

**Informe final* del Proyecto LH010
Invertebrados del Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos**

Responsable: Dr. Fernando Álvarez Noguera
Institución: Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto de Biología
Departamento de Zoología
Colección de Crustáceos
Dirección: Apartado Postal 70-153, Coyoacán, Ciudad de México, C.P. 04510
Correo electrónico: falvarez@servidor.unam.mx
Teléfono/Fax: 56 22 91 46, 56 22 91 67
Fecha de inicio: Junio 13, 2014.
Fecha de término: Febrero 22, 2017.
Principales resultados: Base de datos, fotografías, informe final.
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Álvarez Noguera, F. 2017. Invertebrados del Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. **Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No.LH010.** Ciudad de México.
Resumen:

Se propone generar una base de datos con 800 registros de especies de invertebrados provenientes del Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos, en específico de tres localidades dentro del parque que son: Bonanza, Puerto Morelos y Jardines, que representan un sitio fuertemente perturbado, uno conservado y uno en recuperación, respectivamente. Las muestras provendrán de 3 diferentes profundidades: 1-2 m, 6-8 m y 12-15 m. Los registros serán de especies de cinco phyla: Crustacea, Cnidaria (sólo observaciones, no hay colectas, cumpliendo con los "Lineamientos para entrega de fotografías e ilustraciones digitales 2013" de la Conabio), Annelida, Mollusca y Echinodermata. Las colectas de organismos comenzaron en febrero de 2013 y se realizarán también en mayo, agosto y noviembre de 2013 y en enero de 2014. Las colectas se realizan bajo el Permiso de Pesca de Fomento No. DGOPA.00008.080113.0006, con vigencia del 14 de enero de 2013 al 13 de enero de 2014, con el Dr. Fernando Alvarez como el investigador responsable. La integración de la base de datos se realizará de acuerdo con el proceso y sistema utilizado en el proyecto KE002 "Digitalización y Sistematización de las Colecciones Biológicas Nacionales del Instituto de Biología, UNAM", utilizando el estándar Darwin Core 1.4 (DwC). Se seguirá el "Instructivo para la conformación de bases de datos de inventarios biológicos compatibles con el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, 2013"

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

INFORME FINAL DEL PROYECTO

LH010 “Invertebrados del Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos”

Resumen

Se llevó a cabo un estudio de la fauna de invertebrados (anélidos, moluscos, crustáceos y equinodermos) asociada al arrecife de coral en el Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos (PNAPM) en Quintana Roo, México. Se muestrearon tres localidades (Bonanza, Jardines y Puerto Morelos) que representan diferentes grados de conservación (en recuperación, muy deteriorado y conservado). En cada uno de los sitios las muestras de fragmentos de coral muerto pertenecían a tres diferentes profundidades, somero (1-2 m), medio (6-8 m) y profundo (12-15). Una vez que se extrajeron todos los invertebrados asociados al coral muerto y se identificaron a nivel de especie, los resultados arrojaron un total de 830 registros, dentro de los cuales se encontraron 17 especies de cnidarios, 26 especies de poliquetos, 73 especies de moluscos, 153 de crustáceos y 28 de equinodermos. Las localidades con un mayor número de registros y de especies fueron aquellas que tenían profundidades someras, mientras que las que menos especies tenían fueron las de mayor profundidad. La localidad de Bonanza Medio fue la que concentró el mayor número de especies (17%), aunque sólo se trate de un sitio en actual recuperación. El 24% de las especies se distribuyeron en zonas profundas, mientras que el 76% restante está distribuido en zonas someras y medias mostrando un claro patrón en el que la riqueza disminuye conforme aumenta la profundidad. El análisis que se realizará en los siguientes meses determinará qué tipo de especies se distribuyen en cada localidad y a qué profundidad. Se podrá concluir con algunos análisis estadísticos si el planteamiento general de que el estado de salud de un arrecife se puede determinar estudiando su criptofauna de invertebrados.

Introducción

Los arrecifes de coral son ecosistemas marinos altamente diversos (Reaka-Kudla 1987, 1997; Enoch y Hockensmith 2008; Enoch 2010). De los aproximadamente 33 phyla de animales conocidos, 29 están presentes en los arrecifes coralinos, es decir el 88% de la diversidad taxonómica animal total, está albergada en los arrecifes, a pesar de que éstos sólo representan el 1% de la superficie del planeta (Reaka-Kudla 1997). Esta gran riqueza se debe a la alta heterogeneidad

espacial y a la complejidad de la estructura coralina, que aumentan la disponibilidad de microhábitats y de recursos que pueden ser utilizados por las comunidades, ya que estos microhábitats son nichos disponibles que evitan la competencia y la depredación, siendo éstas las principales interacciones bióticas que ocurren en los seres vivos (Huges 1984; Morgado y Tanaka 2001; Glynn y Enochs 2011).

