



FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA BIOLOGÍA PESQUERA

TEMA:

COMUNIDAD DE COPÉPODOS PARÁSITOS DEL DORADO
Coryphaena hippurus LINNAEUS, 1758 DESEMBARCADOS EN
PLAYITA MÍA, MANABÍ, ECUADOR.

TESIS DE GRADO

Presentada para la obtención del título de:
BIÓLOGA PESQUERA

TESISTA:

MERA LOOR GEORMERY BELÉN

DIRECTORA DE TESIS:

DRA. ANA MARÍA SANTANA PIÑEROS

MANTA-MANABÍ-ECUADOR

2015

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 “Biodiversidad y estructura de la comunidad de parásitos metazoarios en peces marinos de importancia económica en Ecuador”, bajo la dirección de la Dra. Ana María Santana Piñeros, Investigadora III del Departamento Central de Investigación, ULEAM.

La información contenida en este documento está sujeta a privilegios profesionales, incluyendo propiedad intelectual y derechos afines. Cualquier información que use de este documento debe ser citada como:

Mera-Loor, G. 2015. Comunidad de copépodos parásitos del dorado *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758 desembarcados en Playita Mía, Manabí, Ecuador. Tesis de grado. Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Facultad Ciencias del Mar. Pp. 50.

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Dra. Ana María Santana Piñeros, investigadora III del Departamento Central de Investigación de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, certifico haber dirigido la tesis de grado **“Comunidad de copépodos parásitos en el dorado *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758 desembarcados en Playita Mía, Manabí, Ecuador”**, la cual ha sido desarrollada por Geormery Belén Mera Loor, previo a la obtención del título de Bióloga Pesquera, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, ULEAM.

Dra. Ana María Santana Piñeros

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por las ideas, autenticidad, contenido y resultados expuestos en la presente tesis de grado corresponde de manera exclusiva al autor y patrimonio intelectual de la misma a la **UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ**.

Geormery Belén Mera Loor

EGRESADA

TESIS DE GRADO DE BIÓLOGA PESQUERA

Sometido a consideración del Honorable Consejo de la Facultad Ciencias del Mar,
como requisito para obtener el título de Bióloga Pesquera, aprobado por el tribunal.

Dra. Ana María Santana Piñeros
Directora de tesis

Dr. Luis Muñiz Vidarte
Presidente del tribunal
DECANO

Blgo. Jaime Sánchez Moreira
Miembro Principal

Blgo. Juan Napa España
Miembro Principal

Blgo. Luis Bravo Delgado
Miembro Principal

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Geormery Belén Mera Loor, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, realizado dentro de las actividades del proyecto “Biodiversidad y estructura de la comunidad de parásitos metazoarios en peces marinos de importancia económica en Ecuador” desarrollado en el Departamento Central de Investigación, ULEAM, bajo la dirección de la **Dra. Ana María Santana Piñeros**, no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual de la tesis de grado titulada “**Comunidad de copépodos parásitos del dorado *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758 desembarcados en Playita Mía, Manabí, Ecuador**” a la Facultad de “Ciencias del Mar”, de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, y que cualquier publicación que se desprenda de esta tesis debe ser avalada y aceptada por el Departamento Central de Investigación, ULEAM, según lo establecido por la Ley de Propiedad intelectual y sus reglamentos.

Geormery Belén Mera Loor

AGRADECIMIENTOS

A todos los docentes que integran la carrera de Biología Pesquera de la Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí (ULEAM), por haber contribuido en mi formación académica.

Al Departamento Central de Investigación de la ULEAM por brindarme la oportunidad de vincularme a los proyectos de investigación “Ocurrencia de copépodos parásitos en peces marinos de importancia económica en Ecuador” y “Biodiversidad y estructura de la comunidad de parásitos metazoarios de peces marinos de importancia económica del Ecuador”.

Al Dr. Francisco Neptalí Morales Serna, quien dirigió el proyecto de investigación del cual formé parte. Por todas sus enseñanzas y por haberme guiado en el camino de la ciencia.

A la M.C. Peggy Janette Loor Andrade por haber dado continuidad al proyecto, por las ideas a esta investigación que fueron de mucho aporte. Por la ayuda en campo, laboratorio y en la obtención de los datos. Por la confianza y apoyo brindado durante la ejecución del proyecto.

Al Dr. Yanis Cruz Quintana por la revisión y correcciones al manuscrito. Y por el apoyo brindado. Muchas gracias por darme ánimos.

A Víctor Hugo Caña Bozada por la ayuda en campo y laboratorio. Por ser de gran apoyo en momentos difíciles y por toda su ayuda en el desarrollo de esta investigación.

A Ketty Intriago Intriago por la colaboración en la fase de campo y laboratorio.

Finalmente, no podría concluir sin hacer llegar mis más profundos y sinceros agradecimientos a la persona que dirigió esta tesis, la Dra. Ana María Santana Piñeros, por la dedicación, esfuerzo, enseñanzas y por la paciencia que ha tenido en mi proceso de aprendizaje. Por compartir sus conocimientos y contribuir en mi formación científica. Por confiar en mí en todo momento y porque gracias a su apoyo y confianza pude culminar con éxito esta etapa de mi vida.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron y son parte esencial en la elaboración de este documento.

Primero a Dios por haberme dado la vida y todas las oportunidades recibidas.

A mis padres Lilia Loor Loor y Geovanny Mera Sánchez, por ser el motor que me impulsa a seguir adelante. Por ser mi inspiración y mayor motivación en cada paso y logro alcanzado. Por estar a mi lado en los momentos más importantes y difíciles y porque sin su amor, apoyo y comprensión no hubiese sido posible la culminación de esta fase tan importante en mi vida.

A mis hermanos Yande y Jonayker Mera Loor, porque ustedes son una parte esencial en mi vida. Por su apoyo y afecto en cada momento que compartimos. Porque siempre serán mi alegría, mi inspiración y motivo de avance. Los llevo presente en todo momento. Los amo mucho.

A Limber Alcívar Mendoza por ser esa compañía tan importante en mi vida. Por todo, su ayuda, apoyo moral y la confianza depositada en mí.

A mi Green por cambiar esos días de cansancio en alegría. Por todo el amor que me brindaste. Por ser ese angelito que Dios me envió para alegrar este proceso. Estás en mi corazón. Tu pronta partida solo me hace recordarte mi bebé hermoso, Te Amo Mucho.

A mis amigas Diana Cedeño Mendoza y Mariel Trujillo Silva por todos los momentos compartidos y por darme ánimos cuando lo he necesitado. Por ser esas amigas que llegaron a mi vida y con su apoyo y compañía transformaron las tristezas en alegrías.

A la Dra. Ana María Santana Piñeros porque gracias a su ayuda esta investigación es el primer fruto en el árbol de la ciencia.

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
3.1. Preguntas de investigación.....	5
3.2. Objetivos de la investigación.....	6
4. JUSTIFICACIÓN.....	6
5. HIPÓTESIS.....	8
6. METODOLOGÍA.....	8
6.1. Área de estudio.....	8
6.2. Metodología de recolección, procesamiento de muestras y análisis de datos.....	10
6.2.1. Fase de Campo.....	10
6.2.2. Fase de Laboratorio.....	10
6.2.3. Identificación taxonómica.....	10
6.2.4. Análisis de datos.....	11
6.2.4.1. Parámetros de infección.....	12
6.2.4.2. Descriptores de comunidades.....	12
6.2.4.3. Variabilidad temporal de la comunidad de copépodos parásitos.....	13
7. RESULTADOS.....	15
7.1. Registro taxonómico de copépodos parásitos en <i>C. hippurus</i>	15
7.2. Infracomunidad.....	22
7.3. Comunidad componente.....	23
7.4. Variabilidad temporal de la comunidad de copépodos parásitos en <i>C. hippurus</i>	23
7.5. Variabilidad temporal de la población de <i>Caligus bonito</i>	24
8. DISCUSIÓN.....	27
8.1. Registro de especies y parámetros de infección.....	27
8.2. Comunidades de parásitos.....	30
8.3. Variabilidad de la población de <i>Caligus bonito</i>	33
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
10. REVISIÓN DE LITERATURA.....	35
11. ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Registro taxonómico de copépodos parásitos en el dorado *Coryphaena hippurus* (n=615). Para cada especie de copépodo se presentan los parámetros de infección anuales y por temporada climática. En orden descendente se muestra la prevalencia (%), abundancia media \pm D.E. (desviación estándar) e intensidad promedio \pm D.E. (desviación estándar). Los números entre paréntesis al lado de cada temporada climática corresponden al tamaño de muestra (peces revisados). N/D: No Dato..... **17**

Tabla 2. Descriptores ecológicos de la comunidad componente de copépodos parásitos de *Coryphaena hippurus*. Los números entre paréntesis al lado de cada temporada climática corresponden al tamaño de muestra (peces revisados). En el índice de similitud se muestra el promedio, la desviación estándar (\pm D.E.) y el rango entre paréntesis (valor mínimo – valor máximo)..... **23**

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Total de toneladas de peces pelágicos grandes desembarcados en el puerto de Manta durante el período 2007-2013. Línea negra indica la familia Coryphaenidae; Línea gris incluye las familias Scombridae, Istiophoridae, Xiphidae y Gempylidae. Modificado del Instituto Nacional de Pesca (2013)..... 7
- Figura 2.** Ejemplares *Coryphaena hippurus* desembarcados en Playita Mía. A) Dorado fresco: a) Ojo b) Branquias c) Coloración de la piel. B) Dorado no fresco: a) Ojo b) Branquias c) Coloración de la piel..... 9
- Figura 3.** Morfología general de la hembra *Caligus tenuifurcatus* Wilson, 1937. En la izquierda se muestran los tres segmentos: Cefalotórax, Complejo genital y Abdomen. En la derecha se muestran las principales estructuras para la identificación de las especies de la familia Caligidae (a) Antena; (b) Furca esternal; (c) Pata 1; (d) Pata 4. Modificado de Suárez-Morales *et al.* (2008)..... 11
- Figura 4.** Desembarcadero de Playita Mía. La estrella en negro muestra la ubicación del desembarcadero de Playita Mía de la ciudad de Manta. El cuadro de líneas discontinuas señala el área geográfica de la cual se obtuvieron los datos de la temperatura superficial del mar. Las estrellas rojas indican las estaciones meteorológicas de donde se obtuvieron los datos de precipitación, en forma descendente, los puertos San Lorenzo, Esmeraldas, Manta, La Libertad, Guayaquil, Puná y Puerto Bolívar..... 15
- Figura 5.** Prevalencia de las especies de copépodos parásitos frecuentes y abundantes entre temporadas climáticas. Barra gris: lluvias; Barra negra: secas..... 18
- Figura 6.** Abundancia media mensual y temporal de las especies de copépodos parásitos frecuentes y abundantes que componen la comunidad de parásitos del dorado *Coryphaena hippurus*. (a) abundancia media mensual de *Caligus bonito*; (b) abundancia temporal de *C. bonito*; (c) abundancia media mensual de *Charopinopsis quaternia*; (d) abundancia temporal de *C. quaternia*; (e) abundancia media mensual de *Euryphorus nordmanni*; (f) abundancia temporal de *E. nordmanni*. Los cuadrado representan el valor promedio; las cajas representan el error estándar; las barras representan \pm una desviación estándar... 19

Figura 7. Intensidad promedio mensual y temporal de las especies de copépodos parásitos frecuentes y abundantes que componen la comunidad de parásitos del dorado *Coryphaena hippurus*. (a) intensidad promedio mensual de *Caligus bonito*; (b) intensidad promedio temporal de *C. bonito*; (c) intensidad promedio mensual de *Charopinopsis quaternia*; (d) intensidad promedio temporal de *C. quaternia*; (e) intensidad promedio mensual de *Euryphorus nordmanni*; (f) intensidad promedio temporal de *E. nordmanni*. Los cuadrado representan el valor promedio; las cajas representan el error estándar; las barras representan \pm una desviación estándar..... 21

Figura 8. Variación mensual y temporal de los índices riqueza específica y el índice de diversidad Brillouin. (a) Riqueza específica mensual; (b) riqueza específica temporal; (c) índice de Brillouin mensual; (d) índice de Brillouin temporal. Los cuadrado representan el valor promedio; las cajas representan el error estándar; las barras representan \pm una desviación estándar..... 22

Figura 9. Ordenación del análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) de la comunidad de copépodos parásitos registrados en *Coryphaena hippurus*. Cada triángulo representa a un hospedero revisado..... 24

Figura 10. Variación mensual y temporal de la temperatura superficial del mar (°C) y precipitación (mm). Los cuadrado representan el valor promedio; las cajas representan el error estándar; las barras representan \pm una desviación estándar..... 25

Figura 11. Correlación cruzada de los parámetros de infección prevalencia y abundancia media de *Caligus bonito* (a, b, c, d) y *Charopinopsis quaternia* (e, f, g, h) con las variables ambientales temperatura superficial del mar (°C) y precipitación (mm). C.C: Correlación cruzada. p: nivel de significancia. Entre paréntesis se indica el desfase que existe entre la variable ambiental y la respuesta de la población de parásito. En rojo se muestra la variable ambiental. En azul la prevalencia y abundancia media de las especies de copépodos. Los asteriscos indican las correlaciones significativas entre las variables... 26

1. RESUMEN

Conocer la composición taxonómica, abundancia y diversidad de las comunidades de parásitos nos permite entender la biología y ecología de los hospederos. Sin embargo, las comunidades de copépodos parásitos en peces marinos de la región ecuatorial son poco conocidas, incluso aquellas especies de peces que constituyen recursos pesqueros importantes. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue caracterizar la comunidad de copépodos parásitos del dorado *Coryphaena hippurus* desembarcados en Playita Mía (Manta, Manabí) durante un ciclo anual. En total se revisaron 615 peces muestreados mensualmente desde diciembre 2013 hasta diciembre 2014. La cavidad del opérculo y las branquias fueron revisadas en búsqueda de copépodos parásitos. Los especímenes fueron identificados y preservados en alcohol al 96%. Se encontró un total de 9 especies de copépodos parásitos, de las cuales, *Caligus belones* y el género *Lepeophtheirus* constituyen el primer registro en este hospedero. Los parámetros de infección variaron entre especies de copépodos, siendo para la mayoría los valores más altos en la temporada de secas. A nivel de infracomunidad y comunidad componente no se observó una estructura en la comunidad de copépodos parásitos en función de las temporadas climáticas, sin embargo a nivel de comunidad componente, los índices ecológicos riqueza de especies, número de individuos y diversidad mostraron diferencias entre temporadas. *Caligus bonito* fue la especie dominante durante el año de muestreo, seguida de *Charopinopsis quaternia*, por lo que se convierten en el elemento predecible dentro de la comunidad de copépodos parásitos de *C. hippurus*. *Caligus bonito* mostró un patrón estacional asociado a las temporadas climáticas. El presente estudio muestra que la consideración de un diseño de muestreo sistemático en el tiempo nos permitió observar que la composición de la comunidad de copépodos parásitos de *C. hippurus*, en ambos niveles de organización, mostraron una alta similitud taxonómica entre temporadas climáticas, es decir, que la estructura de la comunidad se mantiene a lo largo del tiempo. Adicionalmente, la comunidad de copépodos parásitos de *C. hippurus* capturados en la zona ecuatorial es predecible (75% de similitud) por la presencia de una especie generalista *C. bonito* y otra especialista *C. quaternia*.

2. INTRODUCCIÓN

Conocer las especies de parásitos en un hospedero, la dinámica temporal de estas poblaciones y los factores que la determinan, es un tema clave en ecología de parásitos y en salud animal. Varios autores han observado que las poblaciones y las comunidades de copépodos parásitos varían en respuesta de las temporadas climáticas, o en función a variables ambientales y biológicas. Por ejemplo, la mayor abundancia del copépodo parásito *Colobomatus* sp. que infecta a *Scartichthys viridis* (Muñoz y Randhawa, 2011) y la prevalencia y abundancia de los copépodos, *Lepeophtheirus pectoralis* y *Acanthochondria cornuta*, del pez *Platichthys flesus* (Cavaleiro y Santos, 2009) mostraron un aumento de estos parámetros durante la temporada climática de verano. Otros estudios como el de Morales-Serna *et al.* (2011) han encontrado que la intensidad de *Lepeophtheirus simplex* que infecta el pez *Sphoeroides annulatus* aumenta con el incremento de la temperatura del agua. Estudios similares en comunidades de parásitos metazoarios han encontrado que las variables ambientales temperatura del agua (Jiménez-García y Vidal-Martínez, 2005), precipitación (Pech *et al.*, 2010), salinidad y oxígeno disuelto (Bricknell *et al.*, 2006; Morales-Serna *et al.*, 2011) han explicado un mayor porcentaje de la variabilidad de la abundancia o parámetros de infección de las poblaciones de parásitos. Mientras que las variables biológicas que explican esta variabilidad han sido la talla (Timi y Lanfranchi, 2006), el ciclo reproductivo (Šimková *et al.*, 2005), hábitos alimenticios, disponibilidad de hospederos intermediarios (Holmes, 1990) y el estado inmunológico del hospedero (Jones *et al.*, 2008). Sin embargo, a pesar que existe varios estudios de la dinámica temporal en parásitos de peces, existen pocos estudios en peces pelágicos mayores altamente comerciales.

