

Caracterización cualitativa del zooplancton del Área de Conservación Marina Isla del Coco (ACMIC), Océano Pacífico de Costa Rica

Álvaro Morales-Ramírez

Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), y Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, San Pedro de Montes de Oca, 11501-2060 San José, Costa Rica; alvaro.morales@ucr.ac.cr

Recibido 05-X-2007. Corregido 29-IV-2008. Aceptado 11-VI-2008.

Abstract: Qualitative characterization of the zooplankton of the Cocos Island Marine Conservation Area (Área de Conservación Marina Isla del Coco, ACMIC), Pacific Ocean of Costa Rica. During November 2001, zooplankton samples were obtained from sites around Isla del Coco, a protected oceanic island off the Pacific coast of Costa Rica. Vertical (0-50 m) and horizontal hauls were performed. This first qualitative analysis of the zooplankton shows a very diverse community, with copepods being dominant (68 species). Up to 19 species of Copepoda represent new records for Costa Rican Pacific waters and thus, increase the relative number of species recorded from Costa Rica in relation to the overall copepod species richness of the eastern tropical Pacific. Hyperiid amphipods were represented by 20 species; this is the first reference about this group from waters around Isla del Coco. Other planktic crustaceans recorded were *Evadne* sp. (Cladocera), *Cypridina americana* and *Euconchoecia* sp. (Ostracoda), and unidentified euphausiids and mysidaceans. Six families of planktic gastropods were found, including Limacinidae, Cavolinidae, Pneumodermopsidae, and Desmopteridae; heteropod molluscs were also collected (Pterotracheidae, Carinariidae and Atlantidae), and also the nudibranch *Phylliroë bucephala* (Phylliroidea). Seven species of chaetognaths were recorded, *Flaccisagitta enflata* and *Serratosagitta pacifica* being the commonest. Appendicularians (five species of *Oikopleura* and *Stegosoma*) and salps (*Salpa* sp. and *Doliolum* sp.) were also present in the samples. Pyrosomatida (Thaliacea) are first records for Costa Rican Pacific waters. The gelatinous zooplankton included seven species of siphonophores and three of medusae, *Rhopalonema velatum* being the most frequent medusa. Overall zooplankton species diversity (including ichthyoplankton) of Isla del Coco is lower, but not by much, than in the Costa Rica Dome (136 vs 178). Some ideas are discussed about the value of Isla del Coco as a zooplankton diversity hot spot. Rev. Biol. Trop. 56 (Suppl. 2): 159-169. Epub 2008 August 29.

Key words: zooplankton, copepods, Cocos Island, Isla del Coco, Eastern Tropical Pacific, Marine Protected Area, Costa Rica.

El análisis de la riqueza específica y composición general del zooplancton en un sitio determinado ayuda a caracterizar masas de agua o sistemas acuáticos de manera integral, no sólo por medio de variables físico-químicas. Los patrones de distribución geográfica y los procesos de especiación del plancton oceánico son producto de la historia geológica de los océanos, el efecto de las barreras continentales, los patrones –actuales e históricos– de corrientes y de la regulación e interacción de las condiciones bióticas y abióticas (Van der Spoel & Heyman 1983). Dentro del holozoplancton

(organismos del zooplancton cuyo ciclo de vida transcurre completamente como parte del plancton) oceánico, el grupo de los copépodos ha sido el mejor investigado. Existen numerosos trabajos sobre la fauna de copépodos del Pacífico ecuatorial y oriental, donde destacan los trabajos de Grice (1961), Chen (1986), Sameoto (1986), Suárez-Morales y Gasca (1989), Palomares-García *et al.* (1998). Otros grupos del zooplancton que han sido estudiados en esta región son los eufausíidos (Sameoto 1987) y los moluscos plánticos (Sánchez & Segura-Puertas 1987; Suárez-Morales *et al.*

2008). Vicencio-Aguilar y Fernández-Álamo (1996) resumen aspectos taxonómicos y biogeográfico del zooplancton del Domo de Costa Rica. Se han estudiado también aspectos tróficos de esta comunidad (Dam *et al.* 1995, Zhang *et al.* 1995, Roman & Gauzens 1997). Una importante revisión sobre el zooplancton en el Pacífico Tropical Este fue realizada por Fernández-Álamo y Färber-Lorda (2006) y donde se encontró que los patrones de biomasa de zooplancton muestran patrones biogeográficamente relacionados de manera positiva a clorofila, productividad primaria y fosfatos, mientras que negativa con la profundidad de la termoclina.

Estudios recientes para reconocer patrones globales de diversidad en el plancton oceánico han revelado que la diversidad del zooplancton varía en función de su biomasa, donde se balancea la limitación de alimento a bajos niveles poblacionales y la depredación selectiva a altos (Irigoién *et al.* 2004). La biodiversidad es una medida de la salud del ecosistema, aunque una alta biodiversidad no necesariamente represente el estado natural del mismo (Iken & Konar 2003); también puede indicar interacciones biológicas en la comunidad (e.g., competencia, perturbaciones, depredación, reclutamiento y productividad) de un sistema (Mittelbach *et al.* 2001). La pérdida potencial de diversidad marina ha generado esfuerzos recientes para identificar su importancia en el funcionamiento de un ecosistema (Pfisterer & Schmith 2002). En este sentido, las áreas protegidas marinas cobran especial relevancia. En áreas marinas protegidas del Pacífico costarricense, los estudios que caracterizan el zooplancton son aún escasos. Algunas de las áreas estudiadas incluyen el Parque Nacional Isla del Caño (Guzman & Obando 1988) y el Parque Marino Ballena (Morales-Ramírez en prep.). Con respecto a la Isla del Coco, existe solamente un estudio sobre el ictioplancton en el que se encontraron patrones diferenciales en distribución y abundancia de las larvas en grupos de familias (Fernández-Leiva 1996). Los estudios ecológicos en áreas protegidas permitirán no sólo establecer niveles de biodiversidad y líneas de base ecológicas en

