

Las investigaciones de zooplancton marino en el sureste de México (1985-2010): logros y perspectivas institucionales

Marine zooplankton research in southeastern Mexico (1985-2010): institutional achievements and perspectives

*Eduardo Suárez-Morales**,

*Uriel Ordóñez-López***

*y Lourdes Vásquez-Yeomans****

Resumen

En México, el estudio del zooplancton marino muestra una clara regionalización de los grupos de trabajo que varía en intereses, recursos (infraestructurales, humanos) y logros. Se analiza tanto el desarrollo institucional del estudio del zooplancton marino en el sureste de México como la actividad de cuatro grupos arraigados en la región con base en 347 publicaciones científicas producidas entre 1985 y 2010. Los grupos del zooplancton más atendidos son los copépodos, larvas de peces, sifonóforos y quetognatos. Se reconoce que: 1) la mayor parte de los estudios del zooplancton han sido ecológico-descriptivos, con un alto valor intrínseco y pertinentes a las condiciones de la región; 2) se han estudiado con mayor intensidad los ambientes costeros (bahías, arrecifes, estuarios), y 3) las colaboraciones interinstitucionales han sido escasas y asimétricas, cada grupo ha desarrollado intereses y capacidades propios. Deben incrementarse las interacciones de investigación para diversificar y completar el conocimiento regional del zooplancton marino.

Palabras clave: plancton, ictioplancton, Golfo de México, Mar Caribe, diversidad.

* Doctor en Ciencias (Biología), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad Chetumal. Av. Centenario Km 5.5, 77014, Chetumal, Quintana Roo, México. Especialista en Taxonomía del zooplancton marino. Correo electrónico: esuarez@ecosur.mx (Autor responsable).

** M. en C. en Biología, UNAM. Especialista en ecología y taxonomía del ictioplancton marino. Instituto Politécnico Nacional (IPN). Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV), Unidad Mérida. Km 6, carretera a Progreso, Cordemex, 973120. Mérida, Yucatán, México. Correo electrónico: uriel@mda.cinvestav.mx

*** M. en C. en Ecología marina, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE). El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad Chetumal. Av. Centenario Km 5.5, 77014, Chetumal, Quintana Roo, México. Especialista en ecología y taxonomía del ictioplancton marino. Correo electrónico: lvasquez@ecosur.mx

Abstract

In Mexico, the study of marine zooplankton shows a clear regionalization of the working groups that vary in interests, resources (infrastructure, human) and achievements. This paper examines both the institutional development of the study of marine zooplankton in southeastern Mexico and the activity of four groups located in the region based on 347 scientific publications produced between 1985 and 2010. The most widely studied zooplankton groups are copepods, fish larvae, siphonophores and chaetognaths. The results show that: 1) most zooplankton studies have been eco-descriptive, with a high intrinsic value and relevant to the conditions of the region, 2) coastal environments have been studied more intensively (bays, reefs, estuaries) and 3) inter-institutional collaborations have been scarce and asymmetric, with each group developing its own interests and abilities. Research interactions should be increased to diversify and complete regional knowledge of marine zooplankton.

Key words: plankton, ichthyoplankton, Gulf of Mexico, Caribbean Sea, diversity

Introducción

El zooplancton es, muy probablemente, la comunidad acuática más importante del planeta tanto en términos tróficos como en el papel que juega en el balance y flujo de energía y CO₂ en los océanos (Sparks y Reid, 1999; Cury *et al.*, 2001). A más de 100 años de estudiar a esta compleja comunidad, el conocimiento sobre su funcionamiento ecológico es modesto (Kinne, 2001). Los avances en la investigación han sido asimétricos a nivel mundial en términos de alcance y énfasis. En este sentido, América Latina se encuentra rezagada y ha hecho esfuerzos de recapitulación, fundamentales para evaluar las condiciones históricas del desarrollo y la pertinencia de estas investigaciones; ejemplo de estos esfuerzos son los realizados en México (Suárez-Morales y Gasca, 1996; Suárez-Morales y Gómez-Aguirre, 1996; Barreiro-Güemes *et al.*, 2003) y en Brasil (Lopes, 2007).

En México, las investigaciones sistematizadas acerca del zooplancton marino se desarrollaron a partir de la década de los sesenta. El estudio del zooplancton nacional en los ambientes marinos ha sido desigual en distintas regiones del país y su desarrollo se ha dado, históricamente, en condiciones poco favorables (Suárez-Morales y Gómez-Aguirre, 1996). En estas etapas tempranas buena parte del conocimiento que se generaba provenía de investigaciones de colegas extranjeros, era poca la participación de los nacionales.

Los avances en esta disciplina han sido históricamente aislados; dichos avances eran presentados a la comunidad en congresos no especializados, ya que no existía un foro nacional específico que estimulara más y mejores esfuerzos. La creación de la Sociedad Mexicana de Planctología, A.C.

(SOMPAC), en 1986, fue un paso que permitió la integración consistente de la planctología nacional con un crecimiento sostenido que la ha llevado a su consolidación (Barreiro-Güemes *et al.*, 2003).

En el marco de la SOMPAC se han insertado los diversos quehaceres planctológicos de las distintas regiones del país, cada una de ellas con condiciones, necesidades y prioridades propias (Suárez-Morales y Gasca, 1996); en la actualidad sería muy complejo intentar un diagnóstico nacional preciso y justo. Por lo anteriormente comentado y por el arraigo de los autores de este trabajo, se presenta aquí un análisis del desarrollo institucional de los estudios del zooplancton marino en la región sureste de México, incluidos el sur del Golfo de México y el Mar Caribe occidental. Se aportan datos acerca de los antecedentes institucionales en el estudio del zooplancton marino en la región y de los cuatro grupos de investigadores arraigados que han protagonizado el desarrollo de la disciplina durante 25 años (1985-2010). Se revisan las aportaciones científicas de estos grupos por ambiente, área geográfica, taxa investigados y el grado de colaboración interinstitucional para responder las siguientes preguntas: ¿qué grupos se han atendido regionalmente y en qué medida?, ¿qué ambientes se han estudiado?, ¿qué métodos se han utilizado? o ¿cuál ha sido el papel de los grupos institucionales en este proceso? También se presentan datos acerca de la formación de nuevos especialistas y proyectos institucionales financiados. A partir de esta información se pretenden reconocer las condiciones del desarrollo y establecer las fortalezas y debilidades conjuntas así como las tendencias actuales en el estudio regional del zooplancton. Con base en ello se plantean acciones futuras en esfuerzos coordinados para atender las necesidades regionales y proponer nuevos temas de investigación.

