya que en *C. aesopus* de las tres espinas terminales, la última espina es claramente más larga que las dos espinas subterminales, mientras que en *C. spinosus* las tres espinas terminales no muestran mayor diferencia de longitud (Choe y Kim, 2010).

En el sur del océano Pacífico, Choe y Kim (2010) registraron a *C. aesopus* infectando a *Seriola lalandi* en Chile. Además, en Nueva Zelanda *C. aesopus* fue reportada por Jones (1988) en *Seriola grandis* y por Sharp et al. (2003) en *S. lalandi lalandi*.

En el norte del océano Pacífico, Choe y Kim (2010) registraron a *C. aesopus* en *Seriola dumerili* en Taiwán; en *S. lalandi* de Japón y Korea. Morales-Serna et al. (2014) registraron a este parásito infectando a *Caranx caballus* y *Caranx caninus* en la Bahía de Chamela, México.

En el océano Índico, Choe y Kim (2010) registraron a *C. aesopus* infectando a *Sphyraena obtusata* en la India.

Sharp et al. (2003) registraron la prevalencia e intensidad promedio de *C. aesopus* sobre *S. lalandi lalandi* de tres localidades en Nueva Zelanda. La prevalencia de las tres localidades combinadas fue de 70%, llegando a alcanzar en una de las localidades el 100% de infección. La prevalencia de *C. aesopus* sobre *Seriola rivoliana* en el presente estudio fue de 25%, siendo claramente más baja que en el estudio realizado por Sharp et al. (2003). Además, *C. aesopus* registró una intensidad promedio de 2,33 sobre *S. rivoliana*, menor a la registrada para *S. lalandi lalandi* (6,4). La prevalencia e intensidad promedio de *C. aesopus* en este estudio, podría ser atribuida a la poca cantidad de peces *S. rivoliana* revisadas (12); además, la técnica de muestreo no fue la más adecuada, ya que, es muy probable que exista pérdida de caligidos, debido al manipuleo que existe por parte de los pescadores. Cabe señalar que este índice podría llegar a aumentar, ya que Jaramijó es una zona proyectada como zona de cultivo de peces en jaulas marinas y dentro de las especies a cultivar se encuentra incluida la especie *S. rivoliana*.

En el presente estudio *C. aesopus* fue encontrada infectando a *S. rivoliana*. Este registro coincide con los registros previos que indican que *C. aesopus* tiene una preferencia alta por peces de la familia Carangidae, particularmente del género

Seriola. Hasta donde se sabe este es el primer registro de *C. aesopus* en aguas ecuatorianas.

5.2 *Caligus confusus* PILLAI, 1961

Esta especie está presente en el océano Pacífico e Índico, tanto en el hemisferio norte como sur infectando principalmente a peces de la familia Carangidae (Ho y Lin, 2004).

En el Pacífico norte, de acuerdo a Ho y Lin (2004) *Caligus confusus* ha sido registrada para Taiwán en especies de peces como *Caranx ignobilis* (registrado como *Caranx sansun*), *Caranx melampygus*, *Caranx sexfasciatus*, *Elagatis bipinnulata* y *Seriola dumerili*; en Panamá fue registrada infectando a *Caranx hippos* y *Coryphaena hippurus*; en el mar de China fue registrada infectando a *Alepes djedaba* (registrado como *Caranx kalla*); Morales-Serna et al. (2014) registraron a *C. confusus* infectando a *Caranx caballus* y *Caranx caninus* en la Bahía de Chamela, México.

En el hemisferio sur del océano Pacífico, de acuerdo a Ho y Lin (2004) *C. confusus* ha sido registrada en *Caranx* sp. de Nueva Caledonia. Boxshall y Huys (2007) enlistan este caligido en su trabajo sobre Copepoda de Nueva Caledonia.

En el océano Índico, Yuniar et al. (2007) registraron a *C. confusus* como parásito de *C. sexfasciatus* en Indonesia. De acuerdo a Ho y Lin (2004) *C. confusus* se distribuye también en *C. ignobilis* (registrado como *C. sansun*) de la India; y en *E. bipinnulatus* en el océano Índico.