sistemas poco perturbados, sino que permitirá una mejor toma de decisiones para el manejo adecuado de estas importantes áreas. La Isla del Coco, por su lejanía de la costa occidental centroamericana (Fig. 1) y la escasa influencia humana, es prácticamente un “laboratorio” natural, tanto en sus ambientes continentales como en los acuáticos. La isla se ve también afectada por fenómenos globales o regionales como El Niño. Por lo tanto, es urgente obtener información básica sobre las características cualitativas y cuantitativas del plancton (fito y zooplancton) asociado a las aguas de esta importante área de conservación. Además, es reconocida la importancia de las islas oceánicas en la distribución de larvas de peces, donde las aguas alrededor de las islas son más apropiadas para la supervivencia de los estadíos tempranos (Boehlert & Mundy 1993). De la misma manera, la productividad primaria alrededor de islas oceánicas podría ser más alta que en océano abierto (Dandonneau & Charpa 1985) y en áreas tropicales y subtropicales, las islas oceánicas podrían caracterizarse por la alta abundancia de zooplancton (Hernández-León 1991)

El objetivo de este trabajo es ofrecer una primera caracterización cualitativa de la estructura y composición del zooplancton, especialmente del holozooplancton, asociado a las aguas de la Isla del Coco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio: La Isla del Coco, 5°32'N–87°04'W está ubicada en aguas oceánicas del Pacífico Oriental Tropical y pertenece territorialmente a Costa Rica; conforma el núcleo del Área de Conservación Marina Isla del Coco (Fig. 1). Desde diciembre de 1997, la isla está en la Lista de Patrimonio Mundial (UNESCO World Heritage List). Este Parque Nacional representa 1977 km² de ecosistemas marinos y 24 km² de ambientes terrestres. La isla recibe la influencia de la Corriente Norecuatorial (CE) de este a oeste, que desplaza masas de agua de América hacia el Pacífico central y el sureste asiático (Lizano

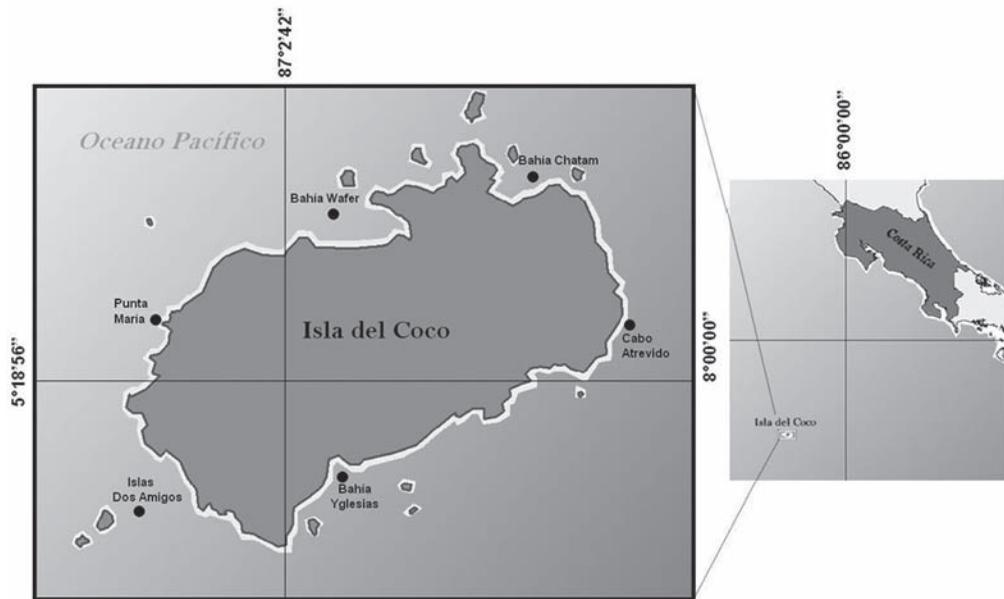


Fig. 1. Estaciones de muestreo de zooplancton en la Isla del Coco, Área de Conservación Marina Isla del Coco, Océano Pacífico de Costa Rica, durante noviembre del 2001.

Fig. 1. Zooplankton sampling sites at Cocos Island, Cocos Island Marine Conservation Area, Pacific Ocean of Costa Rica, in November 2001.

2008). En sentido oeste-este se desplaza la Contracorriente Ecuatorial Norte (CCEN) que transporta agua y su fauna asociada desde el centro del Pacífico hacia el continente americano. La Isla del Coco es primer punto en América que recibe el flujo de la CCEN (Cortés 1997). Esto hace de la isla el centro primario de asentamiento y distribución de especies hacia el resto del Pacífico Oriental.

Toma y procesamiento de muestras: Durante la última semana de noviembre del 2001, fue realizado un crucero oceanográfico con la intención de evaluar varios aspectos biológicos y geológicos de la Isla del Coco (Graziano 2001). Se realizaron muestreos de zooplancton alrededor de la isla, en seis estaciones de muestreo que representaron distintos ambientes (Fig.1): Bahía Chatham, Bahía Wafer, Punta María, Isla Dos Amigos, Bahía Yglesias y Cabo Atrevido. Los arrastres de plancton fueron verticales (0-50 m) y horizontales (3-5

mins.); se usaron redes de plancton con 0.49 m de diámetro de boca y mallas de 200 y 500 μm en muestreos realizados de día y noche. Cada red se equipó con un flujómetro Hydrobios para determinar el volumen de agua filtrado para el posterior análisis cuantitativo. Se obtuvieron datos de temperatura superficial, salinidad, oxígeno disuelto, turbidez (disco Secchi) y de las condiciones ambientales. Las muestras fueron fijadas en formaldehído al 4%; en el laboratorio, las muestras fueron lavadas y preservadas en etanol al 70%. Todas las muestras fueron revisadas, se separaron los individuos de los diferentes grupos taxonómicos del zooplancton; algunos grupos fueron identificados a nivel de especie, otros fueron separados y caracterizados en categorías taxonómicas mayores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presenta la posición de las estaciones de muestreo y los promedios

