

Universidad de Costa Rica

Facultad de Ciencias

Escuela de Biología

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

**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?**

Allan Martín Carrillo Baltodano

CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO

2012

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

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

M.Sc. Mario Espinoza Mendiola
Revisor externo

Ph.D. Jorge Cortés Núñez
Miembro del Tribunal

Dr. Roberto Magaña
Decano a.i. de la Facultad de Ciencias
Presidente del Tribunal

M.Sc. Gerardo Umaña Villalobos
Miembro del Tribunal

Allan Martín Carrillo Baltodano
Candidato

A Walter “Gavitt” Ferguson,
y al Cahuita de sus canciones.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera dar mi más profundo agradecimiento mis padres por todo el apoyo durante estos años.

Por practicidad el resto de agradecimientos están divididos en dos partes:

- **CIMAR y Universidad:** a las facilidades prestadas por el CIMAR.
A don Álvaro Morales, por su apoyo, consejos desde el muestreo hasta la parte final de la tesis, y la ayuda obtenida en los cursos de zooplancton y oceanografía.

A don Jorge Cortés, por los consejos, por facilitarme literatura relevante y apoyo con parte de las giras a Cahuita.

A don Gerardo Umaña, también por los buenos consejos y apoyo.

A Jeffrey Sibaja, por su ayuda en el formato de tesis, guía en la identificación de las larvas de poliquetos y muchos otros organismos, asesoría en el análisis estadístico y aclaración de dudas.

A Eddy Gómez, por su colaboración con el equipo y también en con la aclaración de cualquier duda.

A Octavio y Marco por ayudarme e introducirme en la taxonomía del zooplancton. También a Marco por la identificación de las apendicularias y las salpas.

A don Eduardo Suárez y Rony Huys por permitirme llevar el taller de taxonomía de copépodos, en Chetumal, México.

A Catalina Benavides por su ayuda con la elaboración del mapa.
- **Cahuita:** al Comité de Manejo Integral del P.N Cahuita, en especial a Mirna Cortés, Jorge González y a don Earl Junier del Área de Conservación La Amistad-Caribe, por permitirme realizar esta investigación dentro del parque. Así mismo, a todo el personal del parque por las facilidades prestadas en cuanto hospedaje y alimentación en la casa de voluntarios en el sector de Puerto Vargas.

A Marvin Mayrena y su familia por sus servicios en los muestreos.

A todas las personas que me acompañaron en las giras: Vicky, Maggie, Aldo, Andrés, Anita, Darha, Caro y Astrid. A todos los compañeros y compañeras del CIMAR y de Biología, que de una u otra forma me apoyaron.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I INTRODUCCIÓN	1
1.1 Marco teórico	1
1.2 Antecedentes	3
II OBJETIVOS	6
2.1 Objetivo principal	6
2.2. Objetivos específicos	6
III MATERIALES Y MÉTODOS	7
3.1 Descripción del sitio de estudio	7
3.2 Metodología	7
3.3. Análisis de datos	10
IV RESULTADOS	12
V DISCUSIÓN	32
VI CONCLUSIONES	44
VII BIBLIOGRAFÍA	46
Apéndice I.	54
Apéndice II.	55
Apéndice III.	60
Apéndice IV.	63
Apéndice V.	75

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1. Estaciones de muestreo visitadas entre setiembre 2010 y agosto 2011 en el P.N. Cahuita (modificado de Fonseca <i>et al.</i> 2006).	8
Fig. 2. Análisis de correspondencias canónicas entre variables ambientales y (A) meses, (B) estaciones y (C) taxones generales del zooplancton del P.N. Cahuita, Limón; durante setiembre 2010 y agosto 2011.	14
Fig. 3. (A) Variación mensual promedio y (B) variación promedio entre estaciones de la biomasa de zooplancton en el P.N. Cahuita, Limón; durante setiembre 2010 y agosto 2011. Llaves indican el error estándar del promedio.	16
Fig. 4. (A) Variación mensual promedio y (B) variación promedio entre estaciones de la abundancia de zooplancton en el P.N. Cahuita, Limón; durante setiembre 2010 agosto 2011. Llaves indican el error estándar del promedio.	17
Fig. 5. ACP con distancia euclideana entre los meses, estaciones (1-6) y los taxones de zooplancton del P.N. Cahuita, Limón. Foram: foraminíferos; Calan: Calanoida; Cdito: copepoditos; Oikop: <i>Oikopleura</i> , Evad: <i>Evadne</i> ; Penill: <i>Penillia</i> , Naup: nauplio; Isop: isópodos; Velig/juv: larvas velíferas; Spion: Spionidae; Lbryo: larvas de briozoo; Hpez: huevos de pez. E: enero, F: febrero, Mz: marzo; Ab: abril; My: mayo; Jn: junio; Jul: julio; Ag: agosto; S: setiembre; O: octubre; N: noviembre; D: diciembre.	19
Fig. 6. Abundancia promedio (log) de los grupos dominantes del holozooplancton A) copépodos, B) apendicularias, C) cladóceros y D) quetognatos, en el P.N. Cahuita, Limón; durante setiembre 2010 y agosto 2011. Llaves representan el error estándar del promedio.	20
Fig. 7. Abundancia promedio (log) de los grupos dominantes de merozooplancton A) velíferas de moluscos, B) larvas de crustáceos, C) ictioplancton y D) larvas de poliquetos, en el P.N. Cahuita, Limón; durante setiembre 2010 y agosto 2011. Llaves representan el error estándar del promedio.	21
Fig. 8. Abundancia (log) del holozooplancton, el merozooplancton y grupos béticos en seis estaciones del P.N. Cahuita, durante setiembre 2010 y agosto 2011.	22
Fig. 9. Representantes del zooplancton del P.N. Cahuita. (A) Larva pilidio de nemertino; (B) Poliqueto <i>Trypanosyllis parvidentata</i> (Syllidae), vista dorsal de la cabeza; (C) Larva de pez siendo depredada por un copépodo del género <i>Corycaeus</i> ; (D) <i>Cymbasoma</i> sp. 1,	

copépodo monstrílido, vista dorsal; (E) Larva actinotroca de un forónimo; (F) Tanaidáceo; (G) Larva doliolaria de un equinodermo. 26

Fig. 10. Índices de diversidad de Shannon-Wiener (H') y Simpson (1-D) tomando en cuenta los 110 taxones de zooplancton encontrados en seis estaciones del P.N. Cahuita, Limón; durante setiembre-2010 y agosto 2011. La línea roja representa el promedio mensual del índice H' . 27

Fig. 11. MDS con distancia Gower entre los grupos de taxones generales de zooplancton y los meses y estaciones compartidas entre el estudio de Morales-Ramírez (1987) y el presente. P.N. Cahuita, Limón. Los datos del estudio del zooplancton por Morales-Murillo (1987) se presentan de color verde; y en color rojo, el presente estudio. Los números por ejemplo 1-11 o 2-11 se refieren al estudio (1: Morales-Ramírez (1987) o 2: Presente) separado por un guión de los meses compartidos entre ambos estudios: enero (1) a noviembre (11). 28

Fig. 12. Abundancia total (log) del zooplancton total (A) y del holozooplancton (Holo) y merozooplancton (Mero) (B), de los meses compartidos entre Morales-Ramírez (1987) y este estudio, en el P.N. Cahuita. Para el Holo y Mero plancton del presente estudio los meses de setiembre a diciembre corresponden al año 2010 y de enero a agosto son del 2011. 29

Fig. 13. Abundancia total (log) del zooplancton total (A) y del holozooplancton (Holo) y merozooplancton (Mero), de las estaciones compartidas entre Morales-Ramírez (1987) y este estudio, en el P.N. Cahuita. 31

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Descripción morfológica de las estaciones de muestreo en el Parque Nacional Cahuita, Limón, Costa Rica.	9
Cuadro 2. Promedio mensual de las variables ambientales tomadas durante el muestreo de zooplancton en seis estaciones del P.N. Cahuita, durante setiembre 2010 y agosto 2011.	13
Cuadro 3. Informes nuevos según grupo general del zooplancton recolectados en el P.N. Cahuita, Limón; entre setiembre 2010 y agosto 2011 y su aporte a la riqueza del Caribe costarricense.	23
Cuadro 4. Pruebas de t student y W wilcoxon pareadas entre los taxones grandes de zooplancton del estudio de Morales-Ramírez (1987) y el presente estudio en P.N. Cahuita.	30
Cuadro 5. Pruebas t entre las diversidades (Shannon-Wiener) de los taxones grandes de zooplancton en las estaciones y meses estudiados por Morales-Ramírez (1987) y el presente estudio, P.N. Cahuita, Limón.	31

RESUMEN

La abundancia, composición y biomasa del zooplancton fueron estudiadas en seis estaciones dentro del arrecife coralino del Parque Nacional Cahuita, durante un año desde setiembre del 2010 hasta agosto del 2011, con el objetivo de comparar con el único estudio realizado de zooplancton en el lugar hace más de 25 años.

Mensualmente se obtuvieron dos réplicas en cada sitio, utilizando una red de mesozooplancton con 0.47 m de boca y 200 μ m de poro. Las muestras fueron fijadas en formalina 4% y luego preservadas en etanol al 70%. Una submuestra de $\frac{1}{4}$ fue utilizada para cuantificar la biomasa por el método de peso seco. Otra alícuota fue utilizada para cuantificar e identificar los organismos. Los valores de abundancia se relacionaron con datos ambientales se obtuvieron *in situ* y por parte del Instituto Meteorológico Nacional.

Las variables ambientales no estaban asociadas con ninguno de los meses, estaciones o grupos del zooplancton. Tanto la biomasa como la abundancia tuvieron picos en noviembre del 2010, uno de los meses más lluviosos. La biomasa fue baja en comparación con otros estudios en arrecifes de coral del Caribe, pero la abundancia resultó ser muy alta. Los copépodos y las apendicularias (holozooplancton) constituyeron los mayores componentes del zooplancton.

La diversidad de especies y formas larvales, indica que Cahuita posee una disponibilidad de larvas para muchos de los grupos béticos característicos del arrecife. Se reportaron 39 taxones nuevos para el Caribe costarricense, 14 para todo el país y 2 especies de copépodos monstílidos nuevos para la ciencia: *Cymbasoma* sp. 1 y *Monstrillopsis* sp 1.

La abundancia y la composición difieren mucho con lo encontrado hace 25 años. El comportamiento de parche de grupos holozooplánticos, relacionado a un aumento en la descarga de nutrientes de origen terrestre, podría explicar estas grandes diferencias. La gran abundancia de zooplancton podría representar una importante fuente de alimento que permita la sobrevivencia y permanencia de los corales y otros grupos del arrecife.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Marco teórico

Los arrecifes de coral han sido ecosistemas ampliamente estudiados, dado que presentan la mayor diversidad de organismos marinos, hecho que les permite ser comparado con los bosques tropicales (Connell 1978, Reaka-Kudla 1997). Además, son criaderos de innumerables especies de interés comercial (peces, moluscos, crustáceos) y fuente de ingreso para muchos países costeros gracias a su belleza escénica y la actividad pesquera asociado a estos hábitats (Birkeland 1997). Los arrecifes también constituyen una barrera física contra embates de tormentas tropicales o huracanes (Moberg & Folke 1999). Estas y otras razones de mayor interés para los científicos, como su dinámica física, química y biológica, han promovido que los arrecifes de coral sean un tópico común en áreas de la ecología, geología, oceanografía, así como en el manejo integrado de zonas costeras y principalmente en discusiones sobre el calentamiento global (Johnson & Marshall 2007).

Un componente importante, dentro de la dinámica biótica de los arrecifes y otros ecosistemas marinos, es el acople de las comunidades pláncicas (plancton) y las comunidades bénticas (bentos) (Raffaelli *et al.* 2003, Navarrete *et al.* 2005). Este acople permite entender los procesos de dispersión y reclutamiento larval así como el flujo energético (Raffaelli *et al.* 2003).

Los organismos pláncicos son aquellos que flotan y son llevados a la deriva por las corrientes oceánicas. En contra parte, los bénticos son aquellos que habitan el fondo de los ecosistemas marinos (aunque ambos términos, son aplicables para ecosistemas de aguas continentales) (Miller 2004). El primer grupo se divide en organismos autótrofos, como el fitoplancton, y organismos heterótrofos, como el zooplancton, que incluye tanto a protozoarios como a organismos multicelulares (Gasca *et al.* 1996).

El metazooplancton agrupa a aquellos organismos multicelulares, heterótrofos y cuyo desplazamiento está a merced de las corrientes marinas; otras subdivisiones tienen como referencia el hábito alimenticio, el tamaño, el hábitat (neríticas, demersales o pelágicas), su distribución en la columna del agua, o su permanencia en el ambiente pelágico: holozooplancton vs merozooplancton (Lalli & Parsons 1997).

El zooplancton oceánico - pelágico puede estar a la deriva e introducirse a las comunidades arrecifales por las dinámicas de mareas y corrientes, sin embargo también existe un zooplancton residente, que en su mayoría es demersal (vive cerca del fondo) y realiza migraciones nocturnas a la superficie (Sidabutar 1996).

En los arrecifes de coral, el zooplancton representa el enlace entre los productores primarios (fitoplancton) y las comunidades tróficas superiores, siendo presa, inclusive, del componente más característico de los arrecifes coralinos, como son los corales escleractíneos. El zooplancton también participa del reciclaje de nutrientes; y representa la principal fuente de reclutas que permite la diversidad tan alta presente en este ecosistema (Roman *et al.* 1990). La alta productividad de los arrecifes coralinos en los trópicos, tiene una explicación en la diversidad no solo de fauna béntica, ampliamente reconocida, sino de la diversidad de fauna pláncica (Suárez-Morales & Rivera 1998).

El zooplancton puede separarse en holozooplancton constituido por aquellos organismos que pasan todo su ciclo de vida en la comunidad pláncica (e.g. copépodos, ctenóforos o apendicularias); mientras que al merozooplancton se asocian los estadios larvales o juveniles de invertebrados y vertebrados, que luego de un periodo pláncico adquieren un estilo de vida béntico o nectónico (puede nadar independiente de las corrientes marinas). Por ejemplo, larvas plánula de corales, larvas trocóforas y velígeras de moluscos, zoeas y mysis de crustáceos, larvas de equinodermos, o larvas de peces, conocido como ictioplancton (Raymont 1983).

Un aspecto a tomar en cuenta de la biología de ambos grupos de zooplancton, son las variaciones temporales y espaciales en la composición y en la abundancia, causadas tanto por factores abióticos como bióticos (Bougis 1976). Dentro de los factores abióticos, se encuentran las corrientes oceánicas, turbulencia, temperatura, salinidad, precipitación,

profundidad, concentraciones de nutrientes, entre otros. Dentro de los factores bióticos se incluyen las relaciones intra e interespecíficas, las redes tróficas, comportamiento migratorio y quizá la más importante, los periodos reproductivos de los organismos (Steele & Frost 1977). Muchas especies del zooplancton, tienen periodos reproductivos marcados, relacionados con los factores abióticos y bióticos antes mencionados (Bougis 1976). Raymont (1983) ejemplifica la variación espacio-temporal en la reproducción de muchos grupos de holozooplancton y merozooplancton en regiones del trópico y el subtrópico; resaltando una relación con una mayor abundancia de fitoplancton y con una menor abundancia de depredadores.

1.2 Antecedentes

La productividad primaria, así como la fauna y flora béntica de los arrecifes, han sido bastante estudiada; sin embargo, la diversidad y abundancia del zooplancton de arrecifes, sus dinámicas e interacciones con otros grupos, hasta hace poco han venido siendo elucidadas (Holzman *et al.* 2005, Motro *et al.* 2005, Yahel *et al.* 2005). La mayoría de estudios que existen son de los arrecifes coralinos del Indo-Pacífico (McKinnon *et al.* 2007), pero en el Caribe todavía existen vacíos importantes de información (Castellanos & Suárez-Morales 1997).

Emery (1968) realizó uno de los primeros trabajos con zooplancton de arrecife en los Cayos de Florida. Mediante observaciones *in situ*, una técnica de succión y muestreos con red encontró que el zooplancton estaba compuesto por una fauna en particular que se comportaba diferente, agrupándose alrededor de las colonias de coral. En Puerto Rico Glynn (1973) identificó grupos de holozooplancton y de merozooplancton; encontró una menor abundancia de larvas que de holozooplancton; y observó variaciones estacionales en la abundancia de estos grupos. Además encontró que los copépodos fueron el grupo más abundante, un común denominador en los estudios de zooplancton.

Otros estudios han investigado la variación espacio-temporal en el zooplancton de diferentes arrecifes en el Caribe, por ejemplo los realizados en el estado de Quintana Roo,

Península de Yucatán (Suárez & Gasca 1994, Castellanos & Suárez-Morales 1997, Suárez-Morales & Rivera 1998, Álvarez-Cardena *et al.* 1998, Álvarez-Cardena *et al.* 2009), en Belice (Ferraris 1982), en Jamaica (Moore & Sander 1979, Webber *et al.* 1996), e Isla Desecho, Puerto Rico (Rodríguez-Jerez 2005), y en localidades más hacia el sureste, como: Barbados (Lewis & Boers 1991) y Venezuela (Cassanova *et al.* 2007). Otros estudios se han concentrado mayoritariamente en el estudio de procesos de reclutamiento larvas de peces de arrecife (Shulman 1985, Vásquez-Yeomans 2000, Wilson 2001).

En la costa caribeña de Costa Rica, el arrecife de coral de Cahuita ha sido el más estudiado y es el más diverso (Cortés & Jiménez 2003). Presenta la mayor diversidad de especies de coral del país con tres especies de hidrocorales, treinta y un especies de escleractíneos, seis especies de corales azooxantelados y diecinueve especies de octocorales (Cortés & Guzmán 1985, Guzmán & Cortés 1985, Breedy 2009, Cortés 2009). Los lechos de los pastos marinos (Paynter *et al.* 2001), especialmente *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme* junto con macroalgas como *Sargassum fluitans*, son dominantes en las zonas más cercanas a la orilla. A medida que se aleja de la orilla se denota una mayor abundancia de la macrofauna, incluyendo los corales *Porites astreoides* y *Montastraea cavernosa*, el erizo de mar *Diadema antillarum* hasta la cresta, que está dominada por *Millepora complanata* (Cortés & Risk 1984). Otros trabajos más recientes se han dirigido hacia el estudio de los peces de arrecife (Fonseca & Gamboa 2003), erizos de mar (Alvarado *et al.* 2004, Bolaños *et al.* 2005) y el monitoreo de pastos marinos y el arrecife de coral en general, previamente conocido como CARICOMP (Fonseca *et al.* 2006, Fonseca *et al.* 2007, Cortés *et al.* 2010b). Previamente, también se han realizado estudios que involucran el daño provocado por fenómenos naturales como el terremoto de Limón en 1991 (Cortés *et al.* 1992), o la muerte masiva del erizo de mar, *D. antillarum* (Murillo & Cortés 1984), o antropogénicos, principalmente la sedimentación proveniente del río La Estrella (Cortés & Risk 1985, Cortés 1994, Roder *et al.* 2009).

Sin embargo, en Cahuita solamente se cuentan con dos trabajos relacionados con el ambiente pláctico. Silva-Benavides (1986) estudió la dinámica de nutrientes y el fitoplancton, mientras que Morales & Murillo (1996), describieron detalladamente la

composición, distribución y abundancia del zooplancton en cuatro sitios del arrecife coralino. Con respecto a este último estudio realizado en 1987, no se encontraron variaciones en la abundancia de los grupos de zooplancton a lo largo del año de estudio. Sí se evidenció una mayor abundancia de zooplancton en la estación 2 y 4 (parche somero y exterior de la cresta externa, respectivamente), producto de las corrientes noroeste-sureste que ingresa más zooplancton oceánico que demersal. El holozooplancton fue el componente más abundante, siendo los copépodos (llegando hasta un 92% de la abundancia total en octubre) y los foraminíferos los grupos predominantes. Estos grupos se asocian con la concentración alta de fitoplancton en los meses más lluviosos. Por su parte, el mayor componente del merozooplancton fueron las larvas de peces representando hasta el 28% de la abundancia total del zooplancton. Larvas de las familias Bothidae, Soleidae y Holocentridae fueron las más comunes. También se encontraron larvas de crustáceos, principalmente las familias Pinnotheridae y Xanthidae; larvas de poliquetos: Spionidae, Syllidae y Phyllodocidae; y del erizo *D. antillarum*. Todas estas familias son un componente importante de la fauna béntica residente, pese a que sus larvas pudieran verse afectados a la hora del asentamiento debido a la sedimentación y la disminución de sustrato para el asentamiento como lo proponen los autores del trabajo.

La disponibilidad de larvas de invertebrados en la columna de agua es un indicador de la fecundidad de las poblaciones residentes, dado que los huevos y larvas producidos localmente son dispersados a otros arrecifes cercanos (Hughes 1984, Hughes 1990). De ahí la importancia que se conozca la diversidad del merozooplancton, como posible contribuidor de reclutas a la fauna béntica y al necton.

Debido a la falta de un seguimiento en el estudio del zooplancton en el arrecife de Cahuita, este trabajo pretende evaluar si los patrones en abundancia, composición y diversidad se han mantenido a lo largo de los 25 años posteriores al estudio de Morales-Ramírez (1987).

II OBJETIVOS

2.1 Objetivo principal

Estimar la diversidad, abundancia, composición y biomasa del zooplancton arrecifal y la disponibilidad de larvas de invertebrados bénticos en el Parque Nacional Cahuita, para comparar con el único estudio realizado durante 1984.

2.2 Objetivos específicos

1. Determinar y comparar la diversidad, abundancia, composición, y biomasa del zooplancton del arrecife coralino del Parque Nacional Cahuita, durante setiembre 2010 y agosto 2011.
2. Comparar los grupos de holozooplancton y merozooplancton de la cresta interna, la laguna arrecifal y la cresta externa del arrecife coralino, durante setiembre 2010 y agosto 2011.
3. Estimar y analizar la disponibilidad de larvas para el posible reclutamiento de fauna béntica arrecifal.
4. Analizar y comparar la información generada en este estudio, con estudios realizados en el mismo sitio durante 1984.

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del sitio de estudio

El arrecife coralino de Cahuita ($9^{\circ}45'N$, $82^{\circ}48'W$) se encuentra dentro del Parque Nacional Cahuita (Decreto Ejecutivo N° 1236-A), en el sur de la Provincia de Limón, Costa Rica (Fig. 1). Cahuita no presenta una estación seca y lluviosa marcada, los valores de precipitación anual varían entre 2000-4000 mm/año. La cresta principal (5km) va de noroeste a sureste, cercano a Punta Cahuita (Risk *et al.* 1980). Cuenta además con dos crestas internas, así como una laguna arrecifal, con parches someros y profundos, donde la fauna y flora béntica son características para cada una de estas zonas (Risk *et al.* 1980, Cortés & Risk 1984). La dirección de las corrientes principales va del Noroeste hacia al Sureste, con la formación de “eddies” o centro de turbulencia, en sentido opuesto (Cortés & Risk 1984). Este flujo concuerda con el giro ciclónico (en sentido opuesto a las manecillas del reloj) presente en la región sur de la Cuenca de Colombia, a la cual pertenece toda la vertiente caribeña de Costa Rica (Andrade & Barton 2000) y en la cual se estima, que las corrientes tienen una velocidad promedio de 7 m/s (Centurioni & Niiler 2003).

3.2 Metodología

Durante el periodo de setiembre del 2010 y agosto del 2011 se visitaron seis estaciones dentro del P.N. Cahuita. Cuatro de ellas están localizadas en el sector de Puerto Vargas y fueron utilizadas por Morales-Ramírez (1987) y descritas por Morales & Murillo (1996): Estación 1- Cresta interna; Estación 2- Parche profundo, cercano a la cresta externa; Estación 3- Parche somero, cercano a la orilla de la playa; y Estación 4- localizada fuera de la cresta externa. En adición, se escogieron dos estaciones en el sector de Playa Blanca (nunca estudiada). Ambas estaciones se encuentran cerca de desembocaduras de ríos pequeños: Estación 5- aproximadamente a 100m de la desembocadura del río Perezoso; y Estación 6- aproximadamente a 100 m de la desembocadura del río Suárez. El Cuadro 1 describe algunas de las características principales de las estaciones de muestreo.

