



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA

Los quetognatos (Animalia: Chaetognatha) del Caribe venezolano

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

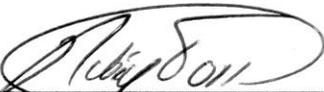
Presentado ante la ilustre Universidad Central de Venezuela, por la **Br. Miraidi Marlene Tuozzo Izaguirre**, como requisito parcial para optar al título de Licenciada en Biología.

Tutor: Dr. Rubén E. Torres Parra

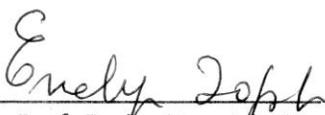
CARACAS, VENEZUELA
OCTUBRE, 2018

ACTA

Quienes suscriben, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, para examinar el Trabajo Especial de Grado titulado "**Los quetognatos (Animalia: Chaetognatha) del Caribe venezolano**", presentado por la Br. **Miraidi Marlene Tuozzo Izaguirre**, titular de la Cedula de Identidad no. 23.608.207, a los fines de cumplir con el requisito para optar al título de Licenciado en Biología, consideramos que este trabajo cumple con los requisitos exigidos por esta Casa de Estudios y es APROBADO en nombre de la Universidad Central de Venezuela por el Jurado examinador, abajo firmantes, en la ciudad de Caracas a los 15 días del mes de octubre de 2018.



Prof. Rubén Torres-Parra
C.I. 11.405.173
TUTOR



Prof. Evelyn Zoppi de Roa
C.I. 1.877.100
JURADO



Prof. Sheila Marques Pauls
C.I. 80.852.308
JURADO

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primeramente a Diosito por guiarme y mostrarme que todo lo que pasa tiene un porque y que siempre es para mejor.

A mis padres Iraida y José Miguel por ser mi mayor orgullo e inspiración para esforzarme cada día en ser mejor, por todo su esfuerzo y trabajo soy lo que soy y sin ellos no estaría aquí.

A mis hermanos Génesis y José Miguel, esas personitas que me llenan de alegría, con los que siempre puedo contar y a quienes quiero servir de ejemplo, en todo lo que realice.

A mi familia; mis abuelas Omaira y Teresa (Millita sé que estarías orgullosa), mis tíos y primos, gracias por su cariño y apoyo desde siempre.

A mis tíos, especialmente a Alberto, Alexander y Eugenio por desde hace mucho tiempo ser un ejemplo de lucha y perseverancia, además de estar para mi cada vez que necesité ayuda y explicaciones en alguna materia.

A los amigos que estos años de universidad me regalaron, especialmente a Esthefany, German, Denise, Víctor L, Elizabeth, Víctor D, Alex, Jesús, Pedro, Nataly, Frank y Roberto. Gracias por su compañía y humor, por ser un impulso en los momentos difíciles y sobre todo por su amistad.

A mi compañera de laboratorio y tesis, Deyarling por su compañía y ánimo durante este proceso.

A mi tutor Rubén Torres por su guía y enseñanza a lo largo de este camino, gracias infinitas. A mis jurados Sheila Marques Pauls y Evelyn Zoppi por sus consejos y recomendaciones, muy especialmente a Sheila Marques Pauls por su paciencia, apoyo, cariño, bibliografía y su inspiración a partir de la gran pasión que tiene por la Biología.

A la profesora Carmen Ferreira, mi jurado suplente, por sus correcciones y recomendaciones.

A todos los profesores que a lo largo de la carrera me hicieron enamorarme, esforzarme y dar todo de mí para llegar a este punto; Andrés Pérez, Jorge Pérez, Ernesto González, Joxmer Scott, Laura Delgado, Ana Bonilla.

A todas las personas que de una manera u otra han formado parte de mi vida durante esta etapa y ya no están, gracias por enseñarme a que puedo con esto y más.

Finalmente, a mi UCV, a la Facultad de Ciencias, mi segunda casa por permitirme adquirir todo el conocimiento, las experiencias y el amor por la vida que me enseñó mi carrera. Un orgullo llamarme UCEVISTA.

Simplemente, gracias a todos por todo. Los quiero...

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
ANTECEDENTES	9
En el Caribe y golfo de México	9
En Venezuela.....	10
OBJETIVOS	13
Objetivo general.....	13
Objetivos específicos	13
MATERIALES Y MÉTODOS	14
Área de estudio.....	14
Métodos de campo.....	21
- <i>Parque Nacional Mochima</i>	21
- <i>Parque Nacional Morrocoy</i>	21
- <i>Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves</i>	21
Métodos de laboratorio	22
Análisis de datos.....	23
RESULTADOS	25
Composición y riqueza.....	25
Comparación con otros trabajos realizados en el país	27
Taxonomía.....	28
Frecuencia de aparición	46
- <i>Parque Nacional Morrocoy</i>	46
- <i>Parque Nacional Mochima</i>	47

- <i>Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves</i>	48
Abundancia del número de individuos.....	49
- <i>Parque Nacional Morrocoy</i>	49
- <i>Parque Nacional Mochima</i>	50
- <i>Refugio de Fauna Silvestre de Isla de Aves</i>	51
Estructura poblacional	52
- <i>Parque Nacional Morrocoy</i>	52
- <i>Parque Nacional Mochima</i>	53
- <i>Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves</i>	55
Índices de diversidad y equidad	56
DISCUSIÓN	59
Composición y riqueza.....	59
Frecuencia de aparición y abundancia de individuos	61
Estructura poblacional	64
CONCLUSIONES	66
RECOMENDACIONES	66
BIBLIOGRAFÍA	67
ANEXOS	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Morfología de quetognatos.....	6
2. Ubicación de las localidades de muestreo.....	14
3. Localización de las estaciones muestreadas dentro del Parque Nacional Morrocóy.....	16
4. Ubicación de las estaciones de muestreo en la bahía de Mochima (Parque Nacional Mochima).....	18
5. Localización de los puntos de muestreo en el Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves.....	20
6. <i>Krohnitta pacifica</i>	30
7. <i>Pterosagitta draco</i>	32
8. <i>Flaccisagitta enflata</i>	34
9. <i>Flaccisagitta hexaptera</i>	35
10. <i>Serratosagitta serratodentata</i>	37
11. <i>Ferosagitta hispida</i>	38
12. <i>Parasagitta tenuis</i>	40
13. <i>Parasagitta friderici</i>	41
14. <i>Decipisagitta decipiens</i>	43
15. <i>Sagitta bipunctata</i>	44
16. <i>Sagitta helenae</i>	46
17. Abundancia de quetognatos por sitio para el Parque Nacional Morrocóy.....	49
18. Abundancia de quetognatos por sitio para el Parque Nacional Mochima.....	50
19. Abundancia de quetognatos por sitio para el Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves.....	51
20. Número de individuos de distintos estadios de las especies más abundantes del Parque Nacional Morrocóy.....	53
21. Número de individuos de distintos estadios de las especies más abundantes del Parque Nacional Mochima.....	54
22. Número de individuos de distintos estadios de las especies más abundantes del Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves.....	55

23. Índices de diversidad y equidad de quetognatos en los cuatro sitios del Parque Nacional Morrocoy.....	56
24. Índices de diversidad y equidad de quetognatos en los seis sitios del Parque Nacional Mochima.....	57
25. Índices de diversidad y equidad de quetognatos en los nueve sitios del Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Pág.
1. Composición de especies de quetognatos en las tres localidades estudiadas.....	25
2. Riqueza de especies por sitio correspondiente a cada localidad estudiada....	26
3. Registro de trabajos realizados en el país donde se reportan presencia de quetognatos, incluyendo las localidades de estudio.....	27
4. Frecuencia de aparición (FA) de quetognatos en el Parque Nacional Morrocoy.....	47
5. Frecuencia de aparición (FA) de quetognatos en el Parque Nacional Mochima.....	48
6. Frecuencia de aparición (FA) de quetognatos en el Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves.....	48
7. Porcentaje del número de individuos por sitio en el Parque Nacional Morrocoy.....	50
8. Porcentaje del número de individuos por sitio de quetognatos en el Parque Nacional Mochima.....	51
9. Porcentaje del número de individuos por sitio de quetognatos en el Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves.....	52

RESUMEN

El plancton es una comunidad pelágica integrada por organismos que viven suspendidos en el agua y a merced de las corrientes, está compuesto a su vez por fitoplancton (autótrofos) y zooplancton (heterótrofos). Dentro del zooplancton marino existe un Phylum de gran abundancia denominado Chaetognatha (quetognatos), también conocidos como gusanos flecha, constituidos por alrededor de 290 especies. Se caracterizan por presentar un cuerpo alargado, cilíndrico y aplanado dorsoventralmente, con una cabeza que tiene hileras de ganchos o espinas curvas alrededor de la boca, dientes, dos ojos, uno o dos pares de aletas laterales y una caudal. Su distribución es cosmopolita y pueden ser neríticos u oceánicos. Son estrictamente carnívoros y desempeñan un papel importante en las tramas tróficas. El presente trabajo tiene como objetivos la identificación y descripción de las especies de quetognatos, así como su estructura poblacional y diversidad en tres localidades del Caribe venezolano: Parque Nacional Morrocoy, Parque Nacional Mochima y Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves, a través de la observación de muestras previamente colectadas. En Morrocoy se realizaron muestreos al azar por arrastres verticales con una red cónica ($\varnothing_{\text{poro}} = 100 \mu\text{m}$); para Mochima e Isla de Aves se efectuaron muestreos sistemáticos, en el primer caso las muestras se colectaron mediante arrastres verticales con empleo de una red cónica ($\varnothing_{\text{poro}} = 285 \mu\text{m}$), y en el segundo mediante arrastres oblicuos con una red tipo Hensen ($\varnothing_{\text{poro}} = 285 \mu\text{m}$). Todas las muestras fueron fijadas *in situ* con una solución de formol (10% v/v). A partir de los datos que se obtuvieron se determinó la riqueza, abundancia relativa, frecuencia de aparición y estructura poblacional (estadios por clases de tallas). Algunos índices de diversidad fueron determinados. Se identificaron 11 especies, con nuevos reportes en todas las localidades, destacando Morrocoy con 6 especies; Mochima resultó ser la localidad con mayor riqueza y Morrocoy la de mayor abundancia; para la mayoría de las especies en todas las localidades se observaron estadios juveniles y adultos.

Palabras Claves: gusanos flecha, zooplancton, diversidad, taxonomía, Morrocoy, Isla de Aves, Mochima.

INTRODUCCIÓN

El plancton es una comunidad pelágica integrada por organismos que viven suspendidos en el agua y a merced de las corrientes (de allí el término plancton, vocablo de origen griego que significa “errante”), los cuales pueden ser productores primarios (fitoplancton) y consumidores (zooplancton). Del mismo modo, se puede realizar una clasificación de acuerdo a la duración del ciclo de vida, siendo la comunidad perenne en el plancton denominada holoplancton y la temporal que alterna algún estadio inmaduro en el plancton y luego pasa a ser parte del bentos, necton o incluso vida terrestre como meroplancton. El zooplancton está integrado por protistas y representantes de casi todos los Phyla del Reino Animal, desde esponjas hasta vertebrados (ictioplancton). Los microcrustáceos conforman el grupo más numeroso dentro de la comunidad zooplanctónica marina, siendo los copépodos los organismos que poseen la mayor abundancia. Los cnidarios, ctenóforos, algunas familias y géneros de poliquetos, moluscos (pterópodos y heterópodos) y quetognatos forman parte, junto a varios taxones de microcrustáceos, del holoplancton marino (Sommer 2012).

Los quetognatos (Phylum Chaetognatha), comúnmente conocidos como gusanos flecha, constituyen un componente importante de la comunidad zooplanctónica marina. Este taxón no dispone de un registro fósil certero, pero se cree que aparecieron en el Cámbrico. Szaniawski (2000) plantea que según investigaciones moleculares del origen del grupo, los mismos pudieron haber surgido casi al mismo tiempo que los protoconodontos, debido a que poseen características similares. Los últimos pertenecen a los primeros metazoos y se diferenciaron al comienzo o antes de la explosión cámbrica. Se han encontrado fósiles de cuerpos completos, aún no muy bien descritos, de dicha época en Burgess Shale, Columbia Británica, y del Cámbrico Inferior en los esquistos de Maotianshan en Yunnan, China (Rigby y Milson, 2000).

El nombre del taxón hace referencia a las espinas curvas (del griego *khaít(ē)* = 'pelo', 'cerdas'), que rodean la boca (*gnathos*= mandíbula). Estos organismos

pertencen al Reino Animalia y constituyen el Phylum Chaetognatha. Poseen una cavidad corporal celómica mesodérmica derivada de evaginaciones del intestino embrionario o arquenterón, por lo que son denominados enterocelomados. Por su parte, son deuterostomados por el blastoporo embrionario que da origen al ano, y la apertura bucal ocurre en el extremo opuesto (Barrientos, 2003). Los primeros chaetognatos conocidos fueron descritos en 1768 por Marinus Slabber en aguas del mar del Norte (Palma, 2001).

Los chaetognatos son exclusivamente marinos, pocas especies pueden penetrar en los sistemas estuarinos (Fernández y Rivas, 2007). Frecuentemente es el segundo grupo en abundancia en el plancton después de los copépodos (Álvarez y col., 2008). La mayoría de las especies son planctónicas, a excepción de los géneros de la familia Spadellidae. Las especies planctónicas nadan en los primeros 200 m de profundidad, aunque existen algunas batipelágicas asociadas al fondo marino (Palma, 2001), que pueden encontrarse a 5.000 m, como en la fosa de Kurile-Kamchatka del Pacífico Noroccidental (Fernández y Rivas, 2007). Este Phylum es pequeño y se divide en dos clases: Archisagittoidea, con una sola especie fósil (según algunos autores como Hankeln y col., 2004, en realidad puede ser un nemertino) y Sagittoidea, que contiene a todas las 290 especies vivientes (WoRMS, 2018). Esta clase a su vez está dividida en dos órdenes: Phragmophora, que incluye a las familias: Eukrohniidae, Heterokrohniidae, Krohnittellidae y Spadellidae; y Apheragmophora (antes dividida en Ctinodontia y Flabellodontina) con las familias: Bathybelidae, Pterokrohniidae, Sagittidae, Pterosagittidae y Krohnittidae. En Venezuela se encuentran especies de las últimas tres familias (Tokioka, 1965; Casanova, 1985, 1999; Chapman, 2009).

La clasificación taxonómica utilizada en este estudio se basa en World Register of Marine Species (WoRMS, 2018):

Phylum Chaetognatha

Clase Archisagittoidea (1 sp. fósil)

Clase Sagittoidea

Orden Apheragmophora

Familia Bathybelidae (1 género)

- Familia** Krohnittidae (1 género)
- Familia** Pterokrohniidae (1 género)
- Familia** Pterosagittidae (1 género)
- Familia** Sagittidae (16 géneros)
- Orden** Phragmophora
 - Familia** Eukrohniidae (6 géneros)
 - Familia** Heterokrohniidae (3 géneros)
 - Familia** Krohnittellidae (2 géneros)
 - Familia** Spadellidae (5 géneros)

Este Phylum es encontrado en todos los mares del mundo; tanto en las regiones costeras y neríticas como oceánicas y mar abierto. Además, poseen muchas especies que son cosmopolitas y se distribuyen principalmente en el Caribe, Atlántico y Pacífico (Hernández, 1991; Fernández y Rivas, 2007).

Morfológicamente, los quetognatos son organismos alargados, cilíndricos con cuerpo vermiforme y aplanados dorsoventralmente. El tamaño puede variar de 1 a 150 mm de longitud. Están recubiertos por tegumento translúcido, queratinoso, casi transparente, aunque algunas especies bénticas pueden presentar coloraciones rojas, azules, anaranjadas y rosadas a nivel de la epidermis mutiestratificada (carácter único del grupo) o del intestino. El cuerpo está diferenciado en tres regiones: cabeza, tronco y cola. La cabeza es corta, de forma redondeada y se caracteriza porque en ella se localizan estructuras muy distintivas de estos animales: un par de grandes mandíbulas formadas por una hilera de fuertes y curvadas espinas quitinosas (o ganchos, garfios) y una o dos series de pequeños dientes (dentículos) quitinosos a los lados de la boca, la cual se abre en una depresión en la región ventral llamada vestíbulo. En la región dorsal se distinguen un par de ojos y una estructura sensorial llamada corona ciliar (Brusca y Brusca, 2003).

El tronco, generalmente es la región más larga del cuerpo, posee en su porción anterior una ligera constricción o cuello que define su unión con la cabeza (puede extenderse por todo el tronco y la cola), un conspicuo ganglio nervioso subentérico en la región media ventral y aletas laterales horizontales, que pueden ser uno o

dos pares dependiendo de la especie, las cuales son prolongaciones del tegumento con radios o varillas (prolongaciones de la membrana basal), por detrás de las cuales en los individuos adultos se encuentran un par de vesículas seminales. En la parte posterior del cuerpo se encuentran un par de ovarios a los lados del intestino y el septo posterior (que separa a las cavidades media y de la cola), previo al cual se abren el ano y los gonoporos femeninos en una posición ventral. Finalmente, la cola es una región postanal, la cual distalmente se encuentra rodeada por la aleta caudal (con la misma estructura que las aletas del tronco). El celoma se encuentra dividido por un mesenterio medio en dos cavidades, una izquierda y una derecha, cada una de ellas albergando un testículo (Fernández y Rivas, 2007; Brusca y Brusca, 2003).

A partir de sus características morfológicas (Figura 1), los quetognatos se desplazan mediante un sistema combinado de propulsión y deslizamiento. Dicho movimiento se lleva a cabo cíclicamente. Primero, mediante algunas contracciones rápidas de sus músculos producen un movimiento hacia adelante con gran rapidez, y posteriormente se deslizan como una flecha, para reanudar el ciclo. Las aletas son utilizadas para la flotación y estabilidad, pero no intervienen en la propulsión. Al igual que en muchos otros invertebrados, el intercambio gaseoso en estos animales ocurre a través del tegumento, y es el líquido celómico el que cumple las funciones del sistema circulatorio (hemal), presente entre el peritoneo y los órganos y tejidos. La percepción del medio ambiente la realizan gracias a un par de ojos que no pueden formar imágenes, pero que sí reconocen los cambios de luz, y a las cerdas sensoriales, que detectan vibraciones y sustancias químicas en el agua (Barrientos, 2003).

La reproducción de estos organismos es exclusivamente sexual. Los quetognatos son hermafroditas, los ovarios están situados en el tronco y los testículos en la proximidad de la cola. A pesar de su condición monoica, no ocurre autofecundación, pues son protándricos (los espermatozoides en los testículos maduran antes que los huevos del ovario). La fecundación es cruzada entre individuos, se realiza mediante la cópula, por lo tanto es interna y existen una serie

de comportamientos de cortejo prenupciales. El procedimiento más extendido para la cópula es depositar espermátóforos (masas de espermatozoides) sobre cualquier parte del cuerpo del otro individuo. Estas estructuras son capaces de producir lisis (disolución) de la cutícula del cuerpo para que los espermatozoides penetren en el tronco y se dirijan hacia los gonoporos femeninos, donde se realiza la fecundación de los huevos dentro de los espacios ováricos del útero (Barrientos, 2003).

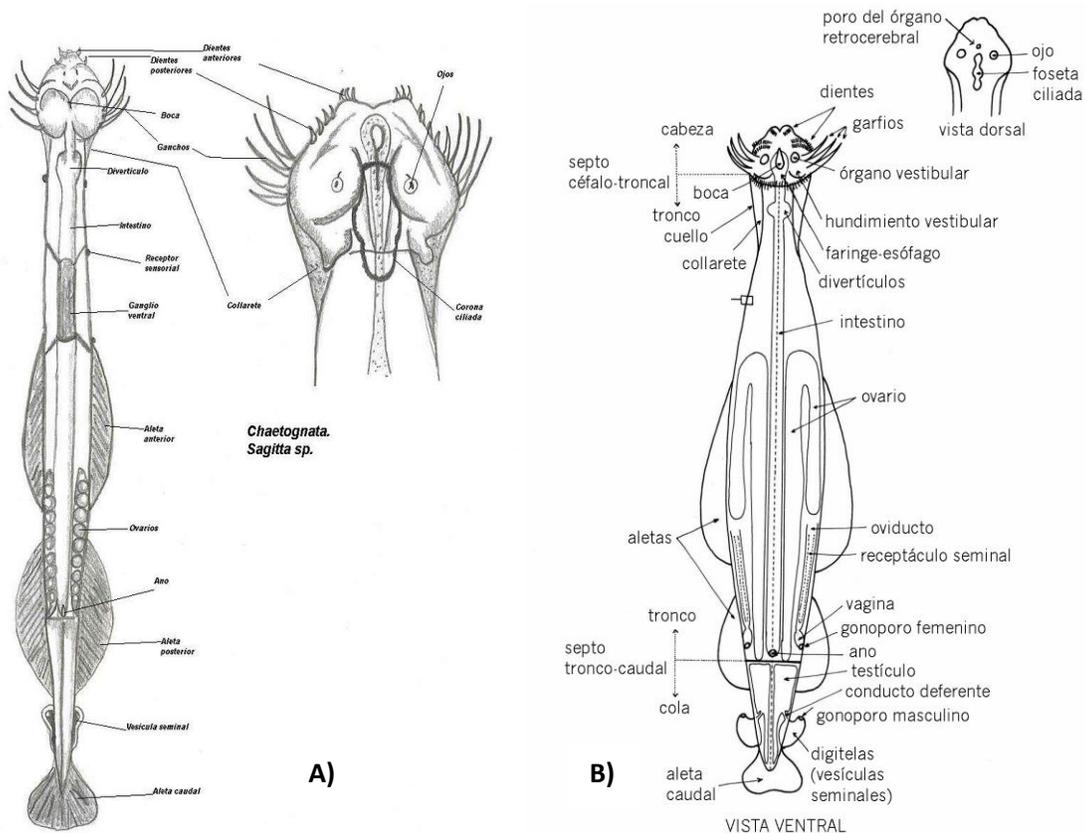


Figura 1. Morfología de quetognatos. Tomado de: A) <https://www.deviantart.com/spencerwizard/art/Quetognato-52904922> y B) Moreno (2005).

La puesta de los huevos fecundados se hace en hileras o grupos; otras especies ponen un huevo a la vez. La forma de producción de dichas puestas tiene valor diagnóstico en sistemática. Por su parte, los huevos pueden ser liberados al mar, depositados en el fondo o incubados. En el último caso, los huevos permanecen adheridos al cuerpo del progenitor (Fernández y Rivas, 2007).

El ciclo de vida de los quetognatos es directo, sin ninguna etapa larval o metamorfosis. Los huevos son transparentes y contienen muy poco vitelo; la segmentación es radial, holoblástica y uniforme, produciendo una celoblástula con un pequeño blastocele. El crecimiento del embrión se realiza en el interior del huevo, siendo rápido el paso desde la formación del cigoto hasta la eclosión (aproximadamente 48 horas). Este proceso de desarrollo directo se compara estratégicamente con el desarrollo indirecto, aunque no se produce una etapa larval independiente, pero la inversión energética de los padres por embrión es pequeña. Los huevos contienen poco vitelo, como se mencionó anteriormente, y son abandonados poco después de la fecundación (excepto en las especies que incuban los huevos). El éxito de esta estrategia de historia de vida se encuentra determinado esencialmente por el rápido desarrollo y por juveniles que se alimentan de manera independiente (Brusca y Brusca, 2003).