CUADRO 1

Estaciones de muestreo alrededor de la Isla del Coco y algunos parámetros físicos obtenidos durante el periodo de estudio (noviembre del 2001)

TABLE 1

Sampling sites around Cocos Island and some physical parameters collected during the study period

Código de la estación	ICC	ICW	ICM	ICD	ICY	ICA
Ubicación	Bahía Chatham	Bahía Wafer	Punta María	Islotes Dos Amigos	Bahía Yglesias	Cabo Atrevido
Coordenadas	05°33'25"N / 87°02'48"W	05°33'27"N / 87° 03'55"W	05°31'28"N / 87°03'64"W	05°30'39"N / 87°05'75"W	05°30'41"N / 87°03'75"W	05°51'97"N / 87°01'54"W
Profundidad máxima de la columna de agua	47 m	40 m	50 m	30 m	50 m	40 m
Profundidad disco Secchi (promedio)	15.5 m	14.8 m	20 m	21 m	20 m	18 m
Temperatura promedio (fondo-superficie)	20.5 - 24.8°C	21 - 24°C	26 - 27°C	27 - 27.25°C	19 - 27°C	22 - 27°C
Salinidad promedio (fondo-superficie)	32 - 30 ups	32 - 30 ups	29 - 29 ups	29 - 29 ups	32 - 30 ups	31 - 30 ups
Oxígeno disuelto mg/l promedio (fondo- superficie)	4.5 - 7.3	3.8 - 6.8	6.3 - 7.2	7.0 - 7.3	3.5 - 7.4	4.8 - 7.8

de algunas de las variables físicas y químicas. En general, las condiciones de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto fueron las típicas en estas aguas. Un análisis más detallado de las condiciones químicas se puede consultar en Acuña-González *et al.* (2008). En términos generales, el zooplancton tuvo abundancias entre 1,024 (Bahía Iglesias) y 8,812 n*m⁻³ en Bahía Waffer, y donde los arrastres verticales por lo general mostraron mayores abundancias que aquellos horizontales (Morales-Ramírez en prep.).

El Cuadro 2 resume los diferentes taxa y número de órdenes, familias, géneros y especies encontrados en las estaciones de muestreo. Un primer análisis de este conjunto de muestras indica que el zooplancton, especialmente el holozooplancton es muy diverso y de afinidad típicamente oceánica, con los copépodos como el grupo dominante, con porcentajes de dominancia entre 45% (Punta Mala) y 90% (Bahía Waffer) (Morales-Ramírez en prep.). Fueron determinadas 68 especies, distribuidas en 21

familias y 29 género. Los copépodos son, por lo general, el grupo más abundante y diverso del zooplancton marino (Longhurst 1985), con abundancias relativas que van del 62 al 88% del total; en las muestras de Isla del Coco esta proporción vario de un 25% a un 93.1%, pero la gran mayoría de se mantuvo por encima del 70% (Morales-Ramírez & Lara en prep.). Para el Pacífico costarricense se han reportado 150 especies pelágicas de copépodos (Morales-Ramírez & Suárez-Morales 2008), dato que no incluye las especies de la Isla del Coco. Seis calánidos y 13 ciclopoideos identificados durante este estudio, representan nuevos registros para aguas costarricenses (Morales-Ramírez & Suárez-Morales en prep.). Esto indica que en este primer muestreo en la Isla del Coco, un 28% de las especies de copépodos significaron nuevos registros; las 49 especies restantes representan cerca de 33% de las especies ya registradas en aguas del Pacífico costarricense. Al añadir las 19 especies no reportadas previamente al total, el porcentaje de copépodos se

CUADRO 2

Grupos del zooplancton y riqueza específica estimada por grupo en las muestras obtenidas en aguas alrededor de la Isla del Coco, Área de Conservación Isla del Coco, durante noviembre del 2001

TABLE 2

Zooplankton groups and estimated species richness per group in the samples collected from the water around Cocos Island, Cocos Island Conservation Area, in November 2001

Taxa	# Órdenes	# Familias	# Géneros	# Especies
Copepoda	2	21	29	68
Amphipoda	1	9	17	20
Cladocera	1	1	1	1
Ostracoda	1	2	2	2
Chaetognatha	1	2	7	7
Mollusca	3	8	9	9
Appendicularia	1	1	2	5
Thaliacea	3	3	3	3
Hydromedusae	1	3	3	3
Siphonophora	1	3	5	7
Ictioplancton*	14	41	36	13
Total	29	94	114	136

* Fernández-Leiva (1996)

incrementa a un 40%, cifra que representa casi un 25% del total de especies pelágicas reportadas para el Pacífico Tropical Este.

Entre los copépodos, las familias más diversas fueron Corycaeidae y Sapphirinidae con 10 especies cada una, seguidas por Calanidae con seis. Otras familias como Paracalanidae, Eucalanidae, Centropagidae y Pontellidae estuvieron representadas por cuatro especies cada una. Varias familias de calánidos como Mecynoceridae, Colocalanidae, Phaennidae, Metridiniidae y Scolecithricidae, estuvieron representadas por una especie. El orden Monstrilloida, que contiene formas semi-parásitas cuya fase adulta es pláncica y suelen ser frecuentes en sistemas costeros (Suárez-Morales 2001), aparece con al menos una especie, aparentemente indescrita (Suárez-Morales & Morales-Ramírez en prep.). Las especies de calanoides más comunes en las muestras de 200 µm fueron *Paracalanus aculeatus*,