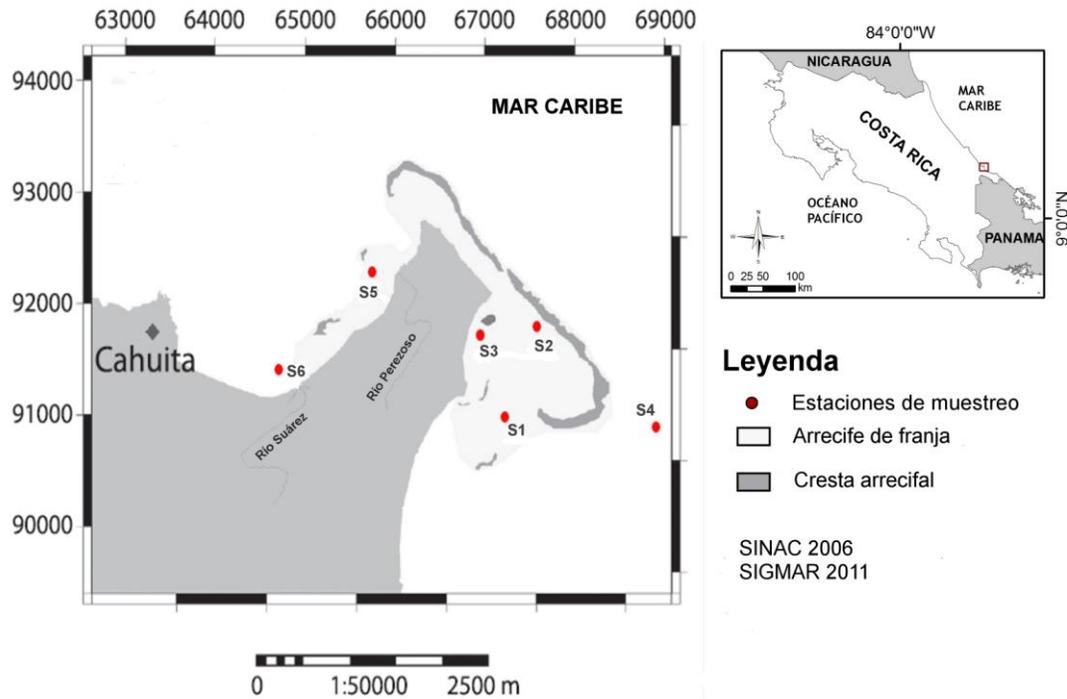


Fig. 1. Estaciones de muestreo visitadas entre setiembre 2010 y agosto 2011 en el P.N. Cahuita (modificado de Fonseca *et al.* 2006).

3.2.1. Datos físicos

En cada estación se tomó información de la temperatura y la salinidad del agua superficial. La temperatura se midió utilizando un termómetro manual y la salinidad mediante un refractómetro manual. La transparencia del agua fue medida con un disco de Secchi. Se tomaron anotaciones cualitativas de nubosidad, oleaje y viento. El promedio mensual de precipitación (mm^3) y promedio mensual de velocidad de viento (km/h) se obtuvieron de la estación meteorológica del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) en el aeropuerto de Limón, así como un promedio mensual de precipitación medida en Puerto Vargas, Cahuita.

Cuadro 1. Descripción morfológica de las estaciones de muestreo en el Parque Nacional Cahuita, Limón, Costa Rica.

Estación	Prof. Máx. (m)	Características	Referencia
1	6	Fondo arenoso y fragmentos y pequeñas colonias de coral. <i>P. porites</i> y <i>S. siderea</i> , principalmente.	Morales & Murillo (1996); Obs. Pers.
2	3.5	Colonias grandes de coral <i>S. siderea</i> y <i>M. complanata</i> ; algas bénticas.	Morales & Murillo (1996); Obs. Pers.
3	2	Praderas de <i>T. testudinum</i> .	Morales & Murillo (1996)
4	10	Fondo arenoso y de roca coralina; algas bénticas.	Morales & Murillo(1996)
5	7.5	Praderas de <i>T. testudinum</i> y <i>S. filiforme</i> ; colonias de <i>Manicina areolata</i> .	Nielsen-Múñoz & Cortés (2009); Obs. Pers.
6	6	Fondo arenoso; pequeños parches de <i>T. testudinum</i> ; predominancia de macroalgas (ej. <i>Sargassum</i>).	Obs. Pers.

3.2.2. Zooplancton

Se siguió la misma metodología de Morales-Ramírez (1987). Para lo cual se realizaron dos arrastres horizontales por estación con una red cónica para zooplancton WP-2, con un tamaño de poro de 200 μm y un diámetro de apertura de 0.47 m. A la red se le añadió un flujómetro mecánico estándar (Gerner Oceanics, Inc.) para calcular el volumen de agua filtrado y una boya para mantener una profundidad aproximada de 1 m bajo la superficie. Cada arrastre duró 5 min a una velocidad aproximada de 4 km/h.

Las muestras se fijaron en una solución de agua de mar y formalina al 4% (Steedman 1976). No menos de 72 horas después las muestras fueron lavadas con agua destilada por un tamiz de 4 mm y 180 μm , con el fin de eliminar el exceso de vegetación que estaba suspendida en la columna de agua y que fue colectada por la red. Posteriormente

las muestras fueron conservadas en etanol al 70%. Se utilizó un fraccionador Folsom (McEwen *et al.* 1954) para obtener una submuestra de ¼ de la muestra original. Esto sirvió para determinar la biomasa, mediante el procedimiento de peso seco (Boltovskoy 1999). Este método consiste en filtrar la submuestra con un equipo de filtración Millipore a través de filtros pre-pesados y eliminar el exceso de sales con agua destilada (Omori 1978). Los filtros fueron secados en una estufa a 60°C por 12-15h, para posteriormente ser pesados en una balanza analítica, luego de dejarlos enfriar por 5 min. La biomasa se obtiene de la diferencia de peso entre el filtro pre-pesado y el filtro conteniendo la submuestra. Del resto de la muestra se tomó una alícuota no mayor a 1/32 (conteos > 400 organismos) para la identificación y cuantificación del zooplancton. Bajo el estereoscopio y el microscopio de luz, los grupos fueron identificados al taxón más específico posible, siguiendo como base Gasca & Suárez (1996) y Smith & Johnson (1996). Los copépodos fueron identificados a nivel de género y/o a especie, siguiendo las claves taxonómicas de Campos & Suárez (1994), Boltovskoy (1999) y Boxshall & Halsey (2004).

3.3 Análisis de datos

3.3.1. Variables ambientales

Los diferentes taxones de zooplancton fueron agrupados siguiendo el nivel taxonómico específico de Morales-Ramírez (1987) para dos partes del análisis. En el primero se determinaron asociaciones entre las variables ambientales, los meses, las estaciones y los grupos de zooplancton. Para esto se realizó un Análisis de Correspondencias Canónicas mediante el programa MVSP (Kovach 2004). La agrupación de taxones generales también sirvió para comparar con los datos encontrados con el estudio de Morales-Ramírez (1987), como se explica más adelante.

3.3.2. Biomasa, abundancia y diversidad del zooplancton

Con el fin de encontrar diferencias en la biomasa (mg/m^3) y la abundancia total del zooplancton (ind/m^3) entre los meses de muestreo y las estaciones, se realizó un Análisis de

Varianza (ANDEVA). El análisis fue llevado a cabo con la interfaz estadística R (Crawley 2007, R Development Core Team 2009). Los datos fueron transformados al Log (x+1) para satisfacer los supuestos de normalidad.

Otra matriz de datos con los taxones del zooplancton identificados a un nivel más específico fue evaluada mediante un Análisis de Similitud de Dos Vías (ANOSIM) basado en la matriz de disimilitud generada con la distancia euclídeana para determinar si habían diferencias en la composición de la abundancia total de los taxones del zooplancton a lo largo del año y entre estaciones. Adicionalmente, se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) (que es una representación de la distancia euclídeana) para ver la asociación de los diferentes taxones con los meses y con las estaciones; y se obtuvo el valor de los índices de Shannon-Wiener (H') y la equitabilidad (J) para cada mes y estación. Para este análisis se utilizó el programa PAST (Hammer *et al.* 2001).

3.3.3. Zooplancton antes y después

Los datos del zooplancton fueron agrupados en taxones más generales para su comparación con el grado de especificidad informada por Morales-Ramírez (1987), entre las estaciones y meses compartidos por ambos estudios. Un ANOSIM de una vía con distancia de Gower fue utilizado para determinar diferencias entre los dos estudios. Esta medida de distancia permite trabajar con datos ordinales y continuos (Petchey & Gaston 2007), dado que algunos grupos taxonómicos (foraminíferos, anfípodos, entre otros) en Morales-Ramírez (1987, Apéndice I y II), se reportan de manera ordinal como “<0.5-1” ind/m³. Para determinar si existían diferencias se empleó un MDS (Escalamiento Multidimensional), con distancia de Gower, de todos los taxones de ambos estudios. Además, se realizó una prueba t pareada (W de Wilcoxon para aquellos taxones ordinales) entre cada taxón, entre el holozooplancton y merozooplancton, y entre la abundancia total de zooplancton en aquellos meses y estaciones que ambos estudios comparten. Por último, una prueba t, con corrección de Bonferroni (Poole 1974) fue utilizada para comparar la diversidad grupal (vista como índices de Shannon-Wiener) encontrada en 1984 con la del presente estudio (2010-2011).

IV RESULTADOS

Condiciones físicas

La temperatura superficial del agua se mantuvo entre 25-30 °C, con un promedio de 28 °C. La salinidad varió entre 27-37 USP, la estación 4 tuvo un promedio de 32.8 USP. La profundidad del disco de Secchi la mayoría de las veces fue mayor en la estación 4, llegando a un máximo de 15 m en agosto 2011.

En Puerto Vargas se registraron dos picos altos de precipitación: uno entre noviembre 2010 y febrero 2011, y otro en mayo 2011, mientras que los meses con menos precipitación fueron marzo y agosto del 2011. La dirección del viento se mantuvo hacia el suroeste (Cuadro 2).

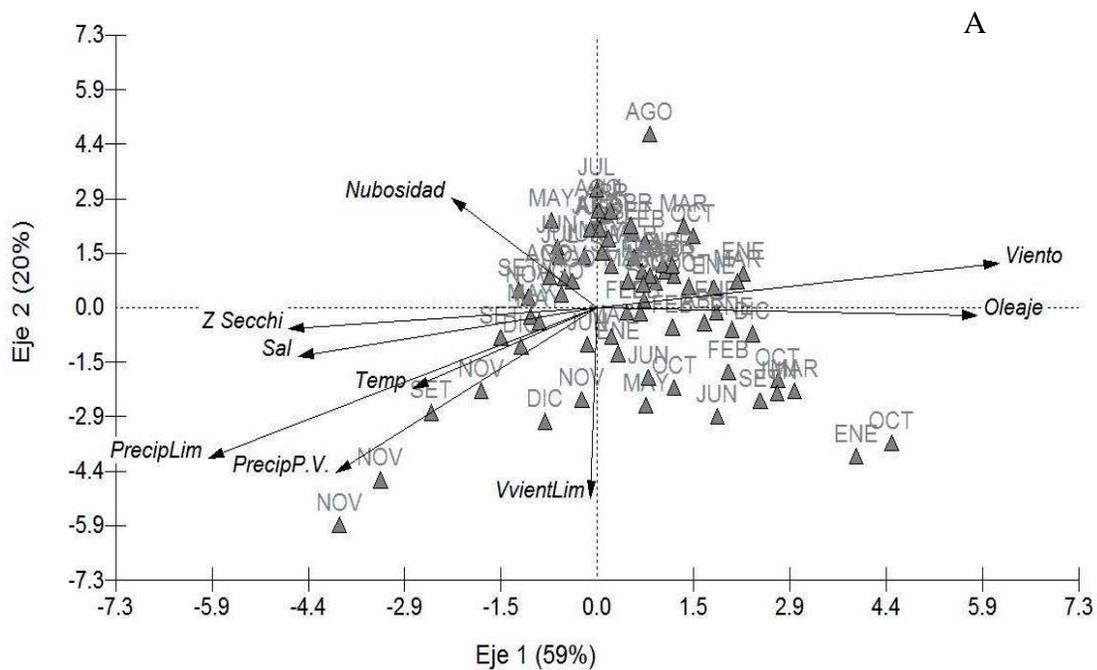
No se encontró una asociación clara de las variables físicas tomadas en el campo, o aquellas proporcionadas por el IMN, ni con los meses, ni con las estaciones (Fig. 2A, B). Salvo una tendencia a incremento de precipitación en noviembre (Fig. 2A). El oleaje, la nubosidad o el viento no mostró ningún patrón.

Dentro de los grupos de zooplancton, se ve una asociación de las apendicularias con la precipitación, salinidad y la temperatura. Los grupos del merozooplancton (excepto el ictioplancton) se asociaron al viento y al oleaje. Los huevos y larvas de peces no se relacionan con la precipitación (Fig. 2C).

Cuadro 2. Promedio mensual de las variables ambientales tomadas durante el muestreo de zooplancton en seis estaciones del P.N. Cahuita, Limón; durante setiembre 2010 y agosto 2011.

Mes	Sal (UPS)	Temp (°C)	Z Secchi (m)	PrecipP.V. (mm)	PrecipLim (mm)	VvientLim (km/h)
SET*	34.2	29.3	3.6	145.2	90.1	7.4
OCT*	33.0	28.6	2.1	149.3	125.2	9.0
NOV*	35.5	28.9	3.5	372.2	592.8	8.4
DIC*	35.7	28.9	3.5	593.4	586.4	9.4
ENE	30.5	25.9	1.2	439.9	541.3	7.3
FEB	32.2	26.9	2.3	386.1	369.7	7.8
MAR	31.0	27.0	1.4	52.8	52.9	8.0
ABR	31.5	25.9	1.4	184.7	222.1	8.1
MAY	32.0	27.5	3.6	360.7	406.6	8.0
JUN	29.7	29.3	5.6	208.2	190.2	8.0
JUL	31.3	29.4	2.8	212.6	140.1	7.4
AGO	32.7	29.1	3.5	35.6	62.0	7.1

* Meses muestreados en el 2010. UPS: unidades prácticas de salinidad; Z Secchi: profundidad del disco de Secchi; PrecipP.V.: precipitación en Puerto Vargas; PrecipLim: precipitación en Limón; VvientLim: velocidad del viento en Limón.



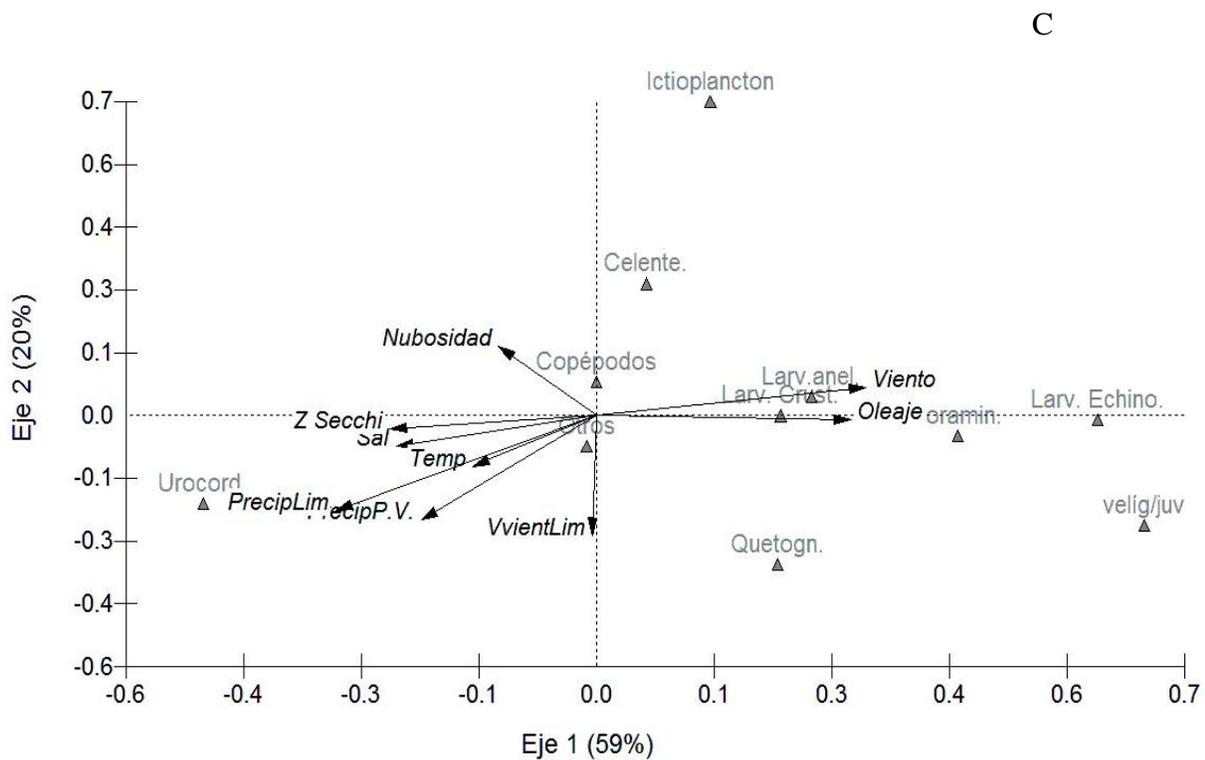
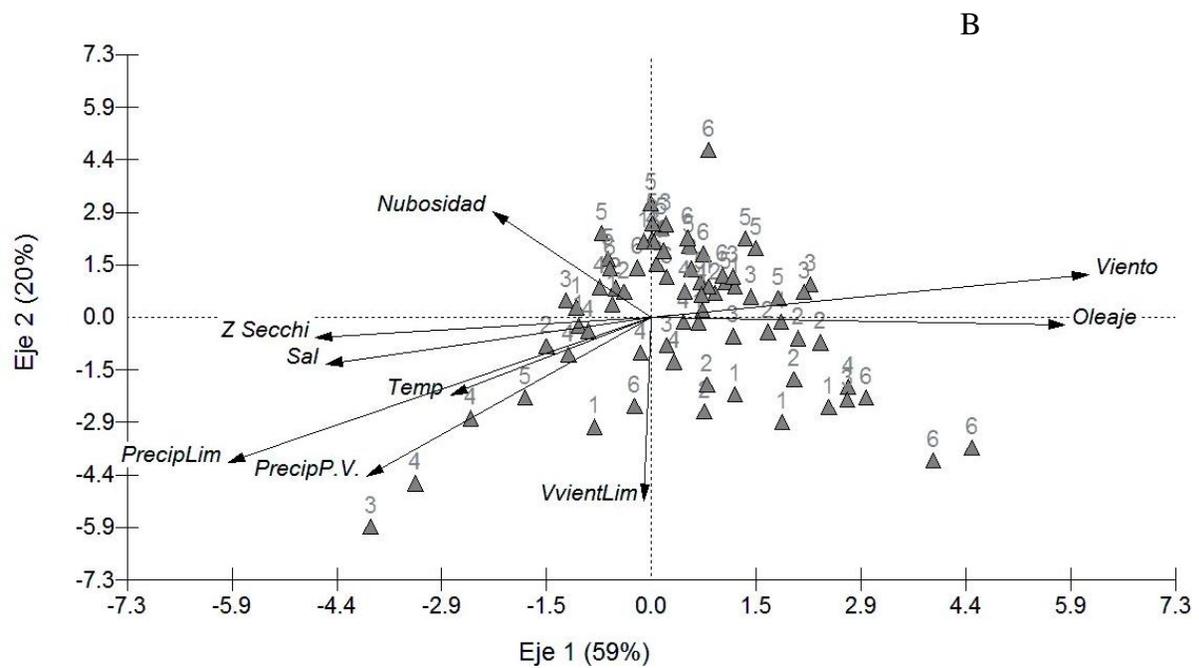
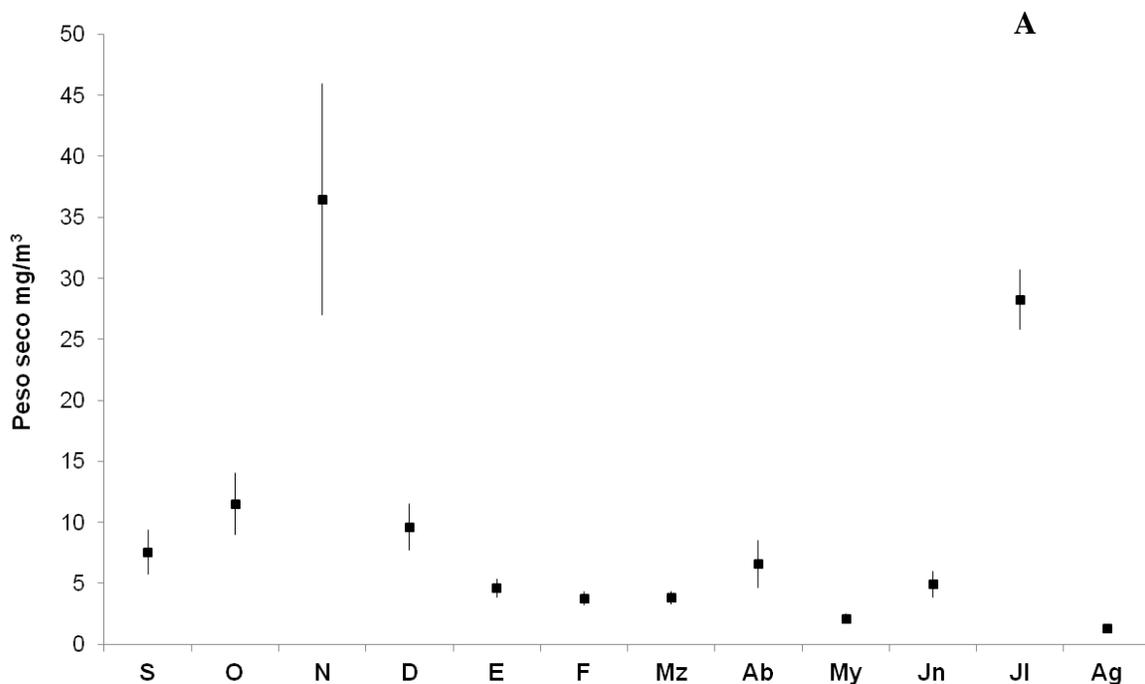


Fig. 2. Análisis de correspondencias canónicas entre variables ambientales y (A) meses, (B) estaciones y (C) taxones generales del zooplancton del P.N. Cahuita, Limón; durante setiembre 2010 y agosto 2011.

Biomasa

La biomasa del zooplancton osciló entre 0.49 mg/m^3 (agosto 2011, estación 5) y 85.87 mg/m^3 (octubre 2010, estación 2), con un promedio \pm DE de $10.05 \pm 0.78 \text{ mg/m}^3$. Hubo dos picos altos de biomasa uno en noviembre 2010 y otro en julio 2011. En agosto 2011 se encontró la menor cantidad de biomasa (Fig. 3A). Al comparar las estaciones, se observó que la estación 1,2 y 3 mostraron promedios similares de 13.09 ± 4.69 , 12.11 ± 6.78 y $11.63 \pm 4.33 \text{ mg/m}^3$, respectivamente. Un valor bajo para la estación 4 (la más alejada de la costa) con $5.94 \pm 2.82 \text{ mg/m}^3$, y por último las estaciones 5 y 6 (8.82 ± 2.78 y $8.68 \pm 2.53 \text{ mg/m}^3$, respectivamente) mostraron también valores semejantes (Fig. 3B). Se encontraron diferencias significativas tanto entre los meses ($F=16.06$; $gl=11$; $p<0.0001$) como entre las estaciones ($F=2.73$; $gl=4$; $p=0.03$). El mes de noviembre 2010 y julio 2011 fueron similares, mientras que la mayor diferencia se observó entre los meses anteriores y agosto 2011 (Apéndice I).