Morales-Serna et al. (2014) registraron en la Bahía de Chamela a *C. confusus* con prevalencia de 13,3% e intensidad promedio de 2 sobre *C. caballus*, y prevalencia de 75% e intensidad promedio de 6,3 sobre *C. caninus*. Los datos obtenidos en este trabajo mostraron para *C. confusus* prevalencia de 1,64% e intensidad promedio de 1 sobre *C. caballus*, y prevalencia de 50% e intensidad promedio de 3 sobre *C. caninus*. En comparación entre ambas localidades, *C. confusus* registró una mayor prevalencia e intensidad promedio sobre *C. caballus* en los

peces de México. Asimismo, la prevalencia e intensidad promedio fue mayor en *C. caninus* de México en comparación con *C. caninus* de Ecuador. La prevalencia de *C. caninus* de este estudio podría estar muy relacionada a la poca cantidad de peces de esta especie revisadas (dos individuos); además, la técnica de muestreo es otro factor determinante en la prevalencia obtenida en ambas especies (*C. caballus* y *C. caninus*), ya que podría existir pérdida de parásitos, a causa de la manipulación que se les da a los peces por parte de los pescadores.

En el presente estudio *C. confusus* se encontró infectando a *C. caninus* y *C. caballus*, peces perteneciente a la familia Carangidae, lo cual coincide con los registros previos de hospederos dados para este copépodo. Sin embargo, este descubrimiento representa el registro de una localidad geográfica nueva para *C. confusus*.

5.3 *Caligus robustus* BASSETT-SMITH, 1898

Bassett-Smith (1898) registró a *Caligus robustus* en tres especies de carangidos y una especie de *Thunnus* desde Ceylon y Aden, Asia.

Esta especie tiene una distribución en todo el mundo, infectando generalmente a carangidos. *C. robustus* ha sido registrada en el oeste del océano Atlántico y en el océano Índico infectando peces de las familias Carangidae y Scombridae (Cressey, 1991).

En el océano Atlántico norte, *C. robustus* ha sido registrada en Belice, dentro del mar del Caribe, infectando a los carangidos *Carangoides bartholomaei*, *Carangoides chrysos*, *Caranx hippos* y *Caranx ruber* y el lutjanido *Lutjanus apodus*. En Florida se ha encontrado infectando a *C. hippos* (Cressey, 1991). Ho y Lin (2007) encontraron a *C. robustus* en las aguas costeras de Taiwán en peces del género *Caranx*.

En el Atlántico de Sudamérica, Takemoto y Luque (2002) registraron a *C. robustus* como parásito de *Oligoplites saliens*, *O. saurus* y *O. palometas*, peces

de la familia Carangidae. Cordeiro y Luque (2004) registraron a este caligido infectando a *Selena setapinnis* en Río de Janeiro, Brazil.

En el océano Pacífico, *C. robustus* ha sido registrada en Filipinas y Celebes infectando a peces de la familia Carangidae (*Caranx sexfasciatus* y especies de *Alectis*) (Cressey, 1991). Morales-Serna et al. (2014) registraron a este caligido infectando a *Caranx caballus* y *Caranx caninus* en la Bahía de Chamela, México.

Cordeiro y Luque (2004) reportaron para *C. robustus* una prevalencia de 36% e intensidad promedio de 2 sobre peces de la especie *S. setapinnis* en las costas de Río de Janeiro, mientras que, en el presente estudio se mostró una prevalencia (3,28%) e intensidad promedio (1) menor de este *Caligus* sobre *C. caballus*.

Takemoto y Luque (2002) registraron en la Bahía de Río de Janeiro prevalencias de 30,95% sobre *O. palometa*, 37,80% sobre *O. saurus* y 63,89% sobre *O. saliens*, siendo estas mayores a la presentada sobre *C. caballus* (3,28%). En cuanto a la intensidad promedio, los niveles fueron de 2,5 sobre *O. palometa*, de 2 sobre *O. saurus* y 1,8 sobre *O. saliens*, todas estas mayores a la presentada en *C. caballus* (1). La técnica de muestreo es uno de los factores que podría haber influenciado la prevalencia obtenida. La pérdida de parásitos a causa de la manipulación que se les da a los peces por parte de los pescadores es muy probable.