Subeucalanus subtenuis, *Clausocalanus furcatus* y *Acrocalanus gracilis*, mientras que especies de mayor talla como *Euchaeta rimana*, *Labidocera detruncata* y *Scolecithrix danae* lo fueron en las redes de 500 µm. Por otra parte, especies de las familias Corycaeidae, Sapphirinidae y Oncaeidae, frecuentes en zonas neríticas y oceánicas tropicales del Pacífico (Palomares *et al.* 1998), fueron muy comunes en las redes de 200 µm; entre ellas se observó que al menos una especie (*Oncaea mediterranea*) con sacos de huevecillos durante los días de muestreo, al igual que el calanoide *E. rimana*, lo que sugiere que estas especies se estaban reproduciendo activamente en este periodo. En el Domo de Costa Rica (DCR), una zona oceánica adyacente, se han reportado 41 especies de calánidos (Suárez-Morales & Gasca 1989), donde las especies dominantes fueron *Euchaeta rimana*, *Scolecithrix danae*, *Rhincalanus nasutus* y *Subeucalanus subtenuis*, todas ellas

encontradas también en aguas circundantes de la Isla del Coco (Morales-Ramírez & Suárez-Morales en prep.). Un análisis más detallado revela que 21 especies de calanoides del DCR se distribuyen también en la isla, lo que confirma la afinidad oceanográfica que se esperaba entre ambos sistemas.

El segundo grupo de microcrustáceos más diverso en las muestras de Isla del Coco fue el de los anfípodos hipéridos; se encontraron 20 especies distribuidas en 17 géneros y en conjunto representan los primeros datos acerca del grupo en esta aguas. El género más común fue *Lestrigonus*, con tres especies; este es un género con amplia distribución en las aguas tropicales del Pacífico y del Atlántico (Gasca & Suárez-Morales 2004; Gasca 2003, 2008). Se encuentra en preparación un análisis más detallado de estos peracáridos pelágicos, con notas taxonómicas y ecológicas (Gasca & Morales-Ramírez en prep.); parte de su importancia radica en que las variaciones en su distribución y composición pueden relacionarse con fenómenos a mesoescala (Gasca 2003). Contrario a lo que se encontró para los copépodos al comparar su riqueza de especies en la isla con la del DCR, hay muy poca afinidad aparente entre las anfípodofaunas de ambos sitios. En el DCR se han reportado 18 especies de hipéridos (Vicencio-Aguilar & Fernández-Álamo 1996) y sólo a nivel de géneros se encuentran coincidencias (*Phronima*, *Oxycephalus*, *Primno*, *Hyperietta*, *Vibilia* y *Brachyscelus*). Esta aparente divergencia ha sido explicada ya por Gasca (2008) al indicar que la mayor parte de los registros originales del DCR son cuestionables o asignables a otras especies; en realidad la afinidad estimada entre la fauna de hipéridos de ambas zonas es mucho más cercana. Otros microcrustáceos como el cladóceros *Evadne* sp. y los ostrácodos *Cypridina americana* y *Euchoncoecia* sp. son aquí encontrados e informados por primera vez para aguas asociadas a la isla. La presencia de *Evadne*, un género típicamente estuarino-costero (Ramírez 1996) en esta isla oceánica, podría explicarse mediante el transporte de aguas de lastre (ver Mújica 2006: Isla de Pascua). Este mecanismo

explica la presencia de ciertas especies fuera de sus ámbitos de distribución conocidos (Carlton 1999; Raaymakers 2003). *Cypridina americana* es muy común en el Pacífico costero costarricense (Morales-Ramírez & Jacob en revisión), sin embargo fue muy poco común en aguas de la isla, a pesar de que el grupo es abundante en aguas oceánicas (Angel 1996). Es posible que los ostrácodos estén mejor representados a mayores profundidades, que normalmente sigue en abundancia a los copépodos en profundidades mesopelágicas (Angel 1996).

Aunque los eufáusidos no han sido identificados aun, en aguas de Costa Rica se han encontrado 20 especies, que representan un 34% del número total de las especies conocidas y un 69% de las que se han registrado en el PTO (Castellanos-Osorio *et al.* 2008). El grupo contiene formas que son indicadoras de condiciones oceanográficas, por lo que un estudio más detallado de este grupo permitirá un mejor conocimiento de la dinámica del zooplancton en las aguas oceánicas de Costa Rica.

Los quetognatos representan uno de los grupos de depredadores zooplácticos más abundantes y ampliamente distribuidos. En aguas del Pacífico costarricense se han reportado 19 especies de un total de las 115 existentes (Pierrot-Bults 1996), y de las 38 reconocidas para el PTO (Suárez-Morales *et al.* 2008). Esto significa que al menos 50% de las especies conocidas para el PTO se encuentran en aguas costarricenses. En las aguas circundantes de la isla se encontraron siete especies distribuidas en el mismo número de géneros, mientras que para aguas del DCR hay reportadas 13 (Segura *et al.* 1992); todas las especies encontradas en la isla se han encontrado en el DCR. En ambos casos la especie más común fue *Flaccisagitta enflata*. Un trabajo adicional sobre el grupo se encuentra en preparación (Morales-Ramírez *et al.* en prep.).

Con respecto a los otros dos grupos principales de depredadores del zooplancton, las hidromedusas y los sifonóforos, hay varias revisiones que se han publicado (Cortés 1996-1997, Rodríguez-Saénz 2005, Rodríguez-Saénz & Gasca 2008). De la revisión de Cortés no se

informa ninguna especie de sifonóforos para aguas de la Isla. Por su parte Rodríguez-Saénz (2005), informa de una hidromedusa para las aguas de la isla (*Polyorchis penicillatus*). Por otra parte, en las muestras analizadas se encontraron tres especies de hidromedusas, donde *Rhopalonema velatum* fue la especie más común. En el DCR se han encontrado 21 especies de hidromedusas (Segura-Puertas 1991); sólo *Rhopalonema velatum* resulta común a ambas regiones, pero es, igualmente, la más frecuente (Vicencio-Aguilar & Fernández-Álamo 1996).