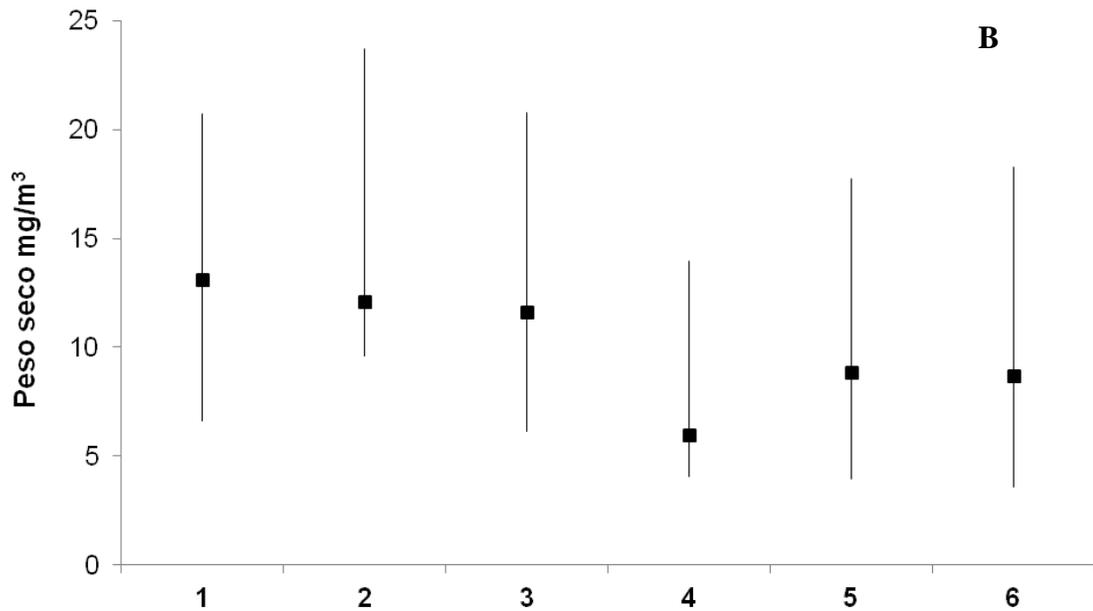


Fig. 3. (A) Variación mensual promedio y (B) variación promedio entre estaciones de la biomasa de zooplancton en el P.N. Cahuita, Limón; durante setiembre 2010 y agosto 2011. Llaves indican el error estándar del promedio.

Abundancia y composición de la comunidad

La abundancia total de zooplancton también mostró variación temporal y espacial. La menor abundancia total fue de 1,145 ind/m³ en la estación 5 (febrero 2011) y una abundancia máxima de 112,422 ind/m³ en la estación 1 (noviembre 2010). A lo largo del estudio se obtuvo un promedio de 12,847±510 ind/m³.

Hubo diferencias entre los meses ($F=11.98$; $gl=4$; $p<0.0001$) y entre las estaciones estudiadas ($F=2.81$; $gl=4$ $p=0.03$), con dos picos de abundancia: uno en noviembre 2010 llegando a 37,640 ind/m³ y otro en mayo 2011 alcanzando los 42,402 ind/m³, mientras que febrero y agosto del 2011 fueron los que obtuvieron menor abundancia (Fig. 4A). Al igual que con la biomasa, las estaciones 1 y 2 presentaron las mayores abundancias, sin embargo fue en la estación 3 donde se encontró en menor cantidad (Fig. 4B).

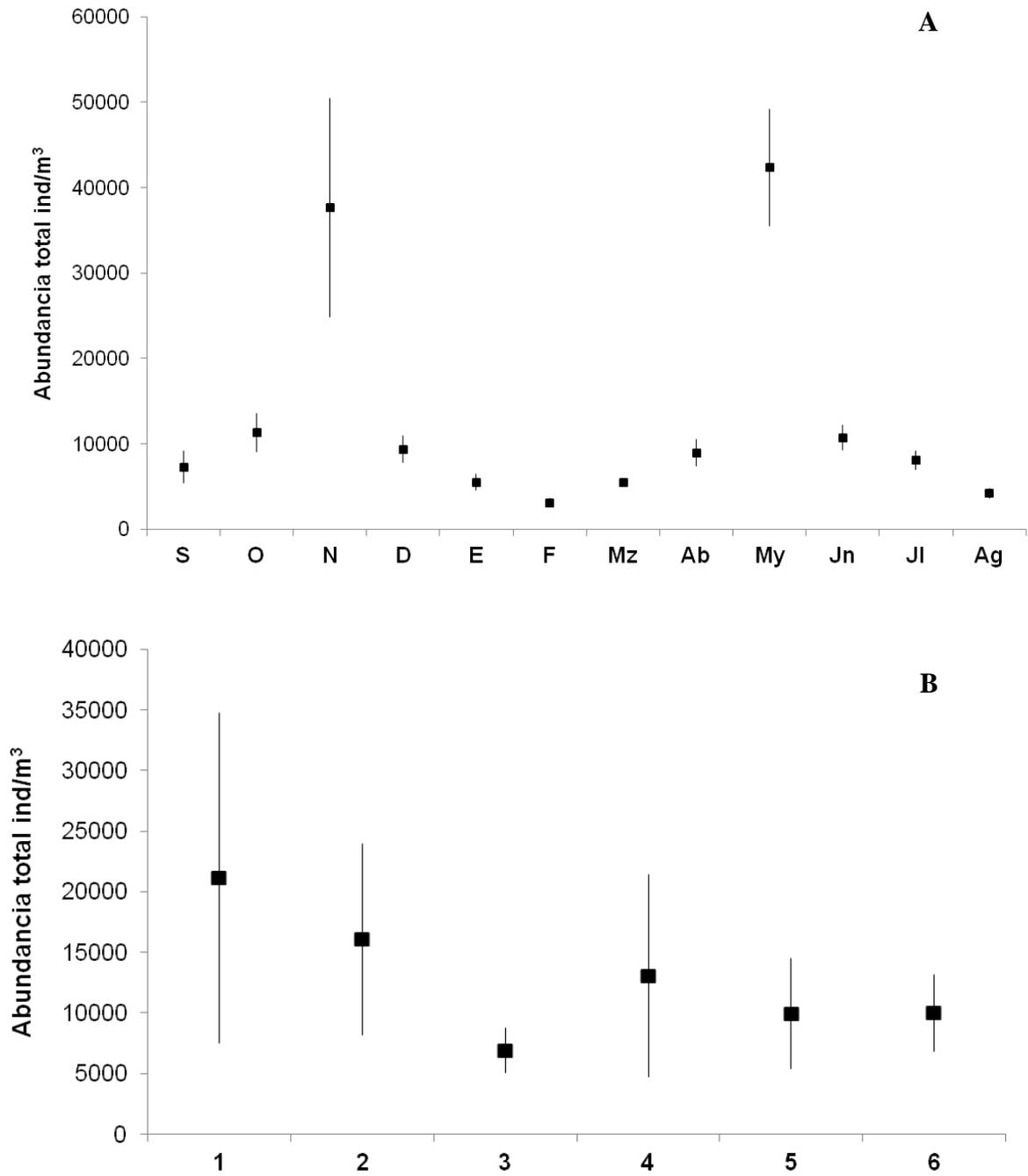


Fig. 4. A) Variación mensual promedio de la abundancia y B) variación promedio entre estaciones de la abundancia de zooplancton en el P.N. Cahuita, Limón; durante setiembre 2010 y agosto 2011. Llaves indican el error estándar del promedio.

Excluyendo aquellos grupos donde se logró un mayor nivel de especificidad (copépodos, cladóceros y larvas de poliquetos), se contabilizaron 38 grupos taxonómicos del zooplancton (Apéndice I). Mediante un ANOSIM de Dos Vías, se encontraron diferencias significativas de todos los taxones durante los meses del año de estudio ($R=0.48$; $p<0.0001$) y entre las seis estaciones monitoreadas ($R=0.44$; $p<0.0001$). El ACP no mostró una asociación clara entre los grupos de taxones en particular (Fig. 5).

Los copépodos fueron el grupo más abundante constituyendo en promedio el 65% de las muestras y alcanzando el 80% de la abundancia en julio 2011. En promedio la abundancia de los copépodos fue de $8,431 \pm 8319$ ind/m³, con un mínimo de 2,087 ind/m³ en febrero 2010 y un máximo de 27,444 ind/m³ en mayo 2011, con un primer pico de abundancia en noviembre 2010 con 24,231 ind/m³. Estos dos picos de abundancia coinciden con el patrón visto para la abundancia total. Los demás grupos estuvieron muy por debajo de la abundancia de los copépodos, destacándose algunos como las apendicularias que llegaron a alcanzar el 9% del zooplancton, aunque los cladóceros mostraron picos de abundancia en noviembre 2010 y mayo 2011 (Fig.6).

Dentro del merozooplancton el grupo con mayor abundancia fueron las larvas velíferas y juveniles de moluscos bivalvos y gasterópodos en la estación 4 registrados durante octubre 2010 ($4,786$ ind/m³) y en mayo 2011 ($4,718$ ind/m³). En conjunto las larvas de crustáceos: nauplios, mysis, zoeas y filosomas, también tuvieron un pico de abundancia en noviembre 2010 (Fig.7) (Apéndice II y III).

El gran aporte de los copépodos se ve reflejado también, en el hecho de que el holozooplancton predominara siempre con mayor abundancia con un promedio de 84% del total de organismos. Las larvas de invertebrados y el ictioplancton llegaron a conformar aproximadamente el 15%, y una porción muy pequeña (0.09%) la conformaron organismos considerados verdaderos habitantes del bentos como cumáceos o anfioxos (Fig.8).

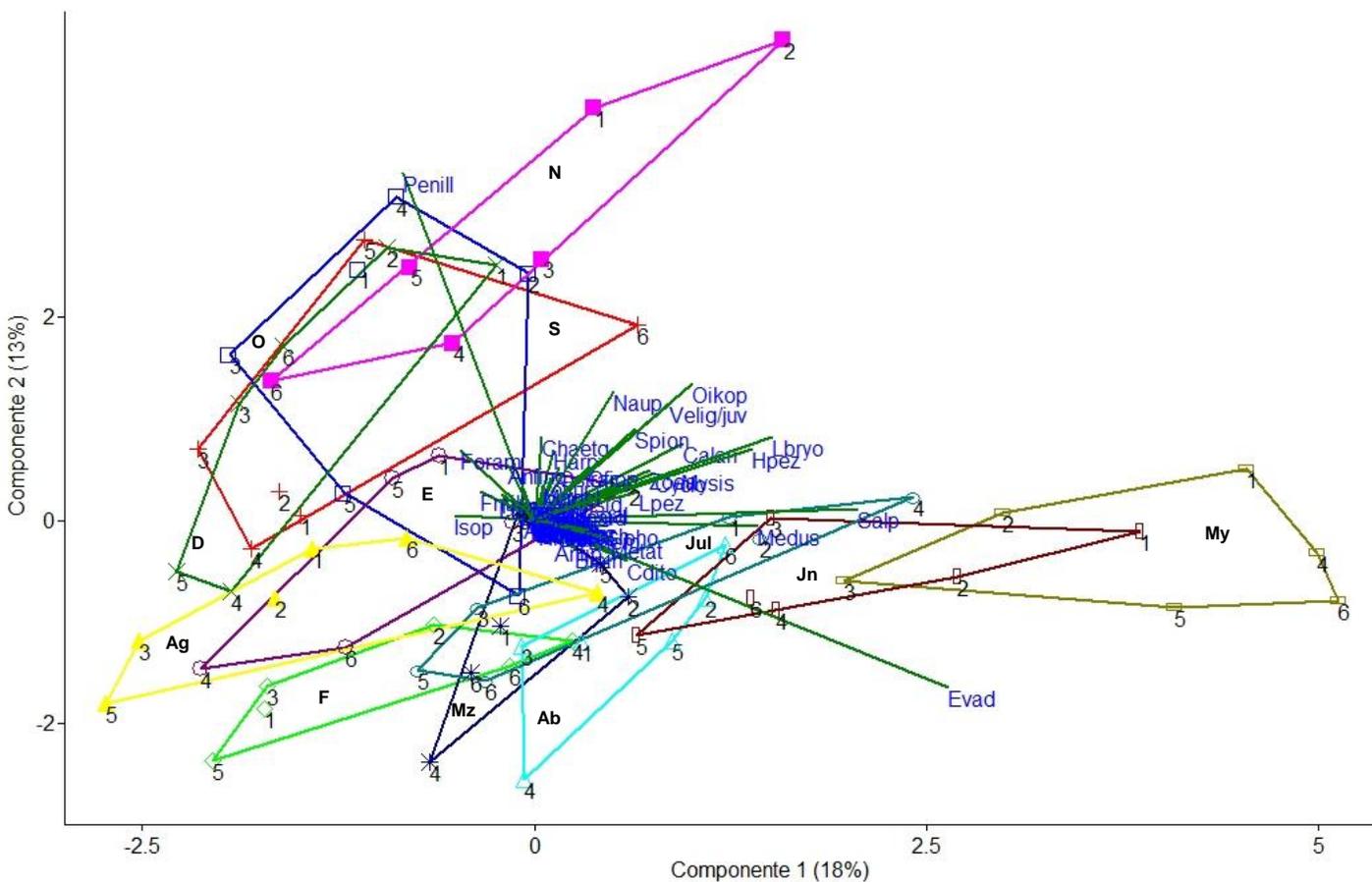


Fig. 5. ACP con distancia euclidiana entre los meses, estaciones (1-6) y los taxones de zooplancton del P.N. Cahuita, Limón. Foram: foraminíferos; Calan: Calanoida; Cdito: copepoditos; Oikop: *Oikopleura*, Evad: *Evadne*; Penill: *Penillia*, Naup: nauplio; Isop: isópodos; Velig/juv: larvas velígeras; Spion: Spionidae; Lbryo: larvas de briozoo; Hpez: huevos de pez. E: enero, F: febrero, Mz: marzo; Ab: abril; My: mayo; Jn: junio; Jul: julio; Ag: agosto; S: setiembre; O: octubre; N: noviembre; D: diciembre.

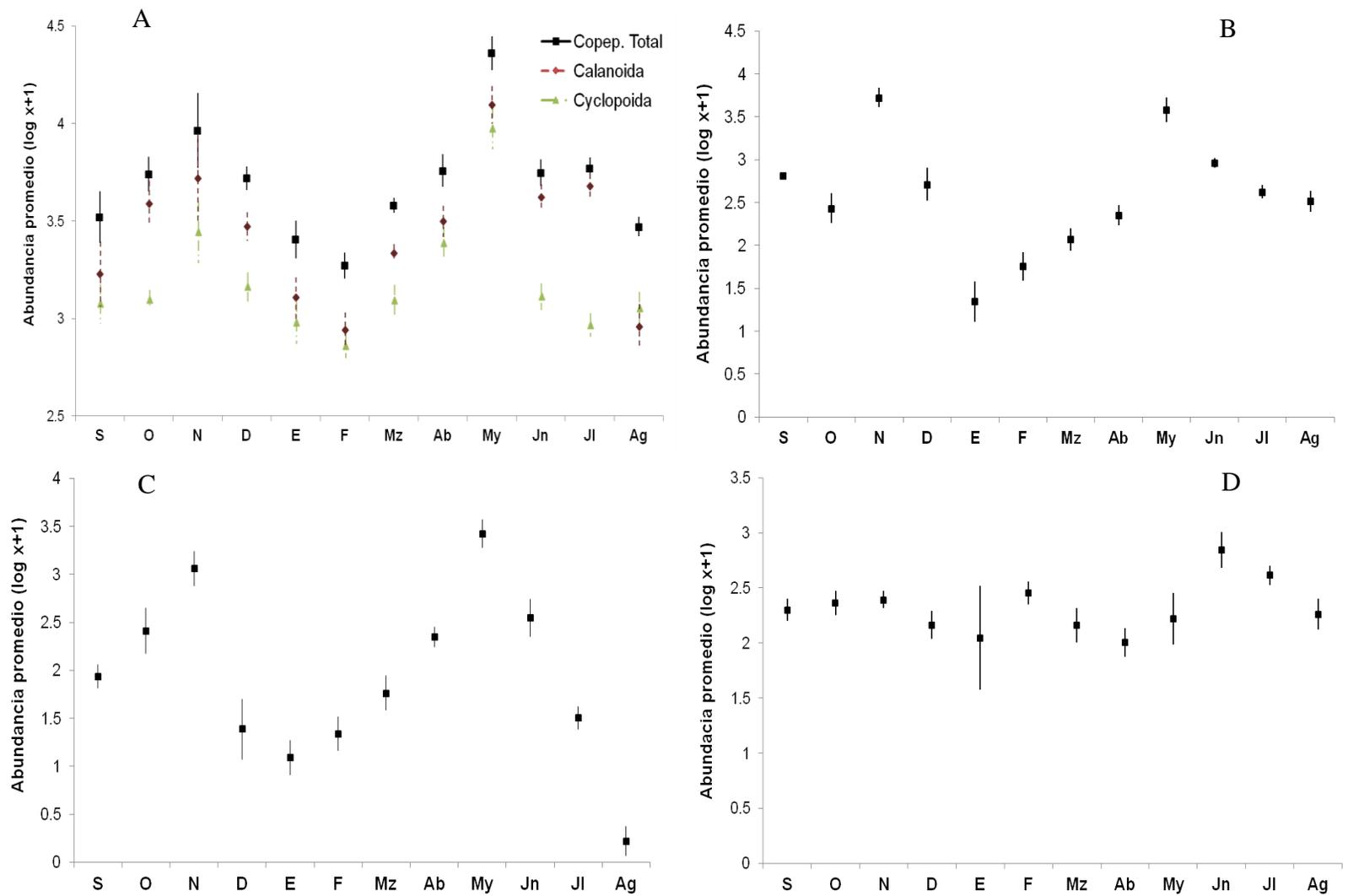


Fig. 6. Abundancia promedio (log x+1) de los grupos dominantes del holozooplankton A) copépodos, B) apendicularias, C) cladóceros y D) quetognatos, en el P.N. Cahuita, Limón; durante setiembre 2010 y agosto 2011. Llaves representan el error estándar del promedio.

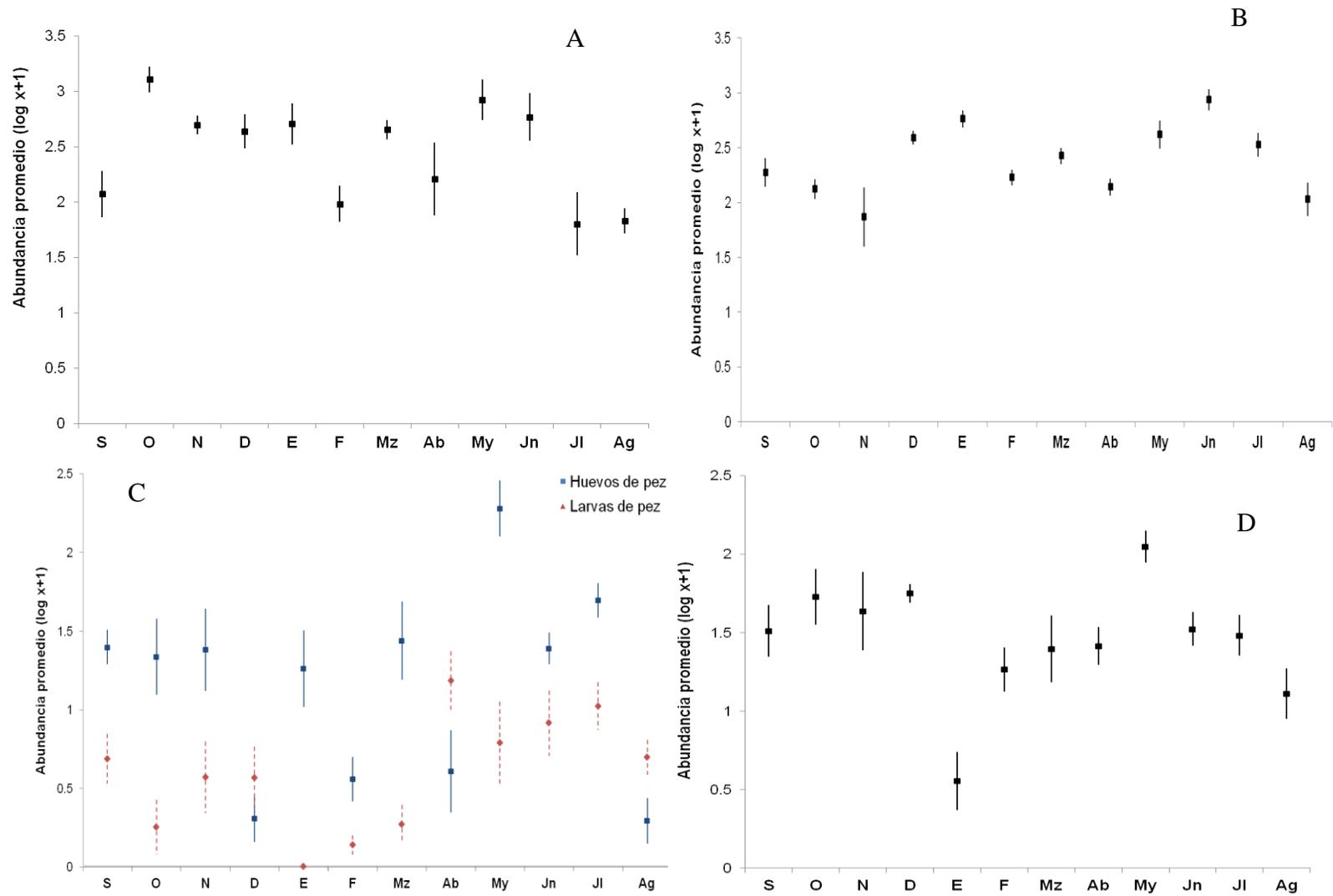


Fig. 7. Abundancia promedio (log x+1) de los grupos dominantes de merozooplancton A) velígeras de moluscos, B) larvas de crustáceos, C) ictioplancton y D) larvas de poliquetos, en el P.N. Cahuita, Limón; durante setiembre 2010 y agosto 2011. Llaves representan el error estándar del promedio.

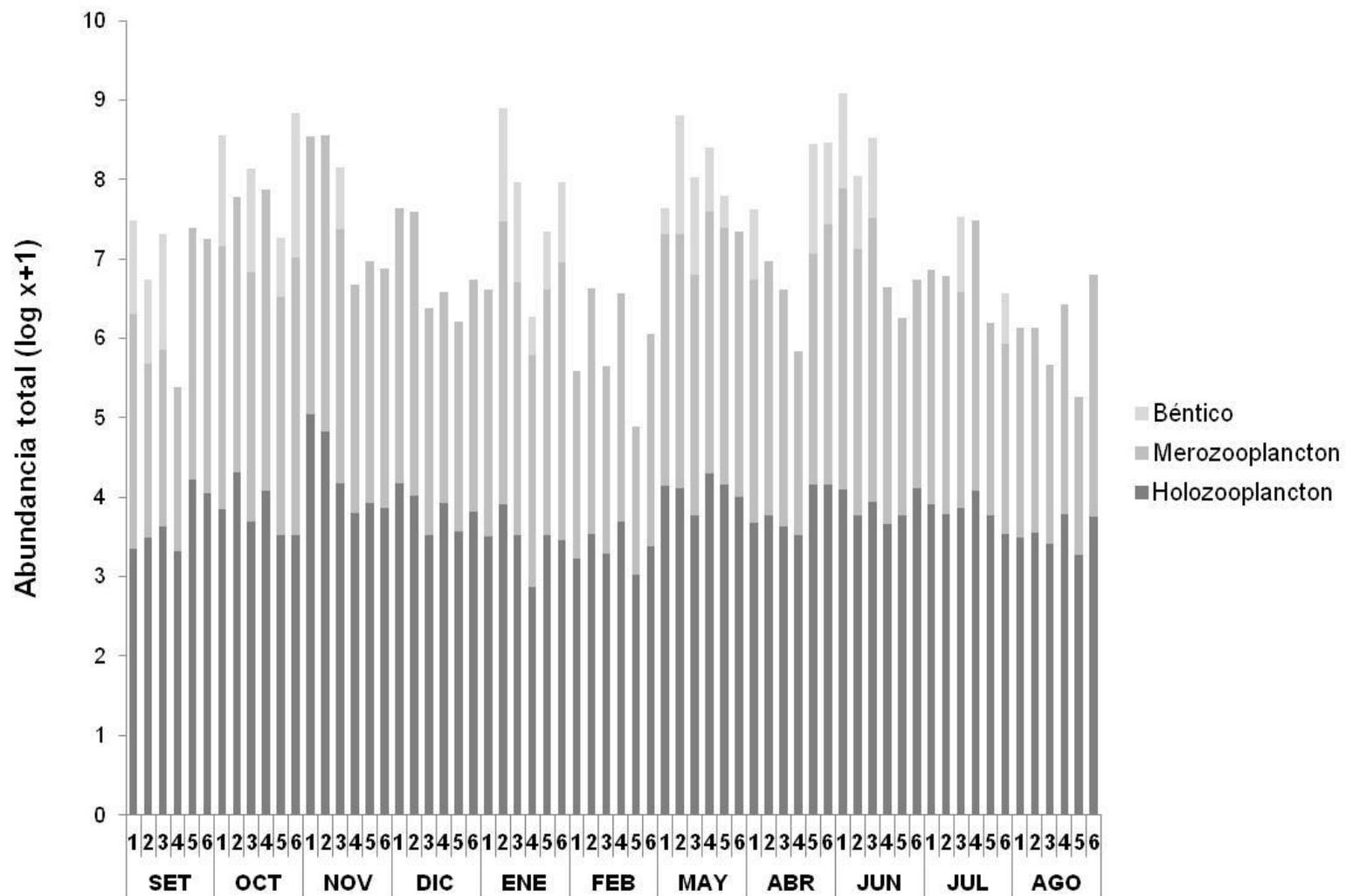


Fig. 8. Abundancia (log x+1) del holozooplankton, el merozooplancton y grupos bénticos en seis estaciones del P.N. Cahuita, entre setiembre 2010 y agosto 2011.