En *Coryphaena hippurus* existen varios estudios de registros taxonómicos de las especies de parásitos que afectan al dorado en todo su rango de distribución. Williams y Bunkley-Williams (2009) mencionan que la fauna de parásitos metazoarios en *C. hippurus* comprenden 114 especies. El registro de estos autores, junto con el estudio de Vásquez-Ruiz y Jara-Campos (2012) determinaron que la fauna de copépodos parásitos en *C. hippurus* está constituida por 25 especies, siendo los géneros *Caligus* y *Pennella* los más comunes. De estos estudios, dos fueron en el Océano Atlántico (Dyer *et al.*, 1997; Williams y Bunkley-Williams, 1996), dos en el mar Mediterráneo (Carbonell *et al.*, 1999; Öktener, 2008), uno en el Océano Pacífico Occidental (Liuzhou, 2003) y dos en el Pacífico Oriental (Edmondson, 1946; Vásquez-Ruiz y Jara-Campos, 2012). Algunos de

estos estudios mostraron resultados contradictorios en cuanto a la relación entre la variable biológica talla y los parámetros de infección de los copépodos parásitos de *C. hippurus* (Burnett-Herkes, 1974; Castro-Marques y Ramos-Alves, 2011; Vásquez-Ruiz y Jara-Campos, 2012). Por ejemplo, Burnett-Herkes (1974) (n=145) encontró que todas las especies de parásitos, excepto *Caligus bonito* y *Charopinopsis quaternia*, mostraron un incremento en la intensidad con el aumento de la talla de los hospederos. Castro-Marques y Ramos-Alves (2011) (n=68) encontraron que no existe relación entre la talla del hospedero y los parámetros de infección de las especies de parásitos. Mientras que Vásquez-Ruiz y Jara-Campos (2012) (n=13) encontraron una tendencia a prevalencias bajas en tallas superiores a los 83 cm. Probablemente estos resultados contradictorios se deben a muestreos puntuales en el tiempo con tamaños de muestras pequeños.

Solo el estudio de Carbonell *et al.* (1999) contempla un tamaño de muestra grande (n=648) colectados durante siete meses diferentes en un período de tres años. Estos autores sugieren que la presencia de las especies de ectoparásitos podría estar influenciada por la temperatura del mar, sin embargo, sus resultados no son conclusivos debido a la falta de un diseño de muestreo sistemático en el tiempo, lo que impide determinar de manera acertada cómo varían las comunidades de parásitos de *C. hippurus* temporalmente y si se presentan cambios en sus poblaciones o comunidades influenciados por variables ambientales.

En la región tropical los trabajos de comunidades de parásitos de peces marinos son escasos y aún más los de comunidades de parásitos de peces migratorios y con un alto valor comercial. Este conocimiento es de gran utilidad en pesquerías, debido a que las poblaciones de parásitos que son frecuentes y abundantes pueden ayudar a determinar poblaciones de peces (Mosquera *et al.*, 2000). Por ejemplo, Lester *et al.* (1985) y Mele *et al.* (2014) discriminaron *stocks* de peces mediante los parásitos frecuentes y abundantes de diferentes especies de hospederos. Además, Mosquera *et al.* (2003) enfatizaron la importancia del uso de los parásitos para determinar migraciones de peces, por lo cual, mencionaron que el uso de los parásitos se considera como uno de los requisitos previos para la gestión racional de las pesquerías. Por otro lado, las poblaciones de parásitos también pueden ser usadas como indicadores biológicos tales como la dieta, los hábitos alimentarios de los peces y la filogenia del hospedero (Williams *et al.*, 1992). Por estas razones, resulta importante conocer la relación parásito-hospedero, principalmente en

especies de gran importancia económica debido a sus aplicaciones en el manejo del recurso pesquero.

El dorado *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758 (Osteichthyes: Coryphaenidae) es un depredador epipelágico que habita aguas tropicales y subtropicales (Zuñiga-Flores *et al.*, 2008). Palko *et al.* (1982) y Norton y Crooke (1994) mostraron que la abundancia y la distribución de la especie dependen de los cambios en las condiciones oceanográficas, especialmente la temperatura superficial del océano. *Coryphaena hippurus* soporta pesquerías comerciales (industrial y artesanal) y deportivas en el mar Mediterráneo, mar Caribe y en el océano Pacífico Tropical Oriental, a la vez que constituye una especie con gran potencial acuícola en estas regiones (Patterson y Martínez, 1991; Campos *et al.*, 1993; Norton y Crooke, 1994; Massutí y Morales-Nin, 1995; Arocha *et al.*, 1999; Lasso y Zapata, 1999; Mahon y Oxenford, 1999; Schwenke y Buckel, 2008; Williams y Bunkley-Williams, 2009). Particularmente en Ecuador, *C. hippurus* es uno de los principales recursos pesqueros (Patterson y Martínez, 1991), siendo la especie pelágica más capturada en los últimos años (SRP, 2012; MAGAP, 2013). La captura total de esta especie, de acuerdo a las estadísticas pesqueras del período 2007 al 2013 fue de 60,542 t, con un promedio de captura anual de 8,648 t, representando el 53.6% del total de desembarque de pelágicos mayores del Ecuador (MAGAP, 2013). Los estudios de dinámica de las poblaciones y comunidades de parásitos donde se incluyen variables ambientales se han realizado únicamente para especies de pelágicos menores que no representan un valor comercial muy alto. En este sentido, la presente investigación aporta conocimientos acerca del registro taxonómico de copépodos parásitos y de la variabilidad de las poblaciones y comunidades de copépodos parásitos en *C. hippurus* en función de las variables ambientales, temperatura superficial del mar y precipitación, lo cual puede ser utilizado en posteriores estudios de pesquerías o acuicultura.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A pesar de que existen estudios y registros taxonómicos de los parásitos asociados a *C. hippurus*, Williams y Bunkley-Williams (2009) detectaron que tales estudios presentan errores y omisiones. Estos autores determinaron que la fauna de parásitos metazoarios de *C. hippurus* comprende 114 especies, de las cuales 24 son copépodos. Posteriormente, Vásquez-Ruiz y Jara-Campos (2012) anexaron una especie de parásito a este hospedero,

lo cual determina que la fauna de copépodos parásitos en *C. hippurus* comprende 25 especies. Sin embargo, la riqueza y composición de las especies difiere entre áreas geográficas, siendo *Caligus bonito*, *C. coryphaenae* y *Euryphorus nordmanni*, las únicas especies que se comparten mayormente entre áreas geográficas. Por otro lado, a pesar de que varios autores han estudiado la composición de especies de copépodos parásitos en *C. hippurus*, ninguno incluye relaciones entre la dinámica de las comunidades y las poblaciones de copépodos parásitos con variables ambientales o temporadas climáticas. Un ejemplo de esto se muestra en el estudio realizado por Carbonell *et al.* (1999), quienes estudiaron la fauna de parásitos de *C. hippurus* desembarcados en el mar Mediterráneo. En este estudio, los datos no se obtuvieron sistemáticamente en el tiempo, por lo cual, a pesar de tener un tamaño de muestra alto, fue imposible realizar asociaciones entre la comunidad y/o las poblaciones de parásitos con variables ambientales.

El conocimiento de la parasitofauna ha sido utilizado para diferenciar poblaciones de peces de una misma especie que habitan diferentes áreas geográficas (Mosquera *et al.*, 2000), y permite conocer aspectos de la biología y ecología del hospedero (Williams *et al.*, 1992; Mosquera *et al.*, 2003). Además, su conocimiento es necesario antes de establecer áreas de maricultura con el fin de implementar medidas de prevención de patógenos. Es por estas razones que resulta necesario realizar estudios que contribuyan a conocer la comunidad de copépodos parásitos en *C. hippurus*, determinar los índices parasitológicos de cada especie de parásito y determinar si las poblaciones de parásitos responden a la variabilidad temporal del área de estudio. Por lo tanto se plantean las siguientes preguntas:

3.1. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Qué especies componen la comunidad de copépodos parásitos de los dorados *Coryphaena hippurus* desembarcados en Playita Mía?, ¿Cuáles son los parámetros de infección de estas especies de copépodos?, ¿Existen cambios en los parámetros de infección de las poblaciones de copépodos parásitos de *C. hippurus* a lo largo del tiempo?, de ser así ¿Estos cambios se deben a la temporalidad climática? y ¿Cuáles son las variables abióticas que regulan la abundancia y/o prevalencia de estas poblaciones de copépodos parásitos?

3.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Caracterizar a la comunidad de copépodos parásitos del dorado *Coryphaena hippurus* en el desembarcadero de Playita Mía (Manta, Manabí) durante un ciclo anual.

Objetivos Específicos

- Identificar las especies de copépodos parásitos de *Coryphaena hippurus*.
- Calcular los parámetros de infección mensual asociados a cada una de las especies de copépodos parásitos durante un ciclo anual.
- Determinar la estructura de la comunidad de copépodos parásitos a nivel de infracomunidad y comunidad componente.
- Determinar la variabilidad temporal de las poblaciones de copépodos parásitos con relación a las temporadas climáticas del año.

4. JUSTIFICACIÓN

En Ecuador, las especies de pelágicos mayores más comercializados pertenecen a las familias Coryphaenidae, Scombridae, Istiophoridae, Xiphidae y Gempylidae. El volumen de desembarque de estas familias durante el periodo 2007 a 2013 fue de 11,2875.3 t, siendo la familia Coryphaenidae la que presenta los mayores volúmenes de captura 60,542.1 t. (Figura 1), representando el 53.6% del total de desembarque de peces pelágicos mayores según el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca de Ecuador (MAGAP, 2013).

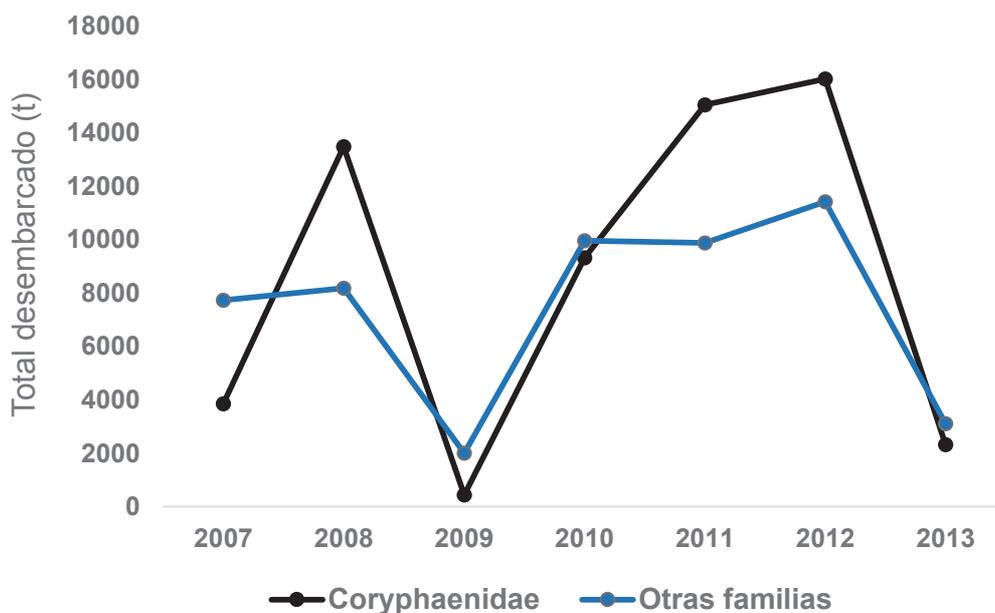


Figura 1. Total de toneladas de peces pelágicos mayores desembarcados en el puerto de Manta durante el período 2007-2013. Línea negra indica la familia Coryphaenidae; Línea gris incluye las familias Scombridae, Istiophoridae, Xiphidae y Gempylidae. Modificado del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca de Ecuador (2013).

A nivel mundial se han estudiado diversos aspectos ecológicos, biológicos y pesqueros del dorado *C. hippurus*. Por ejemplo, estudios de ecología se han realizado en Costa Rica (Campos *et al.*, 1993), México (Aguilar-Palomino, 1993; Tripp-Valdez, 2005), Panamá, Colombia y Venezuela (Olson y Galván-Magaña, 2002), mar Mediterráneo (Massutí *et al.*, 1998) y mar Caribe (Oxenford y Hunte, 1999). Estudios de biología se han realizado en Estados Unidos, México y mar Caribe (Oxenford, 1999); edad y crecimiento en México (Alejo-Plata *et al.*, 2011) y Ecuador (Bravo-Vásquez y Balarezo-Cedeño, 2012); reproducción en Florida (Beardsley, 1967) y Carolina del Norte (Schwenke y Buckel, 2008); longitud, peso y sexo en México (Madrid y Beltrán-Pimienta, 2001); distribución en Estados Unidos (Farrell *et al.*, 2014), México (Gibbs y Collette, 1959; Norton, 1999; Sánchez-Reyes, 2008); migraciones en Estados Unidos (Merten *et al.*, 2014); filogeografía en los océanos Pacífico, Atlántico, Índico, y en el mar Mediterráneo (Díaz-Jaimes *et al.*, 2010); genética poblacional en México (Rosales-Morales, 2007) y Colombia (Caetano-Nunes, 2013); pesquería en Panamá y Colombia (Lasso y Zapata, 1999), Venezuela (Arocha *et al.*, 1999), Ecuador (MAGAP, 2009) y Perú (Solano-Sare *et al.*, 2008), Italia (FAO, 2011), México (Zúñiga-Flores *et al.*, 2008), mar Caribe (Mahon y Oxenford, 1999) y Ecuador (Patterson y Martínez, 1991; Herrera *et al.*, 2010). Este

panorama muestra una mayor concentración de estudios en el océano Pacífico Oriental enfocados principalmente a ecología y pesquería, sin embargo, existe una carencia de estudios de taxonomía y ecología de parásitos en el dorado que habita dicha zona geográfica. Frente a este panorama es importante conocer e identificar las especies de ectoparásitos que infectan a *C. hippurus*, así como determinar las posibles asociaciones de las poblaciones o la comunidad de parásitos con variables ambientales. Este conocimiento es importante debido al alto valor económico de *C. hippurus* y su potencial como un recurso acuícola en Ecuador.

5. HIPÓTESIS

Dado que Ecuador se encuentra ubicado en la zona tropical, y que la variabilidad ambiental en esta zona se caracteriza por presentar cambios ambientales leves comparados con las zonas templadas, la estructura de la comunidad y la dinámica de las poblaciones de copépodos parásitos de *C. hippurus* se mantendrán estables entre temporadas climáticas.

6. METODOLOGÍA

6.1. Área de estudio

En el presente estudio se seleccionó el puerto de Manta para la obtención de muestras debido a que este es el principal puerto de desembarque de peces pelágicos mayores de Ecuador. Este desembarcadero está ubicado en la ciudad de Manta ($0^{\circ}47'0.92''S$ - $80^{\circ}42'29.47''O$), provincia de Manabí, Ecuador. Las muestras fueron obtenidas únicamente de peces frescos, la frescura de los peces se determinó visualmente, considerando las siguientes características: intensidad de coloración y brillo de la piel, coloración rojo intenso y brillo de las branquias, transparencia y brillo de la córnea (Figura 2). De acuerdo a Gibbs y Collette (1959) la coloración general del dorado *C. hippurus* en el medio marino es azul turquesa con reflejos amarillos. Una vez capturados, cambian rápidamente de color, siendo predominante el amarillo, y observándose el azul turquesa sólo al principio (Figura 2A). Después de muertos, estos colores desaparecen y su cuerpo se torna plateado uniforme (Figura 2B).