Rodríguez-Saénz & Gasca (2008) reportan seis especies de sifonóforos en aguas de Costa Rica; encontraron a los Diphyidae como las formas más comunes. En Isla del Coco las muestras incluyen siete especies de sifonóforos distribuidas en cinco géneros, donde *Abylopsis* y *Diphyes* fueron los más comunes. En el DCR se han identificado 46 especies de sifonóforos, sobresalen *Muggiaea atlantica* y *Eudoxoides mitra* como las más comunes (Ramírez-Arriaga 1988; Vicencio-Aguilar & Fernández-Álamo 1996); también fueron frecuentes en las muestras de la isla. Todas las especies de sifonóforos encontradas en aguas de la isla se han reconocido en el DCR (Ramírez-Arriaga 1988; Morales *et al.* en prep.) lo que apoya la idea de la interconectividad oceanográfica. En la Isla de Pacua, otra isla oceánica, Palma (1999) encontró una diversidad relativamente baja de este grupo.

Dentro de Mollusca, fueron encontradas seis familias de gastrópodos planctónicos: pterópodos de las familias Limacinidae (*Limacina trochiformis*), Cavolinidae (*Clio* sp. y *Cuvierina* sp.), Pneumodermopsidae (*Pneumodermopsis* sp.) y Desmopteridae (*Desmopterus papillo*) y heterópodos de las familias Pterotracheidae (*Pterotrachea coronata*), Carinariidae (*Cardiapoda placenta*) y Atlantidae (*Atlanta* sp.). También fue encontrado el nudibranquio holopláctico *Phylliroë bucephala* (Phylliroidae). Estos géneros y especies de moluscos planctónicos muestran amplias distribuciones en el Pacífico Ecuatorial (van der Spoel 1996a, b.) Al comparar estos registros

con los del DCR, donde se han reportado 11 especies de heterópodos y 17 de pterópodos (Vicencio-Aguilar & Fernández-Álamo 1996), coinciden los heterópodos *Cardiapoda placenta*, *Pterotrachea coronata* y el género *Atlanta*, cuyas especies no han podido ser determinadas. Sin embargo, Suárez-Morales *et al.* (2008) registran siete especies de este género en el Pacífico costarricense. Dentro de los pterópodos, *Limacina trochiformis* fue común para ambas regiones así como los géneros *Clio* y *Desmopterus*. El género *Cuvierina* solo fue encontrado en aguas de la isla. En la revisión hecha por Suárez-Morales *et al.* (2008) sobre gastrópodos pelágicos de Costa Rica, el porcentaje de especies de heterópodos registrados para la costa Pacífica de Costa Rica versus las especies conocidas mundialmente es cerca de 44%, y de 60% al comparar únicamente el Pacífico Este. En el caso de los pterópodos, el porcentaje de especies registrado para la costa Pacífica de Costa Rica versus las especies conocidas mundialmente es de tan solo 7%, aunque hay un aumento importante al considerarse solamente el Pacífico Este (36%). Ninguna de las especies comunes en el DCR fueron encontradas en aguas de la isla, lo cual recuerda la situación encontrada para los anfípodos.

Otro de los grupos bien representados en el zooplancton de las aguas de la isla fue el de las apendicularias (Apendicularia: Urochordata); fueron identificadas cinco especies de dos géneros (*Oikopleura* y *Stegosoma*) de la familia Oikopleuridae. Las especies *O. rufescens* y *O. fusiformes* fueron las más comunes. Ambas especies han sido reportadas previamente para el Pacífico costarricense, donde se tienen reportadas seis especies, incluido el género *Fritillaria*, (Castellanos-Osorio *et al.* 2008). Sin embargo, al menos una de las especies encontradas no había sido registrada en aguas de Costa Rica. Igualmente, aunque menos comunes en las muestras, se encontraron especies del grupo de las salpas (Thaliacea: Urochorda, *Salpa* y *Doliolum* sp.). Por primera vez se informa la presencia del orden Pyrosomatida en aguas costarricenses. Este es un pequeño orden de la clase Thaliacea que incluye los organismos de

mayor bioluminiscencia conocidos (Godeaux 1998). No hay referencias de este orden en aguas oceánicas de nuestro país.

Por último, y aunque el ictioplancton no ha sido determinado en este estudio, para aguas de la isla se han encontrado 14 órdenes, 41 familias, 36 géneros y 13 especies de larvas de peces (Fernández-Leiva 1996). Las familias más abundantes en el norte de la isla fueron: Photichthyidae, Myctophidae y Gobiesocidae; en el sur los Gonostomatidae substituyeron a los Gobiesocidae. Cerca del 40% del ictioplancton se encontró en el lado occidental de la isla (Fernández-Leiva 1996). Por otra parte para la región del DCR se han contabilizado 27 especies de larvas, distribuidas en 9 familias y 12 órdenes, los Myctophidae fueron los más comunes en ambas áreas (Vicencio-Aguilar & Fernández-Álamo 1996). Hipótesis sobre la distribución de larvas de peces en islas oceánicas sugieren que algunas familias podrían ser retenidas cerca de la isla por sistemas de remolinos (Randall 1961 en Boehlert & Mundy 1993), como posteriormente fue comprobado por algunos trabajos (Boehlert & Mundy 1993). Sin embargo, crece la evidencia de la influencia de las diferencias de comportamiento. Ciertamente en las aguas alrededor de una isla hay mejores condiciones para el desarrollo de los estadios larvales tempranos, asociado esto a una mayor productividad primaria (Dandonneau & Charpa 1985). Islas tropicales y subtropicales podrían caracterizarse por aumentos en la abundancia del zooplancton (Hernández-León 1991), lo que significaría una mayor disponibilidad de presas en aguas cerca de la costa, lo que a su vez aumentaría las tasas de supervivencia de las larvas.