En cuanto a la alimentación, los gusanos flecha son estrictamente carnívoros y depredadores activos, lo que les brinda una gran importancia ecológica al regular los tamaños poblacionales de sus presas y mantener la diversidad de la comunidad planctónica. Entre sus principales alimentos se encuentran diferentes grupos de crustáceos como copépodos, eufáusidos, anfípodos, cladóceros, ostrácodos, decápodos, larvas y también huevos de peces, así como otros quetognatos (canibalismo); ocasionalmente también ingieren medusas, sifonóforos y apendicularios. A su vez, los quetognatos son el alimento de muchos animales del plancton como medusas, ctenóforos, así como del necton y en forma significativa constituyen parte de la dieta de algunas ballenas, siendo considerados eslabones imprescindibles en las complejas redes tróficas marinas (Fernández y Rivas, 2007). En síntesis, estos animales constituyen un nivel trófico clave en la transferencia de energía entre los consumidores primarios (Feigenbaum y Maris, 1984) y depredadores de mayor tamaño que los consumen (Álvarez y col, 2008). La manera en la que los quetognatos atrapan a sus presas es mediante los ganchos que poseen alrededor de la boca, percibiendo vibraciones y ayudados por neurotoxinas paralizantes que segregan por poros (Barrientos, 2003).

Cabe resaltar, que los quetognatos han sido asociados a condiciones hidrográficas específicas, debido a sus preferencias por diferentes masas de agua, lo que los convierte en buenos indicadores de condiciones hidrográficas, así como de la dinámica general y contaminación de mares y océanos (Zoppi de Roa, 2003). Además, al igual que otros componentes del zooplancton también realizan migraciones verticales del tipo nictemerales, ya que siguen el ritmo alterno de los días y noches, descendiendo cuando la luz es intensa, y emergiendo de nuevo a la superficie por la noche (Margalef, 1967).

ANTECEDENTES

En el Caribe y golfo de México

En la cuenca del Caribe se pueden encontrar numerosos estudios realizados con los quetognatos (Grant 1992, Hernández-Flores y col., 2009), de los cuales la mayoría están orientados hacia taxonomía o ecología. En cuanto a la taxonomía se destacan las siguientes investigaciones como la de Michel (1984), quien elabora una guía de quetognatos para el Caribe y las áreas adyacentes, donde describe 28 especies pertenecientes a 6 géneros. McLelland (1989) realiza una clave ilustrada para la identificación de quetognatos solamente del norte del golfo de México, describiendo 24 especies de 9 géneros.

Entre los estudios realizados sobre ecología cabe señalar los realizados en las costas de Florida por Owre (1960) y Pierce y Wass (1962), quienes estudiaron la abundancia y variaciones estacionales de las especies de quetognatos presentes. Posteriormente fueron realizados una serie de trabajos similares en las costas de México y golfo de México. Ramírez y Álvarez, (1999), determinaron la composición de especies de quetognatos en una laguna de arrecife coralino en el mar Caribe Mexicano, y reportaron 9 especies, siendo las más abundantes *Ferosagitta hispida* y *Flaccisagitta enflata*.

Mille-Pagaza y Carrillo-Laguna (1999) estudiaron la composición de los quetognatos del banco de Campeche, México, reportando 12 especies, donde la especie de mayor abundancia fue *Flaccisagitta enflata*, seguida de *Parasagitta tenuis*. Posteriormente los mismos autores en 2003 estudiaron la distribución y abundancia de los quetognatos en el estado de Tamaulipas, (costa del golfo de México) y océano adyacente, donde en total encontraron 13 especies con *F. enflata* y *P. tenuis* como las de mayor densidad, coincidiendo con su trabajo previo.

Álvarez y col. (2008) evaluaron la composición, abundancia y distribución de las especies de quetognatos del litoral norte del Caribe de México, identificando 11 especies, entre las cuales las más abundantes fueron: *Ferosagitta hispida*, *F.*

enflata y *Serratosagitta serratodentata*. Por su parte, Tovar y col. (2009) estudiaron los patrones de distribución de la comunidad de quetognatos en un gran sistema arrecifal del occidente del Caribe desde la parte norte de la península de Yucatán, México, hasta Honduras en América Central, donde las especies dominantes fueron: *F. enflata* y *P. tenuis*.

En Venezuela

Los trabajos sobre quetognatos en Venezuela son escasos y la mayoría de ellos están enfocados sobre aspectos ecológicos, como componentes del plancton. Legaré y Zoppi (1961) realizaron el primer estudio sobre los quetognatos de Venezuela, además de evaluar la abundancia y distribución en las aguas del oriente del país. Allí describieron 10 especies pertenecientes a las siguientes familias: Sagittidae (8), Krohnittidae (1) y Pterosagittidae (1). Posteriormente Urosa y Rao (1974) reportan otra especie más de la familia Sagittidae. Ginés (1982) en un estudio oceanográfico que abarcó la región central y occidental del país reporta dos especies: *Sagitta hispida* y *S. inflata*, presentes en el estuario de Maracaibo. Posteriormente Rodríguez (2000), estudiando el plancton igualmente del sistema de Maracaibo, menciona también dos especies: *S. enflata* y *S. hispida* en el estuario de Maracaibo y golfo de Venezuela.

Zoppi de Roa (2003) en una revisión del Filo Chaetognatha para el país, reporta las 11 especies conocidas y distribuidas en las siguientes familias: Sagittidae (9), Krohnittidae (1) y Pterosagittidae (1). Camisotti (2004) evaluó la distribución espacial de copépodos, quetognatos y eufáusidos en las aguas de la Fachada Atlántica de Venezuela, encontrando 10 especies de quetognatos, de las cuales las más abundantes fueron *F. enflata* y *P. tenuis*. Posteriormente, en la misma región, Márquez y col. (2013) al estudiar la variación espacial y temporal del plancton en la localidad de caño Mánamo (delta del Orinoco) mencionan las mismas dos especies. Por su vez en la región occidental del país, Zoppi de Roa y Palacios (2005), identificaron tres especies para Morrocoy: *S. enflata*, *S. hispida* y *S. tenuis*.

En la región Oriental, Márquez y col. (2006), estudiaron el zooplancton del golfo de Cariaco, donde reportaron 10 especies de quetognatos. Más tarde, Márquez y col. (2009) determinaron la presencia del grupo para la cuenca de Cariaco. Márquez-Rojas y col. (2011) determinaron la estructura comunitaria del zooplancton en dos localidades del golfo de Cariaco, donde encontraron como especies más abundantes a *F. enflata* y *P. tenuis*. En cuanto al Parque Nacional Mochima, Márquez-Rojas y col. (2008), determinan la biomasa, densidad y composición zooplanctónica de la bahía de Mochima, reportando presencia de quetognatos, pero sin identificarlos. Narváez (2011), determinó la variación temporal y espacial del micro y mesozooplancton en la parte interna de la bahía de Mochima, mencionando la presencia de quetognatos sin identificarlos. Marcano y col. (2010) reportaron la presencia del grupo sin identificación de especies en la bahía de Mochima. Márquez y Zoppi (2017), en su estudio sobre la retrospectiva y prospectiva del zooplancton de la bahía de Mochima, reportan tres especies de quetognatos: *F. enflata* y *P. tenuis* y *F. hispida*. Segovia (2017), en su estudio de los copépodos y cladóceros en la bahía de Mochima, reporta sólo el género *Sagitta*.

En otras localidades del país como la insular, Casanova y col. (2007), caracterizaron espacial y temporalmente el zooplancton del archipiélago de Los Roques, reportando tres especies, siendo *P. tenuis* la más abundante. Hernández-Ávila y Gómez (2014), además de Villalba y col. (2017), reportan la presencia del grupo en sus trabajos sobre el zooplancton para la isla de Margarita. Casanova (2016) analizó la dinámica de la comunidad planctónica en relación a las perturbaciones naturales en el Refugio de Fauna silvestre Isla de Aves (Dependencias Federales). En ese territorio insular reportó 6 especies de quetognatos, siendo *F. enflata* la única especie que apareció durante todo el periodo de estudio.

Como se puede evidenciar en Venezuela son pocas las investigaciones previas dedicadas exclusivamente al estudio de este Phylum, y menos aún de carácter estrictamente taxonómico. Por esta razón, el presente estudio está enfocado en la

taxonomía, así como en algunos aspectos ecológicos como composición de especies, riqueza, abundancia, estructura poblacional y diversidad del grupo en tres localidades del Caribe venezolano (Parque Nacional Morrocoy, Parque Nacional Mochima y Refugio de fauna Silvestre Isla de Aves), con la finalidad de llevar a cabo una actualización del listado de las especies presentes, así como de los estudios realizados con los cetognatos a nivel biológico y ecológico en el país.

OBJETIVOS

Objetivo general

Estudiar las especies del Phylum Chaetognatha de tres localidades del Caribe venezolano: Parque Nacional Morrocoy, Parque Nacional Mochima y Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves, y algunos aspectos de la estructura poblacional y comunitaria.

Objetivos específicos

1. Identificar y describir las especies de chaetognatos presentes en las tres localidades de estudio.
2. Determinar la composición, riqueza y abundancia de las especies por localidad.
3. Establecer la estructura poblacional de las especies.
4. Comparar las poblaciones de chaetognatos entre los sitios de las tres localidades y en retrospectiva con estudios anteriores en el país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El sistema marino-costero venezolano tiene una longitud de 3.964 km, de los cuales 2.678 km (67,5%) corresponden a la costa continental del mar Caribe, 814 km (20,5%) a la del océano Atlántico y 472 km (12,0%) al territorio insular (Rodríguez-Altamiranda, 1999; Miloslavich y col., 2005).

En este trabajo se estudiaron muestras provenientes de tres localidades del Caribe venezolano: El Parque Nacional Morrocoy (estado Falcón), El Parque Nacional Mochima (estados Anzoátegui y Sucre) y El Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves (Dependencias Federales) (Figura 2).



Figura 2. Ubicación de las localidades de muestreo, correspondientes a: (1) Parque Nacional Morrocoy, (2) Parque Nacional Mochima y (3) Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves (tomado y modificado de <http://runrun.es/opinion/impacto/59107/otro-alerta-sobre-decision-de-la-cij-que-podria-afectar-nuestra-isla-de-aves.html>).

El Parque Nacional Morrocoy ($10^{\circ} 50' N$, $68^{\circ} 20' O$) abarca una superficie total de 320 km^2 y se encuentra localizado en el sector costero centro-occidental de Venezuela, en el extremo oriental del estado Falcón. Fue creado por el Decreto N° 113 de fecha 27 de mayo de 1974. Ocupa áreas continentales, insulares y marinas. La zona marina costera es un cuerpo de agua relativamente somero, el cual está separado de la zona oceánica por cayos e islotes. El intercambio de agua ocurre principalmente a través de Boca Grande y Boca Paiclás, en los extremos noreste y sur, respectivamente (Solana y col., 2005).

El clima es tropical de sabana con influencia monzónica, la temperatura atmosférica media es de $26,5^{\circ}\text{C}$ y los vientos alisios soplan del noreste, con una velocidad media de $4,5 \text{ km/h}$. Presenta una precipitación entre 1000 y 1800 mm , con una media anual de 1213 mm . Posee una estacionalidad marcada, con un periodo seco de enero-abril y un máximo de precipitación de noviembre-diciembre. En cuanto a altitud, ésta varía de 0 a 285 msnm (Walter y Medina, 1971).

Dentro del parque se puede diferenciar una zona más externa que se comunica con la región oceánica, caracterizada por la presencia de arrecifes coralinos, aguas de oleaje moderado, salinidad entre 35 y 37‰ , poca turbidez y profundidades de hasta 20 m . En contraste, se encuentra una zona más interna de menor oleaje, con valores de salinidad entre 30 y 41‰ , mayor turbidez y profundidades de hasta 12 m (Bone y col., 1998). La temperatura media anual del agua es de $29,1^{\circ}\text{C}$ con mínimas entre diciembre y febrero y máximas entre agosto y octubre. La salinidad oscila entre 25 y 30‰ (Solana y col., 2005).

Las muestras de zooplancton en Morrocoy fueron tomadas entre febrero de 2000 y enero de 2002 en 10 sitios del parque por Zoppi de Roa y Palacios-Cáceres (2005). Para el presente trabajo se seleccionaron sólo las muestras colectadas en las siguientes cuatro estaciones: 8 Boca Grande ($10^{\circ}61'10'' N$ - $68^{\circ}14'09'' O$), 9 Boca Seca (interna y externa) ($10^{\circ}51'05'' N$ - $68^{\circ}14'07'' O$), 11 Boca Paiclás ($10^{\circ}48'83'' N$ - $68^{\circ}16'16'' O$) y 14 Boca Suanche ($10^{\circ}48'31'' N$ - $68^{\circ}17'22'' O$), (Figura 3).

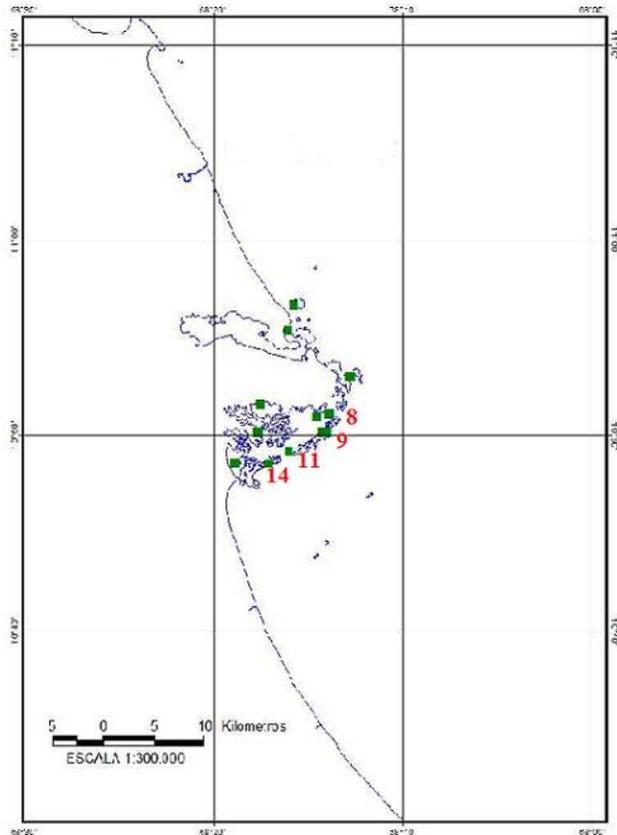


Figura 3. Localización de las estaciones muestreadas (en rojo) dentro del Parque Nacional Morrocoy. Tomado y modificado de: Palacio-Cáceres y Zoppi de Roa (2005).

En cuanto al Parque Nacional Mochima, se encuentra situado en la vertiente norte de la cordillera de la Costa ($64^{\circ}19'30'' - 64^{\circ}22'30''\text{O}$, $10^{\circ}24' - 10^{\circ}20'\text{N}$), entre los estados Anzoátegui y Sucre. Fue creado por el Decreto N° 1.534 de fecha 19 de diciembre de 1973. La bahía de Mochima se comunica directamente con la fosa de Cariaco a través de una boca, con dimensiones de 1,7 km de ancho y 60 m de profundidad hacia el norte de la misma, y se extiende desde 0,3-3,5 km de ancho y 7,6 km de largo, en dirección norte-sur, abarcando un área de 24 km^2 , encontrándose bajo una fuerte influencia de los vientos alisios del noreste (Okuda y col., 1968). Por esta razón es uno de los ecosistemas costeros que se encuentran favorecidos por procesos de surgencia costera (Márquez y col., 2007).

La bahía puede ser dividida en tres zonas: zona interna, caracterizada por su topografía suave y regular con profundidad máxima de 20 m y aguas tranquilas, la

cual disminuye gradualmente hasta las orillas; zona central, con fuertes caídas en ambos lados de las costas de barrancas, que forman parte de las paredes del canal central, presentan profundidades máximas de hasta 27 m; y zona externa, con pocas irregularidades y una pendiente suave hacia la zona de la bahía, donde las costas de playas son predominantes, con caídas suaves hacia el mar y profundidades de hasta 60 m y con oleaje fuerte (Caraballo, 1968).

La temperatura media anual del aire corresponde a 26°C, siendo un clima catalogado como semiárido o árido cálido que incluye toda la franja costera oriental venezolana, comprendida entre Puerto La Cruz y Cumaná (Herrera y col., 1980). Presenta una distribución anual de las precipitaciones en dos períodos. La temporada de sequía, situada entre los meses diciembre–mayo y durante los cuales las precipitaciones son insignificantes, es decir, están por debajo de los 50 mm/mes. El mínimo de precipitaciones corresponde al mes de enero. La máxima cantidad de precipitaciones en este período se registran en el mes de agosto. La suma anual de las precipitaciones es del orden de 450 mm (Quintero y col., 2004).

Las condiciones fisicoquímicas del agua de la bahía muestran cierta estacionalidad relacionada con los períodos de sequía y lluvia. La salinidad del agua presenta pocas variaciones, debido a las escasas desembocaduras de ríos, y está comprendida entre 33,33 y 37,14‰ (Jiménez-Prieto y Liñero-Arana, 2002). La turbidez dentro de la bahía está relacionada con la surgencia que incrementa la carga de nutrientes y genera un aumento en la biomasa planctónica, y con los sedimentos que son arrastrados en la época de lluvias desde las costas de la bahía; esto altera la transparencia y la penetración de la luz, las cuales son mayores en épocas donde no se observa surgencia ni lluvias (Sánchez, 2006).

En cuanto a la fauna del parque, la bahía posee áreas de nidificación y alimentación de tortugas marinas, así como numerosas aves residentes y migratorias. Además, presenta una diversidad alta de invertebrados marinos, insectos, mamíferos y reptiles terrestres, además de peces de importancia económica. Por su parte, en cuanto a la vegetación acuática, en la parte acuática está constituida principalmente por praderas de fanerógamas, mientras que en la

terrestre hay presencia de cactáceas, arbustos, helechos y orquídeas. En el borde litoral predominan manglares hacia la zona interna y canal (Silva, 2010).

Las muestras estudiadas fueron colectadas por Segovia (2017) en marzo del 2016. Los puntos de muestreo son 6 estaciones, ubicadas a lo largo de la zona central y externa de la bahía: Estación 1 (Mangle Quemado), situada frente a la playa del mismo nombre en el medio del canal: $10^{\circ}22'39,9''N - 64^{\circ}20'43''O$; Estación 2 (Punta León), dispuesta cerca de dicha zona: $10^{\circ}22'56,4''N - 64^{\circ}20'44,8''O$; Estación 3 (Las Maritas), ubicada al final del canal frente a la entrada de la ensenada: $10^{\circ}23'16,7''N - 64^{\circ}20'37,7''O$; Estación 4 (Playa Blanca), situada en el medio de la ensenada: $10^{\circ}26'27,3''N - 64^{\circ}20'37,8''O$; Estación 5 (Boca): $10^{\circ}23'42,9''N - 64^{\circ}20'39,8''O$; Estación 6 (Mar Abierto): $10^{\circ}23'57,4''N - 64^{\circ}20'41''O$ (Figura 4).



Figura 4. Ubicación de las estaciones de muestreo en la bahía de Mochima (Parque Nacional Mochima). Tomado de Segovia (2017).

El Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves se localiza en el sector noreste del mar Caribe, a 509 km al norte de la isla de Margarita. Sus coordenadas geográficas la posicionan en Latitud 15° 40' 23,7" Norte y Longitud 63° 36' 59,9" Oeste. Geopolíticamente, forma parte de las Dependencias Federales Venezolanas. Al referirla a otras islas, se sitúa a 435 km al noreste de la isla La Blanquilla y aproximadamente a 200 km al oeste de Dominica y Guadalupe y 251 km al sureste de Puerto Rico (Dirección de Hidrografía y Navegación, 2002).

La isla tiene una forma alargada con orientación norte-sur, ligeramente arqueada, estrecha en el centro y ensanchada en sus extremos, donde se encuentran las dos prominencias principales que constituyen las partes más elevadas del relieve. La altitud de la isla varía entre 0 y 3 m sobre el nivel del mar. En la zona marina contigua a la isla existe un arrecife de corales que rodea casi en toda su extensión, a excepción de la parte oeste (Hoyos, 1972).

De los registros de la estación meteorológica presentes en la isla realizados por Piñero (1987), la temperatura media anual es de 26,8°C, el máximo de temperatura media se alcanza en el mes de septiembre (30,7°C) y la mínima media en febrero (23,4°C). La dirección del viento es predominantemente este y noreste, con una velocidad media anual de 23,1 km/h. Las velocidades máximas registradas se presentan entre julio y octubre, con más de 100 km/h y afectadas por las tormentas tropicales. La precipitación total anual oscila entre 300 y 700 mm. Los meses más secos corresponden al período de febrero a julio, mientras que la temporada de lluvias ocurre entre los meses de agosto y enero, representando 82,1% de la precipitación total anual y alcanzando en noviembre el mayor régimen de precipitaciones (Dirección de Hidrografía y Navegación, 2002).

En cuanto a las variables fisicoquímicas del agua, en invierno las temperaturas medias del agua varían entre 25,5-27°C, y en verano entre 27-28°C. La salinidad media en invierno es de 35,90‰ y en verano 35,17‰, siendo el promedio anual 35,53‰ (Wüst, 1964).

Por la ubicación de la isla, en mitad del Caribe, la misma se encuentra bajo influencia de tormentas tropicales y huracanes, entre los meses de agosto y septiembre de cada año. Dentro de estas perturbaciones las de mayor frecuencia pasan por el sur de la isla y la afectan con mayor intensidad que las que provienen de otras direcciones (Piñero, 1987).

La flora terrestres de la isla está dominada por dos especies de verdolagas: *Sesuvium portulacastrum* y *Portulaca oleracea* (Hoyos, 1972), mientras que la vegetación marina está dominada por algas clorofitas, seguidas de feofitas. En general las especies presentes son típicas del Caribe (Almeida y col., 1974).

Los muestreos de plancton fueron realizados por Casanova (2016) en cuatro zonas ubicadas en forma concéntrica alrededor de la plataforma interna de isla de Aves, coincidentes con los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) (Figura 5).