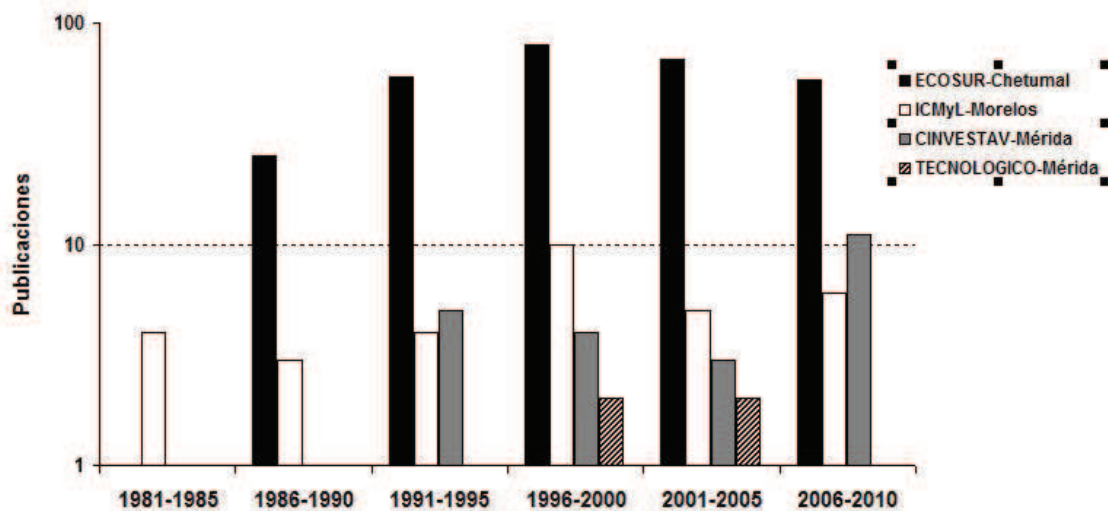
Métodos de estudio

Se recopilaron los datos de producción (artículos científicos acerca de zooplancton e ictioplancton) de cada investigador arraigado en la región en el periodo 1985-2010 y se conjuntaron por cada uno de los cuatro grupos institucionales considerados: El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), en Chetumal; el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (CINVESTAV), en Mérida; el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM (ICMYL), Unidad Puerto Morelos, y el Instituto Tecnológico de Mérida (ITM), en la misma ciudad. Las listas de las publicaciones incluidas en este análisis así como las tesis de posgrado de cada institución pueden consultarse en los siguientes sitios: ECOSUR: www.ecosur.mx, CINVESTAV: www.cinvestav.mx y ICMYL: www.icmyl.unam.mx. Este análisis abarca la zona sur del Golfo de México y el Mar Caribe occidental, que comprende el litoral y zonas oceánicas de Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. De cada publicación se obtuvieron los datos de origen institucional, año de publicación, tipo de ambiente, método de colecta, grupo o grupos analizados.

Resultados

Se realizaron distintos análisis a partir de la recopilación de estas 347 publicaciones científicas de investigadores de la región. En términos del desarrollo temporal de las investigaciones de zooplancton, representadas por las publicaciones en revistas arbitradas, la cronología quinquenal de la producción (véase fig. 1) indica que las aportaciones iniciales fueron realizadas por el ICMYL, un esfuerzo al que se integró el grupo de trabajo del Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO)-ECOSUR y sólo hasta 1996 se da una actividad simultánea en las cuatro instituciones. Se observa un incremento notable a partir del quinquenio 1986-1990; la mayor productividad se alcanzó en el quinquenio 1996-2000. De manera acumulada, ECOSUR muestra el mayor número de aportaciones (82.4% del total), seguido por el ICMYL (9.2%), CINVESTAV (6.9%) y el ITM (1.4%). La mayor parte de estas publicaciones (aprox. 60%) pueden calificarse como estudios descriptivos ecológicos con datos fundamentales de composición, distribución, abundancia y estructura de la comunidad; los estudios de perfil taxonómico y de análisis de la biodiversidad son cerca del 30%.

Fig. 1. Distribución quinquenal de las publicaciones en ictio y zooplancton entre las cuatro instituciones regionales analizadas.



Muestreo de la comunidad. En cuanto a la variedad de métodos y equipos de colecta utilizados por las distintas instituciones durante estas dos décadas y media, se destaca que el zooplancton e ictioplancton se han recolectado por diversas artes: la red cónica convencional, la red neustónica, la tipo Bongo, redes en el sistema MOCNESS recientemente las trampas de luz y redes de canal, pero las más utilizadas han sido las mallas filtrantes de 333 y 505 micras en la zona marina, y de menor abertura (125-250 micras) en cuerpos de agua costeros o estuarinos. El tipo de embarcaciones utilizadas va desde las lanchas de pesca ribereña hasta los barcos oceanográficos de distintas capacida-

des. La literatura revisada denota el extenso uso de arrastres en el estrato superficial (0-50 m) y en los casos de colecciones hechas en buques oceanográficos, los muestreos se han extendido hasta los 200 m. Ocasionalmente se han obtenido muestras oceánicas de estratos aún más profundos (hasta los 400 m); incluso se han realizado arrastres a diferentes profundidades de manera simultánea con intervalos de 25 m. En la mayoría de los casos la fijación y manejo del material recolectado se ha efectuado siguiendo los estándares y lineamientos internacionales (Smith y Richardson, 1977; Omori y Ikeda, 1992). A partir de 2004 la fijación de una parte del material recolectado se ha realizado con alcohol, esto con la finalidad de preservar muestras para análisis genéticos. La literatura analizada revela que la periodicidad del muestreo también ha sido variable, abundan los trabajos de un solo muestreo y en menor frecuencia aquellos que abarcan diversos meses o periodos estacionales de un mismo año.

Ambientes de interés. En general, el zooplancton del conjunto de ambientes costeros de la región (aguas litorales, arrecifes, lagunas costeras) ha recibido mayor atención (56% de las publicaciones totales) que las aguas oceánicas (44% del total) (véase fig. 2). En el caso del ictioplancton la diferencia es más marcada a favor de los ambientes costeros (76 vs. 24%) (véase fig. 3). En general, ECOSUR, CINVESTAV y el ICMYL han mostrado actividad en todos los ambientes; la actividad del ITM se ha limitado a las lagunas costeras. Los estudios particulares acerca del zooplancton de las zonas de plataforma han quedado rezagados (véase fig. 2). En el caso del ictioplancton (véase fig. 3), el CINVESTAV ha dado la mayor atención al ambiente oceánico, mientras que ECOSUR se ha concentrado en las zonas arrecifales.

