

**Universidad de Costa Rica**

**Facultad de Ciencias**

**Escuela de Biología**

**Tesis presentada para optar al grado de  
Licenciatura en Biología con énfasis en Zoología**

**Taxonomía y distribución geográfica de los tunicados pelágicos en Costa Rica**

**Marco Corrales Ugalde**

**Ciudad Universitaria Rodrigo Facio**

**2014**

**MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

---

**Dr.rer.nat. Álvaro Morales Ramírez**  
**Director de tesis**

---

**Ph.D. Gustavo Gutierrez Espeleta**  
**Decano Facultad Ciencias Básicas**

---

**Dr. Jorge Cortés Núñez**  
**Miembro del Tribunal**

---

**Dr. Jeffrey Sibaja Cordero**  
**Miembro del Tribunal**

---

**M. Sc. Monika Springer**  
**Revisor externo**

---

**Marco Vinicio Corrales Ugalde**  
**Candidato**

A mi padre, que me enseñó el verdadero valor del trabajo,  
a mi madre, que me demostró el poder del conocimiento,  
a mi hermana, que me hizo entender la fuerza de la inocencia  
y a Karla, quien me tomó de la mano y se atrevió a soñar conmigo.

“Gozas, hundiendo el cuerpo en el vivo oleaje;  
lo acarician tus ojos y tus brazos; tu oído  
se distrae muchas veces de tu propio gemido,  
al rumor de su canto indomable y salvaje.”

Charles Baudelaire

### El Mar

Si arruga el hosco ceño desata tempestades,  
que forman y deshacen líquidos ventisqueros;  
la espuma desflecada que adorna sus cimeros  
vestía en otro tiempo sirenas y deidades.

Desde que se miraron en remotas edades  
la noche y él han sido camaradas sinceros:  
por eso ella le brinda su copa de luceros  
para enjorar el manto de sus sinuosidades.

Hoy que su indócil lomo domeña el trasatlántico:  
su rumor no tiene sonoridad de cántico.  
Afrodita no existe. Neptuno es solo un nombre.

Y al recordar los tiempos de su invicta potencia,  
con un ronco gemido de funeral cadencia  
se estremece y solloza como el pecho de un hombre.

Julián Marchena

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres, Marco Corrales Montero y Giselle Ugalde Sánchez, por haber actuado como “mecenas” de las ciencias y apoyarme tanto moral como económicamente durante mi carrera.

Agradezco a Álvaro Morales, quien desarrolló el estudio del zooplancton en la Universidad de Costa Rica a través del Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR) y así aseguro que existieran los recursos necesarios para realizar esta tesis, y por darme apoyo para dedicarme al aprendizaje de esta fascinante comunidad de organismos. Gracias a su apoyo pude conocer a varios zooplantólogos de México, entre ellos Alván Castellanos, al cual agradezco por haber tenido la paciencia suficiente para enseñarme a identificar apendicularias, lo cual reafirmó mis primeros deseos de dedicarme al estudio de estos organismos.

Agradezco a Jeffrey Sibaja y a Eddy Gómez por haberme dado una formación excelente en las áreas de Zoología y Oceanografía respectivamente, y al mismo tiempo introducirme al complejo mundo de la academia y mostrarme tanto sus aspectos positivos como negativos. Les agradezco también por enseñarme a tener siempre una actitud crítica a la hora de estudiar y así lograr un entendimiento, el cual nunca es definitivo, pero logra ser satisfactorio sobre cómo funciona la naturaleza.

Agradezco a Karla Conejo por las mejores conversaciones sobre biología que he tenido, las cuales estimularon mis deseos de continuar investigando. Dentro de este mismo contexto, muchos amigos y profesores también participaron con sus buenos consejos y observaciones, tales como: Viktoria Bogantes (¿qué es una especie?), Andrés Quesada (Las cosas no se hacen a última hora), Allan Carrillo (todo tiene una hipótesis), Aldo Farah (modo vacaciones), Jenaro Acuña, Jairo García, Luis Diego León (porque los químicos también hacen cosas bonitas), Carlos Garita, Beatriz Naranjo (son un “viaje” estos “animalillos”), Octavio Esquivel, Pablo Gutierrez (identifique copépodos para que entienda lo que es difícil), Juan Carlos Azofeifa, Rita Vargas, Gilbert Barrantes, Juan José Alvarado, Cindy Fernández, Yolanda Camacho y Jorge Cortés, al cual agradezco además por revisar detenidamente este documento y aportar comentarios útiles.

Agradezco a Lawrence Madin, Rob Van Soest, Graciela Esnal y Russell Hopcroft por apoyarme en la identificación de las especies de taliáceos, y apendicularias y brindarme material bibliográfico el cual hubiera sido imposible de obtener sin su ayuda.

Agradezco a Octavio Esquivel, Fabiola Jiménez, Jaime Nivia, Viktoria Bogantes, Juan José Alvarado, Davis Morera, Antonio Pérez Pérez, Jeffrey Sibaja, Elena Vásquez, José Mena, Dayana Quesada, Oscar Segura, Andrés Quesada, Jorge Cortés y Álvaro Morales por colaborar en la recolección de material. Extiendo un agradecimiento especial a Eleazar Ruíz por coordinar con éxito casi todas las sesiones de recolecta de muestras que se utilizaron en el presente estudio.

Agradezco al Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR) y El Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica por proveer el equipo y el espacio físico necesario para recolectar, preservar, analizar y guardar las muestras del presente estudio.

Agradezco a Fabiola Jiménez por ayudarme en la elaboración de los mapas y a Viktoria Bogantes con la elaboración de las imágenes.

Agradezco a Fiorella Vasques, Nazareth Rojas, Rita Vargas, Ana Rosa Ramírez y Arturo Angulo por apoyarme durante el trabajo de catalogación de los organismos en el Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica.

Por último, agradezco a Gilbert Barrantes y a la Cátedra de Biología General, especialmente a Arturo Angulo, por facilitarme el equipo óptico necesario para tomar las fotografías.

## ÍNDICE GENERAL

	Página
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>1.1 Marco Teórico</b>	1
<b>1.2 Antecedentes</b>	5
<b>II. HIPÓTESIS DE TRABAJO</b>	7
<b>III. OBJETIVOS</b>	7
<b>3.1 Objetivo general</b>	7
<b>3.2 Objetivos específicos</b>	7
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	8
<b>V. RESULTADOS</b>	16
<b>VI. DISCUSIÓN</b>	72
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA</b>	75
<b>Apéndice I</b>	81
<b>Apéndice II</b>	82
<b>Apéndice III</b>	83
<b>Apéndice IV</b>	85
<b>Apéndice V</b>	91
<b>Apéndice VI</b>	96
<b>Apéndice VII</b>	98

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Sitios de recolecta de los organismos estudiados. Las ampliaciones del mapa corresponden a las regiones de: Pacífico Norte (A), Isla del Coco (B), Pacífico Sur (C), Caribe Sur (D).	14
Figura 2. <i>Dolioletta gegenbauri</i> var. <i>tritonis</i> , detalle de la inserción ventral del septo branquial (A, escala 1 mm) y forozoide (B, escala 1 mm). <i>Doliolina undulata</i> , forozoide (C, escala 1 mm) y detalle del MVII incompleto (D, escala 500 µm) (E: endostilo, SB: septo branquial, TD: tracto digestivo).	20
Figura 3. <i>Doliolum denticulatum</i> (A) y <i>D. nationalis</i> (B). A: forozoide de <i>D. denticulatum</i> (escala: 1 mm) B: forozoide de <i>D. nationalis</i> (escala: 500 µm). C: Nodrizza del género <i>Doliolum</i> (escala: 1 mm) (E: endostilo, SB: septo branquial, TD: tracto digestivo, GD: ganglio dorsal, S: estolón)	22
Figura 4. Sitios de recolecta de las especies de doliolidos encontradas en el presente estudio.	23
Figura 5. <i>Brooksia rostrata</i> . A: Fragmento de la colonia. B: blastozoide en vista lateral. C: blastozoide en vista dorsal. (escala: 1mm)	25
Figura 6. Blastozoide de <i>Cyclosalpa affinis</i> . A: Forma de la colonia (escala: 50 mm), B: detalle del tubérculo dorsal (escala: 500 µm)	26
Figura 7. Blastozoide de <i>Iasis cylindrica</i> . A: vista dorsal. B: vista lateral.	28
Figura 8. <i>Metcalfina hexagona</i> . A: Oozoide. B: Blastozoide. (escala: 5 mm)	29
Figura 9. <i>Pegea confoederata</i> . A: oozide, vista lateral (escala: 5 mm) B: oozide, vista dorsal (escala: 5 mm). C: blastozoides (escala: 5 mm), D: detalle de la musculatura del sifón atrial del oozide (escala: 1mm).	31
Figura 10. Oozoide de <i>Soestia zonaria</i> . A: vista dorsal (escala: 5mm), B: vista ventral (escala: 5mm).	33
Figura 11. <i>Thalia democratica</i> . A: oozide, vista dorsal. B: oozide, vista ventral. C: Proyecciones posteriores de la túnica. D: blastozoides (escalas: 1 mm)	35
Figura 12. Sitios de recolecta de las especies de salpas estudiadas	36
Figura 13. <i>Pyrosoma atlanticum</i> . A: colonia joven (escala: 1 mm). B: Colonia adulta (escala: 2 cm).. C: fotografía de la especie tomada por el submarino DeepSee.	38
Figura 14. <i>Pyrostremma agassizi</i> . A: detalle del ascidiozoide (E: endostilo, P: proceso espinoso, escala: 1 mm). B: Colonia completa, C: Acercamiento de la colonia.	40

- Figura 15. *Pyrostremma spinosum* A: colonia.. B: fotografía de la especie tomada por el submarino DeepSee. C: detalle del ascidiozoide (E: endostilo, SO: sifón oral, T: tracto digestivo, escala: 1 mm) 42
- Figura 16. Sitios de recolecta de las especies de pirocómidos estudiadas. Los sitios delimitados por un cuadrado de líneas incompletas incluye los sitios donde se han realizado las observaciones con el submarino DeepSee. 43
- Figura 17. *Appendicularia sicula*. A: sitios de recolecta de los especímenes. B: Tronco, lado izquierdo (escala: 50  $\mu\text{m}$ ), se señala el recto. C: Detalle del endostilo triangular (escala: 10  $\mu\text{m}$ ) 45
- Figura 18. *Fritillaria charybdae*. A: sitio de recolecta de los especímenes. B: Tronco, vista lateral y dorsal (E: endostilo, ES: espiráculo, GO: gónadas, escala: 300  $\mu\text{m}$ ) C: Cola (escala: 330  $\mu\text{m}$ ). Modificado de Tokioka (1951) 47
- Figura 19. *Fritillaria formica*. A: sitios de recolecta de los especímenes. B: Tronco de *F. formica* f. *digitata* (escala: 50  $\mu\text{m}$ ). C: Cola de *F. formica* f. *digitata* (escala: 50  $\mu\text{m}$ ). D: Detalle de los labios de *F. formica* f. *digitata* (PD: procesos digitiformes, escala: 25  $\mu\text{m}$ ). E: Detalle de los labios de *F. formica* f. *tuberculata* (escala: 25  $\mu\text{m}$ ) 49
- Figura 20. *Fritillaria halpostoma*. A: Sitios de recolecta. B: Detalle del tronco (escala: 20  $\mu\text{m}$ , O: ovario, T: testículo, N: núcleo digestivo). C: Parte distal de la cola (escala: 20  $\mu\text{m}$ ) 51
- Figura 21. *Fritillaria cf. pacifica*. A: Sitios de recolecta. B: Tronco, vista lateral y ventral (E: endostilo, ES: espiráculos). C: Detalle de la cola (escala= 500  $\mu\text{m}$ ). Modificado de Tokioka (1958) 53
- Figura 22. *Fritillaria pellucida*. A: Sitios de recolecta de los organismos estudiados. B: Tronco de *F. pellucida omani* (O: ovario, T: testículo, N: núcleo digestivo, escala: 20  $\mu\text{m}$ ), C: tronco de *F. pellucida typica* (escala: 20  $\mu\text{m}$ ). D: detalle de la cola (A: células anficordales escala: 20  $\mu\text{m}$ ),. 55
- Figura 23. *Fritillaria tenella* A: Sitio de recolecta de los organismos estudiados. B: Tronco (E: extensiones de la cutícula, T: testículo, O: ovario, N: núcleo digestivo, escala: 20  $\mu\text{m}$ ,) 56
- Figura 24. *Oikopleura cophocerca* A: Sitio de recolecta de los organismos estudiados. B: Tronco (L: lóbulo izquierdo del estómago, escala: 20  $\mu\text{m}$ ), C: parte posterior de la cola (S: células subcordales, escala: 20  $\mu\text{m}$ ). 58
- Figura 25. *Oikopleura dioica*. A: sitios de recolecta de los organismos estudiados. B: Vista izquierda del tronco (G: glándulas bucales, L: lóbulo izquierdo del estómago, escala: 100  $\mu\text{m}$ ,) C: Parte distal de la cola ( S: células subcordales escala: 100  $\mu\text{m}$ ) 60

- Figura 26. *Oikopleura fusiformis*. A: sitios de recolecta de los organismos analizados. B: Tronco de *O. fusiformis* f. *cornutogastra* (E: endostilo, C: ciego digestivo, escala: 100  $\mu\text{m}$ ). C: Tronco de *O. fusiformis* f. *typica* (C: ciego digestivo, escala: 100  $\mu\text{m}$ ). Modificado de Tokioka (1951). 62
- Figura 27. *Oikopleura gracilis*. A: sitios de recolecta de los organismos analizados. B: Tronco (E: endostilo, C: ciego digestivo, escala: 100  $\mu\text{m}$ ). Modificado de Tokioka (1951) 63
- Figura 28. *Oikopleura longicauda*. A: Sitios de recolecta de los organismos analizados B: tronco (escala: 100  $\mu\text{m}$ , E: endostilo, C: ciego digestivo). C: detalle del capuchón (escala: 100  $\mu\text{m}$ ) 65
- Figura 29. *Oikopleura rufescens*. A: sitios de recolecta de los organismos estudiados. B: Vista izquierda del tronco (G: glándulas bucales, L: lóbulo izquierdo del estómago, escala: 100  $\mu\text{m}$ ) C: Parte distal de la cola (S: células subcordales, escala: 100  $\mu\text{m}$ ) 67
- Figura 30. *Pelagopleura verticalis*. A: sitios de recolecta de los organismos analizados. B: Vista completa del animal (escala: 500  $\mu\text{m}$ ). C: vista lateral y dorsal del tronco (E: endostilo, ES: espiráculo, TD: tracto digestivo, T: testículos, escala: 500  $\mu\text{m}$ ). D: detalle del tracto digestivo. Modificado de Tokioka (1955). 69
- Figura 31. *Stegosoma magnum*. A: sitios de recolecta de los organismos analizados. B: Tronco, vista lateral (OE: esófago, R: recto, escala: 550  $\mu\text{m}$ ). C: Tronco, vista dorsal (C: ciego digestivo, R: recto, escala: 550  $\mu\text{m}$ ) D: Cola (S: células subcordales, escala: 550  $\mu\text{m}$ ). Modificado de Esnal (1999a). 71

## LISTA DE CUADROS

	Págs.
Cuadro 1. Características de las distintas masas de agua que conforman el Mar Caribe (adaptado de Gallegos 1996).	10
Cuadro 2. Lista de sitios en los cuales se recolectaron muestras de zooplancton.	12
Cuadro 3. Cantidad de taxones de tunicados pelágicos encontrados en el presente estudio.	16

## RESUMEN

El suphylum Tunicata incluye tres clases, dos de ellas, Thaliacea y Appendicularia, abarcan exclusivamente organismos pelágicos. Estos organismos se pueden encontrar en todos los océanos del mundo, y bajo condiciones ambientales específicas pueden llegar a ser muy abundantes en el meso y macrozooplancton. A pesar de esto, en Costa Rica son pocos los estudios que se han realizado sobre estos organismos. El objetivo de esta investigación consistió en determinar las especies de tunicados pelágicos presentes en los mares costarricenses, su presencia en diferentes regiones y desarrollar claves dicotómica que permita la identificación de dichas especies y otras que puedan estar presentes según estudios previos en el Pacífico Oriental y los Mares Interamericanos. Se analizaron muestras de zooplancton recolectadas en varios sitios de la costa Pacífica, la Isla del Coco y el Parque Nacional Cahuita, con redes de diferente apertura de poro a una profundidad máxima de 100 metros, así como recolectas manuales, fotografías y material depositado en el Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica (MZUCR). Las muestras se fijaron y preservaron en una disolución de formalina en agua de mar al 4% v/v. Los especímenes se identificaron a nivel de especie según las guías taxonómicas disponibles. Se elaboró un catálogo taxonómico ilustrado con fotografías e imágenes para cada una de las especies encontradas. Se encontró un total de 30 especies distribuidas en 17 géneros, cinco familias, cuatro órdenes y dos clases; de las cuales 19 especies son nuevos registros para Costa Rica y nueve para el Pacífico Tropical Oriental. Este número de especies representa solo el 24% de las 73 especies de tunicados pelágicos que pueden estar presentes en mares costarricenses de acuerdo a trabajos previos en las regiones del Pacífico Oriental y los Mares Interamericanos. Al realizar estudios sistemáticos que abarquen escalas temporales, espaciales y de mayor profundidad a las del presente estudio, este porcentaje de especies puede aumentar, especialmente en la costa Caribe, donde solo tres especies fueron encontradas.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Marco Teórico

El subphylum Tunicata pertenece al Phylum Chordata, estos taxones se caracterizan por presentar en alguna fase de su ciclo de vida una cola postanal, notocorda, cordón nervioso dorsal hueco y tubular y endostilo (Alldredge & Madin, 1982). Dentro de este subphylum, se reconocen cuatro clases: Appendicularia, Ascidiacea, Sorberacea y Thaliacea, los cuales presentan una túnica formada por polisacráridos que recubre el cuerpo. La notocorda dentro del subfilo está limitada a la cola y sólo se observa en la etapa larval, con excepción de la clase Appendicularia. El tubo digestivo tiene forma de U y presenta hendiduras branquiales (Alldredge & Madin, 1982). Con excepción de algunas ascidias depredadoras, los miembros de este subfilo se alimentan de partículas en suspensión, para ello emplean redes mucosas donde son retenidas las partículas alimenticias (Flood & Deibel, 1998).

Las clases Thaliacea y Appendicularia comprenden organismos pelágicos holoplanctónicos (Esnaol, 1996). Los taliáceos se distribuyen en tres órdenes y 73 especies. La clase Appendicularia posee 71 especies distribuidas en tres familias. Ambos grupos se encuentran ampliamente distribuidos en todos los océanos (Fenaux *et al.* 1998).

#### 1.1.1 Relaciones filogenéticas de los tunicados pelágicos

La visión clásica sobre las relaciones filogenéticas entre los distintos grupos de tunicados consiste en que las apendicularias evolucionaron vía neotenia a partir de ancestros similares a los doliolidos, los cuales a su vez descienden de ascidias sésiles (Garstang, 1928). Otros autores sugieren que características tales como la persistencia de la cola con notocordio, las células musculares y el cordón nervioso en la etapa adulta de las apendicularias es un carácter primitivo (Seeliger & Hartmeyer, 1911), por lo tanto, se consideran un grupo hermano de los tunicados. Estudios moleculares y de la ultraestructura del esperma han apoyado este punto de vista (Jamieson, 1991; Holland, 1992; Wada *et al.*, 1992; Hatfield *et al.*, 1995; Swalla *et al.*, 2000), pero no muestran un consenso claro sobre la posición de la clase Thaliacea.

Los estudios más recientes por Stach y Tuberville (2002; 2005), desarrollaron filogenias basándose en las series de datos de las secuencias del 18S ADNr de 61 especies de tunicados que abarcan las tres clases del subfilo, más una especie de cefalocordados, además, de emplear también características morfológicas, bioquímicas y de la historia de vida de estos organismos. Dicho estudio concluye que la Clase Thaliacea se encuentra emparentada con el Orden Phlebobranchiata, mientras que la Clase Appendicularia está

relacionada con el Orden Aplousobranchiata. Dichos Órdenes pertenecen a la Clase Ascidiacea, por lo tanto este taxón se considera polifilético (Stach & Tuberville ,2002; 2005).

### 1.1.2 Clasificación y morfología de las Clases Thaliacea y Appendicularia

Las descripciones de la anatomía y del desarrollo de cada taxón se basan en los trabajos de Godeaux *et al.* (1998), para la clase Thaliacea y Fenaux (1998a), para la Clase Appendicularia.

#### 1.1.2.1 Clase Thaliacea

##### 1.1.2.1.1 Orden Pyrosomatida

Estos animales forman colonias tubulares huecas con uno de sus extremos cerrado y otro abierto. Los blastozooides poseen una anatomía similar a la de una ascidia de la Clase Aplousobranchiata, en cuanto a la disposición de las hendiduras branquiales y posición de los órganos como: el endostilo, estómago y corazón, con la diferencia de que los sifones inhalante y exhalante se encuentran en extremos opuestos del eje corporal. Los blastozooides se propagan por reproducción asexual y se mantienen unidos por la túnica, la cual está compuesta principalmente por polisacáridos. Estos blastozooides son hermafroditas, y el óvulo es fecundado en la colonia, donde se desarrolla una nueva colonia que al madurar se desprende de la colonia madre (Godeaux *et al.*, 1998).

##### 1.1.2.1.2 Orden Doliolida

Los doliólidos presentan un complejo ciclo de vida, en el cual la morfología de los organismos varía considerablemente. La anatomía del oozoide se utiliza como el modelo general para describir la estructura básica; tiene forma de barril, con una apertura en los extremos y posee nueve bandas de musculatura circular que rodean completamente el cuerpo y se encargan de producir por contracción las corrientes de agua para movilizar al animal rápidamente. En la parte dorso-posterior y adherido a la banda muscular VII, se encuentra el estolón, una estructura que produce diferentes tipos de zooides con funciones especializadas como los trofozooides y los blastozooides, encargados de la alimentación y reproducción de la colonia, respectivamente (Godeaux *et al.*, 1998).

Una vez que el oozoide genera los otros zooides en el estolón, este pierde sus órganos con excepción del corazón y las bandas musculares se ensanchan. Este zooide se conoce como nodriza y es el encargado de transportar la colonia temporal. Simultáneamente a este proceso, se forman tres hileras de yemas en la base del estolón. Las yemas de las hileras

laterales formarán los trofozoides, mientras que la hilera central forma los forozoides, esta es la primera de dos fases que representan a los blastozoides (Godeaux *et al.*, 1998).

Los trofozoides se caracterizan por presentar una apertura bucal amplia, músculos reducidos y una proyección ventral, la cual los sujeta al estolón. La anatomía de los forozoides y los gonozoides es mucho más compleja, ya que ambos tienen una anatomía similar al oozoide, con excepción de que presentan ocho bandas musculares, más de cuatro pares de hendiduras faríngeas y un estolón ventral que se origina después del músculo VII. Los gonozoides se diferencian por presentar gónadas cuando están maduros (Godeaux *et al.*, 1998).

#### 1.1.2.1.3 Orden Salpida

El Orden Salpida al igual que los doliólidos son organismos tubulares huecos que nadan continuamente gracias a contracciones musculares rítmicas, que también producen la corriente de agua que pasa a través del filtro alimenticio. Como las otras clases de Thaliacea, presenta un ciclo de vida en el cual el blastozoides colonial y sexual, alterna con el oozoide solitario y asexual, aunque su ciclo de vida es más sencillo que en los doliólidos. El estolón en el oozoide se encuentra en la parte ventral, y por estrobilización, origina una cadena de blastozoides los cuales se reproducen sexualmente (Fenaux, 1998a).

#### 1.1.2.2 Clase Appendicularia

Los organismos de esta clase son muy diferentes al resto de los otros tunicados, ya que no poseen alternancia de generaciones, ni túnica cuando son adultos. El cuerpo consiste en un tronco el cual presenta una anatomía diferente para cada familia de la clase, sin embargo, en todos se encuentra la boca, endostilo, cavidad faríngea, espiráculos, estómago, intestino, ano, corazón y gónadas (Fenaux, 1998a). Las appendicularias producen una casa, que es una estructura de mucopolisacáridos muy compleja secretada por el tejido oikoplástico y que posee un sistema de filtros que le permiten al animal seleccionar y concentrar las partículas de las cuales se alimenta. Estas casas son secretadas periódicamente, ya que los filtros se colmatan y la casa debe ser desechada (Fenaux, 1998a). La cola está adherida al tronco entre el corazón y el ano, además, comparte un plan estructural común para todas las familias. En la región central se encuentra la notocorda rodeada de diez bandas musculares a cada lado. El movimiento ondulatorio de la cola es el responsable de crear las corrientes alimenticias que pasan por el sistema de filtros de la casa. La notocorda y las bandas musculares están rodeadas por el hemocele, representado por dos senos sanguíneos. Entre el seno izquierdo y la notocorda se encuentra el cordón nervioso, que presenta varios ganglios

a través de la cola. Finalmente, en cuanto a la reproducción, todas las apendicularias son hermafroditas protándricas con excepción de *Oikopleura dioica*, (Fenaux, 1998a)

### 1.1.3 Importancia ecológica de los tunicados pelágicos

Los tunicados pelágicos poseen gran importancia ecológica (Alldredge & Madin 1982). Los filtros de mucopolisacáridos pueden seleccionar y consumir un amplio ámbito de tamaños de partículas desde coloides (Flood & Deibel, 1998), hasta cadenas de diatomeas (Deibel & Turner, 1985). Los tamaños de partículas que son retenidas van de 0,2 hasta 6  $\mu\text{m}$  (Fernández *et al.*, 2004; Madin & Deibel, 1998), mientras las salpas pueden alimentarse de partículas mayores a 1  $\mu\text{m}$  (Madin & Deibel, 1998). Los tunicados pelágicos presentan altas tasas de filtración, las cuales varían según la fase del ciclo de vida en que se encuentre el animal, así como la longitud de este. Se ha reportado para el doliólido *Doliolletta gegenbauri* (Uljanin, 1884), que los gonozoides y trofozoides pueden filtrar por día de 1 a 355 ml de agua, los oozoides de 14 a 697 ml y los trofozoides de 5 a 235 ml por día (Deibel, 1982; Tebeau & Madin, 1994). Por otro lado, las apendicularias logran filtrar de 1 200 a 35 400 ml de agua por día, dependiendo de la especie (Deibel, 1998). Esto aunado a la capacidad que tienen de utilizar tamaños de partículas muy específicas (pequeñas), hace que estos organismos sean importantes medios de transferencia de energía de forma más directa hacia niveles tróficos superiores del ambiente pelágico (Gorsky & Fenaux, 1998).

Tanto las salpas como las apendicularias tienen un papel importante en los ciclos biogeoquímicos, ya que tanto la producción de heces en las salpas como de las casas descartadas de las apendicularias son un componente importante de la nieve marina. Se ha reportado que las heces de las salpas representan una fracción importante de la materia orgánica encontrada en las trampas de sedimento colocadas a distintas profundidades en el Pacífico Norte (Iseki, 1981; Matsueda *et al.*, 1986). La materia orgánica que se encuentra en estas heces no se encuentra tan degradada (Madin, 1974), esto propicia que sean una buena fuente de alimento para las bacterias de la columna de agua y del bentos (Andersen, 1998). Las casas de las apendicularias retienen casi el 30% del material que pasa a través de los filtros (Flood & Deibel, 1998). Este material retenido que se hunde una vez descartada la casa es una fuente importante de carbono para otros organismos como microcrustáceos, ciliados y bacterias (Alldredge, 1976; Davoll & Youngbluth, 1990).

El calentamiento climático en escala de tiempo de décadas puede alterar la composición de la biota de los océanos, particularmente cambia la distribución de especies de aguas cálidas y hace que se desplacen hacia los polos (Stachowicz *et al.*, 2002). Este fenómeno también se presenta con los tunicados pelágicos, los cuales bajo condiciones climatológicas normales presentan una alta diversidad en zonas tropicales y templadas

(Esnal, 1996). En la parte sur del Océano Atlántico, Pahkomov y colaboradores (2002) han estudiado la distribución geográfica y ecofisiología alimenticia del krill en el Océano Antártico, *Euphausia superba* (Dana, 1850) y de la especie *Salpa thompsoni* (Foxton, 1961). Estos son dos de los más importantes organismos que se alimentan por filtración y con las tasas de alimentación más altas en la red trófica pelágica del Antártico, aunque ambos tienen distribución circumpolar, ocupan masas de agua con características físico-químicas muy distintas. El krill tiende a encontrarse en aguas más frías mientras que las salpas se encuentran en zonas más cálidas. En los últimos años se ha observado un calentamiento alrededor de la Península Antártica y el Océano Antártico (Zwally, 1991), relacionado a este cambio se ha observado un aumento en la densidad de *S. thompsoni*, un componente generalmente menos abundante comparado con otros grupos de animales. Esto puede provocar una disminución de la abundancia de *E. superba* en estas zonas debido a la competencia directa con las salpas y a la disminución de su biotopo (Pahkomov *et al.*, 2002).

Los taliáceos presentan una gran cantidad de organismos asociados como parásitos o depredadores, siendo la diferencia entre estas dos categorías una relación entre el tamaño del taliáceo y el tamaño del organismo que se alimenta de él, si es muy pequeño con relación al taliáceo, se considera un parásito (Harbison, 1998). Los organismos parásitos o depredadores pueden ser protozoarios, cnidarios, moluscos, artrópodos, equinodermos y vertebrados (Harbison, 1998). Dentro de los artrópodos los dos grupos más importantes de parásitos son los copépodos del género *Sapphirina* y los anfípodos hipéridos de los géneros *Lycaea* y *Vibilia* (Harbison, 1998).

### 1.1.2 Sitio de estudio

Los organismos analizados en el presente estudio fueron recolectados en distintas localidades de la costa Pacífica, la Zona Económica Exclusiva del Pacífico y la costa Caribe de Costa Rica, Centroamérica. El país se extiende entre las latitudes 10° 40' N y 02° 34' N y las longitudes 90° 18' y 82° 20' W (Alvarado *et al.*, 2011). Limita con Nicaragua hacia el norte y con Panamá hacia el suroeste. El territorio marino del Pacífico limita al norte con Nicaragua, al suroeste con Ecuador y al oeste con Panamá y Colombia. El territorio Caribe limita al norte con Nicaragua, al este con Colombia y al sureste con Panamá. Dicho territorio se encuentra ubicado en las provincias biogeográficas epipelágicas definidas por Spalding *et al.* (2012), como Pacífico Tropical Oriental y mares Interamericanos.

#### 1.1.2.1 Pacífico Este Tropical

Esta región se encuentra entre 23.5° N y S, y entre Centro y Suramérica y 140° W. Varios sistemas de circulación oceánica importantes se encuentran en esta región (Spalding

*et al.*, 2012), como lo son las extensiones orientales y ecuatoriales de los giros subtropicales del norte y del sur, más cuatro contracorrientes, dos ecuatoriales y dos costeras (Fiedler *et al.*, 2006).