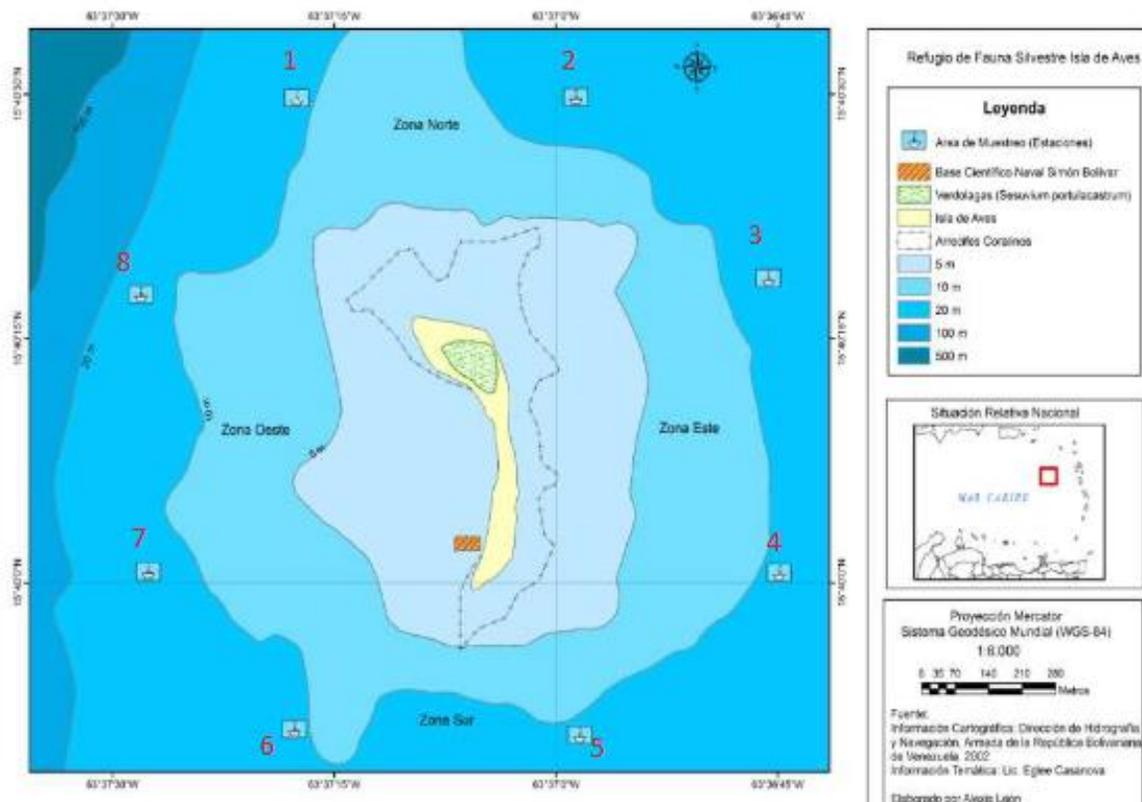


Figura 5. Localización de los puntos de muestreo en el Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves. Tomado y modificado de: Casanova (2016).

Métodos de campo

- Parque Nacional Mochima

Se tomaron 12 muestras de zooplancton los días 15 y 16 de marzo de 2016, correspondiendo a la época de los vientos alisios (cuando se produce la surgencia), en horas comprendidas entre las 7:00 am y 3:00 pm, siendo el primer día desde las 11:30 am – 3:00 pm, y el segundo desde las 9:30 am – 11:30 am.

Las muestras de zooplancton se colectaron mediante arrastres verticales de la columna de agua con empleo de una red cónica (diámetro de poro = 285 μm), y se fijaron *in situ* con formol técnico 10% (v/v). Las amplitudes de las profundidades desde las cuales se arrastró la red hacia la superficie se fijaron según la batimetría de cada estación: Estaciones 1 y 2 = 25 m, 3 = 35 m, 4 = 56 m, 5 y 6 = 70 m.

- Parque Nacional Morrocoy

Las muestras fueron tomadas en salidas de campo que se realizaron de forma mensual entre febrero de 2000 y enero de 2002.

Se colectaron las muestras a través de arrastres verticales desde 6 m de profundidad hasta la superficie con una red cónica, con una boca de 0,53 m de diámetro y una apertura de poro de 100 μm . En Boca Grande, Paiclás y Boca Suanche se tomaron 3 muestras al azar (una en un punto exterior, una en la parte central (de paso) y una en el interior no muy lejano), y en Boca Seca sólo se tomaron muestras a ambos lados de la misma. Las muestras se preservaron *in situ* con una solución de formalina diluida en agua de mar.

- Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves

Las muestras seleccionadas para el estudio corresponden a las colectadas mediante un muestreo interdiario durante 18 días (desde el 25 de agosto hasta el 11 de septiembre del 2008).

Las muestras de zooplancton se colectaron mediante arrastres oblicuos con una red tipo Hensen (de apertura de poro = 285 μm y diámetro de boca = 50 cm),

desde 5 m de profundidad a la superficie. Dichas muestras se preservaron *in situ* con una pequeña cantidad de formol concentrado a 10% v/v.

Métodos de laboratorio

Todas las muestras estudiadas en esta investigación, una vez traídas del campo, fueron filtradas, trasvasadas a envases pequeños y conservadas en una solución de formol al 5% v/v neutralizado con borato de sodio (bórax). Estas muestras quedaron depositadas en el Laboratorio de Ecología de Sistemas Acuáticos (Plancton) ubicado en el Instituto de Ecología y Zoología Tropical, Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela.

En este trabajo se analizaron 12 muestras del Parque Nacional Mochima, 16 del Parque Nacional Morrocoy y 17 del Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves, totalizando 45 muestras. Dichas muestras se seleccionaron de manera aleatoria a partir de una observación previa. De cada una de las muestras homogeneizadas se observaron dos submuestras volumétricas de 15 ml cada una, las cuales fueron extraídas con pipetas serológicas. Las alícuotas se colocaron en cámaras Bogorov con capacidad de 30 ml y se visualizaron en un microscopio estereoscópico Wild-Heerbrugg M5A para la separación y extracción de los quetognatos.

El tratamiento de las muestras en el presente estudio se realizó en dos etapas: primero se separaron los quetognatos, sin efectuar una identificación taxonómica. Los organismos seleccionados se trasvasaron a viales de vidrio de 10 ml, para preservarlos en una solución preparada denominada 6:3:1 (seis partes de etanol, tres partes de formol al 5% v/v neutralizado con bórax y una parte de glicerina).

Posteriormente, los individuos separados de las diferentes muestras se colocaron nuevamente en cámaras Bogorov (o porta objeto) y bajo la lupa o microscopio se identificaron hasta el menor nivel taxonómico posible. Estas identificaciones, se realizaron con los trabajos especializados de Legaré y Zoppi (1961), Alvaríño (1969), Michel (1984), McLelland (1989), entre otros. Una vez separados, identificados y cuantificados los individuos, se calculó la frecuencia de aparición y las abundancias relativas se reportaron en porcentaje (%). Parte de los individuos

de las tres especies más abundantes por localidad fueron medidos (desde el comienzo de la cabeza hasta el final de la cola), seleccionando a los ejemplares que se encontraron en las mejores condiciones y lo más rectos posibles, para disminuir el error en las medidas. Dicho proceso se realizó con la finalidad de determinar la estructura poblacional correspondiente a las especies seleccionadas de cada localidad. Para llevar a cabo la medición se empleó una escala de referencia de 2 mm dispuesta en un portaobjetos que calibró a otra ubicada en un ocular (micrómetro ocular) a un aumento de 50x. También se determinó el estadio de desarrollo de cada individuo (juvenil o adulto). La determinación de cada estadio adulto (con desarrollo gonadal) se realizó a partir de la nomenclatura definida por Alvariño (1967), quien describe cuatro de ellos (I, II, III, IV) según intervalos de longitud de cada especie. Además, se adicionó una talla denominada juvenil (J), donde se incluyeron los individuos de longitud menor al primer intervalo considerado adulto, para contabilizar los individuos que no presentaron desarrollo gonadal. Finalmente, se realizaron registros fotográficos de las especies destacadas durante las observaciones en distintos aumentos, para incrementar la resolución y apreciar las características diagnósticas de los ejemplares.

Análisis de datos

Se determinó el número de individuos por especies presentes en cada localidad y sitios de muestreo, los cuales se representaron en porcentajes en diagramas circulares y tablas. Además, se reportaron los valores en matrices de presencia o ausencia y se expresaron en frecuencias de aparición relativas.

Por su parte, para reportar la estructura poblacional de las especies seleccionadas por localidad se emplearon gráficos de barras.

Se calculó la riqueza (S) en cada uno de los sitios de muestreo (diversidad alfa) de cada localidad (diversidad gamma), y para realizar comparaciones entre los sitios de cada localidad se emplearon los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H') y de equidad de Pielou (J').

Para la ejecución de los análisis se empleó el programa estadístico PAST v 2.17 (Hammer y col., 2001).

RESULTADOS

Composición y riqueza

Durante el estudio se analizaron e identificaron un total 3.085 individuos provenientes de las tres localidades estudiadas. A partir de los mismos se determinaron 11 especies y 8 géneros pertenecientes a 3 familias del Phylum Chaetognatha, siendo la localidad con mayor riqueza el Parque Nacional Mochima (10 especies), seguido del Parque Nacional Morrocoy (9 especies) y finalmente el Refugio de Fauna Silvestre de Isla de Aves con la menor riqueza (7 especies). Para el Parque Nacional Morrocoy se reportan 6 nuevos registros, mientras que para el Parque Nacional Mochima, todas las especies identificadas son nuevos reportes. Por su parte, para el Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves se señalan 3 nuevos registros en este estudio (Tabla 1).

Tabla 1. Composición de especies de quetognatos en las tres localidades estudiadas. (*) Nuevo reporte para la localidad.

Clasificación			Localidades		
			Morrocoy	Mochima	Isla de Aves
Phylum	Familia	Especie			
Chaetognatha	Krohnittidae	<i>Krohnitta pacifica</i> (Aida, 1897)	X*	X*	X
	Pterosagittidae	<i>Pterosagitta draco</i> (Krohn, 1853)	-	-	X
	Sagittidae	<i>Flaccisagitta enflata</i> (Grassi, 1881)	X	X*	X
		<i>Flaccisagitta hexaptera</i> (d'Orbigny, 1836)	-	X*	X*
		<i>Ferosagitta hispida</i> (Conant, 1895)	X	X*	-
		<i>Parasagitta tenuis</i> (Conant, 1896)	X	X*	-
		<i>Parasagitta friderici</i> (Ritter-Záhony, 1911)	X*	X*	-
		<i>Decipisagitta decipiens</i> (Fowler, 1905)	X*	X*	X*
		<i>Sagitta bipunctata</i> (Quoy & Gaimard, 1827)	X*	X*	X*

Tabla 1. Continuación.

Clasificación			Localidades		
			Morrocoy	Mochima	Isla de Aves
Phylum	Familia	Especie			
Chaetognatha	Sagittidae	<i>Sagitta helenae</i> (Ritter-Záhony, 1911)	X*	X*	-
		<i>Serratosagitta serratodentata</i> (Krohn, 1853)	X*	X*	X
Total de especies			9	10	7

En cuanto a la distribución de la riqueza en cada localidad, se tiene que en el Parque Nacional Morrocoy, el sitio con mayor riqueza de especies corresponde a la estación 11 (Boca Paiclás) para ambos años (2000 y 2001) con 9 especies, y por su parte la menor riqueza se reporta para la estación 8 (Boca Grande), con 7 especies en 2000 y 8 en 2001. En el Parque Nacional Mochima el mayor número de especies se reportó en las 3 estaciones más externas de la bahía, siendo la estación 5 (Boca) la más diversa con 10 especies y las menores riquezas ocurrieron en las 3 estaciones más internas, presentándose el menor valor en la estación 1 (Mangle Quemado) con 4 especies. Por último, para el Refugio de Fauna Silvestre de Isla de Aves la estación 4 fue la más rica (6 especies) y la 3 la de menor riqueza (3 especies). Entre sitios de la misma localidad, salvo Mochima donde son notables las diferencias entre estaciones más internas (canal) y las más externas (boca) de la bahía, las variaciones de la riqueza fueron pequeñas. (Tabla 2).

Tabla 2. Riqueza de especies por sitio correspondiente a cada localidad estudiada.

Localidades	Sitio	Riqueza (S)	
		2000	2001
Parque Nacional Morrocoy	Estación 8	7	8
	Estación 9	6	7
	Estación 11	9	9
	Estación 14	8	8

Tabla 2. Continuación.

Localidades	Sitio	Riqueza (S)
Parque Nacional Mochima	Estación 1	4
	Estación 2	5
	Estación 3	5
	Estación 4	7
	Estación 5	10
	Estación 6	7
Refugio de Fauna Silvestre de Isla de Aves	Estación 1	4
	Estación 2	5
	Estación 3	3
	Estación 4	6
	Estación 5	5
	Estación 6	5
	Estación 7	5
	Estación 8	4
	Estación 9	4

Comparación con otros trabajos realizados en el país

En los estudios realizados con plancton en el país, donde se reportan especies de quetognatos, el registro oscila desde sólo la mención del taxón en general, hasta un máximo de 11 especies reportadas dentro de un solo estudio. De las tres localidades estudiadas la que presenta un mayor número de trabajos con registro taxonómico, incluyendo el presente estudio, es el Parque Nacional Mochima. Mientras que para el Parque Nacional Morrocoy es el segundo reporte que se tiene en relación al grupo (Tabla 3).

Tabla 3. Registro de trabajos realizados en el país donde se reportan presencia de quetognatos, incluyendo las localidades de estudio.

Clasificación	Localidades			
	Morrocoy	Mochima	Isla de Aves	Otras
Chaetognatha		8, 10, 12, 16		9
<i>Krohnitta pacifica</i>	19	19	14, 19	1, 4, 6

Tabla 3. Continuación.

Clasificación	Localidades			
	Morrocoy	Mochima	Isla de Aves	Otras
<i>Pterosagitta draco</i>			14, 19	1, 4
<i>Flaccisagitta enflata</i>	19, 5	18, 19	14, 19	1, 2, 3, 4, 6, 7, 13, 15
<i>Flaccisagitta hexaptera</i>		19	19	1, 4, 6
<i>Ferosagitta hispida</i>	19, 5	18, 19	14	1, 2, 3, 4, 6, 7
<i>Parasagitta tenuis</i>	19, 5	18, 19	14	1, 4, 6, 7, 13, 15
<i>Parasagitta friderici</i>	19	19		6
<i>Dicipisagitta decipiens</i>	19	19	19	1, 6
<i>Sagitta bipunctata</i>	19	19	19	1, 6
<i>Sagitta helenae</i>	19	19		1, 6
<i>Serratosagitta serratodentata</i>	19	19	14, 19	1, 4, 6
<i>Sagitta</i> spp		16		4, 16

1. Legaré y Zoppi, 1961 (golfo y fosa de Cariaco e isla de Margarita), 2. Ginés, 1982 (estuario de Maracaibo), 3. Rodríguez, 2000 (estuario de Maracaibo y golfo de Venezuela), 4. Camisotti, 2004 (Fachada Atlántica), 5. Zoppi y Palacios, 2005, 6. Márquez-Rojas y col., 2006 (golfo de Cariaco), 7. Casanova y col., 2007 (archipiélago de Los Roques), 8. Márquez-Rojas y col. 2008, 9. Márquez y col., 2009 (cuenca de Cariaco), 10. Marcano y col. 2010, 11. Márquez-Rojas y col., 2011 (golfo de Cariaco), 12. Narváez, 2011, 13. Hernández-Ávila y Gómez, 2014 (isla de Margarita), 14. Casanova, 2016, 15. Márquez-Rojas y col., 2017 (golfo de Cariaco), 16. Segovia, 2017, 17. Villalba y col., 2017 (isla de Margarita), 18. Márquez y Zoppi (2017), 19. Presente trabajo.

Taxonomía

Las especies de quetognatos identificadas en las tres localidades estudiadas en el presente trabajo, son descritas brevemente con sus principales características y distribución geográfica reportada.

Phylum Chaetognatha
Clase Sagittodea
Orden Aphragmophora
Familia Krohnittidae
Género ***Krohnitta***

Krohnitta pacifica (Aida, 1897) (Figura 6)

Sinonimia: Bonilla (1983).

Material examinado: 15 ejemplares (E1 y E2) Parque Nacional Mochima. 6 ejemplares (E5 y E9) Refugio de fauna Silvestre Isla de Aves.

Características: cuerpo delgado, rígido y transparente. Longitud máxima de 6-8 mm. Cabeza pequeña y alargada. Ausencia de collarete y divertículos intestinales. Presentan una sola hilera de 11-16 dientes largos y curvados a cada lado. De 8-17 ganchos largos y con margen externo anguloso (Fig 6A). Ojos pequeños y con pigmento redondeado. Presenta un par de aletas laterales redondeadas y parcialmente radiadas, que van desde un punto equidistante entre el ganglio ventral y el septo caudal hasta tocar la aleta caudal. La aleta caudal tiene forma espatulada y es radiada. Las vesículas seminales son grandes, ovaladas y se encuentran en un espacio entre las aletas laterales y la caudal. Los ovarios pueden llegar hasta la parte posterior del ganglio ventral y los óvulos son grandes, redondos y dispuestos en una fila.

Distribución: cosmopolita en mares tropicales y subtropicales (Furnestín 1966; Boltovskoy 1981).

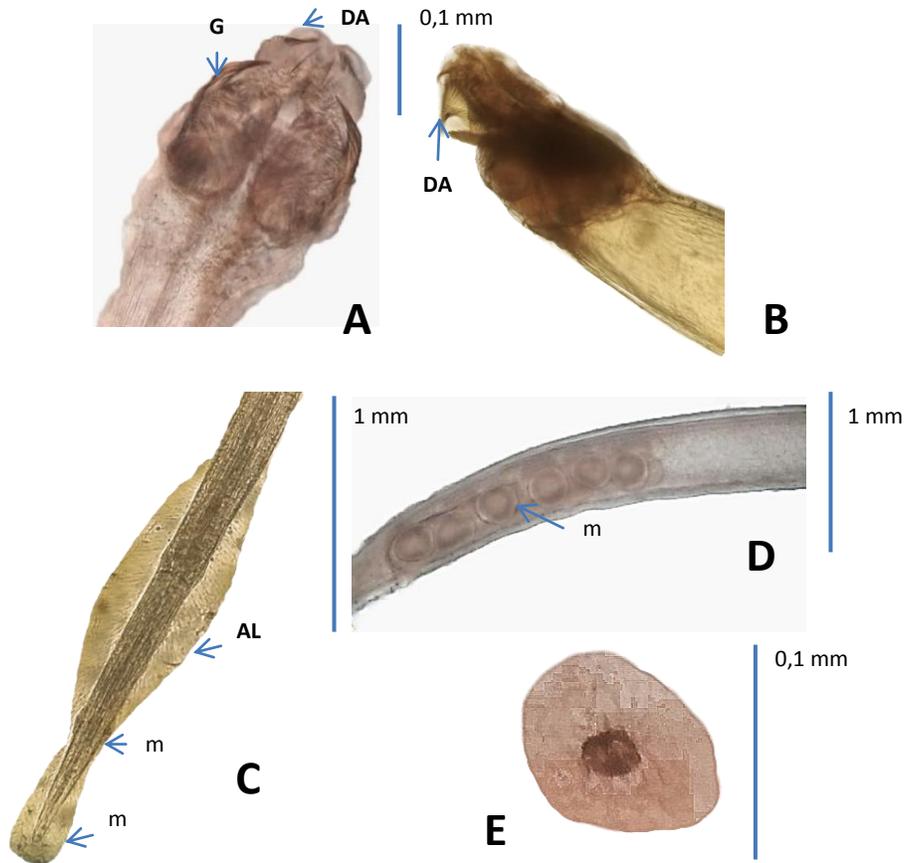


Figura 6. *Krohnitta pacifica*: **A.** Cabeza. **B.** Cabeza en vista lateral. **C.** Tronco y segmento caudal. **D.** Tronco en vista lateral, **E.** Ojo. **AC:** Aleta caudal, **AL:** Aletas laterales, **DA:** Dientes anteriores, **G:** Ganchos, **Ov:** Óvulos, **VS:** Vesículas seminales.

Familia Pterosagittidae
Género *Pterosagitta*

Pterosagitta draco (Krohn, 1853) (Figura 7)

Sinonimia: Michel (1984).

Material examinado: 4 ejemplares (E5 y E6) Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves.

Características: cuerpo ancho, rígido y opaco. Longitud máxima de 11 mm. Cabeza grande y redonda. Collarete bien desarrollado, se extiende por todo el contorno del cuerpo desde el cuello hasta las aletas y divertículos intestinales ausentes. Presentan dos hileras de dientes a cada lado, de 6-10 anteriores y de 8-18 posteriores. De 8-10 ganchos largos. Ojos grandes con pigmento pequeño generalmente en forma de T alargada. El segmento caudal constituye casi la mitad de la longitud del cuerpo. Presentan un solo par de aletas radiadas laterales ubicadas en el segmento caudal. Las vesículas seminales son alargadas y están en contacto con las aletas laterales y cercanas a la caudal. Los ovarios pueden alcanzar el ganglio ventral y los óvulos son grandes y dispuestos en dos filas.

Distribución: cosmopolita de aguas cálidas y templadas (Alvariño, 1965).

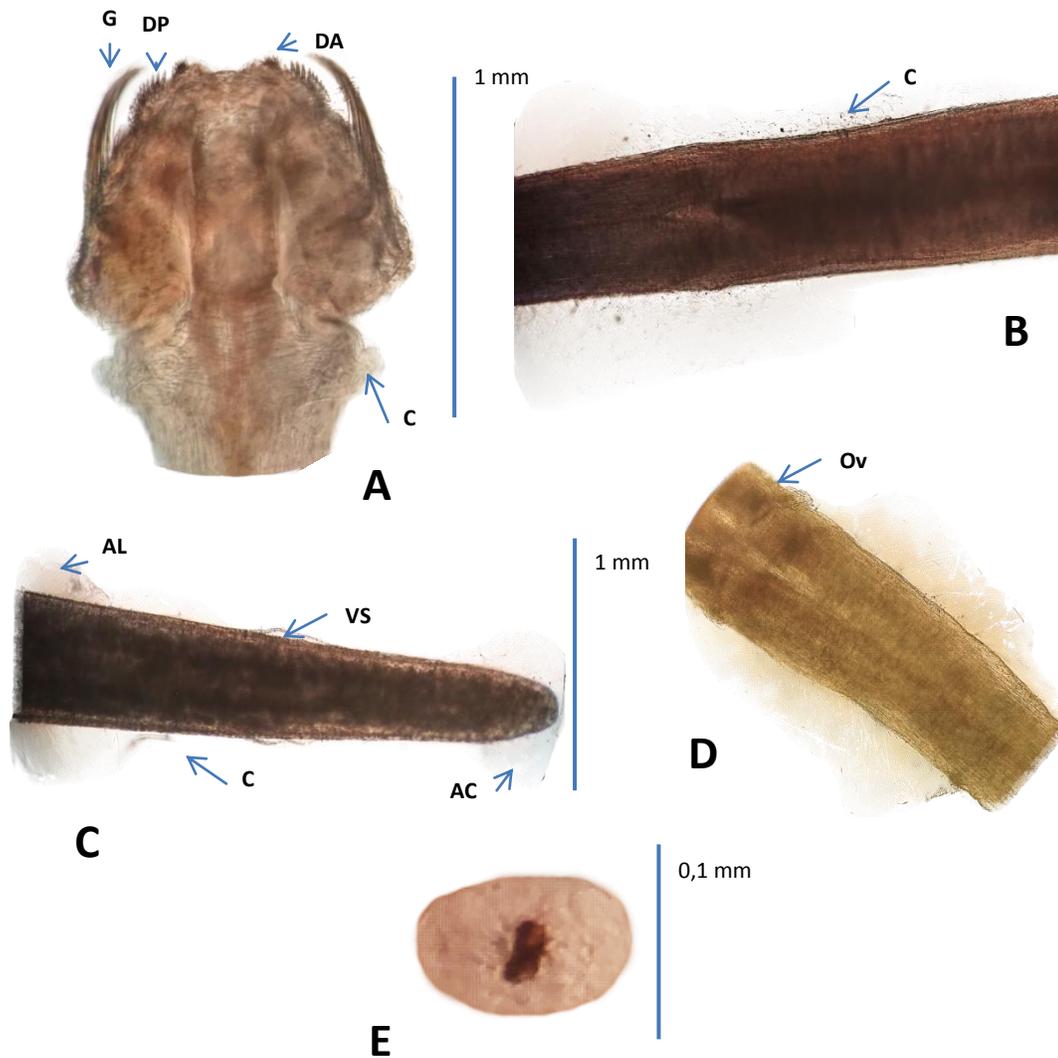


Figura 7. *Pterosagitta draco*: **A.** Cabeza. **B y D.** Tronco y segmento caudal. **C.** Segmento caudal. **E.** Ojo. **AC:** Aleta caudal, **AL:** Aletas laterales, **C:** Collarete, **DA:** Dientes anteriores, **DP:** Dientes posteriores, **G:** Ganchos, **Ov:** Óvulos, **VS:** Vesículas seminales.