Fig. 2. Distribución de las publicaciones de zooplancton producidas por las instituciones regionales analizadas en función de diversos ambientes marinos

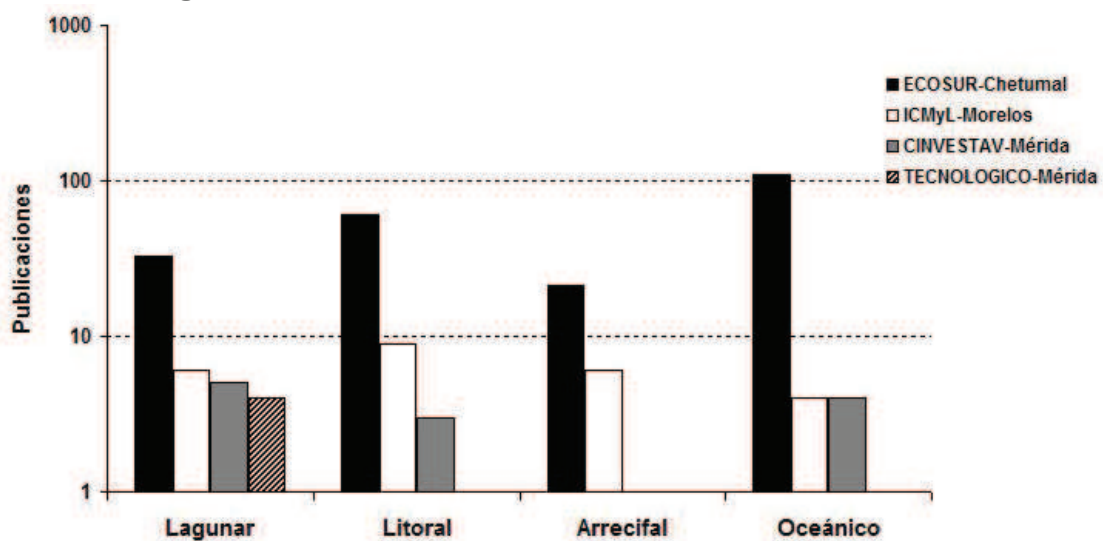
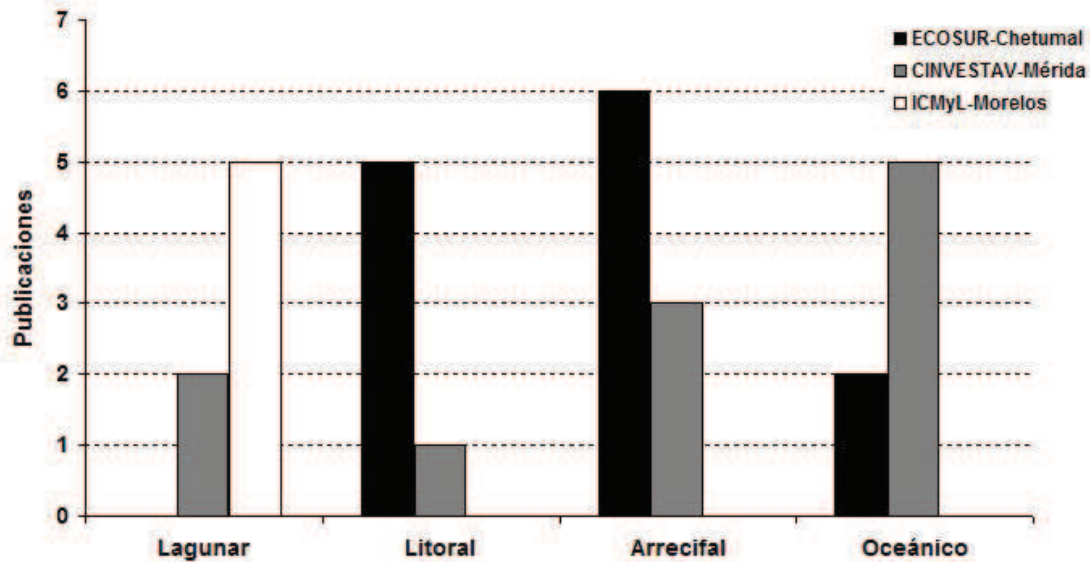


Fig. 3. Distribución de las publicaciones de ictioplancton producidas por las instituciones regionales analizadas en función de diversos ambientes marinos



Grupos taxonómicos. Un alto porcentaje de la producción del ICMYL (90%) y de ECOSUR (88%) es sobre zooplancton, mientras que los estudios del ictioplancton se han desarrollado relativamente poco en estas instituciones; no sucede lo mismo en el CINVESTAV que ha estudiado a ambos de manera equitativa. En el ámbito institucional es claro (véase fig. 4) que cada grupo de investigación ha tenido su fortaleza e interés en taxa particulares del zooplancton. Los siguientes, en general, son los grupos taxonómicos más estudiados del zooplancton: copépodos (48% de los trabajos publicados), larvas de peces (10.7%), sifonóforos (9.1%), quetognatos (6.1%), medusas (4.7%); el conjunto de otros grupos taxonómicos como anfípodos hipéridos, eufáusidos, apendicularias y moluscos pterópodos representan un porcentaje importante (10.7%). En menor proporción se han estudiado las larvas de crustáceos, poliquetos pelágicos, moluscos heterópodos y salpas. Existen varios taxa que no han sido abordados en la región como las larvas de diversos invertebrados, ctenóforos, sergéstidos, misidáceos y ostrácodos. Los estudios generales del zooplancton (a nivel grupo o en referencia a biomásas) representaron 9.4% del total.

Áreas geográficas. El Mar Caribe de México en sus porciones norte y sur ha sido el área de mayor interés para las tres instituciones, ya que 45% del conjunto de sus investigaciones se ha efectuado en esas zonas. La zona del Banco de Campeche (7.2% del total de las publicaciones regionales) ha sido estudiada principalmente por ECOSUR y el CINVESTAV, mientras que el ITM sólo ha incidido de manera exclusiva en aguas costeras del norte de la península (véase fig. 5).

Fig. 4. Distribución de las publicaciones producidas por las instituciones regionales analizadas en función de los grupos del zooplancton estudiados