Durante eventos de alta presión que se originan en el Golfo de México, el aire fluye a través de los espacios en los sistemas montañosos de México y Centroamérica, lo cual produce corrientes geostróficas que se dirigen mar adentro y producen afloramientos costeros en los Golfos de Tehuantepec, Papagayo y Panamá, los cuales se caracterizan porque baja el nivel del mar y disminuye la temperatura superficial del agua (McCreary *et al.*, 1989). El Domo de Costa Rica es una disminución en la profundidad de la termoclina en el Pacífico Este Tropical, la cual se encuentra a 15 m de profundidad. Al norte y sur de dicho fenómeno oceanográfico la termoclina se encuentra entre los 30-40 m de profundidad. Tiene un diámetro entre los 300 y 500 km y se localiza entre Costa Rica, Nicaragua y aguas internacionales al oeste del Golfo de Papagayo (Fiedler *et al.*, 2002). Dichos fenómenos transportan aguas profundas cargadas de nutrientes hacia la zona eufótica, lo cual aumenta la productividad biológica.

Estos sistemas de circulación oceánica favorecen la presencia de especies tropicales y templadas. Su compleja biogeografía la cual incluye islas aisladas, la convergencia de numerosas corrientes y zonas de afloramiento altamente productivas como las descritas anteriormente son la causa de la alta diversidad, endemismo y concentración de especies (Spalding *et al.*, 2012).

#### 1.1.2.2 Mares Interamericanos

Esta región incluye el Golfo de México y el Mar Caribe, los cuales están delimitados por islas y continentes. En contraste con el Pacífico Tropical Oriental, las características oceanográficas son relativamente constantes.

El agua que ingresa al Mar Caribe desde el Atlántico Norte y Sur, proviene principalmente de la corriente de Guyana, la cual se caracteriza por transportar agua con baja salinidad y altas concentraciones de oxígeno debido a los aportes de los ríos Amazonas y Orinoco. La corriente Caribeña se mueve lentamente hacia el oeste, pero incrementa su velocidad cuando pasa por el Canal de Yucatán para dirigirse hacia el Golfo de México (Spalding *et al.*, 2012).

La oscilación de temperatura desde la superficie hasta los 45 metros de profundidad no sobrepasa los 5° C, y mantiene un mínimo de 25,75°C en los meses de diciembre a marzo, para luego aumentar hasta los 28,5°C en septiembre. Durante los meses de abril a octubre, la

corriente del Caribe diverge y exporta el calor ganado a través de la radiación solar, al Golfo de México, mientras que de octubre a abril del siguiente año y, debido a la presencia de nubosidad, dicha corriente converge e importa calor desde el Océano Atlántico Ecuatorial (Gallegos, 1996). La salinidad superficial del agua varía entre 33 y 36 UPS durante todo el año.

El mar Caribe está compuesto principalmente por cuatro masas de agua. Las características físicas, el intervalo de profundidad, el origen y el porcentaje del total de agua del mar Caribe de dichas masas de agua se indican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características de las distintas masas de agua que conforman el mar Caribe (adaptado de Gallegos, 1996).

Nombre	Temperatura (°C)	Salinidad (UPS)	Intervalo de profundidad (m)	Porcentaje del volumen total del Mar Caribe	Región de Origen
Agua Subtropical	21-23	36,6-37,0	50-250	5	Parte Subtropical del Océano Atlántico Norte
Agua media del Oeste del Atlántico Norte	7-20	35,0-36,7	250-750	12	Mar de Labrador y Atlántico Norte
Agua Intermedia Antártica	2-6	33,8-34,8	750-950	6	Atlántico Sur
Agua Profunda del Atlántico Norte	1,5-4	34,8-35,0	950-fondo	73	Groenlandia y mares de Noruega.

## 1.2 Antecedentes

Para el Pacífico costarricense, se tienen reportadas 11 especies de apendicularias, (Castellanos *et al.*, 2009, 2012). En el Caribe costarricense, Cortés (2009), reporta dos especies de salpas y Carrillo (2012) reporta una especie de doliólido y tres especies de

apendicularias. No se tiene reportado hasta el momento ninguna especie de la clase Thaliacea para el Pacífico costarricense. Van Soest (1998), presenta un mapa con las distribuciones globales de todas las especies de taliáceos conocidas hasta el momento e incluye especies que se pueden encontrar en aguas costarricenses (Anexo 1).

A pesar de que la distribución espacial de algunas especies de tunicados se puede predecir de acuerdo a ciertas características oceanográficas (Ej: alta tasa reproductiva de *Doliolletta gegenbauri* y *Thalia democratica* en zonas de afloramiento costero, Deibel & Paffenhöfer, 2009), la información sobre la distribución de otras especies de tunicados pelágicos es escasa, y en ciertas regiones biogeográficas se cuenta con muy pocos registros de estos organismos. Algunos autores afirman que el tiempo y el área donde se encuentran estos animales es impredecible (Boero *et al.*, 2008), por lo tanto este trabajo busca determinar las especies de tunicados pelágicos que se encuentran en aguas costarricenses, así como determinar en qué sitio y fecha se pueden encontrar.

## **II. HIPÓTESIS DE TRABAJO**

Las especies de tunicados que se encuentran en aguas costarricenses van a ser las mismas que las reportadas en otras áreas dentro de las provincias biogeográficas definidas como: el Pacífico Tropical Oriental y los Mares Interamericanos.

## **III OBJETIVOS**

### 3.1 Objetivo General

Determinar la riqueza de especies de tunicados pelágicos en Costa Rica.

### 3.2 Objetivos específicos

- Realizar un inventario de las especies de tunicados pelágicos que se encuentran en aguas territoriales costarricenses.
- Desarrollar una clave dicotómica de identificación taxonómica que incluya tanto las especies recolectadas en el presente estudio como aquellas que pueden encontrarse en estudios previos.
- Desarrollar mapas que indiquen la ubicación exacta de la recolecta de los organismos.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Métodos y sitios de recolecta de los organismos

Los especímenes se recolectaron manualmente, y mediante arrastres con redes de plancton tipo WP-2 con aperturas de poro de 100, 200 y 500  $\mu\text{m}$ . La forma en la cual estos arrastres fueron realizados varía según el sitio y se detalla a continuación

#### **Pacífico de Costa Rica.**

**Bahía Salinas-** Se muestreó una estación en la parte externa de la bahía. En este sitio se realizaron arrastres verticales a una profundidad de 50 m con una red WP-2 de 100  $\mu\text{m}$ . Además, se realizaron buceos en tres ubicaciones distintas a profundidades menores a 20 m durante los cuales se realizó la recolecta manual de los organismos. La recolecta se realizó en enero del 2012

**Bahía Culebra-** Se muestrearon siete estaciones dentro y en los alrededores de Bahía Culebra. En cada una de las estaciones se realizó un arrastre vertical de 0 a 10 m utilizando una red cónica para plancton con apertura de poro de 100  $\mu\text{m}$ . Los organismos también se recolectaron manualmente desde la superficie cuando fueron observados durante marzo del 2012. Las recolectas de las muestras de plancton se realizaron en septiembre del 2008.

**Pacífico Sur-** Se analizaron muestras de zooplancton recolectadas con redes de apertura de poro de 200 y 500  $\mu\text{m}$ . Los arrastres fueron superficiales y se realizaron en el Parque Nacional Marino Ballena (PNMB) dichos arrastres se hicieron cada dos meses durante el 2003 y 2004. En Golfito las muestras se recolectaron en septiembre del 2007.

**Isla del Coco-** Los sitios en los cuales se recolectaron muestras del 2007 al 2012 se indican en Morales-Ramírez (2008). Se muestrearon seis sitios alrededor de la Isla del Coco, en los cuales se realizaron arrastres verticales a una profundidad entre los 50 y 30 m y arrastres horizontales superficiales con duración variable utilizando redes con apertura de poro de 100, 200 y 500  $\mu\text{m}$  (ver Anexo I). En el 2012, se recolectaron siete muestras verticales con profundidad de 100 m empleando una red de apertura de poro de 100  $\mu\text{m}$ . Además de estos muestreos, se analizaron videos tomados por el sumergible DeepSee (Cortés & Blum, 2008) en distintas localidades alrededor del Parque con el fin de identificar los tunicados pelágicos que fueron grabados.

#### **Caribe de Costa Rica**

**Parque Nacional Cahuita-** Se realizaron dos campañas durante el 2012. Se realizaron arrastres horizontales superficiales con una red de apertura de poro de 200  $\mu\text{m}$  (en la primera campaña) y 100  $\mu\text{m}$  (en la segunda campaña).

Cuadro 2. Lista de sitios en los cuales se recolectaron muestras de zooplancton.

Localidad	Nombre de sitio	Coordenadas	Apertura de poro ( $\mu\text{m}$ )	Tipo de arrastre
Isla del Coco, Océano Pacífico	Bahía Chatham	5.55694° N - 87.06528° W	100, 200, 500	Vertical, Horizontal
	Bahía Wafer	5.52444° N - 87.06778° W	100, 200, 500	Vertical, Horizontal
	Punta María	5.51083° N - 87.10417° W	100, 200, 500	Vertical, Horizontal
	Islotes Dos Amigos	5.51139° N - 87.07083° W	100, 200, 500	Vertical, Horizontal
	Bahía Yglesias	5.87694° N - 87.03167° W	100, 200, 500	Vertical, Horizontal
	Cabo Atrevido	5.55694° N -- 87.06528° W	100, 200, 500	Vertical, Horizontal
Mar territorial costarricense, Océano Pacífico	2	9.32055° N - 84.10514° W	100	Vertical
	7	7.84449° N - 85.86851° W	100	Vertical
	13	6.06482° N - 86.78347° W	100	Vertical
	23	3.100032° N - 88.31634° W	100	Vertical

Cuadro 2 (continuación).

Localidad	Nombre de sitio	Coordenadas	Apertura de poro ( $\mu\text{m}$ )	Tipo de arrastre
Mar territorial costarricense, Océano Pacífico	24	5.58872° N - 88.24351° W	100	Vertical
	31	5.56019° N - 85.8978° W	100	Vertical
	35	5.54593° N - 84.55278° W	100	Vertical
Bahía Salinas, costa Pacífica	1	11.05569° N/ - 85.79167° W	100, 200	Vertical, Horizontal
Parque Nacional Cahuita, costa Caribe.	Meager Shoal	9.73056° N/ - 82.80889° W	100, 200	Horizontal

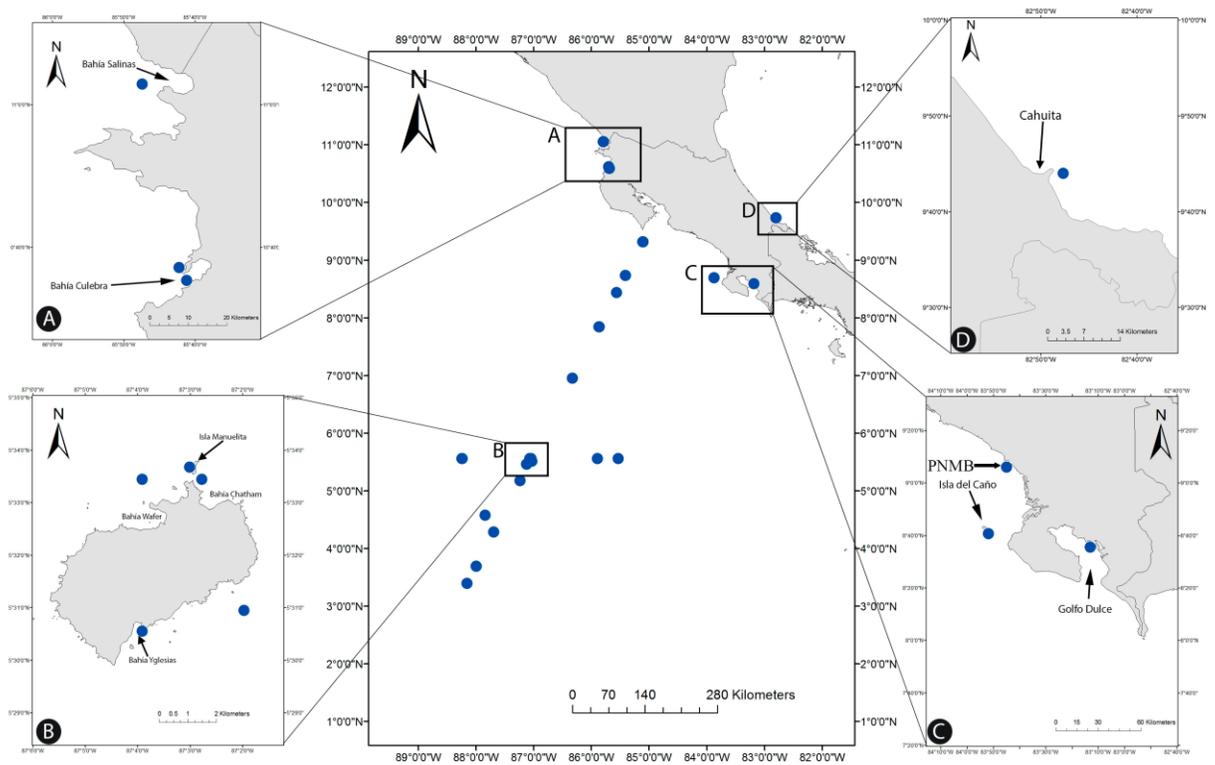


Figura 1. Sitios de recolecta de los organismos estudiados. Las ampliaciones del mapa corresponden a las regiones de: Pacífico Norte (A), Isla del Coco (B), Pacífico Sur (C), Caribe Sur (D).

#### 4.2 Fijación e identificación de los organismos

Los organismos se fijaron y preservaron en una disolución de formalina en agua de mar al 4% v/v. Luego se analizaron en el laboratorio de Zooplancton del Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología, de la Universidad de Costa Rica (CIMAR-UCR). Se utilizó un estereoscopio marca Nikon modelo SMZ 660, para observar características importantes en la determinación de las especies, tales como forma general de la colonia, tamaño de sifones bucales y anales, forma del zooide, número y disposición de bandas musculares, forma y posición del tracto digestivo en los thaliáceos. Para las apendicularias, características como forma general del tronco, presencia de glándulas prebucales, cantidad de células subcordales y anficordales fueron analizadas. La identificación y descripciones de los organismos se realizaron de acuerdo a los trabajos de Van Soest (1979), Godeaux (1998a), Esnal (1999a, 1999b) Esnal *et al.* (1999a, 1999b) para la Clase Thaliacea y Fenaux (1998b) para la Clase Apendicularias. Se describió la morfología del material analizado, se tomaron fotografías de los organismos y se depositaron en la colección de Chordata del Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica (código MZUCR). Basándose en las descripciones morfológicas, se desarrollaron claves dicotómicas para la identificación de los organismos encontrados en el presente estudio y los encontrados en otros estudios en las regiones del Pacífico Oriental Tropical y los Mares Interamericanos.

## V. RESULTADOS

### 5.1 Estudio faunístico

Se analizaron un total de 1650 especímenes de los tunicados pelágicos, los cuales representan 30 especies.

Cuadro 3. Cantidad total de taxones de tunicados pelágicos obtenidos en el presente estudio dentro de aguas costarricenses.

Taxón	Clase Appendicularia	Orden Doliolida	Orden Salpida	Orden Pyrosomatida
Familias	2	1	1	1
Géneros	5	3	7	2
Especies	15	5	7	3

Se presentan descripciones para cada uno de los zooides de las diferentes fases de vida de los órdenes Doliolida y Salpida. En el caso de los doliólidos, la determinación específica se realizó solo con los forozoides y gonozoides, ya que solo se conocen cuatro tipos diferentes de nodrizas y oozoides (Godeaux, 1998b). Para estos dos taxones se utiliza la letra M como abreviación de banda muscular del cuerpo.

La Familia Salpidae la única reconocida en el Orden Salpida, se divide en dos Subfamilias, Cyclosalpinae y Salpinae. De las siete especies obtenidas solo una pertenece a Cyclosalpinae. Dos de los pirocómidos encontrados pertenecen a la Subfamilia Pyrostremmatidae y otro a la Subfamilia Pyrosomatinae. El Orden Doliolida comprende cinco Familias, de las cuales solo Doliolidae fue encontrada en este estudio. Dos de tres familias de apendicularias se encontraron en este estudio, Oikopleuridae y Frittilariidae, presentaron siete y ocho especies, respectivamente

### 5.2 Claves dicotómicas

Se elaboraron cinco claves dicotómicas que abarcan las 76 especies de tunicados pelágicos reportadas para los Mares interamericanos (MI) y el Pacífico Tropical Oriental (PTO). La primera clave (Apéndice 1) determina los diferentes órdenes de la clase Thaliacea. La segunda, tercera y cuarta claves determinan las especies dos órdenes Pyrosomatida, Doliolida y Salpida, respectivamente (Apéndices 2, 3 y 4). Las claves de los órdenes Doliolida y Salpida incluyen los diferentes zooides de cada género y especie. La quinta clave (Apéndice 5) incluye las especies de la clase Appendicularia, y toma en cuenta además especies mesopelágicas que se pueden presentar en Costa Rica. La lista de las especies de taliáceos y apendicularias tratadas en las claves se resume en los Apéndices 6 y 7, respectivamente.

### 5.3 Taxonomía y distribución

Phylum Chordata Haeckel, 1866

Clase Thaliacea Van der Haeven, 1850

Orden Doliolida Delage & Hérouard, 1898

Familia Doliolidae Bronn, 1862

Género *Doliolina* Bogert, 1894

#### Diagnosis del Género:

**Oozoides:** Tracto intestinal forma un arco cercano al estómago y dirigido hacia el dorso, con forma de U. **Nodrizas:** Bandas musculares claramente separadas. M IV más ancho que M III o todos los músculos son más angostos. Estatocisto ausente, dos pares de nervios anteriores, apariencia frágil. **Trofozoides:** Ano debajo del esófago. Pocas barras branquiales (hasta 12). Parte anterior del endostilo se encuentra a la misma altura que el tracto digestivo, tamaño menor a 1 mm. **Forozoides y gonozoides:** Intestino doblado hacia la parte dorsal, presenta una forma de “U” o “S”.

*Doliolina undulata* Tokioka & Berner, 1958

(Figuras 2A,B, 4)

**Diagnosis:** Musculatura muy angosta, especialmente el M VII, el cual está incompleto, se interrumpe en la parte media ventral. El endostilo se extiende desde el M II hasta el margen anterior del M V. El septo branquial se adhiere dorsalmente entre el M IV y el V, y se extiende posteriormente hasta el M VI, para luego adherirse ventralmente en el M V.

**Número de catálogo:** MZUCR 89-08

**Observaciones:** Los tres individuos recolectados se encontraban muy dañados, pero la disposición del septo branquial y el M VII permitieron la identificación de los organismos. Esta especie pertenece al grupo denominado *Doliolina imperfecta*, el cual se caracteriza porque el M VII se encuentra interrumpido en la región media ventral, e incluye además a *D. obscura* y *D. separata* (Tokioka & Berner, 1958a). Dicho grupo solo ha sido reportado en el Pacífico Este (Tokioka & Berner, 1958a, b, Van Soest, 1998).

**Distribución global:** Solamente reportada para el Pacífico Este (Tokioka & Berner, 1958a, b, Van Soest, 1998).

**Distribución en Costa Rica:** Encontrada solamente en la estación 7 de la campaña oceanográfica UCR-UNA COCO-III. Este es el primer reporte de la especie en territorio costarricense

Género *Dolioletta* sensu Garstang, 1933

**Diagnosis del Género:**

**Oozoides:** Tracto intestinal extendido longitudinalmente. La concavidad del esófago dirigida hacia abajo. Endostilo extendiéndose desde M III al M V, estómago frente al M VI. **Nodrizas:** Bandas musculares anchas pero claramente separadas. M III ancho o igual a M IV, estatocisto siempre presente, dos pares de nervios anteriores, apariencia robusta. **Trofozoides:** Hasta 40 barras branquiales, dos extensiones de la túnica en la parte superior del pedúnculo de fijación. Hasta 4mm de longitud. **Forooides y gonozoides:** Intestino con una vuelta cerrada dirigida hacia arriba.

*Dolioletta gegenbauri* var. *gegenbauri* (Uljanin, 1884)

**Diagnosis:** Septo branquial adherido dorsalmente debajo del M III y ventralmente en el M V. Septo branquial no sobrepasa el MVI. Endostilo se extiende desde la mitad del espacio entre M II y III hasta la mitad del espacio entre M IV y V. La gónada es tubular y oblicua, algunas veces sobrepasa el M II y se extiende dorsalmente desde dicho músculo hasta el M VII ventralmente.

**Número de catálogo** MZUCR 67-12

**Observaciones:** La posición de la adhesión ventral del septo branquial es variable en los organismos observados, ya que a veces se encuentra justo antes del M V y en otras ocasiones esta sobre el MV (Las letras M todas separadas o todas pegadas al número). En algunos de los especímenes observados la parte anterior de la gónada se prolonga ventralmente.

**Distribución global:** Presente en las regiones templadas y tropicales de los Océanos Atlántico, Índico y en el Pacífico Oeste (Van Soest, 1998, Esnal & Daponte, 1999a)

**Distribución en Costa Rica:** Esta especie es muy abundante durante la época de afloramiento (de Enero a Abril) en las bahías Culebra y Salinas. En las estaciones 2 y 9 de la campaña UCR-UNA-COCO III se encontraron pocas nodrizas maduras en las muestras recolectadas. Este es el primer reporte de la especie en territorio costarricense

*Dolioletta gegenbauri* var. *tritonis* (Herdman, 1888)

(Figuras 2C, D, 4)

**Diagnosis:** La misma descripción que *D. gegenbauri* var. *gegenbauri*, excepto por la inserción ventral del septo branquial, adherido entre el M IV y M V.

**Número de catálogo** MZUCR 67-12

**Observaciones:** Algunos autores consideran a *D.gegenbauri* var. *tritonis* como una especie separada (Godeaux, 1998, Van Soest en WORMS, 2013) ya que indican que la inserción ventral del septo branquial siempre se encuentra a la mitad de la distancia entre el M IV y MV, sin embargo, observaciones realizadas en la costa de África occidental verifican la existencia de varias formas intermedias entre las descripciones de ambas especies (Godeaux 1962), lo cual coincide con los resultados de este estudio.

**Distribución global:** Presente en las regiones templadas y tropicales de los Océanos Atlántico, Índico y en el Pacífico Oeste (Van Soest, 1998, Esnal & Daponte, 1999)

**Distribución en Costa Rica:** Esta variedad es muy abundante durante la época de afloramiento (de Enero a Abril) en Bahía Culebra y Bahía Salinas, donde ocurre simultáneamente con la variedad *D. gegenbauri* var. *gegenbauri* la cual corresponde a la descripción original de la especie. Este es el primer reporte de la especie en territorio costarricense

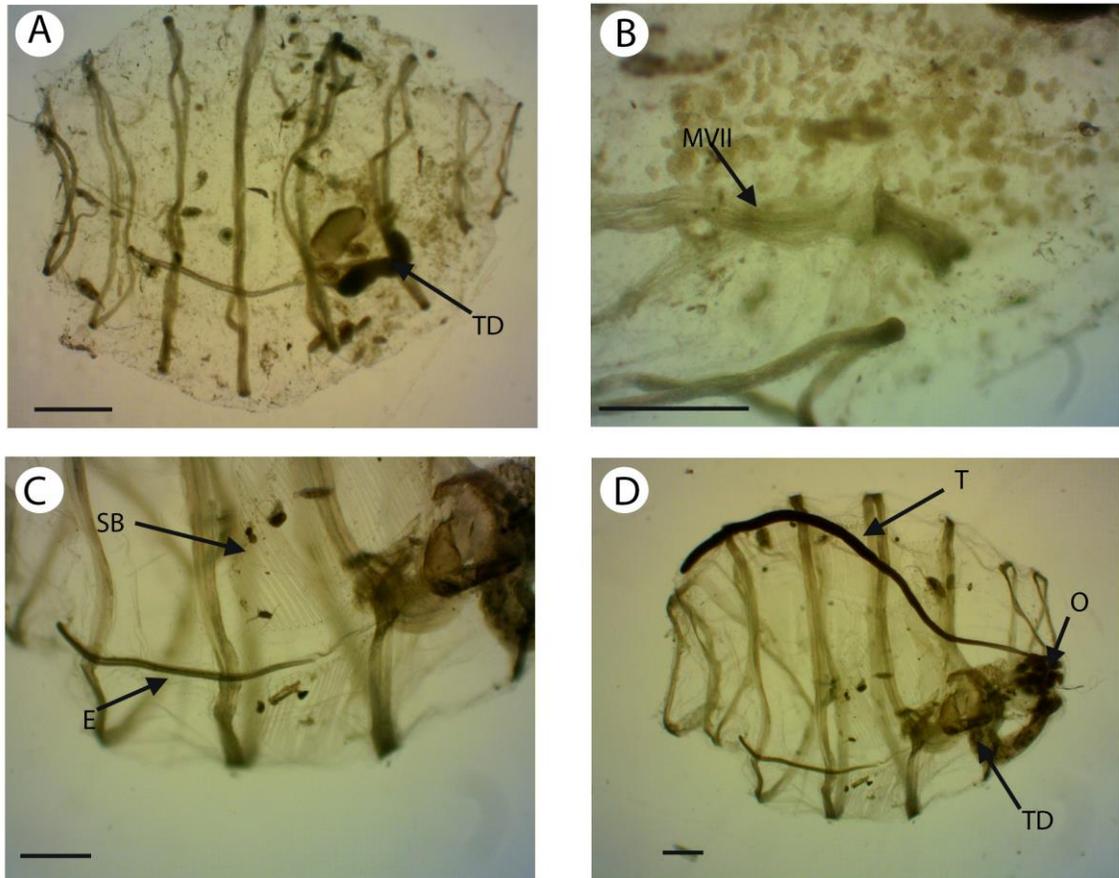


Figura 2. A: *Doliolina undulata*, forzoide ( escala 1 mm) y B: detalle del MVII incompleto ( escala 500  $\mu$ m) (E: endostilo, SB: septo branquial, TD: tracto digestivo). C: *Dolioletta gegenbauri* var. *tritonis*, detalle de la inserción ventral del septo branquial (escala 1 mm) y D: forzoide ( escala 1 mm).

Género *Doliolum* Quoy & Gaimard, 1834

**Diagnosis del Género:**

**Oozoides:** Tracto intestinal extendido longitudinalmente. Concavidad del esófago dirigida hacia abajo. Endostilo se extiende desde M II al M V, estómago frente al M VI. **Nodrizas:** Bandas musculares de la M II hasta la M VIII fusionadas. **Trofozoides:** Hasta 13 barras branquiales, sin extensiones de la túnica. Longitud: 1.5 mm. **Forozoides y gonozoides:** Intestino curvo y ascendente por la pared derecha interna del cuerpo

*Doliolum denticulatum* Quoy & Gaimard, 1834

(Figuras 3A, 4)

**Diagnosis:** Septo branquial presenta una fuerte curvatura, ya que dorsalmente esta adherido en el M II, se proyecta hacia el sifón atrial hasta el espacio entre M V-VI y se inserta ventralmente en el M III. Gónada se extiende horizontalmente desde M II-III hasta el M VI.

**Número de catálogo** MZUCR 67-10

**Observaciones:** Todos los organismos analizados son forozoides ya que no se observó ningún gonozoide. Debido a su tamaño pequeño ( $\geq 10$  mm) y a que los especímenes se obtuvieron mediante arrastres con redes de plancton, muchos se encontraban muy deteriorados.

**Distribución global:** Presente en el Océano Atlántico (Van Soest, 1998, Esnal & Daponte, 1999), Mar Mediterráneo (Van Soest, 1998), Océano Indico (Bhavanarayana & Ganapati, 1971, Van Soest, 1998) y parte Oeste del Océano Pacífico (Van Soest, 1998).

**Distribución en Costa Rica:** Presente alrededor de la Isla del Coco. Se ha encontrado además en la estación 2 de de la campaña UCR-UNA-COCO III. Este estudio presenta los primero registros de esta especie para el Pacífico Tropical Oriental

*Doliolum nationalis* Borgert, 1839

(Figuras 3B, 4)

**Diagnosis:** Septo branquial adherido dorsalmente en el M II, se proyecta desde el sifón atrial hasta el espacio entre M V-VI, luego forma una curvatura hacia el sifón oral y se inserta ventralmente en el M V. Gónada se extiende horizontalmente desde M IV hasta el M VI.

**Número de catálogo** MZUCR 66-08, MZUCR 67-11

**Distribución global:** Presente en el Océano Atlántico (Van Soest, 1998; Esnal & Daponte, 1999), Mar Mediterráneo (Van Soest, 1998), Océano Indico (Van Soest, 1998) y parte Oeste del Océano Pacífico (Van Soest, 1998).