Familia Sagittidae
Género *Flaccisagitta*

Flaccisagitta enflata (Grassi, 1881) (Figura 8)

Sinonimia: Michel (1984).

Material examinado: 20 ejemplares (E3, E4 y E5) Parque Nacional Mochima. 45 ejemplares (E2, E3 y E4) Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves.

Características: cuerpo ancho, flácido y transparente. Longitud máxima de 34 mm. Cabeza pequeña y redonda. Collarete y divertículos intestinales ausentes. Presentan dos hileras de dientes a cada lado, de 4-10 dientes anteriores y 4-15 posteriores. De 8-10 ganchos. Ojos pequeños con pigmento en forma de estrella. Presentan dos pares de aletas laterales, redondeadas y parcialmente radiadas. Las vesículas seminales son globosas y tocan la aleta caudal. Los ovarios son cortos, pueden alcanzar o no las aletas posteriores y los óvulos son esféricos y dispuestos en hasta 3 hileras.

Distribución: cosmopolita, presente en los cuatro océanos, en el Atlántico y Pacífico desde los 40°N a los 40°S (Fagetti, 1958).

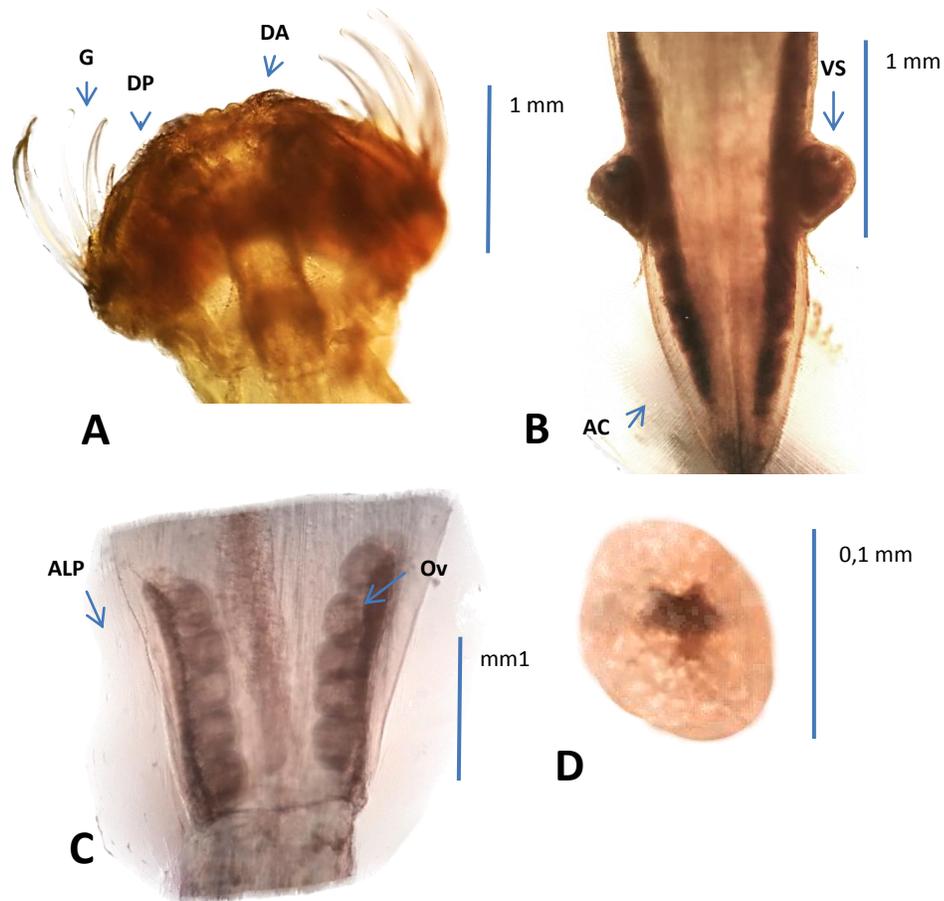


Figura 8. *Flaccisagitta enflata*: **A.** Cabeza. **B.** Segmento caudal. **C.** Segmento posterior del tronco. **D.** Ojo. **AC:** Aleta caudal, **ALP:** Aletas laterales, **C:** Collarete, **G:** Ganchos, **DA:** Dientes anteriores, **DP:** Dientes posteriores, **Ov:** Óvulos, **VS:** Vesículas seminales.

Flaccisagitta hexaptera (d'Orbigny, 1836) (Figura 9)

Sinonimia: Michel (1984).

Material examinado: 3 ejemplares (E5 y E6) Parque Nacional Mochima. 11 ejemplares (E8 y E9) Refugio de fauna Silvestre Isla de Aves.

Características: cuerpo ancho, flácido y transparente. Longitud máxima de 35 mm. Cabeza pequeña, redonda y ancha. Collarete y divertículos intestinales ausentes. Presentan dos hileras de dientes, los anteriores se destacan por ser largos y en forma de estiletos de 2-5, y hasta 8 posteriores. De 7-10 ganchos. Ojos

pequeños, redondos y con una pequeña mancha en forma de T delgada. Presentan dos pares de aletas laterales, las anteriores cortas y redondas, cercanas al ganglio ventral, las posteriores anguladas y largas, ambas parcialmente radiadas. Las vesículas seminales son pequeñas y redondeadas, cercanas a la aleta caudal, pero alejadas de las aletas laterales. Los ovarios pueden llegar al ganglio ventral y los óvulos son pequeños.

Distribución: cosmopolita de aguas templadas y cálidas (Alvariño, 1965).

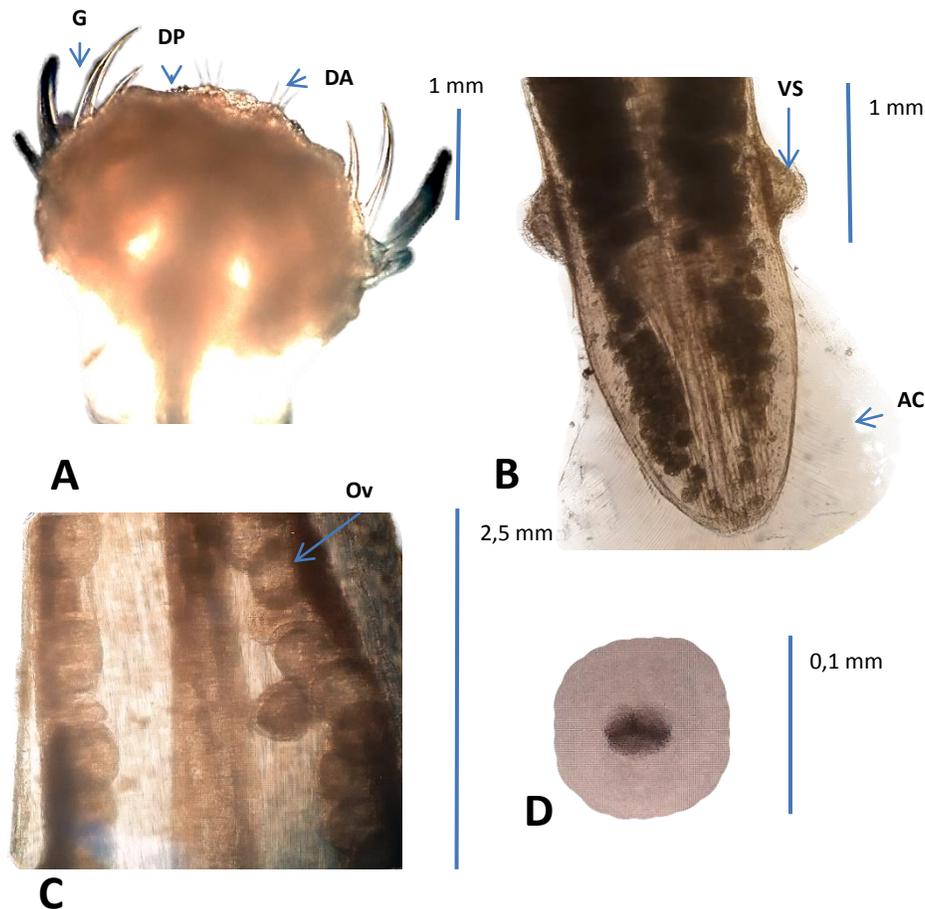


Figura 9. *Flaccisagitta hexaptera*: **A.** Cabeza. **B.** Segmento caudal. **C.** Segmento posterior del tronco. **D.** Ojo. **AC:** Aleta caudal, **DA:** Dientes anteriores, **DP:** Dientes posteriores, **G:** Ganchos, **Ov:** Óvulos, **VS:** Vesículas seminales.

Género ***Serratosagitta***

Serratosagitta serratodentata (Krohn, 1853) (Figura 10)

Sinonimia: Michel (1984).

Material examinado: 5 ejemplares (E5 y E6) Parque Nacional Mochima. 6 ejemplares (E5 y E9) Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves.

Características: cuerpo alargado, rígido y opaco. Longitud máxima de 11 mm. Cabeza pequeña. Collarete muy delgado y casi indistinguible. Divertículos intestinales ausentes. Presentan dos hileras de dientes, 6-10 anteriores y 15-20 posteriores. De 5-9 ganchos finamente aserrados en el margen interno Ojos ovalados con pigmento en forma de T. Presentan dos pares de aletas laterales, las anteriores de forma redondeada comenzando del final del ganglio ventral y las posteriores en forma de "guitarra", ambas parcialmente radiadas. Las vesículas seminales están bien diferenciadas y presentan dos protuberancias en la zona anterior, se encuentran más cerca de las aletas laterales que de la caudal. Los ovarios no alcanzan el ganglio ventral y los óvulos son grandes, de forma redondeada a cuadrada y dispuestos en una fila.

Distribución: Atlántico tropical y ecuatorial principalmente (Furnestin, 1965).

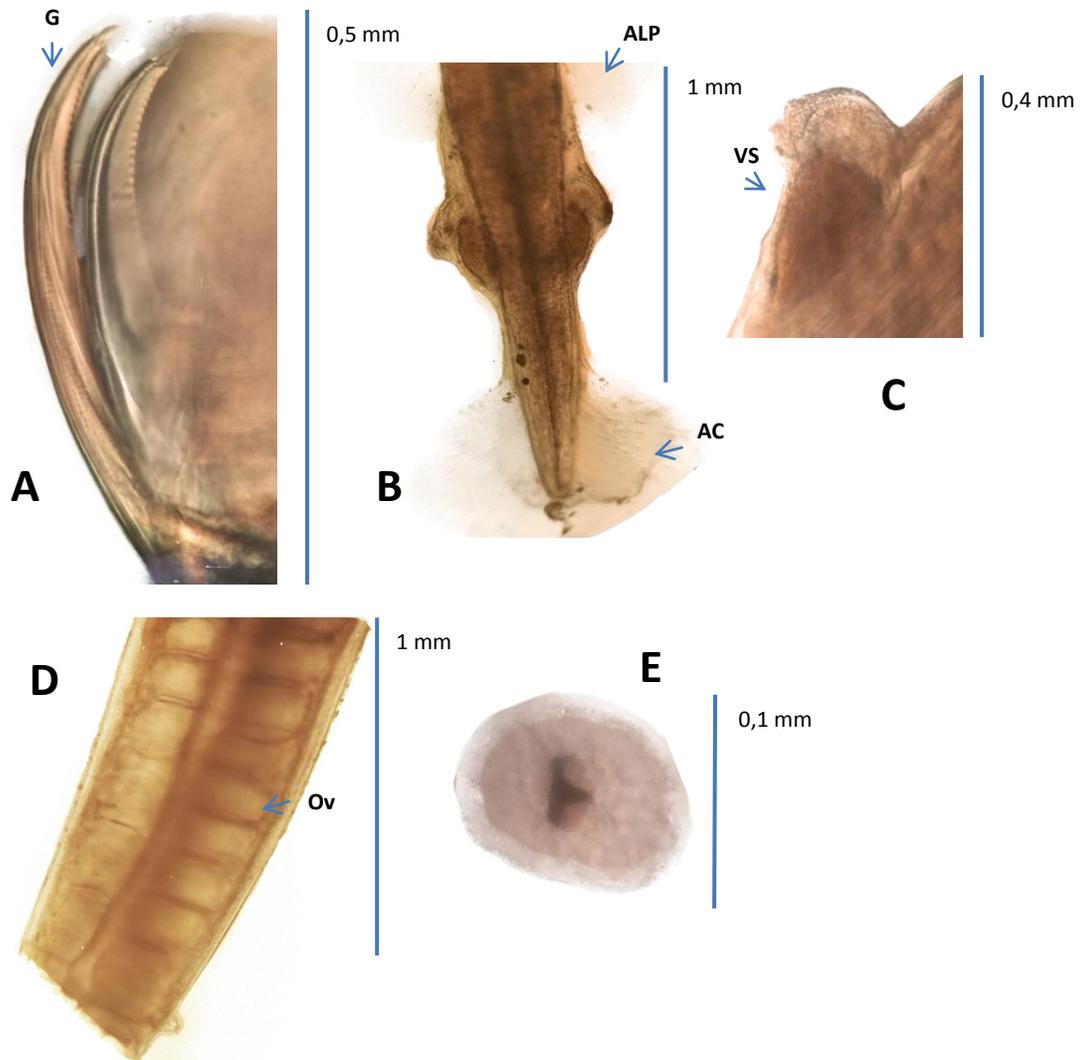


Figura 10. *Serratosagitta serratodentata*: **A.** Cabeza. **B.** Segmento caudal. **C.** Detalle de vesícula seminal. **D.** Segmento del tronco. **E.** Ojo. **AC:** Aleta caudal, **ALP:** Aletas laterales, **G:** Ganchos, **Ov:** Óvulos, **VS:** Vesículas seminales.

Género *Ferosagitta*

Ferosagitta hispida (Conant, 1895) (Figura 11)

Sinonimia: Michel (1984).

Material examinado: 30 ejemplares (E8, E11 y E14) Parque Nacional Morrocoy.
16 (E1 y E2) Parque Nacional Mochima.

Características: cuerpo ancho y semirrígido. Longitud máxima de 13 mm. Cabeza grande. Collarete prominente y divertículos intestinales presentes. Poseen dos hileras de dientes, de 5-10 anteriores y de 9-14 posteriores. De 6-9 ganchos. Ojos medianos con pigmento en forma de T con presencia de concavidades. Papilas adhesivas presentes. Cuerpo recubierto por cerdas sensoriales, agrupadas regularmente, dando una apariencia hispida al cuerpo. Dos pares de aletas laterales redondeadas, completamente radiadas. Las vesículas seminales bien diferenciadas, grandes, oscuras y ovaladas, tocando las aletas posteriores pero no la caudal. Los ovarios pueden alcanzar la región del ganglio ventral y los óvulos son redondeados, pequeños y dispuestos en dos filas.

Distribución: aguas del Atlántico tropical-subtropical (Alvariño 1965; Reeve 1966).

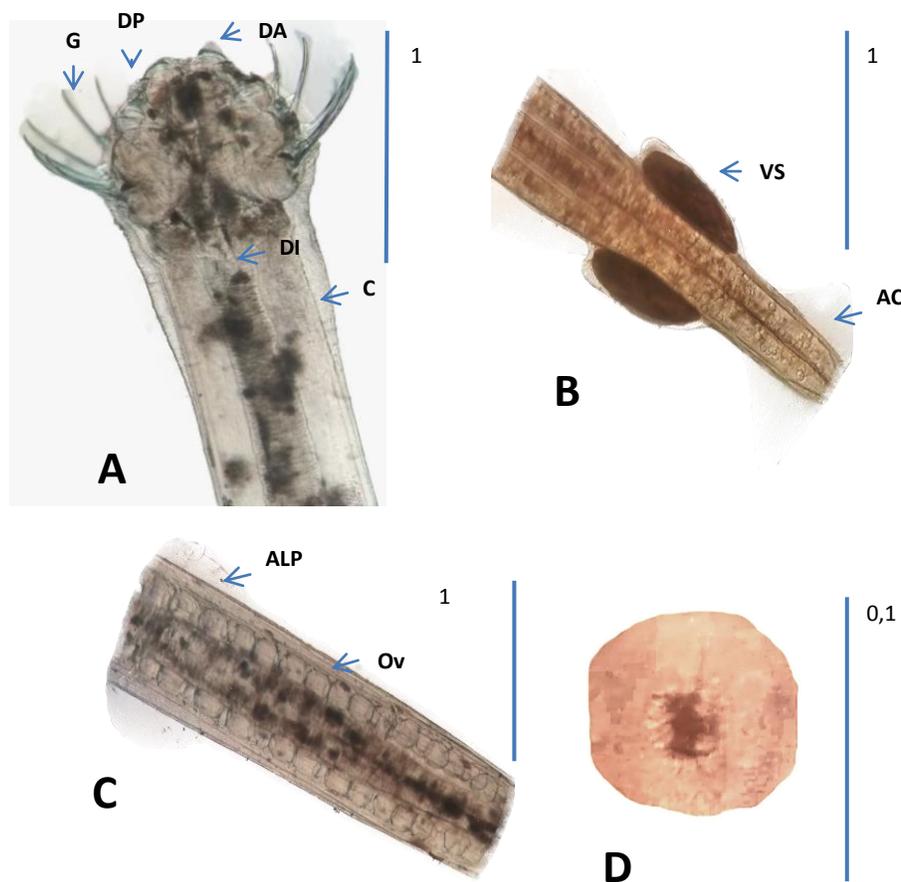


Figura 11. *Ferosagitta hispida*: **A.** Cabeza y parte anterior del tronco. **B.** Segmento caudal. **C.** Segmento del tronco. **D.** Ojo. **AC:** Aleta caudal, **ALP:** Aletas laterales, **C:**

Collarete, **DA:** Dientes anteriores, **DI:** Divertículos intestinales, **DP:** Dientes posteriores, **G:** Ganchos, **Ov:** Óvulos, **VS:** Vesículas seminales.

Género *Parasagitta*

Parasagitta tenuis (Conant, 1896) (Figura 12)

Sinonimia: Michel (1984).

Material examinado: 22 ejemplares (E9 y E14) Parque Nacional Morrocoy. 19 ejemplares (E2 y E3) Parque Nacional Mochima.

Características: cuerpo delgado y rígido. Longitud máxima de 11 mm. Cabeza estrecha. Collarete delgado y corto. Divertículos intestinales ausentes. Poseen dos hileras de dientes, de 5-7 anteriores y de 10-14 posteriores. De 7-9 ganchos. Ojos pequeños con pigmento formando una mancha cuadrada con zonas convexas. Presenta dos pares de aletas laterales, las anteriores redondeadas y delgadas y las posteriores en forma triangular, ambas completamente radiadas. Las vesículas seminales son alargadas y delgadas, tocando tanto las aletas posteriores como la caudal. Ovarios cortos, pueden llegar al final de las aletas anteriores y los óvulos son grandes y están dispuestos en una hilera.

Distribución: aguas tropicales, subtropicales y templadas del Atlántico (Alvariño 1965).

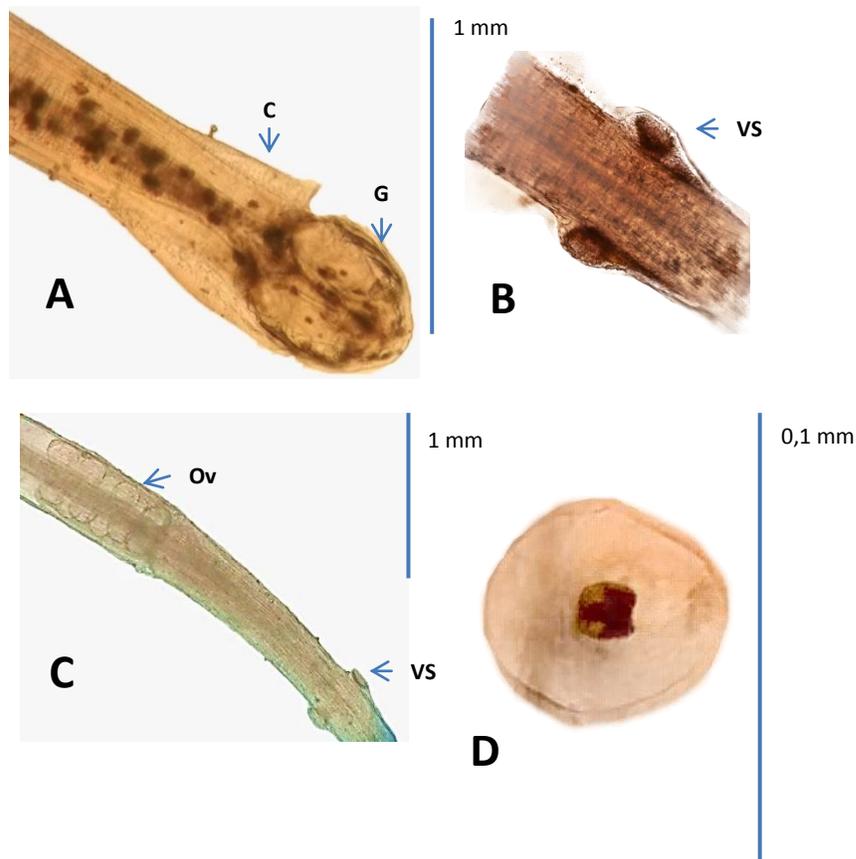


Figura 12. *Parasagitta tenuis*: **A.** Cabeza y parte anterior del tronco. **B.** Vesículas seminales. **C.** Segmento posterior del tronco y segmento caudal. **D.** Ojo. **G:** Ganchos, **C:** Collarete, **VS:** Vesículas seminales, **Ov:** Óvulos.