Riqueza, nuevos informes y nuevas especies

En total se encontraron 107 taxones (Apéndice IV), en donde destacan 39 nuevos informes para el Caribe costarricense, y de los cuales 14 son nuevos informes para el país (Cuadro 3).

Cuadro 3. Informes nuevos según grupo general del zooplancton recolectados en el P.N. Cahuita, Limón; entre setiembre 2010 y agosto 2011 y su aporte a la riqueza del Caribe costarricense.

Taxón	# informado para el Caribe de Costa Rica	# de nuevos informes	% de aporte		
			Fam.	Gén.	Spp
Cubozoa	-	1 fam., 1 gén., 1 spp.	100	100	100
Phoronida	-	Presente	-	-	-
Polychaeta ^a	3 fam., 4 gén., 4 spp.	14 fam., 9 gén., 6 spp.	460	225	150
Copepoda ^b	24 fam., 33 gén., 45 spp.	7 fam., 7 gén., 12 spp.	29	21	27
Cephalochordata	-	1 fam., 1 gén.	100	100	-
Larvacea	-	2 fam., 2 gén., 3 spp.	100	100	100
Thaliacea	-	1 fam., 1 gén., 1 spp.	100	100	100

^a (Dean 2009)

^b (Morales-Ramírez & Suárez-Morales 2009)

Los copépodos encontrados pertenecen a los órdenes Calanoida, Cyclopoida, Harpacticoida, Monstrilloida y Siphonostomatoida y fueron el grupo más diverso (21 familias: 25 géneros: 31 especies). Luego estuvieron los poliquetos (16 familias: 9 géneros: 6 especies), de los cuales sólo se encontró una única familia holozoopláctica, Alciopidae; las demás familias se encontraron en un estadio de larva metatrocófora, siendo la familia Spionidae la más frecuente, como estadio juvenil y muy pocos como adultos, algunos siendo estadios epitocos. Además se encontró una alta diversidad de larvas de todas las clases de equinodermos, larva pilidio de nemertinos, larvas de esponjas, de lofoforados (en particular del Filo Phoronida). Dentro de los decápodos se observaron larvas principalmente de las familias Porcellanidae y Xanthidae, mientras que del ictioplancton los especímenes más frecuentes pertenecían al Orden Clupeiformes, y algunos juveniles de

la damisela *Abudefduf saxatilis* y del jurel *Caranx crysos*. Parte de esta diversidad se muestra en la Figura 9.

La diversidad fue semejante a lo largo del año y entre estaciones, sin embargo la composición del zooplancton fue diferente entre los meses. En promedio la estación 2 tuvo mayor diversidad (H=1.89; J=0.60) y la más baja fue la estación 5 (H=1.66; J=0.53). Mientras que el mes más diverso fue enero-2011 (H=1.93; J=0.62) y el menos diverso fue julio-2011 (H=1.46; J=0.47) (Fig. 10).

Zooplancton más de 25 años después

Al comparar los meses (enero-noviembre) entre el estudio realizado en 1984 (Morales-Ramírez 1987, Morales & Murillo 1996) y el presente estudio, se observó una mayor abundancia total del zooplancton en el último estudio (ANOSIM R=0.67; $p < 0.001$), hecho que se evidencia con el MDS, donde ambas comunidades quedan en extremos opuestos de la ordenación, en cada uno de sus meses (Fig. 11). Pese a que ambos trabajos concuerdan con que mayo es el mes con mayor abundancia, se ve una diferencia con el mes de noviembre. La abundancia del presente estudio fue 29 veces mayor que durante 1984. Inclusive llegó a ser 162 veces mayor, al compararse el mes de noviembre de cada investigación (Fig. 12A, Apéndice IV). Mucha de esta diferencia se debe a la gran abundancia de los copépodos y las apendicularias (holozooplancton). Los copépodos tuvieron para mayo una abundancia 63 veces mayor, y para noviembre una abundancia de hasta 179 veces mayor. Mientras que las apendicularias para noviembre tuvieron una abundancia de 7,340 veces, en comparación con lo encontrado por la investigación anterior (Fig. 12B). Las pruebas pareadas entre los taxones grandes de zooplancton mostraron tener diferencias significativas para casi todos los grupos, excepto foraminíferos, anfípodos e ictioplancton (Cuadro 4).

En lo que respecta a las estaciones que fueron compartidas entre ambos estudios (Estaciones 1-4), también se encontró una mayor abundancia total para el estudio actual (ANOSIM R=0.89; $p = 0.02$). En el presente estudio las estaciones fueron muy similares, las estaciones 1 y 2 tuvieron las mayores abundancias. En comparación, Morales-Ramírez

(1987) encontró en las estaciones 2 y 4 las mayores abundancias (Fig. 13A). A la hora de analizar las estaciones, también se encontró una abundancia promedio 9 veces mayor que hace más de 25 años. Esto se debe a la mayor abundancia de copépodos y apendicularias, así como al mayor aporte de larvas velígeras de moluscos (merozooplankton) (Fig. 13B) (Cuadro 4).

Otro punto de comparación se presenta entre las diversidades encontradas en ambos estudios. Para esta comparación se agruparon los taxones al mismo nivel taxonómico que utilizó Morales-Ramírez (1987). La mayor diversidad del zooplankton se encontró en febrero y mayo 1984, mientras que en junio, julio, agosto, setiembre y octubre hubo una mayor diversidad en el presente estudio. Los demás meses no presentaron diferencias significativas (Cuadro 5). Además, a nivel de estaciones, la diversidad del zooplankton fue diferente entre ambos estudios. Para la estación 1 y 3, hubo una mayor diversidad en 1984, mientras que para la estación 2 y 4 la diversidad reportada en este estudio fue mayor (Cuadro 5).



Fig. 9. Representantes del zooplancton del P.N. Cahuita. (A) Larva pilidio de nemertino; (B) Poliqueto *Trypanosyllis parvidentata*(Syllidae), vista dorsal de la cabeza; (C) Larva de pez siendo depredada por un copépodo del género *Corycaeus*; (D) *Cymbasoma* sp. 1, copépodo monstrílido, vista dorsal; (E) Larva actinotroca de un forónido; (F) Tanaidáceo; (G) Larva doliolaria de un equinodermo.

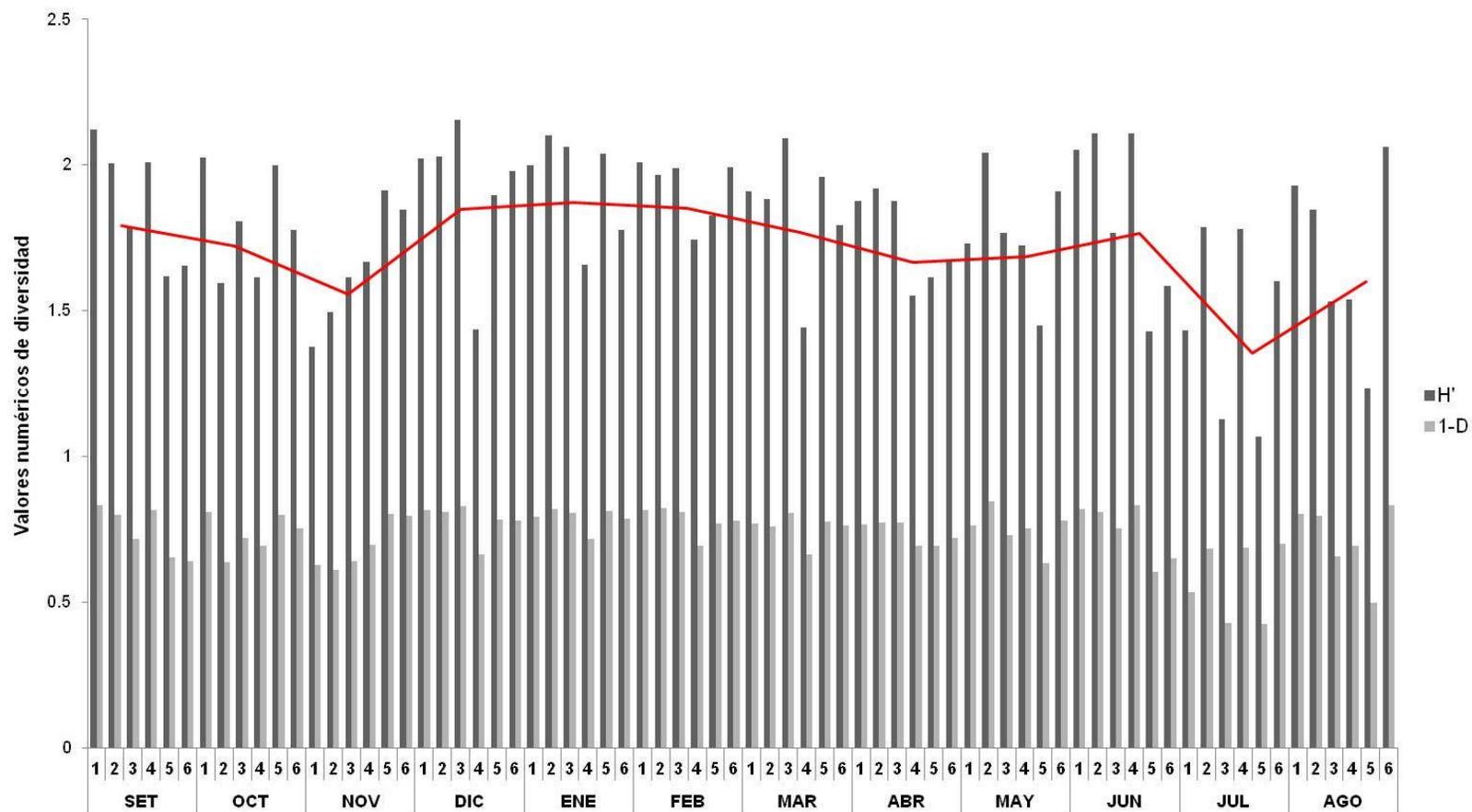


Fig. 10. Índices de diversidad de Shannon-Wiener (H') y Simpson (1-D) tomando en cuenta los 110 taxones de zooplankton encontrados en seis estaciones del P.N. Cahuita, Limón; durante setiembre-2010 y agosto 2011. La línea roja representa el promedio mensual del índice H' .

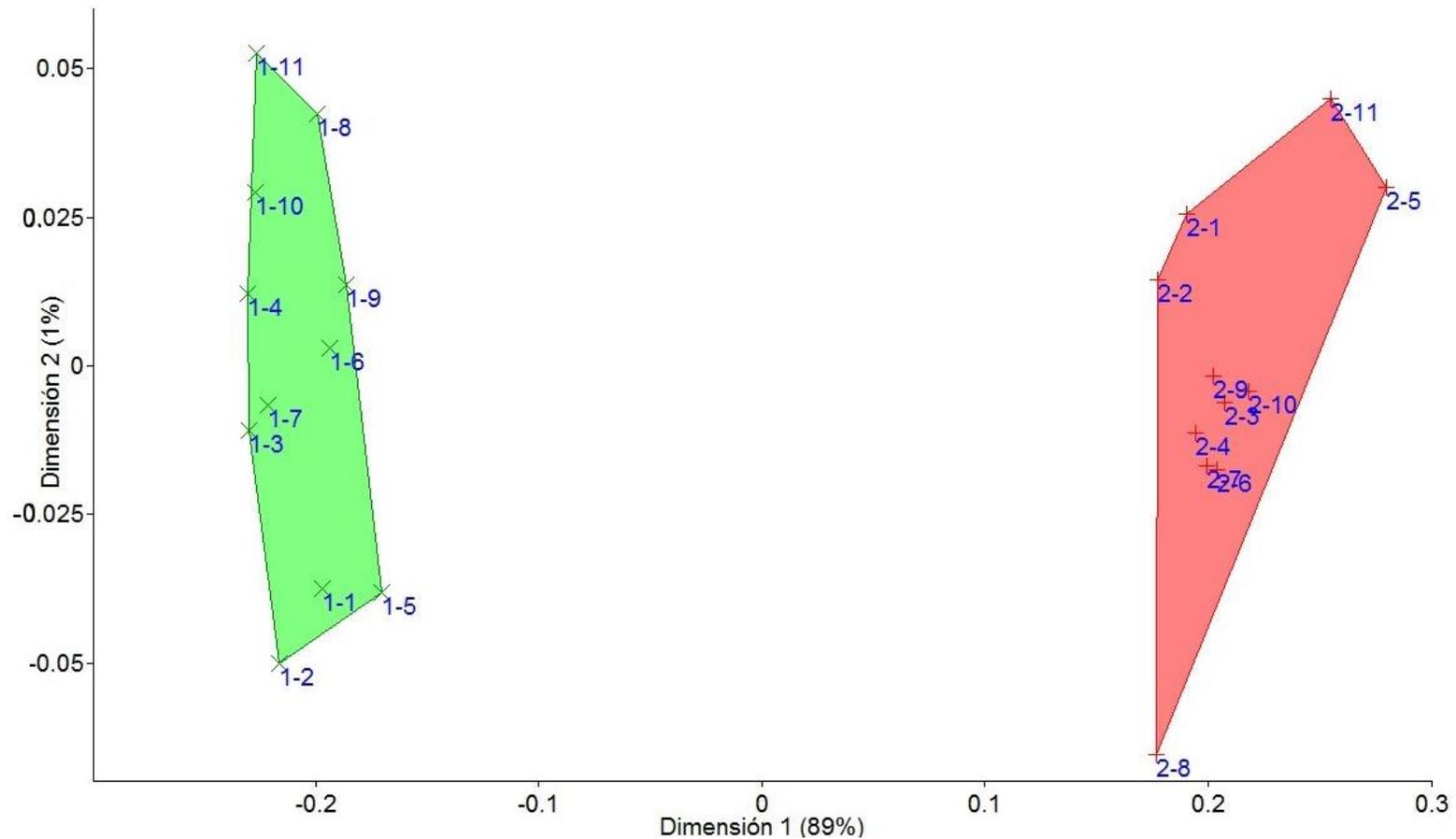


Fig. 11. MDS con distancia Gower entre los grupos de taxones generales de zooplancton y los meses y estaciones compartidas entre el estudio de Morales-Ramírez (1987) y el presente. P.N. Cahuita, Limón. Los datos del estudio del zooplancton por Morales-Murillo (1987) se presentan de color verde; y en color rojo, el presente estudio. Los números por ejemplo 1-11 o 2-11 se refieren al estudio (1: Morales-Ramírez (1987) o 2:Presente) separado por un guión de los meses compartidos entre ambos estudios: enero(1) a noviembre(11).

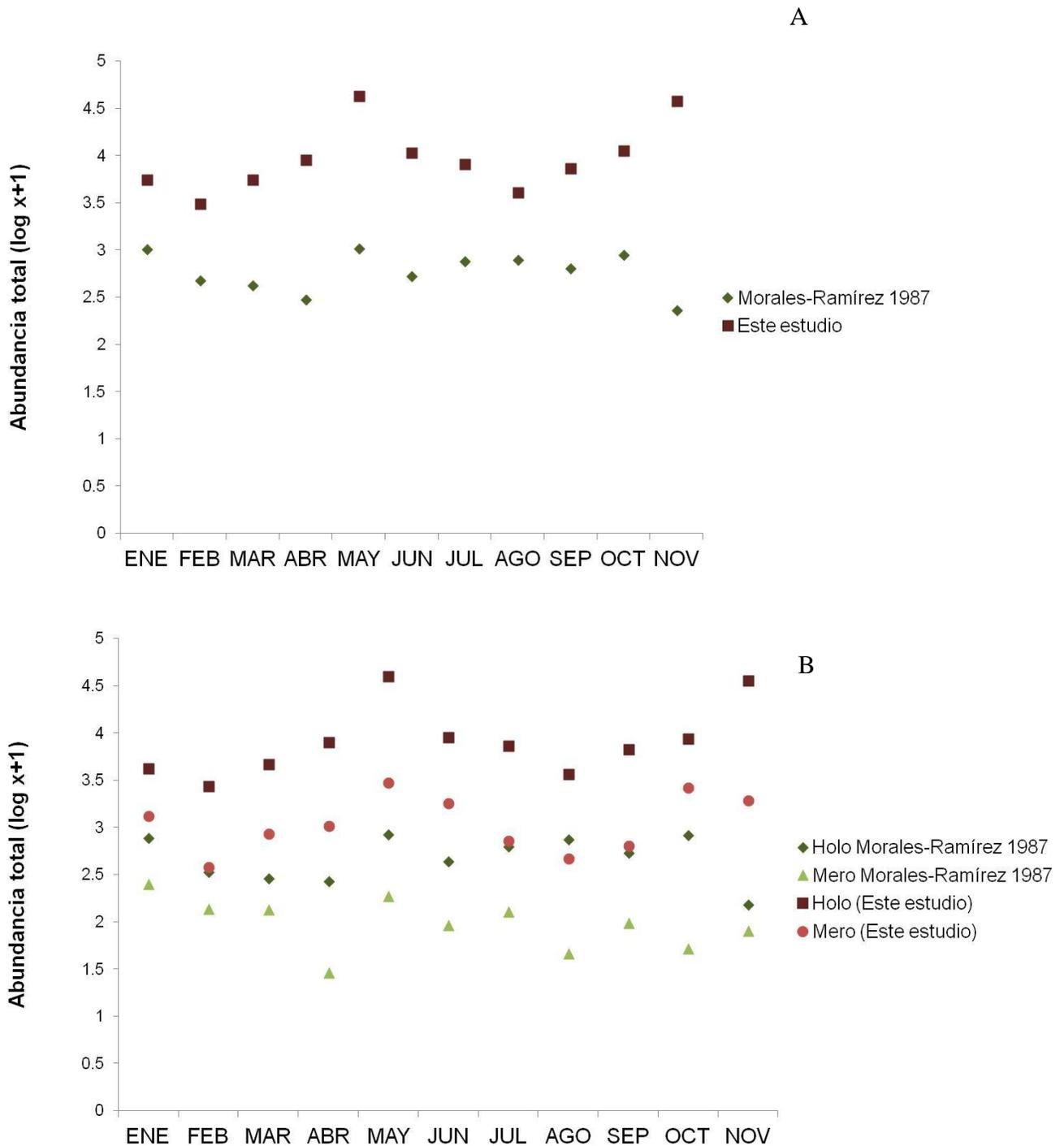
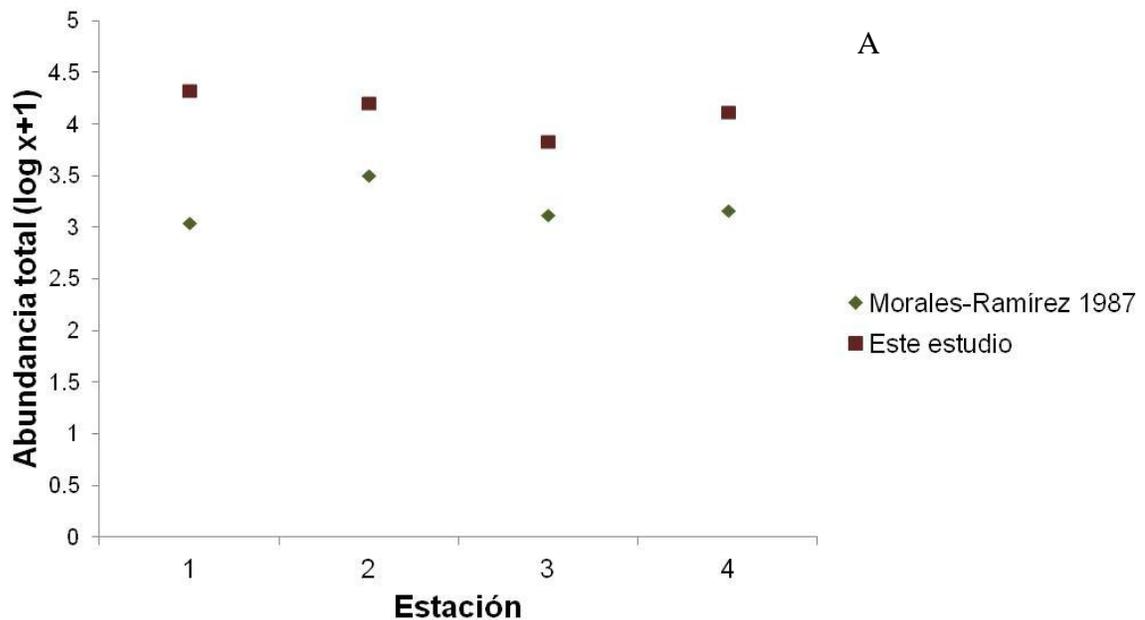


Fig. 12. Abundancia total (log) del zooplancton total (A) y del holozooplankton (Holo) y merozooplankton (Mero) (B), de los meses compartidos entre Morales-Ramírez (1987) y este estudio, en el P.N. Cahuita. Para el holo y merozooplankton del presente estudio los meses de setiembre a diciembre corresponden al año 2010 y de enero a agosto son del 2011.

Cuadro 4. Pruebas de t student y W wilcoxon pareadas entre los taxones grandes de zooplancton del estudio de Morales-Ramírez (1987) y el presente estudio en el P.N. Cahuita, Limón.

Taxones	Meses			Sitios		
	t	W	p	t	W	p
Copépodos	-3.13		0.011	-3.94		0.029
Foraminíferos		41	0.47	3.11		0.053
Quetognatos	-3.62		0.005	-3.24		0.048
Otros*		66	0.003	-3.69		0.035
Celenterados		62	0.01		8	0.27
Anfípodos		31	0.72		5	0.28
Urocordados		66	0.003	-3.62		0.036
Larv. Crust.	-4.05		0.002	-4.98		0.016
Larv. Equino.		60	0.016	-2.43		0.093
Velíg/juv.	-3.96		0.003	-6.32		0.008
Larv. Poliq.	-4.67		0.001	-6.45		0.008
Ictioplanct.	-1.13		0.28	1.98		0.142

* Incluye a radiolarios, al resto de artrópodos, nemátodos, anfioxos, poliquetos pelágicos y larvas de forónidos.



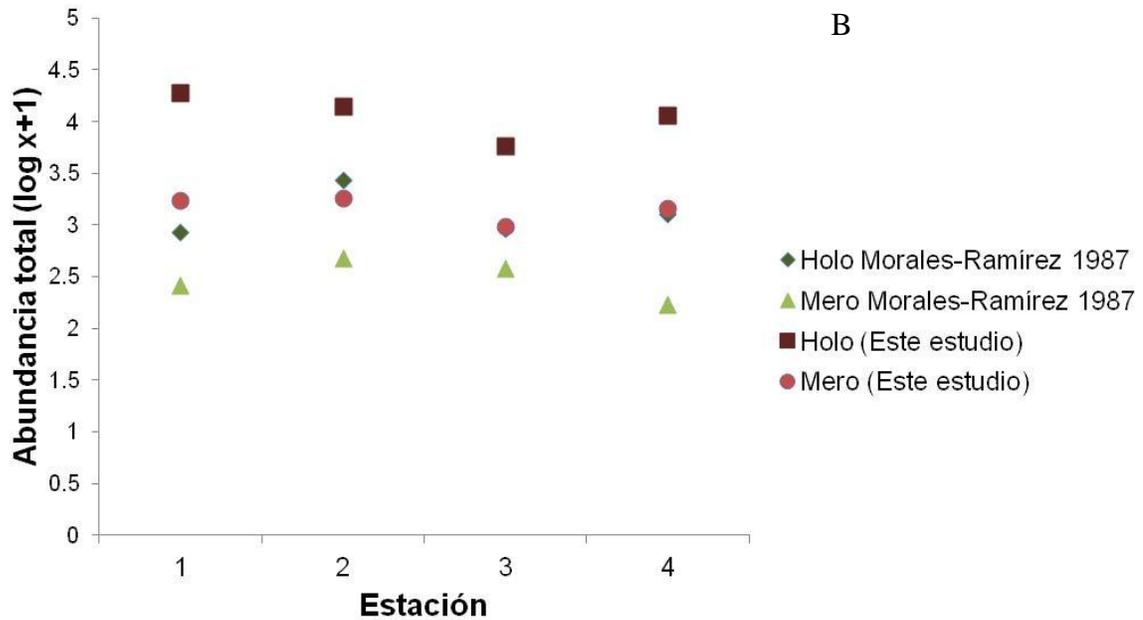


Fig. 13. Abundancia total (log) del zooplancton total (A) y del holozooplancton (Holo) y merozooplancton (Mero), de las estaciones compartidas entre Morales-Ramírez (1987) y este estudio, en el P.N. Cahuita.