**Distribución en Costa Rica:** Presente en el Golfo de Papagayo, en la estación 2 de la campaña UCR-UNA-COCO III y Caribe Sur (Carrillo, 2012). Este estudio presenta los primero registros de esta especie para el Pacífico Tropical Oriental

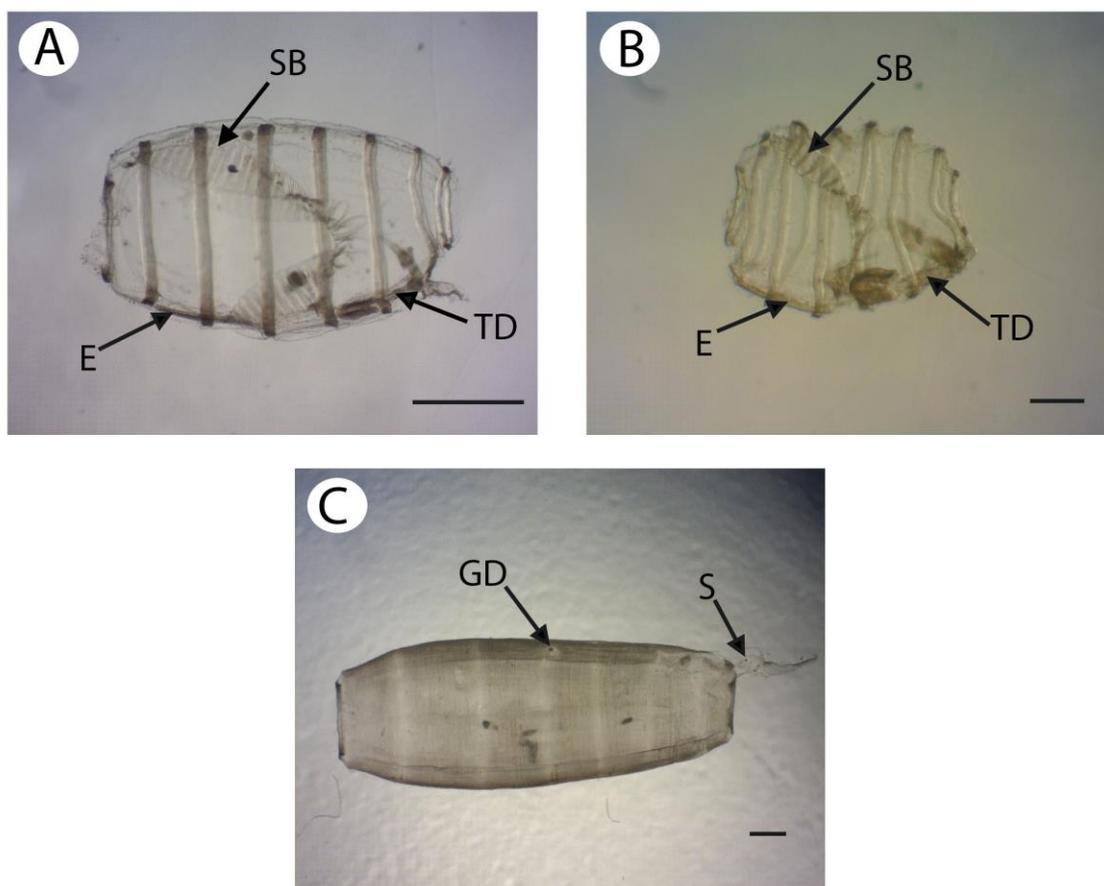


Figura 3. A) forozoide de *D. denticulatum* (escala: 1 mm) B) forozoide de *D. nationalis* (escala: 500  $\mu$ m). C) Nodriza del género *Doliolum* (escala: 1 mm) (E: endostilo, SB: septo branquial, TD: tracto digestivo, GD: ganglio dorsal, S: estolón)

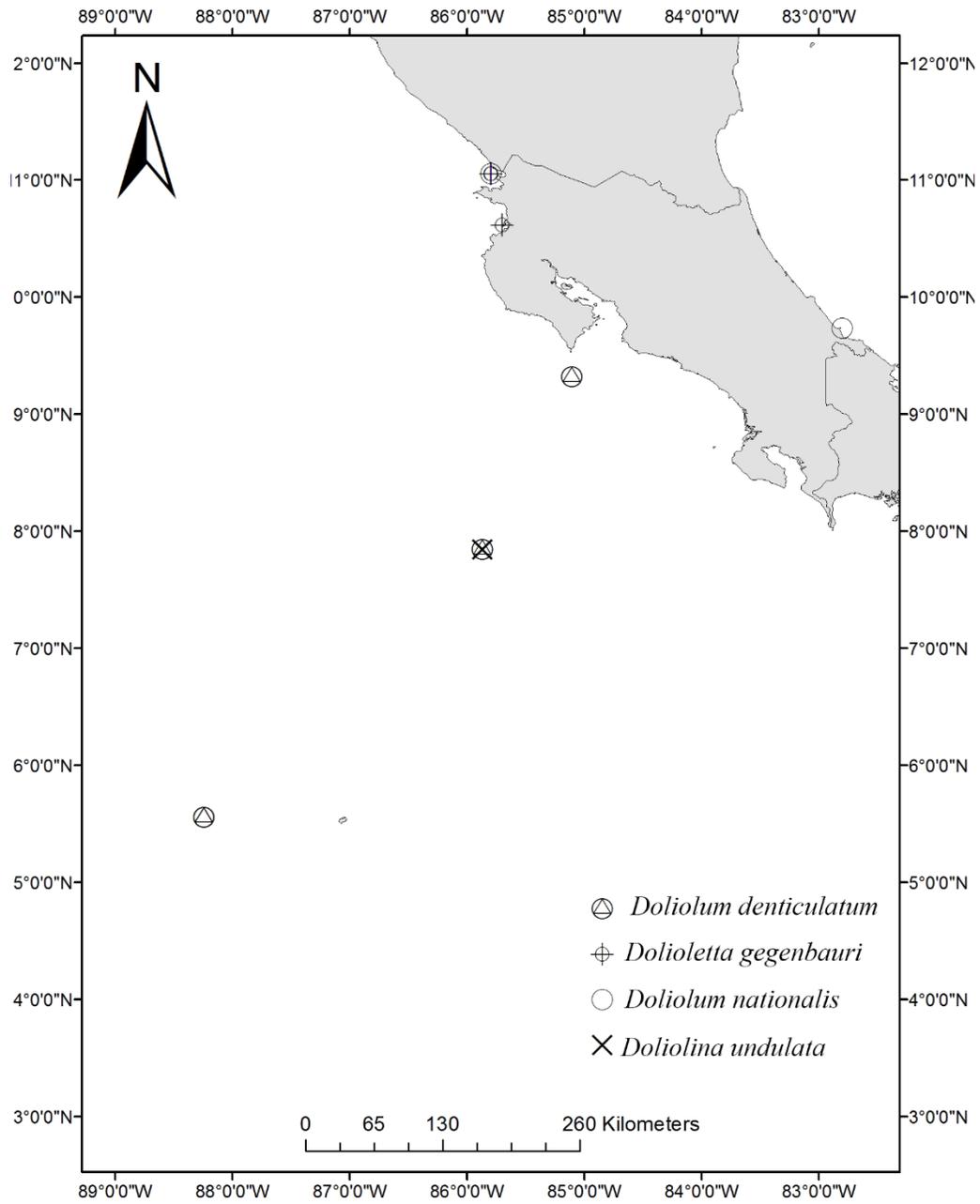


Figura 4. Sitios de recolecta de las especies de doliolidos encontradas en el presente estudio.

Orden Salpida Forbes, 1853

Familia Salpidae Lahille, 1888

Género *Brooksia* Metcalf, 1918

### Diagnosis del Género:

**Oozoides:** Cuerpo alargado, cilíndrico. Presenta una proyección anterior fuertemente desarrollada rodeada por cuatro músculos longitudinales, que son extensiones de los esfínteres del sifón oral y de los dos músculos longitudinales ventrales. Siete músculos del cuerpo, los cuales se agregan en dos grupos en la región media dorsal: MI-III y M IV-VII, los M III y IV se fusionan lateralmente. Dos músculos longitudinales se originan del M VII y se extienden ventralmente hacia la proyección anterior. **Blastozoides:** Cuatro músculos corporales continuos dorsal y ventralmente, dispuestos asimétricamente, ya que se pueden reconocer dos tipos de zooides según dicha disposición. En los organismos con orientación derecha, las bandas musculares atraviesan el cuerpo desde una posición anterior derecha hacia una posterior izquierda; mientras que aquellos que son izquierdos, la disposición es de izquierda anterior hacia derecha posterior. La disposición de la musculatura en posición dorsal y ventral es similar, el músculo oral intermedio se fusiona con el M I y II, los cuales a su vez se unen con M III y IV en la región dorsal. M IV se separa en dos ramas lateralmente.

*Brooksia rostrata* (Traustedt, 1893)

(Figuras 5, 12)

**Diagnosis:** **Oozoides:** Longitud de 10,5 mm. M I e intermedio fusionados con M II y III, juntos forman una banda que es continua en la región media dorsal. **Blastozoides:** La descripción corresponde a la del género, ya que es el único blastozoide conocido para dicho taxón.

**Número de catálogo:** MZUCR: 73-02

**Observaciones:** Esta es una de las dos especies descritas para el género. El blastozoide de *B. bernerii* no ha sido descrito. Solo se recolectaron blastozoides.

**Distribución global:** Océanos Atlántico e Índico (Van Soest, 1975, 1988), Pacífico Oeste (Yount, 1958), Pacífico Este (Van Soest, 1998, Hereu *et al.*, 2010)

**Distribución en Costa Rica:** Recolectado en Bahía Wafer, Isla del Coco, en marzo del 2012. Primer registro para el Pacífico costarricense.

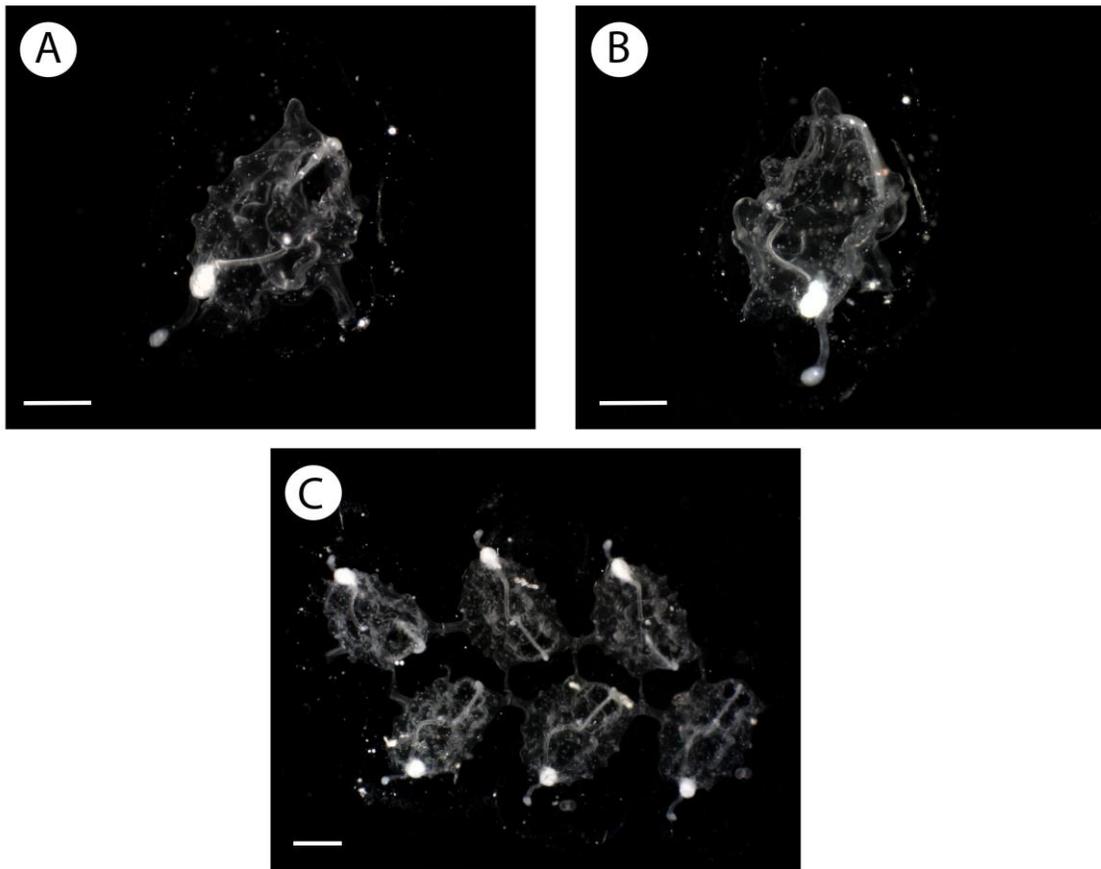


Figura 5. *Brooksia rostrata*. A) Fragmento de la colonia. B) blastozoide en vista lateral. C: blastozoide en vista dorsal. (escala: 1mm)

Género *Cyclosalpa* de Blainville, 1827

**Diagnosis del Género:**

**Oozoides:** Forma de la colonia circular, los zooides se mantienen adheridos por solo un pedúnculo antero-ventral. Cuatro bandas musculares, continuas dorsalmente, pueden estar truncadas ventralmente. Sifón oral terminal, sifón atrial dorsal o terminal. Ciertas especies pueden presentar extensiones de la túnica. Tracto digestivo extendido o puede formar un aro abierto, nunca forma un núcleo compacto. **Blastozoides:** Sifones oral y atrial terminales. Siete bandas musculares dispuestas simétricamente, pueden ser continuas o estar truncados en la región media dorsal, siempre están truncadas en la parte ventral.

*Cyclosalpa affinis* (Chamisso, 1819)

(Figuras 6, 12)

**Diagnosis: Oozoides:** Bandas musculares continuas dorsalmente con la excepción de M I y M II. Músculo intermedio continuo ventralmente. Órganos de luz ausentes. Tubérculo dorsal marcadamente doblado y formando un patrón desordenado. Dos palpos pequeños se presentan en el sifón atrial. **Blastozoides:** Bandas musculares paralelas dorsalmente e interrumpidas ventralmente, M I y M IV unidos al esfínter oral y atrial respectivamente. Tracto digestivo forma un aro que se dirige posteriormente de tal forma que el ano se encuentra justo atrás del esófago. Extensión de la túnica en la parte dorsal y ventral posterior marcadas.

**Número de catálogo:** MZUCR 58-01

**Observaciones:** Esta especie ha sido reportada con anterioridad en la región ecuatorial del Pacífico (Yount, 1958) y en la costa pacífica de Panamá (Sutherland & Madin, 2010). Solo se recolectó la fase agregada (blastozoide).

**Distribución global:** Presente en las regiones tropicales de los Océanos Atlántico, Índico y Pacífico (Van Soest, 1998, Kim *et al.*, 2012)

**Distribución en Costa Rica:** Recolectada en la Isla del Coco sobre el monte submarino las Gemelas, el 28 de febrero del 2012, a 15 metros de profundidad y en Bahía Culebra en Febrero del 2013, en la superficie. Este es el primer registro de la especie para aguas costarricenses.

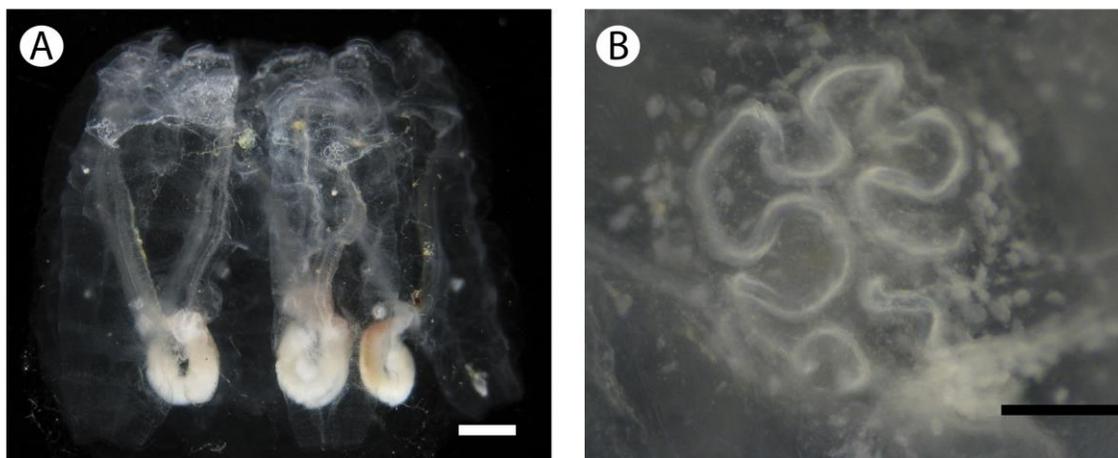


Figura 6. Blastozoide de *Cyclosalpa affinis*. A) Forma de la colonia (escala: 50 mm), B) detalle del tubérculo dorsal (escala: 500  $\mu$ m).

Género *Iasis* Savigny, 1816

**Diagnosis del Género:**

En ambas fases del ciclo de vida, las crestas transversales de la barra branquial están alineadas transversalmente y la distancia entre ellas disminuye en la región ventral. Bandas musculares interrumpidas ventralmente. **Oozoides:** Cuerpo alargado y cilíndrico, hasta 4,5 cm de longitud. ocho o rara vez nueve bandas de músculos transversales. M I- IV siempre se acercan en la región dorsal, y pueden estar o no fusionados, el patrón que forman es variable. M V- IX paralelos entre sí. **Blastozoides:** Cuerpo fusiforme, presenta una proyección anterior y otra posterior. Cinco bandas musculares que forman dos grupos fusionados dorsalmente: M I-III y M IV-V, dichos grupos se unen dorsalmente.

*Iasis cylindrica* (Cuvier, 1804)

(Figuras 7, 12)

**Diagnosis:** corresponde a la del género, ya que solo se reconoce una especie.

**Número de catálogo:** MZUCR 74-01, MZUCR 76-01

**Observaciones:** Yount (1954) y Van Soest (1975), detallan la gran variación morfológica que se presenta en la disposición y número tanto de fibras como de bandas musculares. Sin embargo, no se encuentra un patrón geográfico asociado a dichas variaciones que permita sugerir la existencia de más especies dentro del género. (Van Soest, 1975).

**Distribución global:** Presente en las regiones tropicales y templadas de todos los océanos (Van Soest, 1998).

**Distribución en Costa Rica:** Tanto los blastozoides como los oozoides han sido recolectados cerca de Isla del Coco y en la Isla del Caño. Primer registro para el Pacífico costarricense.

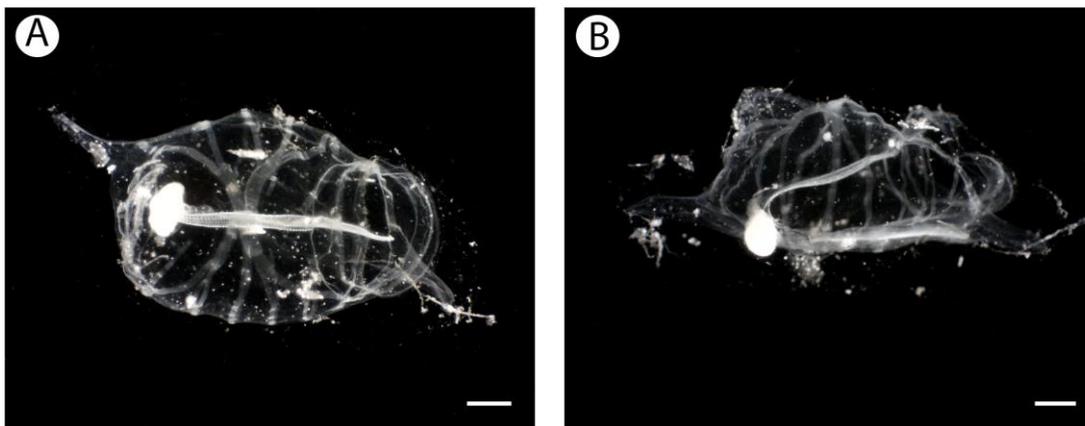


Figura 7. Blastozoide de *Iasis cylindrica*. A) vista dorsal. B) vista lateral. (Escala: 1mm)

Género *Metcalfina* Ihle & Ihle-Landenberg, 1933

**Diagnosis del Género:**

**Oozoides:** Tunica firme, con dos proyecciones posteriores que surgen una a cada lado del sifón atrial, cada una de estas extensiones presenta una extensión interna del manto y cinco crestas aserradas. De nueve a 13 bandas musculares transversales interrumpidas ventralmente pero continuas y fusionadas dorsalmente de manera asimétrica, de tal forma que existe un número desigual de bandas musculares en el lado izquierdo y derecho. **Blastozoides:** Cuerpo asimétrico, presenta crestas aserradas dispuestas en varias partes de la túnica. Seis bandas musculares, M I- IV se agrupan dorsalmente sin fusionarse, M V separado y más grueso que los anteriores. M VI separado del M V y más grueso.

*Metcalfina hexagona* (Quoy & Gaimard, 1824)

(Figuras 8, 12)

**Diagnosis:** corresponde a la del género, ya que solo se reconoce una especie

**Número de catálogo:** MZUCR 67-19, MZUCR 77-01,

**Observaciones:** Esta especie fue la salpa más común en el presente estudio. Otros autores también han reportado que dicha especie es una de las más abundantes en la región (Hereu *et al.*, 2010).

**Distribución global:** Presente en las regiones tropicales y templadas de los Océanos Índico y Pacífico.

**Distribución en Costa Rica:** Recolectada en todas las estaciones analizadas de la expedición oceanográfica UCR-UNA –COCO III. Este es el primer registro de la especie para aguas costarricenses.

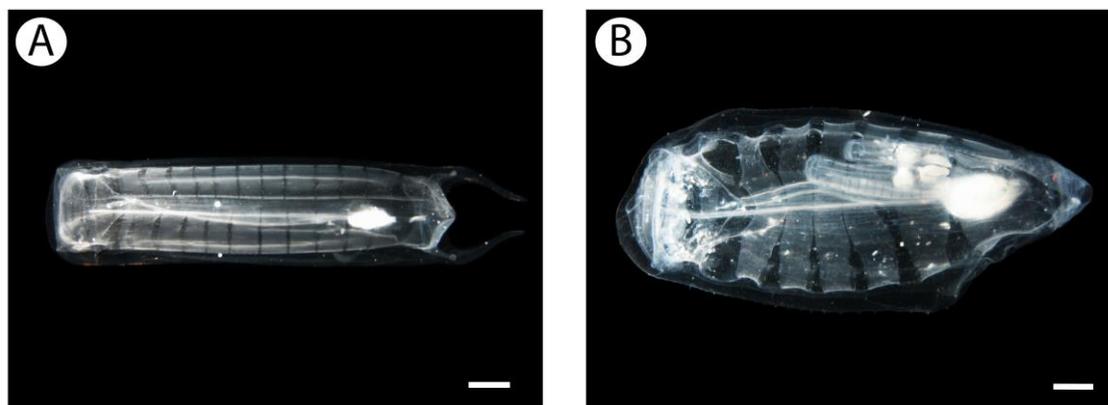


Figura 8. *Metcalfina hexagona*. A) Oozoide. B) Blastozoide. (escala: 5 mm)

Género *Pegea* Savigni, 1816

#### Diagnosis del Género:

Ambos zooides presentan cuatro bandas musculares corporales, M I agrupada con la II y, M III con IV, solo se encuentran en la superficie dorsal del organismo. **Oozoides:** Tunica suave y lisa, bastante voluminosa. Sifón oral y atrial terminales. Estolón rodea el núcleo digestivo. **Blastozoides:** Sifón oral dirigido anteriormente, sifón atrial dirigido dorsalmente. De cuatro u ocho órganos de adherencia, dispuestos simétricamente a los lados de los zooides.

*Pegea confoederata* (Forskål, 1775)

(Figuras 9, 12)

**Diagnosis:** **Oozoides:** MI-II fusionados en el eje medio dorsal, M II y IV se aproximan en dicha región pero no se fusionan. Esfínteres II y III del sifón atrial simples y sin ramificaciones. Una vuelta del estolón alrededor del núcleo digestivo. **Blastozoides:** MI-II fusionados en el eje medio dorsal, M

II y IV fusionados de la misma forma y del mismo tamaño que los otros músculos. Cuatro órganos de adherencia, dos a cada lado. Sin proyecciones a ambos los lados del sifón atrial.

**Número de catálogo:** MZUCR: 22-01, MZUCR: 57-01, MZUCR: 73-03,

**Observaciones:** Hay discrepancias entre los autores con respecto a ciertas características morfológicas. Yount (1954), señala que la disposición de las bandas musculares es idéntica en *P. bicaudata* (Quoy & Gaimard, 1826) y *P. confoederata* (Forskål, 1775) con excepción de los esfínteres atriales. Esnal & Daponte (1999b) señalan, que los M III y IV están fusionados en *P. confoederata* y separados en *P. bicaudata*, no mencionan más al respecto de los esfínteres. El número de órganos adhesivos en los blastozoides analizados por Yount (1954), es de ocho, mientras que Esnal & Daponte (1999b) indican que solo presenta cuatro.

**Distribución global:** Reportado para todos los océanos tropicales y templados (Van Soest, 1998).

**Distribución en Costa Rica:** Recolectados en el Parque Nacional Isla del Coco, en Bahía Wafer y sobre el monte submarino Las Gemelas, en febrero y marzo del 2012. Primer registro para el Pacífico costarricense.

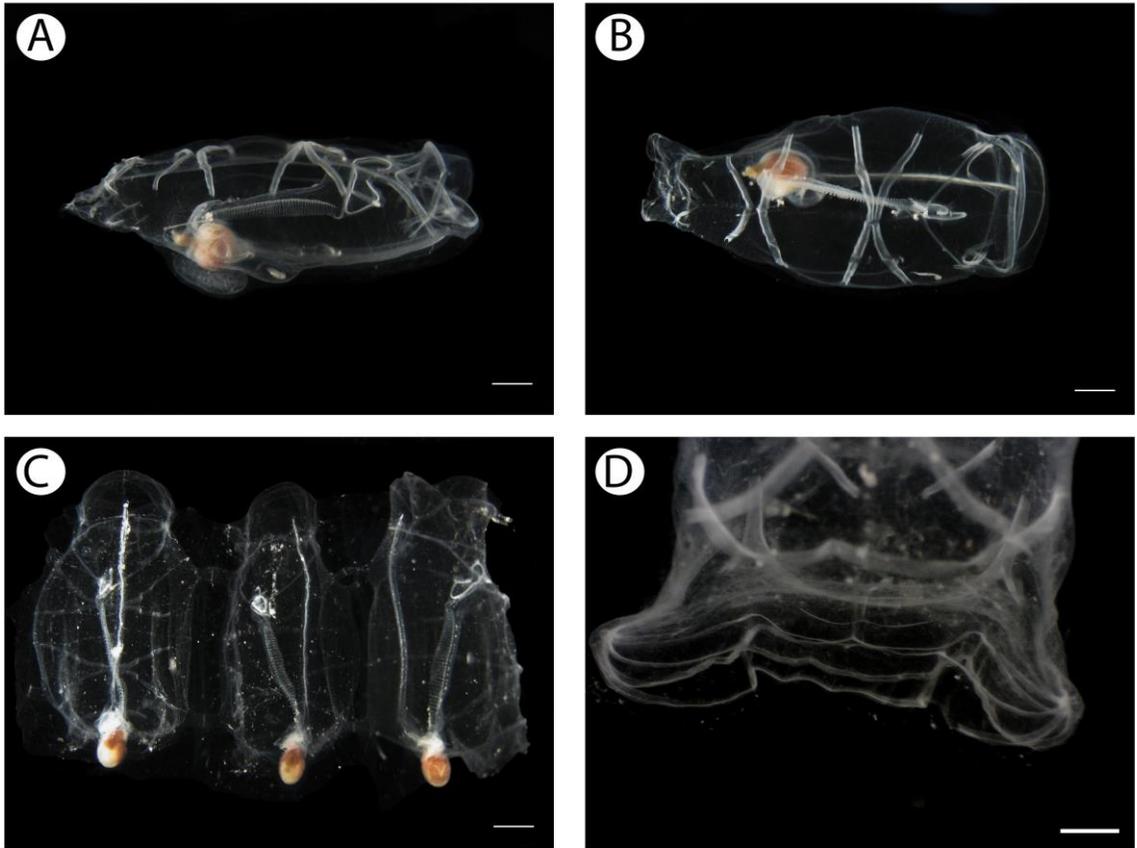


Figura 9. *Pegea confoederata*. A) oozyde, vista lateral (escala: 5 mm) B) oozyde, vista dorsal (escala: 5 mm). C) blastozoides (escala: 5 mm), D) detalle de la musculatura del sifón atrial del oozyde (escala: 1mm).

Género *Soestia* Kott, 1998**Diagnosis del Género:**

**Oozoides:** Túnica gruesa y rígida que presenta depresiones que recorren la región media dorsal y ventral. Dos crestas longitudinales dorsales y dos ventrales, paralelas entre sí y a los lados de la depresión. Dichas crestas se unen en una proyección aguda posterior de la túnica y dirigida ventralmente. Se presentan además dos proyecciones posteriores dorsales, una a cada lado del sifón atrial. Cinco músculos corporales anchos e interrumpidos dorsal y ventralmente. Estolón le da una vuelta al núcleo digestivo. **Blastozoides:** Túnica asimétrica y rígida, presenta las mismas depresiones que el oozoide. Sifones dirigidos hacia la superficie dorsal. Cinco músculos corporales interrumpidos ventralmente, M I también interrumpido dorsalmente. M V se divide en dos bandas en la parte lateral derecha, la parte izquierda se mantiene con solo una banda.

*Soestia zonaria* (Pallas, 1774)

(Figuras 10, 12)

**Diagnosis:** La misma descripción del género ya que solo se ha descrito una especie.

**Número de catálogo:** MZUCR: 78-01

**Observaciones:** Esta especie es poco común en el Pacífico costarricense, ya que solo se recolectó un oozoide.

**Distribución global:** Presente en todos los océanos, en las regiones tropicales y templadas (Van Soest, 1998)

**Distribución en Costa Rica:** Recolectado en las estaciones 10 y 32 de la expedición oceanográfica UCR-UNA-COCO III. Primer registro para el Pacífico costarricense.

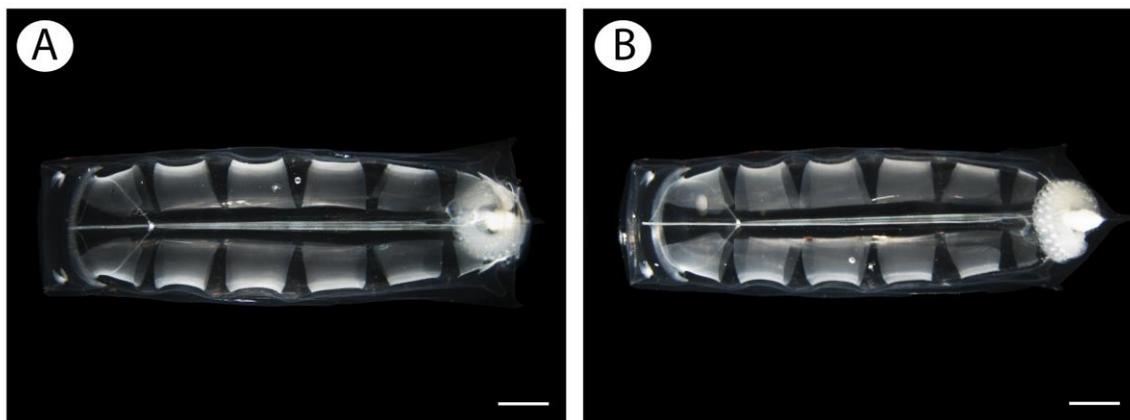


Figura 10. Oozoide de *Soestia zonaria*. A) vista dorsal (escala:5mm), B) vista ventral (escala:5mm).

Género *Thalia* Blumenbach, 1798

#### Diagnosis del Género:

**Oozoides:** Túnica cilíndrica, engrosada ventralmente en la región del núcleo digestivo. En esa misma región del cuerpo se generan dos prolongaciones posteriores rígidas. Sifón oral dirigido anteriormente, sifón atrial en posición dorso-posterior. Seis bandas musculares, M I interrumpido dorsalmente, M VI se interrumpe en la región media ventral. Estolón enrollado alrededor del núcleo digestivo. **Blastozoides:** Túnica ovoide, redondeada o puntiaguda en la parte posterior. Cinco músculos corporales fusionados dorsalmente en dos grupos: M I-III y M IV-V, todos interrumpidos ventralmente.

*Thalia democratica* (Forskål, 1775)

(Figuras 11 12)

**Diagnosis: Oozoides:** Túnica gruesa, muestra una extensión posterior alrededor del núcleo digestivo. Dicha extensión presenta dos proyecciones en posición posterior y postero-ventral. Cuatro proyecciones adicionales, dos a cada lado del sifón atrial. Las que se encuentran dorsalmente son largas y están cubiertas de espinas pequeñas, en una posición ventral con respecto a estas se encuentran dos más pequeñas. Dos proyecciones laterales posteriores, una a cada lado y pequeñas. Depresiones longitudinales dorsal y ventral. M II-IV fusionados, de estos el M III y IV están más fusionados entre ellos que con el II. M V y VI fusionados. Estolón le da solo una vuelta al núcleo digestivo. **Blastozoides:** Túnica asimétrica y gruesa, con varias depresiones y crestas aserradas.

Núcleo digestivo presenta una proyección posterior. En algunos zooides se distinguen cuatro órganos de adherencia claramente visibles y largos, uno dirigido anteriormente y los otros 3 dirigidos hacia el lado derecho.