Parasagitta friderici (Ritter-Záhony, 1911) (Figura 13)

Sinonimia: Michel (1984).

Material examinado: 7 ejemplares (E8 y E11) Parque Nacional Morrocoy. 1 ejemplar (E5) Parque Nacional Mochima.

Características: cuerpo delgado y rígido. Longitud máxima de 13 mm. Cabeza ancha. Collarete presente de la zona del cuello hacia arriba. Divertículos intestinales ausentes. Poseen dos hileras de dientes, de 6-9 anteriores y 12-23 posteriores. De 7-9 ganchos. Ojos con pigmento cuadrado en forma de T, parecido

al de *P. tenuis*, pero con zonas convexas. Cuerpo recubierto con cerdas sensoriales dispuestas regularmente. Presenta dos pares de aletas laterales completamente radiadas, las anteriores comienzan al finalizar del ganglio ventral. Vesículas seminales pequeñas, ensanchadas en la parte anterior y en contacto con las aletas posteriores y la caudal. Ovarios que llegan hasta la mitad de las aletas anteriores, óvulos pequeños y dispuestos en dos hileras.

Distribución: en las aguas costeras del Atlántico y mares adyacentes (Alvariño, 1965; Michel y col., 1986).

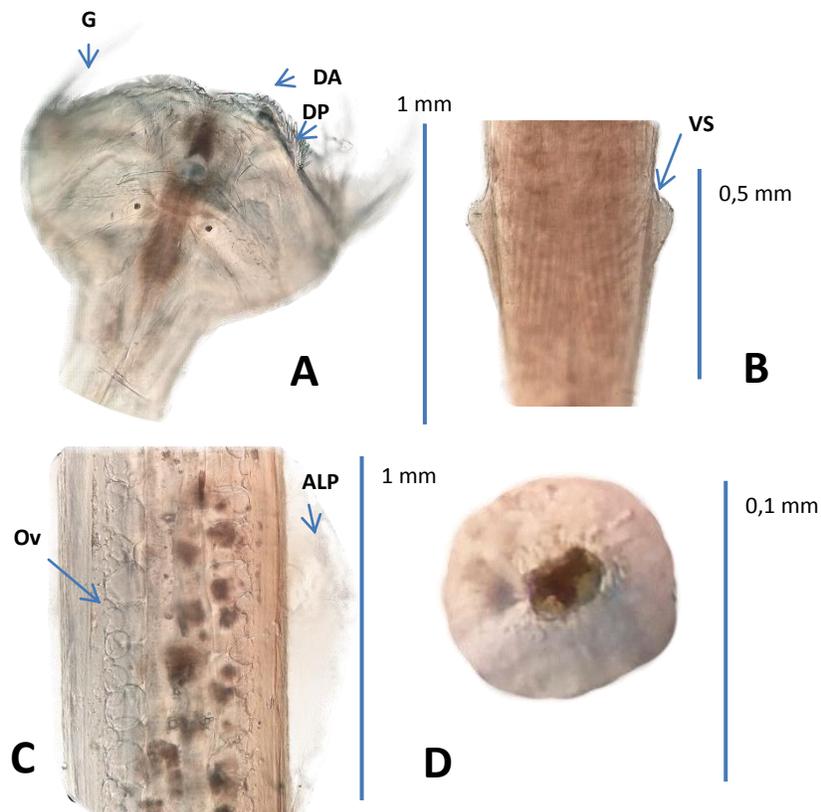


Figura 13. *Parasagitta friderici*: **A.** Cabeza y cuello. **B.** Vesículas seminales. **C.** Segmento del tronco. **D.** Ojo. **G:** Ganchos, **DA:** Dientes anteriores, **DP:** Dientes posteriores, **ALP:** Aletas laterales, **VS:** Vesículas seminales, **Ov:** Óvulos.

Género *Decipisagitta*

Decipisagitta decipiens (Fowler, 1905) (Figura 14)

Sinonimia: Michel (1984).

Material examinado: 9 ejemplares (E9, E11 y E14) Parque Nacional Morrocoy. 1 ejemplar (E6) Parque Nacional Mochima. 3 ejemplares (E7 y E9) Refugio de fauna Silvestre Isla de Aves.

Características: cuerpo grueso, rígido y opaco. Longitud máxima de 14 mm. Cabeza ancha. Collarete ausente y divertículos intestinales presentes. Poseen dos pares de hileras de dientes, de 4-9 anteriores (dispuestos de manera que asemejan un triángulo) y posteriores de 6-18 posteriores. De 5-7 ganchos. Ojos grandes con pigmento delgado en forma de T. Presenta dos pares de aletas redondeadas, las anteriores completamente radiadas y las posteriores solo en la zona externa. Las aletas anteriores son relativamente estrechas y pueden llegar hasta la parte posterior del ganglio ventral. Aletas posteriores con forma deltoide. Las vesículas seminales formadas por una base ovalada y tronco estrecho, no tocan las aletas posteriores ni la caudal, y se localizan a igual distancia entre las dos. Ovarios que pueden alcanzar la parte anterior de las aletas anteriores, óvulos grandes y dispuestos en una fila.

Distribución: cosmopolita en zonas tropicales y templadas (Alvariño, 1965).

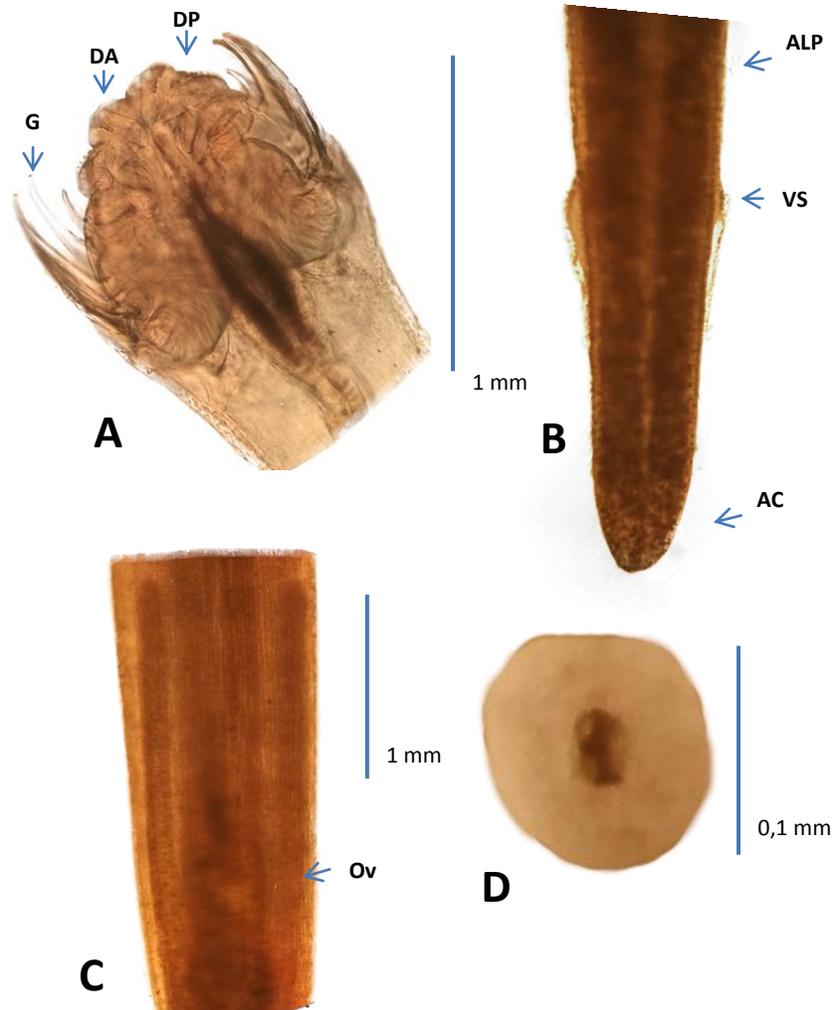


Figura 14. *Decipisagitta decipiens*: **A.** Cabeza y cuello. **B.** Segmento caudal. **C.** Segmento posterior del tronco. **D.** Ojo. **ALP:** Aletas laterales, **DA:** Dientes anteriores, **DP:** Dientes posteriores, **G:** Ganchos, **Ov:** Óvulos, **VS:** Vesículas seminales,.

Género *Sagitta*

Sagitta bipunctata (Quoy & Gaimard, 1827) (Figura 15)

Sinonimia: Michel (1984).

Material examinado: 6 ejemplares (E9 y E11) Parque Nacional Morrocoy. 1 ejemplares (E7) Refugio de fauna Silvestre Isla de Aves.

Características: cuerpo opaco y rígido. Longitud máxima de 14 mm. Cabeza ancha. Collarete presente en la parte posterior de la cabeza y anterior del tronco y

divertículos intestinales ausentes. Poseen dos pares de dientes, de 5-7 anteriores y más de 17 posteriores. De 8-11 ganchos. Ojos medianos con pigmento en forma de T alargada. Presenta dos pares de aletas laterales completamente radiadas, las anteriores comienzan al terminar el ganglio ventral. Las vesículas seminales son alargadas y anchas con una protuberancia en el extremo anterior, se encuentran en contacto solo con la aleta caudal. Ovarios largos, alcanzan el ganglio ventral, los óvulos son redondos y están dispuestos en una o dos hileras.

Distribución: cosmopolita en zonas tropicales y templadas (Alvariño, 1965).

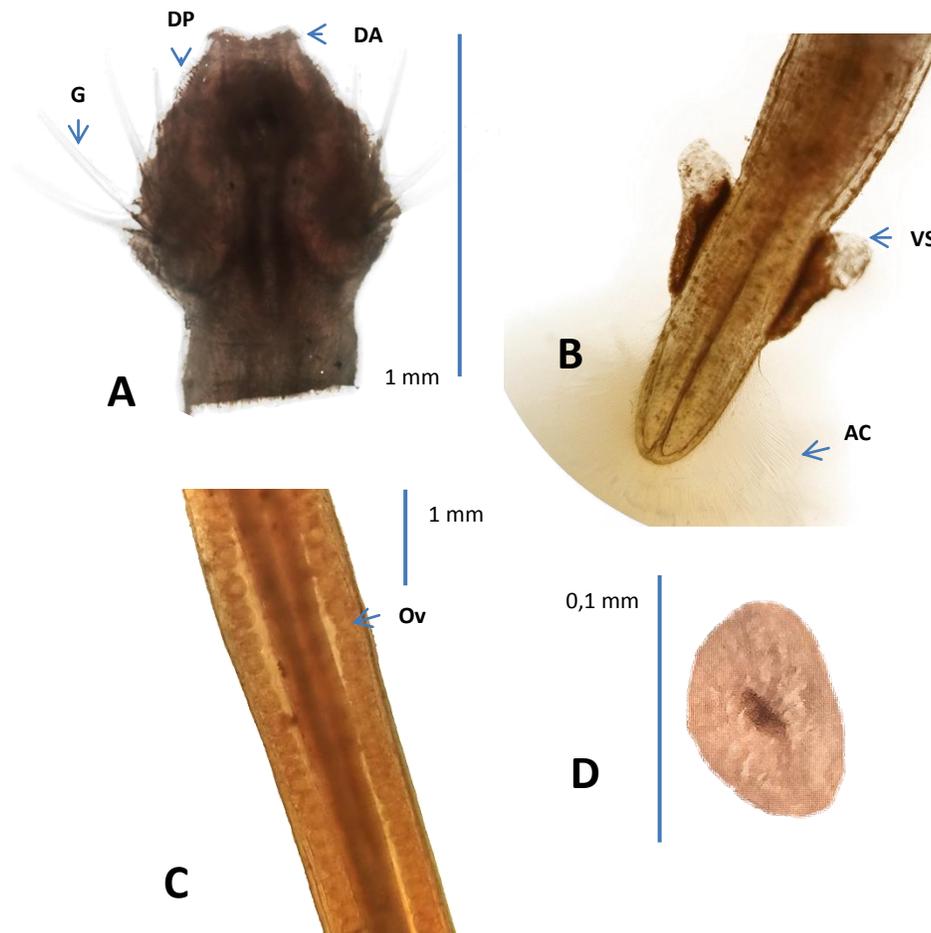


Figura 15. *Sagitta bipunctata*: **A.** Cabeza y cuello. **B.** Segmento caudal. **C.** Tronco. **D.** Ojo. **AC:** Aleta caudal, **DA:** Dientes anteriores, **DP:** Dientes posteriores, **G:** Ganchos, **Ov:** Óvulos, **VS:** Vesículas seminales.

Sagitta helenae (Ritter-Záhony, 1911) (Figura 16)

Sinonimia: Michel (1984).

Material examinado: 8 ejemplares (E8, E9 y E11) Parque Nacional Morrocoy. 3 ejemplares (E5 y E6) Parque Nacional Mochima.

Características: cuerpo delgado y rígido. Longitud máxima de 13 mm. Cabeza ancha. Collarete presente. Divertículos intestinales ausentes. Poseen dos pares de hileras de dientes, más de 19 anteriores y más de 15 posteriores. De 6-8 ganchos. Ojos medianos con pigmento grande y ancho en forma de T. Presentan dos pares de aletas completamente radiadas, las anteriores parten del final del ganglio ventral. Las vesículas seminales ovaladas y grandes, en contacto con las aletas posteriores. Los ovarios pueden extenderse hasta el ganglio ventral y los óvulos son pequeños, cilíndricos y se disponen en dos hileras.

Distribución: regiones del Atlántico tropical y subtropical (Alvariño, 1965; Boltovskoy, 1981).

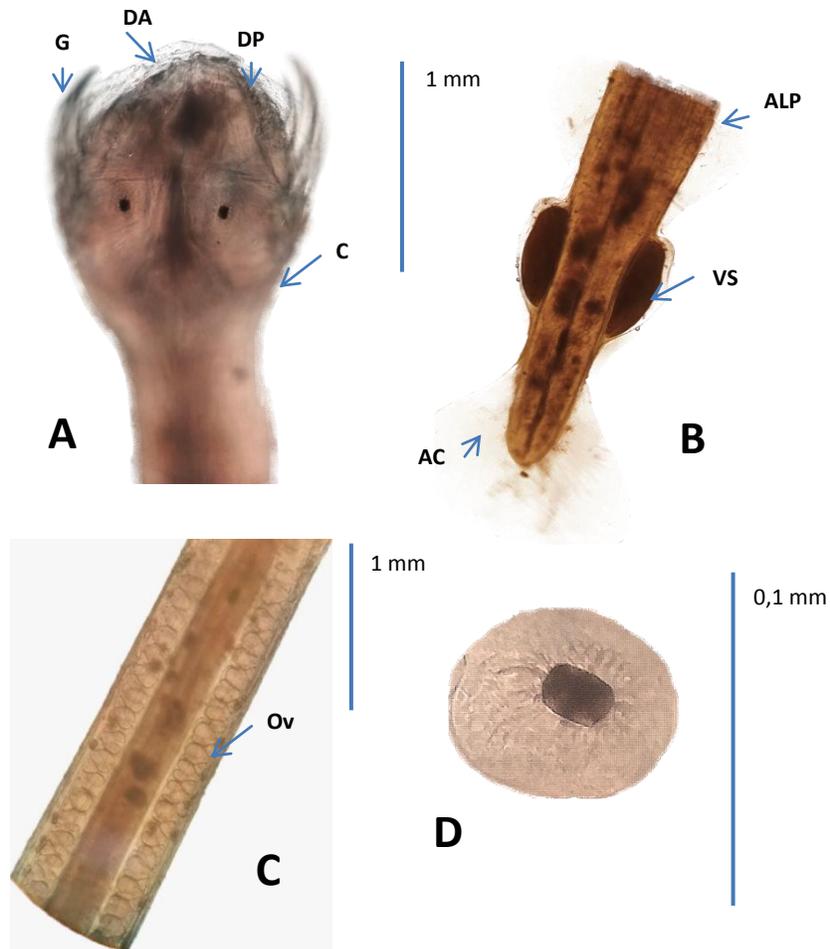


Figura 16. *Sagitta helenae*: **A.** Cabeza y cuello. **B.** Segmento caudal. **C.** Tronco. **D.** Ojo. **AC:** Aleta caudal, **ALP:** Aletas laterales posteriores, **DA:** Dientes anteriores, **DP:** Dientes posteriores, **G:** Ganchos, **Ov:** Óvulos, **VS:** Vesículas seminales.

Frecuencia de aparición

- *Parque Nacional Morrocoy*

Las especies más frecuentes de quetognatos en el P.N. Morrocoy en el año 2000 y 2001 fueron *F. hispida*, *P. tenuis* y *S. serratodentata* con 100% de aparición en los sitios y en los dos años de estudio (Tabla 4). Mientras que la especie menos frecuente fue *D. decipiens* con 75% de frecuencia de aparición en el 2000 y 50%

en 2001. Las demás especies ocurrieron en un 75% en uno de los años y 100% en el otro.

Tabla 4. Frecuencia de aparición (FA) de quetognatos en el Parque Nacional Morrocoy. (E: estación, "X" especie presente, "-" especie ausente).

ESPECIES	2000					2001				
	E8	E9	E11	E14	FA (%)	E8	E9	E11	E14	FA (%)
<i>D. decipiens</i>	-	X	X	X	75	-	-	X	X	50
<i>F. enflata</i>	X	-	X	X	75	X	X	X	-	75
<i>F. hispida</i>	X	X	X	X	100	X	X	X	X	100
<i>K. pacifica</i>	X	X	X	-	75	X	X	X	X	100
<i>P. friderici</i>	X	-	X	X	75	X	-	X	X	75
<i>P. tenuis</i>	X	X	X	X	100	X	X	X	X	100
<i>S. bipunctata</i>	X	X	X	X	100	-	X	X	X	75
<i>S. helenae</i>	X	X	X	X	100	X	-	X	X	75
<i>S. serratodentata</i>	X	X	X	X	100	X	X	X	X	100

- *Parque Nacional Mochima*

Dentro de las especies más frecuentes de quetognatos en el P.N. Mochima se encontraron *F. enflata*, *F. hispida*, *K. pacifica* y *P. tenuis* con 100% de aparición en los sitios de estudio. Por su parte, la especie menos frecuente fue *P. friderici* con 16,67% de frecuencia. Las demás 5 especies ocurrieron en un 83,33%, 50% y 33,33% (Tabla 5).

Tabla 5. Frecuencia de aparición (FA) de quetognatos en el Parque Nacional Mochima. (E: estación, "X" especie presente, "-" especie ausente).

ESPECIES	E1	E2	E3	E4	E5	E6	FA (%)
<i>D. decipiens</i>	-	-	-	-	X	X	33,33
<i>F. enflata</i>	X	X	X	X	X	X	100
<i>F. hexaptera</i>	-	X	X	X	X	X	83,33
<i>F. hispida</i>	X	X	X	X	X	X	100
<i>K. pacifica</i>	X	X	X	X	X	X	100
<i>P. friderici</i>	-	-	-	-	X	-	16,67
<i>P. tenuis</i>	X	X	X	X	X	X	100
<i>S. bipunctata</i>	-	-	-	X	X	-	33,33
<i>S. helenae</i>	-	-	-	X	X	X	50
<i>S. serratodentata</i>	-	-	-	-	X	X	33,33

- *Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves*

Las especies más frecuentes de quetognatos en el Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves fueron *F. enflata* y *S. serratodentata* con 100% de aparición en los sitios de estudio (Tabla 6). Mientras que la especie menos frecuente fue *S. bipunctata* con 11.11% de frecuencia. Las demás 4 especies aparecieron en un 88,89%, 77,78% y 22,22%.

Tabla 6. Frecuencia de aparición (FA) de quetognatos en el Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves. (E: estación, "X" especie presente, "-" especie ausente).

ESPECIES	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	FA (%)
<i>D. decipiens</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	X	22,22
<i>F. enflata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	100
<i>F. hexaptera</i>	-	X	X	X	X	X	X	X	X	88,89
<i>K. pacifica</i>	X	X	-	X	X	-	X	X	X	77,78
<i>P. draco</i>	X	X	-	X	X	X	X	X	-	77,78
<i>S. bipunctata</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-	11,11
<i>S. serratodentata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	100

Abundancia del número de individuos

De los 3085 individuos contabilizados 1400 (45,38%) corresponden a Morrocoy, 869 (28,17%) a Mochima y 816 (26,45%) a isla de Aves.

- Parque Nacional Morrocoy

Las especies más abundantes para la localidad en el año 2000 y 2001 fueron *F. hispida* con 32% y 42% de los individuos, respectivamente, seguida de *P. tenuis* con 31% y 29%, respectivamente. Las demás especies presentaron frecuencias menores o iguales a 11%, siendo para el año 2000 *S. bipunctata* la especie menos abundante y para 2001 las especies *K. pacifica* y *F. enflata*, las tres con 2% de número de individuos (Figura 17).

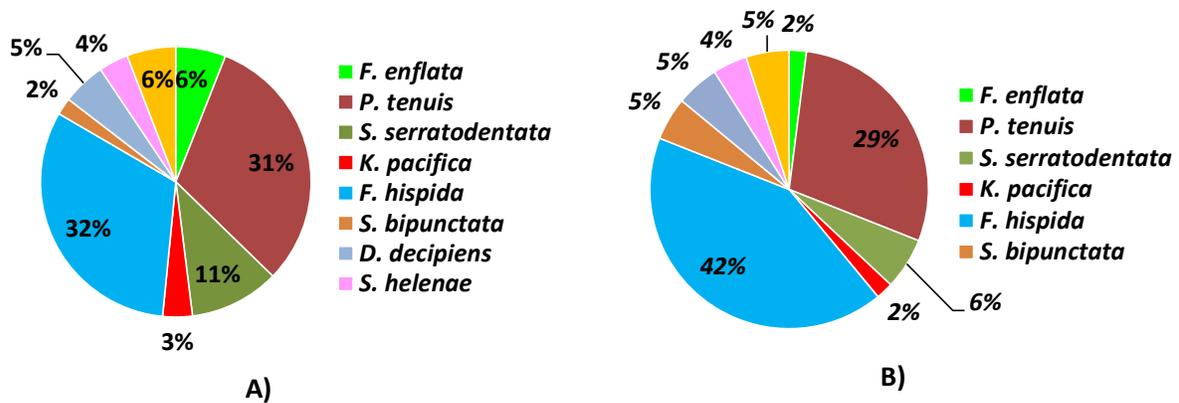


Figura 17. Abundancia de quetognatos para el Parque Nacional Morrocoy. A) 2000, B) 2001.