El presente estudio representa el registro de una localidad nueva para *C. robustus*, confirmando la distribución geográfica amplia de este parásito. Asimismo, se confirma la preferencia de *C. robustus* por peces de la familia Carangidae incluyendo a *C. caballus*.

5.4 *Caligus rufimaculatus* WILSON, 1905

Wilson (1905) registró a *Caligus rufimaculatus* en *Fundulus* y *Mugil* de Woods Hole y Carolina del Norte, Estados Unidos.

C. rufimaculatus encontrada en este estudio no mostró mayores diferencias morfológicas con la especie descrita por Ho y Lin (2004), con excepción de que la espina del primer segmento de la pata 4 fue más pequeña en la especie de este estudio en comparación con la descrita por los autores antes mencionados.

C. rufimaculatus ha sido registrada en el océano Atlántico en gran cantidad de especies hospederas, por lo tanto se dice que es un parásito no específico (Cressey, 1991).

En el océano Atlántico norte, Cressey (1991) registró a *C. rufimaculatus* en los siguientes hospederos: *Eucinostomus gula*, *Centropristis striata* (registrado como *Centropristis melana*), *Diplodus holbrooki*, *Haemulon plumierii*, *Acanthostracion quadricornis* (registrado como *Lactophrys quadricornis*), *Lagodon rhomboides*, *Lutjanus synagris*, *Stephanolepis hispidus* (registrado como *Monacanthus hispidus*), *Nicholsina usta* y *Orthopristis chrysoptera* de Florida y el Golfo de México. Varela y Lucero-Salcedo (2012) registraron esta especie en el Archipiélago cubano en *Sphyræna barracuda*. Suárez-Morales et al. (2003) registraron a este caligido desde muestras de plancton colectado en la Península de Yucatán, México.

En el Atlántico de Sudamérica, Takemoto y Luque (2002) encontraron a *C. rufimaculatus* en los carangidos *Oligoplites saliens* y *O. palometa* del Río de Janeiro.

Takemoto y Luque (2002) registraron en la Bahía de Río de Janeiro prevalencias de *C. rufimaculatus* de 35,71% sobre *O. palometa* y 8,33% sobre *O. saliens*, mientras que en el presente estudio, este caligido registró prevalencia de 1,6% para *Caranx caballus*; de 1,09% para *Haemulon steindachneri*; y de 11,76% para *Xenichthys xanti*. En tres de las cuatro especies de peces la prevalencia encontrada fue menor a las de los peces de Brazil y solamente *X. xanti* mostró prevalencia mayor al *O. saliens*, aunque menor con respecto a *O. palometa*. La intensidad promedio de *C. rufimaculatus* fue igual a 1 para las cuatro especies de peces de Manabí, mientras que para *O. palometa* (2,4) y *O. saliens* (2) fueron

mayores. Al igual que en las tres especies anteriores, la técnica de muestreo es un factor que podría haber influenciado la prevalencia.

Suárez-Morales (2003) registraron a *C. rufimaculatus* en muestras de plancton, algo inusual tomando en cuenta que en los registros de Wilson (1905), Cressey (1991), Takemoto y Luque (2002), Varela y Lucero-Salcedo (2012), al igual que en el presente estudio este caligido fue encontrado en estado parasitario, infectando a diversas especies de peces.

En el presente estudio *C. rufimaculatus* fue encontrada infectando varias especies hospederas; por lo tanto, se confirma su baja especificidad. Con respecto a su distribución geográfica, es interesante resaltar que hasta ahora, como se vio en los párrafos anteriores, *C. rufimaculatus* sólo ha sido registrada en peces del Atlántico. Así, el presente hallazgo de esta especie en peces marinos del Ecuador significa una amplitud considerable en su distribución geográfica. No obstante es necesario realizar un estudio morfológico más detallado, incluyendo la revisión del holotipo, así como el empleo de análisis moleculares para comparar *C. rufimaculatus* del Atlántico contra *C. rufimaculatus* del Ecuador, lo cual daría mayor evidencia para determinar si el material del Ecuador es en verdad *C. rufimaculatus* o si es una especie nueva.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Este trabajo representa el primer estudio de copépodos caligidos realizado en aguas costeras de Jaramijó, Manabí, Ecuador. La revisión de los peces permitió registrar las especies *Caligus aesopus*, *C. confusus*, *C. robustus* y *C. rufimaculatus*. Todas las especies de caligidos encontrados tienen registros previos en otras regiones del mundo, por lo tanto, se mantiene la hipótesis nula; por otro lado, la hipótesis alternativa propuesta, es rechazada, debido a que no se encontró ninguna especie nueva durante el estudio. Sin embargo, no se descarta que al continuar estudiando los copépodos parásitos en Ecuador, se logre el descubrimiento de especies nuevas.