**Número de catálogo:** MZUCR 67-18, MZUCR 68-13

**Observaciones:** Van Soest (1975) resume la gran variación morfológica asociada a la especie *Thalia democratica* y determina dos variaciones con respecto a varias características morfológicas como el grado de desarrollo de las proyecciones posteriores de la túnica y la morfología del núcleo digestivo. *T. democratica* f. *democratica* está presente en todo el Atlántico, mar Mediterráneo y regiones templadas y subtropicales del Indo-Pacífico, mientras que la forma *T. democratica* f. *indopacifica* está restringida a las regiones tropicales de dicho océano. Es posible además encontrar formas intermedias en las regiones de transición subtropicales (Van Soest, 1975).

**Distribución global:** Presente en las regiones tropicales y templadas de todos los océanos (Van Soest, 1998)

**Distribución en Costa Rica:** Especie común. Recolectada en las estaciones 2 y 24 de la expedición oceanográfica UCR-UNA-COCO III y alrededor de la Isla del Coco. Primer registro para el Pacífico costarricense.

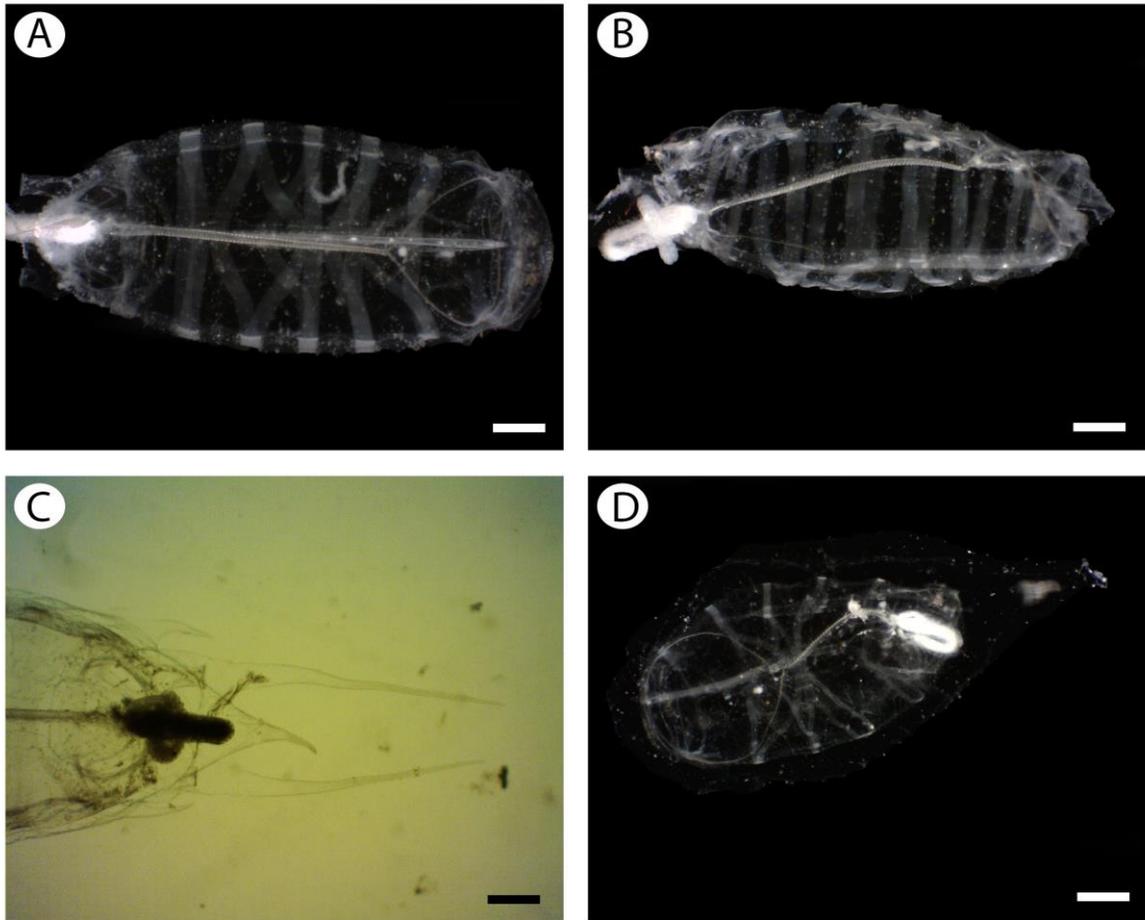


Figura 11. *Thalia democratica*. A) oozoide, vista dorsal. B) oozoide, vista ventral. C) Proyecciones posteriores de la túnica. D) blastozoides (escalas: 1 mm)

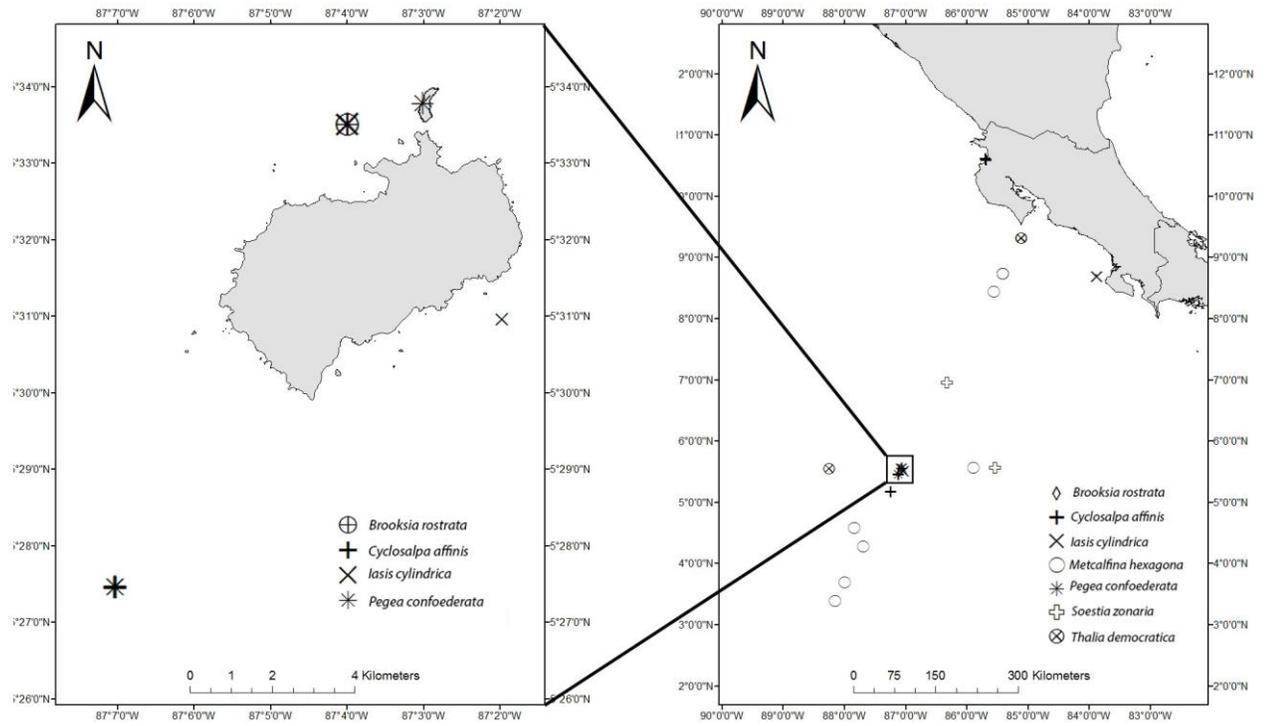


Figura 12. Sitios de recolecta de las especies de salpas estudiadas

Orden Pyrosomatida Jones, 1848

Familia Pyrosomatidae Lahille, 1888

Género *Pyrosoma* Perón, 1804

**Diagnosis del Género:**

Ciatazoide produce por gemación cuatro ascidiozoides primarios que se disponen en una línea, ascidiozoides secundarios se desplazan a una posición diferente dentro de la colonia después de que se generan. Ascidiozoides secundarios muy cerca entre sí y sin seguir un patrón definido en la disposición dentro de la colonia. Túnica presenta procesos cónicos o truncados largos y cortos debido a que recubren los sifones orales alargados que presentan algunos ascidiozoides. Diafragma de la colonia presente.

*Pyrosoma atlanticum* Perón, 1804

(Figuras 13, 16)

**Diagnosis:** Colonias cilíndricas de coloración rosada cuando se encuentran vivas. Los sifones orales de los ascidiozoides pueden estar prolongados hacia el exterior y doblados hacia la parte posterior, la túnica se engruesa alrededor de estos sifones. Sifones orales y atriales más angostos que el cesto branquial. Hasta 50 estigmas y 26 barras branquiales. El embrión se desarrolla en el sifón atrial. La morfología de las colonias jóvenes es muy diferente, los tetrazooides presentan una túnica con varias crestas y ángulos.

**Número de catálogo:** MZUCR 71-01

**Observaciones:** Esta especie de pirozóomido muestra una gran variación morfológica que ha resultado en una gran cantidad de subespecies, sin embargo Van Soest (1981), señala que también, es posible encontrar muchas formas intermedias dentro de dichas subespecies. Esta especie ha sido fotografiada en la Isla del Coco por el submarino DeepSee de la empresa Undersea Hunter a una profundidad comprendida entre los 0 y 310 m, en el sitio Pared 475. (cuál es ese sitio, como lo ubico)

**Distribución global:** Distribuida en las regiones tropicales y templadas de los océanos (Van Soest, 1998)

**Distribución en Costa Rica:** Distribuida alrededor de la Isla del Coco, donde se han recolectado colonias juveniles (Bahía Chatham y Wafer), las únicas muestras de colonias adultas se obtuvieron mediante arrastres verticales que se realizaron debajo de los 100 m. hasta la superficie. También fue fotografiada por el submarino DeepSee en el sitio de inmersión pared 475 (Coordenadas: 5.77583° N, 87.19000° W) Estos son los primeros registros de la especie para aguas costarricenses.

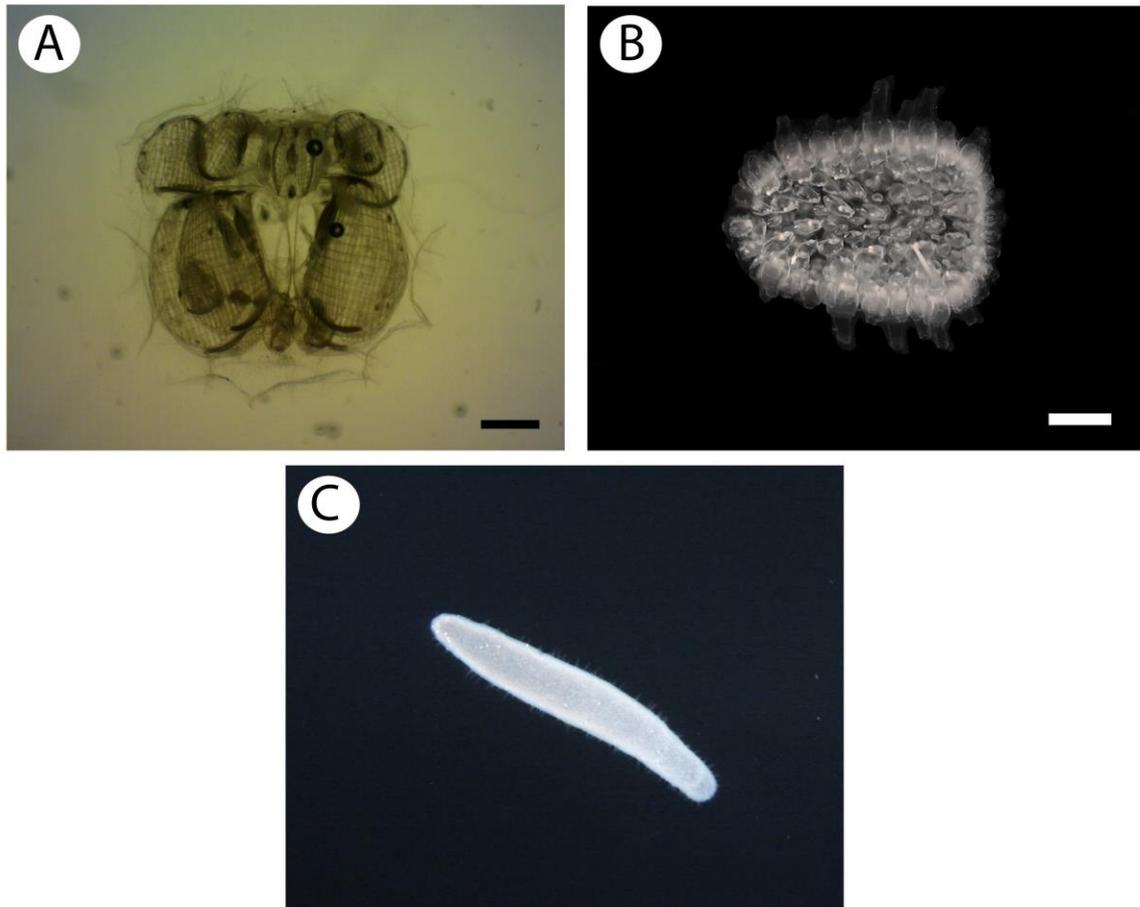


Figura 13. *Pyrosoma atlanticum*. A) colonia joven (escala: 1 mm). B) Colonia adulta (escala: 2 cm).. C: fotografía de la especie tomada por el submarino DeepSee.

Género *Pyrostremma* Garstang, 1929**Diagnosis del Género:**

El ciatozoide produce de 30 a 80 ascidiozoides primarios que se disponen en verticilos. Ascidiozoides secundarios no pueden movilizarse a través de la colonia una vez que se generan. Ascidiozoides muy cerca entre sí y sin seguir un patrón en la disposición dentro de la colonia. Túnica presenta procesos triangulares y puntiagudos en posición ventral con respecto al sifón oral, el cual no se extiende hacia el exterior. Diafragma de la colonia ausente.

*Pyrostremma agassizi* (Ritter & Byxbee, 1905)

(Figuras 14, 16)

**Diagnosis:** Colonias con túnica suave, poco consistente, el diámetro se mantiene en toda la longitud del animal, por lo tanto la colonia no presenta una punta marcada en la parte anterior. Transparente, los ascidiozoides cuando están vivos presentan una característica coloración roja. La parte posterior de la colonia donde se encuentra la apertura cloacal presenta cuatro proyecciones cuadrangulares que se pierden fácilmente cuando es recolectado. Se presentan crestas en la parte anterior de la colonia. Zooides tan altos como largos, sifón oral y atrial cortos, endostilo curvo.

**Número de catálogo:** MZUCR 72-01

**Distribución global:** Presente en las regiones tropicales de todos los océanos (Van Soest, 1981, 1998)

**Distribución en Costa Rica:** El único espécimen recolectado se encontró enredado en la sonda oceanográfica CTD, la cual realizó un perfil de 400 a 0 m en el Pacífico costarricense. Esta especie ha sido fotografiada en la Isla del Coco por el submarino DeepSee a una profundidad entre los 0 y 310 m en el sitio Pared 475 (Coordenadas: 5.77583° N, 87.19000° W). Estos son los primeros registros de la especie para aguas costarricenses.

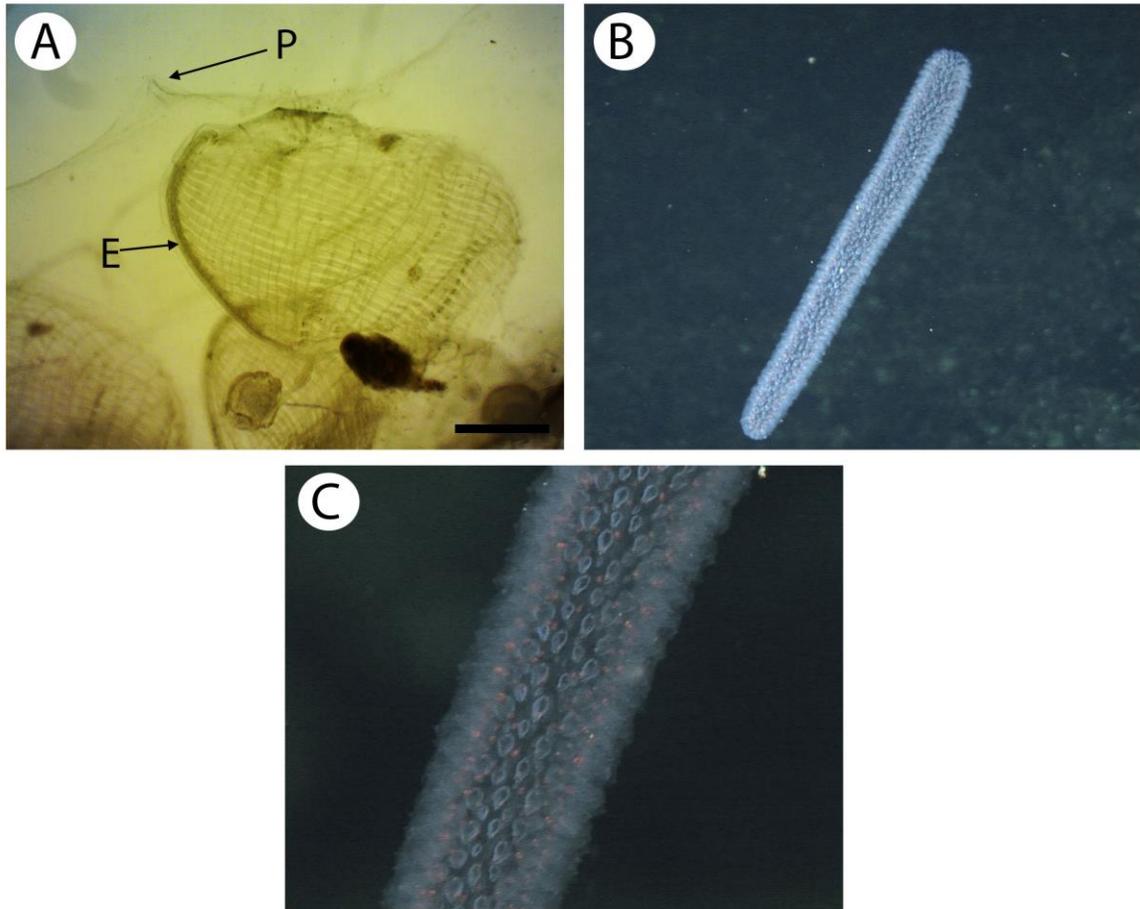


Figura 14. *Pyrostremma agassizi*. A) detalle del ascidiozoide (E: endostilo, P: proceso espinoso, escala: 1 mm). B) Colonia completa, C) Acercamiento de la colonia.

*Pyrostremma spinosum* (Herdman, 1888)

(Figuras 15, 16)

**Diagnosis:** Colonias grandes (longitud hasta 20 m, diámetro máximo hasta de 1,2 m) y cilíndricas con una túnica opaca, firme y con una coloración rosada tenue. Diámetro de la colonia aumenta gradualmente desde la parte anterior a la parte posterior, en la cual se presenta una extensión muy alargada de la túnica que puede ser tan grande como la colonia, sin embargo se pierde fácilmente durante la recolección. Ascidiozoides con sifón oral corto y sifón atrial alargado. Estigmas branquiales hasta 53, barras branquiales hasta 35.

**Número de catálogo:** MZUCR 16-01

**Observaciones:** Esta es la especie de pirosómido más grande que se conoce, la colonia puede llegar a medir hasta 20 metros (Van Soest, 1981). El espécimen recolectado se enredó en una sonda oceanográfica CTD durante una inmersión de noche.

**Distribución global:** Presente en el Atlántico norte, Océano Índico y el Pacífico occidental (Van Soest, 1998).

**Distribución en Costa Rica:** Recolectado en aguas abiertas al frente de Jacó (Coordenadas aproximadas: 9.365440° N, -84.884915° W) Esta especie ha sido fotografiada en la Isla del Coco por el submarino DeepSee, a una profundidad entre los 0 y 310 m en los sitios conocidos como pared 475 (Coordenadas: 5.77583° N, -87.19000° W), Everest (Coordenadas: 5.81388° N, -87.27277° W), y Kili 1 (Coordenadas: 05.582943° N, -87.056095° W),. Primer registro para el Pacífico Tropical Oriental.

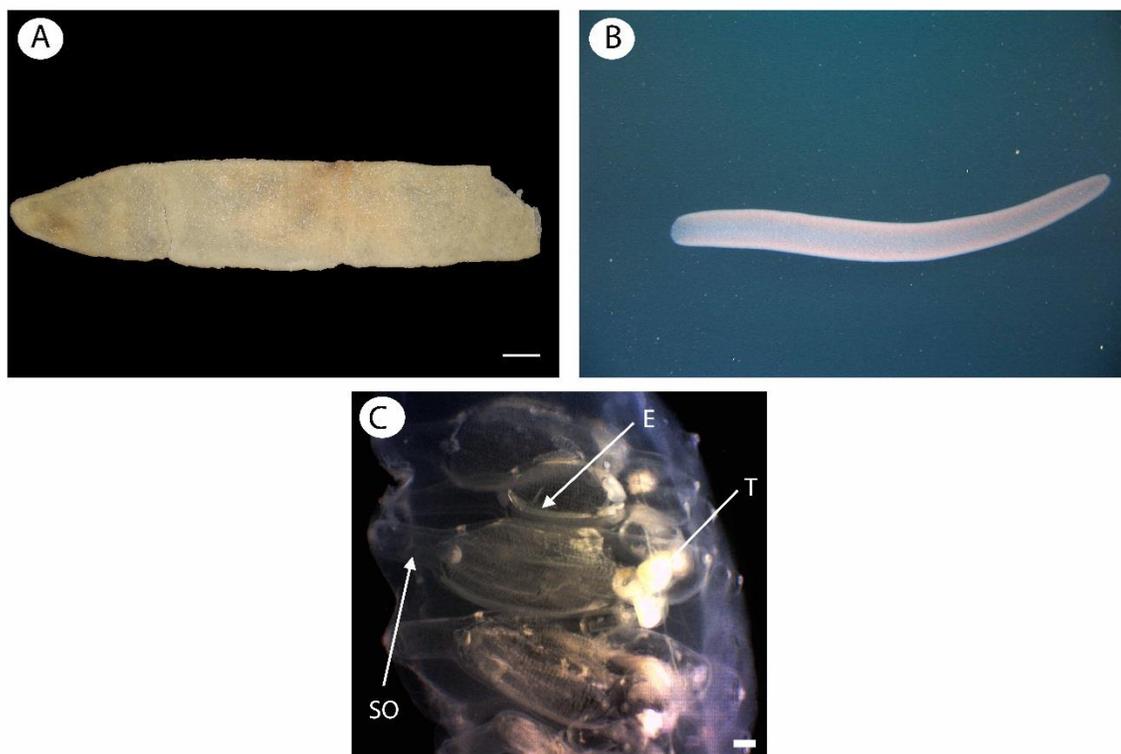


Figura 15. *Pyrostremma spinosum* A) colonia.. B) fotografía de la especie tomada por el submarino DeepSea. C) detalle del ascidiozoide (E: endostilo, SO: sifón oral, T: tracto digestivo, escala: 1 mm)

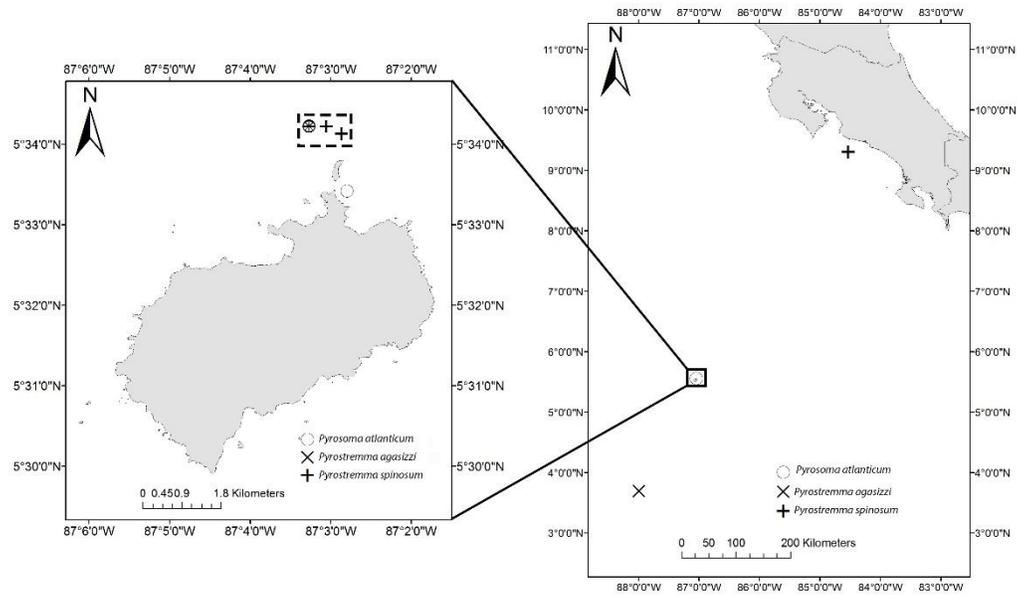


Figura 16. Sitios de recolecta de las especies de pirocómidas estudiadas. Los sitios delimitados por un cuadrado de líneas incompletas incluyen los sitios donde se han realizado las observaciones con el submarino DeepSee.

Clase Appendicularia (Chamisso & Eysenhardt, 1821)

Orden Copelata Haeckel, 1866

Familia Fritillariidae Lohmann, 1915

**Diagnosis de la Familia:**

Tronco dorsoventralmente comprimido, endostilo doblado hacia la parte dorsal. Los espiráculos se encuentran en la parte anterior de la cavidad faríngea, y conectan dicha cavidad con el exterior directamente. Pared del estómago compuesta por pocas células grandes. Tejido oikoplastico de la región ventral ubicado solamente en la parte anterior. Pueden presentar células anficordales y cola bifurcada.

Género *Appendicularia* Fol, 1874

**Diagnosis del Género:**

Boca sin labios, rodeada de cilios. Endostilo con forma triangular, la parte más gruesa dirigida anteriormente. Espiráculos pequeños y circulares. Esófago doblado hacia arriba. La cola se vuelve progresivamente más angosta hacia la parte proximal, distalmente presenta una muesca la cual divide la cola en dos lóbulos agudos.

*Appendicularia sicula* Fol, 1874

(Figura 17)

**Diagnosis:** Recto grande y piriforme, sin ano. Ovario esférico sobre el tracto digestivo, testículo se extiende sobre el borde dorso posterior del tracto digestivo.

**Número de catálogo:** MZUCR 67-01, MZUCR 68-01

**Observaciones:** Solo se conocen dos especies del género *Appendicularia*. La otra especie *A. tregouboffi* solo esta reportada para el mar Mediterráneo (). Tokioka (1955) señala que esta especie es más frecuente encontrarla en bahías y áreas neríticas.

**Distribución global:** Presente en los Océanos Atlántico, Índico, y las regiones occidentales y nortes del Pacífico (Fenaux *et al.*, 1998).

**Distribución en Costa Rica:** Presente en Bahía Culebra, y las estaciones 2 y 24 de la expedición UCR-UNA-COCOS III. Primer registro para el Pacífico Tropical Oriental.

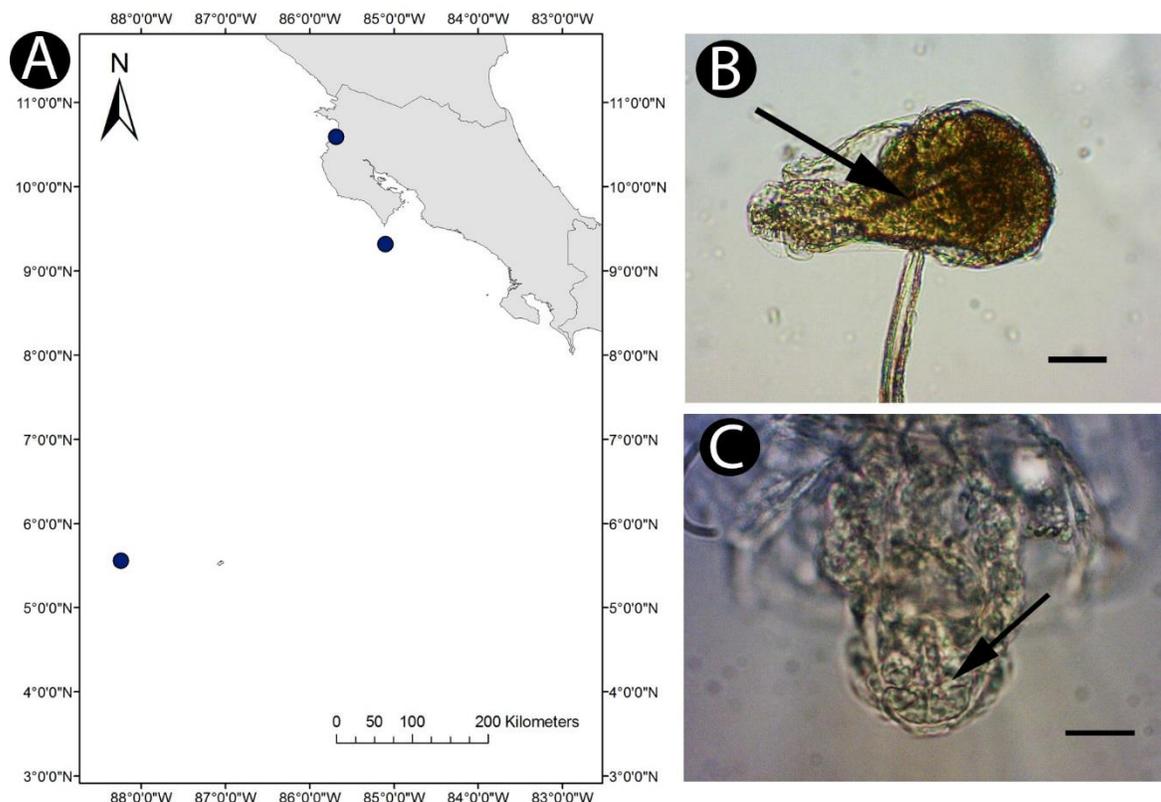


Figura 17. *Appendicularia sicula*. A) sitios de recolecta de los especímenes. B) Tronco, lado izquierdo (escala: 50  $\mu$ m), se señala el recto. C) Detalle del endostilo triangular (escala: 10  $\mu$ m)

Género *Fritillaria* Fol, 1872

#### Diagnosis del Género:

Tronco alargado según el eje longitudinal y comprimido dorso-ventralmente. Tejido oikoplástico recubre la parte anterior y media de la cavidad faríngea. Tracto digestivo presenta un esófago alargado, el cual conduce a un estómago globular compuesto por pocas células. El intestino y recto están localizados en una posición postero-ventral, dirigidos oblicuamente hacia la derecha. Gónadas posicionadas detrás del tracto digestivo. Cola con un tegumento amplio. Puede presentar células anficordales.

*Fritillaria charydbae* Lohmann en Lohmann & Buckmann, 1926

(Figura 18)

**Diagnosis:** Tronco redondeado en la parte posterior. Núcleo digestivo con un apéndice glandular dirigido a la izquierda, el cual es tan grande como el estómago. Dos testículos en forma de plato, cada uno rodeado por un ovario que asemeja una cuerda con cuentas.

**Número de catálogo:** MZUCR 66-07

**Observaciones:** La parte anterior del tronco se encuentra dañado en todos los organismos recolectados, sin embargo la forma característica de la gónada y el apéndice glandular del estómago son claramente visibles en los especímenes observados.