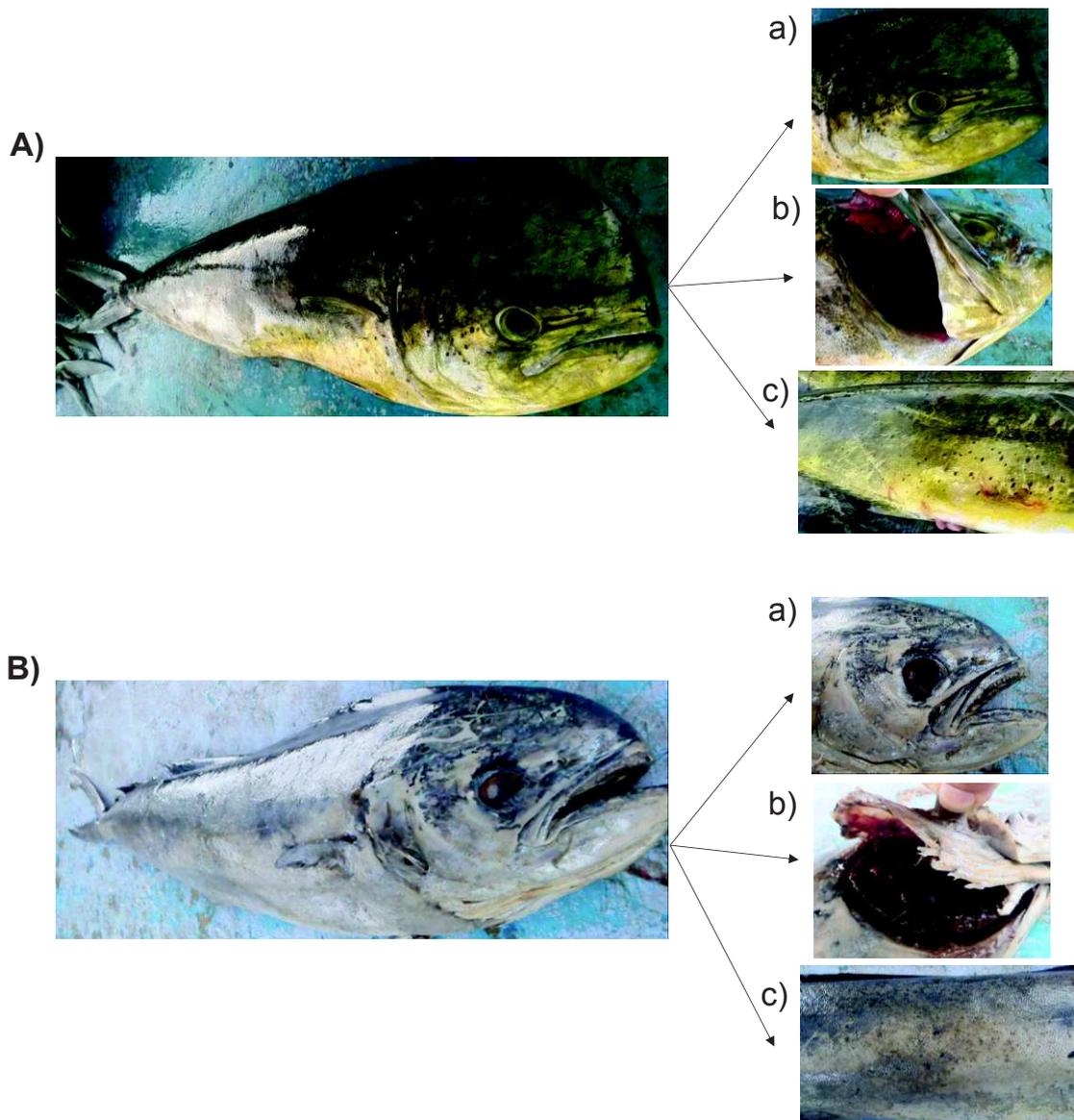


Figura 2. Ejemplares *Coryphaena hippurus* desembarcados en Playita Mía. A) Dorado fresco: a) Ojo b) Branquias c) Coloración de la piel. B) Dorado no fresco: a) Ojo b) Branquias c) Coloración de la piel.

En Ecuador anualmente se presentan dos temporadas climáticas claramente diferenciadas, una lluviosa y otra seca. La temporada lluviosa, que va desde enero hasta mayo, tiene un clima cálido, con precipitaciones promedio de 108.8mm, presentando un pico de lluvias en el mes de enero de 127.4mm (INOCAR, 2014). La temperatura superficial del mar (TSM) promedio durante esta temporada climática es de 25.3°C, la cual se debe a la corriente cálida de Panamá, y en ocasiones a la corriente cálida de El Niño (Grenier, 2007; INOCAR, 2011). La temporada seca se presenta desde junio hasta diciembre, con precipitaciones promedio de 19.3 mm. La TSM promedio es de 23.4°C, influenciada

principalmente por la corriente fría de Humboldt (Grenier, 2007; INOCAR, 2011; INOCAR, 2014).

6.2. Metodología de recolección, procesamiento de muestras y análisis de datos

6.2.1. Fase de campo

Los muestreos se llevaron a cabo mensualmente, desde diciembre de 2013 hasta diciembre de 2014, en el mercado de peces de Playita Mía durante el proceso de fileteo de dorados *C. hippurus*. Cada pez fue revisado *in situ* en la parte interna del opérculo y en la cavidad bucal en búsqueda de copépodos parásitos. Los copépodos observados fueron guardados en tubos eppendorf de 2 ml con alcohol al 70%. Los arcos branquiales de cada pez revisado se conservaron individualmente en bolsas de cierre plástico, y se transportaron en neveras con hielo al laboratorio de Recursos Marinos del DCI, ULEAM para su posterior revisión. Cada muestra (tubo y bolsa) fue identificada con la fecha de muestreo, el número de muestra y la talla del hospedero. Para cada ejemplar se registró la longitud total (LT) con una cinta métrica y las medidas están dadas en centímetros (cm).

6.2.2. Fase de laboratorio

Las branquias se retiraron de las bolsas y se colocaron en cajas Petri con alcohol al 30% para ser examinadas bajo el microscopio estereoscopio. Los copépodos parásitos fueron removidos y colocados según la especie en tubos eppendorf con alcohol al 96% para su conservación. Para cada especie se registraron los siguientes datos: número de muestra (hospedero), identificación taxonómica, nombre científico del hospedero, fecha y localidad del muestreo. Cada individuo copépodo fue limpiado y montado en un portaobjeto para su identificación en el microscopio óptico. Las especies de copépodos se guardaron en la colección de referencia del proyecto “Ocurrencia de copépodos parásitos en peces marinos de importancia económica en Ecuador”. Todos estos datos fueron respaldados en una bitácora y digitalizados en hojas de cálculo en el programa Excel.

6.2.3. Identificación taxonómica

Para la identificación se observaron detalladamente todas las estructuras morfológicas, en especial las patas, antenas, bifurcación esternal y la relación longitud total y tamaño del abdomen (Figura 3). Adicionalmente, se dibujaron las especies de copépodos parásitos

en el microscopio óptico con tubo de dibujo. Una vez identificados, fueron preservados en alcohol al 96%, contabilizados y guardados para estudios posteriores.

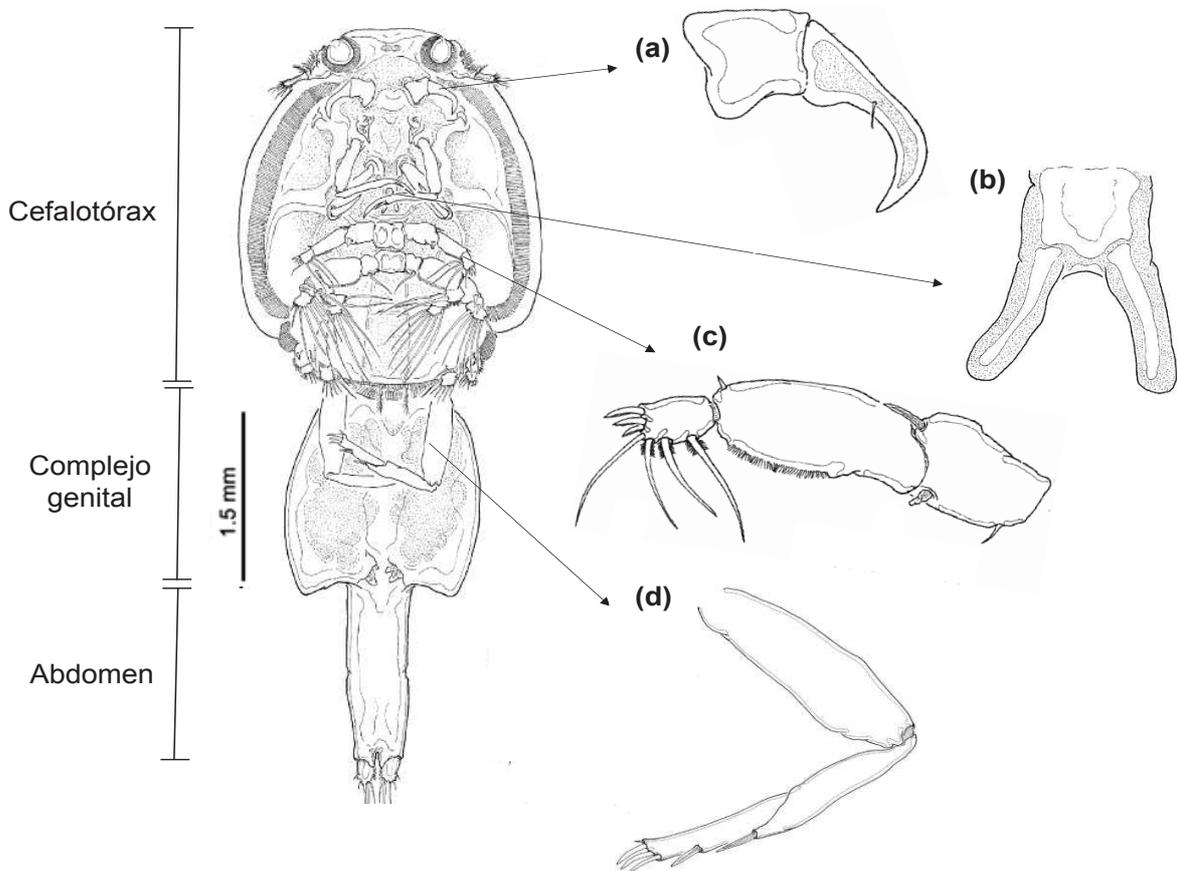


Figura 3. Morfología general de la hembra *Caligus tenuifurcatus* Wilson, 1937. En la izquierda se muestran los tres segmentos: Cefalotórax, Complejo genital y Abdomen. En la derecha se muestran las principales estructuras para la identificación de las especies de la familia Caligidae (a) Antena; (b) Furca esternal; (c) Pata 1; (d) Pata 4. Modificado de Suárez-Morales *et al.* (2008).

6.2.4. Análisis de datos

Mediante un análisis de regresión lineal se evaluó la relación talla del hospedero y abundancia de copépodos parásitos con el fin de determinar si existe una agregación de parásitos en relación a la talla del hospedero. Se considera que existe una relación lineal entre estas dos variables si el R es mayor a 0.5 y el $p < 0.05$. Una vez determinado si el número de parásitos es dependiente o independiente de la longitud del individuo se calcularon los parámetros de infección, los índices de diversidad y se analizaron las poblaciones de los copépodos parásitos más frecuentes y abundantes respecto a las variables temperatura superficial del mar y precipitación mensual.

6.2.4.1. Parámetros de infección

Los indicadores parasitológicos prevalencia, abundancia media e intensidad promedio se calcularon según Bush *et al.* (1997). En donde la prevalencia es la proporción de la población de hospederos infectada por una especie de parásito, la abundancia media es el número promedio de una especie de parásito en la muestra de hospederos revisados y la intensidad promedio es el número promedio de una especie de parásito en los hospederos infectados de la muestra analizada. Estos cálculos se realizaron mensualmente y por temporadas climáticas (lluvias y secas).

6.2.4.2. Descriptores de comunidades

La comunidad de copépodos parásitos del dorado se estudió a nivel de infracomunidad y a nivel de comunidad componente siguiendo la terminología de Bush *et al.* (1997). En donde la infracomunidad son todas las especies de parásitos encontrados en un hospedero y la comunidad componente son todas las especies de parásitos halladas en una población de hospederos analizados. A nivel de infracomunidad se determinaron los siguientes índices de diversidad:

Riqueza específica de especie: Calculado como el número promedio de especies de parásitos presentes en cada hospedero examinado (Kennedy, 1993).

Diversidad: Calculado mediante el índice de diversidad de Brillouin, que es utilizado cuando todas las poblaciones de la comunidad han sido muestreadas (Magurran, 1988). Este índice está dado por la siguiente fórmula:

$$HB = \frac{\ln N - \sum \ln n_i!}{N}$$

Donde; N es el número de individuos totales y n_i es el número de individuos de la especie i .

Índice de dominancia: Especie de parásito cuya abundancia domina en la mayoría de los peces (muestras) examinados.

A nivel de comunidad componente se calcularon los siguientes índices de diversidad:

Riqueza de especies: Calculado como el número total de especies de parásitos en una muestra de hospederos (Kennedy, 1993).

Diversidad: Calculado mediante el índice de Shannon-Wiener, el cual es utilizado cuando no es posible muestrear por completo una población (Magurran, 1988). Este índice está dado por la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log p_i$$

Dominancia: Calculado mediante el índice de Berger-Parker, el cual determina la especie más abundante respecto al número total de individuos de parásitos en una muestra (Magurran, 1988). Este índice está dado por la siguiente fórmula:

$$d = \frac{N_{máx.}}{N_T}$$

Donde; $N_{máx}$ = número de individuos de la especie de parásito más abundante

N_T = total de individuos en la muestra.

6.2.4.3. Variabilidad temporal de la comunidad de copépodos parásitos

El efecto de las temporadas climáticas (secas y lluvias) sobre la prevalencia se determinó mediante una prueba de G o análisis de tabla de contingencia 2x2 con una prueba de chi-cuadrado ($p < 0.05$). Mientras que el efecto de la temporada climática sobre la abundancia media, intensidad promedio e índices de diversidad se determinó mediante un análisis de varianza de una vía (ANOVA) o una prueba de Kruskal-Wallis, una vez se determinó la normalidad de las variables. Esta normalidad se determinó mediante un análisis de Kolmogorov-Smirnov (Sokal y Rohlf, 1998).

Con el fin de detectar si las comunidades de copépodos parásitos responden a la variabilidad temporal (secas y lluvias) se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS). Este método ha sido recomendado como la mejor técnica de ordenamiento debido a que representa relaciones complejas con una alta exactitud en menos dimensiones (Clarke y Warwick, 2001). El NMDS calcula una matriz de similitud basada en el índice de Bray Curtis. La bondad del ajuste de la representación espacial se mide mediante el valor de *stress*. Un valor de *stress* de 0.01 representa un

valor de ajuste excelente, de 0.01 a 0.05 es bueno, 0.05 a 0.10 es correcto, 0.10 a 0.15 es moderado y mayor a 0.15 es pobre. Para probar el nivel de significancia de los grupos formados en el NMDS se realizó un análisis de similitud (ANOSIM). El estadístico del ANOSIM es un valor de R que varía de -1 a 1, donde valores cercanos a 0 indican completa aleatoriedad en los datos (Clarke, 1993).

Para analizar si las poblaciones de parásitos muestran cambios en función de las variables ambientales, temperatura superficial del mar y precipitación, se realizó una correlación cruzada con las variables prevalencia y abundancia media de los copépodos parásitos frecuentes y abundantes. Este análisis provee una medida de la similitud entre dos señales a lo largo del tiempo y determina la extensión a la cual las señales exhiben variaciones periódicas correlacionadas (Olden y Neff, 2001). Se define como señales la variable biológica y la ambiental a lo largo del tiempo. El desfase o “lag” con el coeficiente de correlación más alto se tomó como el tiempo de desfase de dichas señales (Wei, 1990). Estos análisis se realizaron con el programa Statistica 7.0. La variable ambiental temperatura superficial del mar se obtuvo de imágenes de satélite del sitio de internet <http://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap> utilizando el lenguaje de programación R (R Development Core Team, 2007). Para estos datos se consideró un área geográfica del Pacífico ecuatorial (1°N-5°S, 81°E-93°O) (Figura 1). Los datos consistieron en los valores promedios mensuales derivados de imágenes satelitales del sensor AVHRR (Advance Very High Resolution Radiometer) con una resolución espacial de 0.1°. Mientras que los datos de precipitación mensual se obtuvieron de las estaciones meteorológicas de Ecuador (INOCAR, 2014) (Figura 4).