Para las cuatro especies de caligidos, Ecuador representa una nueva localidad. *C. rufimaculatus* no sólo mostró una nueva localidad, sino que además es un nuevo registro para aguas del Pacífico, ya que hasta ahora sólo se había registrado habitando en el Atlántico.

Las bajas prevalencia e intensidad obtenidas podrían haber sido afectadas debido a la pérdida de copépodos, debido a la manipulación de los peces por parte de los pescadores. Para el caso de *Caranx caninus* y *Seriola rivoliana*, el bajo número de especies revisadas (2 y 12 individuos respectivamente) podría ser un factor que influenció la prevalencia de los copépodos sobre ellos.

El seguir con este tipo de investigaciones puede ayudar a conocer con mayor profundidad la diversidad de especies que existe en las aguas costeras de Ecuador.

6.2 RECOMENDACIONES

Continuar con estudios de parásitos es muy importante, no sólo desde el punto de vista taxonómico, sino que este grupo de organismos pueden ser utilizados como indicadores biológicos de contaminación y/o salud de un ecosistema. Además, el llevar a cabo estudios ecológicos con los copépodos parásitos mejoraría el entendimiento de las interacciones que ocurren dentro del medio marino.

Es recomendable mejorar la técnica de muestreo, tratando de evitar cualquier factor que atribuya a la pérdida de los copépodos parásitos.

La familia Caligidae es bien conocida por impactar negativamente la industria acuícola y tomando en cuenta que Jaramijó se proyecta como zona de maricultura, resulta necesario profundizar con temas de parasitología.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bassett-Smith, P.W. 1898. Some new or rare parasitic copepods found on fish in the Indo-Tropic region. *Annals and Magazine of Natural History*. Vol. 7. p 357-372.
2. Boxshall, G. 2005. Crustacean parasites IV: Copepod. In *Marine parasitology*, Rohde, K. (Ed.). Csiro Publishing, Oxford, Collingwood, Australia. p 123-138.
3. Boxshall, G. A. y R. Huys. 2007. Copepoda of New Caledonia. *Compendium of marine species from New Caledonia. Documents Scientifiques et Techniques*. Vol. II7 p 259-265.
4. Bush, A.O., K.D. Lafferty, J.M. Lotz y A.W. Shostak. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *The Journal of parasitology*. p 575-583.
5. Carvajal, J., L. González y M. George-Nascimento. 1998. Native sea lice (Copepoda: Caligidae) infestation of salmonids reared in netpen systems in southern Chile. *Aquaculture*. Vol. 166. p 241-246.
6. Cavaleiro, F. I. y M. J. Santos. 2009. Seasonality of metazoan ectoparasites in marine European flounder *Platichthys flesus* (Teleostei: Pleuronectidae). *Parasitology*. Vol. 136. p 855-865.
7. Choe, M.-K. y I.-H. Kim. 2010. Redescriptions of two morphologically confusing sea lice *Caligus aesopus* Wilson, 1921 and *C. spinosus* Yamaguti, 1939 (Copepoda: Siphonostomatoida: Caligidae) parasitic on amberjacks (*Seriola* spp.) from Korea. *Zootaxa*. Vol. 2483. p 23-34.
8. Contreras, S. 1995. La situación actual y las perspectivas del desarrollo del sector pesquero artesanal del Ecuador. En *Realidad y perspectivas de la pesca artesanal en América Latina y el Caribe*. p 117-140.
9. Cordeiro, A.S. y J.L. Luque. 2004. Community ecology of the metazoan parasites of Atlantic Moonfish, *Selene setapinnis* (Osteichthyes: Carangidae) from the coastal zone of the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. Vol. 64. p 399-406.
10. Costello, M. 2006. Ecology of sea lice parasitic on farmed and wild fish. *Trends Parasitology*. Vol. 22. p 475-483.