**Distribución global:** Reportada para la costa oeste del Océano Pacífico y el mar Mediterráneo (Fenaux *et al.*, 1998; Tokioka, 1955).

**Distribución en Costa Rica:** Dos individuos recolectados en Bahía Salinas, en Febrero del 2012. Este es el primer registro de la especie para el Pacífico Tropical Oriental

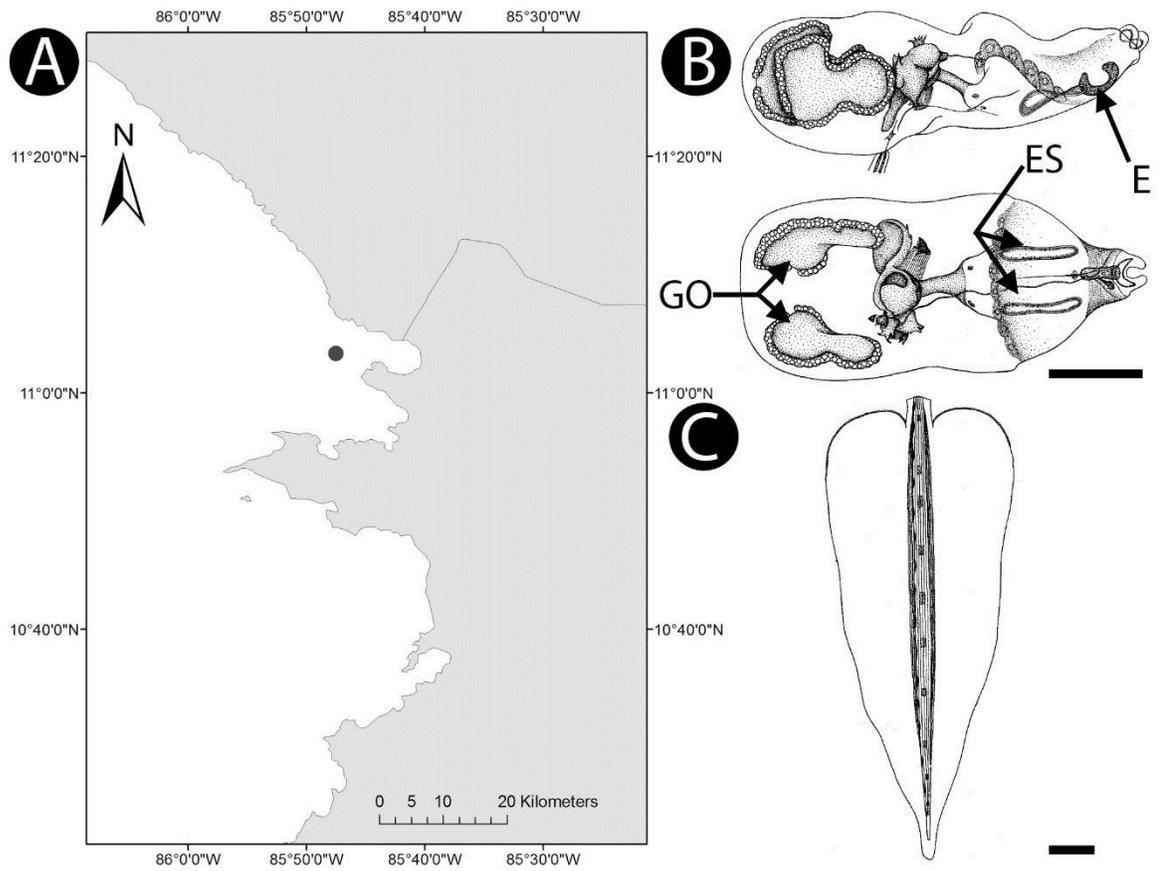


Figura 18. *Fritillaria charybdae*. A) sitio de recolecta de los especímenes. B) Tronco, vista lateral y dorsal (E: endostilo, ES: espiráculo, GO: gónadas, escala: 300  $\mu$ m) C) Cola (escala: 330  $\mu$ m).  
Modificado de Tokioka (1951)

*Fritillaria formica* f. *digitata* Lohmann en Lohmann & Buckmann, 1926

(Figuras 19A, B, D)

**Diagnosis:** Tronco doblado hacia arriba en la región del estómago. Labios de la boca con tres lóbulos, uno grande a cada lado y otro pequeño en la región media, el cual tiene dos procesos digitiformes ciliados. Aros ciliados de los espiráculos de forma redonda, separados en la región media ventral. Ovario globular, testículo detrás del ovario, triangular, con dos proyecciones cortas y redondas dirigidas hacia la parte posterior. Musculatura de la cola, gruesa en la región media y angosta en la parte distal y proximal.

**Número de catálogo:** MZUCR 67-02, 69-05,

**Observaciones:** Debido a que en muchos de los trabajos solo se reporta la especie y no las formas, la información sobre la distribución geográfica se presenta indistintamente para ambas formas.

**Distribución global:** En las regiones tropicales y templadas de los océanos Atlántico, Índico y Pacífico Occidental (Fenaux *et al.*, 1998). Presente también en áreas oceánicas frente a la costa norte de Chile (Aravena & Palma, 2002)

**Distribución en Costa Rica:** Ampliamente distribuida en el Pacífico, se ha encontrado en Bahía Salinas, Bahía Culebra, Parque Nacional Marino Ballena, y en varios sitios alrededor de la Isla del Coco (Castellanos *et al.*, 2012) y en las estaciones de recolecta de la expedición Oceanográfica UCR-UNA-COCO III. También ha sido reportada en el Parque Nacional Cahuita (Carrillo, 2012).

*Fritillaria formica* f. *tuberculata* Lohmann en Lohmann & Buckmann, 1926

(Figuras 19A, C, D)

**Diagnosis:** Misma descripción que *F. formica* f. *digitata*, en esta forma no se presentan los procesos digitiformes en el labio medio y el testículo se encuentra alargado en el eje longitudinal del tronco.

**Número de catálogo:** MZUCR 68-03

**Distribución global:** Regiones tropicales y templadas de los océanos Atlántico, Índico y Pacífico Occidental (Fenaux *et al.*, 1998).

**Distribución en Costa Rica:** Presenta la misma distribución que *F. formica digitata*.

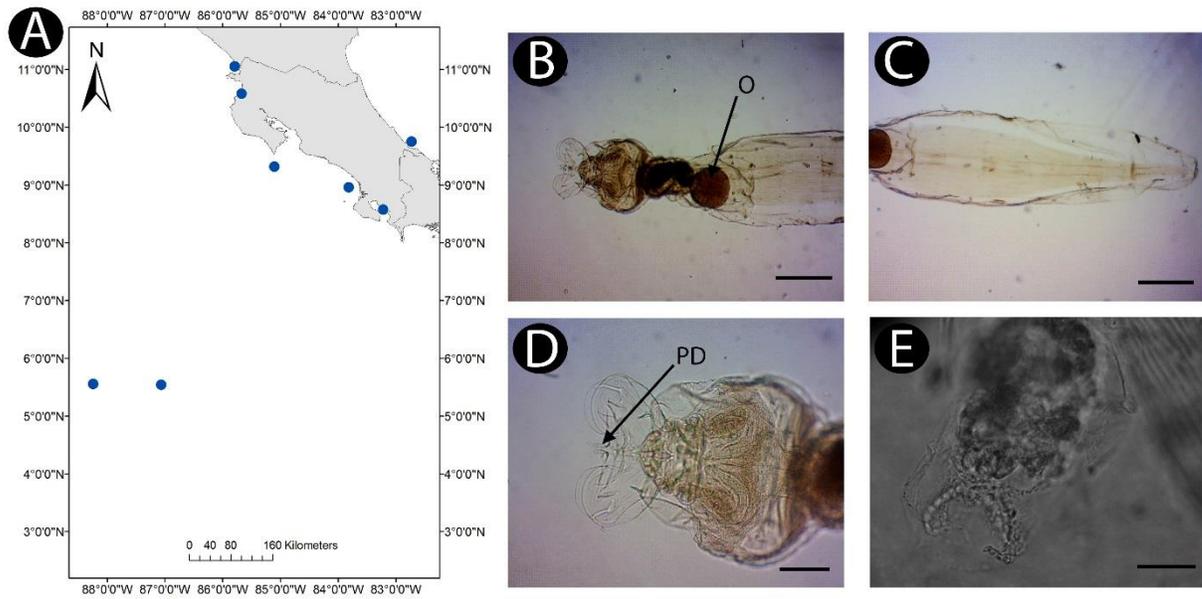


Figura 19. *Fritillaria formica*. A) sitios de recolecta de los especímenes. B) Tronco de *F. formica* f. *digitata* (escala: 50  $\mu$ m). C) Cola de *F. formica* f. *digitata* (escala: 50  $\mu$ m). D) Detalle de los labios de *F. formica* f. *digitata* (PD: procesos digitiformes, escala: 25  $\mu$ m). E) Detalle de los labios de *F. formica* f. *tuberculata* (escala: 25  $\mu$ m)

*Fritillaria haplostoma* Fol, 1872

(Figura 20)

**Diagnosis:** Boca con un prominente labio superior y una banda ciliada. Espiráculos ovalados. Tracto digestivo alargado longitudinalmente. Ovario esférico, testículo alargado longitudinalmente y detrás del ovario. Tegumento de la cola ancho y distalmente acuminado. Cerca del borde presenta agrupaciones de células glandulares. Musculatura de la cola angosta.

**Número de catálogo:** MZUCR 67-03, MZUCR 68-02

**Observaciones:** Esta especie es recolectada con frecuencia en arrastres de zooplancton tanto en zonas neríticas como en oceánicas.

**Distribución global:** Presente en todos los océanos con excepción del Ártico (Fenaux *et al.*, 1998).. En el Pacífico Este ha sido reportada frente a la costa norte de Chile (Aravena & Palma, 2002)

**Distribución en Costa Rica:** Presenta la misma distribución que *F. formica*.

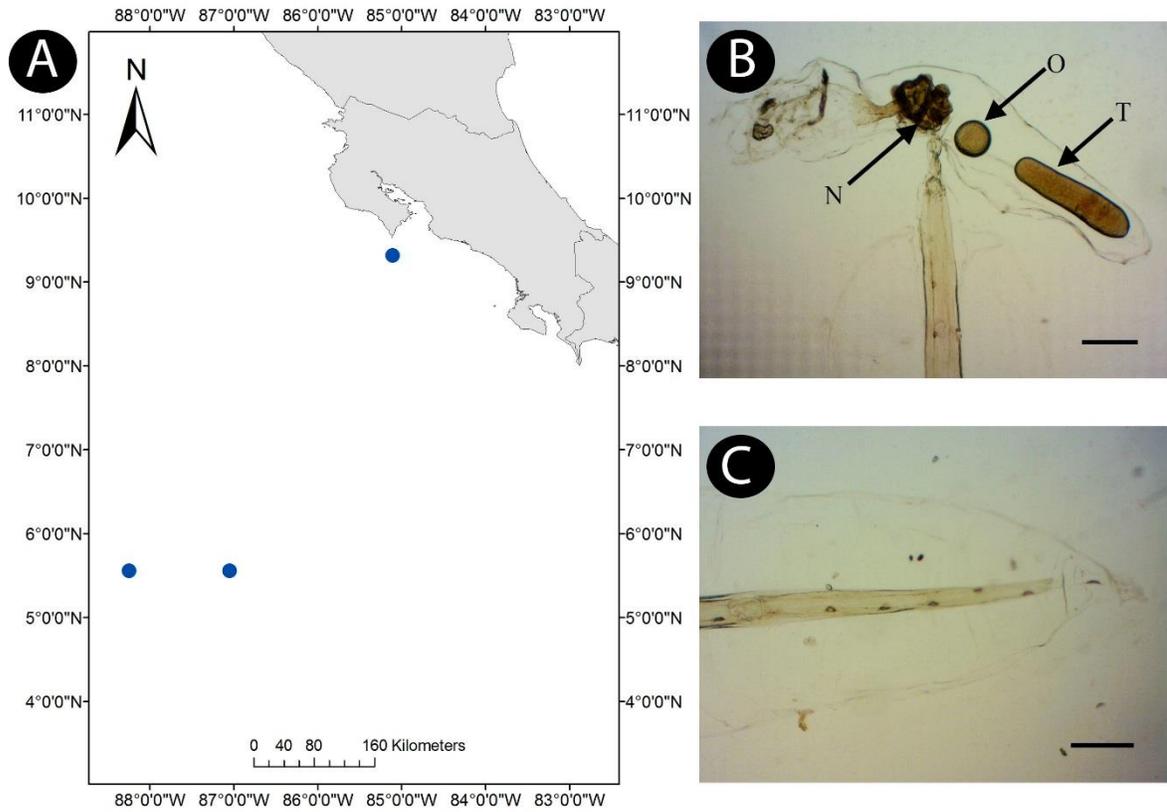


Figura 20. *Fritillaria halpostoma*. A) Sitios de recolecta. B) Detalle del tronco (escala: 20  $\mu$ m, O: ovario, T: testículo, N: núcleo digestivo). C) Parte distal de la cola (escala: 20  $\mu$ m)

*Fritillaria cf. pacifica* Tokioka 1958

(Figura 21)

**Diagnosis:** Tronco lateralmente comprimido a los lados del estómago. Endostilo muy doblado hacia arriba. Cavidad faríngea amplia. Espiráculos fusiformes, se extienden desde los lados del endostilo hasta la mitad de la cavidad faríngea. En organismos maduros se pueden observar dos ovarios filiformes en la parte posterior del estómago y rodeados por los testículos, de forma laminar y presentan una concavidad desde la parte anterior hacia la parte posterior. Tegumento de la cola ancho, hacia la parte distal presenta dos muescas, una a cada lado de un lóbulo terminal acuminado en la parte terminal. Tres células anficordales de diferente tamaño se encuentran a cada lado de la parte distal de la cola.

**Número de catálogo:** MZUCR 67-16

**Observaciones:** La determinación se realizó observando las estructuras presentes en la parte anterior del tronco, ya que la parte posterior y la cola estaban muy dañados.

**Distribución global:** Registrada para el Océano Indico y el Pacífico Oriental (Tokioka, 1958, Fenaux *et al.*, 1998).

**Distribución en Costa Rica:** Encontrada solamente en las estaciones 2 y 3 de la expedición oceanográfica UCR-UNA-COCO III. Primer registro para el Pacífico Tropical Oriental.

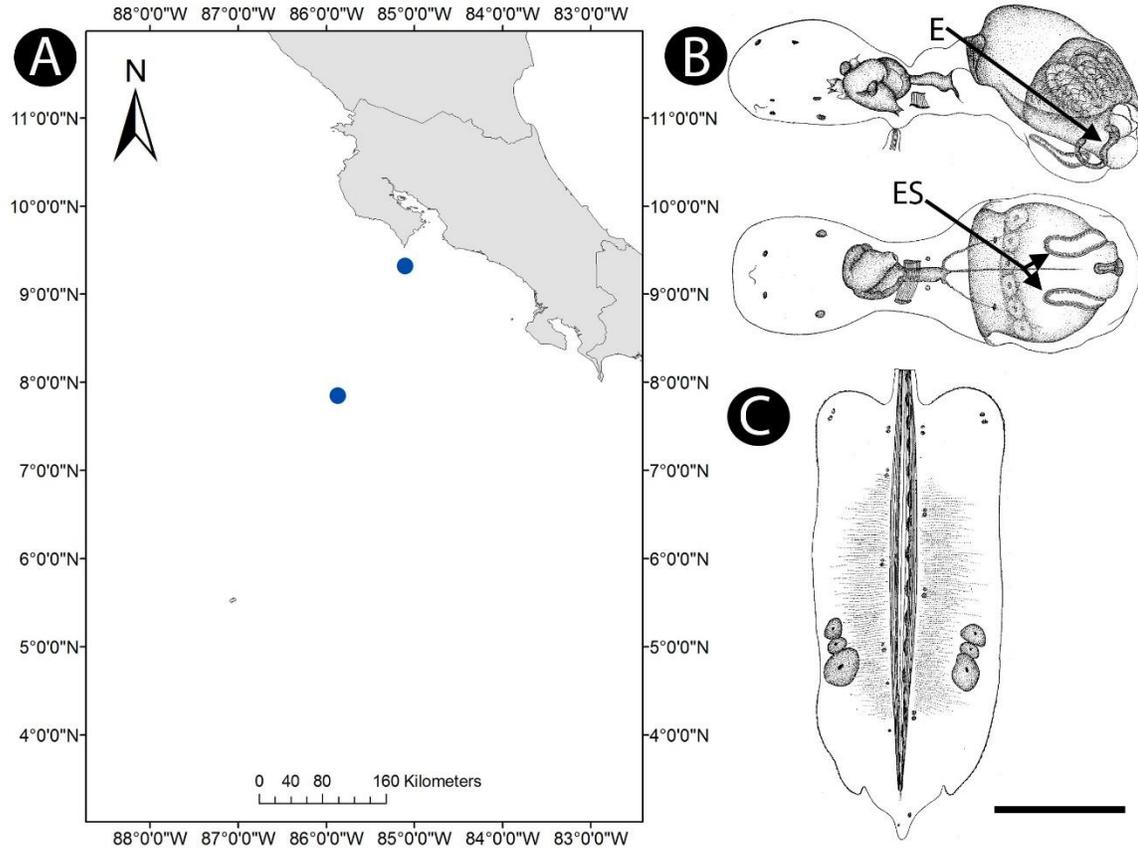


Figura 21. *Fritillaria cf. pacifica*. A) Sitios de recolecta. B) Tronco, vista lateral y ventral (E: endostilo, ES: espiráculos). C) Detalle de la cola (escala= 500  $\mu$ m). Modificado de Tokioka (1958)

*Fritillaria pellucida* f. *omani* Fenaux, 1967

(Figuras 22A, B, D)

**Diagnosis:** Tronco rectangular, con dos proyecciones posteriores pequeñas de forma lanceolada. La boca presenta un labio superior muy desarrollado. Tracto digestivo en una posición transversal, ya que la faringe se proyecta hacia el lado izquierdo, estómago en posición central, el recto y ano localizados en el lado derecho del estómago. Ovario en posición posterior con respecto al estómago, del lado izquierdo del tronco. Testículo grande, dispuesto en el lado posterior derecho del tronco, presenta tres lóbulos, uno dirigido anteriormente, otro transversal y el último dirigido hacia la parte posterior.

**Número de catálogo:** MZUCR 66-06, MZUCR 67-04

**Observaciones:** Los organismos analizados difieren de las descripciones realizadas por Aravena & Palma (2002) y Fenaux (1998) ya que ellos describen un testículo con forma de Y, en el cual los lóbulos están muy desarrollados, sin embargo el lóbulo anterior de los testículos observados este estudio es mucho más desarrollado que los otros dos.

**Distribución global:** Reportado para el Océano Índico (Fenaux *et al.*, 1998). En el Pacífico Este ha sido reportada frente a la costa norte de Chile (Aravena & Palma, 2002)

**Distribución en Costa Rica:** Presente en las estaciones oceanográficas 2 y 24 de la expedición oceanográfica UCR-UNA-COCO III. Este es el primer registro de la especie para Costa Rica

*Fritillaria pellucida* f. *typica* (Busch, 1851)

(Figuras 22A, C, D)

**Diagnosis:** Misma descripción que *F. pellucida* f. *omani*, pero en este caso el tronco es más angosto y las proyecciones posteriores son más largas. El testículo no presenta lóbulos tan marcados.

**Número de catálogo:** MZUCR 68-04

**Observaciones:** Esta forma es la más frecuente de encontrar en otras regiones, sin embargo dicha forma solo se encontró en áreas neríticas del Pacífico costarricense.

**Distribución global:** Presente en todos los Océanos en latitudes tropicales y templadas (Fenaux *et al.*, 1998)

**Distribución en Costa Rica:** Presente principalmente en Bahía Culebra y Golfo Dulce, se encontraron pocos individuos en las estaciones oceánicas 2 y 24 de la expedición oceanográfica UCR-UNA-COCO III.

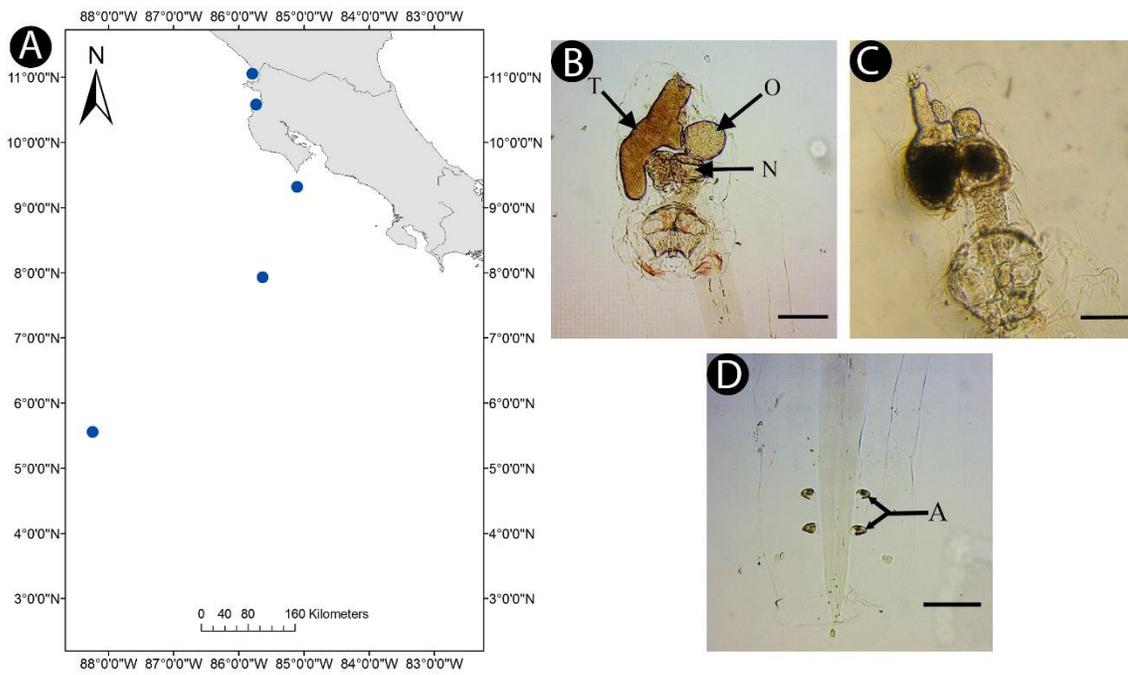


Figura 22. *Fritillaria pellucida*. A) Sitios de recolecta de los organismos estudiados. B) Tronco de *F. pellucida omani* (O: ovario, T: testículo, N: núcleo digestivo, escala: 20 μm.). C) tronco de *F. pellucida typica* (escala: 20 μm). D) detalle de la cola (A: células anficordales escala: 20 μm.).

*Fritillaria tenella* Lohmann, 1896

(Figura 23)

**Diagnosis:** Dos proyecciones lanceoladas en la parte posterior del tronco. El eje del tracto digestivo es oblicuo. Ovario globular, testículo alargado longitudinalmente y posterior al ovario. Tegumento de la cola ancho, musculatura angosta. Dos células anficordales en forma de urna.

**Número de catálogo:** MZUCR 70-01

**Observaciones:** Solo se encontró un organismo bastante dañado, sin embargo mediante la forma de las gónadas y de las células anficordales se pudo identificar la especie.

**Distribución global:** Reportada para todos los océanos, excepto el océano Ártico (Fenaux *et al.*, 1998)

**Distribución en Costa Rica:** Recolectada en Bahía Yglesias, Isla del Coco, el 6 de Julio del 2011. Primer registro para el Pacífico Tropical Oriental.

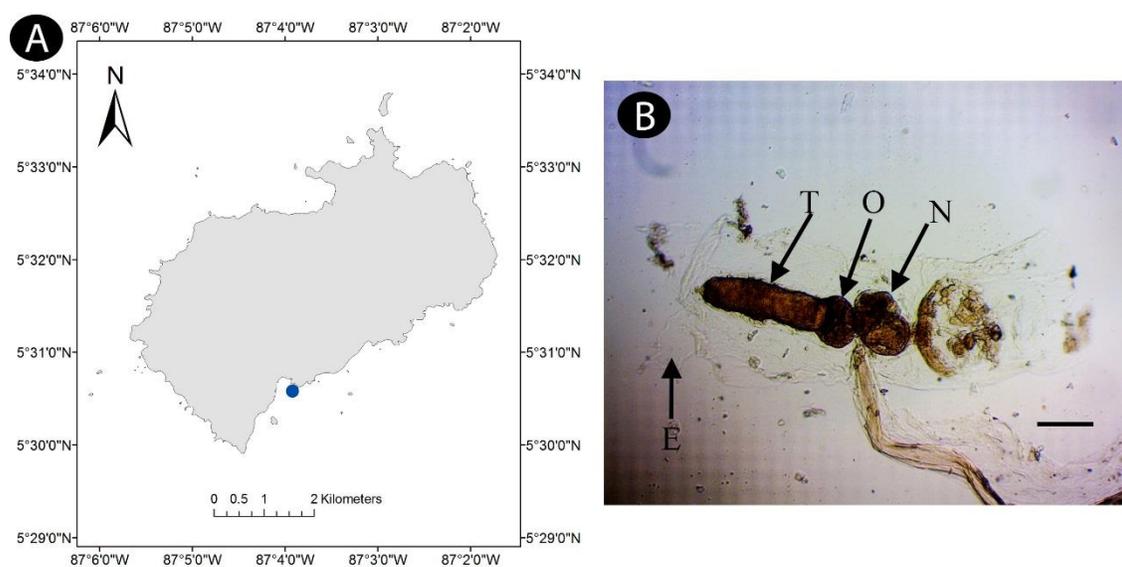


Figura 23. *Fritillaria tenella* A) Sitio de recolecta de los organismos estudiados. B) Tronco (E: extensiones de la cutícula, T: testículo, O: ovario, N: núcleo digestivo, escala: 20  $\mu$ m,)

Familia Oikopleuridae Lohmann, 1915

**Diagnosis de la Familia:**

Tronco ovoide, endostilo recto. Un par de conductos branquiales conectan la faringe con el exterior. Dichos pasajes son tubulares y hacia el exterior terminan en espiráculos, los cuales están situados uno a cada lado del recto. Estómago compuesto por numerosas células pequeñas y una fila de células grandes. Cola con anchas bandas musculares y varias veces más grande que la cola. Pueden presentar células subcordales.

Género *Oikopleura* Mertens, 1830

**Diagnosis del Género:**

Tronco lateralmente comprimido. Boca dirigida anteriormente, presenta un prominente labio inferior. El tracto digestivo forma un núcleo, en el cual el estómago se encuentra dividido en lóbulos izquierdo y derecho. Esófago se proyecta dorsalmente después de la faringe y se inserta en el ciego izquierdo. Se divide en dos subgéneros claramente diferenciados: El subgénero *Vexillaria*, el cual presenta glándulas bucales, una a cada lado del endostilo, y células subcordales. Y el subgénero *Coecaria* que no presenta dichas estructuras.

*Oikopleura (Vexillaria) cophocerca* (Gegenbaur, 1855)

**Diagnosis:** Glándulas bucales y células subcordales presentes. Lóbulo digestivo izquierdo presenta un pequeño ciego después del estómago. De cinco a ocho células subcordales globulares, dispuestas en una línea recta longitudinal, pueden formar dos grupos o formar una línea continua. Dichas células se encuentran en la parte distal derecha de la cola.

**Número de catálogo MZUCR:** 66-01, 67-05, 68-05, 69-02

**Observaciones:** Algunos de los organismos analizados presentan cuatro células subcordales, lo (agrega una fotografía de la cola con las cuatro células subcordales que representa una cantidad de células que no se ha reportado para la especie.

**Distribución global:** Presente en todos los océanos, con excepción del Ártico y el Antártico (Fenaux *et al.*, 1998). En el Pacífico Este ha sido reportada frente a la costa de Perú (Fenaux, 1968) y la costa norte de Chile (Aravena & Palma, 2002)

**Distribución en Costa Rica:** Especie bastante común tanto en ambientes neríticos y oceánicos del Pacífico costarricense. Se ha encontrado en Bahía Salinas, Bahía Culebra, en las estaciones 2 y 24 de la expedición oceanográfica UCR-UNA-COCO III y en varios sitios alrededor de la Isla del Coco (Castellanos *et al.*, 2012).

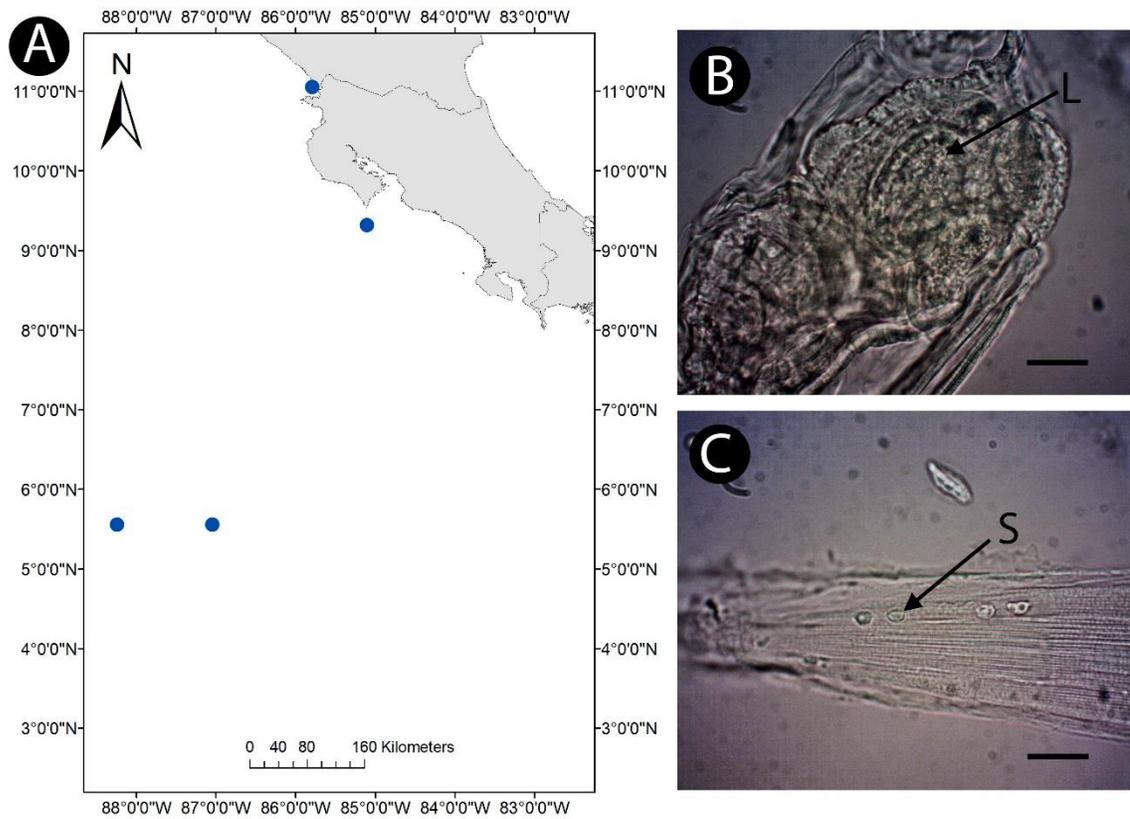


Figura 24. *Oikopleura cophocerca* A) Sitio de recolecta de los organismos estudiados. B) Tronco (L: lóbulo izquierdo del estómago, escala: 20  $\mu$ m), C) parte posterior de la cola (S: células subcordales, escala: 20  $\mu$ m).