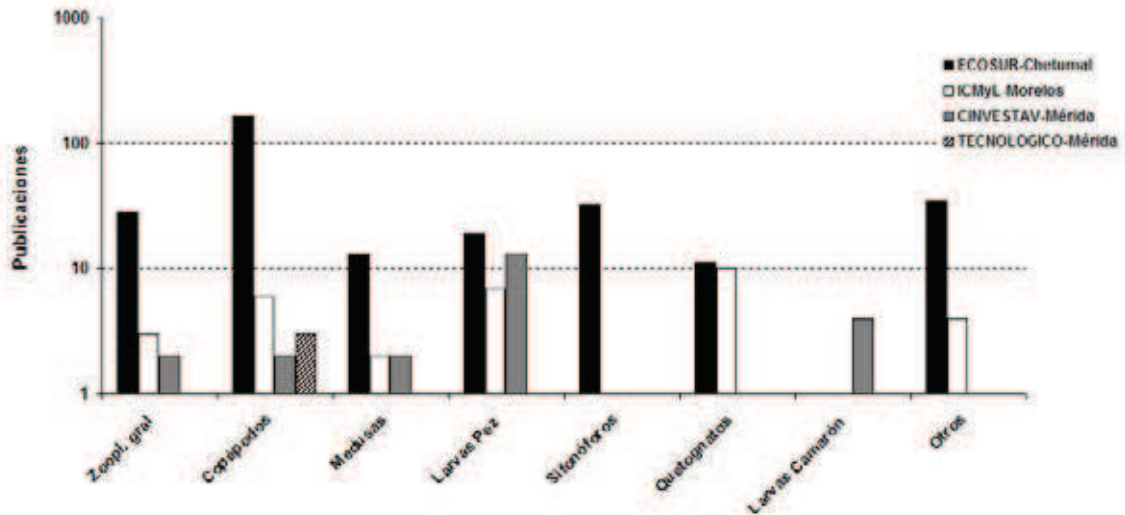
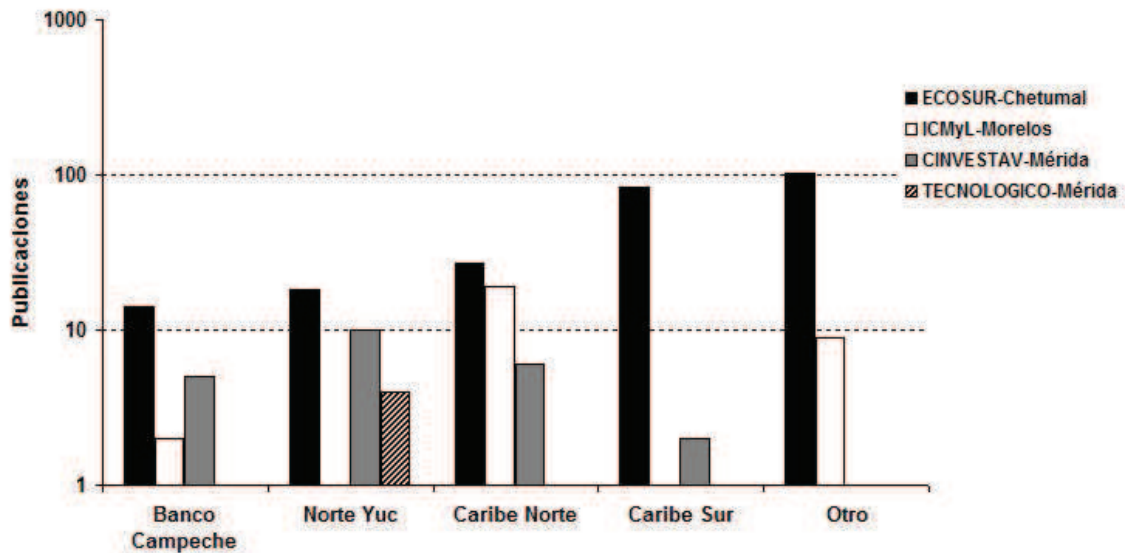


Fig. 5. Distribución de las publicaciones de zooplancton producidas por las instituciones regionales analizadas en función de las áreas geográficas de interés del Golfo de México y Mar Caribe mexicano



Colaboraciones interinstitucionales y formación de recursos humanos. Del total de las colaboraciones (56) entre estas instituciones, el ICMYL ha intervenido en 39%, seguido por ECOSUR (35%), y el CINVESTAV (18%). Las mayores interacciones se han dado entre CINVESTAV e ICMYL (27% de las colaboraciones regionales totales), y con más frecuencia entre los quinquenios 1996-2000 y 2001-2005. El porcentaje es menor entre CINVESTAV y el ICMYL (14%). No se tiene registro de colaboraciones entre el CINVESTAV y el ICMYL con el ITM. En general, la cooperación entre el CINVESTAV y ECOSUR ha sido menor que entre el CINVESTAV y el ICMYL. El ITM sólo ha colaborado con ECOSUR.

En cuanto a la formación de recursos humanos (tesis de distintos niveles) (véase fig. 6) se observa que el número de tesis es en general muy bajo, aunque puede decirse que predominan los estudiantes de nivel posgrado. La formación de maestros y doctores comienza a partir del quinquenio 1996-2000, con 5 tesis, y entre 2001-2005 crece a 9. La generación de proyectos financiados por agencias externas (véase fig. 7) ha sido una actividad consistente en la región; predominan los proyectos en el CINVESTAV (quinquenio 2001-2005) debido, en gran medida, a los convenios de colaboración con Pemex; en el caso de ECOSUR son proyectos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) o de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Fig. 6. Distribución quinquenal de las tesis de zooplancton de distintos niveles (licenciatura, maestría y doctorado) producidas en conjunto por las instituciones regionales analizadas.

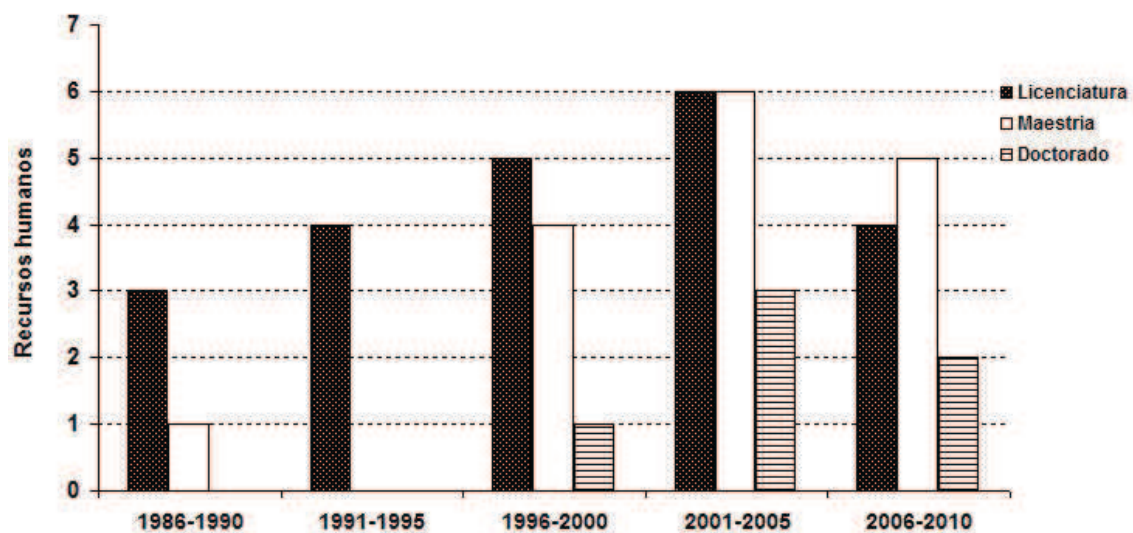
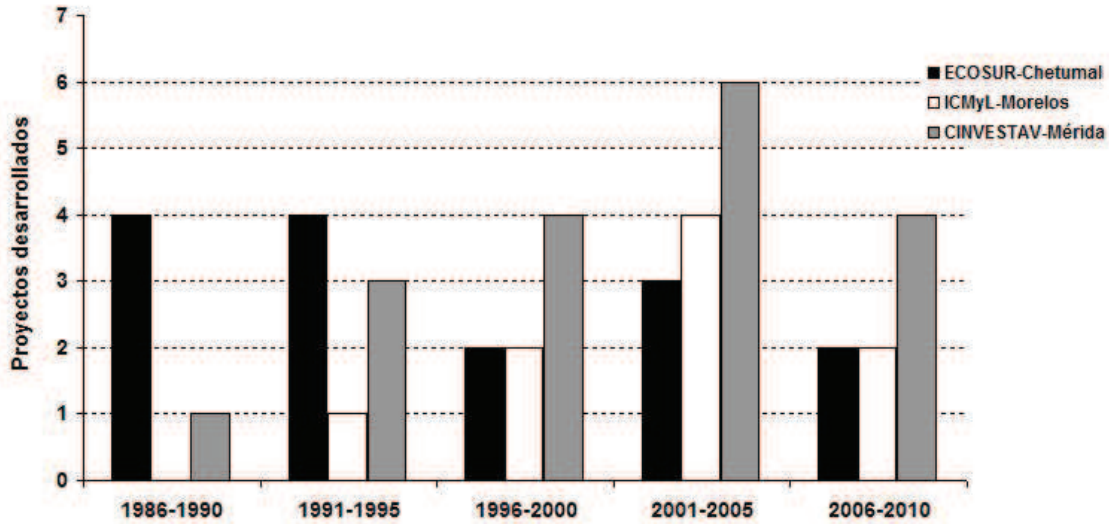


Fig. 7. Distribución quinquenal de los proyectos financiados externamente en relación con distintos aspectos del zooplancton que han sido otorgados a las instituciones regionales analizadas.