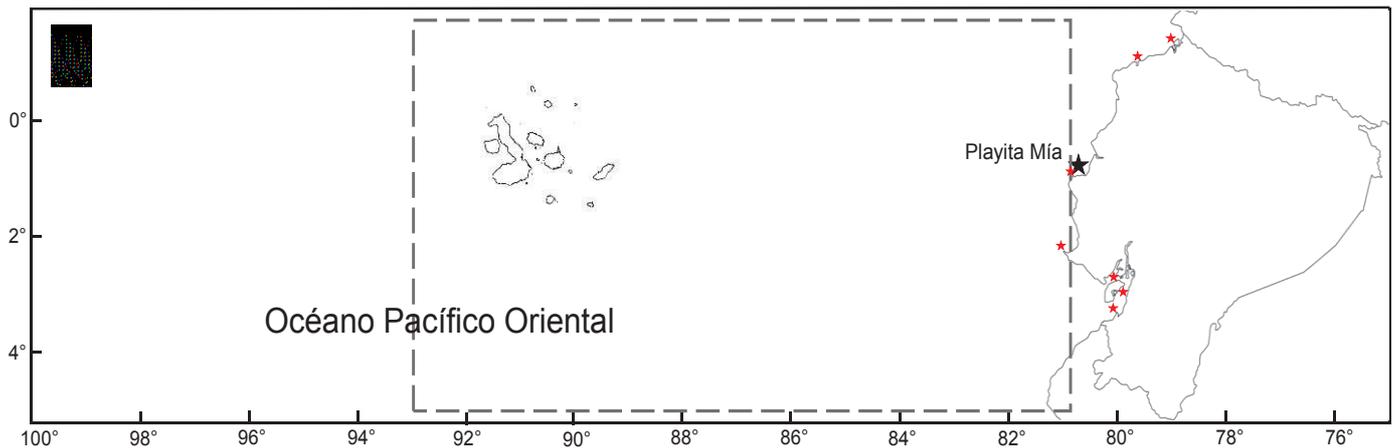


Figura 4. Área geográfica utilizada para la toma de información ambiental. La estrella en negro muestra la ubicación del desembarcadero de Playita Mía de la ciudad de Manta. El cuadro de líneas discontinuas señala el área geográfica de la cual se obtuvieron los datos de la temperatura superficial del mar. Las estrellas rojas indican las estaciones meteorológicas de donde se obtuvieron los datos de precipitación, en forma descendente, los puertos San Lorenzo, Esmeraldas, Manta, La Libertad, Guayaquil, Puná y Puerto Bolívar.

7. RESULTADOS

La longitud total de los dorados *C. hippurus* varió de 51.4 a 135 cm (72.98 ± 12.71), mostrando diferencias significativas entre meses ($F_{(11, 603)}=18.96$; $p<0.05$) y entre temporadas climáticas (lluvias y secas) ($F_{(1, 613)}=52.41$; $p<0.05$). Sin embargo, el análisis de regresión lineal no mostró una correlación entre la longitud total y la abundancia total de copépodos parásitos ($r=-0.08$, $p<0.05$), la abundancia de *Charopinopsis quaternia* ($r=0.001$, $p>0.05$) y la abundancia de *Euryphorus nordmanni* ($r=0.03$, $p>0.05$). La longitud total del hospedero mostró una leve correlación inversa con la abundancia de *Caligus bonito* ($r=-0.17$, $p<0.05$). Por lo tanto, los análisis estadísticos para determinar si los parámetros de infección varían de acuerdo a la temporada climática incluyen todos los peces revisados sin diferenciar grupos de tallas.

7.1. Registro taxonómico de copépodos parásitos en *C. hippurus*

Se revisó un total de 615 hospederos en los cuales se encontraron 4,632 individuos copépodos parásitos. Estos parásitos pertenecen a las familias Caligidae, Lernaepodidae y Pennellidae todas incluidas en el orden Syphonostomatoida. En total se encontraron 9 especies de copépodos parásitos *Caligus bonito*, *C. productus*, *C. coryphaenae*, *C. belones*, *Euryphorus nordmanni*, *E. brachypterus*, *Lepeophtheirus* sp., *Charopinopsis quaternia* y *Lernaenicus* sp. (Tabla 1).

El 89.4% (550) de los peces revisados estuvieron infectados por al menos una especie de copépodo parásito. De las 9 especies de parásitos, *Caligus bonito* y *C. quaternia* presentaron las prevalencias (82.8%, 31.9%), intensidad promedio (6.57, 5.89) y abundancia media (5.46, 1.89) más altas, respectivamente. *Euryphorus nordmanni* se observó durante los meses de abril (3.7%), mayo (6.7%), julio (50%) y septiembre (5.9%) sin embargo, se registró un pico (50%) durante el mes de julio, siendo la intensidad promedio elevada durante este mes para dicha especie (5.25 ± 5.66). *Caligus belones*, *C. coryphaenae*, *C. productus*, *E. brachypterus*, *Lepeophtheirus* sp. y *Lernaeenicus* sp. presentaron los parámetros de infección más bajos durante el tiempo de muestreo.

Tabla 1. Registro taxonómico de copépodos parásitos en el dorado *Coryphaena hippurus* (n=615). Para cada especie de copépodo se presentan los parámetros de infección anuales y por temporada climática. En orden descendente se muestra la prevalencia (%), abundancia media \pm D.E. (desviación estándar) e intensidad promedio \pm D.E. (desviación estándar). Los números entre paréntesis al lado de cada temporada climática corresponden al tamaño de muestra (peces revisados). N/D: No dato.

Especie de copépodo parásito	Anual (n=615)	Temporadas climáticas	
		Lluvias (n=228)	Secas (n=387)
<i>Caligus bonito</i> ^A Wilson, 1905	82.82	70.61	90.44
	5.46 \pm 4.99	4.06 \pm 4.42	6.28 \pm 5.12
	6.57 \pm 4.99	5.75 \pm 4.24	6.94 \pm 4.94
<i>Charopinopsis quaternia</i> ^A (Wilson, 1935)	31.93	32.89	31.52
	1.89 \pm 5.66	1.80 \pm 4.82	1.94 \pm 6.11
	5.89 \pm 5.71	5.47 \pm 7.13	6.16 \pm 9.64
<i>Euryphorus nordmanni</i> ^A Edwards, 1840	3.24	2.19	3.88
	0.17 \pm 1.36	0.02 \pm 0.15	0.26 \pm 1.71
	5.25 \pm 2.19	1.00 \pm 0	6.67 \pm 5.91
<i>Euryphorus brachypterus</i> ^A (Gerstaecker, 1853)	0.16	0.44	0
	0.005 \pm 0.12	0.01 \pm 0.20	N/D
	3	3	0
<i>Caligus productus</i> ^A Dana, 1852	0.49	0.44	0.52
	0.05 \pm 0.07	0.004 \pm 0.07	0.01 \pm 0.07
	1 \pm 0.10	1	1 \pm 0
<i>Caligus belones</i> ^A Krøyer, 1863	0.32	0.44	0.26
	0.003 \pm 0.06	0.004 \pm 0.07	0.003 \pm 0.05
	1 \pm 0	1	1
<i>Caligus coryphaenae</i> ^A Steenstrup y Lütken, 1861	0.16	0.44	0
	0.002 \pm 0.04	0.004 \pm 0.07	N/D
	1	1	0
<i>Lepeophtheirus</i> ^A sp.	0.16	0.44	0
	0.002 \pm 0.04	0.004 \pm 0.07	N/D
	1	1	0
<i>Lernaeenicus</i> ^L sp.	0.16	0.44	0
	0.002 \pm 0.04	0.004 \pm 0.07	N/D
	1	1	0

^A: Adulto; ^L: Larva

Los copépodos parásitos más frecuentes y abundantes fueron *C. bonito*, *C. quaternia* y *E. nordmanni*. Mientras que las especies de copépodos parásitos menos frecuentes y abundantes fueron *Euryphorus brachypterus*, *Caligus productus*, *C. belones*, *C. coryphaenae*, *Lepeophtheirus* sp. y *Lernaeenicus* sp. La prevalencia de *C. bonito* mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre temporadas climáticas, mientras que para *C. quaternia* y *E. nordmanni* no se mostraron diferencias significativas entre temporadas climáticas ($p > 0.05$) (Figura 5).

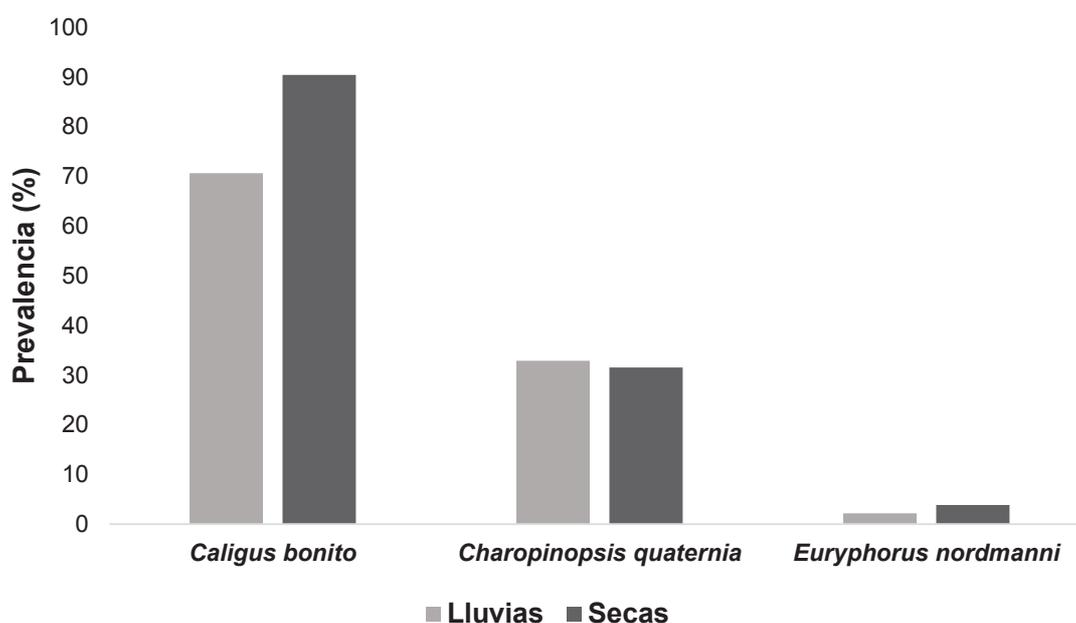


Figura 5. Prevalencia de las especies de copépodos parásitos frecuentes y abundantes entre temporadas climáticas. Barra gris: lluvias; Barra negra: secas.

Las abundancias medias de *C. bonito*, *C. quaternia* y *E. nordmanni* no presentaron distribución normal ($W_{C. bonito} = 0.89$, $p < 0.0001$; $W_{C. quaternia} = 0.39$, $p < 0.0001$; $W_{E. nordmanni} = 0.12$, $p < 0.0001$), por tal razón, los análisis para determinar la temporalidad de las poblaciones de copépodos parásitos se hicieron con una prueba no paramétrica Kruskal-Wallis. La respuesta de la abundancia media en relación a los meses y a las temporadas climáticas fue diferente para cada especie de copépodo parásito. *Caligus bonito* fue la única especie en la que su abundancia media mostró diferencias significativas entre meses ($H_{(11, 607)} = 86.54$; $p < 0.001$) y entre temporadas climáticas ($H_{(1, 607)} = 30.65$; $p < 0.001$). Mientras que las abundancias medias de *C. quaternia* y *E. nordmanni* mostraron diferencias significativas entre meses ($H_{(11, 607)} = 29.09$; $p < 0.05$;

$H_{(11, 607)} = 171.66$; $p < 0.001$), pero no entre temporadas climáticas ($H_{(1, 607)} = 0.23$; $p > 0.05$; $H_{(1, 607)} = 1.23$; $p > 0.05$) (Figura 6).

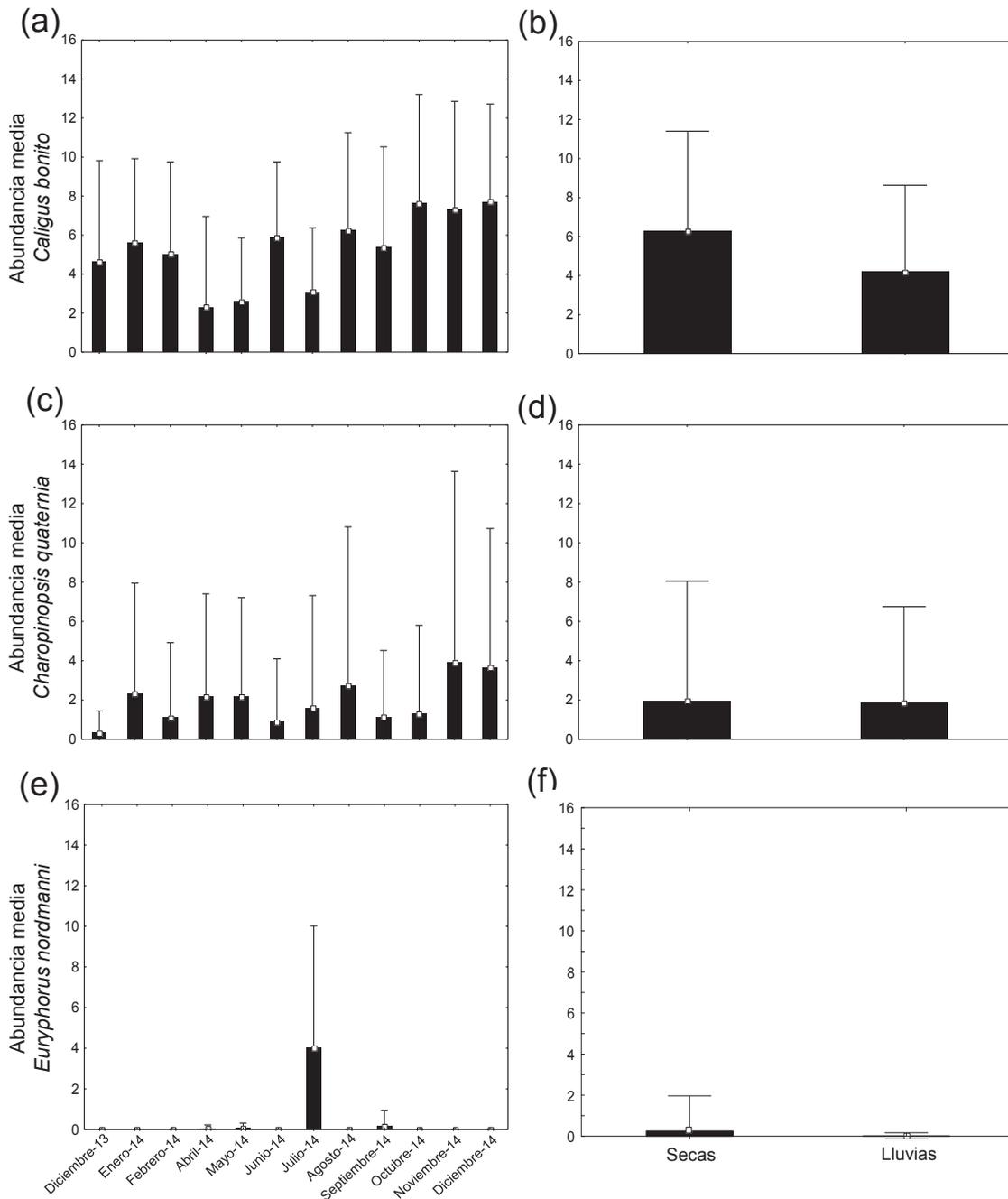


Figura 6. Abundancia media mensual y temporal de las especies de copépodos parásitos frecuentes y abundantes que componen la comunidad de parásitos del dorado *Coryphaena hippurus*. (a) abundancia media mensual de *Caligus bonito*; (b) abundancia temporal de *C. bonito*; (c) abundancia media mensual de *Charopinopsis quaternia*; (d) abundancia temporal de *C. quaternia*; (e) abundancia media mensual de *Euryphorus nordmanni*; (f) abundancia temporal de *E. nordmanni*. Los cuadrado representan el valor promedio; las cajas representan el error estándar; las barras representan \pm una desviación estándar.

La respuesta de la intensidad promedio en relación a los meses y a las temporadas climáticas fue diferente para cada especie de copépodo parásito. La intensidad promedio de *C. bonito* y *E. nordmanni* mostraron diferencias significativas entre meses ($H_{(11, 509)}= 42.48$; $p<0.001$; $H_{(3, 20)}= 8.97$; $p<0.05$) y entre temporadas climáticas ($H_{(1, 509)}= 5.88$; $p<0.05$; $H_{(1, 20)}= 7.34$; $p<0.05$). Mientras que la intensidad promedio de *C. quaternia* no mostró diferencias significativas entre meses ($H_{(11, 197)}= 7.26$; $p>0.05$) y entre temporadas climáticas ($H_{(1, 197)}= 0.52$; $p>0.05$) (Figura 7).