La mayor abundancia de *F. hispida* dentro de los sitios (estaciones), se encontró en la estación 8 para el 2000 y la 11 para el 2001 con el 49% y 30% de los individuos del sitio, respectivamente. Mientras que para *P. tenuis* la mayor representación ocurrió en la estación 9 para el año 2000 con 38% y en la estación 14 para el 2001 con 36%. Las demás especies, presentaron valores inferiores al 10% en general, a excepción de *F. enflata* que puntualmente tuvo un incremento en la abundancia a 21% en la estación 8 y *S. serratodentata* a 45% en la estación 9 (Tabla 7).

Tabla 7. Porcentaje del número de individuos por sitio en el Parque Nacional Morrocoy. (E: estación).

ESPECIES	2000				2001			
	E8	E9	E11	E14	E8	E9	E11	E14
<i>D. decipiens</i>	0	9	7	3	0	0	4	10
<i>F. enflata</i>	3	0	2	1	21	7	6	0
<i>F. hispida</i>	49	29	46	35	30	18	35	32
<i>K. pacifica</i>	4	2	3	0	6	8	4	1
<i>P. friderici</i>	8	0	8	1	4	0	6	8
<i>P. tenuis</i>	24	38	22	45	20	18	34	36
<i>S. bipunctata</i>	2	10	6	4	0	3	4	1
<i>S. helenae</i>	4	8	3	1	7	0	4	2
<i>S. serratodentata</i>	6	5	4	10	12	45	4	9

- *Parque Nacional Mochima*

Las especies más abundantes para la localidad fueron *F. enflata* (53%), seguida de *F. hispida* (17%) y con porcentaje similar *P. tenuis* (16%). Las demás especies presentaron abundancias menores o iguales a 4%, siendo *D. decipiens*, *S. bipunctata*, *S. serratodentata* y *P. friderici* las especies con el menor número de individuos, sumando un 3% del total (Figura 18).

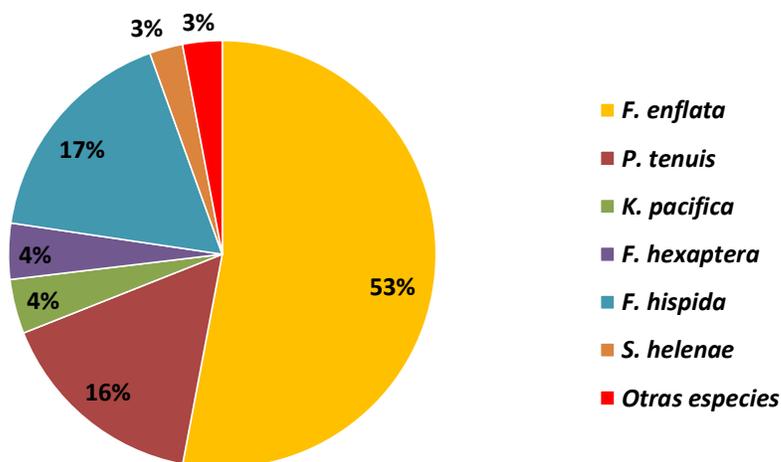


Figura 18. Abundancia de quetognatos por sitio para el Parque Nacional Mochima. (Otras especies: *D. decipiens*, *S. bipunctata*, *S. serratodentata* y *P. friderici*).

La mayor abundancia de individuos de *F. enflata* (60%) en los sitios (estaciones) dentro del P.N. Mochima se ubicó en la estación 6, mientras que para *F. hispida* (44%) y *P. tenuis* (28%), se encontraron en la estación 1 y 2, respectivamente (Tabla 8).

Tabla 8. Porcentaje del número de individuos por sitio de quetognatos en el Parque Nacional Mochima. (E: estación).

ESPECIES	E1	E2	E3	E4	E5	E6
<i>D. decipiens</i>	0	0	0	0	1	1
<i>F. enflata</i>	22	30	39	52	58	60
<i>F. hexaptera</i>	0	2	3	1	8	3
<i>F. hispida</i>	44	26	25	21	13	14
<i>K. pacifica</i>	28	13	10	6	1	2
<i>P. friderici</i>	0	0	0	0	1	0
<i>P. tenuis</i>	6	28	22	16	15	14
<i>S. bipunctata</i>	0	0	0	2	1	0
<i>S. helenae</i>	0	0	0	1	3	4
<i>S. serratodentata</i>	0	0	0	0	1	2

- *Refugio de Fauna Silvestre de Isla de Aves*

Las especies más abundantes para la localidad fueron *F. enflata* (85%), seguida de *F. hexaptera* (5%). Las demás especies presentaron un número de individuos menores a 5%, siendo *D. decipiens* y *S. bipunctata* las especies menos abundantes, sumando entre ambas 1% (Figura 19).

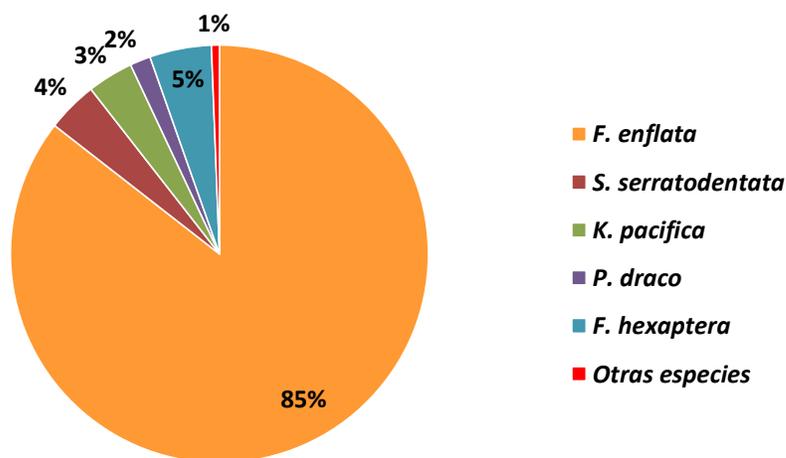


Figura 19. Abundancia de quetognatos por sitio para el Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves. (Otras especies: *D. decipiens* y *S. bipunctata*).

En cuanto a los sitios de estudio (estaciones) de Isla de Aves, se observó que la abundancia de las especies no sigue ningún patrón en específico. La especie más abundante de la localidad fue *F. enflata*, se encontró en mayor abundancia en la estación 2, mientras que la segunda especie más abundante *F. hexaptera* es más representativa en la estación 9 (Tabla 9).

Tabla 9. Porcentaje del número de individuos por sitio de quetognatos en el Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves. (E: estación).

ESPECIES	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
<i>D. decipiens</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	3
<i>F. enflata</i>	76	93	77	90	82	81	83	78	79
<i>F. hexaptera</i>	0	1	8	1	7	8	7	12	13
<i>K. pacifica</i>	2	4	0	4	6	0	4	3	4
<i>P. draco</i>	2	1	0	2	3	4	1	1	0
<i>S. bipunctata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>S. serratodentata</i>	20	1	15	1	2	4	4	6	1

Estructura poblacional

Se determinaron los distintos estadios de la vida de los individuos presentes en las tres localidades estudiadas para las tres especies más abundantes en las mismas. Además de los estadios de la fase adulta, se agregó un estadio denominado juvenil (J) para los individuos que no presentaron desarrollo gonadal. Los valores medios y la desviación estándar de las tallas de los individuos medidos se encuentran en el Anexo 2.

- Parque Nacional Morrocoy

Para las tres especies se reportaron juveniles con tallas entre 4 y 5 mm de longitud y representantes del primer estadio de madurez sexual (I) considerado un adulto. Para la especie *F. hispida* dicho estadio correspondió al mayor número de individuos medidos. Mientras que para *P. tenuis* y *S. serratodentata* el mayor número de ejemplares fueron juveniles. (Figura 20).

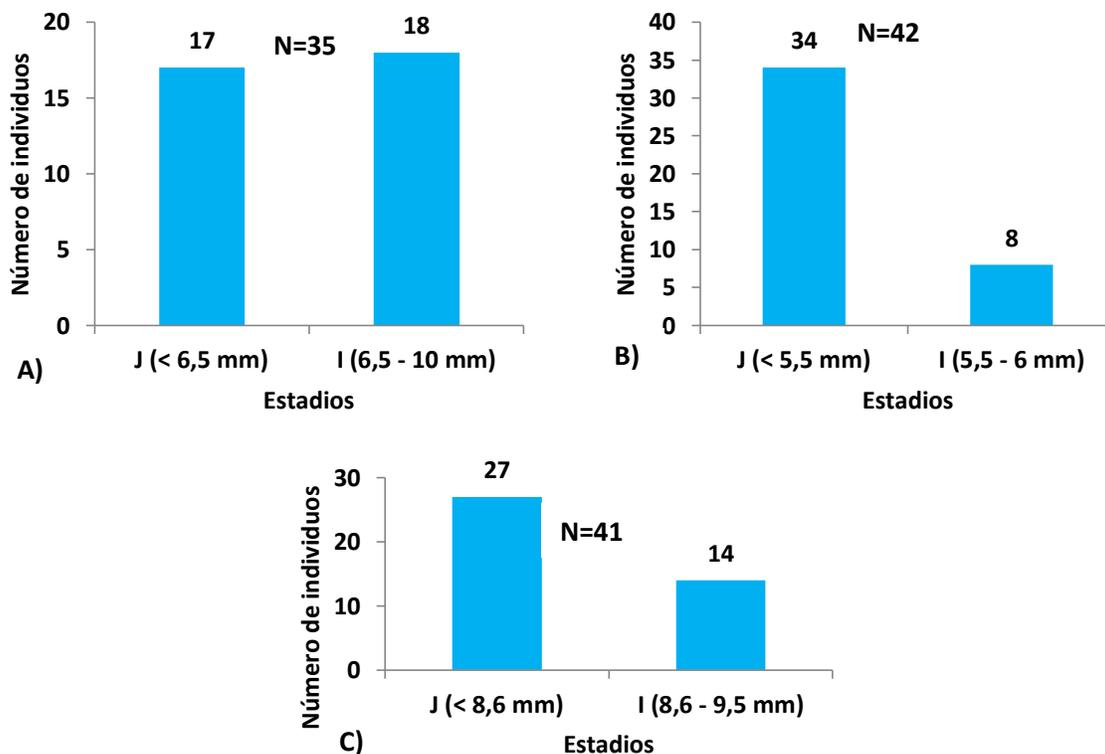


Figura 20. Número de individuos de distintos estadios de las especies más abundantes del Parque Nacional Morrocoy. A) *F. hispida*, B) *P. tenuis* y C) *S. serratodentata*. (J: juvenil, I: individuos adultos en primera fase de madurez sexual según la definición de Alvaríño 1967, N: total de individuos medidos por especie).

- *Parque Nacional Mochima*

La especie *F. enflata* presentó el mayor número de individuos medidos correspondieron a el estadio II de madurez sexual, de los cuatro estadios definidos, mientras que las tallas extremas presentaron los menores valores. Las especies *F. hispida* y *P. tenuis* estuvieron representadas por juveniles y adultos. Para la primera especie se observaron individuos del I y II estadio sexual, con solo dos individuos en el estadio II, mientras que el número de juveniles en comparación fue muy alto: 30 individuos. En *P. tenuis* se reportaron los estadios I, II y IV, y ningún individuo en el estadio III, siendo el I y el IV los menos abundantes con solo 3 y 4 individuos. Para ambas especies la talla juvenil fue más abundante (Figura 21).

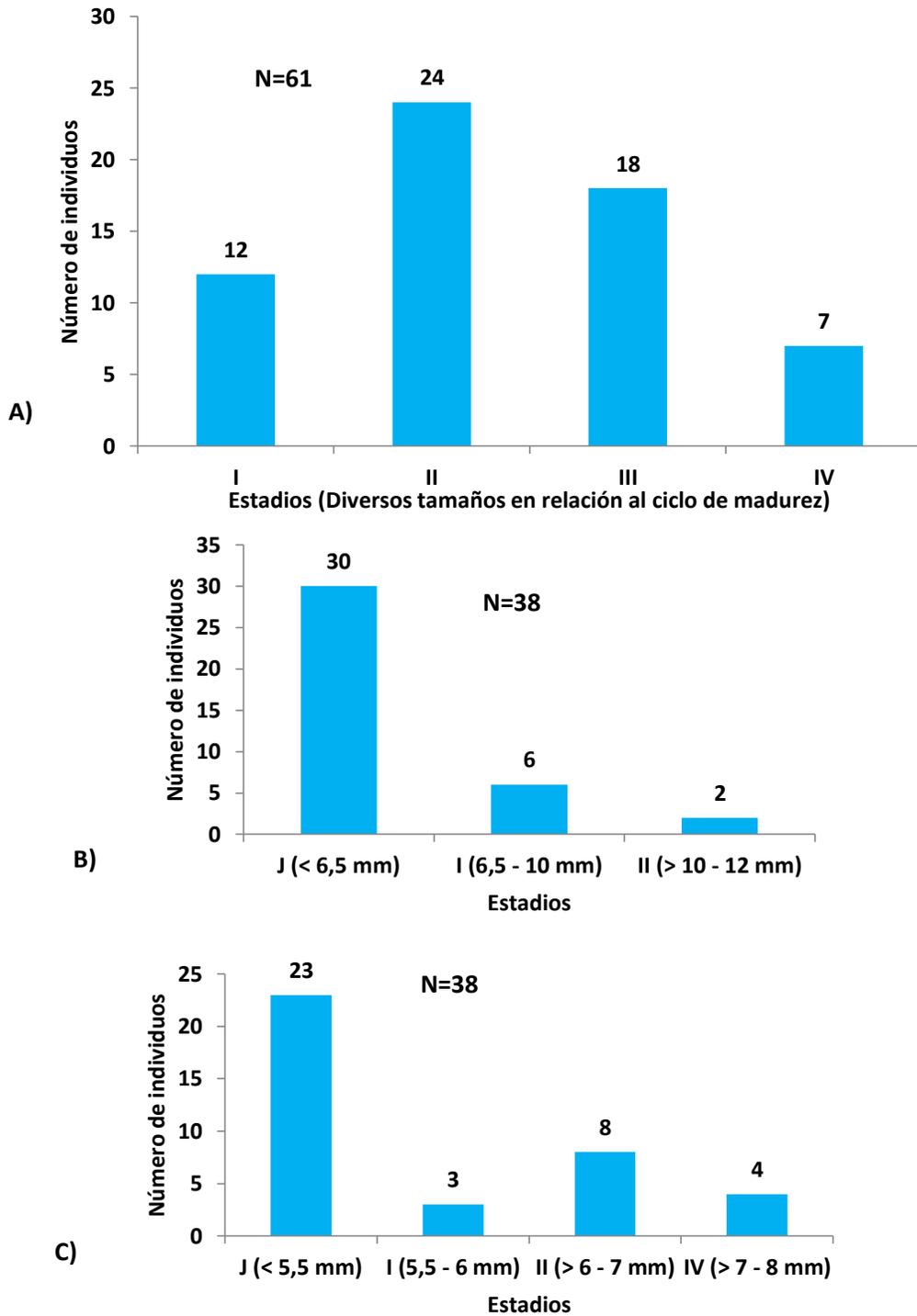


Figura 21. Número de individuos de distintos estadios de las especies más abundantes del Parque Nacional Mochima. A) *F. enflata*, B) *F. hispida*. C) *P. tenuis*. (J: juvenil, I, II y IV: individuos adultos en distintas fases de madurez sexual según la definición de Alvaríño 1967, N: total de individuos medidos por especie).

- Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves

Para la especie *F. enflata* el mayor número de individuos medidos correspondieron a el estadio III, dicha especie no presentó un estadio determinado como juvenil, pero se encontraron representantes de los cuatro estadios definidos como de madurez sexual con un número de individuos oscilando entre 13 y 16.

Por su parte *S. serratodentata* y *F. hexaptera* tuvieron representantes juveniles, pero ningún individuo en el estadio II. Para la primera especie se observaron individuos pertenecientes los estadios I, III y IV. Mientras que para la segunda especie, se reportaron solo los estadios I y III, siendo para las dos especies los individuos juveniles los más abundantes (Figura 22), igual que en la mayoría de las especies de las otras localidades.

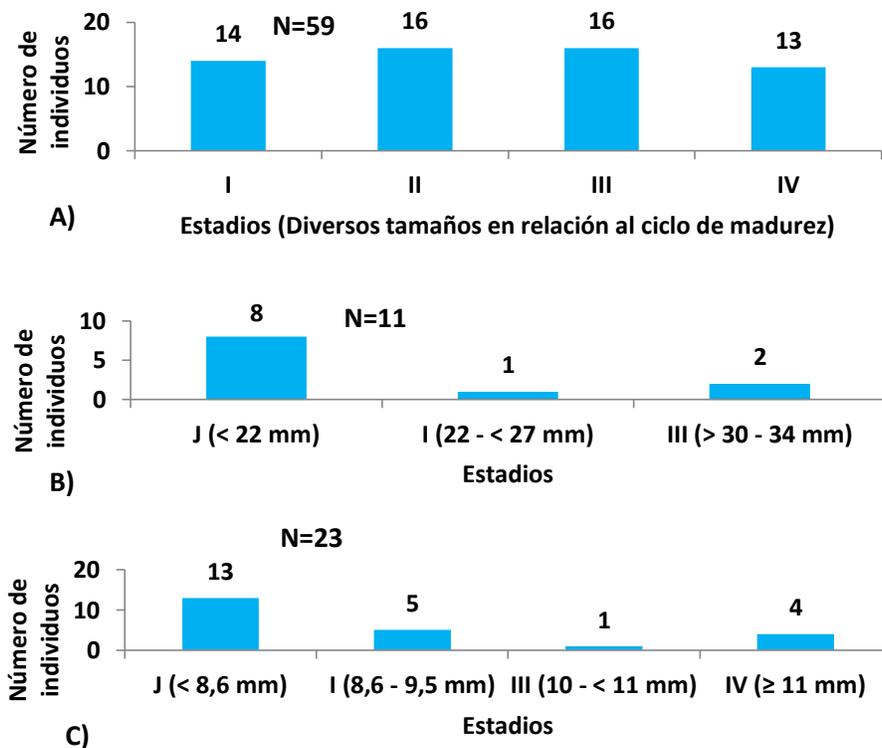


Figura 22. Número de individuos de distintos estadios de las especies más abundantes del Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves. A) *F. enflata*, B) *F. hexaptera* y C) *S. serratodentata*. (J: juvenil, I, III y IV: individuos adultos en distintas fases de madurez sexual según la definición de Alvariño 1967, N: total de individuos medidos por especie).

Índices de diversidad y equidad

Los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H') y equidad de Pielou (J') (valores, ver Anexo 1), calculados para cada sitio dentro de las tres localidades estudiadas, presentaron los mayores valores en los parques nacionales Morrocoy y Mochima.

En el Parque Nacional Morrocoy, la riqueza fue de 9 especies. Para el año 2000, los mayores valores de diversidad y equidad se reportaron en la estación 8; $H'=1,74$ y $J'=0,8943$. En cambio, para el año 2001, la estación con mayor diversidad fue la 11 $H'=1,65$, mientras que la más equitativa fue la 9 con $J'=0,816$. En ambos años se observaron tendencias a la disminución de la equidad hacia E14 y diversidades oscilantes (Figura 23).

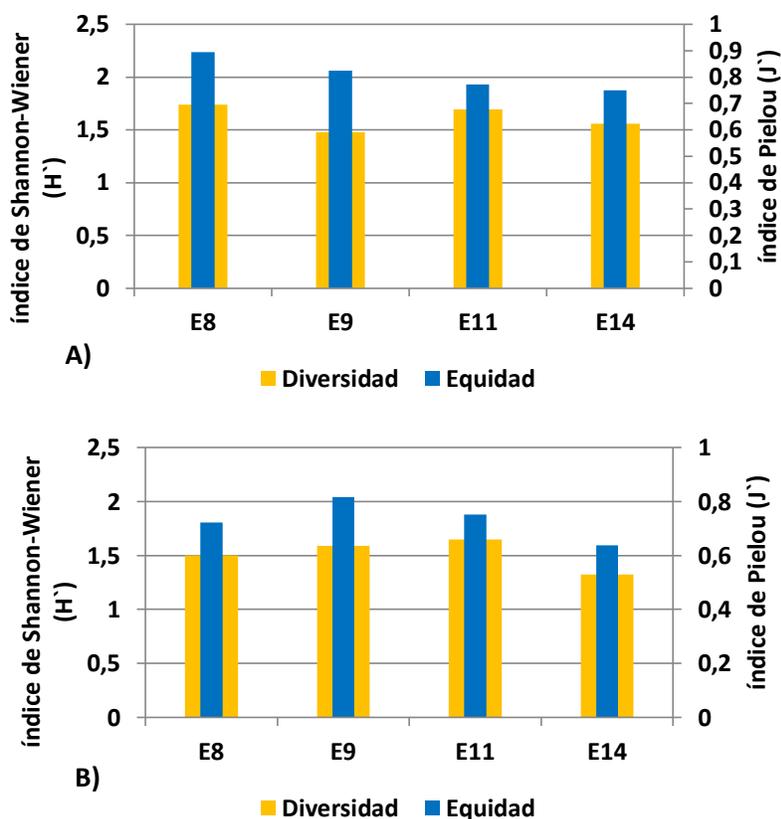


Figura 23. Índices de diversidad y equidad de quetognatos en los cuatro sitios del Parque Nacional Morrocoy. A) 2000 y B) 2001.

En el Parque Nacional Mochima, la riqueza total fue de 10 especies, con las mayores riquezas en las tres estaciones mas externas y las menores en las tres mas internas, pero la equidad presentó un patron inverso. El valor más alto tanto para el índice de diversidad como el de equidad corresponden a la estación 2, donde $H' = 1,419$ y $J' = 0,8814$, respectivamente. Se evidencian equidades con mayores valores en las estaciones del canal (E1, E2 y E3) en comparacion con las estaciones localizadas hacia el exterior de la bahia (E4, E5 y E6), pero los valores de diversidades fueron más o menos uniformes (Figura 24).

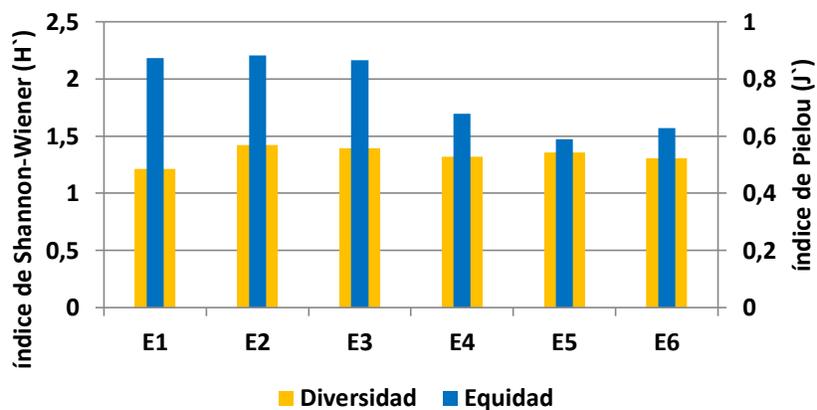


Figura 24. Índices de diversidad y equidad de quetognatos en los seis sitios del Parque Nacional Mochima.