Los organismos que habitan los espacios, grietas u orificios formados por bio-horadadores (animales que cumplen con la función de erosionar el coral) comprenden uno de los más importantes componentes del ecosistema coralino en términos de biodiversidad y biomasa (Kiene 1988; Moran y Reaka-Kudla 1988; Peyrot-Clausade *et al.* 1999; Enoch 2008). A éstos se les conoce como invertebrados crípticos o pertenecientes a la criptofauna y representan la fracción dominante, compuesta por numerosos taxa, principalmente por poliquetos, moluscos, crustáceos y equinodermos. Estos constituyen un vínculo entre los productores primarios y los consumidores pelágicos (Reaka-Kudla 1987, 1997; Klump *et al.* 1988).

Los fragmentos de coral muerto proporcionan una mayor cantidad de recursos disponibles, en este caso como lo es el espacio o sustrato de establecimiento para otros animales ya que en este tipo de ambientes es el factor más limitante, respecto a los corales vivos ya que éstos han desarrollado una variedad de mecanismos de defensa como nematocistos (mecanismo que cuando se acciona inyecta una toxina que en la mayoría de las veces es neurotóxica, funciona para paralizar al depredador o a la presa), secreción de mucus, filamentos mesenteriales y químicos alelopáticos (sustancias que impiden el crecimiento de otras especies en espacios aledaños) (Lang y Chornesky 1990). Con las características anteriores, los corales evitan la colonización de especies oportunistas. Cuando muere un coral, la superficie calcárea recién expuesta sirve de sustrato para el crecimiento de los organismos pioneros en el reciente proceso de colonización de sustrato, tales como algas costrosas, coralinas y filamentosas, para dar paso al establecimiento de fauna sésil como briozoarios y esponjas, proporcionando a su vez una fuente de alimento y refugio para numerosos invertebrados (Klump *et al.* 1988; Enoch y Hockensmith 2008). En los fragmentos de coral, la colonización de nuevo sustrato disponible puede ocurrir muy rápido, un fragmento puede ser colonizado completamente después de una semana (Peyrot-Clausade *et al.* 1999; Takada *et al.* 2007).

El reclutamiento de organismos al ambiente críptico puede ocurrir durante la fase larval o a través de la emigración de criptofauna móvil desde otros sustratos adyacentes. En los hábitats coralinos, los invertebrados crípticos sustentan una elevada diversidad y abundancia con numerosas especies raras y endémicas. En términos generales, a pesar de la diversidad, abundancia y estrecha asociación con la dinámica arrecifal, las especies crípticas han sido pobremente estudiadas (Reaka-

Kudla 1997; Enoch y Hockensmith 2008) debido a la dificultad que representa colectarlas e identificarlas (MacDonald *et al.* 2006; Plaisance *et al.* 2009; Enoch 2010).

A escala global, existe un deterioro acelerado de la salud y condición de los arrecifes de coral. Se ha estimado que el 30% de los arrecifes están severamente dañados y, de continuar esta tendencia, se estima que para el 2030 el porcentaje de afectación o pérdida será del 60% (Wilkinson 2002). En arrecifes deteriorados, el proceso de bioerosión destruye la estructura del arrecife más rápido de lo que se produce. De no existir un proceso activo de crecimiento que compense la digestión de la matriz calcárea, la trama arrecifal puede ser debilitada al grado de que un arrecife sea eventualmente destruido (Ginsburg 1983; Peyrot-Clausade *et al.* 1999). Además del deterioro de los corales mismos, la pérdida de éstos es directamente proporcional a la de los organismos asociados y a la red de vida marina que depende del arrecife.

Para describir la comunidad de invertebrados asociados al coral, y conocer el estado de conservación de un arrecife, se estudian muestras provenientes de coral muerto y de colectores artificiales de tres áreas con diferente grado de conservación (muy deteriorada, en recuperación y conservada) dentro del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos (PNAPM). Se pretende caracterizar a los invertebrados a tres profundidades, pues se ha encontrado que el nivel de conservación en los arrecifes puede cambiar de acuerdo a la profundidad y al tipo de perturbación a que esté expuesto. En cada una de las tres áreas del arrecife se extrajeron muestras a tres profundidades: 1-2 m (somero), 6-8 m (medio), 12-15 m (profundo).