Las comunidades zoopláncticas constituyen biotipos marinos en los que los fenómenos de aislamiento son relativamente menos pronunciados que en otras comunidades con mayor heterogeneidad espacial (Longhurst 1985). Así, cuando se estudian las relaciones interespecíficas en el zooplancton, las diferencias se pueden asociar a la existencia de una asociación compleja con una estructura particular (Gómez *et al.* 1995). La Isla del Coco es

parte de la provincia biogeográfica del Pacífico Oriental (McGowan 1986). En este volumen, Lizano (2008) discute algunas características dinámicas de las aguas alrededor de la Isla, con un patrón de corrientes bien definido. En términos generales, durante el tercer trimestre del año, la CCEN está bien establecida, con un flujo máximo hacia el este que alcanza los 90°W y 6°N; esta continúa con menor intensidad a lo largo de la Isla del Coco en su avance hacia la costa sudamericana. La dinámica del cuarto trimestre es similar al anterior, solo que la CCEN alcanza los máximos un poco más al este. Es evidente durante todo el año la intensidad de la corriente superficial frente a la costa de Ecuador, que se dirige al norte desde los 5°S y se debilita tan pronto cruza el Ecuador y converge con las corrientes costeras desde el norte. Durante noviembre, se esperaría un transporte hacia el este que no favorecería una influencia directa que ligara hidrográficamente a la Isla del Coco con el DCR, a pesar de que la gran mayoría de grupos del zooplancton hasta el momento analizados, mantienen distintos grados de afinidad.

La diversidad del zooplancton asociado a aguas de la Isla del Coco es relativamente alta, cuando se considera que la información presentada proviene de un solo esfuerzo de muestreo. Así por ejemplo, las 123 especies de zooplancton que fueron encontradas asociadas a las aguas circundantes de la isla (Cuadro 2, sin incluir el ictioplancton) no está lejano de la cifra de especies reconocidas en el DCR (178) y ello solo si se comparan los grupos que han sido analizados en ambos trabajos. Es claro que en el DCR se desplegaron esfuerzos mayores en lo espacial y en lo temporal (ver Vicencio-Aguilar & Fernández-Álamo 1996); el número de muestras es considerablemente mayor y de más amplio alcance vertical que las 49 muestras superficiales obtenidas en aguas de la Isla. Estas cifras comparativas hacen pensar que el zooplancton de las aguas asociadas al área de Conservación Isla del Coco puede estar desarrollándose en un ambiente crítico (“biodiversity hot spot”), convirtiendo a esta asociación de organismos pelágicos realmente en una

comunidad de gran interés para la investigación biológica de la diversidad (ej. Malakov 2004). El estudio de estas zonas o ambientes críticos es uno de los objetivos planteados durante el II Coloquio Internacional de Zooplancton Marino (Pafenhöffer 2001). Si bien es cierto estas zonas se refieren a localizaciones con abundancias y tasas metabólicas más altas que lo normal, lo cierto es que la diversidad del zooplancton en aguas de la Isla del Coco es sorprendente. Muy probablemente, el desarrollo de estudios adicionales (biológicos y oceanográficos) en diferentes épocas del año permitirá incrementos considerables en las listas faunísticas de los distintos grupos. Además ofrecerá datos que serán importantes para conocer integralmente los procesos locales de transporte, retención y dinámica de poblaciones de la comunidad zooplánctica.

AGRADECIMIENTOS

A J.A. Vargas por permitirme contar con las muestras para este estudio. A J. Picado por su trabajo de campo y a R. Lara por su trabajo de laboratorio. Este trabajo fue apoyado por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica mediante el proyecto 808-A4-062. Mi agradecimiento a E. Suárez, R. Gasca, I. Castellanos, R.M. Hernández-Flores y E. Tovar de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad Chetumal, México, por su apoyo en el trabajo taxonómico relativo a distintos grupos durante mi estadía en su institución.

RESUMEN

Durante noviembre del 2001, muestras de zooplancton fueron obtenidas de sitios alrededor de la Isla del Coco, una isla oceánica en el Pacífico de Costa Rica. Se realizaron arrastres verticales (0-50 m) y horizontales. Este primer análisis cualitativo de del zooplancton muestra una comunidad muy diversa, con los copépodos como grupo dominante (68 especies). De éstas, 19 especies de Copepoda representan nuevos registros para aguas del Pacífico costarricense, aumentando el número de especies registradas para Costa Rica. Anfípodos hipéridos estuvieron representados por 20 especies; esta es la primera referencia acerca

de este grupo en aguas alrededor de la Isla. Otros crustáceos pláncnicos registrados fueron *Evadne* sp. (Cladocera), *Cypridina americana* y *Euconchoecia* sp. (Ostracoda), y eufáusidos y misidáceos no identificados. Seis familias de gastrópodos pláncnicos fueron encontradas, incluyendo Limacinidae, Cavolinidae, Pneumodermopsidae y Desmopteridae; moluscos heterópodos también fueron colectados (Pterotracheidae, Carinariidae y Atlantidae), así como también el nudibranquio *Phylliroë bucephala* (Phylliroidae). Siete especies de quetognatos fueron registrados, siendo *Flaccisagitta enflata* y *Serratosagitta pacifica* las más comunes. Apendicularias (cinco especies de *Oikopleura* y *Stegosoma*) y salpas (*Salpa* sp. y *Doliolum* sp.) estuvieron también presentes en las muestras. El orden Pyrosomatida (Thaliacea) es registrado por primera para aguas del Pacífico costarricense. El zooplancton gelatinoso incluyó siete especies de sifonóforos y tres de medusas, siendo *Rhopalonema velatum* la medusa más frecuente. Como un todo, la diversidad de especies del zooplancton (incluyendo el ictioplancton) de la Isla del Coco es menor, pero no mucho menor, que la hallada en la región del Domo de Costa Rica (136 vs 178). Se discuten algunas ideas acerca del valor de la Isla del Coco como una mancha caliente de diversidad de zooplancton.