En el Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves, se registró una riqueza de 7 especies en total. El mayor valor del índice de diversidad se calculó para la estación 7 ($H' = 0,817$), mientras que la mayor equidad se reportó para la estación 3 con $J' = 0,6254$. Los valores de diversidad y equidad fluctuaron notablemente a lo largo de las estaciones (Figura 25).

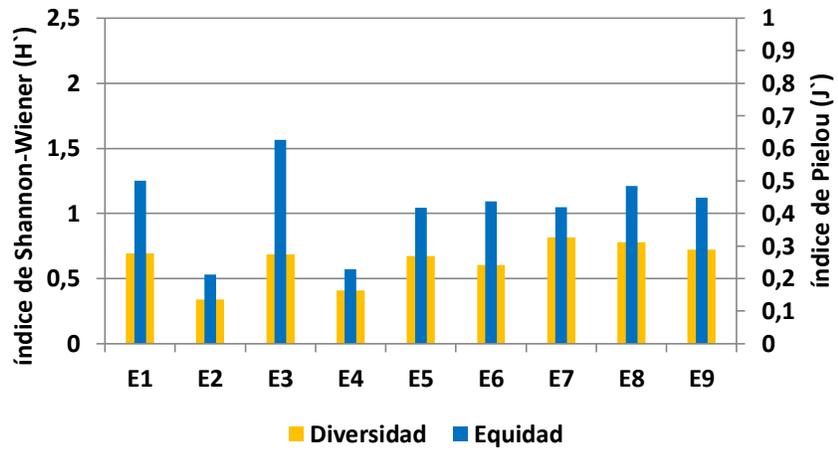


Figura 25. Índices de diversidad y equidad de quetognatos en los nueve sitios del Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves.

DISCUSIÓN

Composición y riqueza

La presencia de las 11 especies de quetognatos reportadas entre las localidades estudiadas en el presente trabajo coinciden con las identificadas por Legaré y Zoppi (1961) para la región oriental de país y por Márquez y col. (2006) reportadas en el golfo de Cariaco. Por su parte, aunque la riqueza total de especies es similar a las obtenidas por Mille-Pagaza y Carrillo-Laguna (1999; 2003) y Álvarez y col. (2008) para el Caribe mexicano, las mismas se encuentran muy por debajo de los valores obtenidos en trabajos de otras regiones del Caribe realizados por Michel (1984), 28 especies, y McLelland (1989), 24 especies. Esto puede ser atribuido, en buena medida, al hecho de que las muestras observadas en este estudio no se tomaron a grandes profundidades, y entonces no se pudieron detectar mayor número de especies mesopelágicas y ninguna batipelágica. Hay que tomar en consideración que los estudios realizados en el Golfo de México por McLelland (1989) y Hernández-Flores y col. (2009), donde se reportan 24 especies, más de la mitad de las mismas son de aguas profundas y algunas endémicas de la localidad. Por otro lado, Michel (1984) describe todas las especies conocidas para el Caribe, Golfo de México y sureste del Atlántico, a la vez y muchas de ellas también tienen una distribución restringida a determinadas regiones geográficas y otras a intervalos de profundidad.

Para el Parque Nacional Morrocoy, el valor de riqueza obtenido (9 especies) se encuentra por encima del reportado por Zoppi de Roa y Palacios (2005), 3 especies, siendo este el único trabajo conocido para la localidad donde se identifican especies de quetognatos, además del presente. Las demás 6 especies identificadas en este estudio son reportadas para el país en otras localidades (Legaré y Zoppi, 1961; Márquez y col., 2006; Casanova, 2016; Casanova y col., 2007; Márquez y Zoppi, 2017).

En cuanto al Parque Nacional Mochima, la riqueza obtenida (10 especies) no se corresponde con la reportada por Márquez y Zoppi (2017), quienes sólo mencionan 3 especies. Por otra parte, los demás trabajos realizados en la

localidad como los de Márquez-Rojas y col. (2008), Narváez (2011) y Segovia (2017), no realizaron identificación taxonómica hasta nivel de especies, por lo cual no pueden compararse con el presente estudio. Márquez y col. (2006) en otro trabajo de revisión bibliográfica expresan un valor de riqueza igual al reportado en este estudio, aunque para el golfo de Cariaco, una localidad relativamente cercana a la bahía de Mochima.

Con respecto al Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves, el valor obtenido para la riqueza (7 especies) es similar al mencionado por Casanova (2016) para la misma localidad (6 especies). Sin embargo, dos de las especies reportadas por la autora no fueron registradas en este estudio (*Parasagitta tenuis* y *Ferosagitta hispida*), y se estableció tres nuevos registros para la localidad, *Flaccisagitta hexaptera*, *Dicipisagitta decipiens* y *Sagitta bipunctata*. De igual manera, la riqueza total de este estudio se encuentra por encima del valor reportado por Casanova y col. (2007) para el archipiélago de Los Roques (3 especies).

Dentro de las especies identificadas para las diferentes localidades y que representan nuevos reportes para las mismas, se tiene que han sido registradas en trabajos anteriores en otras localidades del país (Legaré y Zoppi, 1961; Camisotti, 2004; Márquez-Rojas y col., 2006; y Casanova y col., 2007). La única especie determinada como exclusiva en este estudio para una localidad se identificó para isla de Aves, y corresponde a *Pterosagitta draco*, la cual era considerada estrictamente de aguas oceánicas (Alvariño, 1965; Boltovskoy, 1981), pero la misma especie ha sido mencionada en otros estudios del oriente de Venezuela y fachada Atlántica en aguas costeras (Legaré y Zoppi, 1961; Camisotti, 2004). Esta condición de aguas oceánicas sólo se cumple en las muestras tomadas en isla de Aves, ya que tanto para Morrocoy como Mochima los sitios de muestreo corresponden a zonas neríticas, cercanas a la costa. Especies que estuvieron presentes en las tres localidades como *Flaccisagitta enflata*, *Sagitta bipunctata*, *Serratosagitta serratodentata* y *Decipisagitta decipiens*, fueron citadas previamente para el país en los trabajos de Legaré y Zoppi (1961) y Márquez-Rojas y col. (2006).

Frecuencia de aparición y abundancia de individuos

El número total de individuos contabilizados es bajo en comparación con diversos estudios llevados a cabo en el Caribe (McLelland, 1989; Mille-Pagaza y Carrillo-Laguna, 1999, 2003; Álvarez y col., 2008), pero se corresponden con los expresados por algunos investigadores para el país (Legaré y Zoppi, 1961; Camisotti, 2004; Márquez-Rojas y col., 2006). Las especies con mayor frecuencia de aparición en dos de las localidades estudiadas (Morrocoy y Mochima) fueron *F. hispida* y *P. tenuis*, lo que puede explicarse porque dichas especies son consideradas neríticas (Alvariño, 1965; Reeve, 1966), correspondiendo con la disposición de las estaciones analizadas para ambas localidades.

Según las abundancias registradas en los sitios de muestreo correspondientes a los dos años de estudio en Morrocoy, *F. hispida* mostró el mayor número de individuos en Boca Grande, aunque Palacios y Zoppi (2005), señalan que dicha estación presentó la menor abundancia de zooplancton debido a la gran influencia oceánica a la que se encuentra sometida. Sin embargo, como ya se mencionó, dicha especie es nerítica y presenta gran afinidad a las aguas costeras (Pierce, 1962; Pierce y Wass, 1962; McLelland y Heard, 1991), lo que puede explicar su presencia en el sitio. Por su parte, *P. tenuis* presentó la mayor abundancia de individuos en las estaciones 9 y 14, Boca Seca y Suanche, respectivamente. Según Palacios y Zoppi (2005), dichos sitios presentaron valores intermedios de abundancia de zooplancton al estar en un ambiente medio entre zonas encerradas, próximas a centros poblados, e influencia oceánica, lo cual indica la abundancia alta de dicha especie. Las razones ecológicas antes descritas y confirmadas en estudios del Caribe (Alvariño, 1965; Michel y Foyo, 1976) corroboran la ausencia de las dos especies mencionadas en isla de Aves.

En cuanto a la especie *F. enflata*, ésta presenta una frecuencia de aparición alta tanto en Mochima e isla de Aves, lo que se puede explicar a partir de su ecología, al ser definida como oceánica y semi-nerítica (Pierce, 1951, 1953; Alvariño, 1965; Boltovskoy, 1981), por lo que la probabilidad de ser encontrada en un espectro geográfico amplio es alta. Esto puede explicar la gran abundancia que presenta en

las todas las localidades. Además, la especie posee poca tolerancia a la disminución de salinidad y persistencia de temperaturas altas (Pierce, 1951), lo que permite apoyar el resultado del incremento en la abundancia de individuos desde la zona interna de la bahía hacia la externa, debido a que el canal central de la bahía y la zona más interna se encuentran influenciados por las descargas de aguas residuales provenientes de la planta de tratamiento del pueblo de Mochima, y por las aguas de escorrentía en la estación de las lluvias (Expósito, 1997; Benítez, 2018).

Márquez y col. (2008), señalan una abundancia creciente de los organismos zooplanctónicos de la zona interna hacia la boca de la bahía de Mochima. Del mismo modo, Marcano y col. (2010) encontraron abundancias bajas en la parte interna, mencionando a su vez que las capturas mayores fueron durante las horas nocturnas, contrario a lo realizado con las muestras observadas para este estudio, las cuales se colectaron en horas diurnas.

Flaccisagitta enflata es considerada una de las especies más abundantes de quetognatos por su distribución amplia, lo que concuerda con lo observado en diferentes estudios para Venezuela (Legaré y Zoppi, 1961; Camisotti, 2004), en los cuales la describen como la especie más abundante y frecuente del grupo. Además, se trata también de la especie más abundante en la mayor parte del Caribe (Ramírez y Álvarez, 1999; Mille-Pagaza y Carrillo-Laguna, 1999, 2003; Tovar y col., 2009).

Serratosagitta serratodentata es la tercera especie en abundancia para isla de Aves, dicha especie es típica de aguas oceánicas y de salinidades altas (Pierce y Wass, 1962). Lo hallado se asemeja a lo reportado por estudios como el de Mille-Carrillo (1999) en el Caribe mexicano. Esta especie también puede vivir en la zona nerítica, con condiciones de menor salinidad (Márquez y Zoppi, 2017), característica que presentan las estaciones de las localidades Morrocoy y Mochima, lo que puede brindar respuestas de su aparición, aunque en menores abundancias.

La especie *F. hexaptera* se encuentra presente en Mochima (estaciones cercanas a la boca) e isla de Aves, y además, es la segunda en abundancia para la segunda localidad. Esto puede atribuirse a que la misma es considerada oceánica (Alvariño, 1965). Este resultado coincide con Mille-Carrillo (1999) para el Caribe, aunque la especie se encontró en menor abundancia en comparación con la reportada en este estudio.

Krohnitta pacifica, especie importante en cuanto a frecuencia de aparición para las tres localidades, es considerada semi-nerítica, debido a que es encontrada tanto en zonas oceánicas como cercanas a la costa. Además, su abundancia ha sido cuantificada como elevada en algunos estudios realizados en la zona (Márquez y Zoppi, 2017).

Especies de frecuencias de aparición y abundancias menores como *S. bipunctata*, *D. decipiens*, *Pterosagitta friderici* y *S. helenae* coinciden con lo reportado por Márquez y col. (2008), quienes las señalan como raras y escasas en el país. Las dos primeras especies se encuentran mayormente distribuidas en zonas oceánicas (David, 1963; Alvariño, 1965; Fagetti, 1972; Pierrot-Bults, 1979), mientras que las dos últimas son neríticas y han sido reportadas como tales para el país (Márquez y col., 2008). Sin embargo, Legaré y Zoppi (1961) reportan a *S. helenae* con abundancia significativa en el golfo de Cariaco. *Serratosagitta serratodentata*, que junto a *S. bipunctata* y *D. decipiens* estuvo presente en las tres localidades, tampoco tuvo gran abundancia; estas tres especies son citadas por distintos autores (Legaré y Zoppi, 1961; Márquez-Rojas y col., 2006) como de frecuencias bajas o raras.

Se debe hacer un comentario aparte de la especie *D. decipiens*, la cual es descrita como indicadora de aguas de surgencia (Zoppi, 1977), puesto que es mesopelágica y habita usualmente a profundidades mayores a los 200 m, pero en las tres localidades abordadas en el estudio presente los arrastres no superaron profundidades de más de 70 m, las que corresponden a la zona epipelágica. Esto demuestra que en las zonas vecinas a los sitios muestreados se produce dicho fenómeno oceanográfico, donde ocurre desplazamiento de aguas superficiales por

los vientos alisios y el consecuente ascenso de aguas más densas y frías del fondo que llevan nutrientes a la zona epipelágica, lo que tiene efecto directo en el fitoplancton e impacta a la trama trófica marina (Miralto y col., 1999).

En el caso particular de Mochima, si bien las muestras tomadas hacia la boca de la bahía se colectaron en época habitual de surgencia, las mismas presentaron una abundancia comparativamente baja de quetognatos (especialmente de la especie indicadora de surgencia *D. decipiens*) respecto a Morrocoy. Esto pudo deberse a lo señalado por Segovia (2017), quien indica por las características bióticas y abióticas determinadas en su investigación, que para el momento del muestreo en marzo de 2016 la surgencia pudo haber disminuido de intensidad, lo que es normal y suele ocurrir periódicamente (Muller-Karger y col. 2010, Rueda-Roa y Muller-Karger 2013, Astor y col. 2017) y el ecosistema se encontraba en una etapa distinta a la que estaría cuando ocurre surgencia de gran intensidad. En isla de Aves, la especie fue registrada en solo 2 de las 9 estaciones, no obstante, la abundancia de *D. decipiens* fue muy baja, lo cual confirma que se trata de una especie rara.

Estructura poblacional

La determinación de los estadios sexuales varía según la nomenclatura y definición dada por distintos especialistas; entre los trabajos realizados que discuten acerca de la misma se tienen: Kramp (1917), Russell (1932), Thomson (1947), Ghirardelli (1951), Pierce (1951), Furnestin (1953), Kado (1954), David (1955) y Alvariño (1962). Para este trabajo se adoptó la clasificación que corresponde a cuatro estadios de madurez sexual para la descripción del desarrollo de las gónadas femeninas y masculinas propuesta por (Alvariño, 1969), quien además explica que a veces los individuos pueden presentar variaciones; los más pequeños pueden estar en el estadio IV de madurez y los de tallas mayores en el I, II o III. Este último hecho se observó en algunos de los individuos medidos de las especies *F. enflata*, *P. tenuis*, *S. serratodentata* y *F. hispida*, los cuales presentaron longitudes cortas, pero un nivel de desarrollo más avanzado al correspondiente, según la información mencionada por Alvariño (1969).

La especie *F. enflata*, para la cual se determinó la estructura de tallas en Mochima e isla de Aves, presentó un desarrollo gonadal que no concuerda directamente con la longitud del cuerpo, ya que el mismo es continuo, y algunos de los individuos medidos que presentaron tallas pequeñas poseían un estadio de madurez sexual avanzado, coincidiendo con lo encontrado en trabajos previos (Alvariño, 1962, 1967, 1969).

Para la especie *F. hexaptera* se cumple que a mayor longitud de cuerpo, el estadio de madurez sexual es superior. También se encontró que un individuo en el estadio III presentó las vesículas seminales muy desarrolladas para la fase determinada, lo cual puede explicarse debido a que la madurez de las gónadas masculinas en esta especie es precoz en comparación con las femeninas y, se reportan que ejemplares pueden tener para dicho estadio vesículas que estén completamente llenas de esperma, mientras que en otros casos que se encuentren cercanas a su rompimiento (Alvariño, 1967).

La mayoría de los individuos medidos para las especies seleccionadas de las tres localidades, se encontraban entre estadios juveniles y el primero sexual o adulto. Esto coincide con Camissotti (2004), quien reporta que la mayor proporción de los quetognatos medidos fueron juveniles, siendo este el único trabajo previo en el país que establece una clasificación en cuanto a la madurez sexual del grupo, aunque con una nomenclatura diferente.

Las diferencias en las tallas dentro de un estadio para individuos de la misma especie en las distintas localidades pudiese atribuirse a que los especímenes se desarrollaron en zonas con distintos rangos de temperatura (a mayor temperatura, tallas menores). Otro aspecto a tomar en cuenta son las variaciones en la calidad y cantidad de alimento disponible (Alvariño, 1967).

CONCLUSIONES

- Se identificaron y describieron un total de 11 especies de quetognatos en el estudio de las tres localidades.
- Para el Parque Nacional Morrocoy se identificaron 9 especies, 6 de las cuales son nuevos registros para la localidad.
- En el Parque Nacional Mochima se identificaron 10 especies, con 7 registros siendo nuevos registros para la localidad.
- El Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves tiene 7 especies, de las cuales 3 son nuevos registros en la localidad.
- La localidad con mayor riqueza de especies fue el Parque Nacional Mochima.
- La especie más abundante del estudio fue *Flaccisagitta enflata* y la menos abundante *Sagitta bipunctata*.
- Se determinó un máximo de cuatro estadios sexuales o tallas para las 5 especies más abundantes del estudio. En general, a mayor talla, el estadio de madurez sexual fue más avanzado.
- El intervalo de los valores de diversidad y equidad para los sitios dentro de las localidades estudiadas es pequeño, a consecuencia de la dominancia de las especies *Flaccisagitta enflata* y *Ferosagitta hispida*.

RECOMENDACIONES

Continuar con la realización de estudios taxonómicos del grupo en el país, debido a que la diversidad de especies de quetognatos con respecto a las localidades de interés ha sido subestimada, puesto que la riqueza de especies registrada en este estudio es mayor en comparación a las reportadas en trabajos anteriores. Esto puede estar sucediendo en otras localidades o en las que simplemente no se tiene ningún registro.

BIBLIOGRAFÍA

- Aida, T. 1897. Chaetognaths of Misaki Harbor. *Annot. Zool. Jpn.* 1:13-21.
- Almeida, P. y Goddard, D. 1974. Biología y geología del fondo alrededor de la Isla de Aves. *Bol. Soc. Venez. Cien. Nat.* 31 (128/129): 143-162.
- Álvarez-Cadena, J. N., A. R. Almaral-Mendivil, U. Ordóñez-López, y A. Uicab-Sabido. 2008. Composición, abundancia y distribución de las especies de quetognatos del litoral norte del Caribe de México. *Hidrobiológica* 18: 37-48.
- Alvariño, A. 1962. Two new Pacific chaetognaths, their distribution and relationship to allied species. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr.* 8: 1-50.
- Alvariño, A. 1965. Chaetognaths. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 3: 115-194.
- Alvariño, A. 1967. The Chaetognatha of the Naga Expedition (1959-1961) in the South China Sea and the Gulf of Thailand. *Naga Rep.* 4: 1-197.
- Alvariño, A. 1969. Los Quetognatos del Atlántico. Distribución y notas esenciales de sistemática. *Trab. Inst. Esp. Oceanogr. Madrid* 37: 1-290.
- Astor Y., Guzmán L., Troccoli L., Lorenzoni L., Muller-Karger F. 2017. Síntesis de las tendencias de los parámetros oceanográficos y ópticos en la estación serie de tiempo CARIACO (enero 1996–diciembre 2013). *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 73: 81-101.
- Barrientos, Z. 2003. Zoología General. Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 499 pp.
- Bonilla, D. 1983. Estudio taxonómico de los quetognatos del golfo de Guayaquil. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. INOCAR, Ecuador, 2: 509-567.
- Benítez, D. 2018. Efecto de la descarga de una planta de tratamiento de aguas residuales sobre el fitoplancton de la bahía de Mochima (Edo. Sucre). Trabajo Especial de Grado, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. 86 pp.
- Boltovskoy, D. 1981. Chaetognatha. Atlas del zooplankton del Atlántico Suboccidental. Ed., *Publ. Inst. Nac. Invest. y Des. Pesc.* (INIDEP), Argentina. pp. 759-791.
- Bone, D. Pérez, D. Villamizar, A. Penchaszadeh, P. y Klein, E. 1998. Parque Nacional Morrocoy, Venezuela. Págs. 151-160. In: Kjerfve, B. (ed.). CARICOMP- Caribbean Coral Reef, Seagrass and Mangrove Sites. UNESCO, París.
- Brusca, R.C. Brusca. G.J. 2003. Invertebrados. McGraw-Hill Interamericana. 1005 pp.

Camisotti, H. 2004. Distribución espacial de Copépodos, Quetognatos y Eufáusidos de la Fachada Atlántica de Venezuela. Trabajo Especial de Grado. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.

Caraballo, L. F. 1968. Sedimentos recientes de la Bahía de Mochima. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 7: 45-64.

Casanova, E. Zoppi de Roa, E. Montiel, E. 2007. Caracterización espacial y temporal del zooplancton en el archipiélago los Roques, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 46: 51-65.

Casanova, E. 2016. Dinámica de la comunidad planctónica en relación a las perturbaciones naturales en el Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves, Venezuela. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. 187 pp.

Casanova, J. P. 1985. Description de l'appareil génital primitif du genre *Heterokrohnia* et nouvelle classification des chaetognathes. *C.R. Acad. Sci. Paris*. Ser. 301: 397-402.

Casanova, J. P. 1999. Chaetognatha. En: D. Boltovskoy (ed.). South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publication, Leiden, The Netherlands.

Castellanos-Osorio, I. Hernández-Flores, R.M. Morales-Ramírez, Á. Corrales-Ugalde, M. 2012. Apendicularias (Urochordata) y quetognatos (Chaetognatha) del Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 60: 243-255.

Chapman, A. D. 2009. Numbers of living species in Australia and the World. *Australian Biological Resources (ABRS)*, Canberra. 84 pp.

Conant, F. S. 1895. Description of two new Chaetognatha (*Spadella schizoptera* and *Sagitta hispida*). *Ann. Mag. nat. Hist.* (Ser. 6) 16: 288-292. Also in *Johns Hopkins Univ. Circulars* 14: 77-78.

Conant, F. S. 1896. Notes on the chaetognaths. *Ann. Mag. nat. Hist.* (Ser. 6) 18: 201-214. Also in *Johns Hopkins Univ. Circulars* 15: 82-85.

David, P. M. 1955. The distribution of *Sagitta gazellae* Ritter-Zahony. *Discovery Repts.* 27: 235-278.

David, P. M. 1963. Some aspects of speciation in the Chaetognatha. In: *Speciation in the Sea. Systematics Assoc. Publ.* 5: 29-143 pp.

Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN). 2002. Isla de Aves. Bastión Venezolano en el Mar Caribe (2ª ed). DIGECAFA. Caracas. 136 pp.

D'Orbigny, A. 1843. Voyage dans l'Amérique méridionale, exécuté dans le cours des années 1826-1833, *Mollusques* 5: 140-144.

Expósito, N. 1997. Estudios de los efectos de las descargas de una laguna de oxidación sobre las comunidades planctónicas en la bahía de Mochima (Edo. Sucre). Trabajo Especial de Grado, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. 177 pp.

Fagetti, E. 1958. Investigaciones sobre quetognatos colectados especialmente frente a la costa central y norte de Chile. *Rev. Biol. Mar. Univ. Chile* 8: 25-82.