*Oikopleura (Vexillaria) dioica* Fol, 1872

(Figura 25)

**Diagnosis:** Glándulas bucales y células subcordales presentes. Ciego digestivo ausente. Dos células subcordales fusiformes dispuestas longitudinalmente en la mitad distal de la cola.

**Número de catálogo:** MZUCR 66-02, MZUCR 66-03, MZUCR 68-06,

**Observaciones:** La disposición de las células subcordales en la cola de los organismos recolectados en Bahía Salinas es variable, ya que algunos presentan ambas en la mitad distal de la cola, mientras que en otros organismos dichas células se encuentran más separadas; una se encuentra en la mitad proximal al tronco y la otra en la parte distal. Esta es la única especie de apendicularia que presenta sexos separados.

**Distribución global:** Presente en todos los océanos, con excepción del Ártico y el Antártico (Fenaux *et al.* 1998). En el Pacífico Este ha sido reportada en frente a la costa norte de Chile (Aravena & Palma, 2002)

**Distribución en Costa Rica:** Especie bastante común en ambientes neríticos y poco común en ambientes oceánicos del Pacífico costarricense. Se ha encontrado en Bahía Salinas, Bahía Culebra, estaciones 7 y 24 de la expedición oceanográfica UCR-UNA-COCO III y en varios sitios alrededor de la Isla del Coco (Castellanos *et al.*, 2012).

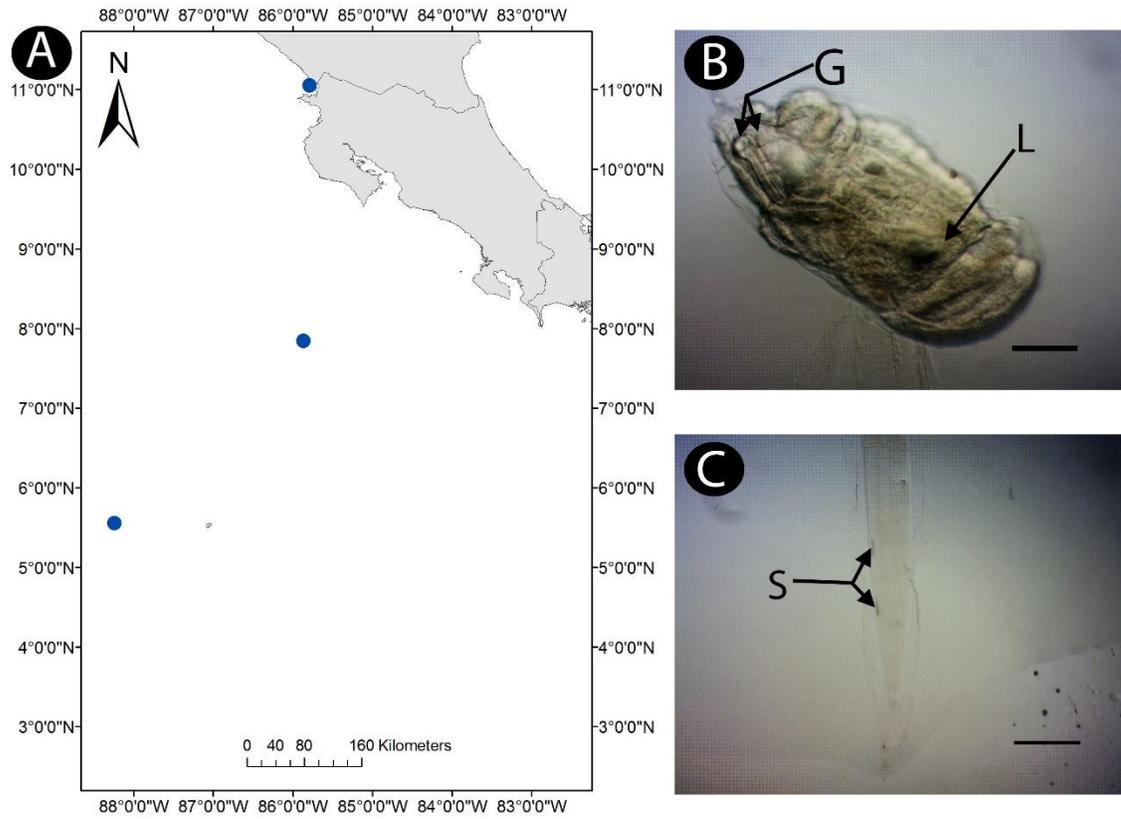


Figura 25. *Oikopleura dioica*. A) sitios de recolección de los organismos estudiados. B) Vista izquierda del tronco (G: glándulas bucales, L: lóbulo izquierdo del estómago, escala: 100 μm,) C) Parte distal de la cola ( S: células subcordales escala: 100 μm)

*Oikopleura (Coecaria) fusiformis f. cornutogastra* Aida, 1907

(Figuras 26A, B)

**Diagnosis:** Glándulas bucales y células subcordales ausentes. Lóbulo izquierdo del estómago presenta un ciego grande que se proyecta dorsalmente hasta tocar la pared del cuerpo.

**Número de catálogo:** MZUCR 66-04, MZUCR 67-17

**Observaciones:** Las dos variedades de esta especie se encuentran siempre en los mismos sitios (Fenaux *et al.*, 1998). En la única region donde no se ha reportado esta variedad es en el Mar Mediterráneo (Fenaux *et al.*, 1998).

**Distribución global:** Presente en regiones tropicales y templadas de los océanos Atlántico, Índico y Pacífico (Fenaux, 1998). En el Pacífico Este ha sido reportada frente a la costa de Perú (Fenaux, 1968) y la costa norte de Chile (Aravena & Palma, 2002)

**Distribución en Costa Rica:** Especie bastante común en ambientes neríticos y poco común en ambientes oceánicos del Pacífico costarricense. Se ha encontrado en Bahía Salinas, Bahía Culebra, Golfo Dulce y estaciones 2 y 24 de la expedición oceanográfica UCR-UNA-COCO III y en varios sitios alrededor de la Isla del Coco (Castellanos *et al.* 2012)

*Oikopleura (Coecaria) fusiformis f. typica* Fol, 1872

(Figuras 26A, C)

**Diagnosis:** Misma descripción que *O. fusiformis f. cornutogastra*, pero en este caso el ciego digestivo se proyecta primero dorsalmente y luego se extiende posteriormente.

**Número de catálogo:** MZUCR 67-06

**Observaciones:** Las dos variedades de esta especie se encuentran siempre en los mismos sitios.

**Distribución global:** Presente en las regiones tropicales y templadas de todos los océanos (Fenaux 1998). En el Pacífico Este ha sido reportada frente a la costa de Perú (Fenaux, 1968) y la costa norte de Chile (Aravena & Palma, 2002)

**Distribución en Costa Rica:** Misma distribución que *O. fusiformis f. cornutogastra*

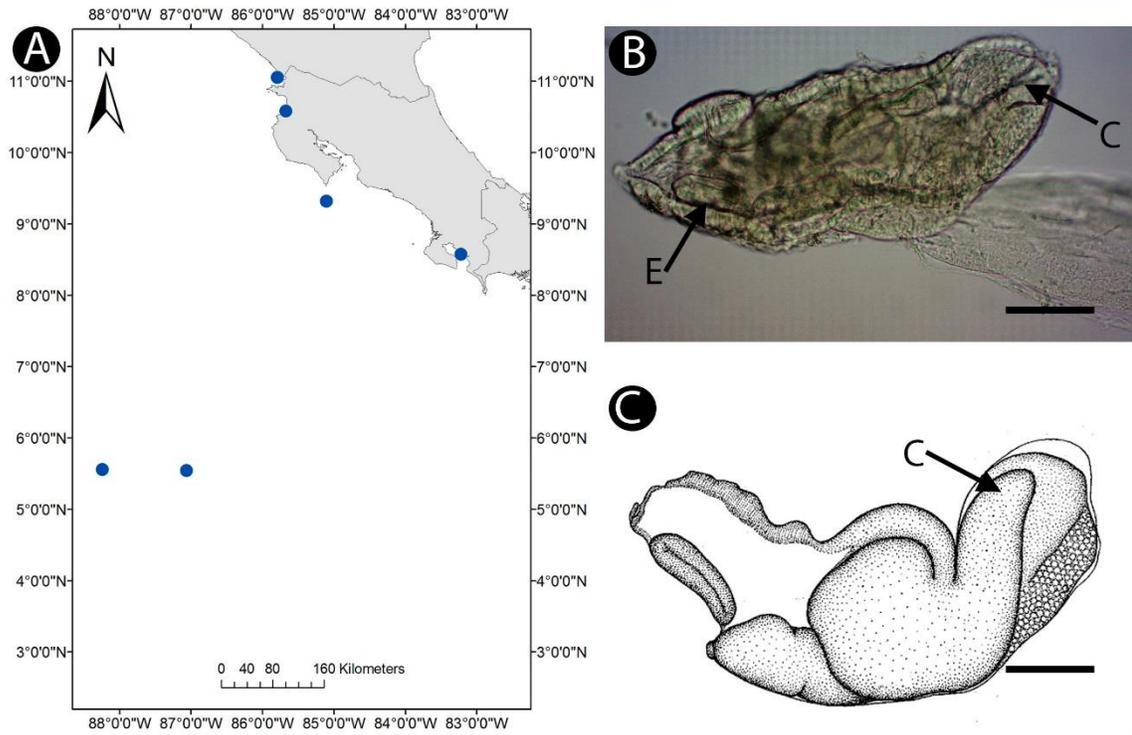


Figura 26. *Oikopleura fusiformis*. A) sitios de recolecta de los organismos analizados. B) Tronco de *O. fusiformis* f. *cornutogastra* (E: endostilo, C: ciego digestivo, escala: 100  $\mu$ m). C) Tronco de *O. fusiformis* f. *typica* (C: ciego digestivo, escala: 100  $\mu$ m). Modificado de Tokioka (1951).

*Oikopleura (Coecaria) gracilis* Lohmann, 1896

(Figura 27)

**Diagnosis:** Glándulas bucales y células subcordales ausentes. Lóbulo izquierdo del estómago con un ciego pequeño y redondo, poco conspicuo. Los organismos cuando están maduros presentan unas gónadas que se extienden hacia la parte posterior del tronco, dándole a este una forma característica.

**Número de catálogo MZUCR:** Falta el número de catálogo

**Observaciones:** Esta especie es poco común, pero se encuentra ampliamente distribuida en el Pacífico costarricense.

**Distribución global:** Presente en las regiones tropicales y templadas de todos los océanos (Fenaux, 1998). En el Pacífico Este ha sido reportada frente la costa norte de Chile (Aravena & Palma, 2002)

**Distribución en Costa Rica:** Se ha encontrado en Bahía Salinas, Bahía Culebra, Golfo Dulce y estaciones 2 y 24 de la expedición oceanográfica UCR-UNA-COCO III y en varios sitios alrededor de la Isla del Coco (Castellanos *et al.*, 2012)

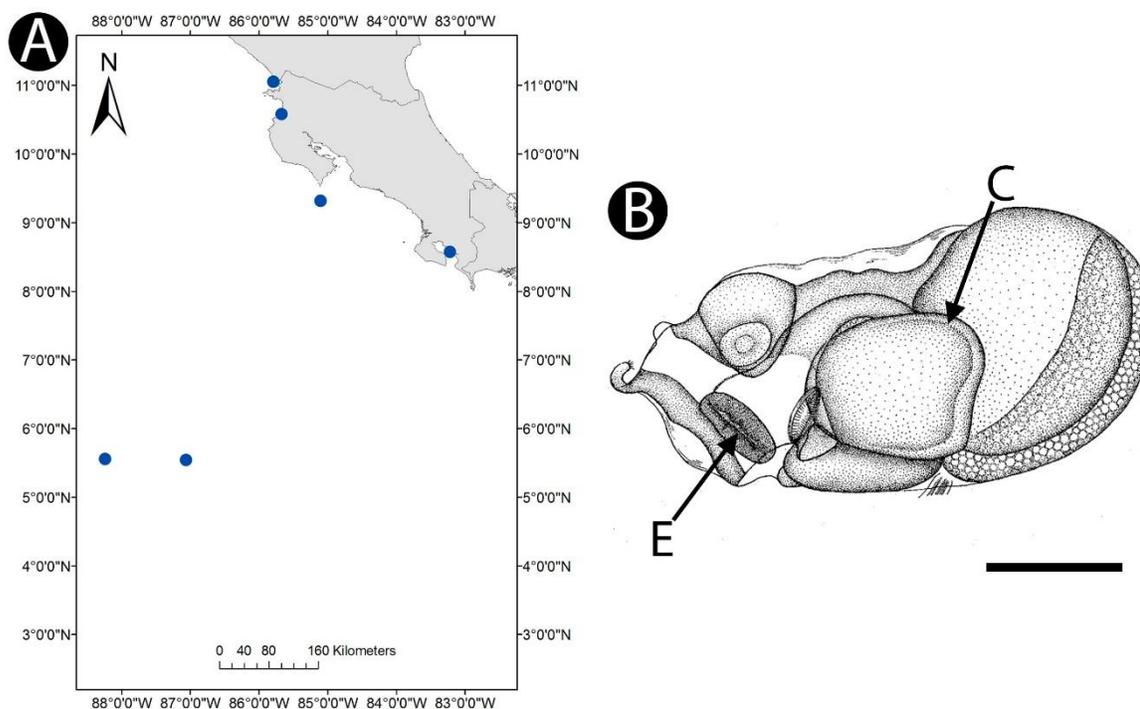


Figura 27. *Oikopleura gracilis*. A) sitios de recolecta de los organismos analizados. B) Tronco (E: endostilo, C: ciego digestivo, escala: 100  $\mu$ m). Modificado de Tokioka (1951)

*Oikopleura (Coecaria) longicauda* (Vogt, 1854)

(Figura 28)

**Diagnosis:** Glándulas bucales y células subcordales ausentes. Presenta un velo que se extiende por toda la parte anterior dorsal del tronco. Ciego del lóbulo izquierdo del estómago digitiforme y tocando el esófago. Musculatura de la cola notablemente ancha en la región media y lanceolada en la parte distal.

**Número de catálogo:** MZUCR 66-05, MZUCR 67-07, MZUCR 68-07, MZUCR 69-01

**Observaciones:** Esta especie es la más común de todas las especies de apendicularias reportadas en el presente estudio, se ha encontrado en todos los sitios de estudio en grandes cantidades.

**Distribución global:** Presente en regiones tropicales y templadas de todos los océanos (Fenaux, 1998). En el Pacífico este ha sido reportada frente a la costa de Perú (Fenaux, 1968) y la costa norte de Chile (Aravena & Palma, 2002).

**Distribución en Costa Rica:** Se ha encontrado en Bahía Salinas, Bahía Culebra, Golfo Dulce y estaciones 2 y 24 de la expedición oceanográfica UCR-UNA-COCO III y en varios sitios alrededor de la Isla del Coco (Castellanos *et al.*, 2012). También ha sido reportada en el Parque Nacional Cahuita (Carrillo, 2012).

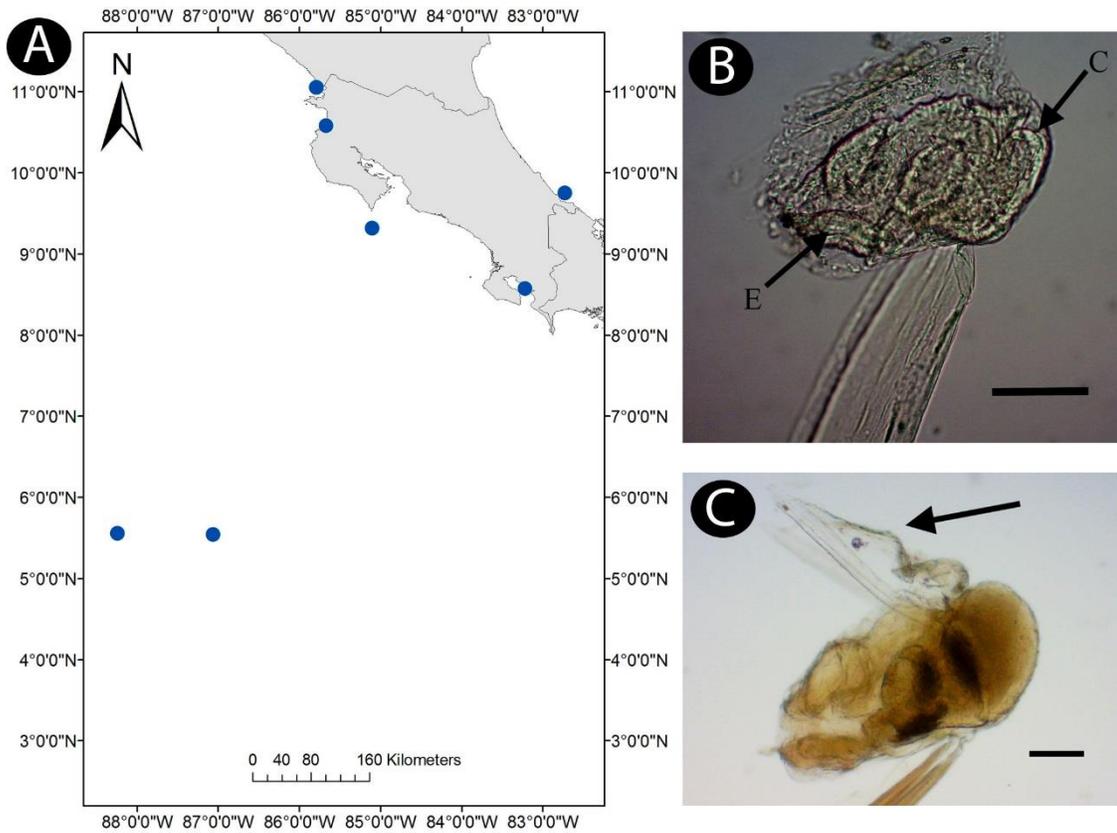


Figura 28. *Oikopleura longicauda*. A) Sitios de recolecta de los organismos analizados B) tronco (escala: 100  $\mu$ m, E: endostilo, C: ciego digestivo). C) detalle del capuchón (escala: 100  $\mu$ m)

*Oikopleura (Vexillaria) rufescens* (Fol, 1872)

(Figura 29)

**Diagnosis:** Glándulas bucales y células subcordales presentes. Especie de gran tamaño, llega a medir 2.3 mm. Debido a su gran tamaño, la parte del tejido oikoblastico denominado como el oikoplasto de Fol es visible en las partes anteriores laterales del tronco. En la parte dorsal del tronco se encuentra una hendidura que separa la región digestiva de la región gonadal. Lóbulo izquierdo del estómago no presenta ciego. Una célula subcordal fusiforme presente en la parte posterior derecha de la cola.

**Número de catálogo:** MZUCR 67-08, MZUCR 68-08, MZUCR 69-04

**Observaciones:** En setiembre del 2008, se observó una gran cantidad de organismos en Playa Blanca, Bahía Culebra, lo que permitió recolectar manualmente individuos con casas.

**Distribución global:** Presente en regiones tropicales y templadas de todos los océanos (Fenaux 1998). En el Pacífico este ha sido reportada frente a la costa de Perú (Fenaux, 1968) y la costa norte de Chile (Aravena & Palma, 2002).

**Distribución en Costa Rica:** Se ha encontrado en Bahía Salinas, Bahía Culebra, Golfo Dulce y estaciones 2 y 24 de la expedición oceanográfica UCR-UNA-COCO III y en varios sitios alrededor de la Isla del Coco (Castellanos *et al.*, 2012), sin embargo, es mucho más abundante en áreas cercanas a la costa, particularmente en el Pacífico Norte de Costa Rica.

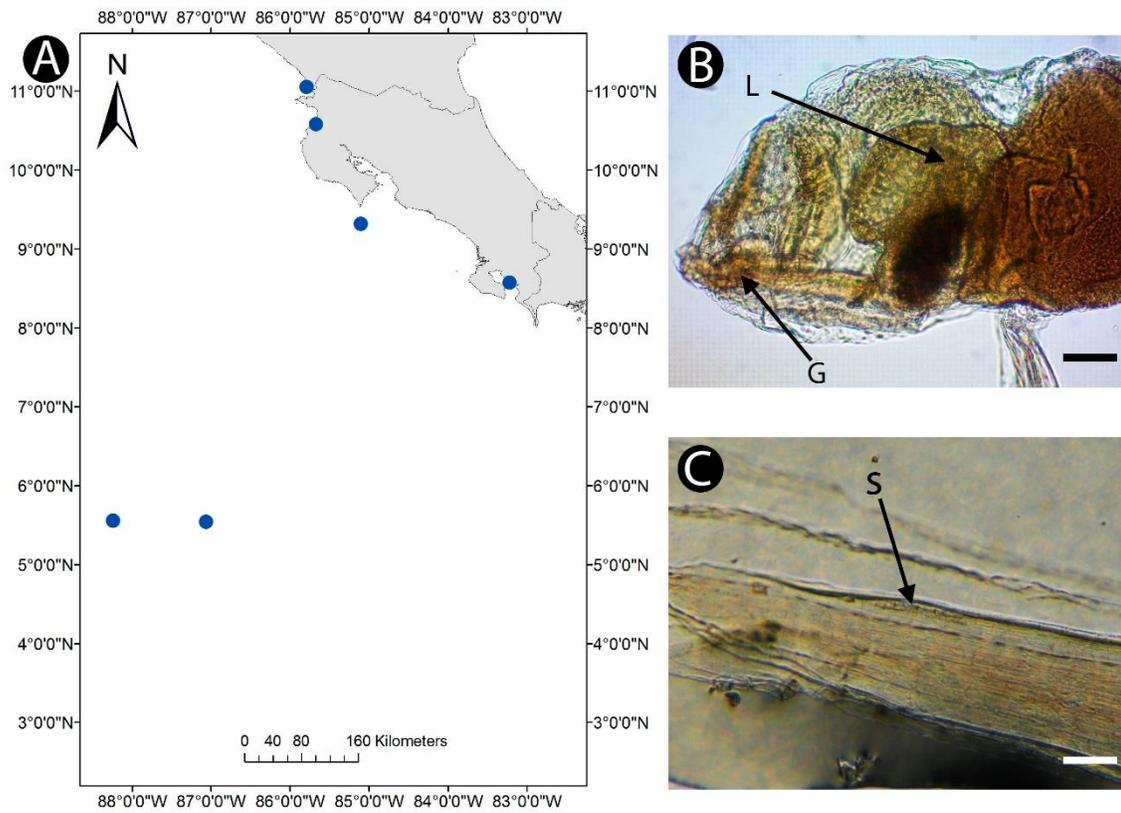


Figura 29. *Oikopleura rufescens*. A) sitios de recolecta de los organismos estudiados. B) Vista izquierda del tronco (G: glándulas bucales, L: lóbulo izquierdo del estómago, escala: 100 μm) C) Parte distal de la cola (S: células subcordales, escala: 100 μm,)

Género *Pelagopleura* Lohmann en Lohmann & Buckmann, 1926

**Diagnosis del género:**

Tronco lateralmente comprimido. Boca dirigida anteriormente, no presenta labio inferior, ni glándulas bucales, sino que se encuentra rodeado de una banda de cilios sensoriales. Espiráculos colocados uno a cada lado del recto. Tracto digestivo forma una vuelta: el esófago es alargado y entra al estómago dorsalmente. El estómago se encuentra lateralmente muy comprimido, recto se encuentra justo debajo del estómago.

*Pelagopleura cf. verticalis* (Lohmann, 1914)

(Figura 30)

**Diagnosis:** Endostilo corto y ancho, espiráculos ovalados. Ovario y testículo están pareados. Cola acuminada distalmente

**Número de catálogo:** MZUCR 67-09

**Observaciones:** los organismos observados se encontraban muy dañados, sin embargo la forma del endostilo y del tracto digestivo así como ser la única especie reportada de este género para el Océano Pacífico indican que los organismos recolectados pertenecen a esta especie

**Distribución global:** Presente en los Océanos Atlántico, Índico (Fenaux, 1998) y parte occidental del Pacífico (Tokioka, 1955).

**Distribución en Costa Rica:** Únicamente ha sido encontrada en la estación 2 de la expedición oceanográfica UCR-UNA-COCO III. Primer registro para el Pacífico Tropical Oriental.

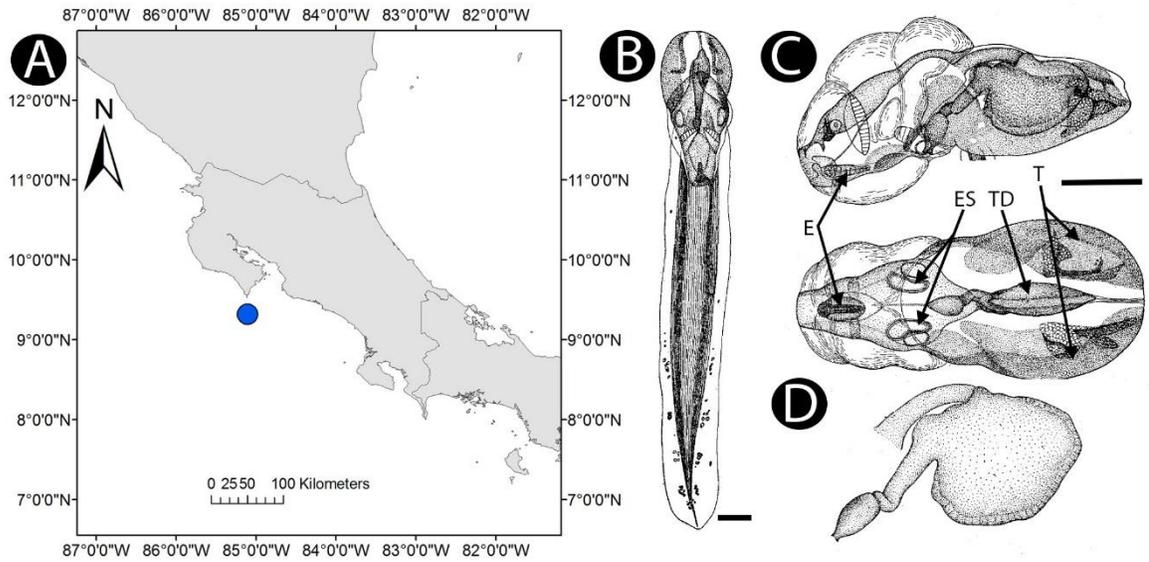


Figura 30. *Pelagopleura verticalis*. A) sitios de recolecta de los organismos analizados. B) Vista completa del animal (escala: 500  $\mu$ m). C) vista lateral y dorsal del tronco (E: endostilo, ES: espiráculo, TD: tracto digestivo, T: testículos, escala: 500  $\mu$ m). D) detalle del tracto digestivo. Modificado de Tokioka (1955).

Género *Stegosoma* Chun, 1888**Diagnosis del género:**

Tronco lateralmente comprimido. Boca dirigida anteriormente, presenta un prominente labio inferior y glándulas bucales. Cavidad faríngea amplia, esófago corto del cual se origina un ciego globoso que se ubica en la parte izquierda del tronco. Estómago dirigido a la parte posterior derecha, ventralmente de esta estructura sale un intestino largo que se extiende anteriormente hasta la parte media ventral del tronco, donde se encuentra el ano. Gónadas adheridas al margen posterior del estómago, se extienden lateralmente cuando maduran. Presenta ocho células subcordales en forma de vejiga.

*Stegosoma magnum* (Langerhans, 1880)

**Diagnosis:** misma descripción que el género, ya que solo se ha reportado una especie.

**Número de catálogo:** MZUCR 68-09

**Distribución global:** Presente en todos los océanos con excepción del Ártico (Fenaux *et al.*, 1998)

**Distribución en Costa Rica:** Presente principalmente en ambientes oceánicos del Pacífico, se ha recolectado en la estación 24 de la expedición oceanográfica UCR-UNA-COCO III y en varios sitios alrededor de la Isla del Coco (Castellanos *et al.*, 2012). Se encontró además un espécimen en el Golfo Dulce.

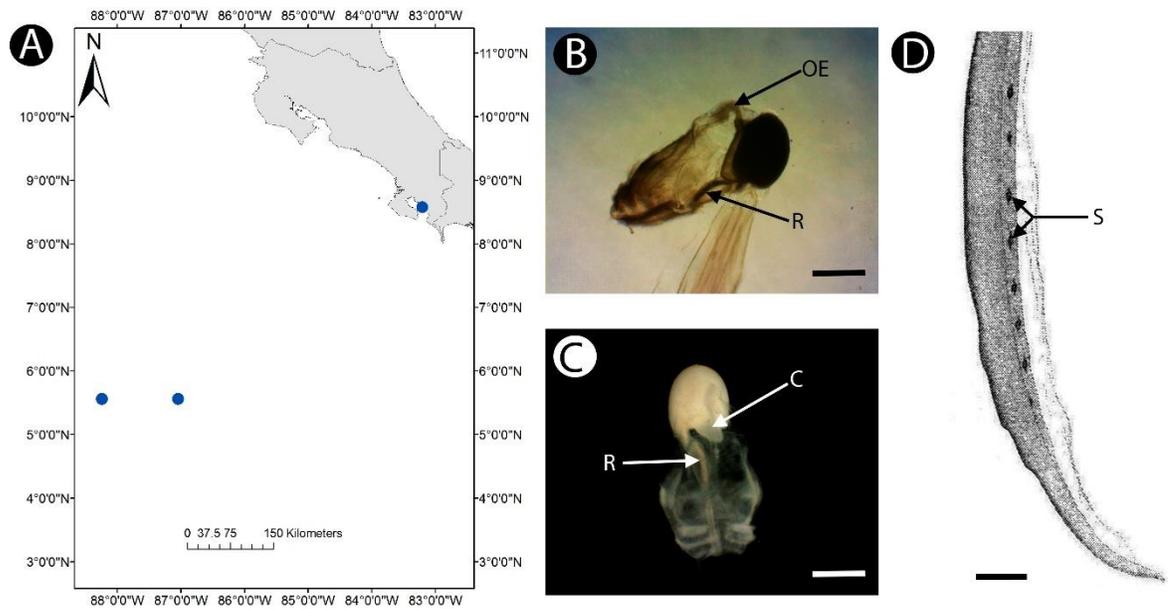


Figura 31. *Stegosoma magnum*. A) sitios de recolecta de los organismos analizados. B) Tronco, vista lateral (OE: esófago, R: recto, escala: 550 μm). C) Tronco, vista dorsal (C: ciego digestivo, R: recto, escala: 550 μm) D) Cola (S: células subcordales, escala: 550 μm). Modificado de Esnal (1999a).