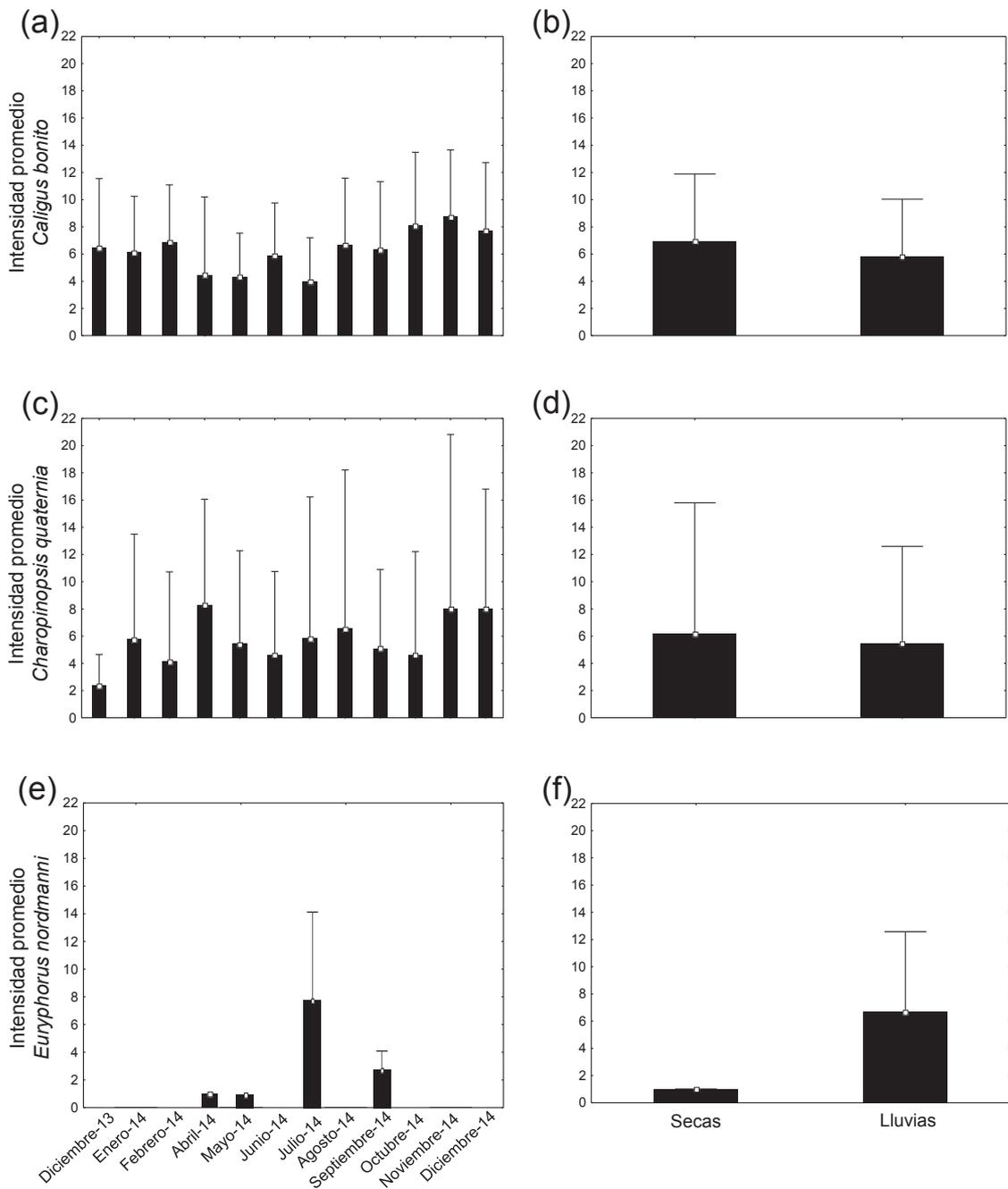


Figura 7. Intensidad promedio mensual y temporal de las especies de copépodos parásitos frecuentes y abundantes que componen la comunidad de parásitos del dorado *Coryphaena hippurus*. (a) intensidad promedio mensual de *Caligus bonito*; (b) intensidad promedio temporal de *C. bonito*; (c) intensidad promedio mensual de *Charopinopsis quaternia*; (d) intensidad promedio temporal de *C. quaternia*; (e) intensidad promedio mensual de *Euryphorus nordmanni*; (f) intensidad promedio temporal de *E. nordmanni*. Los cuadrado representan el valor promedio; las cajas representan el error estándar; las barras representan \pm una desviación estándar.

7.2. Infracomunidad

La similitud en las infracomunidades varió de cero a cien (59.29 ± 27.15). La riqueza específica en las infracomunidades varió de cero a cuatro. *Caligus bonito* fue la especie dominante a nivel de infracomunidad (448), seguida de *C. quaternia* que dominó en 73 infracomunidades. En 60.33% de las infracomunidades estuvo presente una especie de copépodo parásito, en 28.13% dos especies, en 0.65% tres especies y en 0.49% cuatro especies. El 10.24% de los hospederos no presentaron copépodos parásitos. La riqueza específica mostró diferencias significativas entre meses ($H_{(11, 607)} = 47.48$; $p < 0.0001$) y entre temporadas climáticas ($H_{(1, 607)} = 8.72$; $p < 0.05$). El número de individuos copépodos por hospedero varió de 0 a 73 (7.62 ± 7.91) y la diversidad basada en el índice de Brillouin varió de 0 a 0.72 (0.12 ± 0.19). La diversidad mostró diferencias significativas entre meses ($H_{(11, 547)} = 24.33$; $p < 0.05$), pero no entre temporadas climáticas ($H_{(1, 547)} = 0.04$; $p > 0.05$) (Figura 8).

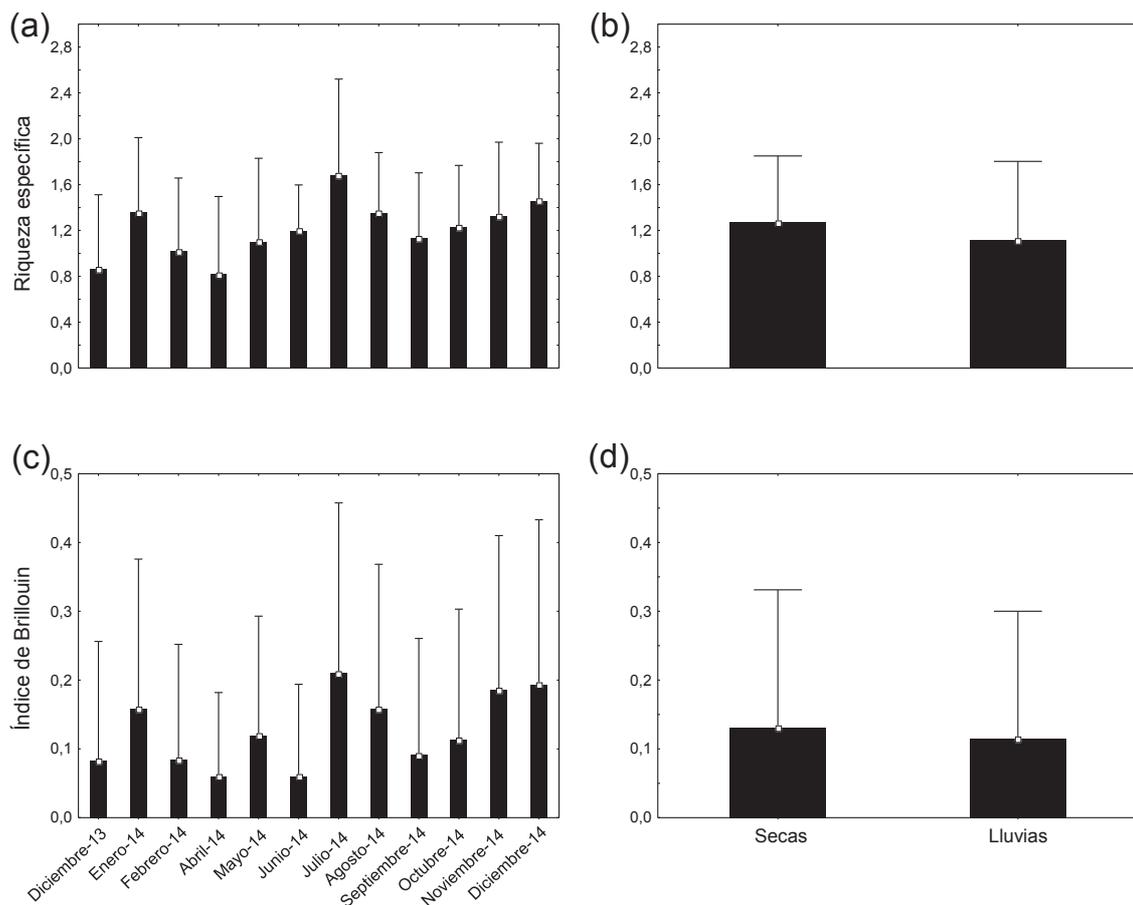


Figura 8. Variación mensual y temporal de los índices riqueza específica y el índice de diversidad Brillouin. (a) Riqueza específica mensual; (b) riqueza específica temporal; (c) índice de Brillouin mensual; (d) índice de Brillouin temporal. Los cuadrado representan el valor promedio; las cajas representan el error estándar; las barras representan \pm una desviación estándar.

7.3. Comunidad componente

La riqueza de especies fue mayor en lluvias que en secas a pesar de que el número de hospederos revisados fue menor en la temporada de lluvias. En la temporada de secas se observó un mayor número de parásitos y diversidad baja (Tabla 2). El índice de similitud muestra valores semejantes para las dos temporadas climáticas.

Tabla 2. Descriptores ecológicos de la comunidad componente de copépodos parásitos de *Coryphaena hippurus*. Los números entre paréntesis al lado de cada temporada climática corresponden al tamaño de muestra (peces revisados). En el índice de similitud se muestra el promedio, la desviación estándar (\pm D.E.) y el rango entre paréntesis (valor mínimo – valor máximo).

Descriptor	Secas (387)	Lluvias (228)
Riqueza de especies	5	9
Número de individuos	3,284	1,348
Índice de Similitud (Bray Curtis)	73.77 \pm 14,57 (45.80 – 93.85)	74.79 \pm 9.03 (63.04 – 89.29)
Índice de Shannon-Wiener	0.58	0.66
Índice de dominancia (Berger-Parker)	6.28	4.06
Especie dominante	<i>Caligus bonito</i>	<i>Caligus bonito</i>

7.4. Variabilidad temporal de la comunidad de copépodos parásitos en *C. hippurus*

Los análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) y de similitud (ANOSIM) indicaron completa aleatoriedad de los datos ($stress= 0.08$; $R= 0.07$; $p>0.05$), es decir, que la estructura de la comunidad de copépodos parásitos no responde a la variabilidad dada entre temporadas climáticas secas y lluvias (Figura 9).

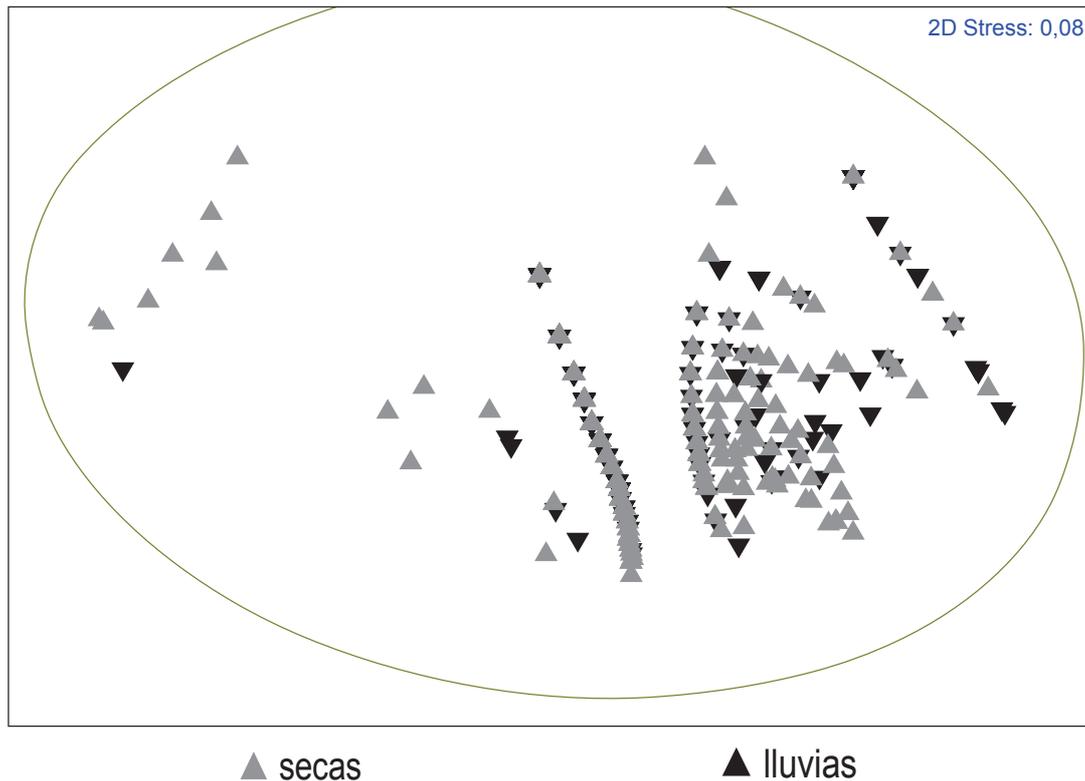


Figura 9. Ordenación del análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) de la comunidad de copépodos parásitos registrados en *Coryphaena hippurus*. Cada triángulo representa a un hospedero revisado.

7.5. Variabilidad temporal de la población de *Caligus bonito*

En el presente estudio se consideraron las temporadas climáticas de acuerdo a los valores de temperatura superficial del mar y precipitación observados durante el período de tiempo de esta investigación. La TSM fue significativamente superior ($p < 0.05$) en el período diciembre-mayo que en el período junio-septiembre, alcanzando los valores máximo y mínimo en mayo y septiembre respectivamente. La precipitación fue significativamente superior ($p < 0.05$) en el período enero-mayo que en el período junio-diciembre, alcanzando los valores máximo y mínimo en enero y noviembre respectivamente. Ambas variables presentaron diferencias significativas entre temporadas climáticas (KW $H_{(1;12)}=4.91$; $p < 0.05$; KW $H_{(1;12)}=7.03$; $p < 0.05$; KW $H_{(1;12)}=7.38$; $p < 0.05$) (Figura 10).

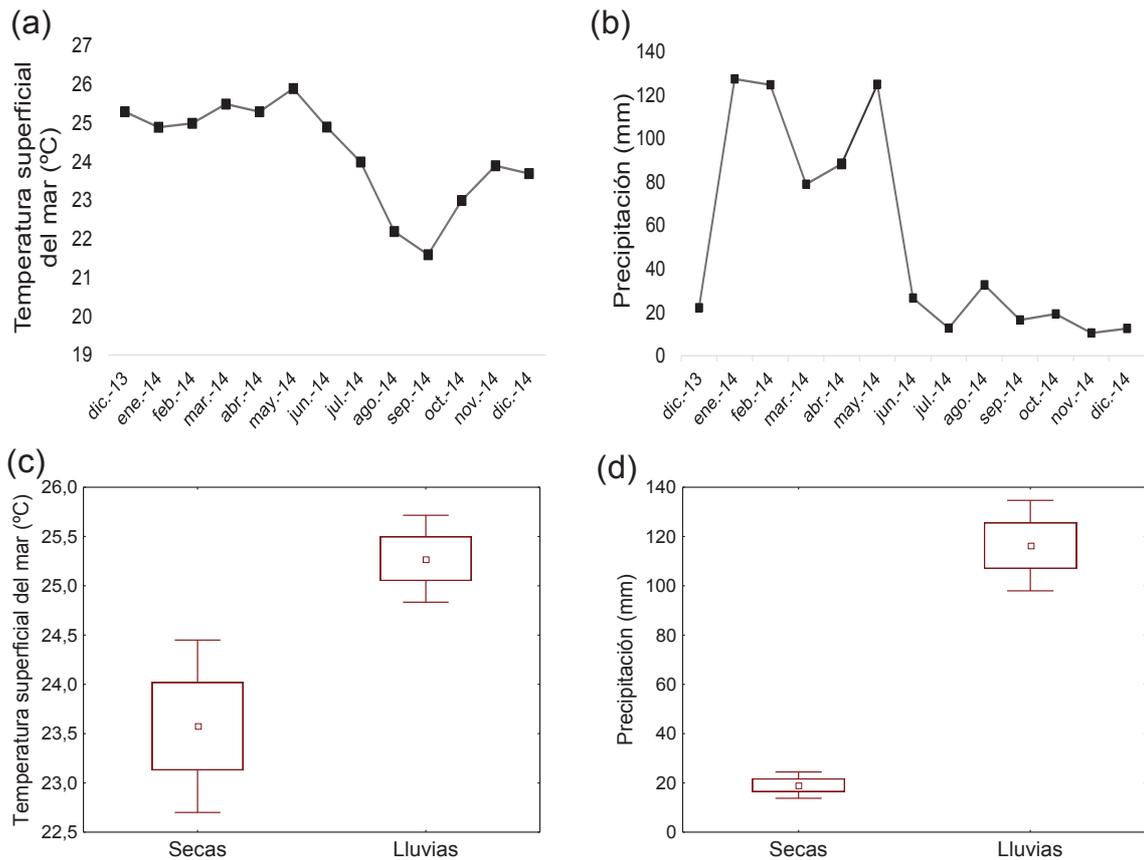


Figura 10. Variación mensual y temporal de la temperatura superficial del mar (°C) y precipitación (mm). Los cuadrado representan el valor promedio; las cajas representan el error estándar; las barras representan \pm una desviación estándar.