Cuadro 5. Pruebas t entre las diversidades (Shannon-Wiener) de los taxones grandes de zooplancton en las estaciones y meses estudiados por Morales-Ramírez (1987) y el presente estudio, P.N. Cahuita, Limón.

Meses	t	p	p (corrección por Bonferroni)	H' (Morales-Ramírez 1987)	H' (Este estudio)
ENE	0.46	0.64	>0.05	1.39	1.37
FEB	11.18	<0.0001	<0.0001	1.75	1.21
MAR	-1.03	0.30	>0.05	1.09	1.13
ABR	-0.66	0.51	>0.05	0.92	0.96
MAY	8.18	<0.0001	<0.0001	1.46	1.19
JUN	-3.04	0.002	0.03	1.17	1.34
JUL	-3.42	0.0006	0.007	0.78	0.92
AGO	-11.45	<0.0001	<0.0001	0.61	1.18
SET	-3.58	0.0003	0.004	0.91	1.11
OCT	-22.98	<0.0001	<0.0001	0.4	1.32
NOV	2.48	0.014	0.15	1.33	1.13
Estaciones					
1	5.69	<0.0001	<0.0001	1.37	1.20
2	-6.19	<0.0001	<0.0001	1.10	1.27
3	3.30	0.0009	0.0003	1.47	1.35
4	-7.04	<0.0001	<0.0001	0.95	1.21

V DISCUSIÓN

En el sur del Caribe costarricense se tienen las formaciones arrecifales más grandes del país, promoviendo que la mayor actividad económica de esta región, incluyendo a Cahuita, sea el turismo (Piedrahíta 1997). Pese a que el arrecife coralino del Parque Nacional Cahuita ha sido investigado durante los últimos 30 años (Cortés *et al.* 2010a), investigaciones que involucren los ambientes pelágicos han sido escasos, se cuenta únicamente con un estudio sobre la dinámica de fitoplancton (Silva-Benavides 1986) y la caracterización del zooplancton (Morales-Ramírez (1987).

El plancton, tanto fito como zooplancton, son de suma importancia para unir redes tróficas en este ecosistema. Los patrones de biomasa, composición y abundancia del zooplancton, resultan inherentes para comprender este ecosistema, así como para otros ecosistemas marinos (Karsenti *et al.* 2011).

Condiciones ambientales

Un registro de 70 años (1941-2010) del Instituto Meteorológico Nacional (2011) identifica que para Limón se cuenta con dos periodos lluviosos, el primero que abarca los meses de mayo a agosto, y el segundo, de noviembre a enero; siendo setiembre el mes menos lluvioso y diciembre el de mayor precipitación. Cortés *et al.* (2010b) mencionan estos dos periodos, con algunas diferencias. El primero va de junio a agosto, y el segundo de noviembre a marzo. Durante los meses que se realizó el presente estudio, se registró una precipitación que concuerda con el IMN (2011) para el segundo periodo y con Cortés *et al.* (2010b) para el primer periodo. Fue en diciembre-2010 cuando se dio la mayor precipitación con 593.4 mm, mientras que la menor precipitación se dio en agosto-2011 (Cuadro 2).

La precipitación estuvo asociada a la temperatura, salinidad y a la profundidad del disco de Secchi, pero no se relacionaron de una manera evidente con las estaciones o con los meses de estudios (Fig. 2A,B). Además, se esperaba que la salinidad disminuyera al

aumentar la precipitación y en las estaciones 5 y 6, donde hay desembocaduras de ríos. Sin embargo, al parecer el aporte de agua dulce de estos ríos o de escorrentía no es suficiente para disminuir la salinidad o la temperatura, aunque Nielsen-Muñoz & Cortés (2009) mencionan que durante los meses lluviosos, el río Perezoso aporta aguas frías y que pueden disminuir la salinidad.

La salinidad y profundidad del disco de Secchi fueron semejantes a las informadas por Silva-Benavides (1986), siendo la estación 4 (parte externa de la cresta) la que presentó una mayor transparencia del agua y mayor salinidad, lo cual le da condiciones más oceánicas. En las estaciones más cercanas a la costa se da una resuspensión de sedimentos que inyecta nutrientes a la columna de agua, pero a que su vez bloquea la entrada de luz para ser aprovechada por los productores primarios. Por lo general la estabilidad de temperatura y salinidad favorece el desarrollo de grandes estructuras coralinas en el Caribe (D'Croz & Robertson 1997).

Biomasa

Esta investigación proporciona los primeros valores de biomasa del zooplancton para el arrecife de Cahuita, y para el Caribe de Costa Rica. Existen pocos estudios de la biomasa del zooplancton en el Caribe, y la mayoría han sido realizados en México. Por ejemplo los valores encontrados en Cahuita ($0.49-85.87 \text{ mg/m}^3$) están por debajo de los encontrados en la zona arrecifal de Mahahual (peso seco: $14.79-143.26 \text{ mg/m}^3$) por Castellanos & Suárez (1997), presuntamente la hidrografía de Mahahual promueve la acumulación de organismos en la zona arrecifal, lo que aumenta la biomasa.

Otros estudios en México, cuantificaron la biomasa mediante peso húmedo, por ejemplo, Suárez & Gasca (1994) vieron la variación del peso húmedo del zooplancton a lo largo de un año en Bahía la Ascención (peso húmedo: $20-125 \text{ mg/m}^3$), en donde encontraron valores mucho más altos en la época lluviosa (julio a octubre) en comparación a los otros meses. Sin embargo, los valores más altos correspondían a grandes abundancias de organismos gelatinosos, los cuales no fueron tan abundantes en el presente estudio en

Cahuita. Suárez & Gasca (1994) encontraron que la variabilidad espacial de la biomasa estaba siendo determinada por el régimen de viento, que en este caso tiene dirección suroeste-noreste, propiciando la acumulación de zooplancton dentro de la Bahía y no así cerca de la barrera arrecifal. Por último, en la parte norte de Quintana Roo, se encontró una mayor biomasa (peso seco: 75 mg/m^3) en un sistema lagunar costero que cerca del arrecife (36 mg/m^3) y este a su vez mayor que en estaciones más oceánicas (34 mg/m^3), relacionado con una mayor resuspensión de nutrientes en el sistema lagunar costero (Álvarez-Cardena *et al.* 2007).

En el archipiélago de Bocas del Toro, valores altos de biomasa (peso seco libre de ceniza: 3.93 mg/m^3) se correlacionaron con altas concentraciones de clorofila *a* y nitrato en la Laguna de Chiriquí producto de la entrada de la descarga de ríos y al alto tiempo de residencia del agua en la laguna; comparado con Bahía Almirante, que tiene mayor influencia oceánica (D'Croze *et al.* 2005). Para el archipiélago de San Blás, también se encontró una mayor biomasa en las estaciones cercanas a la costa en comparación con los puntos donde se da el mayor desarrollo de arrecifes y los más externos (D'Croze *et al.* 1999). Una relación positiva entre clorofila y biomasa también se ha visto para otros arrecifes como en Puerto Rico (Yoshioka *et al.* 1985).

La cuantificación de la biomasa por peso seco es una de las técnicas más usadas, debido a que estima la cantidad de materia orgánica e inorgánica, sin el peso adicional del agua, pero con una carga alta de ceniza lo que sobreestima el peso (Steedman 1976, Gasca *et al.* 1996). Nagao *et al.* (2001) y Nakajima *et al.* (2010) aclaran que en zonas costeras, la biomasa se sobreestima con el peso seco, debido a la contaminación de materiales inorgánicos por parte de los sedimentos resuspendidos y de la escorrentía terrestre. Por lo que esta biomasa realmente no pertenece no sólo al zooplancton sino al seston, que incluye tanto materia viva como muerta (Nakajima *et al.* 2010).

Este fenómeno fue muy común en las muestras de Cahuita, por lo que se recomienda utilizar el método de peso seco libre de ceniza o de ser posible métodos bioquímicos, como la cantidad de carbono o nitrógeno, como lo mencionan también Nagao *et al.* (2001). También es recomendable cuantificar la biomasa según los grupos

taxonómicos para reducir la variabilidad de la cantidad de materia orgánica y agua, tal como se ha realizado en Barbados (Lewis & Boers, 1991).

Abundancia del zooplancton

La abundancia promedio del zooplancton observada en este estudio ($12,847 \pm 510$ ind/m³) es superior a la de otros estudios en arrecifes del Caribe, como en el norte de Quintana Roo, México ($8,808$ ind/m³) por Álvarez-Cardena *et al.* (2007), en Mahahual (64 ind/m³) por Castellanos & Suárez (1997), o en Jamaica ($1317-3940$ ind/m³) por Webber *et al.* (1996). Incluyendo algunos muestreos nocturnos, esta abundancia sólo se compara con aquellos trabajos donde se evidenció una clara formación de parches de copépodos (Heidelberg *et al.* 2004).

Los copépodos, especialmente los calanoides fueron el grupo con mayor abundancia, provocando que el holozooplancton estuviera siempre por encima del merozooplancton. Este grupo es el más abundante en la mayoría de ambientes, y los arrecifes de coral no son la excepción (Hulsemann 1996). Además, los copépodos constituyen uno de los grupos pláncnicos más diversos en el Caribe (Michel & Foyo 1972).

En Cahuita, hubo una gran variabilidad espacio-temporal, pero aun así se pudo observar que los calanoides fueron más abundantes en noviembre 2010 (estaciones 1 y 2), los ciclopoideos en mayo 2011 (estaciones 1 y 4), las familias Oithonidae y Oncaidae suelen ser más abundantes en las zonas oceánicas, aunque alguna especie de *Corycaeus* se consideran demersales (Ohlhorst 1982). Ohlhorst (1985), por ejemplo, relaciona la alta variabilidad espacio-temporal del zooplancton con los parches de *Oithona colcarva*, en un arrecife en Jamaica. Heidelberg *et al.* (2004) encontraron que los ciclopoideos holozoopláncnicos, pero asociados a arrecife eran el grupo con mayor aporte al zooplancton y por ende, podría ser una de las mayores fuentes de alimento para los corales durante la noche. Álvarez-Cardena *et al.* (1998) para el Caribe mexicano encontraron una mayor abundancia de copépodos en las estaciones de la laguna arrecifal, en comparación con

estaciones oceánicas. En dicho estudio se vio que el calanoide *Acartia tonsa* era el copépodo dominante, seguido del ciclopoide *Farranula gracilis*, mientras que en Cahuita de Costa Rica no se observó ninguno de los dos, se vio que algunas especies del calanoide *Temora* y *Clausocalanus* son las dominantes (datos no presentados).

Al igual que con los otros grupos, las apendicularias encontradas en Cahuita, muestran una gran abundancia en comparación con otros estudios. Existe un gran aporte de las apendicularias, principalmente *Oikopleura longicauda*, al zooplancton total, debido a sus altas tasas de crecimiento que pueden llegar a superar la producción de los copépodos en un 50% (Hopcroft & Roff 1998).

Los cladóceros tuvieron una abundancia alta en mayo y en noviembre, y una abundancia baja en agosto, lo que semeja a lo encontrado por Morales-Ramírez (1987), quien lo relaciona a la alta precipitación que se dio durante mayo. En Jamaica se han visto abundancias que rondan los 25000 ind/m³ para el cosmopolita *Penillia avirostris*, el cual es un excelente filtrador de partículas pequeñas, lo que lo hace ser un buen competidor de los copépodos (Rose *et al.* 2004)

Las larvas de moluscos fueron el componente con mayor abundancia del merozooplancton, superior a la encontrada en México (Oliva & de Jesús 2000) que asociaron una mayor abundancia con la época lluviosa, así como lo encontró Morales-Ramírez (1987). Sin embargo, en este estudio la abundancia más alta fue en octubre 2010 que fue un mes con poca precipitación. Aunque la cantidad de larvas de moluscos no se relacionaron con la temperatura, se ha propuesto que se da una liberación de larvas tanto afuera como adentro de las lagunas arrecifales, cuando aumenta la temperatura para reducir la depredación en la columna de agua (Olivera & Navarrete 2000).

La resuspensión de sedimentos se ha relacionado con una mayor abundancia y biomasa de zooplancteres en el Sistema Lagunar de Nichupte (Caribe mexicano) (Álvarez-Cardena *et al.* 2007) y con la producción secundaria de copépodos en la Gran Barrera Australiana (McKinnon & Thorrold 1993). Esto puede explicar el porqué de esta gran abundancia de zooplancton en Cahuita. Las corrientes, oleaje o viento podrían resuspender organismos demersales que sólo migran a la columna de agua durante la noche. La mayor

abundancia obtenida en las estaciones 1 y 2, que corresponden a la cresta interna y parche profundo del sector de Puerto Vargas, respectivamente, concuerdan con los altos valores de material suspendido total reportados para el 2004 y 2005 (Roder *et al.* 2009), lo cual podría explicar este aumento.

Nueva riqueza para el Caribe costarricense

A continuación se presenta una sinopsis de los nuevos informes más destacados:

- Larvas de esponja: dentro de las esponjas existen ocho tipos de larvas, todas lecitotróficas. La larva del género *Thoosa*, encontrada en Cahuita y del género *Alectona*, pertenecen al tipo denominado hoplitomella, la cual no tiene cilios, pero sí unas espículas proyectadas hacia el exterior, que les permite salir del tejido materno donde se han desarrollado y que luego en la columna de agua les brinda flotabilidad (Maldonado & Bergquist 2002). Las especies del género *Thoosa* son excavadores de corales, se han encontrado invadiendo *Montastraea annularis* y *M. cavernosa* en Belice (Highsmith *et al.* 1983), y *T. mismalolli* es la segunda esponja con mayor frecuencia de invasión de corales en el Pacífico mexicano (Nava & Carballo 2008). Las larvas de esponjan suelen ser liberadas durante la mañana y pueden presentar una estacionalidad; en cuyo caso se recomienda su recolección con bombas de succión y redes de plancton (poro 100 µm) arrastradas por buzos (Mariani *et al.* 2003).

- Forónidos: existen dos géneros de forónidos *Phoronis* y *Phoronopsis*, tres especies del primer género han sido informadas para el Caribe de Panamá (Emig 2009), y su larva actionotroca (Fig. 9E), también se ha encontrado en el Caribe colombiano (Ávila-de Tabarés *et al.* 2007), la cual semeja a los especímenes encontrados en Cahuita. Esta es el segundo informe de forónidos para costas costarricenses, después de que se encontraron especímenes adultos de *Phoronopsis albomaculata* en fondos arenosos de Bahía Chatham en el Parque Nacional Isla del Coco, Pacífico costarricense (Dean *et al.* 2010).

- Cubomedusa *Chiropsalmus quadrumanus*, es la primera especie de la clase Cubozoa para el Caribe costarricense. Especímenes del género *Chiropsalmus* y de *Tripedalia cystophora* han sido recolectados en el Golfo de Nicoya (Rodríguez-Sáenz & Segura-Puertas 2009). *C. quadrumanus* está presente en todos los mares tropicales, es común que ocurra en arrastres camaroneros (Guest 1952, Nagata *et al.* 2009) o en aguas claras cerca de las playas. Como muchos cubozoos, esta especie puede causar necrosis en la piel y hasta la muerte en poco tiempo (Fenner 2005, Haddad *et al.* 2010).

- Poliquetos: de las ocho familias de poliquetos verdaderamente pelágicos, sólo se encontró la familia Alciopidae, siendo *Alciopina parasitica* el primer informe para Centroamérica, luego de haber sido encontrada en el Caribe mexicano (Jiménez-Cueto & Suárez-Morales 2008) y venezolano (Díaz *et al.* 2009). Anteriormente sólo se conocían otras dos especies *Eulalia magnapupula* y *Vanadis fuscipunctata* para Panamá y *Rhynchonerella moebii* para Honduras (Dean 2009). Støp-Bowitz (1996) explica que estas familias holozooplánticas son oceánicas, y su presencia en zonas costeras suele ser muy rara.

En lo que se refiere a las larvas merozooplánticas, muchos especímenes estaban en estadios de metatrocófora e inclusive juvenil, por lo que su identificación a especie no es factible (Plate & Husemann 1994). Las familias más comunes de poliquetos en arrastres de plancton son Spionidae, Chaetopteridae y Oweniidae (Bhaud 2000), y pueden presentar una estacionalidad marcada (Plate & Husemann 1994). De las familias que se encontraron en Cahuita, sólo Spionidae estaba informada para el Caribe de Costa Rica y fue la más común, hecho que también lo menciona Morales-Ramírez (1987). Muchas familias como neréididos, filodócidos, polinoidos, espiónidos estuvieron presentes en el estadio larval de nectoqueta, una larva avanzada que posee tres segmentos. Un espécimen de *Exogone breviantennata* con epitocos fue encontrada, se cree que todas las especies de *Exogone* tienen desarrollo directo. Los pectináridos y terebélidos como adultos habitan en tubos, y desde fases larvales se puede observar estas estructuras (Crumrine 2001), como ocurrió en

el presente estudio. Es importante resaltar que los informes de especies de este grupo para el Caribe de Costa Rica solo era de 4 especies antes de esta investigación (Dean 2009)

- Copépodos: especies de la familia Sapphirinidae presentan características particulares: células del tegumento que proveen iridiscencia y una migración dial inversa (Chae & Nishida 1995), estos y los coricaeidos son depredadores visuales (Fig. 9C), con grandes y evidentes lentes oculares (Campos & Suárez 1994). *Corycaeus clausi* y *C. limbatus* son reportes nuevos para Costa Rica, y a éstas se suman *C. speciosus*, *Sapphirina nigromaculata* y *Copilia mirabilis* que se encuentran por primera vez para el Caribe costarricense.

Otro hallazgo lo constituye los copépodos de la familia Monstrillidae, estos organismos son endoparásitos de poliquetos y moluscos en estadios larvales, hasta CIV, el último copepodito y el adulto, que sólo se reproduce, y por ende carece de partes bucales, son de vida libre (Suárez-Morales 2011). En Cahuita se encontró por primera vez tres de los cuatro géneros de esta familia: *Monstrilla grandis*, primer informe para el Atlántico Tropical y dos nuevas especies, *Cymbasoma alvaroi* en honor al Dr. Álvaro Morales Ramírez y *Monstrillopsis cahuitae* en honor al pueblo de Cahuita (Suárez-Morales *et al.*, en prensa).

La diversidad de copépodos de este estudio (33 spp) sigue siendo baja en comparación con las 45 especies informadas para el Caribe de Costa Rica, o de las aproximadamente 450 especies de copépodos plánticos reportados para el Mar Caribe (Morales-Ramírez & Suárez-Morales 2009), pero es comparable con otros arrecifes coralinos del Caribe (Moore & Sander 1979, Webber *et al.* 1996)

- Cefalocordados: las lancetas o anfioxos son organismos bénticos, cercanos filogenéticamente a los vertebrados, su larva es plántica lo que le permite colonizar otras regiones lejanas. *Branchiostoma floridae* y *B. caribaeum* se han encontrado en aguas de Florida, México y Colombia (Poss & Boschung 1996). *Branchiostoma californiense* era la única especie informada para el Golfo de Nicoya, hasta ahora (Maurer & Vargas 1984,

Vargas & Dean 2010). Otra especie *Asymmetron lucayanum* recientemente ha sido encontrada en sedimentos arenosos de la Isla del Coco (J. Sibaja, com. pers.).

- Apendicularias y salpas: estos organismos holozooplánticos constituyen uno de los grupos más comunes en muestras del Caribe. Para el Caribe de Costa Rica se había informado solamente el género *Oikopleura* para Limón (Castellanos *et al.* 2009). En esta tesis se logran identificar por primera vez tres especies de apendicularias: *Oikopleura longicauda*, *Fritillaria haplostoma* y *F. formica*. *Oikopleura longicauda* y *F. formica*, han llegado a conformar el 70% y 8.3% de la abundancia total de apendicularias en Banco Chincorro, Caribe mexicano (Castellanos-Osorio 2003). Por su parte, la salpa *Doliolum nationalis* es muy común en aguas cálidas (Esnal 1996), y representa la tercera especie de salpa informada para el Caribe de Costa Rica, aunque ya se ha encontrado en muestras del Pacífico (M. Corrales, com. pers.).

¿Qué tan diferente es el zooplancton en Cahuita después de más de 25 años?

La abundancia total de este estudio, mucho mayor que la encontrada por Morales-Ramírez (1987), principalmente se adjudica a dos grupos del holozooplancton. Primero los copépodos, cuya abundancia a lo largo del año llegaron fue 32 veces más aquella encontrada en 1984. Las apendicularias, cuya abundancia en el estudio anterior fue muy baja, y en particular las larvas velígeras de moluscos (dentro del merozooplancton) produjeron la gran diferencia entre ambos estudios (Apéndice IV). Estas diferencias también se pueden ver en la diversidad y composición del zooplancton.

¿Es posible que la abundancia del zooplancton sea mayor debido a que hay una descarga mayor de sedimentos con nutrientes que favorezca grandes parches de organismos? Como se ha mencionado antes la cantidad de sedimentos resuspendidos se ha correlacionado tanto con valores altos de biomasa como de abundancia (Álvarez-Cardena *et al.* 2007). Roder *et al.* (2009) encontraron valores de material suspendido cuatro veces mayores que en la década de 1980 (Cortés & Risk 1985), y en adición los valores más altos

de material suspendido total dentro del arrecife, concuerdan con las zonas del arrecife (Puerto Vargas) donde se obtuvo más abundancia y biomasa de zooplancton.

Otra explicación del porqué hubo menor abundancia de zooplancton durante 1984, radica en el posible efecto que pueda tener el ENOS (El Niño-Oscilación del Sur) en las comunidades pláncnicas. Durante 1982-1983 se presentó un fenómeno de El Niño que pudo provocar ciertas anomalías en el Mar Caribe y Atlántico Ecuatorial (Delecluse *et al.* 1994). Por ejemplo, algunas variaciones en la temperatura superficial del mar, mayores a 2 °C (González *et al.* 2000). Quesada-Alpízar & Morales-Ramírez (2006) encontraron una menor abundancia y biomasa del zooplancton, en el Golfo Dulce (Pacífico de Costa Rica), durante los meses el ENOS del año 1997.

Los efectos del ENOS de 1982-1983 sobre el Golfo de México y el Mar Caribe mexicano incluyeron un incremento en la velocidad del viento, en el oleaje y en la lluvia. Esto produjo una mezcla de los nutrientes en la columna de agua y una mayor concentración de clorofila (González *et al.* 2000), lo que repercutiría en un posible aumento de la abundancia y biomasa del zooplancton. Si en el Caribe costarricense, el ENOS provocara también ese efecto, no debería haberse presentado unas abundancias tan bajas en Cahuita durante el estudio de 1984. Entonces las bajas abundancias de dicho estudio no parecen ser explicadas por algún efecto del ENOS de 1982-1983.

Disponibilidad de larvas en el arrecife de Cahuita

Mucha de la fauna representativa de los arrecifes de coral, son sésiles o con movilidad limitada. Por tanto, una fase larval es de suma importancia para su dispersión y para la estabilización de una distribución espacial y mantención de un flujo génico (Poulin *et al.* 2001). En Cahuita, pese a que el merozooplancton nunca fue tan abundante o diverso como el holozoplancton, se encontró una gran variedad de formas larvales de organismos que son componentes esenciales del arrecife de coral. Por ejemplo, una gran abundancia de

larvas de decápodos, con unos pocos especímenes de larvas de langosta, cuya explotación comercial es una de las más importantes en Cahuita (González-Quiroz 2005).

Por otra parte los ambientes de laguna arrecifal ofrecen diferentes microhábitas como praderas de pasto marino, pequeños parches de coral pétreo y de roca, donde el merozooplancton puede encontrar refugio (Emery 1968). En las praderas de *Thalassia testudinum* de Puerto Vargas se han encontrado 16 nuevos informes de camarones penaeidos (Wehrtmann & Vargas 2003).

Por primera vez se informan larvas de esponja, de nemertinos y de forónidos; además de los otros dos filos de lofoforados y una gran diversidad de larvas de poliquetos, lo que hace que Cahuita presente una alta disponibilidad de posibles reclutas para el ambiente béntico. Por lo que no se comparte la idea de que la resuspensión de sedimentos afecte la diversidad de formas larvales como lo menciona Morales-Ramírez (1987).