11. Costello, M. 2009. The global economic cost of sea lice to the salmonid farming industry. *Journal of fish diseases*. Vol. 32. p 115-118.
12. Cruz-Lacierda, E.R., G.E. Pagador, A. Yamamoto y K. Nagasawa. 2011. Parasitic caligid copepods of farmed marine fishes in the Philippines. p 53-62. *In* Bondad-Reantaso, M.G., J.B. Jones, F. Corsin y T. Aoki. (eds.). *Diseases in Asian Aquaculture VII*. Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Selangor, Malaysia. p 385.
13. Cressey, R. F. 1991. *Parasitic copepods from the Gulf of Mexico and Caribbean sea, III: Caligus*. Smithsonian Institution Press.
14. González, L. y J. Carvajal. 2003. Life cycle of *Caligus rogercresseyi*, (Copepoda: Caligidae) parasite of Chilean reared salmonids *Aquaculture*. Vol. 220. p 101-117.
15. Ho, J.-S. 2001. Why do symbiotic copepods matter? *Hydrobiologia*. Vol. 453/454. p 1-7.
16. Ho, J.-S. y C.-L. Lin. 2004. *Sea lice of Taiwan*. The Sueichan Press. Taiwan. p 1-388.
17. Ho, J.-S. y C.-L. Lin. 2007. Three species of *Caligus* Müller, 1785 (Copepoda: Caligidae) parasitic on *Caranx* spp. (Teleostei: Carangidae) off Taiwan. *Systematic Parasitology*. Vol. 68. p 33-43.
18. Hudson, P., A. Dobson y K. Lafferty. 2006. Is a healthy ecosystem one that is rich in parasites?. *Trends in Ecology & Evolution*. Vol. 21. p 381-385.
19. INOCAR (Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador). 2005. *Derrotero de la costa continental e insular del Ecuador*. Instituto Oceanográfico de la Armada, 4ta Edición. Guayaquil. p 199.
20. Johnson, S., J. Treasurer, S. Bravo, K. Nagasawa y Z. Kabata. 2004. A review of the impact of parasitic copepods on marine aquaculture. *Zoological Studies*. Vol. 43. p 229-243.
21. Jones, J.B. 1988. New Zealand parasitic Copepoda; genus *Caligus* Müller, 1785 (Siphonostomatoidea: Caligidae). *New Zealand journal of zoology*. Vol. 15. p 397-413.

22. Kabata, Z. 1974. Mouth and mode of feeding of Caligidae (Copepoda), parasites of fishes, as determined by light and scanning electron microscopy. *Journal of the Fisheries Board of Canada*. Vol. 31. p 1583-1588.
23. Morales-Serna, F.N., M. Rubio-Godoy y S. Gómez. 2011. Seasonality of parasitic copepods on bullseye puffer, *Sphoeroides annulatus* (Pisces: Tetraodontidae), from the northwestern coast of Mexico. *Journal of Parasitology*. Vol. 97. p 565-573.
24. Morales-Serna, F.N., Z.L. Hernández-Inda, S. Gómez y G. Pérez-Ponce de León. 2013. Redescription of *Caligus serratus* Shiino, 1965 (Copepoda: Caligidae) parasitic on eleven fish species from Chamela Bay in the Mexican Pacific. *Acta Parasitologica*. Vol. 58. 367-375.
25. Morales-Serna, F.N., C.D. Pinacho-Pinacho, S. Gómez y G. Pérez-Ponce de León. 2014. Diversity of sea lice (Copepoda: Caligidae) parasitic on marine fishes with commercial and aquaculture importance in Chamela Bay, Pacific coast of Mexico by using morphology and DNA barcoding, with description of a new species of *Caligus*. *Parasitology international*. Vol. 63. p 69-79.
26. Pereira, M. y I. Ferre. 1991. *Parásitos del pescado*. Junta de Castilla y León Consejería de Sanidad y Bienestar Social. p 36.
27. Poulin, R. y S. Morand. 2004. *Parasite Biodiversity*. Smithsonian Books. Washington. p 216.
28. Sharp, N.J., C.W. Poortenaar, B.K. Diggles y T.J. Willis. 2003. Metazoan parasites of yellowtail kingfish, *Seriola lalandi lalandi*, in New Zealand: prevalence, intensity, and site preference. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, Vol. 37. p 273-282.
29. Suárez-Morales, E., I.H. Kim y J.B. Escamilla. 2003. Illustrated record and complementary description of *Caligus rufimaculatus* Wilson (Copepoda: Siphonostomatoida) from Mexico. *Caribbean Journal of Science*. Vol. 39. p 151-154.
30. Takemoto, R.M. y J.L. Luque. 2002. Parasitic copepods on *Oligoplites* spp.; (Osteichthyes: Carangidae) from the Brazilian coastal zone, with the redescription of *Tuxophorus caligodes* Wilson, 1908 (Siphonostomatoida, Tuxophoridae). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. Vol. 24. p 481-487.