La variación de los parámetros de infección prevalencia y abundancia media de *C. quaternia* y la prevalencia de *C. bonito* no mostraron correlación con la temperatura superficial del mar ni con la precipitación. La dinámica de la población de *C. bonito* muestra un desfase negativo de dos meses con relación a la temperatura superficial del mar, lo cual no tiene explicación biológica. Sin embargo, la abundancia media de *C. bonito* presentó correlación negativa con la precipitación, mostrando un desfase de dos meses, es decir, desde que comienzan a variar los valores de precipitación, transcurren dos meses para que inicie la respuesta en la abundancia media de *C. bonito* (Figura 11).

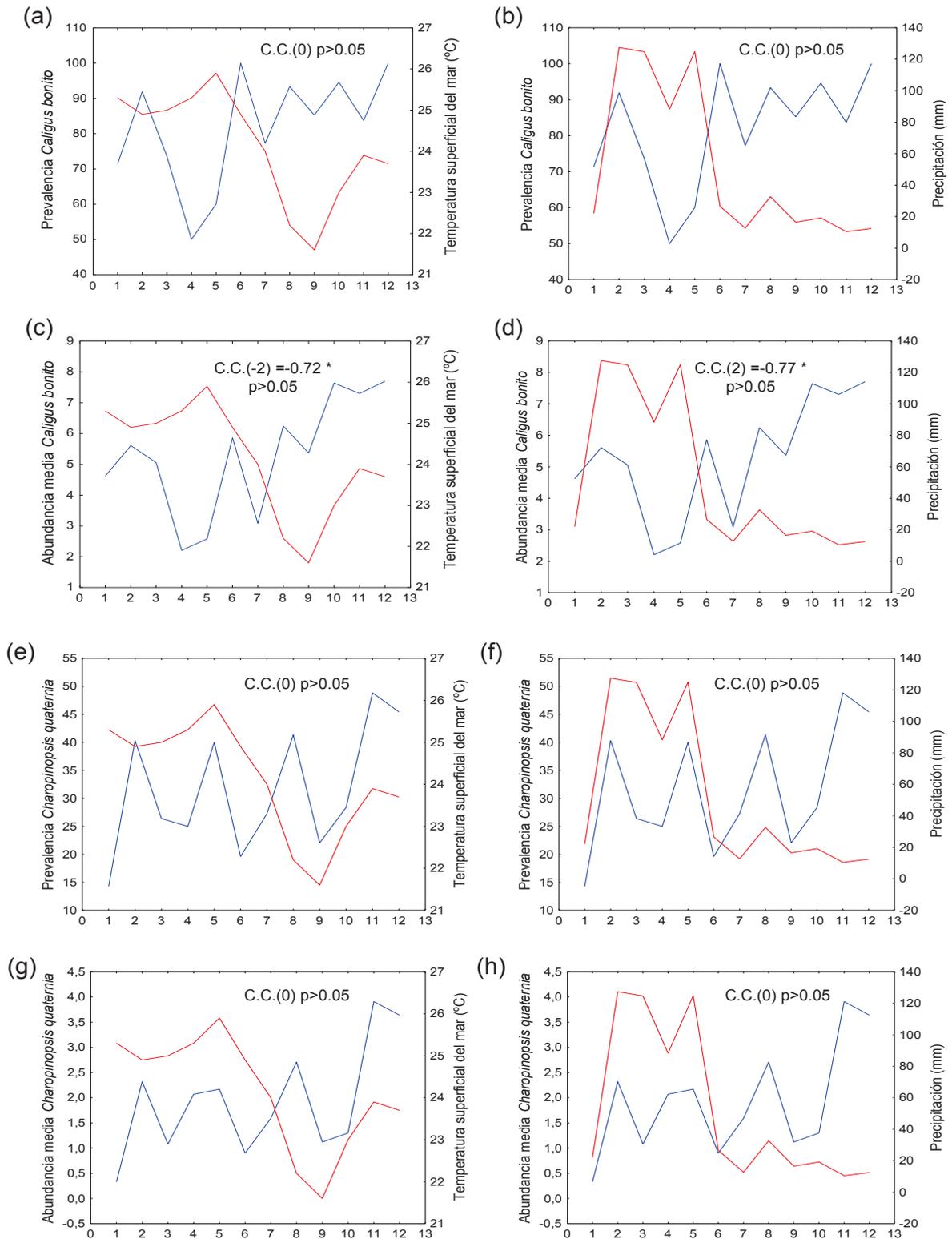


Figura 11. Correlación cruzada de los parámetros de infección prevalencia y abundancia media de *Caligus bonito* (a, b, c, d) y *Charopinopsis quaternia* (e, f, g, h) con las variables ambientales temperatura superficial del mar (°C) y precipitación (mm). C.C.: Correlación cruzada. p: nivel de significancia. Entre paréntesis se indica el desfase que existe entre la variable ambiental y la respuesta de la población de parásito. En rojo se muestra la variable ambiental. En azul la prevalencia y abundancia media de las especies de copépodos. Los asteriscos indican las correlaciones significativas entre las variables.

8. DISCUSIÓN

La consideración de un diseño de muestreo sistemático en el tiempo permitió observar que la comunidad de copépodos parásitos se mantiene estable entre temporadas climáticas; siendo *C. bonito* y *C. quaternia* el elemento predecible en la comunidad de copépodos parásitos de *C. hippurus*. Otros resultados importantes fueron: primero, el diseño de muestreo en el tiempo permitió observar tanto las especies dominantes como raras; segundo, no se encontró una estructura entre temporadas climáticas a nivel de infracomunidad; tercero, la comunidad de parásitos a nivel de comunidad componente mostró diferencias en los descriptores ecológicos de la comunidad de copépodos parásitos; y cuarto, la población de *C. bonito*, especie dominante, fue la única que mostró un patrón estacional asociado a las temporadas climáticas. Estos resultados se discuten a continuación.

8.1. Registro de especies y parámetros de infección

De las nueve especies de copépodos parásitos encontradas en este estudio, siete han sido registradas previamente en *C. hippurus*, mientras que *Lepeophtheirus* sp. y *C. belones* constituyen el primer registro en dicho hospedero. *Caligus bonito*, *C. quaternia* y *E. nordmanni* fueron especies dominantes y/o abundantes. Estas tres especies han sido registradas en *C. hippurus* del Océano Atlántico (Burnett-Herkes, 1974; Dyer *et al.*, 1997; Luque *et al.*, 1998; Castro-Marques y Ramos-Alves, 2011) y en el mar Mediterráneo (Carbonell *et al.*, 1999; Öktener y Trilles, 2009), sin embargo, el único estudio que presenta los valores de prevalencia para estas especies es el de Burnett-Herkes (1974), en donde las prevalencias de *C. bonito*, *C. quaternia* y *E. nordmanni* fueron diferentes a las encontradas en este estudio. La prevalencia de *C. bonito* fue de 15.9% en dorados del Atlántico, mientras que en este estudio fue de 82.8%. Contrario a lo encontrado para *C. quaternia* (41.4%) y *E. nordmanni* (64.8%) donde las prevalencias fueron mayores para los dorados del Atlántico que las observadas en este estudio (31.9%, 3.2% respectivamente). Esta diferencia en los valores de prevalencia entre el estudio de Burnett-Herkes (1974) y las de este estudio, probablemente se deba a la carencia de un diseño de muestreo en el trabajo de Burnett-Herkes. Los valores de prevalencia de las especies de copépodos reportadas en los dorados del Atlántico provienen de la unión de datos colectados en muestras de museo (n=29) y de muestreos puntuales de pesca comercial (n=116). Por lo tanto, esa información colapsa diferentes escalas temporales y probablemente espaciales, lo que podría brindar un valor de prevalencia sesgado.

Basado en la baja prevalencia observada, *C. coryphaenae*, *C. productus* y *E. brachypterus*, son especies raras para *C. hippurus* del Pacífico Centro-Oriental; además, este resultado constituye una ampliación de los rangos geográficos para *C. productus* y *E. brachypterus* en *C. hippurus*. *Caligus coryphaenae* y *Chondracanthus* sp. son las únicas especies de copépodos parásitos reportadas en *C. hippurus* del Pacífico Sur-Oriental (Vásquez-Ruiz y Jara-Campos, 2012). Vásquez-Ruiz y Jara-Campos (2012) encontraron una prevalencia de 46.1% de *C. coryphaenae* en *C. hippurus* de la costa peruana, valor muy superior a lo encontrado en este estudio (0.16%), lo cual puede deberse al reducido tamaño de muestra analizado por estos autores (n=13). Un resultado interesante es que *C. coryphaenae* registrado en *C. hippurus* de Perú y los de este estudio fueron observados en la misma temporada climática (lluvias); sin embargo, el diseño de muestreo sistemático en el tiempo utilizado en este estudio, permite concluir que *C. coryphaenae* es una especie rara que solo aparece en un mes del año. *Caligus productus* ha sido registrado por Burnett-Herkes (1974) en *C. hippurus* del Océano Atlántico con una prevalencia de 44.8%. Posteriormente, Dyer *et al.* (1997) y Carbonell *et al.* (1999) registraron esta especie de parásito en *C. hippurus* del Océano Atlántico y el mar Mediterráneo, respectivamente. Sin embargo, en estos dos estudios no se brinda información ecológica sobre esta especie de parásito, por lo que este estudio constituye el primero no solo en brindar información sobre la prevalencia y abundancia de *C. productus* en el Pacífico Oriental sino su variación temporal a lo largo de un año. En el presente estudio, a pesar que *C. productus* muestra prevalencias bajas estuvo presente en ambas temporadas climáticas. Probablemente, esta especie de copépodo sea incidental en *C. hippurus* ya que varios autores han reportado a *C. productus* parasitando al menos 14 hospederos de la familia Scombridae (Rohde *et al.*, 1980; Cressey y Cressey, 1980; Lester *et al.*, 1985), y posteriormente Williams y Bunkley-Williams (1996) confirma que este copépodo es una especie común en la familia Scombridae.

Euryphorus brachypterus ha sido registrada en las poblaciones de *C. hippurus* del Océano Atlántico (Castro-Marques y Ramos-Alves, 2011) con una prevalencia (22.05%) y abundancia media (0.52 ± 1.5) mayores a las registradas en el presente estudio (0.16%; 0.005 ± 0.12). Esta menor prevalencia y abundancia media puede deberse a la disponibilidad de hospederos o factores ambientales. *Euryphorus brachypterus* es una especie generalista que ha sido reportada en varias especies de peces pelágicos mayores

como *Thunnus thynnus* que habita el océano Atlántico, *T. alalunga*, especie cosmopolita y *T. maccoyii* que habita aguas templadas y frías de los océanos Atlántico, Índico y Pacífico (Jones, 1991a,b; Oldewage, 1993; Hayward *et al.*, 2007; Rodríguez-Marín *et al.*, 2008; De La Serna *et al.*, 2012). Probablemente, las migraciones de estas especies de hospederos pueden estar dispersando a *E. brachypterus* en el Pacífico Oriental. Varios autores han mencionado que las poblaciones de *T. alalunga* presentan grandes migraciones, reportándose desde el Océano Pacífico Occidental hasta el Pacífico Oriental (Jones, 1991; Comisión Interamericana del Atún Tropical CIAT, 2001; Childers *et al.*, 2011). Otro resultado interesante es que *E. brachypterus* reportado en este estudio solo estuvo presente durante la temporada de lluvias, mostrando valores de prevalencias bajas (0.16%) con respecto a las registradas en el océano Atlántico (22.05%) para la misma especie de hospedero. Probablemente la migración de especies de hospederos conocidos para *E. brachypterus* y los cambios oceanográficos que se presentan durante esta temporada, podrían favorecer la presencia de esta especie de parásito en otras especies de hospederos. Según Jones (1998) en la temporada de lluvias se observa un mayor número de especies de parásitos en nuevas especies de hospederos, favorecidos por los cambios en variables como temperatura del mar, salinidad y nutrientes que ocurren en esta temporada (Grenier, 2007; Graco *et al.*, 2007). Una explicación similar podría tener la diferencia en la prevalencia de *E. brachypterus* registrados en los dos océanos. Probablemente, esta especie es favorecida por las condiciones ambientales del Océano Atlántico, donde las salinidades son mayores y la cantidad de nutrientes es menor que en el océano Pacífico (NASA, 2011). La correlación entre parámetros de infección de copépodos y variables ambientales han sido demostradas por Morales-Serna *et al.* (2011), quienes encontraron que la salinidad del agua de la Laguna Santa María, situada en la costa del Pacífico mexicano, estuvo negativamente correlacionada con la riqueza y abundancia de copépodos parásitos.

Lepeophtheirus sp. solo se pudo identificar a nivel de género ya que no se obtuvo suficiente material para su identificación a nivel de especie, debido a que es una especie ocasional o rara que parasita a *C. hippurus* en esta zona geográfica. *Caligus belones* fue registrada por Burnett-Herkes (1974) en dorados del Atlántico; sin embargo, Williams y Bunkley-Williams (2009) hicieron una revisión taxonómica del material colectado por estos autores y concluyeron que se trataba de *C. wilsoni*. En este estudio, se reporta la presencia de *C. belones* basados en las características morfológicas de la especie como la

forma de la furca esternal, la presencia de cuatro espinas en la pata 4 y la relación cefalotórax-abdomen (Wilson, 1932). Sin embargo, los individuos de *C. belones* registrados en este estudio mostraron leves diferencias morfológicas con la descripción original de la especie (Krøyer, 1863) tales como: una capa quitinosa cubriendo la furca esternal, presencia de una espina en el centro del primer segmento del exópodo de la pata 4 y presencia de pecten en las espinas del segundo segmento del exópodo de la pata 4. Varios autores han encontrado que algunas especies de copépodos presentan variaciones morfológicas entre áreas geográficas, causadas por variaciones ambientales tales como la temperatura del agua (Williams y Bunkley-Williams, 1996; Morales-Serna *et al.*, 2015).

8.2. Comunidades de parásitos

El número de especies de copépodos parásitos observados en *C. hippurus* en este estudio (9) es similar a lo observado en otros estudios realizados en diferentes áreas geográficas como el Océano Atlántico (8) (Burnett-Herkes, 1974) y el mar Mediterráneo (7) (Carbonell *et al.*, 1999). Sin embargo, la copepofauna de *C. hippurus* es alta en relación a otras especies de pelágicos mayores. Por ejemplo, en *Thunnus alalunga* solo se han registrado tres especies de copépodos parásitos (Jones, 1991), en *Katsuwonus pelamis*, *Thunnus maccoyii* y *Auxis rochei* se han registrado dos (Lester *et al.*, 1985; Hayward *et al.*, 2007; Mele *et al.*, 2014), mientras que en *Acanthocybium solandri* se ha registrado una especie de copépodo parásito (Zischke *et al.*, 2012). En estas especies de pelágicos mayores se han registrado un total de seis especies de copépodos parásitos, de las cuales, cinco han sido previamente registradas en *C. hippurus*. La alta riqueza de especies de copépodos observada en *C. hippurus*, probablemente se deba a una combinación de hábitos de comportamiento del hospedero tales como desplazamiento en cardúmenes y migraciones dentro de la región tropical y subtropical, a diferencia de otras especies de pelágicos mayores en donde sus migraciones pasan por los límites subtropicales, lo que ocasiona un cambio brusco en las variables ambientales. Nelson y Dick (2002) mencionan que las comunidades de parásitos en peces dependen de variables biológicas como la talla y edad del hospedero, hábitos de agregación y solapamiento ecológico con otras especies de hospederos.

Las infracomunidades de copépodos parásitos en *C. hippurus* fueron: pobres en número de especies (0-4), en individuos (0-73) y en diversidad (0.12); además no mostraron una estructura entre temporadas climáticas. Varios estudios de comunidades de parásitos de

peces marinos de la región tropical han encontrado resultados similares (Kennedy *et al.*, 1986; Kennedy, 1990; Choudhury y Dick, 2000), en donde las infracomunidades de parásitos metazoarios han sido consideradas ensambles estocásticos, pobres en número de especies e individuos y poco predecibles. Este patrón parece repetirse en comunidades de copépodos parásitos de la región tropical, por ejemplo, Morales-Serna *et al.* (2011) encontraron que las infracomunidades de copépodos parásitos de *Spherooides annulatus* de la costa Noroeste de México no mostraron una estructura estacional en la comunidad. Un resultado adicional es que las infracomunidades estuvieron dominadas por *Caligus bonito*. Este patrón ha sido observado por Kennedy (1995) y Vidal-Martínez *et al.* (1998), quienes mencionan que en las comunidades de parásitos de peces marinos tropicales existe un patrón de dominancia, lo cual se convierte en el elemento predecible dentro de la comunidad de parásitos en un hospedero.