## VI. DISCUSIÓN

Spalding *et al.* (2012) define las provincias epipelágicas como áreas que comparten fenómenos oceanográficos estables espacial y temporalmente. Dichas provincias poseen una composición de especies que las diferencia de otras áreas. Es de esperar por lo tanto que haya especies que solo se encuentren en ciertas regiones y por lo tanto se tratarán por separado

### 6.1 Pacífico Tropical Oriental

Entre los doliolidos reportados para esta región, *Doliolina undulata* pertenece a un grupo junto con *D. separata* y *D. obscura*, que se caracterizan por poseer el M VII incompleto, estas especies están restringidas al Pacífico Oriental (Tokioka & Berner, 1958). Van Soest (1981) reporta además la presencia de las especies *D. intermedia*, *D. mulleri* y *Doliopsoides horizoni* para el Pacífico Oriental Tropical. Las otras especies de doliolidos encontradas en este estudio se consideran de distribución global, ya que numerosas poblaciones de estos organismos han sido reportadas alrededor del mundo (Deibel, 1985; Menard *et al.*, 1997; Nakamura, 1998; Gibson & Paffenhöfer, 2002).

Todas las especies de salpas y de pirosómidos encontradas en este estudio se consideran especies con distribución circunglobal en regiones tropicales y templadas (Van Soest, 1975b, 1998). Van Soest (1975a) señalan que *Thalia democratica*, siempre se encuentra con otras especies del mismo género, especialmente en el Pacífico Oriental (ver Apéndice IV), sin embargo, el presente estudio solo reporta esta especie para el género. Una de las dos variedades de la especie, solo se encuentra en la región del Indopacífico, sin embargo este estudio no diferenció entre ambas variedades.

Veinticuatro especies de salpas han sido reportadas para el Pacífico Oriental Tropical (Van Soest, 1998). Estudios realizados en la región han encontrado una mayor o menor número de especies; esto parece estar relacionado con la metodología empleada en las recolectas. Esnal (1976), analizó las muestras recolectadas por el proyecto EASTROPAC, el cual consistió en siete expediciones de dos meses de duración realizadas a lo largo de un año, donde abarcó el Pacífico Tropical Oriental en casi toda su área, hasta una profundidad de 200 m y reportó la presencia de 23 especies de salpas. Estudios posteriores reportaron 19 especies en el Pacífico Tropical Noreste (Hereu *et al.*, 2010) y 5 especies en la región de Panamá, (Sutherland & Madin, 2010). Ambos análisis abarcaron escalas espaciales y/o temporales mayores al del presente estudio el cual solo abarcó los mares territoriales costarricenses, contó con pocos sitios de recolecta a poca profundidad ( $\leq 100$  m) y analizó material que no fue recolectado sistemáticamente, lo cual explica la poca cantidad de especies encontradas.

Los estudios previos relacionados a las apendicularias del Pacífico Oriental se ha enfocado principalmente en regiones subtropicales y han utilizado metodologías diferentes a las empleadas en el presente estudio. Tokioka (1957), recolectó muestras en intervalos de profundidad de 100 a 600 m y describió las especies *Sinisteroffia scrippsi* y *Fritillaria taeniogona*, además reportó la presencia de *Fritillaria aequatorialis* y *Tectillaria fertilis*. En revisiones posteriores empleando las mismas muestras, se reportó la presencia de *Megalocercus abyssorum*, *Folia gracilis*, *Fritillaria aberrans*, se describió la especie *F. pacifica* y se reasignó al género *Tectillaria* la especie *F. taeniogona* (Tokioka, 1958). Las muestras analizadas en el presente estudio abarcaron un menor rango de profundidades y

no presenta las apendicularias anteriormente mencionadas, ya que la identidad de las especies cambia según la profundidad de muestreo (Fenaux *et al.*, 1998).

Estudios posteriores realizados con una metodología similar a la empleada en este estudio, reportan 9 especies distribuidas en los géneros, *Stegosoma* y *Oikopleura*, en la costa de Perú a una profundidad de de 0-15 m (Fenaux, 1968). Otro análisis realizado frente a las costas de California registra 23 especies de las cuales *Oikopleura gracilis*, *O. parva*, y diez especies del género *Fritillaria* son registros nuevos para la región (Fenaux & Dallot, 1980). De esas 23 especies, 15 fueron reportadas además en la costa de Chile (Aravena & Palma, 2002) Estos análisis, al igual que este estudio, sólo analizaron muestras recolectadas a profundidades menores a 140 m, por lo tanto reportan muchas de las especies encontradas en Costa Rica. Las diferencias en estas listas de especies con la realizada en este estudio se pueden atribuir a diferencias latitudinales y el tamaño de poro empleado en las redes de plancton (Fenaux *et al.*, 1998). El hecho de que este sea el primer registro para el Pacífico Tropical Oriental de *Appendicularia sicula*, se puede deber a que esta especie es muy pequeña ( $\leq 100 \mu\text{m}$ ), y si no se usa la red adecuada no es capturada en los arrastres de plancton y por lo tanto es excluida de los análisis (Fenaux *et al.*, 1998).

Fenaux *et al.* (1998) realizó una revisión bibliográfica y reporta 43 especies de apendicularias para la cuenca del Océano Pacífico, aunque en estudios previos se observa que hay ciertas diferencias en la composición de la fauna de apendicularias en el Pacífico Oriental y Occidental. Las especies *Pelagopleura verticalis* y *Fritillaria charybdae* han sido reportadas previamente en el Pacífico Occidental (Tokioaka 1955) y en el Pacífico Oriental por Fenaux & Dallot (1980) y en el presente estudio, lo cual sugiere que existe una gran conectividad de las comunidad planctónica en estas regiones pelágicas.

## 6.2 Mares Interamericanos:

Hereu & Suárez-Morales (2012) realizaron una lista de especies y una clave dicotómica de salpas basados en recolectas realizadas en el Mar Caribe durante dos cruceros efectuados en Marzo del 2006 y Enero del 2007 en un rango de profundidad entre 0 y 94 m, además de revisar la literatura existente de reportes previos de salpas para el Caribe, y concluyen que en dicha región se encuentran 18 especies de salpas. Van Soest (1981) reportó a *Pyrosoma atlanticum* en la región de Florida y las Bahamas, además de *Pyrostremma agassizi* en el mar Caribe. No se conocen estudios detallados de doliolidos para los mares interamericanos

En comparación con el número de especies encontradas en el Pacífico costarricense, en las muestras estudiadas del mar Caribe solo se encontraron tres especies de apendicularias (*Oikopleura longicauda*, *Fritillaria haplostoma* y *F. formica*) y una de doliolidos (*Doliolum nationalis*), las mismas reportadas por Carrillo (2012), e indica que en el sistema arrecifal de Cahuita las apendicularias son uno de los grupos más abundantes del holozooplancton. En la región de Bocas del Toro, se ha encontrado además la especie *O. fusiformis* (obs. pers.). Estudios más detallados en la misma región incluyen los de Castellanos *et al.*, (1994) donde se realizaron recolectas superficiales de zooplancton mensuales y bimensuales en las bahías de Ascensión y Chetumal, respectivamente. En ese estudio se reportaron diez especies de apendicularias, en la Bahía de Ascensión, siendo *O. longicauda*, *O. dioica* y *O. rufescens* fueron las más abundantes, mientras en la bahía de Chetumal

solo se encontró *O. dioica*. Los autores señalan que la presencia de *O. dioica* en ambos ambientes se debe a su amplia tolerancia a varios ámbitos de salinidad (Esnal 1972) y la bahía de Chetumal se caracteriza por presentar amplias variaciones de salinidad. Castellanos-Osorio (2003) realizó una revisión de las especies de apendicularias reportadas para el Golfo de México y el Mar Caribe Mexicano, a lo largo de 40 años de información generada en dichas áreas. El autor reporta la presencia de 24 especies y siete géneros de apendicularias para esas regiones. Este estudio solo analizó muestras de sistemas costeros arrecifales en el Caribe durante muestreos muy esporádicos, lo cual explica las pocas especies encontradas.

### 6.3 Conclusiones

Este estudio presenta los primeros registros de las especies *Doliolum denticulatum*, *D. nationalis* y *Dolioletta gegenbauri* para el Pacífico Tropical Oriental, y un nuevo registro de *Doliolina undulata* para Costa Rica. Además, presenta los primeros reportes de los tres órdenes de Thaliacea para el Pacífico costarricense, y un nuevo registro de *Pyrostremma spinosum* para el Pacífico Tropical Oriental, al igual que los primeros registros de la región para las apendicularias *Appendicularia sícula*, *Fritillaria charybdae*, *F. pacifica*, *F. tenella* y *Pelagopleura verticalis*. El resto de las especies encontradas han sido reportadas en estudios previos realizados en el Pacífico Oriental Tropical y los Mares Interamericanos, lo cual justifica la delimitación de dichas zonas biogeográficas.

Las especies reportadas en este estudio son las mismas que las reportadas por otros autores en regiones aledañas al Pacífico costarricense, lo cual sugiere que la delimitación del Pacífico Oriental Tropical como una región biogeográfica es válida para estos organismos, sin embargo, las especies encontradas solo representan un 24% de las posibles especies que pueden estar presentes en aguas costarricenses. Al utilizar escalas espaciales y temporales mayores en futuros esfuerzos de recolecta, así como tomar muestras a profundidades mayores y con diferentes equipos, el número de especies puede incrementar, especialmente en el Caribe costarricense, donde la información generada en este estudio es escasa debido a las limitaciones en el muestreo.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Allredge, A.L. 1976. Discarded appendicularian houses as source of food, surface habitats, and particulate organic matter in planktonic environments. *Limnology and Oceanography* 21(1): 14-23.
- Allredge, A.L. & L.P. Madin. 1982. Pelagic tunicates. Unique herbivores in the marine plankton. *Bioscience* 32: 655-663.
- Andersen, V. 1998. Salp and pyrosomid blooms and their importance in biogeochemical cycles. En: Bone, Q. (Ed.). *The Biology of Pelagic Tunicates*. Oxford University Press, New York Pp. 125-138.
- Aravena, G. & S. Palma. 2002. Taxonomic identification of appendicularians collected in the epipelagic waters off northern Chile (Tunicata, Appendicularia). *Revista Chilena de Historia Natural* 75(2): 307-325.
- Bhavanarayana, P. V. & P.N. Ganapati. 1972. Distribution of pelagic tunicates in the western part of the Bay of Bengal. *Proceedings of the Indian Academy of Sciences, Section B* 75(1): 1-14.
- Boero, F., J. Bouillon, C. Gravili, M. Miglietta, T. Parsons & S. Piraino. 8. Gelatinous plankton: irregularities rule the world (sometimes). *Marine Ecology Progress Series* 356: 299-310.
- Brusca, R & G. Brusca. 2005. *Invertebrados, Segunda edición*. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U. España 1005 pp.
- Carrillo, A. 2012. Diversidad, abundancia, composición y biomasa del zooplancton de la zona arrecifal del Parque Nacional Cahuita, Limón ¿Cuál es la disponibilidad de larvas de invertebrados bénticos 25 años después? Tesis de Licenciatura en Biología con énfasis en Zoología. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Castellanos, I. 2003. Appendicularians (Tunicata) of Banco Chinchorro, Caribbean Sea. *Bulletin of Marine Science* 73: 133-140
- Castellanos, I., A. Morales-Ramírez & E. Suárez-Morales. 2009. Appendicularians (Urochordata). En: Wehrmann, I.S. & J. Cortés (Eds.) *Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America*. Springer Science -Business Media, Alemania Pp. 445-452.
- Castellanos, I., R. Hernández, A. Morales-Ramírez & M. Corrales-Ugalde. 2012. Apendicularias (Urochordata) y Quetognatos (Chaetognatha) del Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 60(3): 243-255.

- Cortés, J. 2009. Other Taxonomic Groups (Fungi, Kinorhynch, Invertebrate Chordates) En: Wehrtmann, I.S. & J. Cortés (Eds.) Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America. Springer Science -Business Media, Alemania Pp. 497-500.
- Davoll, P.J. & M.J. Youngbluth. 1990. Heterotrophic activity on appendicularian (Tunicata: Appendicularia) houses in mesopelagic regions and their potential contribution on particle flux. *Deep-Sea Research* 37: 285-294.
- Deibel, D. 1982. Laboratory measured grazing and ingestion rates of the salp, *Thalia democratica* Forskal, and the doliolid, *Dolioletta gegenbauri* Uljanin (Tunicata, Thaliacea). *Journal of Plankton Research* 4: 189-201.
- Deibel, D. 1985. Blooms of the pelagic tunicate *Dolioletta gegenbauri*: Are they associated with gulf Stream frontal eddies?. *Journal of Plankton Research* 43: 211-236
- Deibel, D. 1998. Feeding and metabolism of Appendicularia. En: Bone, Q. (Ed.). *The Biology of Pelagic Tunicates*. Oxford University Press New York Pp. 139-150.
- Deibel, D. & G. Paffenhofer. 2009. Predictability of patches of neritic salps and doliolids (Tunicata, Thaliacea). *Journal of Plankton Research* 31(12): 1571-1579
- Deibel, D. & J.T. Turner. 1985. Zooplankton feeding ecology: contents of faecal pellets of the appendicularian *Oikopleura vanhoeffeni* *Marine Ecology Progress Series* 39: 81-85.
- Esnal, G. 1976. Los sálpidos (Tunicata, Thaliacea) de la expedición EASTROPAC. *Physis*, Buenos Aires, sección A 35: 169-1823
- Esnal, G. 1996. Thaliacea y Appendicularia. En: Gasca, R. & E. Suárez. *Introducción al Estudio del Zooplankton Marino*. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)/CONACYT. México 711 pp.
- Esnal, G. 1999a. Appendicularia. En: Boltovskoy, D. (Ed.), *South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden Pp. 1375-1400
- Esnal, G. 1999b. Pyrosomatida. En: Boltovskoy, D. (Ed.), *South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden Pp. 1401-1408.
- Esnal, G. & M.C. Daponte. 1999a. Doliolida. En: Boltovskoy, D. (Ed.), *South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden Pp. 1409-1422.
- Esnal, G. & M.C. Daponte. 1999b. Salpida. En: Boltovskoy, D. (Ed.), *South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden Pp. 1423-1444.
- Fenaux, R. 1968. Algunas apendicularias de la costa peruana. *Boletín del Instituto del Mar de Perú* 1(9): 536-552.

- Fenaux, R. 1998a. Anatomy and functional morphology of the Appendicularia. En: Bone, Q. (Ed.). The Biology of Pelagic Tunicates. Oxford University Press New York. Pp. 25-34.
- Fenaux, R. 1998b. The classification of Appendicularia. En: Bone, Q. (Ed.). The Biology of Pelagic Tunicates. Oxford University Press. New York Pp. 295-306.
- Fenaux, R., Q. Bone & D. Deibel. 1998e. Appendicularian distribution and zoogeography En: Bone, Q. (Ed.). The Biology of Pelagic Tunicates. Oxford University Press. New York Pp. 295-306.
- Fenaux, R. & S. Dallot. 1980. Répartition des apendiculaires au large des côtes de Californie. Journal of Plankton Research 2(2): 145-167.
- Fernández, D., A. López-Urrutia, A. Fernández, J. L. Acuña & R. Harris. 2004. Retention efficiency of 0.2 to 6  $\mu\text{m}$  particles by the appendicularians *Oikopleura dioica* and *Fritillaria borealis*. Marine Ecology Progress Series 266: 89-101.
- Flood, P.R. & D. Deibel. 1998. The appendicularian house . En: Bone, Q. (Ed.). The Biology of Pelagic Tunicates. Oxford University Press. New York Pp. 105-124.
- Morales, A. 2008. Caracterización cualitativa del zooplancton del Área de Conservación Marina Isla del Coco (ACMIC), Océano Pacífico de Costa Rica. Revista de Biología Tropical 56(2): 159-169.
- Harbison, G.R. 1998. The parasites and predators of Thaliacea. En: Bone, Q. (Ed.). The Biology of Pelagic Tunicates. Oxford University Press. New York Pp. 161-170.
- Hereu, C., B. Lavaniegos, & R. Goericke. 2010. Grazing impact of salp (Tunicata, Thaliacea) assemblages in the eastern tropical North Pacific. Journal of Plankton Research 32(6): 1-20
- Gibson, D. & G.A. Paffenhöfer. 2002. Asexual reproduction of the doliolid, *Dolioletta gegenbauri* Uljanin (Tunicata, Thaliacea) Journal of Plankton Research. 24(7): 703-712
- Godeaux, J. 1998a. On the anatomical structure of the trophozoid of *Doliolum denticulatum*. Marine Biology 131(1): 41-44.
- Godeaux, J. 1998b. The genus *Doliolina*. Journal of Plankton Research 20(2): 1757-1766.
- Godeaux, J. 1998c. The relationships and systematic of the Thaliacea, with keys for identification. En: Bone, Q. (Ed.). The Biology of Pelagic Tunicates. Oxford University Press. New York Pp. 273-294.
- Godeaux, J., Q. Bone & J.C. Braconnot. 1998. Anatomy of Thaliacea. En: Bone, Q. (Ed.). The Biology of Pelagic Tunicates. Oxford University Press. New York Pp. 1-34.

- Gorski, G. & R. Fenaux. 1998. The role of Appendicularia in marine food webs. En: Bone, Q. (Ed.). *The Biology of Pelagic Tunicates*. Oxford University Press. New York Pp. 161-170.
- Holland, L.Z. 1992. The phylogenetic significance of tunicate sperm morphology. 6<sup>th</sup> International Congress on Spermatology, Raven Press, Siena Pp. 961-965
- Iseki, K. 1981. Particulate organic matter transport to the deep sea by salp fecal pellets. *Marine Ecology Progress Series* 5: 55-60.
- Jamieson, B.G.M. 1991. *Fish evolution and systematics: evidence from spermatozoa*. Cambridge University Press, Cambridge, New York 334 pp.
- Kim, S., J. H. Won & C. B. Kim. 2012. Taxonomic Study of Genus *Cyclosalpa* (Thaliacea: Salpida: Salpidae) from Korea. *Animal Systematics, Evolution and Diversity* 28(4): 261-268.
- López-Urrutia, A., R.P. Harris, J.L. Acuña, U. Bämstedt, P. R. Flood, H. J. Fyhn, B. Gasser, G. Gorsky, X. Irigoien & M. Martinussen. 2005. A comparison of appendicularian seasonal cycles in four distinct European Coastal environments. En: Gorsky, G., M.J. Youngbluth, & D. Deibel, (Eds.), *Response of Marine Ecosystems to Global Change—Ecological Impact of Appendicularians*. Contemporary Publishing International, Paris Pp. 255–276. No citado
- Madin, D. 1974. Field observations on the feeding behavior of salps (Tunicata, Thalacea). *Marine Biology* 25: 143-147.
- Madin, L.P. & D. Deibel. 1998. Feeding and energetic of Thalacea . En: Bone, Q. (Ed.). *The Biology of Pelagic Tunicates*. Oxford University Press New York. Pp. 81-104.
- Matsueda, H., N. Handa, I. Inoue & H. Takano. 1986. Ecological significance of salp fecal pellets collected by sediment traps in the eastern North Pacific. *Marine Biology* 91: 421-431.
- Menard, F., J.M. Fromentin, J. Goy & S. Dallot. 1997. Temporal fluctuations of doliolid abundance in the Bay of Villefranche sur-Mer (Northwestern Mediterranean Sea) from 1967 to 1990. *Oceanologica Acta* 20(5): 733-742
- Morales-Ramírez, A. 2008. Caracterización cualitativa del zooplancton del Área de Conservación Marina Isla del Coco (ACMIC), Océano Pacífico de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 56(2): 159-169.
- Nakamura, Y. 1998. Blooms of tunicates *Oikopleura* spp. and *Dolioletta gegenbauri* in the Seto Inland Sea, Japan, during summer. *Hydrobiologia* 385: 183-192

- Stach, T. & J.M. Turbeville. 2002. Phylogeny of Tunicata inferred from molecular and morphological characters. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 25: 408-428
- Stach, T. & J.M. Turbeville. 2005. The role of appendicularians in chordate evolution- a phylogenetic analysis of molecular and morphological characters, with remarks on “neoteny-scenarios”. En: Gorsky, G., Youngbluth, M.J. & D. Deibel, (Eds.), *Response of Marine Ecosystems to Global Change—Ecological Impact of Appendicularians*. Contemporary Publishing International, Paris Pp. 255–276.
- Stachowicz, J., J. Terwin, R. Whitlatch & R. Osman. 2002. Linking climate change and biological invasions: Ocean warming facilitates nonindigenous species invasions. *Proceedings of the National Academy of Science* 99(24): 15497-15500.
- Sutherland, K., & Madin, L. (2010). Comparative jet wake structure and swimming performance of salps. *The Journal of Experimental Biology* 213(17): 2967–2975
- Swalla, B.J., C.B. Cameron, L.S. Corley & J.R. Garey. 2000. Urochordates are monophyletic within the deuterostomes. *Systematic Biology* 49(1): 52-64
- Tebeau, C.M. & L.P. Madin. 1994. Grazing rates for three life history stages of the doliolid *Dolioletta gegenbauri* Uljanin (Tunicata, Thaliacea). *Journal of Plankton Research* 16: 1075-1081.
- Tokioka, T. 1951. Pelagic tunicates and chaetognaths collected during the cruises to the new Yamato Bank in the Sea of Japan. *Publications of the Seto Marine Biological Laboratory* 2(1): 1-25
- Tokioka, T. 1955. General considerations on Japanese appendicularian fauna. *Publications of the Seto Marine Biological Laboratory* 4(2-3): 251 261
- Tokioka, T. 1958. Further notes of some appendicularians from the Eastern Pacific. *Publications of the Seto Marine Biological Laboratory* 7(1): 1-17
- Tokioka T, & L. Berner. 1958a. On certain Thaliacea (Tunicata) from the Pacific Ocean, with descriptions of two new species of Doliolids. *Pacific Science* 12(4): 317-326.
- Tokioka, T. & L. Berner. 1958b. Two new Doliolids from the eastern Pacific Ocean. *Pacific Science* 12(2): 135-138
- Van Soest, R. 1973. The genus *Thalia* Blumenbach, 1798 (Tunicata, Thaliacea) with the description of two new species *Beaufortia*. 20(271): 193-212
- Van Soest, R. 1974a. Juvenile colonies of the genus *Pyrostremma* Garstang, 1929 (Tunicata, Thaliacea). *Bulletin Zoologisch Museum Universiteit van Amsterdam* 4(4): 23-31

- Van Soest, R. 1974b. A revision of the genera *Salpa* Forskal, 1775, *Pegea* Savigny, 1816 and *Ritteriella* Metcalf, 1919 (Tunicata, Thaliacea). *Beaufortia* 22(293): 153-191
- Van Soest, R. 1975a. Observations on taxonomy and distribution of some salps (Tunicata, Thaliacea), with descriptions of three new species. *Beaufortia* 23(302): 105-129
- Van Soest, R. 1975b. Zoogeography and speciation in the Salpidae. *Beaufortia* 23(307): 181-215
- Van Soest, R. 1979. Revised classification of the order Pyrosomatida (Tunicata, Thaliacea), with the description of a new genus 5(11):197-217
- Van Soest, R. 1981. A monograph of the Order Pyrosomatida. *Journal of Plankton Research* 3(4): 603-631
- Van Soest, R.W.M. 1998. The cladistic biogeography of salps and pyrosomas. En: Bone, Q. (Ed.). *The Biology of Pelagic Tunicates* Oxford University Press. New York. pp. 231-250.
- Wada, W., Makabe, M. Nakautchi & N. Satoh. 1992. Phylogenetic relationships between solitary and colonial ascidians, as inferred from sequence of the central region of their respective 18S rDNA. *The Biological Bulletin* 183: 448-455.
- WoRMS Editorial Board. 2014. World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accesado: 2014-08-18
- Yount J. L. 1954. The taxonomy of the Salpidae (Tunicata) of the Central Pacific Ocean. *Pacific Science* 8(3): 276-330.
- Yount, J.L. 1958. Distribution and ecologic aspects of central Pacific Salpidae (Tunicata). *Pacific Science* 12(2): 111-130.
- Zwally, H.J. 1991. Breakup of Antarctic ice. *Nature* 350: 274.

**Apéndice I.** Clave dicotómica para la identificación de los órdenes de taliaceos reportados para las regiones de los mares interamericanos (MI) y el Pacífico Este Tropical (PET).

1a. Organismo forma colonias permanentes de ascidiozoides que se encuentran adheridos a una túnica común, en la cual el extremo anterior está cerrado y el posterior presenta un ósculo. Fase del oozoide reducida a un estadio blastogénico. . . . . Orden Pyrosomatida . . . (Apéndice 6.2)

1b. Organismos presentan en su ciclo de vida diferentes zooides, los cuales representan la alternancia de fases reproductivas entre asexual y sexual, presencia de bandas musculares transversales a través del cuerpo . . . . .(2)

2a. De ocho a nueve bandas musculares paralelas entre sí, (cuando están presentes), septo branquial con numerosas hendiduras branquiales o estigmas . . . . . Orden Doliolida . . .(Apéndice 6.3)

2b. Número de bandas musculares variables, estas pueden estar fusionadas o no, completas o incompletas, presencia de bandas musculares accesorias, transversales o longitudinales, presencia de barra branquial. . . . . Orden Salpida . . . (Apéndice 6.4)

**Apéndice II.** Clave dicotómica para la identificación de las especies del orden Pyrosomatida reportados para las regiones de los mares interamericanos (MI) y el Pacífico Este Tropical (PET).

- 1a. Colonia con superficie lisa . . . . . Género *Pyrosomella*. . . (2)
- 1b. Colonia con denticulaciones o proyecciones cortas o largas. . . . . (3)
- 2a. Longitud del sifón exhalante del ascidiozoide menor a un tercio de la longitud del cesto branquial . . . . . *Pyrosomella verticillata*, PET
- 2b. Sifón exhalante mas largo que el cesto branquial. . . . . *Pyrosomella operculata*, PET
- 3a. Proyecciones externas de la túnica en forma de triángulos bajos y ubicadas en posición ventral respecto al sifón inhalante. . . . . Género *Pyrostremma*. . . (4)
- 3b. Prolongaciones externas de la túnica contienen los sifones orales, colonia cilíndrica, sifón inhalante más angosto que el cesto branquial . . . . . *Pyrosoma .atlanticum* MI, PEO
- 4a. Túnica frágil y transparente, ascidiozoide más alto que largo, endostilo cóncavo hacia la parte anterior de la colonia, sifón exhalante más corto que el cesto branquial. . . . . *Pyrostremma agassizi* MI, PET
- 4b. Túnica gruesa y opaca, ascidiozoide más largo que alto, endostilo recto, sifón exhalante con longitud similar al cesto branquial. . . . . *Pyrostremma spinosum* PET

**Apéndice III.** Clave dicotómica para la identificación de los géneros y especies del orden Doliolida reportados para las regiones de los mares interamericanos (MI) y el Pacífico Este Tropical (PET). La determinación de las especies solo se puede realizar en los forozoides y gonozoides.