31. Varela, C. y R.D. Lucero-Salcedo. 2012. Nuevos registros de copépodos (Crustacea: Maxillopoda: Copepoda) para Cuba. *Revista Investigación Pecuaria*. Vol. 1. no 2.
32. Venmathi Maran, B.A., L.T. Seng, S. Ohtsuka y K. Nagasawa. 2009. Records of *Caligus* (Crustacea: Copepoda: Caligidae) from marine fish cultured in floating cages in Malaysia with a redescription of the male of *Caligus longipedis* Bassett-Smith, 1898. *Zoological Studies*. Vol. 48. p 797-807.
33. Wilson, C.B. 1905. North American parasitic copepods belonging to the family Caligidae, Part I: The Caliginae. *Proceedings of the United States National Museum*. Vol 28. p 479-672.
34. Wilson, C.B. 1921. Report on the parasitic Copepoda collected during the survey of the Juan Fernández Islands, 1916-1917. *C. Skottsberg. The Natural History of Juan Fernández and Easter Island*. Vol. 3. p 69-74.
35. Yuniar, A., H. Palm y T. Walter. 2007. Crustacean fish parasites from Segara Anakan Lagoon, Java, Indonesia. *Parasitology Research*. Vol. 100. p 1193-1204.

Fuente de Internet

1. Walter, T.C. y G. Boxshall. 2013. World of Copepods Database. (En línea). Consultado el 23 de junio de 2013. Disponible en <http://www.marinespecies.org/copepoda>.

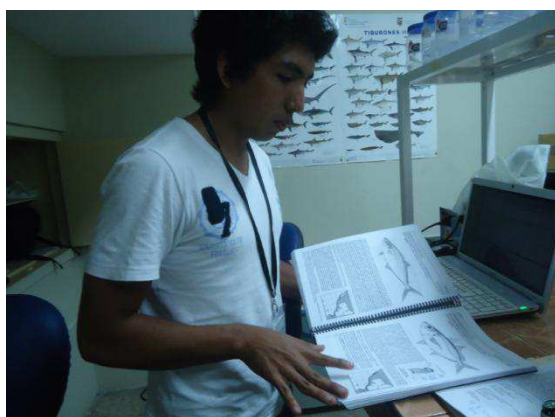
ANEXOS



Anexo 1. Muestreo en Jaramijó.



Anexo 2. Revisión de pez en busca de copéodos parásitos.



Anexo 3. Identificación de los peces.



Anexo 4. Revisión de branquias de peces.



Anexo 5. Preservación de copéodos parásitos.



Anexo 6. Limpieza de copéodos parásitos.



Anexo 7. Identificación de especies de copéodos parásitos.



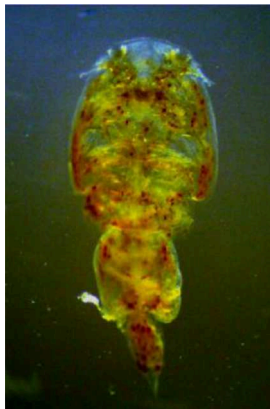
Anexo 8. Foto de *Caligus aesopus* tomada desde un estereoscopio con cámara.



Anexo 9. Foto de *Caligus confusus* tomada desde un estereoscopio con cámara.



Anexo 10. Foto de *Caligus robustus* tomada desde un estereoscopio con cámara.



Anexo 11. Foto de *Caligus rufimaculatus* tomada desde un estereoscopio con cámara.