Por otro lado los arrecifes coralinos han sido vistos como criaderos para peces arrecifales y de importancia económica directa. Las concentraciones de biomasa de zooplancton de este estudio, permite pensar en que hay una gran cantidad de alimento en la columna de agua que puede beneficiar las poblaciones de peces residentes. Pese a que hay bastante cantidad de alimento, no se ve una gran abundancia o diversidad de ictioplancton, como sí se ha visto en varios archipiélagos del Caribe de Panamá (D' Croz *et al.* 1999) o de México (Vásquez-Yeomans 2000).

La gran variedad de merozooplancton y la presencia de grupos demersales hacen pensar que Cahuita cuenta con una comunidad de zooplancton residente dentro del arrecife. Sin embargo, la superioridad del holozoplancton, conformado por copépodos oceánicos de los géneros *Temora*, *Clausocalanus* y *Calocalanus* (Campos & Suárez 1994); o por una gran cantidad de apendicularias, parece reafirmar la idea de Morales-Ramírez (1987) de que el zooplancton en Cahuita es dominado por zooplancton oceánico introducido por corrientes. No obstante los grupos de holozoplancton pueden presentar comportamientos demersales en un ambiente semicerrado como el de un arrecife (Roman *et al.* 1990).

En Panamá, se pudo observar que los bajos niveles de biomasa y de abundancia se pueden relacionar a una fuerte influencia de aguas oceánicas baja en nutrientes y la baja

tala de zonas boscosas en la vertiente Caribe que disminuye la sedimentación (D’Croz & Robertson 1997). Sin embargo, esto no es el caso para Cahuita, donde el cambio de uso de suelo y la reducción de coberturas boscosas, inclusive en áreas protegidas (Mora-Cordero & Chavarría 2009) han promovido la degradación del arrecife (Cortés *et al.* 2010a).

Cortés & Risk (1985) demostraron que el arrecife de coral del Parque Nacional Cahuita está siendo afectado por la descarga de sedimentos y nutrientes provenientes del Río La Estrella y el Río Banano. Hands *et al.* (1993) sin embargo, dicen que la afectación se debe a cambios en el perímetro de las playas y a tormentas. No obstante, Muller-Parker & Cortés (2001) con datos de 1997, ven que el ingreso de nutrientes inorgánicos a través de los sedimentos desde las desembocaduras de La Estrella afectan la penetración de luz en el arrecife de Cahuita.

La alta abundancia de zooplancton encontrado en este estudio también podría estar contribuyendo a la sobrevivencia y permanencia de los corales, al constituir una fuente importante de nutrientes y de energía para el crecimiento y la reproducción, pese a las condiciones de sedimentación que han afectado al arrecife de Cahuita y han provocado su deterioro por más de 30 años.

VI. CONCLUSIONES

El arrecife coralino del Parque Nacional Cahuita posee una diversidad baja de corales escleractíneos en comparación a otros arrecifes del Caribe (Cortés 1981); sin embargo, el ambiente pelágico muestra una gran variedad de especies y formas, así como una gran abundancia.

- ◆ La biomasa y la gran abundancia del zooplancton en Cahuita se atribuye principalmente a grupos holozooplánticos como los copépodos y apendicularias, que en hábitats arrecifales pueden comportarse como especies demersales y formar parches con una gran abundancia de organismos.
- ◆ Los picos de biomasa y abundancia muestran una relación con los meses lluviosos y con las estaciones más cercanas a la costa, patrón encontrado en otros estudios que comparan zonas costeras con zonas oceánicas.
- ◆ Existe una gran diversidad de formas larvales (merozooplancton) de invertebrados marinos, lo que significa una oferta de reclutas y juveniles que pudieran favorecer las poblaciones bénticas del arrecife.
- ◆ El ambiente pelágico del Caribe costarricense sigue siendo el menos investigado del país. El hallazgo de 39 informes nuevos para el litoral Caribe, 14 informes nuevos para el país y dos especies nuevas para la ciencia reafirma una gran diversidad que necesita seguir siendo estudiada.

- ◆ Los incrementos en el material suspendido total, carbono y nitrógeno particulado de esta década en comparación con la década de 1980 (Roder *et al.* 2009), y por ende una posible entrada de nutrientes parece explicar el cambio en la abundancia y composición del zooplancton de Cahuita, con respecto al estudio realizado por Morales-Ramírez (1987) hace más de 25 años.

- ◆ El Caribe de Costa Rica representa una oportunidad para generar información biológica del ambiente pelágico y béntico, en conjunto con aspectos oceanográficos, dentro de una escala espacio-temporal más amplia. Esto permitirá descifrar de una manera más integral las dinámicas y funciones ecosistémicas.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Allredge, A.L. & J.M. King. 2009. Near-surface enrichment of zooplankton over a shallow back reef: implication for coral reef food webs. *Coral Reefs*. 28: 895-908.
- Alvarado, J.J., J. Cortés & E. Salas. 2004. Population densities of *Diadema antillarum* Philippi at Cahuita National Park (1977-2003), Costa Rica. *Carib. J. Sci.* 40: 257-259.
- Álvarez-Cardena, J.N., E. Suárez-Morales & R. Gasca. 1998. Copepod assemblages from a reef-related environment at the Mexican Caribbean Sea. *Crustaceana*. 71: 411-433.
- Álvarez-Cardena, J.N., U. Ordóñez-López, A.R. Almaral-Mendivil & A. Uicab-Sabido. 2009. Composition and abundance of zooplankton groups from a coral reef lagoon in Puerto Morales, Quintana Roo, Mexico, during an annual cycle. *Rev. Biol. Trop.* 57: 647-658.
- Álvarez-Cardena, J.N., U. Ordóñez-López, D. Valdés-Lozano, A.R. Almaral-Mendivil & A. Uicab-Sabido. 2007. Estudio anual del zooplancton: composición, abundancia, biomasa e hidrología del norte de Quintana Roo, mar Caribe de México. *Rev. Mex. de Biodiv.* 78: 421-430.
- Andrade, C.A. & E.D. Barton. 2000. Eddy development and motion in the Caribbean Sea. *J. Geophys. Res.* 105: 191-201.
- Ávila-de Tabarés, G., O. Martínez-Ramírez & A. Franco-Herrera. 2007. Larvas planctónicas de loforados en la Bahía de Gaira, Magdalena, Caribe colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 36: 327-332.
- Bhaid, M.R. 2000. Some examples of the contribution of planktonic larval stages to the biology and ecology of polychaetes. *Bull. Mar. Sci.* 67: 345-358.
- Birkeland, C. 1997. Introduction. p. 1-12. *In: C. Birkeland (ed.) Life and Death of Coral Reefs*. Chapman & Hall, New York.
- Bolaños, N., A. Bourg, J. Gómez & J.J. Alvarado. 2005. Diversidad y abundancia de equinodermos en la laguna arrecifal del Parque Nacional Cahuita, Caribe de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 53: 285-290.
- Boltovskoy, D. 1999. Atlas del zooplancton marino del Atlántico Occidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. INIDEP. Mar del Plata.
- Bougis, P. 1976. *Marine Plankton Ecology*. North-Holland Pub. Comp., Amsterdam.
- Breedy, O. 2009. Octocorals. Texto: p. 161-167, Lista de Especies: Disco compacto: p. 108-111. *In: I.S. Wehrmann and J. Cortés (Eds.). Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America*. Monogr. Biol. 86. Springer + Business Media B.V., Berlin.
- Campos, A. & E. Suárez. 1994. Copépodos pelágicos del Golfo de México y Mar Caribe. I. *Biología y Sistemática*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo. Quintana Roo, México.

- Castellanos, I.A. & E. Suárez-Morales. 1997. Observaciones sobre el zooplancton de la zona arrecifal de Mahahual, Quintana Roo (Mar Caribe mexicano). *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Zool.* 68: 237-252.
- Castellanos, I., E. Suárez-Morales & A. Morales-Ramírez. 2009. Appendicularians (Urochordata). Texto: p. 445-453, Lista de especies: Disco Compacto p. 411. *In: I. S. Wehrtmann and J. Cortés (Eds.). Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America. Monogr. Biol.* 86. Springer + Business Media B.V., Berlin.
- Castellanos-Osorio, I.A. 2003. Appendicularians (Tunicata) of Banco Chinchorro, Caribbean Sea. *Bull. Mar. Sci.* 73: 133-140.
- Centurioni, L.R. & P.P. Niiler. 2003. On the surface currents of the Caribbean Sea. *Geophys. Res. Lett.* 30: 1-4.
- Chae, J. & S. Nishida. 1995. Vertical distribution and diel migration in the iridescent copepods of the family Sapphirinidae: a unique example of reverse migration? *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 119: 111-124.
- Connell, J.H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199: 1402-1310.
- Cortés, J. 1994. A reef under siltation stress: a decade of degradation. R.N. Ginsburg (compilador), *Proceedings of the Colloquium on Global Aspects of Coral Reefs: Health, Hazards and History, 1993.* RSMAS, Univ. Miami, Florida: 240-246.
- Cortés, J. 2009. Stony corals. Texto: p. 169-173, Lista de Especies: Disco compacto: p. 112-118. *In: I.S. Wehrtmann and J. Cortés (Eds.). Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America. Monogr. Biol.* 86. Springer + Business Media B.V., Berlin.
- Cortés, J. & M.J. Risk. 1984. El arrecife coralino del Parque Nacional Cahuita, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 32: 109-121.
- Cortés, J. & M.J. Risk. 1985. A reef under siltation stress: Cahuita, Costa Rica. *Bull. Mar. Sci.* 36: 339-356.
- Cortés, J. & H.M. Guzmán. 1985. Arrecifes coralinos de la costa Atlántica de Costa Rica. *Brenesia.* 23: 275-292.
- Cortés, J. & C. Jiménez. 2003. Past, present and future of coral reefs of the Caribbean coast of Costa Rica. p. 223-239. *In: J. Cortés (ed.) Latin American Coral Reefs.* Elsevier Science B.V., Amsterdam.
- Cortés, J., R. Soto & C. Jiménez. 1992. Earthquake associated mortality of intertidal and coral reef organisms (Caribbean of Costa Rica). *Proc. 7th Int. Coral Reef Symp., Guam* 1: 235-240.
- Cortés, J., C.E. Jiménez, A.C. Fonseca & J.J. Alvarado. 2010a. Status and conservation of coral reefs in Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 58: 33-50.
- Cortés, J., A.C. Fonseca, J. Nivia-Ruiz, V. Nielsen-Muñoz, J. Samper-Villareal, E. Salas, S. Martínez & P. Zamora-Trejos. 2010b. Monitoring coral reefs, seagrasses and mangroves in Costa Rica (CARICOMP). *Rev. Biol. Trop.* 2010: 58:1-22.
- Crawley, M.J. 2007. *The R Book.* John Wiley & Sons, Ltd, England.
- Crumrine, L. 2001. Polychaeta. p. 39-77. *In: A. Shanks (Ed.). An Identification Guide to the Larval Marine Invertebrates of the Pacific Northwest.* Oregon State Univ. Press. Oregon.

- D’Croz, L. & D.R. Robertson. 1997. Coastal oceanographic conditions affecting coral reefs on both sides of the Isthmus of Panama. p. 2053-2058. *In*: H. Lessios & I.G. McIntyre (Eds.). Proc. 8th Int. Coral Reef Symp. Panamá.
- D’Croz, L., D. R. Robertson, & J. A. Martínez. 1999. Cross-shelf distribution of nutrients, plankton, and fish larvae in the San Blas Archipelago, Caribbean Panama. *Rev. Biol. Trop.* 47:203-215.
- D’Croz, L., J.B. del Rosario & P. Góndola. 2005. The effect of fresh water runoff on the distribution of dissolved inorganic nutrients and plankton in the Bocas del Toro archipiélago, Caribbean Panama. *Carib. J. Sci.* 41: 414-429.
- Dean, H.K. 2009. Polychaetes and echiurans. Texto: p. 181-191, Lista de especies: Disco Compacto: p. 122-159. *In*: I.S. Wehrtmann and J. Cortés (Eds.). Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America. Monogr. Biol. 86. Springer + Business Media B.V., Berlin.
- Dean, H.K. J.A. Sibaja-Cordero & J. Cortés. 2010. Occurrence of the phoronid *Phoronopsis albomaculata* in Cocos Island, Costa Rica. *Pac. Sci.* 64: 459-462.
- Delecluse, P., J. Servain, C. Levy, K. Arpe & L. Bengtsson. 1994. On the connection between the 1984 Atlantic warm event and the 1982-1983 ENSO. *Tellus.* 46A: 448-464.
- Díaz, O.F., E. Radha, I. Liñero-Arana & B. Marín. 2009. Poliquetos holoplácticos (Annelida: Polychaeta) de la plataforma del Atlántico venezolano. *Cienc. Mar.* 7: 15-26.
- Emery, A.R. 1968. Preliminary observation on coral reef plankton. *Limnol. Oceanogr.* 13: 293-303.
- Emig, C.C. 2009. Phoronids. Texto: p. 409-411, Lista de Especies: Disco compacto: p. 383-384. *In*: I.S. Wehrtmann and J. Cortés (Eds.). Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America. Monogr. Biol. 86. Springer + Business Media B.V., Berlin.
- Esnal, G.B. 1996. Thaliacea y Appendicularia. p. 597-630. *In*: R. Gasca & E. Suárez (Eds.). Introducción al Estudio del Zooplankton Marino. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)/CONACYT. México, D.F. México.
- Fenner, P.J. 2005. Venomous jellyfish of the world. *SPUMS.* 35: 131-138.
- Ferraris, J.D. 1982. Surface zooplankton at Carrie Bow Cay, Belize. p. 143-151. *In*: K. Rützler & I.G. Macintyre (Eds.). The Atlantic Barrier Reef Ecosystem at Carrie Bow Cay, Belize, I. Structure and Communities. Smithsonian Contrib. Mar. Sci. 12. Smithsonian Inst. Press. Washington DC.
- Fonseca, A.C. & C. Gamboa. 2003. A rapid assessment at Cahuita National Park, Costa Rica, 1999. (Part 2: reef fishes). p. 258-266. *In*: J.C. Lang (ed.). Status of Coral Reefs in the western Atlantic: Results of initial surveys, Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA) Program. *Atoll Res. Bull.* 496.
- Fonseca, A.C., E. Salas & J. Cortés. 2006. Monitoreo del arrecife coralino Meager Shoal, Parque Nacional Cahuita, Costa Rica (sitio CARICOMP). *Rev. Biol. Trop.* 54: 755-763.
- Fonseca, A.C., V. Nielsen & J. Cortés. 2007. Monitoreo de pastos marinos en Perezoso, Cahuita, Costa Rica (sitio CARICOMP). *Rev. Biol. Trop.* 55: 55-66.

- Gasca, R., L. Segura & E. Suárez. 1996. El zooplancotn marino. p. 1-35. *In*: R. Gasca & E. Suárez (Eds.). Introducción al Estudio del Zooplancton Marino. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)/CONACYT. México, D.F. México.
- Glynn, P.W. 1973. Ecology of a Caribbean coral reef. The *Porites* reef-flat biotope: Part II. Plankton community with evidence for depletion. *Mar. Biol.* 22: 1-21.
- González, N.M., F.E. Muller-Karger, S.C. Estrada, R.P. de los Reyes, I.V. del Rio, P.C. Pérez & I.M. Arenal. 2000. Near-surface phytoplankton distribution in the Western Intra-Americas Sea: the influence of El Niño and weather events. *J. Geophys. Res.* 105: 14029-14043.
- González-Quiroz, O.D. 2005. Reclutamiento postlarval de la langosta de la familia Palinuridae (Decapoda) y sugerencias para un plan de monitoreo del recurso en el Parque Nacional Cahuita, Costa Rica. Tesis de Maestría, Univ. Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Guest, W.C. 1952. The occurrence of the jellyfish *Chiropsalmus quadrumanus* in Matagorda Bay, Texas. *Bull. Mar. Sci. Gulf. Carib.* 9:79-83.
- Guzmán H.M. & J. Cortés. 1985. Organismos de los arrecifes coralinos de Costa Rica VI. Descripción y distribución geográfica de octocoralarios (Cnidaria) de la costa Caribe. *Brenesia* 24:125-174.
- Haddad, V., F. Silveira & A. Migotto. 2010. Skin lesions in envenoming by cnidarians (Portuguese Man-of-War and jellyfish): etiology and severity of accidents on the Brazilian coast. *Rev. Inst. Med. Trop. S. Paulo.* 52: 47-50.
- Hammer, Ø., D.A. Harper & P.D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontol. Electr.* 4: 1-9.
- Heidelberg, K.B., K.P. Sebens & J.E. Purcell. 2004. Composition and sources of near reef zooplankton on a Jamaican forereef along with implications for coral feeding. *Coral Reefs.* 23: 263-276.
- Highsmith, R.C., R.L. Lueptow & S.C. Schonberg. 1983. Growth and bioerosion of three massive corals on the Belize barrier reef. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 13: 261-271.
- Holzman, R., M.A. Reidenbach, S.G. Monismith, J.R. Koseff & A. Genin. 2005. Near-bottom depletion of zooplankton over a coral reef II: relationships with zooplankton swimming ability. *Coral Reefs* 24: 87-94.
- Hughes, T.P. 1984. Population dynamics based on individual size rather than age: A general model with a reef coral example. *Amer. Natur.* 123: 778-795.
- Hughes, T.P. 1990. Recruitment limitation, mortality, and population regulation in open systems: A case study. *Ecology* 71: 12-20.
- Instituto Meteorológico Nacional. 2011. Descripción del clima. Cantón de Limón. Departamento de Climatología e Investigación Aplicada, MINAET. San José, Costa Rica.
- Jiménez-Cueto, S. & E. Suárez-Morales. 2008. An account of *Alciopina*, *Torrea*, and *Rhynconereella* (Polychaeta: Alciopidae) of the western Caribbean Sea. *Belg. J. Zool.* 138: 70-80.
- Johnson, J.E. & P.A. Marshall. 2007. Climate Change and the Great Barrier Reef. Great Barrier Reef Marine Park Authority, Townsville, Australia.

- Karsenti, E., S.G. Acinas, P. Bork, C. Bowler, C. de Vargas, J. Raes, M. Sullivan, D. Arendt, F. Benzoni, J.M. Claverie, M. Follows, G. Gorsky, P. Hingamp, D. Iudicone, O. Jaillon, S. Kandels-Lewis, U. Krzic, F. Not, H. Ogata, S. Pesant, E.G. Reynaud, C. Sardet, M.E. Sieracki, S. Speich, D. Velayoudon, J. Weissenbach, P. Wincker & the Tara Oceans Consortium. 2011. A holistic approach to marine ecosystems biology. *PLoS. Biol.* 9: 1-5.
- Kovach Computer Services. 2004. Multi Variate Statistical Package (MVSP Version 3.13I). www.kovcomp.co.uk/mvsp/.
- Lalli, C.M. & T.R. Parsons. 1997. Zooplankton. p. 74-110. *In: C.M. Lalli & T.R. Parsons (eds.) Biological Oceanography: An Introduction.* Elsevier, Burlington, Massachusetts.
- Lewis, J.B. & J.J. Boers. 1991. Patchiness and composition of coral reef demersal zooplankton. *J. Plankton Res.* 13: 1273-1289.
- Maldonado, M. & P.R. Berququist. 2002. Phylum Porifera. p. 21-50. *In: C.M. Young (Ed.). Atlas of Marine Invertebrate Larvae.* Academic Press, Londres.
- Mariani, S., M.J. Uriz & X. Turon. 2003. Methodological bias in the estimations of important meroplanktonic components from near-shore bottoms. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 253: 67-75.
- Maurer, D. & J.A. Vargas. 1984. Diversity of soft-bottom benthos in a tropical estuary: Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Mar. Biol.* 81: 97-106.
- McEwen, G.F., M.W. Johnson & T.R. Folsom. 1954. A statistical analysis of the performance of the Folsom Plankton Sample Splitter, based upon test observations. *Arch. Met. Geophys. Klimatol.* 7: 502-527.
- McKinnon, A.D. & S.R. Thorrold. 1993. Zooplankton community structure and copepod egg production in coastal waters of the central Great Barrier Reef Lagoon. *J. Plankton Res.* 15: 1387-1411.
- McKinnon, A.D., A.J. Richardson, M.A. Burford & M.J. Furnas. 2007. Vulnerability of Great Barrier Reef plankton to climate change. p. 121-152. *In: J.E. Johnson & P.A. Marshall (eds.) Climate Change and the Great Barrier Reef.* Great Barrier Reef Marine Park Authority, Townsville, Australia.
- Michel, H.B. & M. Foyo. 1972. Studies on Caribbean zooplankton. Description of the program and results of the first cruise. *Bull. Mar. Sci.* 22: 483-521.
- Mileikovsky, S.A. 1973. Speed of active movement of pelagic larvae of marine bottom invertebrates and their ability to regulate their vertical position. *Mar. Biol.* 23:11-17.
- Miller, C.B. 2004. *Biological Oceanography.* Blackwell Publ., Malden, Massachusetts.
- Moberg, F. & C. Folke. 1999. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. *Ecol. Econ.* 29: 215-233.
- Mora-Cordero, C. & J.B. Chavarría. 2009. Factores que afectan la cuenca del río La Estrella y recomendaciones para la gestión ambiental en su zona costera (Caribe de Costa Rica). *Rev. Biol. Trop.* 56: 191-203.
- Morales, A. & M.M. Murillo. 1996. Distribution, abundance and composition of coral reef zooplankton, Cahuita National Park, Limon, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 44: 619-630.

- Morales-Ramírez, A. 1987. Caracterización del zooplancton marino del arrecife en el Parque Nacional Cahuita, Limón, Costa Rica. Tesis de Maestría, Univ. Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Morales-Ramírez, A. & E. Suárez-Morales. 2009. Copepods. Texto: p. 291-305, Lista de especies: Disco Compacto p. 224-236. *In*: I.S. Wehrtmann and J. Cortés (Eds.). Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America. Monogr. Biol. 86. Springer + Business Media B.V., Berlin.
- Motro, R., I. Ayalon & A. Genin. 2005. Near-bottom depletion of zooplankton over coral reefs: III: Vertical gradient of predation pressure. *Coral Reefs* 24: 95-98.
- Murillo, M.M. & J. Cortés. 1984. Alta mortalidad en la población del erizo de mar *Diadema antillarum* Philippi (Echinodermata: Echinoidea), en el Parque Nacional Cahuita, Limón, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 32: 167-169.
- Nagao, N., T. Toda, K. Takahashi, K. Hamasaki, T. Kikuch & S. Taguchi. 2001. High ash content in net-plankton samples from shallow coastal water: possible source of error in dry weight measurement of zooplankton biomass. *J. Oceanogr.* 57: 105-107.
- Nagata, R.M., M.A. Haddad & M. Nogueira. 2009. The nuisance of medusae (Cnidaria, Medusozoa) to shrimp trawls in central part of southern Brazilian Bight, from the perspective of artisanal fishermen. *PanamJAS.* 4: 312-325.
- Nava, H. & J.L. Carballo. 2008. Chemical and mechanical bioerosion of boring sponges from Mexican Pacific coral reefs. *J. Exp. Biol.* 211: 2827-2831.
- Navarrete, S.A., E.A. Wleters, B.R. Broltman & J.C. Castilla. 2005. Scales of benthic-pelagic coupling and the intensity of species interactions: From recruitment limitation to top-down control. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 102: 18046-18051.
- Ohlorst, S.L. 1982. Diel migration patterns of demersal reef zooplankton. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 60: 1-15.
- Ohlorst, S.L. 1985. Reef zooplankton collected along a depth gradient at Discover Bay, Jamaica. p. 101-116. *In*: M.L. Reaka (ed.). *The Ecology of Coral Reefs*. Symposia Series for Undersea Research NOAA's Undersea Research Program. 3. U.S. Department of Commerce, Washington DC.
- Oliva, J. & A. de Jesús. 2000. Composición, distribución y abundancia de larvas de moluscos gastrópodos en el sur de Quintana Roo, México y norte de Belice. *Rev. Biol. Trop.* 48: 777-783.
- Omori, M. 1978. Some factors affecting dry weight, organic weight and concentration of carbon and nitrogen in freshly prepared and in preserved zooplankton. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.* 63: 261-269.
- Paynter, C.K., J. Cortés & M. Engels. 2001. Biomass, productivity and density of the seagrass *Thalassia testudinum* at three sites in Cahuita National Park, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 49 (Suppl. 2): 265-272.
- Petchey, O.L. & K.J. Gaston. 2007. Dendrograms and measuring functional diversity. *Oikos.* 116: 1422-1426.
- Piedrahíta, J. 1997. El Arrecife Coralino de Punta Cahuita. Proyecto Namasöl, Cooperación Técnica Bilateral Holanda-Costa Rica, San José, Costa Rica.