Fagetti, E. 1972. Bathymetric distribution of chaetognaths in the south-eastern Pacific Ocean. *Mar. Biol.* 17: 7-29.

Feigenbaum DL, Maris RC. 1984. Feeding in the Chaetognatha. *Oceanogr Mar Biol Ann Rev.* 22: 343-392.

Fernández, M. Rivas, G. 2007. Niveles de organización. Las Prensas de Ciencias. México. 433 pp.

Fowler, G. H. 1905. Biscayan plankton collected during a cruise H.M.S. 'Research', 1900. III. The Chaetognatha. *Trans. Linn. Soc. Lond. (Zool.)* 10: 55-87.

Furnestin, M.L. 1953. Chaetognathes recoltés en Méditerranée par le "President Theodore Tissier" aux mois de Juin et Juillet 1950. *Bull. Trav. Sta. Aquic. Peche, Castiglione, N.S.* (4): 275-317.

Furnestin, M.L. 1957. Chaetognathes et zooplankton du secteur Atlantique Marocain. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.* 21:1-356.

Furnestin, M.L. 1965. Chaetognathes de quelques récoltes dans lamer des Antilles et l'Atlantique ouest tropical. *Bull. Inst. R. Sci. Nat. Belgique* 41: 1-15.

Furnestin, M.L. 1966. Chaetognathes des eaux Africaines. *Atl. Rep. Sci. Result Dan. Exp. Coast Trop. West Afr.* 9:105-135.

Ghirardelli, E. 1951. Cicli di madurità sessuale nelle gonadi di *Sagitta inflata* Grassi del golfo di Napoli. *Bol. Zool. (Union Zool. Italiane), Napoli*, 18 (4,5,6): 149-162.

Ginés, Hno. 1982. *Carta Pesquera de Venezuela. Vol. 2. Áreas Central y Occidental.* Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Caracas, 226 pp.

Grant, G.C. 1992. The Phylum Chaetognatha, a bibliography. *Special Papers in Marine Science, Virginia Institute of Marine Science* 7: 1-166.

Grassi, B. 1881. Anatomia comparata. Intorno ai Chetognati. *Rend. Real. Ist. Lombardo Sci. Lett.* 2: 193-213.

Hammer, Ø; D.A.T. Harper, P.D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 1-9.

Hernández, F. 1991. Los Quetognatos de Canarias. Publicaciones Científicas del Cabildo Insular de Tenerife. 101 pp.

Hernández-Flores, R. M., J. A. McLelland. Suárez-Morales, E. 2009. Planktonic Chaetognatha of the Gulf of Mexico, Pages. 1165–1171 in Felder, D.L. and D.K. Camp (eds.), *Gulf of Mexico—Origins, Waters, and Biota. Biodiversity*. Texas A&M University Press, College Station, Texas.

Herrera, L., Febres, G. Andrés, J. 1980. Distribución de las masas de agua y sus vinculaciones dinámicas en el sector centro-occidental Venezolano, Mar Caribe. *Bol. Inst. Oceanogr.* 19: 93-118.

Hoyos, J. 1972. Isla de Aves. *Natura* 46/47: 2-8.

<http://runrun.es/opinion/impacto/59107/otro-alerta-sobre-decision-de-la-cij-que-podria-afectar-nuestra-isla-de-aves.html> [Consulta: 03 de Enero de 2018]

<https://www.deviantart.com/spencerwizard/art/Quetognato-52904922> [Consulta: 08 de Julio de 2018]

Ihaka, R. Gentleman, R. 1996. R: A Language for Data Analysis and Graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics*. 5: 299-314.

Jiménez-Prieto, M. Liñero-Arana, I. 2002. Moluscos de praderas de *Thalassia testudinum* en Isla Larga, Bahía de Mochima, Edo. Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 41: 55-66.

Kado, Y. 1954. Notes on the seasonal variation of *Sagitta crassa*. *Ann. Zool. Jap.* 27: 52-55.

Kramp, P. L. 1917. Chaetognatha collected by the "Tjalfe" expedition to the west coast of Greenland in 1908 and 1909. *Vidensk. Medd. Dansk. Naturhist. Foren.* 69: 17-55.

Krohn, A. 1853. Nachtragliche Bemerkungen uber den Bau der Gattung *Sagitta*, nebst der Beschreibung einiger neuen Arten. *Arch. Naturgesch.* 19: 266- 281.

Legaré, H. Zoppi, E. 1961. Notas sobre la abundancia y distribución de Chaetognatha en las aguas del oriente de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr.* 1: 149-171.

Marcano, Y. Márquez, B. Díaz-Ramos, J.R. Trocoli, L. Marín, B. Salazar, I. y Rincones, K. 2010. Variables fisicoquímicas que influyen a corto plazo en el zooplancton de la Bahía de Mochima, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 49: 129-145.

Margalef, R. 1967. Ecología Marina. Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Caracas Venezuela.

- Márquez, B. Marín, B. Zoppi, E. Moreno, C. 2006. Zooplancton del Golfo de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente* 45: 61-78.
- Márquez, B., Marín, B., Díaz-Ramos, J., Troccoli, L. y Subero-Pino, S. 2007. Variación estacional y vertical de la biomasa del macrozooplancton en la Bahía de Mochima, Estado Sucre-Venezuela, durante 1997-1998. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 42: 241-252.
- Márquez, B. Díaz-Ramo, J. Troccoli, L. Marín, B. Varela, R. 2009. Densidad, biomasa y composición del zooplancton, en el estrato superficial de la cuenca de Cariaco, Venezuela. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44: 737-749.
- Márquez-Rojas, B. Marín, B. Díaz-Ramos, J.R. Troccoli, L. 2008. Biomasa, densidad y composición zooplanctónica de la bahía de Mochima, Venezuela. *Gayana* 72: 52-67.
- Márquez-Rojas, B. Troccoli, L. Marcano, L. Morales, J. Allen, T. Marín, B. y Díaz-Ramos, R. 2011. Estructura comunitaria del zooplancton en dos localidades del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 50: 103-119.
- Márquez-Rojas, B. Troccoli, L. Marín, B. y Díaz-Ramos, R. 2013. Variación espacial y temporal del mesozooplancton en el caño Mánamo, delta del Orinoco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 52: 63-78.
- Márquez-Rojas, B., Zoppi de Roa E. 2017. Zooplancton de la bahía de Mochima, retrospectiva y prospectiva, *Saber*, Universidad de Oriente, Venezuela, 29: 495-511.
- Márquez-Rojas, B. Zoppi de Roa, E. Troccoli, L. Montiel, E. 2017. Cambios estructurales del mesozooplancton en relación a las condiciones hidrográficas en el golfo de Cariaco, Venezuela. *Biota Colombiana* 18 (1): 148-171.
- McLelland, J. A. 1989. An Illustrated Key to the Chaetognatha of the Northern Gulf of Mexico with Notes on their Distribution. *Gulf Research Reports* 8: 145-172.
- McLelland, J. A. R. W. Heard. 1991. Notes on some chaetognaths from Pine Cay, Turks and Caicos Islands (British West Indies). *Gulf Res. Repts.* 8: 227-235.
- Michel, H. B. Foyo, M. 1976. Caribbean zooplankton. Part I. - Siphonophora, Heteropoda, copepoda, Euphausiacea, Chaetognatha and Salpidae.
- Michel, H. B., M. Behbehani. Herring, D. 1986. Zooplankton of the western Arabian Gulf south of Kuwait waters. *Kuwait Bull. Mar. Sci.* 8: 1-36.
- Michel, H.B. 1984. Chaetognatha of the Caribbean Sea and adjacent areas. NOAA Tech. Rep. NMFS 15, U.S. Dept of Commerce. 33 pp.

Mille-Pagaza, S. Carrillo-Laguna, J. 1999. Los quetognatos (Chaetognatha) del banco de Campeche en abril-mayo de 1986. *Rev. Biol. Trop.*, 47: 101-108.

Mille-Pagaza, S. Carrillo-Laguna, J. 2003. Distribución y abundancia de los quetognatos de la plataforma Tamaulipeca y océano adyacente en abril de 1987. *Hidrobiológica* 13: 223-229.

Miloslavich, P. Klein, E. Martin, A. Bastidas, C. Marin B. Spiniello, P. 2005. Caribbean Marine Biodiversity: the known and the unknown. En: Miloslavich, P. y Klein, E. (eds). Destech Publications, Inc. Pennsylvania, USA. 109-136.

Miralto, A., Barone, G., Romano, G., Poulet, S. Lanora, A., Russos, G., Buttino, I., Mazzarellas, G., Laabir, M., Cabrini, M. Giacobbe, M. 1999. The insidious effect diatoms on copepods reproduction. *Nature*. 402: 173-175.

Moreno, A. 2005. *Quetognatos*. [en línea]. Obtenido de: https://cv4.ucm.es/moodle/pluginfile.php/1873889/mod_resource/content/0/Textos_teoría/J1%20QUETOGNATOS.pdf

Muller-Karger F., Varela R., Thunell R., Scranton M.I., Taylor G.T., Astor Y., Benitez-Nelson C.R., Lorenzoni L., Tappa E., Goni M.A., Rueda D., Hu C. 2010. CARIACO: a Time Series of primary production and vertical export in the Cariaco Basin. Págs. 454–463 En: Liu K.K., Atkinson L., Quinones R., Talaue-McManus L. (Eds) *Carbon and Nutrient Fluxes in Continental Margins: A Global Synthesis*. Springer-Verlag, Berlin.

Narváez, M. 2011. Variación temporal y espacial del micro y mesozooplankton en la parte interna de la bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela, en época de surgencia. Trabajo Especial de Grado. Universidad de Oriente, Venezuela.

Odum, E.P. 1969. The Strategy of Ecosystem Development. *Science*, 164: 262-270.

Okuda, T., Benítez, J., García J. A. y Fernández, F. 1968. Condiciones hidrográficas y químicas en la bahía de Mochima y la Laguna Grande del Obispo, desde 1964-1966. *Bol. Inst. Oceanogr. Universidad de Oriente* 7: 7-37.

Owre, H. B. 1960. Plankton of the Florida Current. Part VI. The Chaetognatha. *Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean* 10: 255–322.

Palma, S. 2001. Índice bibliográfico sobre biodiversidad acuática de Chile: quetognatos (Chaetognatha). *Cienc. Tecnol. Mar*, 24: 111-114.

Pierce, E. L. 1951. The Chaetognatha of the west coast of Florida. *Biol. Bull.* 100: 206-228.

Pierce, E. L. Wass, M. L. 1962. Chaetognatha from the Florida Current and coastal waters of the southeastern Atlantic states. *Bull. mar. Sci. Gulf Carib.* 12: 403-431.

Pierrot-Bults, A. C. 1979. On the synonymy of *Sagitta decipiens* Fowler, 1905, and *Sagitta neodecipiens* Tokioka, 1959, and the validity of *Sagitta sibogae* Fowler, 1906. *Bull. Zool. Mus., Univ. Amsterdam* 6: 137-143.

Piñero, A. 1987. Análisis Climatológico de la Isla de Aves y su aplicabilidad en la Administración Ambiental. Instituto Universitario Politécnico de las Fuerzas Armadas. IIUPFAN, Tesis de Msc. Caracas, Venezuela.

Quintero, A. Bonilla, J. Serrano, L. Amaro, M. Rodriguez, B. Terejova, G. Figueroa, Y. 2004. Características ambientales de la Bahía de Mochima y adyacencias de la Cuenca de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, Univ. Oriente 43: 49-64

Quoy, J. Gaimard, P. 1827. Observation zoologiques faites á bord de l'Astrolabe en Mai 1826 dans le detroit de Gibraltar. *Ann. Sci. nat. (Zool.)* 10: 5-239.

Ramírez, Y. y Álvarez, J. 1999. Chaetognath species composition from a coral reef lagoon in the Mexican Caribbean Sea. *Rev. Bio. Trop.*, 47: 157-163.

Reeve, M. R. 1966. Observations on the biology of a chaetognath. In: Some contemporary studies in marine science, (H. Barnes, ed.), George Allen, London, Págs.613-630.

Rigby, S. y Milsom, C. 2000. Origins, evolution, and diversification of zooplankton. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 31:293–313.

Ritter-Záhony, R. von. 1911. Revision der Chaetognathen. Dt. Südpol.-Exped. 1901-03. *Zool.* 13: 1-71.

Rodríguez, G. 2000. El plancton del Sistema de Maracaibo. Págs. 61-73. En: Rodríguez, G. (ed.) El sistema de Maracaibo, 2da. ed. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas.

Rodríguez-Altamiranda, R. 1999. "Conservación de humedales en Venezuela: Inventario, diagnóstico ambiental y estrategia" Comité Venezolano de la UICN, Caracas.110 pp.

Rueda-Roa D., Muller-Karger F. 2013. The southern Caribbean upwelling system: Sea surface temperature, wind forcing and chlorophyll concentration patterns. *Deep Sea Res. Part I Oceanogr. Res. Pap.* 78: 102-114.

Russell, F. S. 1932. On the biology of *Sagitta*. The breeding and growth of *Sagitta elegans* Verrill in the Plymouth area. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 18: 131-145.

Sánchez, A. 2006. Evaluación espacial y temporal de las comunidades bénticas presentes en la costa litoral rocosa de la Bahía de Mochima, Parque Nacional Mochima. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.

Segovia, D. 2017. Copépodos y Cladóceros (Crustacea) en época de surgencia de la bahía de Mochima (Edo. Sucre). Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. 114 pp.

Segura, P. Hernández, R.M. Morones, L. 1992. Distribución y abundancia de los quetognatos (Chaetognatha) en la región del domo de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 40: 35-42.

Silva, G. 2010. Tipos y subtipos climáticos de Venezuela. Trabajo de Ascenso a la categoría de Titular, Escuela de Geografía, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. 66 pp.

Solana, P. García, R. Castellanos, B. 2005. Estudio hidrodinámico y de transporte de contaminantes en el sistema costero de Morrocoy y el Golfete de Cuare, Venezuela. p: 113-158. En: *AGENDA MORROCOY: Estudio integral del sistema Parque Nacional Morrocoy con vías al desarrollo de planes de uso y gestión para su conservación*. Bone, D. Spiniello, P. Solana, P. Martín, A. García, E. López, J. La Barbera, A. Gómez, S. Pérez, D. Vera, B. Barreto, M. Zoppi, E. Miloslavich, P. Bitter, R. Klein, E. Villamizar, E. Losada F. y Posada, J. Informe final. Fonacit. Caracas.

Sommer, U. 2012. Plankton Ecology: Succession in Plankton Communities. *Springer Science & Business Media, USA*. 369 pp.

Szaniawski, H. 2002. New evidence for the protoconodont origin of chaetognaths. *Acta Palaeontologica Polonica*. 47: 405–419.

Thomas Hankeln et al. 2004, Phylogeny of platyzoan taxa based on molecular data. Deep Metazoan Phylogeny: The Backbone of the Tree of Life, Chapter: 7, Publisher: Walter de Gruyter GmbH, Editors: J. Wolfgang Wägele, Thomas Bartolomaeus, pp.105-125.

Thomson, J. M. 1947. The Chaetognatha of south-eastern Australia. *Bull. Counc. Sci. Ind. Res. Div. Fish. Rep.* 14 (222): 1-43.

Tokioka, T. 1965. The taxonomical outline of chaetognaths. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, 12: 335-357.

Tovar, E. Suarez-Morales, E. Carrillo, L. 2009. Multiscale variability of the Chaetognatha along a Caribbean reef lagoon system. *Mar Ecol Prog Ser* 375: 151–160.

Urosa I.J., Rao T.S.S. 1974. Distribución de quetognatos y biomasa del zooplancton en la parte occidental del Atlántico tropical, durante julio y agosto de 1968. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 13: 53-66.

Walter, T.A. Medina, E. 1971. Caracterización climática de Venezuela sobre la base de climadiagramas de estaciones particulares. *Bol. Soc. Venez. Cien. Nat.* 29: 211-140.

WoRMS Editorial Board. 2018. World Register of Marine Species. Disponible en: <http://www.marinespecies.org>.

Wüst, G. 1964. Stratification and circulation in the Antillean Caribbean basins. Part 1. Columbia: University Press. New York, USA. 201 pp.

Zoppi, E. 1977. El Zooplancton Marino de la región oriental de Venezuela. Tesis de Doctorado. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 187 pp.

Zoppi de Roa, E. 2003. Hemicordados, Cordados y Quetognatos. Págs. 522-532. En: *Diversidad Biológica en Venezuela*. M. Aguilera, A. Azócar y E. González. (Ed.) Caracas, Venezuela.

Zoppi de Roa, E. Palacios-Cáceres, M. 2005. El plancton del Parque Nacional Morrocoy: Zooplancton. p: 336-349 In: *AGENDA MORROCOY: Estudio integral del sistema Parque Nacional Morrocoy con vías al desarrollo de planes de uso y gestión para su conservación*. Bone, D. Spiniello, P. Solana, P. Martín, A. García, E. López, J. La Barbera, A. Gómez, S. Pérez, D. Vera, B. Barreto, M. Zoppi, E. Miloslavich, P. Bitter, R. Klein, E. Villamizar, E. Losada F. y Posada, J. Informe final. Fonacit. Caracas.

ANEXOS

Anexo 1: Medidas de individuos y estadios correspondientes de las especies más abundantes para las tres localidades. (L= longitud, J= juveniles, I-IV= estadios de adultos).

A. Individuos del Parque Nacional Morrocoy.

<i>Ferosagitta hispida</i>		n	L ± D.E	Interv. L (mm)
J		17	5,38 ± 0,86	< 6,5
I		18	7,33 ± 0,50	6,5 - 10
<i>Parasagitta tenuis</i>				
J		34	4,77 ± 0,67	< 5,5
I		8	6,28 ± 0,21	5,5 - 6
<i>Serratosagitta serratodentata</i>				
J		27	4,77 ± 1,03	< 8,6
I		14	7,61 ± 0,88	8,6 - 9,5

B. Individuos del Parque Nacional Mochima.

<i>Flaccisagitta enflata</i>		n	L ± D.E	Interv. L (mm)
I		12	3,8 ± 0,49	Diversos tamaños en relación al ciclo de madurez
II		24	5,06 ± 0,78	
III		18	6,23 ± 1,36	
IV		7	8,42 ± 0,82	
<i>Ferosagitta hispida</i>				
J		30	4,39 ± 0,92	< 6,5
I		6	7,12 ± 0,62	6,5 - 10
II		2	11 ± 0,62	> 10 - 12
<i>Parasagitta tenuis</i>				
J		23	4,05 ± 0,72	< 5,5
I		3	5,6 ± 0,17	5,5 - 6
II		8	6,28 ± 0,30	> 6 - 7
IV		4	8,73 ± 0,75	> 7 - 8

C. Individuos del Refugio de Fauna Silvestres Isla de Aves.

<i>Flaccisagitta enflata</i>	n	L ± D.E	Interv. L (mm)
I	14	6,92 ± 2,03	Diversos tamaños en relación al ciclo de madurez
II	16	12,24 ± 3,51	
III		15,98 ± 5,24	
IV	13	23,22 ± 6,37	
<hr/>			
<i>Serratosagitta serratodentata</i>			
J	13	6,95 ± 1,56	< 8,6
I	5	9,13 ± 0,15	8,6 - 9,5
III	1	9,8	10 - < 11
IV	4	10,68 ± 0,23	≥ 11
<hr/>			
<i>Flaccisagitta hexaptera</i>			
J	8	14,34 ± 4,53	< 22
I		22,4	22 - < 27
III	2	32,90 ± 0,51	> 30 - 34

Anexo 2: Índices de diversidad de Shannon-Wiener (H') y de equidad de Pielou (J') para los sitios de las tres localidades.

A. Valores para el Parque Nacional Morrocoy.

	Año 2000	E8	E9	E11	E14
Shannon-Wiener	1,74	1,477	1,695	1,56	
Pielou	0,8943	0,8244	0,7716	0,7504	
Año 2001					
Shannon-Wiener	1,501	1,588	1,65	1,325	
Pielou	0,7216	0,816	0,7508	0,6371	

B. Valores para el Parque Nacional Mochima.

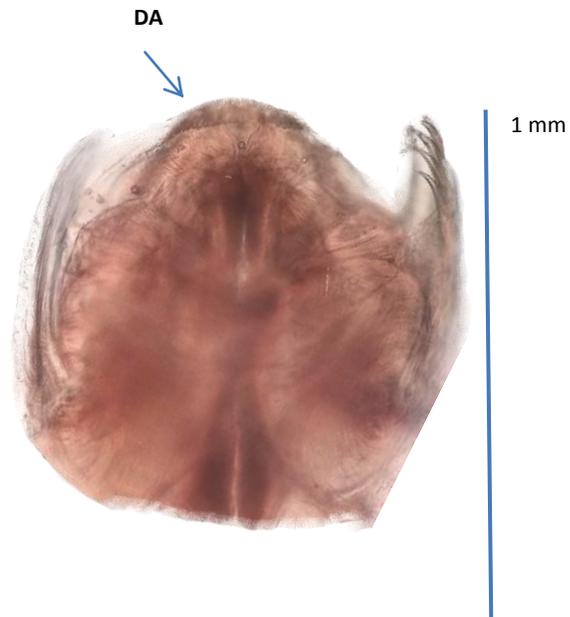
	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Shannon-Wiener	1,211	1,419	1,394	1,319	1,357	1,304
Pielou	0,8736	0,8814	0,8661	0,6777	0,5891	0,627

C. Valores para el Refugio de Fauna Silvestres Isla de Aves.

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
Shannon-Wiener	0,6936	0,3407	0,6871	0,4091	0,6723	0,606	0,817	0,7784	0,7209
Pielou	0,5003	0,2117	0,6254	0,2283	0,4177	0,4372	0,4199	0,4837	0,4479

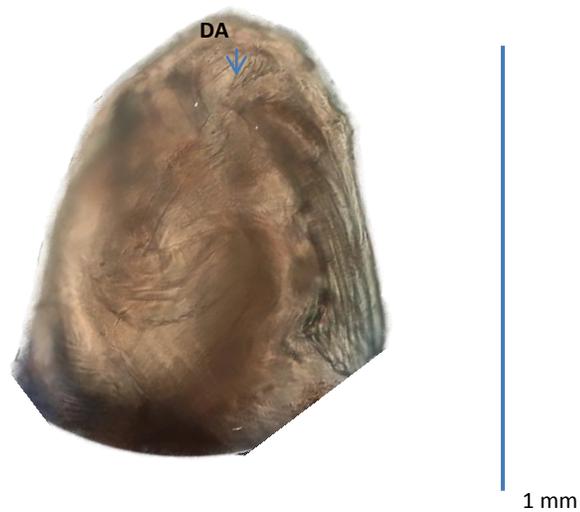
Anexo 3: Detalles de caracteres de las especies identificadas.

A. *Sagitta helenae*.



DA: detalle de los numerosos dientes anteriores.

B. *Decipisagitta decipiens*.



DA: detalle de los dientes anteriores en forma triangular.