Discusión

Por su complejidad, el estudio del zooplancton puede abordarse desde distintos ángulos, y fundamentalmente a partir de su composición, abundancia y distribución; estos aspectos descriptivos esenciales para el entendimiento de la comunidad han formado la mayor parte de las contribuciones del zooplancton en México (Suárez-Morales y Gasca, 1996). Una tendencia similar se ha descrito también en otros países del continente como Brasil, de acuerdo con el análisis de Lopes (2007). A pesar de que en Brasil el desarrollo de los estudios del zooplancton marino ha tenido una trayectoria considerablemente más larga que en México (Lopes, 2007), se reconoce la importancia de los estudios de base pero también la proyección e integración hacia iniciativas globales como las de Census of Marine Life (CMS), World Register of Marine Species (WORMS), Joint Global Ocean Flux Study (JGOFS) y Global Ecosystem Dynamics (GLOBEC). El desarrollo del estudio del zooplancton, en la región sureste, ha estado dominado por estudios ecológicos descriptivos de distribución, abundancia y estructura de la comunidad con alcances espacio-temporales variables. En algunos casos se trata de estudios de más de un año con periodicidad mensual, y en otros también de un año pero con muestreos estacionales. En todos los casos no se ha podido dar continuidad y por lo mismo no se ha establecido un plan de monitoreo de mediano o largo plazo; sin embargo, se tienen datos fraccionarios de varios sistemas costeros. En general, es importante consolidar este tipo de estudios

pues aportan datos esenciales para el seguimiento de las variaciones locales en las comunidades del zooplancton costero u oceánico ante los cambios inter e intra-anales, globales o de mayor escala (Sullivan *et al.*, 2007; Wiafe *et al.*, 2008). Con todo lo modesto o fraccionario que pudieran verse los datos que ya existen de forma aislada en la región, en conjunto son altamente relevantes; por ello, es necesario implementar esfuerzos de monitoreo locales, pero además abordar aspectos más dinámicos de la comunidad como el estudio de la sucesión de comunidades, relaciones tróficas y productividad a distintas escalas (Lopes, 2007).

Es necesario resaltar que grupos de otras instituciones, fuera de la península, han hecho aportaciones importantes y de largo aliento en la región; en este caso están los estudios del grupo de zooplancton-ictioplancton del ICMYL-UNAM asentado en la ciudad de México. Con énfasis marcado en el estudio del ictioplancton oceánico en el sur del Golfo de México, el conjunto de las publicaciones de este tema ha sido analizado por Flores-Coto *et al.* (2009). En ese trabajo se reconocen aportaciones generales como el hallazgo de patrones opuestos en la relación entre la abundancia y la diversidad de las larvas de peces; se describen también comunidades diferenciales en el gradiente plataforma-zona oceánica y la relación entre las épocas de desove y la abundancia local de larvas. Así, se provee una visión generalizada en las tendencias de estudio del ictioplancton en el sur del Golfo de México que integra valiosos datos de los últimos 25 años. En este contexto deben describirse también las diversas y abundantes contribuciones de las investigaciones soviéticas realizadas en aguas del sur y centro del Golfo de México, éstas han sido revisadas por Okolodkov (2003) y muestran una importante contribución regional marcada por dos aspectos: 1) su amplia cobertura en términos de temas (*v.gr.* migraciones verticales, producción secundaria y biomasa, relación zooplancton-corrientes oceánicas y surgencias, composición general, biodiversidad) y 2) su limitada difusión y uso por estar publicadas en ruso y con un resumen final en español. Además de esas aportaciones sobre temas puntuales, Okolodkov (2003) reconoce, a partir de estos datos, patrones en las zonas de alta y baja productividad del plancton en el sur del Golfo de México y su relación con las características de la circulación superficial. Anota también que esta información puede ser utilizada para detectar cambios a largo plazo en la comunidad. Por otro lado, el inicio de las colaboraciones cubano-soviéticas (1964-1965) representó una fuente de información más accesible acerca del zooplancton, pues la mayoría se publicó en revistas científicas cubanas (Bessonov *et al.*, 1971; De la Cruz, 1971). Ello permitió un impulso adicional en el desarrollo de la planctología en la región caribeña oriental. La presencia y actividad de varias instituciones mexicanas en esta interesante región del país representa una gran ventaja, pues a pesar de que muchos de estos esfuerzos han sido iniciativas independientes, la acumulación de resultados reflejados en publicaciones es, sin duda, considerable (véase fig. 1).

Ambientes de interés

En relación con los ambientes estudiados, las instituciones analizadas han logrado avances notables en el conocimiento y comprensión de la dinámica del zooplancton y el ictioplancton en los sistemas costeros y oceánicos en la región. El énfasis en el estudio de sistemas costeros (arrecifes, estuarios, bahías) ha sido propiciado por varios factores, entre los que están la accesibilidad, los menores costos de muestreo y la importancia local de estos sistemas tanto desde el punto de vista pesquero como turístico. En el caso del zooplancton de las zonas arrecifales, elemento crucial en la dinámica trófica de estos ecosistemas (Heidelberg *et al.*, 2004), la atención que ha recibido de los grupos de investigación está plenamente justificada, incluso se espera que los estudios crezcan. En este contexto, es preocupante que a pesar de la vocación natural del ICMYL-Puerto Morelos hacia el estudio del sistema arrecifal caribeño, el del zooplancton no sea una prioridad. Las investigaciones acerca del zooplancton de zonas oceánicas se han basado en muestras obtenidas durante cruceros oceanográficos efectuados por distintas instituciones (Instituto Nacional de la Pesca, UNAM, Secretaría de Marina) y que han sido donadas para su análisis a ECOSUR, al ICMYL o al CINVESTAV. Este acervo de muestras aún no ha sido completamente estudiado y contiene información muy valiosa que espera a ser revelada. Los estudios del ictioplancton costero realizados por el CINVESTAV se han complementado recientemente con investigaciones acerca de otros grupos que interactúan con las larvas de peces ya sea como alimento o como depredadores (quetognatos, medusas y copépodos) y la exploración de la relación de organismos con las condiciones oceanográficas ha permitido comprender mejor la dinámica del zooplancton en la región.