Palabras clave: zooplancton, copepodos, Isla del Coco, Pacífico Tropical Oriental, Área Marina Protegida, Costa Rica.

REFERENCIAS

- Angel, M.V. 1996. Ostracoda, p. 213-247. In R. Gasca & E. Suárez (eds). Introducción al zooplancton marino. ECOSUR, Chetumal, México.
- Boehlert, G. & B. Mundy. 1993. Ichthyoplankton assemblages at seamounts and oceanic islands. Bull. Mar. Sci. 53: 336-361.
- Boxshall, G.A. & S.H. Halsey. 2004. An Introduction of Copepod Diversity. Vols. I & II. The Ray Society, Londres. 966 p.
- Carlton, J.T. 1999. The scale and ecological consequences of biological invasions in the world's oceans, p. 195-212. In O.T. Sandlund, P.J. Schei & A. Viken (eds). Invasive Species and Biodiversity Management. Kluwer Academic, Amsterdam.
- Castellanos-Osorio, I.A., A. Morales-Ramírez & E. Suárez-Morales. 2008. Appendicularians (Urochordata) of Costa Rica and adjacent zones. In I.S. Wehrtmann & J. Cortés (eds). Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America. Monogr. Biol. 86, Springer, Berlin.
- Cortés, J. 1996-1997. Biodiversidad marina de costa Rica: Filo Cnidaria. Rev. Biol. Trop. 44(3)/45(1): 323-334.

- Chen, Y.Q. 1986. The vertical distribution of some pelagic copepods in the Eastern Tropical Pacific. *CalCOFI Rep.* XXVII: 205-227.
- Dam, H., X. Zhang, M. Butler & M.R. Roman. 1995. Mesozooplankton grazing and metabolism at the equator in the central Pacific: implications for carbon and nitrogen fluxes. *Deep-Sea Res. II* 42: 735-756.
- Dandonneau, Y. & L. Charpa. 1985. An empirical approach to the island mass effect in the south tropical Pacific based on sea surface chlorophyll concentrations. *Deep Sea Res.* 32: 707-721.
- Fernández-Álamo, M.A. & J. Färber-Lorda. 2006. Zooplankton and the oceanography of the eastern tropical Pacific: A review. *Progr. Oceanogr.* 69: 318-359
- Fernández-Leiva, S. 1996. Taxonomía del ictioplancton en la Isla del Coco, Costa Rica. Tesis Licenciatura en Biología, Univ. Costa Rica, San Pedro, Costa Rica. 175 p.
- Gasca, R. 2003. Hyperiid amphipods (Crustacea: Peracarida) and mesoscale features in the Gulf of Mexico. *Mar. Ecol.* 24: 1-15.
- Gasca, R. 2008. Hyperiid amphipods of Costa Rica and adjacent waters. In I.S. Wehrmann & J. Cortés (eds). *Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America*. Monogr. Biol. 86, Springer, Berlin.
- Gasca, R. & E. Suárez-Morales. 2004. Distribution and abundance of hyperiid amphipods (Crustacea: Peracarida) of the Mexican Caribbean Sea (August, 1986). *Carib. J. Sci.* 40: 23-30.
- Godeaux, J. 1998. The relationships and systematics of the Thaliacea, with keys for identification, p: 273-295. In Q. Bone (ed). *The Biology of Pelagic Tunicates*. Oxford Univ. Press, Oxford, Reino Unido.
- Gómez, L., S. Hernández & G.M. Esqueda. 1995. Community structure of euphausiids and copepods in the distribution areas of pelagic fish larvae off the west coast of Baja California, Mexico. *Sci. Mar.* 59: 381-390.
- Graziano, L. 2001. Cruise Report S-177, Scientific Activities Undertaken Aboard SSV *Robert C. Seamans*, San Diego, California-Puntarenas, Costa Rica, October 10 2001-November 18, 2001. Sea Education Association, Woods Hole, Massachusetts. 45 p.
- Grice, G. 1961. Calanoid copepods from equatorial waters of the Pacific Ocean. *Fish. Bull.* 61: 171-246.
- Guzman, H.M. & V. Obando. 1988. Diversidad y abundancia diaria y estacional del zooplancton marino de la isla del Caño, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 36: 139-150.
- Hernández-León, S. 1991. Accumulation of zooplankton in a wake area as a causative mechanism of the "island-mass effect". *Mar. Biol.* 109: 141-147
- Iken, K. & B. Konar. 2003. Natural geography in nearshore areas (NaGISA): the nearshore component of the Census of Marine Life. *Gayana* 67: 153-160.
- Irigoién, X., J. Huisman & R.P. Harris. 2004. Global diversity patterns of marine phytoplankton and zooplankton. *Nature* 429: 863-867.
- Lizano, O.G. 2008. Dinámica de aguas alrededor de la Isla del Coco, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 56 (Supl. 2): 31-48.
- Longhurst, A.G. 1985. Relationship between diversity and the vertical structure of the upper ocean. *Deep-Sea Res.* 32: 1535-1570
- Malakkoff, D. 2004. New tools reveal treasures at ocean hot spot. *Science* 304: 1104-1105.
- McGowan, L.A. 1986. The biogeography of pelagic ecosystems, p. 191-200. In UNESCO (ed.). *Pelagic Biogeography*. Proc. Int. Conf. Netherlands. UNESCO, Paris.
- Mittelbach, G.G., C.F. Steiner, S.M. Scheiner, K.L. Gross, H.L. Reynolds, R.V. Waide, M.R. Willig, S.I. Dodson & L. Gough. 2001. What is the observed relationship between species richness and productivity? *Ecology* 82: 2381-2396.
- Morales-Ramírez, A. & J. Jacob. En revisión. Seasonal vertical distribution, abundance, biomass and biometrical relationship of ostracods in Golfo Dulce, Pacific coast of Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*
- Morales-Ramírez, A. & E. Suárez-Morales. 2008. Free-living copepods (Crustacea) of Costa Rica and adjacent waters. In I.S. Wehrmann & J. Cortés (eds). *Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America*. Monogr. Biol. 86, Springer, Berlin.
- Mujica, A. 1993. Zooplancton de las aguas circundantes a la isla de Pascua (27°09'S-109°26'W). *Cienc. Tecn. Mar.* CON 16: 55-61.
- Mujica, A. 2006. Larvas de crustáceos decápodos y crustáceos holoplanctónicos en torno a la Isla de Pascua. *Cienc. Tecnol. Mar.* CON 29: 123-135.
- Paffenhöfer, G.A. 2001 Future marine zooplankton reserach. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 222: 297-308.