- 1a. Bandas musculares reducidas, presencia de apéndice ventral de fijación. . . . Trofozoides . . .(4)
- 1b. Bandas musculares claramente visibles, organismos en forma de barril . . . . . 2
- 2a. Ausencia de órganos internos en organismos totalmente desarrollados . . . . . Nodrizas . . .(6)
- 2b. Presencia de órganos internos. . . . .(3)
- 3a. Nueve bandas musculares, cuatro pares de hendiduras branquiales . . . . .Oozoides (8)
- 3b. Ocho bandas musculares, más de cuatro pares de hendiduras branquiales. . . . . Forozoides y Gonozoides (10)
- 4a. Parte posterior del endostilo se encuentra al mismo nivel que la curva del tracto digestivo . . . . . Género *Doliolina*
- 4b. Parte posterior del endostilo se encuentra al mismo nivel que el estómago. . . . .5
- 5a. Dos proyecciones de la túnica a los lados del apéndice ventral de fijación, hasta 40 hendiduras branquiales . . . . .Género *Dolioletta*
- 5b. Apéndice ventral de fijación sin proyecciones de la túnica, hasta 13 hendiduras branquiales. . . . . Género *Doliolum*
- 6a. M II al M VIII fusionados en una banda continua de músculos, longitud hasta 2 mm . . . . . Género *Doliolum*
- 6b. Bandas musculares diferenciadas entre sí. . . . .7
- 7a. M III más ancho o igual de ancho que el M IV, estatocisto siempre presente, longitud hasta 40 mm . . . . . Género *Dolioletta*
- 7b. M III más angosto que el M IV, o todas las bandas musculares angostas, estatocisto muchas veces ausente . . . . . Género *Doliolina*
- 8a. Intestino con curvaturas notables, las cuales hacen que tenga una apariencia de U o S. . . . . Género *Doliolina*
- 8b. Intestino alargado longitudinalmente. . . . . 9
- 9a. Endostilo se extiende del M II al M V. . . . . Género *Doliolum*
- 9b. Endostilo se extiende del M III al M V. . . . .Género *Dolioletta*
- 10a. Bandas musculares completas. . . . . 11

- 10b. Al menos una banda muscular incompleta. . . . .16
- 11a. Intestino con forma de U o S debido a una vuelta que dirige el ano hacia arriba. . . . . grupo *Doliolina perfecta* . . . 12
- 11b. Intestino con otra forma. . . . .13
- 12a. Septo branquial con una curvatura marcada, se origina dorsalmente del M IV, se extiende posteriormente hasta la región media del M VII, y se inserta ventralmente en el M V, endostilo se extiende del M II-IV . . . . . *Doliolina intermedia* PET
- 12b. Septo branquial con poca curvatura, ubicado entre el M V y VI, endostilo se extiende del M III-V . . . . . *Doliolina mülleri* PET
- 13a. Intestino arqueado hacia el lado derecho del sifón atrial . . . . . Género *Doliolum* . . . 14
- 13b. Intestino presenta una vuelta cerrada. . . . . Género *Dolioletta* . . . 15
- 14a. Inserción ventral del septo branquial en el M V . . . . . *Doliolum nationalis* PET, MI
- 14b. Inserción ventral del septo branquial en el M III. . . . . *Doliolum denticulatum* PET
- 15a. Inserción ventral del septo branquial más cerca del M V que del IV o encima del M V . . . . . *Dolioletta gegenbauri* var. *gegenbauri* PET
- 15b. Inserción ventral del septo branquial en la mitad de la distancia entre el M IV-V, o más cerca del M IV . . . . . *Dolioletta gegenbauri* var. *Tritonis* PET
- 16a. M V- VI fusionados dorsalmente, forman un par de arcos dorsales, M VI-VII incompletos ventralmente. Banda muscular longitudinal ventral une los M III-IV. . . . . *Doliopsoides horizonsi* PET
- 16b. M VII interrumpido ventralmente . . . . . grupo *Doliolina imperfecta* . . . 17
- 17a. Septo branquial sin curvas, inserción del septo en el M VI dorsalmente y en el MV ventralmente . . . . . *Doliolina separata* PET
- 17b. Septo branquial con una curva en la parte media que llega hasta el M VI . . . . . 18
- 18a. Inserción dorsal del septo branquial en el M V, células pigmentadas rojas sobre el intestino. . . . . *Doliolina obscura* PET
- 18b. Inserción dorsal del septo branquial entre el M IV y V, sin células pigmentadas sobre el intestino. . . . . *Doliolina undulata* PET

**Apéndice IV.** Clave dicotómica para la identificación de las especies del orden Salpida reportadas para las regiones de los mares interamericanos (MI) y el Pacífico Este Tropical (PET). Debido a que el oozoide de *Cyclosalpa strongylenteron* no se conoce, dicho estadio se omite de la clave

- 1a. Organismos forman colonias, presentan gónadas, huevos y/o embriones, estolón ausente. . . . .  
 . . . . . blastozoides. . . (2)
- 1b. Organismos solitarios, presentan estolón en posición ventral o posterior . . . . . oozoides . . . (28)
- 2a. Tracto digestivo forma un tubo alargado con un aro, máximo cuatro bandas musculares, pedúnculo ventral presente . . . . . Cyclosalpinae, género *Cyclosalpa* . . . (3)
- 2b. Tracto digestivo forma un núcleo en el cual todas sus partes están muy juntas, usualmente más de cuatro bandas musculares, sin pedúnculo ventral. . . . . Salpinae. . . (11)
- 3a. Tracto digestivo se extiende longitudinalmente debajo del endostilo, ano cerca del pedúnculo ventral . . . . . (4)
- 3b. Tracto digestivo forma un aro suelto, ano cerca de la inserción ventral de la barra branquial . . (6)
- 4a. Dos pares de órganos de luz, uno entre M II-III y otro entre M III-IV, tubérculo dorsal fuertemente plegado, pedúnculo ventral más corto que la longitud del cuerpo . . . . .  
 . . . . . *Cyclosalpa quadriluminis* PET
- 4b. Un par de órganos de luz entre M II y M III, tubérculo dorsal poco plegado, pedúnculo ventral de igual longitud o más largo que el cuerpo. . . . . 5
- 5a. Tubérculo dorsal en forma de C, número total de fibras musculares 14-19 . . . . .  
 . . . . . *Cyclosalpa sewelli* PET
- 5b. Tubérculo dorsal en forma de ε, número total de fibras musculares 20-29. . . . .  
 . . . . . *Cyclosalpa polae* PET, MI
- 6a. Con un par órganos de luz entre el M II y III, músculo intermedio separado del M I dorsalmente . . . . .  
 . . . . . *Cyclosalpa danae* PET
- 6b. Sin órganos de luz. . . . . 7
- 7a. Músculos del cuerpo asimétricos. . . . . 8
- 7b. Músculos del cuerpo simétricos. . . . . 9
- 8a. Tubérculo dorsal en una forma de C muy cóncava, número total de fibras musculares del M I al M IV de 22 a 29. Los M I-II están fusionados dorsalmente y se separan lateralmente en el lado derecho o izquierdo. . . . . *Cyclosalpa bakeri* PET, MI

- 8b. Tubérculo dorsal en forma de C poco cóncava, número total de fibras musculares del M I al M IV de 18 a 6. Los M I-II están fusionados totalmente. . . . . *Cyclosalpa foxtoni* PET
- 9a. Músculos del cuerpo sin fusionar en la región dorsal y paralelos entre sí. . . . . *Cyclosalpa affinis* PET, MI
- 9b. Al menos algunos músculos del cuerpo fusionados en la región dorsal. . . . . 10
- 10a. M I-II fusionadas solamente en la región dorsal y media ventral, M III y IV paralelos entre sí. . . . . *Cyclosalpa strongylenteron* PET
- 10b. M I-II totalmente fusionados de tal forma que solo parecen una banda muscular, M III-IV fusionados dorsalmente y aproximándose a los M I-II. . . . . *Cyclosalpa floridana* PET, MI
- 11a. Cuatro músculos del cuerpo. . . . . 12
- 11b. Más de cuatro músculos del cuerpo. . . . . 14
- 12a Músculos del cuerpo completos y fusionados en la región media dorsal y ventral, zooides asimétricos . . . . . *Brooksia rostrata* PET, MI
- 12b. Músculos del cuerpo limitados a la región dorsal y dispuestos en dos grupos: M I-II y III-IV. . . . . 13
- 13a. M I-II fusionados, M III-IV fusionados o acercándose en la región media dorsal, sin proyecciones posteriores de la túnica . . . . . *Pegea confoederata* PET, MI
- 13b. M I-II fusionados al igual que M III-IV fusionados, núcleo digestivo protuberante en la parte posterior y ubicado entre dos procesos posteriores largos. . . . . *Traustedtia multitentaculata* PET, MI
- 14a. Cinco músculos del cuerpo . . . . . 15
- 14b. Seis músculos del cuerpo. . . . . 22
- 15a. Músculos del cuerpo paralelos o acercándose dorsalmente . . . . . 16
- 15b. Músculos del cuerpo fusionados o en contacto dorsalmente . . . . . 17
- 16a. Músculos del cuerpo anchos y paralelos entre sí. M I abierto dorsalmente, todos interrumpidos ventralmente . . . . . *Soestia zonaria* PET, MI
- 16b. Músculos del cuerpo angostos e interrumpidos ventralmente, M I- IV interrumpidos dorsalmente. M I-III se acercan en la región media dorsal . . . . . *Thetys vagina* PET, MI
- 17a. Músculos del cuerpo fusionados de otra forma y presentando una marcada asimetría. Músculos del cuerpo incompletos ventralmente, M I-II (a veces III) fusionados dorsalmente. . . . . *Ihlea punctata* PET, MI
- 17b. Músculos del cuerpo fusionados en dos grupos, M I-III y M IV-V. . . . . 18

- 18a. Los dos grupos de músculos se acercan o fusionan en la parte media dorsal. . . . . *Iasis cylindrica* PET, MI  
 . . . . .
- 18b. Los dos grupos de músculos se encuentran separados en la región media dorsal. . . . . Género *Thalia* . . . 19  
 . . . . .
- 19a. Túnica con papilas y con forma prismática, crestas equinadas agudas. . . . . *Thalia rhomboides* PET  
 . . . . .
- 19b. Túnica lisa, sin papilas. . . . . 20
- 20a. Parte posterior de la túnica redondeada. . . . . *Thalia cicar* MI
- 20b. Parte posterior de la túnica puntiaguda, de forma pentagonal . . . . . 21
- 21a. Núcleo digestivo forma una proyección posterior, órganos de adherencia anteriores no se proyectan más allá de la túnica. . . . . *Thalia democratica* PET, MI
- 21b. Sin proyección posterior, órganos de adherencia anteriores se proyectan afuera de la túnica . . .  
 . . . . . *Thalia orientalis* PET, MI
- 22a. M I-II se aproximan o se fusionan dorsalmente, todos los músculos del cuerpo incompletos  
 ventralmente . . . . . *Metcalfina hexagona* PET, MI
- 22b. Tres grupos de músculos fusionados, M I-II, III-IV y V-VI. . . . . 23
- 23a. M I-II fusionados a través de toda la región dorsal. . . . . Género *Ritteriella*. . . 24
- 23b. M I-II fusionados solo en la región media dorsal. . . . . Género *Salpa*. . . 25
- 24a. M I con 5-7 fibras musculares, M V y VI ampliamente separados en las regiones laterales. . . .  
 . . . . . *Ritteriella amboinensis* PET
- 24b. M I con 12 fibras musculares, M V y VI cercanos en las regiones laterales. . . . .  
 . . . . . *Ritteriella retracta* PET, MI
- 25a. M IV-V fusionados lateralmente, túnica lisa. . . . . *Salpa fusiformis* PET, MI
- 25b. M IV-V se acercan lateralmente pero no se fusionan. . . . . 26
- 26a. M I-II y III-IV fusionados, M II y III se juntan en la línea media dorsal, túnica lisa . . . . .  
 . . . . . *Salpa maxima* PET, MI
- 26b. M I-IV fusionados en la región media dorsal. . . . . 27
- 27a. Proyección anterior y posterior con espinas, la posterior presenta un ápice bifido . . . . .  
 . . . . . *Salpa aspera* PET, MI
- 27b. Proyección posterior con espinas y con ápice puntiagudo. . . . . *Salpa younti* PET, MI

- 28a. Tracto digestivo forma un tubo alargado sobre la barra branquial, ano anterior, órganos de luz usualmente presentes, siete músculos del cuerpo incompletos ventralmente. . . . . *Cyclosalpinx* . . . (29)
- 28b. Tracto digestivo dirigido hacia atrás, no se proyecta sobre la barra branquial, ano posterior, órganos de luz ausentes. . . . . *Salpinx*. . . (35)
- 29a. Músculo longitudinal dorsal presente. . . . . 30
- 29b. Músculo longitudinal dorsal ausente. . . . . 32
- 30a. Dos músculos longitudinales dorsales, seis pares de órganos de luz distribuidos entre los músculos del cuerpo . . . . . *Cyclosalpa bakeri* PET, MI
- 30b. Un músculo longitudinal dorsal . . . . . 31
- 31a. Músculo longitudinal dorsal fusionado de forma incompleta, número total de fibras musculares del M I-VII: 114-123. . . . . *Cyclosalpa quadriluminis* PET
- 31b. Músculo longitudinal dorsal fusionado completamente, número total de fibras musculares del M I-VII: 114-123. . . . . *Cyclosalpa polae* PET, MI
- 32a. Sin órganos de luz. . . . . *Cyclosalpa affinis* PET, MI
- 32b. Con órganos de luz. . . . . 33
- 33a. Un par de órganos de luz entre el M IV y el V, músculo intermedio incompleto ventralmente. . . . . *Cyclosalpa danae* PET
- 33b. Órganos de luz forman bandas laterales y se extienden entre varias bandas musculares. . . . . 34
- 34a. Los órganos de luz son una masa poco desarrollada entre M II y M VI, estolón espiral. . . . . *Cyclosalpa floridana* PET, MI
- 34b. Cuatro pares de órganos de luz fuertemente desarrollados y forman bandas laterales, estolón recto según la región media ventral. . . . . *Cyclosalpa sewelli* PET
- 35a. Tracto digestivo horizontal y recto hacia atrás, más de diez músculos del cuerpo. . . . . *Ritteriella retracta* PET, MI
- 35b. Tracto digestivo doblado, forma un aro compacto. . . . . 36
- 36a. Proboscis anterior larga y ventral con cuatro músculos longitudinales. siete músculos del cuerpo continuos agrupados dorsalmente (M I-III, M IV-VII) M III-IV fusionados lateralmente. . . . . *Brooksia rostrata* PET, MI
- 36b. Sin proboscis anterior. . . . . 37
- 37a. Cinco músculos del cuerpo o menos. . . . . 38

37b. Más de cinco músculos del cuerpo. . . . .	44
38a. Cuatro músculos del cuerpo limitados a la región dorsal y formando dos grupos: M I-II fusionados, M III-IV fusionados o aproximándose en la región media dorsal, musculatura del sifón atrial simple, sin fibras que se proyectan longitudinalmente . . . . . <i>Pegea confoederata</i> PET, MI	
38b. Cinco músculos del cuerpo. . . . .	39
39a. Músculos del cuerpo anchos, paralelos entre sí e incompletos dorsal y ventralmente . . . . . . . . . . <i>Soestia zonaria</i> PET, MI	
39b. Músculos del cuerpo angostos, M I-III fusionados en la región dorsal. . . . .	40
40a. Músculos del cuerpo limitados a la región dorsal, M I-III fusionados a lo largo de la región dorsal, M IV y V separados, se bifurcan lateralmente . . . . . <i>Traustedtia multitentaculata</i> PET, MI	
40b. Músculos del cuerpo completos, M I-III fusionados solo en la región media dorsal, M IV-V fusionados . . . . . <i>Género Thalia</i> . . .	41
41a. Palpos atriales simples y rectos . . . . . <i>Thalia democratica</i> PET, MI	
41b. Palpos atriales bifurcados . . . . .	42
42a. Túnica lisa, con proyecciones laterales . . . . . <i>Thalia cicar</i> MI	
42b. Túnica con papilas, proyecciones laterales presentes o ausentes. . . . .	43
43a. Con proyecciones laterales, gran cantidad de papilas, número de fibras musculares desde el músculo sifonal anterior hasta el M V: 70-110. . . . . <i>Thalia rhomboides</i> PET	
43b. Sin proyecciones laterales, con ocho crestas longitudinales denticuladas, número de fibras musculares desde el músculo sifonal anterior hasta el M V: 28-39. . . . . <i>Thalia orientalis</i> PET, MI	
44a. Músculos longitudinales en cada uno de los lados, nueve bandas musculares continuas excepto M VIII en cual está incompleto ventralmente. . . . . <i>Ihlea punctata</i> PET, MI	
44b. Sin músculos longitudinales . . . . .	45
45a. Nueve músculos del cuerpo incompletos ventralmente . . . . .	46
45b. Más de nueve músculos del cuerpo . . . . .	51
46a. Músculos del cuerpo asimétricos, los cuales comparten fibras musculares en la región dorsal. . . . . . . . . . <i>Metcalfina hexagona</i> (parte) PET	
46b. Músculos del cuerpo simétricos, no comparten fibras musculares . . . . .	47
47a. M I-IV se fusionan o se acercan en la región media dorsal. . . . . <i>Iasis cylindrica</i> PET, MI	
47b. M IV recto y separado de otros músculos del cuerpo. . . . . <i>Género Salpa</i> . . .	48

- 48a. Músculos del cuerpo paralelos en la región dorsal. . . . . *Salpa maxima* PET, MI
- 48b. Algunos músculos del cuerpo se fusionan o se acercan en la región dorsal . . . . . 49
- 49a. M VIII-IX fusionados en la región media dorsal, túnica lisa. . . . . *Salpa fusiformis* PET, MI
- 49b. M VIII-IX se acercan en la región media dorsal pero no se fusionan . . . . . 50
- 50a. M I y II se acercan en la región media dorsal, M III paralelo al M II . . . . *Salpa younti* PET, MI
- 50b. M I-III fusionados, se tocan o se acercan en la región media dorsal. . . . *Salpa aspera* PET, MI
- 51a. Hasta 16 músculos del cuerpo interrumpidos dorsal y ventralmente . . . . *Thetys vagina* PET, MI
- 51b. 13 o menos músculos del cuerpo los cuales comparten fibras musculares dorsalmente. . . . . 52
- 52a. M I-III (IV) completos . . . . . *Ritteriella amboinensis* PET
- 52b. Todos los músculos del cuerpo incompletos . . . . . *Metcalfina hexagona* (parte) PET

**Apéndice V.** Clave dicotómica para la identificación de las especies de la clase Appendicularia reportadas para las regiones de los mares interamericanos (MI) y el Pacífico Este Tropical (PET). De la familia Kowalewsiidae solo se tiene un registro para el Pacífico Este Tropical pero no se menciona la especie.

- 1a. Sin endostilo. Cavidad faríngea con dos bandas ciliadas. Tejido oikoplástico representado por una sola célula grande . . . . . Familia Kowalewsiidae, Género *Kowalewskia* . . . 2
- 1b. Con endostilo. Cavidad faríngea sin bandas ciliadas. Tejido okioplástico representado por varias células. . . . . 3
- 2a. Sin capuchón. Cola de siete a diez veces el tamaño del tronco, Un ovario esférico y un testículo ovalado. . . . . *Kowalewskia tenuis* MI
- 2b. Con capuchón. Cola de cuatro a cinco veces el tamaño del tronco, dos testículos y un ovario. . . . . *Kowalewskia oceanica* MI
- 3a. Endostilo recto. Espiráculos a cada lado del recto y ubicados al final de dos canales que conectan la cavidad faríngea con el exterior. . . . . Familia Oikopleuridae . . . 4
- 3b. Endostilo de otra forma. Espiráculos conectan la cavidad faríngea directamente con el exterior. . . . . Familia Fritillariidae . . . 21
- 4a. Tronco dorsoventralmente comprimido, boca en posición antero-dorsal. . . . . Subfamilia Bathochordaeinae . . . 5
- 4b. Tronco ovoide, lateralmente comprimido, boca en posición anterior. . . . . Subfamilia Oikopleurinae. . . 7
- 5a. Boca con un labio inferior. Tracto digestivo orientado lateralmente, espiráculos cortos. Cavidad faríngea del mismo diámetro que el esófago. . . . . *Bathochordaeus charon* PET
- 5b. Boca con cuatro labios. Tracto digestivo orientado longitudinalmente, estómago orientado ligeramente hacia la izquierda, intestino ligeramente hacia la derecha. Espiráculos alargados. . . . . Género *Mesochordaeus*. . . 6
- 6a. Espiráculos rectos. Parte distal de la cola redondeada. . . . . *Mesochordaeus bahamasi* MI
- 6b. Espiráculos cóncavos hacia la cavidad faríngea. Parte distal de la cola con una muesca marcada. . . . . *Mesochordaeus erythrocephalus* PET
- 7a. Boca sin labio inferior, rodeada de cilios sensoriales. . . . . Supergénero Alabiata . . . 8
- 7b. Boca con labio inferior. . . . . Supergénero Labiata . . . 9
- 8a. Estómago cerca de la pared izquierda del tronco . . . . . *Sinisteroffia scrippsi* PET

- 8b. Estómago ubicado en la mitad del tronco y redondo en vista lateral. Endostilo corto y ancho. . . . . *Pelagopleura verticalis* PET
- 9a. Estómago dividido en dos lóbulos laterales . . . . . Género *Oikopleura* . . . 10
- 9b. Ausencia de uno o dos lóbulos laterales. . . . . 19
- 10a. Glándulas bucales y células subcordales presentes. . . . . Subgénero *Vexillaria*. . . 11
- 10b. Glándulas bucales y células subcordales ausentes. . . . . Subgénero *Coecaria*. . . 15
- 11a. Células subcordales dispuestas en dos filas extendidos por la mayor parte de la cola. Lóbulo izquierdo con un ciego pequeño dirigido hacia atrás. . . . . *Oikopleura albicans* PET, MI
- 11b. Células subcordales dispuestas en una sola fila. . . . . 12
- 12a. De 4-8 células subcordales globulares, usualmente dispuestas en dos grupos. . . . . *Oikopleura cophocerca* PET, MI
- 12b. Células subcordales fusiformes. . . . . 13
- 13a. Cuatro células subcordales. . . . . *Oikopleura parva* MI
- 13b. Menos de cuatro células subcordales. . . . .  
.. 14
- 14a. Una célula subcordal. . . . . *Oikopleura rufescens* PET, MI
- 14b. Dos células subcordales. . . . . *Oikopleura dioica* PET, MI
- 15a. Lóbulo izquierdo del estómago sin ciego. . . . . *Oikopleura gracilis* PET, MI
- 15b. Lóbulo izquierdo del estómago con ciego digitiforme. . . . . 16
- 16a. Ciego digestivo separado del lóbulo izquierdo del estómago. . . *Oikopleura intermedia* PET, MI
- 16b. Ciego cerca del lóbulo izquierdo del estómago . . . . . 17
- 17a. Ciego digestivo no toca la pared dorsal del tronco, con velo dorsal que cubre la parte media y posterior del tronco. . . . . *Oikopleura longicauda* PET, MI
- 17b. Ciego digestivo se proyecta hasta tocar la pared del tronco, sin velo dorsal . . . . . *Oikopleura fusiformis*. . . 18
- 18a. Ciego digestivo se proyecta dorsalmente. . . . . *Oikopleura fusiformis cornutogastra* PET, MI
- 18b. Ciego digestivo se proyecta primero dorsalmente y luego posteriormente . . . . . *Oikopleura fusiformis typica* PET, MI

- 19a. Tracto digestivo forma un aro abierto hacia el frente, Lóbulo izquierdo del estómago representado por una bolsa estomacal grande que emerge de un ducto ubicado después del esófago. . . . . *Stegosoma magnum* PET, MI
- 19b. Tracto digestivo y lóbulo izquierdo del estómago de otra forma. . . . . 20
- 20a. Lóbulo izquierdo del estómago grueso. Estómago vertical, esófago se inserta en posición dorsal. Más de diez células subcordales. . . . . *Folia gracilis* PET
- 20b. Lóbulo izquierdo del estómago delgado, tubular y dirigido hacia delante. Endostilo alejado del ano. . . . . *Megalocercus abyssorum* PET
- 21a. Boca sin labios y rodeada de cilios. Tronco en forma de pera. Cola con una muesca en la parte distal. Endostilo triangular. Recto grande, sin ano. . . . . *Appendicularia sicula* PET
- 21b. Boca con labios. Tronco aplanado dorsoventralmente. Endostilo de otra forma, generalmente curvo hacia arriba. . . . . Subfamilia Fritillariinae . . . 22
- 22a. Dos ovarios ubicados en la cavidad faríngea. . . . . Género *Tectillaria* . . . 23
- 22b. Boca con labios. Tronco aplanado dorsoventralmente. Endostilo de otra forma, generalmente curvo hacia arriba. . . . . Género *Fritillaria* . . 24
- 23a. Testículos gruesos, cilíndricos y curvos hacia arriba en la parte posterior, limitados a la parte posterior del tronco. Ovarios ubicados a los lados de los espiráculos . . . *Tectillaria fertilis* PET, MI
- 23b. Testículos delgados, se extienden desde la parte posterior del tronco hacia los ovarios, los cuales están ubicados entre el tracto digestivo y los espiráculos. . . . . *Tectillaria taeniogona* .PET
- 24a. Espiráculos circulares. . . . . 25
- 24b. Espiráculos ovalados, alargados. . . . . 36
- 25a. Extremo distal de la cola puntiagudo. . . . . 26
- 25b. Extremo distal de la cola con una muesca o truncado. . . . . 29
- 26a. Tronco comprimido dorso-ventralmente y ancho. Testículo en forma de C, en ambos extremos del testículo se encuentra un ovario esférico. . . . . *Fritillaria gracilis* PET
- 26b. Tronco alargado. Un ovario esférico, posterior a este se encuentra un testículo alargado hacia la parte posterior del tronco. . . . . 27
- 27a. Dos labios con dos lóbulos laterales grandes y uno medio más pequeño. . . . . *Fritillaria formica* . . . 28
- 27b. Un labio dorsal alargado y sin lóbulos. . . . . *Fritillaria haplostoma* PET, MI
- 28a. Lóbulo medio del labio superior corto y con dos procesos digitiformes. Testículo triangular cuando está maduro . . . . . *Fritillaria formica digitata*. PET, MI

- 28b. Lóbulo medio del labio superior largo y con dos grupos de cilios. Testículo cilíndrico cuando está maduro. . . . . *Fritillaria formica tuberculata* PET, MI
- 29a. Cola con células anficordales . . . . . 30
- 29b. Cola sin células anficordales. . . . . *Fritillaria borealis* . . . 34
- 30a. Tronco alargado longitudinalmente y delgado. Dos pares de células anficordales, las cuales son aplanadas y están juntas . . . . . *Fritillaria megachile* MI
- 30b. Tronco comprimido dorso-ventralmente, casi rectangular. De uno a dos pares de células anficordales. Con dos proyecciones cónicas cuticulares en la parte posterior del tronco . . . . . 31
- 31a. Dos pares de células anficordales globulares con canales marcados. . . . . *Fritillaria pellucida* MI . . . 32
- 31b. Un par de células anficordales . . . . . 33
- 32a. Testículo con lóbulos poco diferenciados que le dan una forma de r. Proyecciones cuticulares posteriores largas . . . . . *Fritillaria pellucida typica* PET
- 32b. Testículo con lóbulos bien diferenciados que le dan una forma de Y. Proyecciones cuticulares posteriores cortas . . . . . *Fritillaria pellucida omani* PET
- 33a. Ovario esférico anterior, testículo en posición posterior con respecto al ovario y cilíndrico. Células anficordales en forma de urna abierta hacia la parte distal de la cola. . . . . *Fritillaria tenella* PET, MI
- 33b. Testículo triangular, la parte más gruesa en la parte posterior del tronco, el ovario lo rodea lateralmente. Células anficordales planas y grandes, difíciles de observar. . . *Fritillaria venusta* PET
- 34a. Testículo con dos lóbulos que le da una forma de Y. . . . . *Fritillaria borealis sargassi* MI
- 34b. Testículo de forma ovalada. . . . . 35
- 35a. Musculatura de la cola muy angosta, en la parte terminal se angosta gradualmente . . . . . *Fritillaria borealis typica* PET, MI
- 35b. Musculatura de la cola ancha en la mitad proximal, termina abruptamente hacia la parte distal. . . . . *Fritillaria borealis intermedia* PET, MI
- 36a. Cola con tres células anficordales a cada lado de la cola y de tamaños diferentes, endostilo forma una concavidad dirigida hacia arriba . . . . . *Fritillaria pacifica* PET
- 36b. Cola sin células anficordales . . . . . 37
- 37a. Espiráculos muy angostos, casi cerrados . . . . . 38
- 37b. Espiráculos ovalados . . . . . 39
- 38a. Un ovario esférico situado anteriormente de un testículo alargado. . . . *Fritillaria aberrans* PET

- 38b. Dos testículos en forma de placas rodeado cada uno de un ovario filiforme. Estómago con un apéndice glandular del mismo tamaño . . . . . *Fritillaria charydcae* PET
- 39a. Tronco comprimido dorso-ventralmente, endostilo curvo. Testículo en forma de C, con la concavidad dirigida hacia la parte anterior del tronco y rodeado de un ovario filiforme . . . . .  
. . . . . *Fritillaria fraudax* PET
- 39b. Tronco alargado longitudinalmente, endostilo ligeramente curvo. Testículo ovalado y alargado longitudinalmente, ovario filiforme que se dispone longitudinalmente sobre el testículo. . . . .  
. . . . . *Fritillaria aequatorialis* PET

**Apéndice VI.** Especies de la clase Thalacea (Urochordata) que se pueden encontrar en aguas costarricenses. Tomado de Van Soest (1998).

Orden	Especie	Localidad	
		Pacífico Oriental	Mar Caribe
Doliolida	<i>Dolioletta gegenbauri</i> (Uljanin, 1884)		x
	<i>Doliolina (Doliolinetta) intermedia</i> (Neumann, 1905)	x	
	<i>D. (Doliolina) muelleri</i> (Krohn, 1852)	x	x
	<i>D. (Doliolina) obscura</i> Tokioka & Berner, 1958	x	
	<i>D. (Doliolinetta) separata</i> (Tokioka & Berner, 1958)	x	
	<i>D. (Doliolina) undulata</i> Tokioka & Berner, 1958	x	
	<i>Doliolum denticulatum</i> Quoy & Gaimard, 1834		x
	<i>D. nationalis</i> Borgert, 1893		x
	<i>Doliopsoides meteori</i> Krüger, 1939		x
	<i>D. horizoni</i> Tokioka & Berner, 1958		x
Pyrosomatida	<i>Pyrosoma atlanticum</i> Perón, 1804	x	x
	<i>P. aherniosum</i> Seeliger, 1895		x
	<i>Pyrosomella operculata</i> (Neumann, 1909)	x	
	<i>P. verticillata</i> (Neumann, 1909)	x	
	<i>Pyrostremma agassizi</i> (Ritter & Byxbee, 1905)	x	x
Salpida	<i>Brooksia rostrata</i> (Traustedt, )		
	<i>Cyclosalpa affinis</i> (Chamisso, 1819)	x	x
	<i>C. bakeri</i> Ritter, 1905	x	x
	<i>C. danae</i> Van Soest, 1975		
	<i>C. floridana</i> (Apstein, 1894)	x	x
	<i>C. polae</i> Sigl, 1912	x	x
	<i>C. quadriluminis</i> Berner, 1955	x	
	<i>C. sewelli</i> Metcalf, 1927	x	
	<i>C. strongylenteron</i> Berner, 1955	x	
	<i>Iasis cylindrica</i> (Cuvier, 1804)	x	x
	<i>Ihlea punctata</i> (Forskål, 1775)	x	x
	<i>Metcalfina hexagona</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	x	
	<i>Pegea confoederata</i> (Forskål, 1775)	x	x
	<i>Ritteriella amboinensis</i> (Apstein, 1904)	x	
	<i>R. retracta</i> (Ritter, 1906)	x	x
	<i>Salpa aspera</i> Chamisso, 1819	x	x
	<i>S. fusiformis</i> Cuvier, 1804	x	x
	<i>S. maxima</i> Forskål, 1775	x	x
	<i>S. younti</i> Van Soest, 1973	x	x
	<i>Soestia zonaria</i> (Pallas, 1774)		

**Apéndice VI** (continuación...)

Orden	Especie	Localidad	
		Pacífico Oriental	Mar Caribe
Salpida	<i>Thalia cicar</i> Van Soest, 1973		x
	<i>T. democratica</i> (Forskål, 1775)	x	x
	<i>T. orientalis</i> Tokioka, 1937	x	x
	<i>T. romboides</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	x	
	<i>Thetys vagina</i> Tilesius, 1802	x	x
	<i>Traustedia multitentaculata</i> (Quoy & Gaimard, 1834)	x	x

**Apéndice VII.** Especies de la clase Appendicularia (Urochordata) que se pueden encontrar en aguas costarricenses. Tomado de Tokioka (1958), Fenaux *et al.* (1998), Castellanos & Gasca (1998) y Aravena & Palma (2002).

Familia	Especie	Localidad	
		Pacifico Oriental	Mar Caribe
Kowalevskiidae	<i>Kowalevskia oceanica</i> Lohmann, 1899		X
	<i>K. tenuis</i> Fol, 1872		X
Oikopleuridae	<i>Bathochordaeus charon</i> Chun, 1900	X	
	<i>Folia gracilis</i> Lohmann, 1892	X	
	<i>Megalocercus abyssorum</i> Chun, 1887	X	
	<i>Mesochordaeus bahamasi</i> Fenaux & Youngbluth, 1990		X
	<i>M. erythrocephalus</i> Hopcroft & Robinson, 1999	X	
	<i>Oikopleura albicans</i> (Leuckart, 1853)	X	X
	<i>O. cophocerca</i> (Gegenbaur, 1855)	X	X
	<i>O. rufescens</i> Fol, 1872	X	X
	<i>O. dioica</i> Fol, 1872	X	X
	<i>O. longicauda</i> (Vogt, 1854)	X	X
	<i>O. fusiformis</i> Fol, 1872	X	X
	<i>O. gracilis</i> Lohmann, 1896	X	X
	<i>O. parva</i> Lohmann, 1896		X
	<i>O. intermedia</i> Lohmann, 1896	X	X
	<i>Pelagopleura verticalis</i> (Lohmann, 1914)		
	<i>Sinisteroffia scrippsi</i> Tokioka, 1957		
<i>Stegosoma magnum</i> (Langerhans, 1880)			
Fritillaridae	<i>Appendicularia sícula</i> Fol. 1874	X	
	<i>Fritillaria fraudax</i> Lohmann, 1896	X	X
	<i>F. tenella</i> Lohmann, 1896	X	X
	<i>F. venusta</i> Lohmann, 1896	X	
	<i>F. pellucida</i> (Busch, 1851)	X	
	<i>F. haplostoma</i> Fol, 1872	X	X
	<i>F. formica</i> Fol, 1872	X	X
	<i>F. borealis</i> Lohmann, 1896	X	X
	<i>F. charybdae</i> Lohmann en Lohmann & Buckmann, 1926	X	
	<i>F. gracilis</i> Lohmann, 1896	X	
	<i>F. pacifica</i> Tokioka, 1958	X	
	<i>F. megachile</i> Fol, 1872		X
<i>F. aberrans</i> Lohmann, 1896	X		

**Apéndice VI** (Continuación...)

Familia	Especie	Localidad	
		Pacifico Oriental	Mar Caribe
Fritillariidae	<i>Fritillaria aequatorialis</i> Lohmann, 1896	X	
	<i>Tectillaria fertilis</i> (Lohmann, 1896)	X	X
	<i>T. taeniogona</i> (Tokioka, 1957)	X	