La comunidad componente de copépodos parásitos de *C. hippurus* mostró diferencias entre temporadas climáticas de los descriptores ecológicos de número de individuos, de riqueza de especies e índices de diversidad Shannon-Wiener y de similitud Bray Curtis. El número de individuos fue mayor en la temporada de secas (3,284) que en la temporada de lluvias (1,348). Esta diferencia del número de individuos entre temporadas climáticas se debió a la alta abundancia de *C. bonito* durante la temporada de secas. Probablemente el mayor número de individuos durante la temporada climática de secas se deba a la llegada de la Corriente de Humboldt. Esta corriente pasa por la costa Occidental de Suramérica durante los meses de junio a noviembre, trayendo aguas frías profundas que ascienden hacia la superficie y dejan una gran cantidad de nutrientes, lo que permite un incremento en los diferentes eslabones de la cadena trófica (INOCAR, 1983; Jones, 1998; Daneri *et al.*, 2000; Graco *et al.*, 2007). Este incremento podría aumentar la presencia de estadios larvales de copépodos parásitos al igual que la riqueza y el número de individuos de peces. Aires-da-Silva *et al.* (2014) mencionan que en los meses de julio a diciembre (secas) se observa un incremento de dorados juveniles cerca de las costas. El Comité Nacional para el Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN, 2011) menciona que durante la temporada de secas se observa una mayor diversidad de especies de peces pelágicos menores y mayores en la costa ecuatoriana. A diferencia del número de individuos parásitos, la riqueza de especies de copépodos parásitos en *C. hippurus* fue mayor durante la temporada de lluvias. Durante esta temporada climática, a las especies

C. bonito, *C. productus*, *C. belones*, *C. quaternia* y *E. nordmanni*, se suman las especies *E. brachypterus*, *C. coryphaenae*, *Lepeophtheirus* sp. y *Lernaenicus* sp, incrementando la riqueza de especies a nueve. Sin embargo, es importante destacar que estas últimas cuatro especies solo aparecen puntualmente durante la temporada de lluvias, con valores de prevalencia extremadamente bajos. Al parecer, esta mayor riqueza durante la temporada de lluvias puede estar asociada a la disminución de especies de peces que hospedan a estos parásitos. En Ecuador, las especies de túnidos son mayormente capturados en la temporada de secas que en la de lluvias (MAGAP, 2013).

A nivel de comunidad componente no se observó una estructura de la comunidad en función a las temporadas climáticas, esto concuerda con los valores del índice de similitud, los cuales muestran valores semejantes en secas (73.8) y en lluvias (74.8). El alto valor de similitud entre temporadas climáticas se debe a la presencia de *C. bonito* y *C. quaternia*, dando como resultado que la comunidad componente presente una alta estabilidad entre temporadas, siendo estas dos especies de copépodos el elemento predecible en la comunidad de copépodos parásitos de *C. hippurus*. Estas dos especies de copépodos tienen estrategias de colonización diferente, en donde *C. bonito* debido al alto número de especies que parasita es generalista, y *C. quaternia* debido a que solo parasita a *C. hippurus* es especialista. Este resultado es interesante, ya que el elemento predecible en la comunidad de copépodos parásitos de *C. hippurus* capturados en aguas ecuatoriales está constituido por una especie generalista y otra especialista. Kennedy y Bush (1994) mencionan que especies de parásitos generalistas pueden reducir el nivel de predictibilidad de las comunidades de parásitos, mientras que las especies específicas podrían producir comunidades de parásitos predecibles. Probablemente la amplia distribución y disponibilidad durante todo el año de *C. bonito* y *C. quaternia* sean las causas de esta predictibilidad. Diferentes estudios han reportado a *C. bonito* en peces pelágicos menores tales como lisas, *Mugil platanus* (13.33%) (Knoff *et al.*, 1994) y *Mugil curema* (3.23%) (Cavalcanti *et al.*, 2006), palometas *Oligoplites palometa* (3.6% y 3.57%) (Takemoto *et al.*, 1996; Takemoto y Luque, 2002) y pargos *Lutjanus griseus* (23.33%) (Fuentes-Zambrano *et al.*, 2003) y en peces pelágicos mayores tales como bonitos *Katsuwonus pelamis* (sin prevalencia) y botellitas *Auxis rochei* (sin prevalencia) (Rohde *et al.*, 1980; Jones, 1988; Mele *et al.*, 2014). González y Oliva (2006) mencionan que los parásitos generalistas pueden ser elementos predecibles en la comunidad de

parásitos siempre y cuando la especie generalista se distribuya en todo el rango de distribución de la especie de hospedero. Un resultado similar fue encontrado en comunidades de ectoparásitos de *Sebastes capensis* colectados en las costas de Chile (González y Oliva, 2006).

8.3. Variabilidad de la población de *Caligus bonito*

La abundancia media de *C. bonito* estuvo inversamente correlacionada con la precipitación, es decir, a menor cantidad de lluvias mayor abundancia de *C. bonito*. Este resultado es consistente con lo observado a nivel de comunidad componente, en donde el número de individuos de copépodos parásitos fue mayor durante la temporada de secas. Probablemente este incremento en la abundancia de *C. bonito* se deba principalmente al efecto de la productividad primaria e incremento de zooplancton producido por la corriente de Humboldt explicado anteriormente, y al incremento de la salinidad durante esta temporada. En el Pacífico ecuatoriano, durante la temporada de lluvias, se presentan los niveles más bajos de salinidad como consecuencia de las intensas precipitaciones locales y la escorrentía (INOCAR, 1983). A nivel general en Ecuador, el valor de salinidad registrado en las estaciones meteorológicas fluctúan de 18 a 34 ups durante todo el año (INOCAR, 1983). Experimentalmente, Tucker *et al.* (2000) encontraron que *Lepeophtheirus salmonis* tuvo una supervivencia, crecimiento y desarrollo significativamente superior a una salinidad de 34 ups que de 24 ups. Brazenor y Hutson (2013) encontraron que a 35 ups la eclosión de huevos de *Lernanthropus latis* tuvo mayor éxito que a 18 ups.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este es el primer estudio que determina la variabilidad de la comunidad de copépodos parásitos de *C. hippurus* en una escala temporal, considerando las variables ambientales temperatura superficial del mar y precipitación. La consideración de un diseño de muestreo sistemático en el tiempo nos permitió observar que la composición de la comunidad de copépodos parásitos de *C. hippurus*, en ambos niveles de organización, mostraron una alta similitud taxonómica entre temporadas climáticas sin embargo, los índices ecológicos riqueza de especies, número de individuos y diversidad mostraron diferencias entre temporadas. Adicionalmente, la comunidad de copépodos parásitos de *C. hippurus* capturados en la zona ecuatorial es predecible (75% de similitud) por la presencia de una especie generalista *C. bonito* y otra especialista *C. quaternia*. La continuidad de este tipo de estudios permitiría establecer medidas preventivas en el correcto manejo de los recursos marinos y en sanidad animal.

10. REVISIÓN DE LITERATURA

- Aguilar-Palomino, B. 1993. Espectro trófico del dorado *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758 (Osteichthyes: Coryphaenidae) capturado en la Bahía de La Paz y Cabo San Lucas, Baja California Sur, México, durante 1990 y 1991. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Pp. 1-101.
- Aires-da-Silva, A., Lennert-Cody, C.E., Maunder, M.N., Román-Verdesoto, M., Minte-Vera, C., Vogel, N.W., Martínez-Ortiz, J., Carvajal, J.M., Guerrero, P.X. y Sondheimer, F. 2014. Resultados preliminares de actividades de investigación colaborativa de la CIAT sobre el dorado en el océano Pacífico Oriental y plan de investigación futura. Comisión interamericana del atún tropical. Comité científico asesor. Quinta reunión. La Jolla, California (EE.UU.) 12-16 de mayo de 2014. Pp. 1-27.
- Alejo-Plata, C., Gómez-Márquez, J.L. y Salgado-Ugarte, I.H. 2011. Edad y crecimiento del dorado *Coryphaena hippurus*, en el Golfo de Tehuantepec, México. Revista de Biología Marina y Oceanografía 46: 125-134.
- Arocha, F., Marcano, L.A., Larez, A., Altuve, D. y Alió, J. 1999. The fishery, demographic size structure and oocyte development of dolphinfish, *Coryphaena hippurus*, in Venezuela and adjacent waters. Scientia Marina 63: 401-409.
- Beardsley, Jr, G.L. 1967. Age, growth, and reproduction of the dolphin, *Coryphaena hippurus*, in the Straits of Florida. Copeia 441-451.
- Bravo-Vásquez, K.E. y Balarezo-Cedeño, C.N. 2012. Edad y crecimiento del dorado, *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758), desembarcado en el Puerto de Manta en el período 2010-2011. Tesis de Licenciatura. Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí. Ecuador. Pp. 1-83.
- Brazenor, A.K. y Hutson, K.S. 2013. Effect of temperature and salinity on egg hatching and description of the life cycle of *Lernanthropus latis* (Copepoda: Lernanthropidae) infecting barramundi, *Lates calcarifer*. Parasitology International 62: 437-447.

- Bricknell, I.R., Dalesman, S.J., O Shea, B., Pert, C.C., y Mordue-Luntz, A.J. 2006. Effect of environmental salinity on sea lice *Lepeophtheirus salmonis* settlement success. *Diseases of Aquatic Organisms* 71: 201-212.
- Burnett-Herkes, J. 1974. Parasites of the gills and buccal cavity of the dolphin, *Coryphaena hippurus*, from the Straits of Florida. *Transactions of the American Fisheries Society* 103: 101-106.
- Bush, A.O., Lafferty, K.D., Lotz, J.M. y Shostak, A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *Journal of Parasitology* 83: 575-583.
- Caetano-Nunes, B.R. 2013. Caracterización genética y ambiental del dorado (*Coryphaena hippurus* L.) en el Pacífico Colombiano. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Colombia. Pp. 1-137.
- Campos, J.A., Segura, A., Lizano, O. y Madrigal, E. 1993. Ecología básica de *Coryphaena hippurus* (Pisces: Coryphaenidae) y abundancia de otros grandes pelágicos en el Pacífico de Costa Rica. *Biología Tropical* 41: 783-790.
- Carbonell, E., Massutí, E., Castro, J.J. y García, R.M. 1999. Parasitism of dolphinfishes, *Coryphaena hippurus* and *Coryphaena equiselis*, in the western Mediterranean (Balearic Islands) and central-eastern Atlantic (Canary Islands). *Scientia Marina* 63: 343-354.
- Castro-Marques, L. y Ramos-Alves, D. 2011. Ecologia da comunidade de metazoários parasitos do dourado, *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758, (Osteichthyes: Coryphaenidae) do litoral do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Cadernos UniFOA* 16: 111-122.
- Cavalcanti, E.T., Chellappa, S., Pavenelli, G.C. y Takemoto, R.M. 2006. Report on the occurrence of *Caligus bonito* and *Caligus* sp. (Copepoda: Caligidae) on the white mullet, *Mugil curema* (Osteichthyes: Mugilidae), off Natal, Rio Grande do Norte State. *Arquivos de Ciências do Mar. Fortaleza* 39: 131-133.

- Cavaleiro, F.I. y Santos, M.J. 2009. Seasonality of metazoan ectoparasites in marine European flounder *Platichthys flesus* (Teleostei: Pleuronectidae). *Parasitology* 136: 855-865.
- Childers, J., Snyder, S. y Kohin, S. 2011. Migration and behavior of juvenile North Pacific albacore (*Thunnus alalunga*). *Fisheries Oceanography* 20: 157-173.
- Choudhury, A. y Dick, T.A. 2000. Richness and diversity of helminth communities in tropical freshwater fishes: Empirical evidence. *Journal of Biogeography* 27: 935-956.
- Clarke, K-R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117-143.
- Clarke, K.R. y Warwick, R.M. 2001. Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. 2nd Edition. Primer-E, Plymouth, United Kingdom, 144. Pp. 1-170.
- Comité Nacional para el Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN). 2011. Condiciones neutrales en el mar ecuatoriano. Agosto, 2011. Pp. 1-4.
- Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT). 2001. Condición del atún albacora en el Océano Pacífico. Documento A6. San Salvador (El Salvador). Pp. 1-22.
- Cressey, R. y Boyle-Cressey, H. 1980. Parasitic Copepods of Mackerel-and Tuna-like Fishes (Scombridae) of the World. Smithsonian Institution Press. Washington. Pp. 1-188.
- Daneri, G., Dellarossa, V., Quiñones, R., Jacob, B., Montero, P. y Ulloa, O. 2000. Primary production and community respiration in the Humboldt Current System off Chile and associated oceanic areas. *Marine Ecology Progress Series* 197: 41-49.
- De la Serna, J.M., Macías, D., Ortiz de Urbina, J.M., Rodríguez-Marín, E. y Abascal, F. 2012. Study on the eastern Atlantic and Mediterranean bluefin tuna stock using the spanish traps as scientific observatories. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT* 67: 331-343.

- Díaz-Jaimes, P., Uribe-Alcocer, M., Rocha-Olivares, A., Garcia-de-Leon, F.J., Nortmoon, P. y Durand, J.D. 2010. Global phylogeography of the dolphinfish (*Coryphaena hippurus*): the influence of large effective population size and recent dispersal on the divergence of a marine pelagic cosmopolitan species. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 57: 1209-1218.
- Dyer, W.G., Bunkley-Williams, L. y Williams, E.H. 1997. Parasites of the dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in Puerto Rico. *Journal Helminthology Society Washington* 64: 188-194.
- Edmondson, C.H. 1946. Reef and shore fauna of Hawaii. Bishop Mus. Spec. Publ., 22.
- Farrell, E.R., Boustany, A.M., Halpin, P.N. y Hammond, D.L. 2014. Dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) distribution in relation to biophysical ocean conditions in the northwest Atlantic. *Fisheries Research* 151: 177– 190.
- Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2011. MedSudMed and CopeMed II Workshop on Fisheries and appraisal of *Coryphaena hippurus* in the Project areas Palermo, Italy 05-06 July 2011. Pp. 1-89.
- Fuentes-Zambrano, J.L., Silva-Rojas, C. y Reyes-León, Y. 2003. Parásitos en juveniles de *Lutjanus griseus* (Pisces: Lutjanidae) de la laguna de la Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Interciencia* 28: 463-468.
- Gibbs, Jr. R.H. y Collette, B.B. 1959. On the identification, distribution, and biology of the dolphins, *Coryphaena hippurus* and *C. equiselis*. *Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean* 9: 117-152.
- González, M.T. y Oliva, M.E. 2006. Similarity and structure of the ectoparasite communities of rockfish species from the southern Chilean coast in a temporal scale. *Parasitology* 133: 335-343.