- Palomares, R., E. Suárez-Morales & S. Hernández-Trujillo. 1998. Catálogo de los copépodos (Crustacea) pelágicos del Pacífico Mexicano. CICIMAR / ECOSUR, México. 352 p.
- Palma, S. 1999. Sifonóforos (Cnidaria: Hydrozoa) de aguas superficiales de Isla de Pascua. *Inv. Mar. Valparaíso* 27: 19–23.
- Pierrot-Bults, A. 1996. Chaetognatha, p. 529-596. *In* R. Gasca & E. Suárez (eds). Introducción al estudio del zooplancton marino. ECOSUR/CONACYT, Chetumal, México.
- Pfisterer, A.B. & B. Schmith. 2002. Diversity-dependent production can decrease the stability of ecosystem functioning. *Nature* 416: 84-86.
- Raaymakers, S. 2003. First International Workshop on Guidelines and Standards for Ballast Water Sampling. Global Ballast Water Management Programme, Int. Mar. Org., Londres, Reino Unido. 95 p.
- Ramírez-Arriaga, L. 1988. Sistemática y distribución de los sifonóforos del Domo de Costa Rica. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México: 207 p.
- Ramírez, F.C. 1996. Cladocera, p. 191-211. *In* R. Gasca & E. Suárez (eds). Introducción al zooplancton marino. ECOSUR, Chetumal, México.
- Rodríguez-Saénz, K. 2005. Distribución espacial y temporal de la biomasa, composición y abundancia del zooplancton, con énfasis en hidromedusas de Bahía Culebra durante La Niña 1999-2000. M.Sc. Tesis, Univ. Costa Rica, San Pedro, Costa Rica. 156 p.
- Rodríguez-Saénz, K. & R. Gasca. 2008. Siphonophora. *In* I.S. Wehrmann & J. Cortés (eds). Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America. Monogr. Biol. 86, Springer, Berlin.
- Roman, M.R. & A. L. Gauzens. 1997. Copepod grazing in the equatorial Pacific. *Limnol. Oceanog.* 1997: 623-634.
- Sameoto, D.D. 1986. Influence of the biological and physical environment on the vertical distribution of mesozooplankton and micronekton in the eastern tropical Pacific. *Mar. Biol.* 93: 263-279.
- Sameoto, D.D. 1987. Day/night vertical distribution of euphausiids in the eastern tropical Pacific. *Mar. Biol.* 96: 235-246.
- Sánchez, S. & L. Segura-Puertas. 1987. Los moluscos pelágicos (Gastropoda:Heteropoda y Pteropoda) recolectados en el Domo de Costa Rica y regiones adyacentes. *Mem. III Reun. Soc. Mex. Malac. Conq., Monterrey, N.L., México:* 232-240.
- Segura-Puertas, L. 1991. Medusas (Cnidaria: Hydrozoa y Scyphozoa) de la región del Domo de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 39: 159-163.
- Segura, L., R.M. Hernández & L. Morones. 1992. Distribución y abundancia de los chaetognatos (Chaetognatha) en la región del Domo de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 40: 35-42.
- Suárez-Morales, E. 2001. An aggregation of monstrolloid copepods in a western Caribbean reef area: Ecological and conceptual implications. *Crustaceana* 74: 689-696.
- Suárez-Morales, E. & R. Gasca. 1989. Epiplanktonic calanoid copepods from the Costa Rica Dome (July-August, 1982). *Cienc. Mar.* 15: 89-102.
- Suárez-Morales, E., R.M. Hernández & A. Morales-Ramírez. 2008. Chaetognatha. *In* I.S. Wehrmann & J. Cortés (eds). Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America. Monogr. Biol. 86, Springer, Berlin.
- Suárez-Morales, E., R. Gasca & I. Castellanos. 2008. Pteropoda and Heteropoda. *In* I. Wehrmann & J. Cortés (eds.). Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America. Monogr. Biol. 86, Springer, Berlin.
- Van der Spoel, S. 1996a. Heteropoda, p: 408-457 *In* R. Gasca & E. Suárez-Morales (eds). Introducción al estudio del zooplancton marino. ECOSUR/CONACYT, Chetumal, México.
- Van der Spoel, S. 1996b. Pteropoda, p: 459-528 *In* R. Gasca & E. Suárez-Morales (eds). Introducción al estudio del zooplancton marino. ECOSUR/CONACYT, Chetumal, México.
- Van der Spoel, S. & R.P. Heyman. 1983. A comparative Atlas of Zooplankton: Biological Patterns in the Oceans. Springer, Berlin. 186 p.
- Vicencio-Aguilar, M.E. & M.A. Fernández-Álamo. 1996. Zooplancton del Domo de Costa Rica: taxonomía y biogeografía. *Rev. Biol. Trop.* 44: 631-642.
- Zhang, X., H. Dam, J.R. White & M.R. Roman. 1995. Latitudinal variations in mesozooplankton grazing and metabolism in the central tropical Pacific during the U.S. JGOFS EqPac Study. *Deep Sea Res. II* 42: 695-714.