- Plate, S. & E. Husemann. 1994. Identification guide to the planktonic polychaete larvae around the island of Helgoland (German Bight). *Helgol. Meeres.* 48: 1-58.
- Poole, R.W. 1974. *An Introduction to Quantitative Ecology*. McGraw-Hill, Nueva York.
- Poss, S.G. & H.T. Boschung. 1996. Lancelets (Cephalochordata: Branchiostomatidae): how many species are valid? *Israel J. Zool.* 42: S13-S66.
- Quesada-Alpízar, M. & A. Morales-Ramírez. 2006. Posible efecto de El Niño en el zooplancton no gelatinoso del Golfo Dulce, Pacífico de Costa Rica, 1997-1998. *Rev. Biol. Trop.* 54: 225-240.
- R Development Core Team. 2009. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>.
- Raffaelli, D., E. Bell, G. Weithoff, A. Matsumoto, J.J. Cruz-Motta, P. Kerhaw, R. Parker, D. Parry & M. Jones. The ups and downs of benthic ecology: considerations of scale, heterogeneity and surveillance for benthic-pelagic coupling. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 285-286: 191-203.
- Raymont, J.E. 1983. *Plankton and Productivity in the Oceans*. Vol. 2. Zooplankton. Pergamon Press, Southampton, Reino Unido.
- Reaka-Kudla, M.L. 1997. The global biodiversity of coral reefs: a comparison with rain forests. p. 83-108. *In*: M.L. Reaka-Kudla, D.E. Wilson & E.O. Wilson (eds.). *Biodiversity II*. Joseph Henry Press, Washington, D.C.
- Risk, M.J., M.M. Murillo & J. Cortés. 1980. Observaciones biológicas preliminares sobre el arrecife coralino en el Parque Nacional de Cahuita, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 28: 361-382.
- Roder, C., J. Cortés, C. Jiménez & R. Lara. 2009. Riverine input of particulate material and inorganic nutrients to a coastal reef ecosystem at the Caribbean coast of Costa Rica. *Mar. Poll. Bull.* 58: 1937-1943.
- Rodríguez-Jerez, Y.A. 2005. Abundancia y composición de las comunidades zoopláncticas sobre los arrecifes coralinos en Isla Desecheo, Puerto Rico. Tesis de Maestría, Univ. de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico.
- Rodríguez-Sáenz, K. & L. Segura-Puertas. 2009. Hydrozoa, Scyphozoa, and Cubozoa (Medusozoa). Texto: p. 143-149, Lista de especies: Disco Compacto: p. 94-100. *In*: I.S. Wehrtmann and J. Cortés (Eds.). *Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America*. Monogr. Biol. 86. Springer + Business Media B.V., Berlin.
- Roman, M.R., M.J. Furnas & M.M. Mullin. 1990. Zooplankton abundance and grazing at Davies Reef, Great Barrier Reef, Australia. *Mar. Biol.* 105: 73-82.
- Rose, K., J.C. Roff & R.R. Hopcroft. 2004. Production of *Penilia avirostris* in Kingston Harbour, Jamaica. *J. Plankton Res.* 26: 605-615.
- Shulman, M.J. 1985. Variability in recruitment of coral reef fishes. *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.* 89: 205-219.
- Sidabutar, T. 1996. Demersal zooplankton in the coral reef of Morella, Ambon Island. *Perairan Maluku dan Sekitarnya* 11: 89-98.
- Silva-Benavides, M. 1986. Productividad primaria, biomasa del fitoplancton y la relación con parámetros físico-químicos en el arrecife coralino del Parque Nacional Cahuita.

- Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología, Univ. de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Steedman, H.F. 1976. Zooplankton Fixation and Preservation. Monographs on Oceanographic Methodology. UNESCO Press, París.
- Steele, J.H. & B.W. Frost. 1977. The structure of plankton communities. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B.* 280: 485-534.
- Støp-Bowitz, C. 1996. Polychaeta. p.149-189. *In*: R. Gasca & E. Suárez (Eds.). *Introducción al Estudio del Zooplancton Marino. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)/CONACYT. México, DF. México.*
- Suárez, E. & R. Gasca. 1994. Zooplankton biomass fluctuations in a Mexican Caribbean Bay (Bahía de la Ascensión) during a year cycle. *Caribbean Journal of Science.* 30: 116-123.
- Suárez-Morales, E. 2011. Diversity of the Monstrilloida (Crustacea: Copepoda). *PLoS ONE.* 6: 1-9.
- Suárez-Morales, E. & E. Rivera. 1998. Zooplancton e hidrodinámica en zonas litorales y arrecifales de Quintanra Roo, México. *Hidrobiológica* 8: 19-32.
- Suárez-Morales, A. Carrillo & A. Morales-Ramírez. 2011. Report on some monstrilloids (Crustacea: Copepoda) from a reef area off the Caribbean coast of Costa Rica, Central America with description of two new species. *J. Nat. Hist.* En prensa.
- Valles, H., D.L. Kramer & W. Hunte. 2006. A standard unit for monitoring recruitment of fishes to coral reef rubble. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 336: 171-183.
- Vásquez-Yeomans, L. 2000. Seasonal variation of ichthyoplankton in a western Caribbean bay system. *Environ. Biol. Fish.* 58: 379-392.
- Wehrtmann, I.S. & R. Vargas. 2003. New records and range extensions of shrimps (Decapoda: Penaeoidea, Caridea) from the Pacific and Caribbean coasts of Costa Rica, Central America. *Rev. Biol. Trop.* 51: 268-274.
- Wilson, D.T. 2001. Patterns of replenishment of coral-reef fishes in the nearshore waters of the San Blas Archipelago, Caribbean Panama. *Mar. Biol.* 139: 735-753.
- Yahel, R., G. Yahel & A. Genin. 2005. Near-bottom depletion of zooplankton over coral reefs: I: Diurnal dynamics and size distribution. *Coral Reefs* 24: 75-85.
- Yoshioka, P.M., G.P. Owen & D. Pesante. 1985. Spatial and temporal variations in Caribbean zooplankton near Puerto Rico. *J. Plankton Res.* 7: 733-751.

Apéndice I. Biomasa total, promedio y desviación estándar (mg/m³) del zooplancton en seis estaciones del Parque Nacional Cahuita, entre setiembre-2010 y agosto 2011.

Mes	Total	Promedio	Desv. Est.
SET	90.75	7.56	7.52
OCT	138.34	11.53	9.61
NOV	437.57	36.46	39.56
DIC	94.10	10.46	6.75
ENE	55.11	4.59	2.99
FEB	44.82	3.74	1.94
MAR	45.93	3.83	1.78
ABR	79.01	6.58	8.64
MAY	25.58	2.13	1.34
JUN	59.37	4.95	3.66
JUL	339.04	28.25	12.62
AGO	15.88	1.32	0.95
Estación			
1	314.28	13.09	16.42
2	290.55	12.11	23.88
3	279.20	11.63	21.39
4	139.04	6.05	10.45
5	198.87	8.65	10.99
6	203.58	8.85	10.18

Apéndice II. Abundancia promedio mensual (y desviación estándar) ind/m³ de los taxones de zooplancton encontrados en seis estaciones del P.N. Cahuita, entre setiembre 2010 y agosto 2011.

Tax	Mes												Estación						
	S	O	N	D	E	F	Mz	Ab	My	J	Jul	Ag	1	2	3	4	5	6	
Calan	3356.5 ± 4173.4	5216.9 ± 4896.5	18922.2 ± 27787.8	3151.4 ± 1519.8	1538.5 ± 1102	1050.9 ± 966.9	2141.7 ± 756.1	3507.4 ± 2306.4	14822.5 ± 10485.3	4385.5 ± 2098.7	4959.7 ± 2118.3	1166.7 ± 958.6	8886.5 ± 18076.6	7286.1 ± 11861.1	2395.8 ± 1952.2	5469.6 ± 8145.6	4781 ± 6497.9	3291 ± 2587.5	
Cdito	65.2± 47.2	26.5± 24.8	19.3± 32.9	103.3 ± 60.6	5.1± 6.3	60.8±4 1.9	108.1± 41.7	149.3± 239.8	232.5± 200.5	70.9±8 0.8	90.9±5 7.3	51.5 ± 59.7	89.7± 91.9	43.8± 37.8	44.1± 38.5	95.5± 161.2	85.3± 85.6	133.2 ± 167.6	
Harp	412.5± 455	353.2± 184	666.8 ± 570.9	874.3 ± 450.3	370.5± 196.8	212.3± 128.1	347.2± 232.5	447.7± 462.3	877.6± 846.4	427.3± 595.6	317.7± 211.8	711± 584.4	477.6 ± 421.7	692.7 ± 6	466.5± 355.6	156.1± 198.9	505.4 ± 439.7	710.6 ± 509.5	
Cyclo	1472.8 ± 1164.1	1267.5 ± 520.6	4602. ± 8±52	1608.3 ± 1004.6	1205.9 ± 962.9	760.4± 377.3	1342.8 ± 619.2	2805.1 ± 2002.9	11489 ± 7571.1	1371.8 ± 682.3	976.5± 549.8	1241. ± 5	4206.3 ± ±6658	2344.6 ± 1864.5	1198.6 ± 666.5	2543.7 ± 5337.5	2284± 2463.2	2494.9 ± ±3030	
Sipho	0±0	9.9± 11.2	16.6± 25.6	1.1± 2.8	1.9± 3.7	2.6± 4.6	12.1± 11.3	35.8± 33.1	22.6± 26.7	5±6.9	2.4± 3.7	0.9± 2.1	9.3± 21	11± 20.8	10.3± 12.4	0.6± 1.5	13.3± 27	10.9± 12.1	
Mons	0.9± 2.1	0.4± 0.9	4.1± 7.1	0±0	0±0	0.6± 1.4	0±0	0±0	0±0	1.2± 2.9	0±0	0.5± 1.1	0.4± 1.5	0±0	2.1±5	0.6±2	0.6± 2.1	0±0	
Fritill	162.4± 179.8	0±0	0±0	0±0	0.3± 0.8	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	40.9± 141.6	9.7± 33.5	19.5± 67	8.6± 29.8	2.7± 9.2
Oikop	509.8± 186.3	537.9± 597.4	7274.2 ± 6189.9	1362 ± 2077.4	62.4± 89.2	118.1± 164.5	172± 153.8	321.9± 319.7	4476.4± 4982.1	926± 506.4	464.6± 233.5	455.6 ± 316.9	3423.3 ± 5823.5	1164± 2283	1076.3 ± 2693.6	1653.8 ± 2557.7	544.2 ± 879.6	478.9 ± 450.6	
Salpa	0.4±1	0±0	65.6± 117.1	2.7± 6.6	0±0	0±0	0±0	1.3± 3.3	1738.1± 2439.2	82± 92.3	20.7± 23.3	3.2± 6.1	33.8± 70.8	34.6± 85.4	7.9± 18.6	521.5± 1774.7	254.7 ± 854.2	104.7± 308.2	
Chaetg	290.2± 286.4	407.8± 512.7	1289.6 ±1400	499.9 ± 312.9	258.3± 211.6	299.6± 214.2	293± 197.7	205± 151.6	1214.1± 1590.6	358± 230.3	229.4± 194.6	130.8 ±93.6	672.3± 1044.5	923.3± 1132	359.2 ± 480.9	237.9 ± 210.2	189.6 ± 154.4	355.5 ± ±360	
Evad	15.3± 21.3	16.9± 24	0±0	0±0	12.3± 12.6	53.7± 85.9	104.8± 103.3	275.2± 152	3794.8± 2475.2	699.1± 672.7	44.7± 42.4	3.4± 8.2	577.5 ±1453	533.8± 1382.9	60± 100.8	476.1 ±998	206.2 ± 553.6	656.4± 2098.5	
Penill	110.3± 104.5	609.7± 780.1	2487.1 ± 2955.2	88.3 ± 84.2	7.5± 9.4	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	614.2± 1990.1	660.5± 1657.5	93.7± 199	101.1 ± 223.8	135.6 ± 327.3	46.4± 84.7	
Ostrac	7.7± 9.3	13.6± 15.6	27.7± 41.5	52± 59.5	61± 100.8	11.4± 7.8	12± 9.2	0±0	49± 38.5	20.3± 38.4	10.8± 12.3	14± 27.8	28± 42.5	53± 80.6	33.5± 28	5.2± 9.3	9.7± 13.2	10.3± 12.5	
Medus	34.6±5 8.4	11.4±1 4	69.9± 122.5	11.6± 28.5	2.9±4	12.6± 8.7	25.2± 16.4	47.8± 38.9	159.4± 132.8	24.5± 24.9	13.5± 11	4± 9.9	71.7± 121	14.4± 13.7	11.5± 14.5	33.7± 73.2	23.1± 32.6	54.4± 71	

Apéndice II. (Continuación...)

Tax	Mes												Estación					
	S	O	N	D	E	F	Mz	Ab	My	J	Jul	Ag	1	2	3	4	5	6
Escif	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	1.1±2.8	0±0	0±0	0±0	0±0	0.6±2	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
Nemat	21.1± 30.1	0±0	0±0	6.3± 10.9	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	7.3± 18.5	0±0	0.6± 2.1	0±0	5.9± 17	0±0
Cumac	1±2.4	15± 25.3	0±0	0±0	4.9±6	0±0	1.9± 3.2	5±9.3	15± 36.8	0±0	0.5± 1.3	0±0	2.4±4	8.7± 26	2.2± 4.3	0±0	1.9± 6.7	6.5± 18.6
Tanaid	7.8± 10.9	3.5± 4.7	0.8±2	0±0	1.7± 2.8	0±0	2.7± 3.2	1.6± 3.9	15.3± 17.6	1.6± 3.8	1.3± 3.1	0±0	1.7±4	4±8.9	7.2±9	3.3± 11.3	1.2± 2.2	0.8± 2.8
Camara	0.7±1.8	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0.4±1.3	0±0	0±0	0±0
Ácaro	6.4± 11.9	1.9± 3.7	0±0	2.7± 6.5	0±0	0±0	1.8± 2.9	0±0	5±12.3	0±0	0±0	1.3± 2.1	0±0	3.8± 9.5	0.9± 2.6	0.4± 1.4	3.2± 8.5	1.1± 2.8
Isop	19.4± 16.7	3.2± 5.3	8± 19.5	6.6± 13	18.8± 24.5	1.9± 2.2	1±2.5	5.3± 13	0±0	25.2± 61.6	8±6	12.6± 19.1	3.5±6	7± 10.1	9.7± 14.7	0±0	9.3± 14.3	25.4± 45.5
Anfip	7.5± 13.8	40.9± 70.6	0±0	11.1± 12.1	3.7± 4.7	2.8± 3.9	2.7± 3.1	8.7± 18.6	21.9± 35	14.9± 14.6	6.1± 9.4	4.2± 7.7	4.8± 9.9	13.3± 12.9	6.1± 8.2	2±6.9	10.4± 14.2	25.6± 55.9
Misid	0±0	0±0	1.5± 3.6	15.1± 26.2	0±0	0±0	0.6± 1.6	5.1± 12.5	0±0	7.4± 12.5	5.8± 14.3	0±0	4.7± 11	6.6± 18.6	0.3± 1.1	2.9± 10.1	0±0	3.3±9
Picnog	0±0	0±0	0±0	0±0	0.9±2.1	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0.4±1.5	0±0	0±0	0±0
Foram	48.7± 71.8	19.8± 21.3	0±0	65.9± 92.2	0.7± 1.7	2.8± 6.8	14.1± 19.7	6.2± 9.7	0±0	17.2± 27.3	0±0	0±0	19.9± 50.2	5.5± 11	12.2± 17.3	5.5± 13.4	16.9± 35.6	27.7± 70.4
Radiol	24.1± 27.6	2±4.9	2±4.8	0±0	2.4± 5.8	0±0	0±0	3.9± 6.8	0±0	4.8± 6.1	6.8± 10.8	0±0	4±7.3	5.2± 7.7	3.2± 10.9	3.8± 6.1	6.2± 21.3	0.7± 2.5
Naup	188.1± 283.8	375.5± 342.2	851.9 ± 586.3	324.5 ± 299.7	181.1± 155.5	46± 33.2	114.1± 96	250.3± 95.7	375.9± 425.1	91.3± 110.9	202.1± 109.7	97.2 ± 54.4	335.8 ± 363.7	415.5 ± 524.7	157.3 ± 152.4	165.8 ± 192.9	204.9 ± 152.5	269.6 ± 368.1
Mysis	22± 23.7	117.6± 145.6	139.2 ± 178.4	30.8 ± 41.6	185.4± 246.2	108± 156.8	67.2±7 5.3	33.2±3 5.6	120.6± 82.5	75.4±7 2.5	112± 198.8	7.5± 10.9	80.7± 111	199.9 ± 196.8	67.7± 81	75.4± 143	34.4± 33.7	51.4± 101.2
Zoeas	20.3± 16.9	234.8± 233.6	268.2 ± 333.8	118.6 ± 66.7	99.2± 88.9	111.3± 53.4	47.5± 35.8	173.3± 86.5	309.1± 133	103.1± 45.5	101.1± 51.1	102.4 ± 117.9	158.2 ±129	249± 254.4	126.4 ± 117.3	108.5 ±118	69.6± 50.7	132.7 ± 133.3
Megal	2.6± 6.3	0±0	17.1± 41.8	0±0	0±0	0±0	5.6± 6.7	7.3± 12.1	0±0	5±6.1	0±0	0±0	0.3± 0.9	12.8± 29	2.3± 5.6	0±0	1±2.3	2.4± 8.4
Phylo	0±0	0±0	0±0	2.3± 5.6	2±4.8	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	1±3.4	1.1±4	0±0	0±0	0±0
H pez	36.9±4 7.4	60.1±7 5.9	96.9± 170	3.3± 6.7	57.4±7 5.7	4.9± 6.1	72.6±7 8.1	37.1±8 7.5	360.7± 354.8	32.2±3 1.9	66.1±5 4.7	3±6	58.6± 105.8	75.7± 127.3	40.6± 60	33± 58.1	131.9 ±264. 8	75.9± 170.8

Apéndice II. (Continuación...)

Tax	Mes												Estación					
	S	O	N	D	E	F	Mz	Ab	My	J	Jul	Ag	1	2	3	4	5	6
L pez	6.9±	4.9±	18.5±	8.8±	0±0	0.5±	1.9±	27.4±	25±	16.1±	14±	5.4±	10.4±	22.2±	4±6.1	7±9.3	6.7±	14.3±
	6.2	12.1	41.2	13.7		0.8	3.3	28.5	35.5	15	8.9	4.1	13.5	33.5			11.9	27.4
Anfiox	0±0	0±0	0±0	0±0	2.3±4.7	0±0	0±0	0±0	0±0	3.7±6.2	0±0	0±0	1.2±4.3	1.6±3.8	0±0	0.2±0.6	0±0	0±0
Velíg/ juv	305.7± 368.7	1798.6 ± 1644.8	592.5 ± 385.9	799.1 ± 919.7	882± 751.5	175.3± 200.2	541.9± 342.2	489.8± 454.6	1681.3± 1782.4	1474.2 ±1738	227±3 62.3	106.7 ± 112.2	1028.7 ± 1205.8	947.3± 807.9	571.8 ± 851.8	1012.3 ± 1767.3	257.6 ± 233.8	719.4 ± 801.3
Opist	0±0	0.4±0.9	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0.2±0.6	0±0	0±0	0±0
Pulpo juv	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	1±2.3	0±0	0±0	0±0	0±0	0.5± 1.7	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
Ofiura juv	5.7± 11.8	10.7±1 4.3	0±0	9.7± 7.7	3.1± 4.8	0.6± 1.6	2.4± 3.7	0±0	11.5± 14	0±0	14.3± 27.7	3.4± 6.1	6.3± 11.4	3.7± 7.6	3.9±6	8.2± 19.9	7.1± 11.8	1.6± 4.5
Aster juv	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0.3± 0.8	0±0	0±0	0±0	0±0	1.7± 4.2	0±0	0±0	0.8± 2.9	0±0	0±0	0±0	0.2± 0.6
Erizo juv	0.2± 0.5	0±0	0±0	4.4± 10.8	0±0	0.6± 1.4	1.7± 4.3	0±0	0±0	0±0	3.9± 7.1	1.7± 4.1	2.2± 7.6	0±0	0±0	2.4± 5.6	0±0	1.7± 3.4
Offop	6.2± 12.8	37.4± 32.6	5.1± 8.2	140.9 ± 161.1	81± 79.7	15.8± 23.4	21.3± 21.3	17.4± 23.3	50.6± 89.6	31.2± 56.5	39.6± 32.9	11± 13.4	75.1± 118.8	57.6± 84.4	18.9± 26	15.4± 17.1	22± 27.3	39.6± 68.1
Doliol	0±0	0±0	0±0	0±0	0.8±2	0.9± 2.2	1.2± 2.9	0±0	17± 41.6	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0.6±2	0±0	8.9± 29.3	0.4± 1.6
Brach	0±0	2.2± 3.6	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	1.3± 3.3	5.8± 14.1	3.7± 6.2	0±0	0±0	2±4.8	0.6± 2.1	0±0	0.7± 2.3	3.3± 10	0±0
Bipin	0.5± 1.2	0±0	0±0	3.9± 6.7	0.9± 2.1	2.5±4	1.1± 2.7	4.1± 6.8	8.4± 20.5	5± 12.2	2.9± 7.2	0±0	0.2± 0.9	2.5± 8.6	1±2.4	5±7.6	1.4±3	4.5± 14.5
Auric	0±0	2±4.9	0±0	0±0	0.7± 1.8	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	1±3.5	0±0	0±0	0±0	0.4± 1.3	0±0
Alciop	0±0	1.1± 2.6	4.4± 9.7	0±0	11± 10.3	0.7±1	0±0	1.6± 3.9	0±0	0±0	0±0	0±0	1.4± 4.2	2.2± 7.5	0.6± 1.6	2.2± 6.9	0±0	3±5.8
Anfino	8.9± 10.8	23.3± 29.1	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	6.3± 20.3	2.3± 7.9	3.9± 12	1.2± 4.3	2.3± 8.1
Chaetp	0±0	0.4±0.9	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0.2±0.6	0±0	0±0	0±0
Dorvil	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	1.1±2.6	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0.5±1.8	0±0	0±0
Eunic	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	1.8± 4.5	0±0	0±0	0±0	0.9± 3.2	0±0	0±0	0±0
Magel	0.7± 1.8	0±0	18.3± 41.3	5.4± 8.3	0±0	1.5±2	4.9± 4.3	2.4±6	0±0	1.3± 3.1	6.8± 10.7	3.3± 6.6	3±6.8	11.6± 29.2	1.3± 3.3	1.9±5	1.7± 3.1	2.9± 6.3

Apéndice II. (Continuación...)