Biodiversidad

Una parte considerable de los trabajos en la región dejan ver notables esfuerzos en la correcta determinación taxonómica de la fauna planctónica; es decir, en la identificación de la biodiversidad de distintos grupos y sus patrones de variación, lo cual permite estudiar con mayor detalle cambios temporales y espaciales en los descriptores comunitarios. En este sentido se reconoce que a pesar de que los grupos más frecuentes y abundantes están relativamente bien estudiados, la diversidad de formas existentes en el zooplancton y en particular en esta región del Atlántico noroccidental, supera por mucho lo conocido hasta ahora en la región; por ejemplo, con más de 15 000 especies y 10% de ellas endémicas, el Golfo de México se considera una cuenca de gran biodiversidad marina (Fautin *et al.*, 2010). Esta riqueza biológica rebasa por mucho la cobertura potencial del reducido número de investigadores con la capacidad de estudiar taxonómicamente a esta biota. Desde hace varios años se ha reconocido la urgente necesidad de formar nuevos especialistas regionales en distintos grupos del zooplancton. El incremento general en la dirección de tesis de distintos niveles en las diferentes instituciones regionales analizadas (véase fig. 6)

demuestra que existe un interés creciente y la capacidad para estimular en los estudiantes de posgrado su atención por los diversos aspectos que involucra el conocimiento del zooplancton.

Estudios recientes acerca de la biodiversidad del zooplancton en aguas profundas del Mar Caribe de México (Gasca, 2009a, b; Suárez-Morales, 2007) revelaron incrementos de 30% en las listas regionales de distintos taxa. En general, para el ictioplancton, hay un avance aproximado del 40% respecto a estudios previos (Schmitter-Soto *et al.*, 2000; Valdez-Moreno *et al.*, 2010; Vásquez-Yeomans *et al.*, 2011b; Muhling *et al.*, 2013). Por ello, la exploración de ambientes profundos (aguas meso y batipelágicas), complementada por estudios taxonómicos y la formación de taxónomos deben considerarse tareas pendientes en la región; ello permitirá reconocer verdaderamente la biodiversidad en una región cuya riqueza biológica marina debe ser estudiada con mucha mayor intensidad y cobertura a mediano y largo plazos.

Grupos de interés

En ECOSUR se ha mantenido el interés por realizar estudios básicos de distribución y abundancia de distintos taxa (copépodos, sifonóforos, quetognatos, apendicularias, eufáusidos, pterópodos, anfípodos hipéridos) en zonas y ambientes poco o nulamente estudiados. El estudio de los copépodos, el grupo más abundante y diverso del zooplancton y del que depende más de la mitad de la biomasa disponible para niveles tróficos superiores en los océanos, ha recibido, de manera por demás justificada, la mayor atención de ECOSUR (Suárez-Morales, 2003, Suárez-Morales *et al.*, 2009). Aproximadamente 75% de las especies conocidas en las cuencas del Golfo de México y el Mar Caribe han sido registradas en el área de influencia de estas cuatro instituciones (Suárez-Morales y Gasca, 1998; Suárez-Morales *et al.*, 2009).

Las demás instituciones aquí tratadas han estudiado relativamente poco a los copépodos, pero el análisis de otros grupos ha aportado datos importantes acerca de las comunidades estudiadas y de la biodiversidad regional y nacional. Así, las medusas son importantes depredadores gelatinosos que cuando se agregan pueden causar serios decrementos de zooplancton herbívoro y de larvas de peces. Han sido estudiadas en aguas del Mar Caribe y sur del Golfo de México, subregiones en las que se ha registrado un alto porcentaje (73%) de la fauna conocida en aguas mexicanas (Segura *et al.*, 2003). Algo similar sucede con otros voraces depredadores, los sifonóforos (63% de las especies registradas en México son del Mar Caribe) (Gasca, 2009a) y de otros abundantes depredadores, los quetognatos, de los que no sólo se tiene una alta representatividad (75% de las especies del Atlántico noroccidental) sino que se han aportado registros nuevos y al menos una especie nueva (Tovar y Suárez-Morales, 2007). Los moluscos pterópodos muestran cifras incluso más elevadas (85%) (Suárez-Morales, 1994; Suárez-Morales y Gasca, 1998b; Parra y Gasca, 2009).

Los anfípodos hipéridos son un grupo del que se tienen registros, en la región sureste, de más del 50% de la fauna conocida en el océano Atlántico (Gasca, 2009b; Gasca *et al.*, 2009). Esto indica que los trabajos producidos acerca de esta comunidad marina a lo largo de estos 25 años han logrado una elevada representatividad faunística. A pesar de los avances se reconoce que la falta de especialistas en distintos grupos ha limitado el desarrollo de los estudios en cada institución, lo que es un argumento a favor de lograr una mayor integración interinstitucional.

Recientemente, se ha integrado el estudio de distintos grupos con análisis oceanográficos en ambientes arrecifales (Tovar *et al.*, 2009) y oceánicos (Parra y Gasca, 2009). En relación con el ictioplancton, una comunidad que representa en gran medida el potencial pesquero de una región, se han impulsado estudios que involucran análisis genéticos (Valdez *et al.*, 2010; Víctor *et al.*, 2010). Estos aspectos pueden abrir áreas de colaboración potencial con las demás instituciones regionales.

Colaboración interinstitucional

No sucedió lo que se esperaba: que grupos con intereses afines y cercanía geográfica tuvieran una interacción histórica. En general, se identifican bajos niveles de colaboración interinstitucional en la región aun cuando se comparten ambientes, grupos del zooplancton y áreas geográficas. Esto ha tenido relación con las distintas prioridades e intereses institucionales. Sin embargo, es claro que el flujo de recursos financieros asociados a proyectos cuyo tema es el zooplancton ha sido consistente, lo cual es alentador; en este contexto se espera que iniciativas regionales conjuntas puedan ser exitosas para obtener fondos más vastos. Asimismo, para hacer más eficiente la colaboración interinstitucional, deben estandarizarse los métodos de colecta, preservación y de manejo de los datos con el fin de que puedan compartirse y/o compararse. Por otro lado, es preocupante constatar que las posibilidades de integración regional se han visto seriamente limitadas por la lamentable pérdida de dos investigadores que lideraban el grupo de zooplancton del ICMYL-Puerto Morelos: Lourdes Segura-Puertas (Suárez-Morales, 2008) y José N. Álvarez Cadena, así como el aparente desinterés institucional por dar continuidad a esta línea en la región.