- Graco, M.I., Ledesma, J., Flores, G. y Girón, M. 2007. Nutrientes, oxígeno y procesos biogeoquímicos en el sistema de surgencias de la corriente de Humboldt frente a Perú. *Revista Peruana de Biología* 14: 117-128.
- Grenier, C. 2007. Conservación contra natura: las islas Galápagos. Editorial Abya Yala 233: 1-463.
- Hayward, C.J., Aiken, H.M. y Nowak, B.F. 2007. Metazoan parasites on gills of Southern Bluefin Tuna (*Thunnus maccoyii*) do not rapidly proliferate after transfer to sea cages. *Aquaculture* 262: 10-16.
- Herrera, M., Coello, D., Peralta, M., Cajas, J., Castro, R., Elías, E., y Chavarria, J. 2010. Pesca exploratoria del recurso dorado (*Coryphaena hippurus*) frente a la costa ecuatoriana durante marzo de 2008. *Boletín Científico y Técnico* 20: 29-51.
- Holmes, J-C. 1990. Helminth communities in marine fishes. In: Esch, G.W., Bush, A.O. y Aho, J.M. (Eds.), *Parasite Communities Patterns and Processes*. Chapman y Hall, London. Pp. 101–130.
- Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (INOCAR). 1983. Variación estacional de la posición del frente ecuatorial y su efecto sobre la fertilidad de las aguas superficiales ecuatorianas. *Acta Oceanográfica del Pacífico* 2: 53-84.
- Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (INOCAR). 2011. Derrotero de la costa continental e insular del Ecuador. Instituto Oceanográfico de la Armada, 4ta Edición. Guayaquil. Pp. 209.
- Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (INOCAR). 2014. Acumulado mensual de precipitaciones. (En línea). Consultado el 27 de agosto de 2014. Disponible en <http://www.inocar.mil.ec/web/index.php/precipitacion-por-estacion>.
- Jiménez-García, M.I. y Vidal-Martínez, V.M. 2005. Temporal variation in the infection dynamics and maturation cycle of *Oligogonotylus manteri* (Digenea) in the cichlid fish,

- '*Cichlasoma*' *urophthalmus*, from Yucatán, México. *Journal of Parasitology* 91: 1008–1014.
- Jones, J.B. 1988. New Zealand parasitic Copepoda; genus *Caligus* Müller, 1785 (Siphonostomatoida: Caligidae). *New Zealand Journal of Zoology* 15: 397-413.
- Jones, J.B. 1991. Parasitic copepods of albacore tuna (*Thunnus alalunga*) in the South Pacific. *Bulletin of the Plankton Society of Japan* 1991: 419-428.
- Jones, J.B. 1991. Movements of albacore tuna (*Thunnus alalunga*) in the South Pacific: evidence from parasites. *Marine Biology* 111: 1-9.
- Jones, J.B. 1998. Distant water sailors: parasitic Copepoda of the open ocean. *Journal of Marine Systems* 15: 207-214.
- Jones, S., Kim, E. y Bennett, W. 2008. Early development of resistance to the salmon louse, *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer), in juvenile pink salmon, *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum). *Journal of Fish Diseases* 31: 591–600.
- Kennedy, C.R. 1990. Helminth communities in freshwater fish: structured communities or stochastic assemblages? In *Parasite communities: Patterns and processes*. Springer Netherlands. Pp. 131-156
- Kennedy, C.R. 1993. The dynamics of intestinal helminth communities in eels *Anguilla Anguilla* in a small stream: Long-term changes in richness and structure. *Parasitology* 111: 233-245.
- Kennedy, C.R. y Bush, A.O. 1994. The relationship between pattern and scale in parasites communities: a stranger in a strange land. *Parasitology* 109: 187-196.
- Kennedy, C.R. 1995. Richness and diversity of macroparasite communities in tropical eels *Anguilla reinhardtii* in Queensland, Australia. *Parasitology* 111: 233-245.

- Kennedy, C.R., Bush, A.O. y Aho, J.M. 1986. Patterns in helminth communities: Why are fish and birds different? *Parasitology* 93: 205-215.
- Knoff, M., Luque, J.L. y Takemoto, R.M. 1994. Parasitic copepods on *Mugil platanus* Günther from the Coast of the State of Rio De Janeiro, Brasil. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology* 3: 45-56.
- Krøyer, H. 1863. Bidrag til Kundskab om Snyltekrebsene. *Naturhistorisk Tidsskrift* 2: 81-83.
- Lasso, J. y Zapata, S. 1999. Fisheries and biology of *Coryphaena hippurus* (Pisces: Coryphaenidae) in the Pacific coast of Colombia and Panamá. *Scientia Marina* 63: 387-399.
- Lester, R.J., Barnes, A. y Habib, G. 1985. Parasites of skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*: Fishery implications. *Fishery Bulletin* 83: 343-377.
- Liuzhou, L. 2003. Perennial studies of the copepod parasites of marine fishes of Taiwan (III). Taipei: Executive Yuan's National Science Council grant special study program results.
- Luque, J.L., Chaves, N.D. y Cezar, A.D. 1998. Novos registros de copépodes caligóideos parasitos de peixes marinhos do Brasil. *Nauplius, Rio Grande* 6: 9-16.
- Madrid, J.V. y Beltrán-Pimienta, R. 2001. Longitud, peso y sexo del dorado *Coryphaena hippurus* (Perciformes: Coryphaenidae), del litoral de Sinaloa, Nayarit y Baja California Sur, México. *Biología Tropical* 49: 931-938.
- Magurran, A. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. Pp. 175.
- Mahon, R. y Oxenford, H.A. 1999. Precautionary assessment and management of dolphinfish in the Caribbean. *Scientia Marina* 63: 429-438.

- Massutí, E. y Morales-Nin, B. 1995. La pesca de la llampuga (*Coryphaena hippurus*) en Mallorca. Informes Técnicos-Instituto Español de Oceanografía 96: 1-18.
- Massutí, E., Deudero, S., Sánchez, P. y Morales-Nin, B. 1998. Diet and feeding of dolphin (*Coryphaena hippurus*) in western Mediterranean waters. Bulletin of Marine Science 63: 329-341.
- Merten, W., Appeldoorn, R. y Hammond, D. 2014. Movements of dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) along the U.S. eastcoast as determined through mark and recapture data. Fisheries Research 151: 114-121.
- Mele, S., Saber, S., Gómez-Vives, M.J., Garippa, G., Alemany, F., Macías, D. y Merella, P. 2014. Metazoan parasites in the head region of the bullet tuna *Auxis rochei* (Osteichthyes: Scombridae) from the western Mediterranean Sea. Journal of Helminthology. Pp. 1-6.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). 2009. Aspectos biológicos pesqueros del dorado (*Coryphaena hippurus*) Ecuador. Pp. 1-87.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). 2013. Total desembarcado (t) de peces pelágicos grandes por familia y puerto pesquero periodo 2007-2013. Pp. 1-2.
- Morales-Serna, F.N., Rubio-Godoy, M. y Gómez, S. 2011. Seasonality of parasitic copepods on bullseye puffer, *Sphoeroides annulatus* (Pisces: Tetraodontidae), from the northwestern coast of Mexico. Journal of Parasitology 97: 565-573.
- Morales-Serna, F.N., Caña-Bozada, V., Mera-Loor, G., Loor-Andrade, P., Fajer-Ávila, E.J. y Ho, J.S. 2015. New records of sea lice (Copepoda: Caligidae) from marine fishes in Jaramijó, an area with potential for sea-cage aquaculture in Ecuador. Zootaxa 3920: 366-380.
- Mosquera, J., Gómez-Gesteira, M. y Pérez-Villar, V. 2000. Using parasites as biological tags of fish populations: A dynamical model. Bulletin of Mathematical Biology 62: 87-99.

- Mosquera, J., de Castro, M. y Gómez-Gesteira, M. 2003. Parasites as biological tags of fish populations: Advantages and limitations. *Comments on Theoretical Biology* 8: 69-91.
- Muñoz, G. y Randhawa, H.S. 2011. Monthly variation in the parasite communities of the intertidal fish *Scartichthys viridis* (Blenniidae) from central Chile: are there seasonal patterns? *Parasitology Research* 109: 53–62.
- National Aeronautics and Space Administration (NASA). 2011. Salinidad superficial de los océanos. (En línea). Consultado el 20 de abril de 2015. Disponible en http://www.nasa.gov/sites/default/files/images/730117main_591159main_pia14786-43_946-710.jpg.
- Nelson, P. and Dick, T. (2002). Factors shaping the parasite communities of trout-perch, *Percopsis omiscomaycus* Walbaum (Osteichthyes: Percopsidae), and the importance of scale. *Canadian Journal of Zoology* 80: 1986–1999.
- Norton, J.G. 1999. Apparent habitat extensions of dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in response to climate transients in the California Current. *Scientia Marina* 63: 261-266.
- Norton, J.G. y Crooke, S.J. 1994. Occasional availability of dolphin, *Coryphaena hippurus*, to southern California commercial passenger fishing vessel anglers: Observations and hypotheses. *California Cooperation Oceanic Fishery Investigation* 35: 230-239.
- Olden, J.D. y Neff, B.D. 2001. Cross-correlation bias in lag analysis of aquatic time series. *Marine Biology* 138: 1063-1070.
- Oldewage, W.H. 1993. Three species of piscine parasitic copepods from southern African coastal waters. *South African Zoology* 28: 113-121.
- Olson, R.J. y Galván-Magaña, F. 2002. Food habits and consumption rates of common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the eastern Pacific Ocean. *Fishery Bulletin* 100: 279-298.

- Öktener, A. 2008. *Peniculus fistula* von Nordmann, 1832 (Copepoda: Pennellidae) Parasitic on *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758 (Teleostei: Coryphaenidae). Reviews in Fisheries Science 16: 445-448.
- Öktener, A. y Trilles, J.P. 2009. Four parasitic copepods on marine fish (Teleostei and Chondrichthyes) from Turkey. Acta Adriatica 50: 121-128.
- Oxenford, H.A. 1999. Biology of the dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the western central Atlantic: a review. Scientia Marina 63: 303-315.
- Oxenford, H.A. y Hunte, W. 1999. Feeding habits of the dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the eastern Caribbean. Scientia Marina 63: 303-315.
- Palko, B.J., Beardsley, G.L. y Richards, W.J. 1982. Synopsis of the biological data on dolphin-fishes, *Coryphaena hippurus* Linnaeus and *Coryphaena equiselis* Linnaeus. NOAA Technical Report, (443). Pp. 1-28.
- Patterson, K.R. y Martinez, J. 1991. Exploitation of the dolphin-fish *Coryphaena hippurus* L. off Ecuador: analysis by length-based virtual population analysis. Fishbyte 9: 21-23.
- Pech, D., Aguirre-Macedo, M.L., Lewis, J.W. y Vidal-Martínez, V.M. 2010. Rainfall induces time-lagged changes in the proportion of tropical aquatic hosts infected with metazoan parasites. International Journal for Parasitology 40: 937-944.
- R Core Team. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, URL <http://www.R-project.org/>.
<http://www.nasa.gov/>
- Rohde, A., Roubal, F. y Hewitt, G.C. 1980 Ectoparasitic Monogenea, Digenea, and Copepoda from the gills of some marine fishes of New Caledonia and New Zealand. Marine and Freshwater Research 14: 1-13.

- Rodríguez-Marín, E., Barreiro, S., Montero, F.E. y Carbonell, E. 2008. Looking for skin and gill parasites as biological tags for Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). Aquatic Living Resources 21: 365-371.
- Rosales-Morales, A. 2007. Estructura genética del dorado (*Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758) en el Pacífico mexicano, inferida mediante marcadores en el ADN nuclear. Tesis de Licenciatura. Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel, Oaxaca. Pp. 1-62.
- Sánchez-Reyes, N.A. 2008. Distribución de larvas de dorado *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758) y *Coryphaena equiselis* (Linnaeus, 1758) en el Pacífico Oriental mexicano. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Pp. 1-90.
- Schwenke, K.L. y Buckel, J.A. 2008. Age, growth, and reproduction of dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) caught off the coast of North Carolina. Fishery Bulletin 106: 82-92.
- Šimková, A., Jarkovský, J., Koubková, B. Baruš, V. y Prokeš. 2005. Associations between fish reproductive cycle and the dynamics of metazoan parasite infection. Parasitology Research 95: 65-72.
- Solano-Sare, A., Tresierra, A., Garcia, V., Dioses, T., Marín, W., Sánchez, C. y Wonitzamendo, C. 2008. Biología y pesquería del perico. Instituto del Mar del Perú. Informe. Pp. 1-23.
- Sokal, R.R. y Rohlf, F.J. 1998. Biometru, 2ed. W.H. Freeman, San Francisco, California. Pp. 859.
- Suárez-Morales, E., Ho, J.S. y Santana-Piñeros, A.M. 2008. *Caligus tenuifurcatus* Wilson, 1937 (Copepoda, Siphonostomatoida), a parasite of centropomid and lutjanid teleosts from a coastal system of the Mexican Pacific. Acta Parasitologica 53: 397-403.
- Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP). 2012. Peces pelágicos grandes y tiburones- Subsecretaría de Recursos Pesqueros-Ecuador. Consultado el 11 de junio de 2014.

Disponible en <http://tiburon.viceministerioap.gob.ec/tiburon-ecuador/estadisticas-globales-por-mes-todos-los-puertos-264.html>.

- Takemoto, R.M., Amato, J.F. y Luque, J.L. 1996. Comparative analysis of the metazoan parasite communities of leatherjackets, *Oligoplites palometa*, *O. saurus*, and *O. saliens* (Osteichthyes: Carangidae) from Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 56: 639-650.
- Takemoto, R.M. y Luque, J.L. 2002. Parasitic copepods on *Oligoplites* spp. (Osteichthyes, Carangidae) from the Brazilian coastal zone, with the redescription of *Tuxophorus caligodes* Wilson, 1908 (Siphonostomatoida, Tuxophoridae). *Maringá* 24: 481-487.
- Timi, J.T. y Lanfranchi, A.L. 2006. Size relationships between the parasitic copepod, *Lernanthropus cynoscicola*, and its fish host, *Cynoscion guatucupa*. *Parasitology* 132: 207-213.
- Tripp-Valdes, A. 2005. Ecología trófica del dorado *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758) en dos áreas del sur del Golfo de California. Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Pp. 1-125.
- Tucker, C.S., Sommerville, C. y Wootten, R. 2000. The effect of temperature and salinity on the settlement and survival of copepodids of *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer, 1837) on Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Journal of Fish Diseases* 23: 309-320.
- Vásquez-Ruiz, C.E. y Jara-Campos, C.A. 2012. Prevalencia e intensidad parasitaria en *Coryphaena hippurus* y *Mugil cephalus* (Teleostei) desembarcados en los puertos Salaverry y Paita (Perú). *Sciéndo* 15: 22-32.
- Vidal-Martínez, V.M., Aguirre-Macedo, M.L., Vivas-Rodríguez, C.M. y Moravec, F. 1998. Las comunidades de macroparásitos del mero *Epinephelus morio* (Pisces: Serranidae) en la Península de Yucatán, México. *Proceedings of the 50th Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 50: 764-779.

- Wei, W.W.S. 1990. Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods. Adisson-Wesley, New York. Pp. 624.
- Williams, E.H. y Bunkley-Williams, L. 1996. Parasites of offshore big game fishes of Puerto Rico and the Western Atlantic. Department of Natural and Environmental Resources. Pp. 1-382.
- Williams, H.H., MacKenzie, K. y McCarthy, A.M. 1992. Parasites as biological indicators of the population biology, migrations, diet, and phylogenetics of fish. Reviews in fish biology and fisheries 2: 144-176.
- Williams Jr, E.H. y Bunkley-Williams, L. 2009. Checklists of the parasites of dolphin, *Coryphaena hippurus*, and pompano dolphin, *C. equiselis*, with corrections and comments on the literature. Reviews in Fisheries Science 18: 73-93.
- Wilson, C.B. 1932. The copepods of the Woods Hole region, Massachusetts. Bulletin of the United States National Museum 158: 1-635.
- Zischke, M.T., Griffiths, S.P., Tibbetts, I.R. y Lester, R.J. 2012. Stock identification of wahoo (*Acanthocybium solandri*) in the Pacific and Indian Oceans using morphometrics and parasites. Journal of Marine Science 164: 1-9.
- Zúñiga-Flores, M.S., Ortega-García, S. y Klett-Traulsen, A. 2008. Interannual and seasonal variation of dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) catch rates in the southern Gulf of California, Mexico. Fisheries Research 94: 13-17.

12. ANEXOS



Anexo 1. Zona de fileteo de Playita Mía y *Coryphaena hippurus* frescos y no frescos



Anexo 2. Medición de peces y revisión de la cavidad branquial



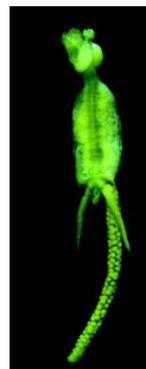
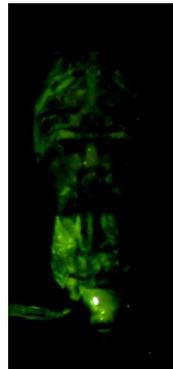
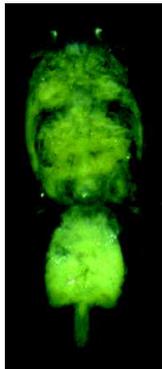
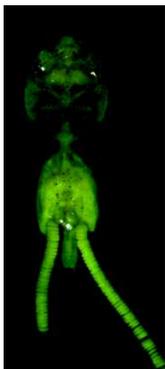
Anexo 3. Revisión de branquias y conservación de copéodos parásitos



Anexo 4. Identificación y dibujo de las especies de copéodos parásitos



Anexo 5. Colección de los copéodos parásitos de *Coryphaena hippurus*



Caligus productus *C. belones* *C. bonito* *C. coryphaenae* *Charopinopsis quaternia*



Euryphorus nordmanni *Lepeophtheirus* sp. *Lernaenicus* sp. *E. brachypterus*

Anexo 6. Especies de copépodos parásitos de *Coryphaena hippurus*



Anexo 7. Proyecto “Ocurrencia de copépodos parásitos en peces marinos de importancia económica en Ecuador”.



Anexo 8. Proyecto “Biodiversidad y estructura de la comunidad de parásitos metazoarios en peces marinos de importancia económica en Ecuador”.