Tax	Mes												Estación						
	S	O	N	D	E	F	Mz	Ab	My	J	Jul	Ag	1	2	3	4	5	6	
Mald	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0.7± 1.7	0±0	0.3± 1.2	0±0	0±0	0±0	0±0
Nereid	0±0	0.7± 1.8	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0.4± 1.3	0±0
Pectin	0±0	0±0	0±0	0±0	0.7±1.7	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0.3± 1.2	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
Phyll	0±0	0±0	0±0	4.4± 10.8	0.8±2	0±0	0±0	0±0	0±0	1.2±3	0±0	0±0	0±0	2.2± 7.6	0.6± 2.1	0±0	0±0	0.4± 1.4	0±0
Polyg	0±0	0±0	7.5± 18.5	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	3.8± 13.1	0±0	0±0	0±0
Polyn	0±0	2±4.9	0±0	0±0	0±0	0.8±2.1	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	1±3.5	0±0	0±0	0±0	0.4± 1.5	0±0	0±0
Spion	49.7± 66.3	60.7± 67.4	73.1± 71.9	41.2 ±23. 5	2.1±5	18.6± 12.4	40.2± 31.6	35.2± 38.7	80.9± 98.2	35.4± 24.3	36.7± 34.3	9.2± 6.9	59± 72.8	41± 53.9	40.4± 35.3	40.9± 52.6	39.2± 52	21± 27.2	
Syllid	6.1± 11.6	0±0	2.3± 5.6	2.7± 6.6	0±0	0±0	0.6± 1.6	0±0	6.5±16	1.6± 3.8	0±0	1.2± 1.9	0.5± 1.2	0.3± 1.2	1.1± 2.8	3.3± 11.3	3.6± 9.1	1.7± 4.7	
Tereb	0.4±1	6.2± 10.4	0±0	0±0	3.4± 5.9	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	1.4± 2.2	1.8± 3.8	3.5± 7.9	0±0	0.4± 1.4	0±0	0±0	
Trich- obran- chi- dae	0±0	0±0	0±0	2.7± 6.6	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	1.4± 4.7
Metat	0±0	0±0	0±0	3.2± 6.4	0±0	2.9± 3.5	0±0	0±0	53.5± 86.4	2.5±6	0±0	2.1± 3.3	0.2± 0.7	3±6	1.3± 2.5	18.5± 63.9	3±10	6.2± 18.7	
Hirud	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	3.4±6	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	1.2± 4.2	0.5± 1.7	0±0	0±0	0±0	
Lbraq	4.9± 12	3.9± 5.4	0±0	5.8± 12.9	0±0	0±0	2.9± 5.3	2.9±5	3.8± 9.3	0±0	0±0	1.4± 2.5	1.5± 3.7	4.6± 10.9	1.4± 3.5	0±0	3.7±9	1.6± 3.1	
Luroc	0±0	0±0	1.2± 2.9	15.8± 26.2	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	2.9± 3.3	6± 19.4	1.3± 4.6	0.6± 2.1	0±0	1.9± 3.8	0±0	
Lbryo	62.9± 125.8	13± 16.7	85.3± 57.8	10.8± 19.7	442.7± 370.2	0±0	1.8± 4.5	11.4± 20.4	354.4± 365.6	417.9± 382.4	75.2± 106.8	82.8± 122.2	141.3± 285.4	129.8± 218.9	48± 95.4	204.5± 323.2	55.7± 132.2	199.8 ±314. 5	
L for	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	1.8± 4.5	0.5± 1.2	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0.2± 0.8	0.9± 3.2	0±0	0±0	0±0	
Lnem	0±0	0±0	0±0	0±0	2±2.6	0±0	1.8±4. 5	1.4±3. 5	4.2±10 .3	4±6.5	4±7	0±0	1.6±4. 4	0±0	2.2±4. 1	1.6±4 .9	1.3±3	2.1±7 .3	
L esp	0±0	0±0	1±2.4	7.6± 9.7	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	1.2± 3.1	0±0	0±0	0±0	2±4.9	0.6±2	0.5± 1.7	1.9± 6.5	0±0	

Apéndice II. (Continuación...)

Tax	Mes												Estación					
	S	O	N	D	E	F	Mz	Ab	My	J	Jul	Ag	1	2	3	4	5	6
Total	7304.1 ± 6539	11313.3 ± 7693.4	3764 0.5± 4429 3.6	9408 .4± 5528 .6	5518.3 ± 3380	3082.8 ±	5516.5 ±	8934.9 ±	42402. 2±	10748. 2±	8068.7 ±	4244 ±	21120. 7± 33404. 8	16054. 9± 19378. 2	6914.3 ± 4467.2	13045.2 ± 20504.3	9959.2 ± 11220. 9	9996.6 ± 7708.5

* **Taxones:** Calan: Calanoida; Cdito: copepoditos; Harp: Harpacticoida; Cyclo: Cyclopoida; Siph: Siphonostomatoida; Mons: Monstrilloida; Fritill: *Fritillaria*; Oikop: *Oikopleura*; Chaetg: Chaetognatha; Evad: *Evande*; Penill: *Penillia avirostris*; Ostrac: Ostracoda; Medus: medusa; Escif: escifostoma; Nemat: Nematoda; Cumac: Cumacea; Tanaid: Tanaidacea; Camar: camarón; Isop: Isopoda; Anfip: Anfiboda; Misid: Mysida; Picnog: Picnogonida; Foram: Foraminifera; Radiol: Radiolaria; Naup: nauplio; Megal: megalopa; Phylo: phyllosoma; H pez: huevos de pez; L pez: larvas de pez; Anfiox: anfioxos; Velíg/juv: velíferas/juveniles; Opist: Opistobranchia; Aster juv: Asteroidea juvenile; Ofiop: ofioleuteus; Doliol: doliolaria; Brach: braquiolaria; Bipin: bipinnada; Auric: auricularia; Alciop: Alciopidae; Anfino: Anfinomidae; Chaetp: Chaetopteridae; Dorvil: Dorvilleidae; Eunic: Eunicidae; Magel: Magelonidae; Mald: Maldanidae; Nereid: Nereididae; Pectin: Pectinariidae; Phyll: Phyllodocidae; Polyg: Polygordiidae; Polyn: Polynoidae; Spion: Spionidae; Syll: Syllidae; Tereb: Terebellidae; Metat: metatrocófora no identificada; Hirud: Hirudinea; L braq: larvas de braquiópodos; L uroc: larvas de urocordados; L bryo: larvas de bryozoarios; L for: larvas de forónidos; L nem: larvas de nemertino; L esp: larvas de esponja.

Apéndice III. Abundancia total ind/m³ de los taxones de zooplancton encontrados en seis estaciones del P.N. Cahuita, entre setiembre 2010 y agosto 2011.

Tax*	Mes												Estación					
	S	O	N	D	E	F	Mz	Ab	My	J	Jul	Ag	1	2	3	4	5	6
Calan	40278	62603	227067	28826	18462	12610	25701	42089	177870	52626	59516	14001	213276	174866	57500	126681	113273	76053
Cdito	782	318	232	974	61	730	1298	1792	2790	850	1091	618	2153	1052	1059	2260	1945	3066
Harp	4950	4239	8001	8170	4446	2547	4167	5373	10531	5128	3812	8532	11463	16625	11197	3634	11223	15753
Cyclo	17674	15209	55234	16197	14471	9124	16113	33662	137868	16461	11718	14898	100952	56271	28766	59975	54023	58641
Sipho	0	118	199	14	22	31	145	430	271	60	29	10	223	264	248	14	319	261
Mons	10	4	49	0	0	7	0	0	0	14	0	5	10	0	51	14	14	0
Fritill	1948	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	981	232	468	207	64
Oikop	6118	6455	87290	14138	749	1417	2064	3863	53717	11112	5575	5467	82159	27935	25830	37788	12970	11282
Salpa	5	0	788	16	0	0	0	16	20857	985	249	39	812	830	189	12516	6112	2495
Chaetg	3483	4894	15475	4778	3100	3595	3515	2460	14569	4296	2753	1569	16135	22160	8620	5011	4290	8270
Evad	184	203	0	0	148	645	1257	3302	45538	8389	536	40	13860	12811	1441	11427	4950	15754
Penill	1324	7317	29845	880	90	0	0	0	0	0	0	0	14741	15851	2248	2427	3254	934
Ostrac	92	163	333	591	732	137	143	0	588	243	130	168	672	1272	803	124	234	216
Ctenof	415	137	839	140	34	152	303	574	1912	294	162	48	1721	345	275	808	553	1307
Medus	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0
Escif	254	0	0	64	0	0	0	0	0	0	0	0	174	0	15	0	129	0
Nemat	12	180	0	0	59	0	22	60	180	0	7	0	57	209	53	0	46	155
Cumac	93	42	10	0	21	0	33	19	184	19	15	0	41	95	173	78	29	19
Tanaid	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0
Camar	77	23	0	32	0	0	21	0	60	0	0	15	0	92	22	10	78	26
Ácaro	233	38	95	46	225	23	12	64	0	302	96	151	85	168	232	0	223	578
Isop	90	490	0	105	44	34	32	104	263	179	73	50	116	319	148	48	237	597
Anfip	0	0	18	181	0	0	8	61	0	89	70	0	113	158	8	70	0	79
Misid	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0

Apéndice III. (Continuación...)

Tax*	Mes												Estación					
	S	O	N	D	E	F	Mz	Ab	My	J	Jul	Ag	1	2	3	4	5	6
Foram	584	238	0	467	8	33	169	75	0	206	0	0	477	133	293	132	326	421
Radiol	289	24	24	0	28	0	0	47	0	57	82	0	95	124	76	91	148	18
Naup	2257	4506	10222	3529	2173	552	1369	3004	4511	1095	2425	1166	8060	9972	3774	3785	4861	6356
Mysis	264	1411	1670	347	2225	1296	807	399	1448	904	1345	89	1936	4798	1625	1809	802	1234
Zoeas	243	2818	3218	1194	1190	1336	570	2080	3710	1237	1213	1228	3797	5977	3034	2539	1637	3054
Megal	31	0	205	0	0	0	68	87	0	60	0	0	6	308	55	0	23	58
Phylo	0	0	0	28	24	0	0	0	0	0	0	0	0	24	28	0	0	0
huevpez	443	721	1163	40	689	59	872	446	4328	386	793	36	1407	1817	974	792	3165	1821
larvpez	82	59	222	105	0	6	23	328	300	193	167	65	249	532	97	168	161	344
Anfiox	0	0	0	0	28	0	0	0	0	44	0	0	30	38	0	4	0	0
Velíg/juv	3668	21583	7110	8923	10584	2104	6503	5878	20176	17690	2724	1280	24688	22735	13724	24197	5957	16923
Opist Pulpo juv	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
Ofiur juv	69	128	0	105	37	8	29	0	138	0	172	41	150	88	94	196	159	39
Aster juv	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	20	0	0	20	0	0	0	4
Erizo juv	2	0	0	53	0	7	21	0	0	0	47	20	53	0	0	58	0	40
Ofiop	74	449	61	1527	972	190	255	208	607	374	475	132	1803	1382	453	370	494	821
Doliol	0	0	0	0	10	11	14	0	204	0	0	0	0	0	14	0	214	11
Brach	0	26	0	0	0	0	0	16	69	44	0	0	47	15	0	16	78	0
Bipin	6	0	0	30	10	30	13	49	101	60	35	0	6	60	24	104	33	108
Auric	0	24	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	9	0
Alciop	0	13	53	0	132	8	0	19	0	0	0	0	33	52	15	52	0	73
Chaetp	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
Mald	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	8	0	0	0	0
Eunic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	22	0	0	0

Apéndice III. (Continuación...)

Tax*	Mes												Estación					
	S	O	N	D	E	F	Mz	Ab	My	J	Jul	Ag	1	2	3	4	5	6
Pectin	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0
Syllidae	73	0	27	16	0	0	8	0	78	19	0	15	13	8	26	78	86	24
Spion	596	728	877	374	25	224	483	423	971	424	441	111	1417	983	970	900	918	488
Polyn	0	24	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	24	0	0	10	0	0
Polyg	0	0	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0	0	0
Magel	9	0	219	48	0	18	59	29	0	15	81	40	72	278	31	44	41	53
Nereid	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0
Phyllo	0	0	0	53	10	0	0	0	0	15	0	0	53	15	0	0	10	0
Dorvill	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0
Tereb	5	74	0	0	41	0	0	0	0	0	0	17	43	83	0	10	0	0
Trichob	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
Anfino	107	279	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152	55	94	30	56
Metatro	0	0	0	38	0	35	0	0	642	30	0	25	5	72	31	443	72	148
Hirud	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	0	0	29	12	0	0	0
L braq	59	47	0	70	0	0	34	35	46	0	0	17	36	110	34	0	90	38
Larvuroc	0	0	14	178	0	0	0	0	0	0	0	35	145	32	15	0	35	0
Bryozoo	755	156	1023	81	5312	0	22	137	4252	5014	903	994	3391	3116	1151	4908	1336	4747
L for	0	0	0	0	0	0	22	6	0	0	0	0	0	6	22	0	0	0
L nem	0	0	0	0	24	0	22	17	50	48	48	0	38	0	53	38	31	50
L esp	0	0	12	68	0	0	0	0	0	15	0	0	0	47	14	12	23	0
TOTAL	87694	135759	451686	92443	66219	36994	66199	107219	508826	128978	96824	50928	55234	16197	14471	9124	16113	33662

* **Taxones:** igual que en el Apéndice II.

Apéndice IV. Taxones de zooplancton encontrados en seis estaciones del P.N. Cahuita entre setiembre 2010 y agosto 2011.

Filo/Subfilo	Clase/Subclase	Orden/Suborden	Familia	Género/Especie	H/E
Actinopoda					P
Foraminifera					P
Porifera	Demospongiae	Astrophorida	Thoosidae	<i>Thoosa</i> (Hancock, 1849)	LP
Cnidaria	Cubozoa	Chirodropida	Chiropsalmidae	<i>Chiropsalmus quadrumanus</i> ^b (Muller, 1859)	P
	Hydrozoa				P
	Schiphozoa	Semaestomeae	Ulmaridae	<i>Aurelia</i> (Lamarck, 1816)	P
Platyhelminthes	Turbellaria				LP
Nemertea					LP
Brachiopoda	Lingulata	Lingulida			LP
Bryozoa					LP

Apéndice IV. (Continuación...)

Filo/ Subfilo	Clase/Subclase	Orden/Suborden	Familia	Género/Especie	H/E
Phoronida^b					LP
Nematoda					P,B
Mollusca	Gastropoda	Cephalaspidea	Bullidae	<i>Bulla</i> (Linnaeus, 1758)	Juv.
		Thecosomata			P
	Bivalvia				LP
	Cephalopoda	Octopoda	Octopodidae	<i>Octopus</i> (Cuvier, 1797)	Juv.
Annelida	Clitellata				Juv.
	Polychaeta		Alciopidae^a	<i>Alciopina parasítica^b</i> (Claparède & Panceri, 1867)	AP
			Anfinomidae	<i>Hipponoa gaudichaudi^b</i> (Audouin & Edwards, 1830)	LP
		Chaetopteridae^a	<i>Chaetopterus^a</i> (Cuvier, 1827)	AB	

Apéndice IV. (Continuación...)

Filo/Subfilo	Clase/Subclase	Orden/Suborden	Familia	Género/Especie	H/E
Annelida	Polychaeta		Dorvilleidae^a		LP
			Eunicidae^a		LP
			Magelonidae^a	<i>Magelona^a</i> (Müller, 1858)	LP
			Maldanidae^a		LP
			Nereididae^a	<i>Ceratonereis hircinicola^b</i> (Eisig, 1870)	AB
			Pectinariidae^a		LP
			Phyllodocidae^a	<i>Sige^a</i> (Malmgren, 1865)	LP
			Polygordiidae^b		LP
			Spionidae		LP
			Polynoidae^a		LP

Apéndice IV. (Continuación...)

Filo/Subfilo	Clase/Subclase	Orden/Suborden	Familia	Género/Especie	H/E
Annelida	Polychaeta		Syllidae^a	<i>Exogone brevi antennata^a</i> (Hartmann-Schröder, 1959)	AB
				<i>Syllis cf. armillaris^b</i> (Müller, 1776)	AB
				<i>Trypanosyllis parvidentata^b</i> (Perkins, 1981)	AB
				Terebellidae^a	LP
				Trichobranchidae^a	LP
Chelicerata	Arachnida	Acarina			D
Crustacea	Pycnogonida	Pantopoda			D
	Branchiopoda	Cladocera	Podonidae	<i>Evadne</i> (Lovén, 1836)	P
				<i>Podon</i> (Lilljeborg, 1853)	P
			Sididae	<i>Penilla avirostris</i> (Dana, 1849)	P

Apéndice IV. (Continuación...)

Filo/Subfilo	Clase/Subclase	Orden/Suborden	Familia	Género/Especie	H/E
Crustacea	Ostracoda				P
	Maxillopoda	Sessilia			LP
	Copepoda	Calanoida	Acartiidae	<i>Acartia danae</i> ^a (Giesbrecht, 1889)	P
				<i>Acartia lilljeborgi</i> (Giesbrecht, 1889)	P
	Maxillopoda		Augaptilidae	<i>Augaptilus megalurus</i> ^b (Giesbrecht, 1889)	P
	Copepoda		Calanidae	<i>Undinula vulgaris</i> (Dana, 1849)	P
			Calocalanidae ^a	<i>Calocalanus pavo</i> ^a (Dana, 1852)	P
			Candaciidae ^a	<i>Candacia</i> ^a (Dana, 1846)	P

Apéndice IV. (Continuación...)

Filo/Subfilo	Clase/Subclase	Orden/Suborden	Familia	Género/Especie	H/E
Crustacea	Maxillopoda Copepoda	Calanoida	Centropagidae	<i>Centropages furcatus</i> (Dana, 1849)	P
			Clausocalanidae	<i>Clausocalanus furcatus</i> (Brady, 1883)	P
			Eucalanidae	<i>Eucalanus crassus</i> ^a (Giesbrecht, 1888)	P
Crustacea	Maxillopoda Copepoda		Eucalanidae	<i>Subeucalanus subcrassus</i> (Giesbrecht, 1888)	P
			Euchaetidae	<i>Euchaeta</i> (Philipi, 1843)	P
			Paracalanidae	<i>Acrocalanus longicornis</i> (Giesbrecht, 1888)	P
				<i>Paracalanus aculeatus</i> (Giesbrecht, 1888)	P

Apéndice IV. (Continuación...)

Filo/Subfilo	Clase/Subclase	Orden/Suborden	Familia	Género/Especie	H/E
Crustacea	Maxillopoda	Calanoida	Pontellidae	<i>Labidocera aestiva</i> (Wheeler, 1900)	P
				<i>Labidocera scotti</i> (Giesbrecht, 1897)	P
	Copepoda	Cyclopoida	Temoridae	<i>Temora stylifera</i> ^b (Dana, 1849)	P
				<i>Temora turbinata</i> (Dana, 1849)	P
			Corycaeidae	<i>Corycaeus clausi</i> ^b (Dahl, 1894)	P
				<i>Corycaeus furcifer</i> (Claus, 1863)	P
			Corycaeidae	<i>Corycaeus limbatus</i> ^b (Brady, 1883)	P
				<i>Corycaeus speciosus</i> ^a (Dana, 1849)	P

Apéndice IV. (Continuación...)

Filo/Subfilo	Clase/Subclase	Orden/Suborden	Familia	Género/Especie	H/E	
Crustacea	Maxillopoda	Cyclopoida	Oithonidae	<i>Oithona nana</i> (Giesbrecht, 1893)	P	
				<i>Oithona setigera</i> ^a (Dana, 1852)	P	
	Copepoda			Oncaeidae	<i>Oncea venusta</i> (Philippi, 1843)	P
				Sapphirinidae ^a	<i>Copilia mirabilis</i> ^b (Dana, 1852)	P
					<i>Sapphirina nigromaculata</i> ^a (Claus, 1863)	P
			Harpacticoida	Clytemnestridae ^a	<i>Clytemnestra rostrata</i> ^a (Brady, 1883)	P
				Euterpinidae ^a	<i>Euterpina acutifrons</i> ^a (Dana, 1847)	P
			Harpacticoida	Miraciidae	<i>Macrosetella gracilis</i> (Dana, 1847)	P

Apéndice IV. (Continuación...)

Filo/Subfilo	Clase/Subclase	Orden/Suborden	Familia	Género/Especie	H/E	
Crustacea	Maxillopoda	Harpacticoida	Peltidiidae^b	<i>Pelidium nicholli</i> ^b (Geddes, 1968)	B	
	Copepoda		Porcellidiidae ^b		B	
		Monstrilloida	Monstrillidae ^a	<i>Cymbasoma sp. 1</i>	P	
				<i>Monstrilla grandis</i> ^b (Giesbrecht, 1891)	P	
			<i>Monstrillopsis sp. 1</i>	P		
		Siphonostomatoida			-	
	Malacostraca	Amphipoda				P,B
						B
			Decapoda	Palinuridae	<i>Palinurus</i> (Weber, 1795)	LP
Penaeidae					LP	

Apéndice IV. (Continuación...)

Filo/Subfilo	Clase/Subclase	Orden/Suborden	Familia	Género/Especie	H/E	
Crustacea	Malacostraca	Decapoda	Porcellanidae		LP	
			Cancridae		LP	
			Xanthidae		LP	
				Isopoda		LP.B
				Mysida		P,B
				Stomatopoda		LP
				Tanaidacea		P,B
Chaetognatha					P	
Echinodermata	Asteroidea				LP	
	Crinoidea				LP	
	Echinoidea				LP	

Apéndice IV. (Continuación...)

Filo/Subfilo	Clase/Subclase	Orden/Suborden	Familia	Género/Especie	H/E
Echinodermata	Holothuroidea				LP
	Ophiuroidea				LP
Cephalochordata ^b	Leptocardii		Branchiostomidae	<i>Branchiostoma</i> (Bonaparte, 1841)	B
Tunicata	Larvacea	Copelata	Fritillariidae	<i>Fritillaria formica</i> ^a (Fol, 1872)	P
				<i>Fritillaria haplostoma</i> ^a (Fol, 1872)	P
				<i>Oikopleura longicauda</i> ^a (Voght, 1854)	P
Tunicata	Thaliacea	Doliolida	Doliolidae	<i>Doliolum nationalis</i> ^b (Borgert, 1894)	P
Vertebrata	Actinopterygii	Clupeiformes	Clupeidae		LP
			Engraulidae		LP

Apéndice IV. (Continuación...)

Filo/Subfilo	Clase/Subclase	Orden/Suborden	Familia	Género/Especie	H/E
Vertebrata	Actinopterygii	Perciformes	Bleniidae		LP
			Carangidae	<i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815)	LP
			Gobiidae		LP
			Lutjanidae		LP
			Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758)	LP
			Scianidae	<i>Cynoscion</i> (Gill, 1861)	LP

H/E: Hábitat o estadio larval. P: pláncico, B: béntico, AB: adulto béntico, LP: larva pláncica.

^a Nuevo informe para el Caribe de Costa Rica.

^b Nuevo informe para Costa Rica.

Apéndice V. Comparación de la abundancia total (ind/m³) de los taxones en meses y estaciones compartidas entre Morales (1987) y este estudio. P.N. Cahuita.

Estudio	Mes	Copep	Foram.	Quetog	Otr	Celent	Anfip	Uroc	LC	LE	LM	LP	Ictio	TOTAL
Morales (1987)	ENE	527	204	11	12	2	2	13	29	5	19	6	194	1024
Morales (1987)	FEB	150	133	31	3	10	10	0.5	10	1	28	10	89	475.5
Morales (1987)	MAR	257	0.5	22	0.5	3	3	2	9	0.5	5	4	116	422.5
Morales (1987)	ABR	234	0.5	6	18	3	0.5	7	9	2	2	2	14	298
Morales (1987)	MAY	432	354	36	10	11	2	1	115	6	3	17	48	1035
Morales (1987)	JUN	371	38	15	9	0.5	0.5	6	33	1	40	5	14	533
Morales (1987)	JUL	601	8	9	0.5	12	2	1	27	0.5	0.5	3	97	761.5
Morales (1987)	AGO	692	2	30	1	4	5	10	29	8	6	1	2	790
Morales (1987)	SET	504	2	18	3	3	1	10	36	1	20	7	33	638
Morales (1987)	OCT	812	1	9	4	0.5	2	0.5	16	0.5	24	5	7	881.5
Morales (1987)	NOV	135	1	13	1	0.5	1	1	32	36	2	3	7	232.5
Presente	ENE	3122	1	258	750	3	0	63	280	87	882	18	57	5521
Presente	FEB	2087	3	300	191	13	0	118	157	21	175	26	5	3096
Presente	MAR	3952	14	293	233	25	1	172	162	28	542	46	75	5543
Presente	ABR	6945	6	205	404	49	5	323	424	23	491	43	64	8982
Presente	MAY	27444	0	1214	4543	159	0	6214	685	93	1681	141	386	42560

Apéndice V. (Continuación...)

Estudio	Mes	Copep	Foram.	Quetog	Otr	Celent	Anfip	Uroc	LC	LE	LM	LP	Ictio	TOTAL
Presente	JUN	6262	17	358	1297	24	7	1008	194	40	1474	42	48	10771
Presente	JUL	6347	0	229	283	14	6	485	303	62	227	45	80	8081
Presente	AGO	2869	13	146	110	0	51	447	160	34	92	16	165	4103
Presente	SET	5308	49	290	327	56	0	673	208	13	306	66	44	7340
Presente	OCT	6874	20	408	853	11	0	538	610	52	1799	94	65	11324
Presente	NOV	24232	0	1290	2839	70	1	7340	1120	5	592	106	115	37710
Est. *														
Morales (1987)	1	475	358	19	4	2	2	5	21	9	11	9	215	1130
Morales (1987)	2	2426	182	78	26	32	7	32	185	34	82	35	146	3265
Morales (1987)	3	724	115	52	21	7	18	7	3	9	118	14	248	1336
Morales (1987)	4	1138	97	38	6	0.5	0.5	16	83	14	40	6	29	1468
Presente	1	13670	20	672	1540	80	5	3457	494	87	1029	70	69	21192
Presente	2	10378	6	923	1657	14	7	1239	665	65	947	70	98	16069
Presente	3	4118	12	359	354	12	0	1094	284	24	572	52	45	6926
Presente	4	8373	6	218	947	35	3	2207	275	32	1052	71	42	13262

*Est: Estación.

LC: larvas de crustáceo; LE: larvas de equinodermos; LM: larvas de molusco; LP: larvas de poliquetos