Perspectivas

A partir de estos antecedentes y condiciones debemos reconocer que regionalmente nos unen intereses comunes, lo cual justifica los intentos de consolidar más colaboraciones integrales. Así, entre los retos que se pueden identificar para los grupos que persisten en la región están: 1) interactuar más y de manera más eficiente para consolidar estudios más completos que abarquen una mayor variedad de taxa en distintas zonas y ambientes que requieren atención, 2) formar y consolidar

personal especializado en la identificación taxonómica de distintos taxa. La escasez de estudiantes (fig. 6) complica la situación y es un problema que aqueja a esta y otras disciplinas que implican una mayor inversión de tiempo-esfuerzo y quizás menores perspectivas laborales que otras. Éste es un aspecto que necesita de reorientaciones en los intereses y prioridades de cada institución educativa o de investigación, 3) explorar y muestrear ambientes poco atendidos, o de poca accesibilidad como las aguas profundas o las áreas de plataforma o las arrecifales, 4) dar continuidad a los muestreos en sistemas costeros o zonas que han sido muestreadas sistemáticamente para así reconocer los intervalos de variabilidad en escalas de tiempo mayores, 5) intentar acceder, mediante propuestas conjuntas, a recursos externos que faciliten las interacciones —que permitan dar continuidad a los grupos— y la adquisición de equipos de colecta y análisis: microscopios, procesadores de imágenes, etc., más eficientes. Institucionalmente debe reconocerse: 1) la importancia del zooplancton como una comunidad esencial en la dinámica biológica del ambiente marino a nivel global y 2) que su estudio no debe depender de la presencia o actividad de un investigador sino de una política científica estructurada que priorice de forma adecuada los temas de investigación que deben cultivarse.

Recientemente, la necesidad de contar con inventarios confiables de la biota marina regional ha sido atendida por la CONABIO; estas convocatorias han permitido reunir listados más completos y precisos de diversos grupos del zooplancton: copépodos, salpas, pterópodos, sifonóforos, anfípodos hipéridos, eufáusidos; disponibles en el snib: www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/doctos/busqueda_proy.html, y de ictioplancton en la región (www.boldsystem; Vásquez-Yeomans et al., 2011a; Vásquez-Yeomans y Valdez-Moreno 2012). Así, este amplio acceso a la información del zooplancton contenida en las bases de datos de la CONABIO ha abierto la puerta a una mayor colaboración interinstitucional, que coadyuvará a estrechar lazos de cooperación entre investigadores e instituciones en el sureste mexicano. Se considera que este tipo de esfuerzos de recapitulación debieran desarrollarse en diferentes regiones del país con el fin de obtener un panorama más preciso de las tendencias en el estudio del zooplancton a nivel nacional.

Agradecimientos

Agradecemos a los colegas, estudiantes y técnicos que han participado a lo largo de estos 25 años en el desarrollo de los estudios del zooplancton en la región. Su aportación se ha hecho patente en apoyos diversos en el campo, durante la recolección de muestras y en el laboratorio, en los distintos aspectos del complejo y lento proceso de separación e identificación de las muestras. Su trabajo conjunto ha sido esencial para consolidar los avances que se han logrado y compartimos con todos ellos la satisfacción de lo alcanzado hasta ahora. Destacamos a los técnicos que nos han acompa-

ñado en este trayecto, de ECOSUR: Iván Castellanos Osorio, Rosa Ma. Hernández Flores, José A. Cohuo Collí y Selene del Carmen Morales, y del CINVESTAV: Margarita Ornelas Roa. Reconocemos también la labor de las técnicas que, en su momento, apoyaron con entusiasmo las investigaciones planctológicas del ICMYL-Puerto Morelos, Laura Celis y Alma Rosa Almaral. Nuestras instituciones han aportado los medios básicos para desarrollar el trabajo, y más significativamente, mostrado su confianza en nuestro quehacer durante estos años. Los comentarios y sugerencias de dos revisores ayudaron de manera significativa a mejorar el contenido y presentación de este trabajo.

Referencias

- Barreiro-Güemes, María Teresa, María Esther Meave del Castillo, Martha Signoret-Poillon y María Guadalupe Figueroa (2003). "Planctología Mexicana". Sociedad Mexicana de Planctología XV Aniversario. Sociedad Mexicana de Planctología (SOMPAC)/El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)/UAM-Iztapalapa, México, 284 pp.
- Bessonov, Nikolai, Orestes González y A. Elizarov (1971). "Resultados de las investigaciones cubano-soviéticas en el Banco de Campeche". Coloquio sobre investigaciones y recursos del Mar Caribe y regiones adyacentes. París: UNESCO, pp. 317-323.
- Cury, Phillipe, Lynne Shannon y Yunne-Jai S Shin (2001). "The Functioning of Marine Ecosystems". Reykjavik Conference on Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem 3, Reykjavik, Iceland.
- De la Cruz, Alfredo (1971). "Estudios de plancton en el Banco de Campeche". Coloquio sobre investigaciones y recursos del Mar Caribe y regiones adyacentes. París: UNESCO, pp. 375-383.
- Fautin, Daphne, Penelope Dalton, Lewis S Incze, Jo-Ann Leong, Clarence Pautzke, Paul Sandifer, George Sedberry, John W. Tunnell Jr., Isabella Abboott, Russel E. Brainard, Melissa Brodeur y Lucius G. Eldredge (2010). "An Overview of Marine Biodiversity in United States Waters". En *PLoS One*, 5 (8): e11914. DOI: 10.1371/journal.pone.0011914.
- Flores-Coto, César, María Luisa Espinosa-Fuentes, Faustino Zavala-García y Laura Sanvicente-Añorve (2009). "Ictioplancton del sur del Golfo de México. Un compendio". En *Hidrobiológica*, 9, pp. 49-76.
- Gasca, Rebeca, Heyden Manzanilla y Eduardo Suárez-Morales (2009), "Distribution of Hyperiid Amphipods (Crustacea) of the Southern Gulf of Mexico, Summer and Winter 1991". En *Journal of Plankton Research*, 31 (12), pp. 1493-1504.
- Gasca, Rebeca, (2009a). "Diversity of Siphonophora (Cnidaria: Hydrozoa) in the Western Caribbean Sea: New Records from Deep-Water Trawls". En *Zootaxa*, 2095, pp 60-68.
- Gasca, Rebeca, (2009b), "Diversity of Hyperiid Amphipods (Crustacea: Peracarida) in the Western Caribbean Sea: News from the Deep". En *Zoological Studies*, 48, pp. 63-70.
- Heidelberg, Karla Beard, Kenneth Peter Sebens y Jenny Purcell (2004). "Composition and Sources of Near Reef Zooplankton on a Jamaican Fore-Reef Along with Implications for Coral Feeding". En *Coral Reefs*, 23, pp. 263-276.
- Kinne, Otto (2001). "Future Marine Zooplankton Research – a Perspective. Marine Zooplankton Colloquium 2", en *Marine Ecology Progress Series*, 222, pp. 297-308.
- Lopes, Rubens (2007), "Marine Zooplankton Studies in Brazil – A Brief Evaluation and Perspectives". En *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 79 (3), pp. 369-379.

- Muhling, Barbara, Ryan H. Smith, Lourdes Vásquez-Yeomans, John T. Lamkin, Elizabeth Johns, Laura Carrillo, Eloy Sosa-Cordero y Estrella Malca (2013). "Larval Fish Assemblages and Mesoscale Oceanographic Structure Along the Mesoamerican Barrier Reef System". En *Fisheries Oceanography*, 22 (2), pp. 1-20.
- Okolodkov, Yuri (2003). "A Review of Russian Plankton Research in the Gulf of Mexico and the Caribbean in the 1960-1980s". En *Hidrobiológica*, 13 (3), pp. 207-221.
- Omori, Makoto y Tsutomu Ikeda (1992). *Methods in Marine Zooplankton Ecology*. Malabar, Florida: Krieger Publishing Co., 332 pp.
- Parra, Ana y Rebeca Gasca (2009). "Distribution of Pteropods (Mollusca: Gastropoda: Thecosomata) in Surface Waters (0-100 m) of the Western Caribbean Sea (winter, 2007)". En *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 44 (3), pp. 647-662.
- Segura-Puertas, Lourdes, Eduardo Suárez-Morales y Laura Celis (2003). "A Checklist of the Medusae (Hydrozoa, Scyphozoa and Cubozoa) of Mexico". En *Zootaxa*, 194 pp. 1-15.
- Schmitter-Soto, Juan Jacobo, Lourdes Vásquez-Yeomans, Alfonso Aguilar-Perera, Concepción Curiel-Mondragón y José Adán Caballero-Vázquez (2000). "Lista de peces marinos del Caribe mexicano". En *Anales del Instituto de Biología. UNAM. Serie Zoología*, 71 (2), pp. 143-177.
- Smith, Paul y Sally Richardson (1977). "Standard Techniques for Pelagic Fish Egg and Larval Surveys". En *Food and Agriculture Organization (FAO), Fisheries Technical Paper*, 175, pp. 1-100.
- Sparks, Tim y Philip Chris Reid (1999). "Marine Plankton". En Melvin G. Cannell, Jean Palutikof y Tim Sparks (eds.), *Indicators of climate change in the UK* (pp. 68-69). Department of the Environment, Transport and the Regions, U.K.
- Sullivan B.K., J.H. Costello y D. Van Keuren (2007). "Seasonality of the Copepods *Acartia Hudsonica* and *Acartia Tonsa* in Narragansett Bay, RI, USA During a Period of Climate Change". En *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 73, pp. 259-267.
- Suárez-Morales, Eduardo, John Fleeger y Paul Montagna (2009). "Free-living Copepoda of the Gulf of Mexico", en Felder Darryl y David K. Camp (eds.), *Gulf of Mexico – Its Origins, Waters, and Biota, Biodiversity*. Texas A&M University Press, pp. 841-870.
- Suárez-Morales, Eduardo, (2008). "In Memoriam, María de Lourdes Segura Puertas". En *Hidrobiológica*, 18, Supl. 1, pp. 1-3.
- Suárez-Morales, Eduardo, (2007). "The Mesopelagic Copepod *Gaussia princeps* (Scott) (Calanoida: Metridinidae) from the Western Caribbean with Notes on Integumental Pore Patterns". En *Zootaxa*, 1621, pp. 33-44.
- Suárez-Morales, Eduardo, (2003). "Bibliografía comentada y perspectivas en el estudio de los copéodos pelágicos del Golfo de México y zonas adyacentes del Atlántico Noroccidental". En María Teresa, Barreiro-Güemes, María Esther Meave del Castillo, Martha Signoret-Poillon y María Guadalupe Figueroa (eds.), *Planctología Mexicana* (pp. 143-156). México: SOMPAC/ECOSUR/UAM-Iztapalapa.
- Suárez-Morales, Eduardo, y Rebeca Gasca (1998a). "Updated Checklist of the Marine Copepoda (Crustacea) of Mexico". En *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Zoología*, 69, pp. 105-119.
- Suárez-Morales, Eduardo, y Rebeca Gasca (1998b). "Thecosome Pteropod (Gastropoda) Assemblages of the Mexican Caribbean Sea (1991)". En *The Nautilus*, 112 (2), pp. 43-51.

- Suárez-Morales, Eduardo, y Rebeca Gasca (1996). "Zooplancton de México". En Rebeca Gasca y Eduardo Suárez-Morales (eds.), *Introducción al Estudio del Zooplancton Marino* (pp. 665-711). México: ECOSUR/Conacyt.
- Suárez-Morales, Eduardo, y Samuel Gómez-Aguirre (1996). "Aspectos históricos y perspectivas del estudio de zooplancton marino en México". En *Ciencia*, 47 (3), pp. 215-223.
- Suárez-Morales, Eduardo, (1994). "Distribución de los pterópodos (Gastropoda: Thecosomata y Pseudothecosomata) del Golfo de México y zonas adyacentes". En *Revista de Biología Tropical*, 42 (3), pp. 523-530.
- Suárez-Morales, Eduardo, y Eduardo Suárez-Morales (2007). "New Records and a New Species of *Spadella* (Chaetognatha: Spadellidae) from the Western Caribbean Sea". En *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 120, pp. 175-184.
- Tovar, Édgar, Eduardo Suárez-Morales y Laura Carrillo (2009). "Multiscale Variability of the Chaetognatha Along a Caribbean Reef Lagoon System". En *Marine Ecology Progress Series*, 375, pp. 151-160.
- Valdez-Moreno, Martha, Lourdes Vásquez-Yeomans, Manuel Elías-Gutiérrez, Natalia V. Ivanova y Paul D.N. Hebert (2010). "Using DNA Barcodes to Connect Adults and Early Life Stages of Marine Fishes from the Yucatan Peninsula, Mexico: Potential in Fisheries Management". En *Marine and Freshwater Research*, 61, pp. 665-671.
- Vásquez-Yeomans, Lourdes, Uriel Ordóñez López, Martha Valdez-Moreno, José Ángel Cohuo, Diana Acevedo, Selene Morales y Margarita Ornelas (2011a). "Larvas de peces". En Carmen Pozo (ed.). *Riqueza biológica de Quintana Roo*, vol. 2 (pp. 272-275). México: CONABIO/ECOSUR/SEDUMA/PPD-PNUD.
- Vásquez-Yeomans, Lourdes, María Eugenia Vega-Cendejas, Jorge Luis Montero y Eloy Sosa-Cordero (2011b). "High Species Richness of Early Stages of Fish in a Locality of the Mesoamerican Barrier Reef System: a Small-Scale Survey Using Different Sampling Gears". En *Biodiversity and Conservation*, 20, pp. 2379-2379.
- Vásquez-Yeomans, Lourdes, y Martha Valdez-Moreno (2012). "Códigos de barras de la vida en huevos y larvas de peces costeros y oceánicos de la parte norte del Sistema Arrecifal Mesoamericano (Caribe mexicano)". Informe final de proyecto, CONABIO FB1444/HB043/09, 31 pp.
- Victor, Benjamín, Lourdes Vásquez-Yeomans, Martha Valdez-Moreno, L. Wilk, Dave Jones, Mónica Lara, Chris Caldwell y Mahmood Shivji (2010). "The Larval, Juvenile, and Adult Stages of the Caribbean Goby, *Coryphopterus kuna* (Teleostei: Gobiidae): a Reef Fish With a Pelagic Larval Duration Longer Than the Post-settlement Lifespan". En *Zootaxa*, 2346, pp. 53-61.
- Wiafe, George, Hawa B. Yaqub, Martin A. Mensah, y Christopher L.J. Frid (2008). "Impact of Climate Change on Long-Term Zooplankton Biomass in the Upwelling Region of the Gulf of Guinea". En *ICES Journal of Marine Science*, 65, pp. 318-324.

Recibido: 7 de mayo de 2013

Aceptado: 14 de junio de 2013