Antecedentes

Campos *et al.* (1999), analizaron la criptofauna en rocas de Punta Nizuc, Quintana Roo, como indicadores de impacto. De las rocas extraídas cuantificaron 1 368 individuos distribuidos en 218 especies, siendo los poliquetos (64 spp), moluscos (46 spp) y crustáceos (36 spp) los grupos más diversos.

Ochoa-Rivera *et al.* (2000), analizaron la criptofauna de poliquetos en fragmentos de coral muerto en la región insular de Cozumel y reportaron la presencia de 19 familias, 39 géneros y 42 especies.

En cuanto a la fauna de crustáceos, Winfield y Escobar-Briones (2007), estudiaron la composición de anfípodos bentónicos de la familia Gammaridae del sistema arrecifal del sector norte del mar Caribe e identificaron 23 especies agrupadas en nueve familias.

En Belice Kensley (1984), analizó la composición y número de especies de isópodos en sustratos calcáreos en cuatro diferentes periodos de colecta, identificando 24 especies y observó una variabilidad temporal en dicha composición.

También en Belice, Gishler y Ginsburg (1996), registraron 94 especies asociadas a fragmentos de coral, dominando algas coralinas costrosas, briozoarios, poliquetos y gastrópodos.

En el Caribe colombiano, Navas *et al.* (1998), identificaron tres ensamblajes de organismos epilíticos que habitan las superficies expuestas y sombreadas del coral *Acropora palmata* muerto y reportaron la presencia de tapetes algales multiespecíficos, esponjas y foraminíferos.

Gómez y Rico (2006), analizaron la composición y abundancia de macroinvertebrados bioerosionadores y fauna asociada a esqueletos de coral de *Diploria strigosa* y *Montastrea cavernosa* en Bahía Gaira, Caribe colombiano, registraron 33 especies de poliquetos, 43 de moluscos, 29 crustáceos, 10 sipuncúlidos y ocho especies de equinodermos.

Respecto a la criptofauna de PNAPM no existen estudios previos semejantes al que aquí se presenta.

Objetivos

Objetivo general

Describir la estructura de la comunidad de poliquetos, moluscos, crustáceos y equinodermos que forman la criptofauna de coral muerto en tres áreas con diferente grado de conservación (muy deteriorado, en recuperación y conservado) dentro del PNAPM, considerando tres profundidades para evaluar el grado de conservación del arrecife.

Objetivos particulares

- Identificar las especies de corales, poliquetos, moluscos, crustáceos y equinodermos en las tres áreas y tres profundidades dentro del PNAPM con sus respectivas fotografías de registro.

- Determinar la riqueza y abundancia de poliquetos, moluscos, crustáceos y equinodermos.

Material y método

Trabajo de campo

Para analizar la composición de poliquetos, moluscos, crustáceos y equinodermos en fragmentos de coral muerto, en cada sitio se extrajeron 2 réplicas con 3 kg de coral muerto, empleando cincel y martillo para extraerlas. Los fragmentos se depositaron en bolsas de polietileno previamente etiquetadas para su posterior procesamiento. Adicionalmente en cada sitio se colocaron colectores hechos con arpillas de nylon conteniendo 3 kg de pedacería de coral (blanqueada al sol), dentro de una rejilla de plástico de aproximadamente 50x40 cm.

Trabajo de laboratorio

Las bolsas con los fragmentos se colocaron en agua dulce por lo menos 3 horas con el fin de inducir shock osmótico y provocar que los invertebrados sobrevivientes desalojaran las cavidades ocupadas. Adicionalmente, se cepillaron los fragmentos dentro de recipientes con agua dulce, la cual más tarde se pasó por una malla de 500 μ . Una vez concluido este procedimiento, los fragmentos fueron reducidos empleando cincel y martillo, extrayendo cuidadosamente los organismos que permanecieron en los bloques. Todos los organismos fueron fijados en alcohol al 70%. Simultáneamente se fueron identificando al nivel más bajo posible.

Área de estudio

Puerto Morelos se ubica en la porción norte de la costa de Quintana Roo, entre los 20°48' y 20°52' N y 86°51' W (Fig. 1). La barrera coralina se desarrolla entre 600 y 2 000 m de distancia de la línea de costa, entre ambas se encuentra la laguna arrecifal con una profundidad media de 3 m y hacia el sur de Puerto Morelos, la profundidad máxima es de 8 m, donde se ubica el canal de navegación hacia el puerto. El arrecife de Puerto Morelos es de tipo bordeante, se encuentra sobre una terraza comprendida entre los 0 y 25 m de profundidad. La presencia de corales pétreos y gorgonáceos entre praderas de *Thalassia testudinum* señalan el límite entre la laguna y el arrecife posterior. El arrecife posterior tiene un ancho que varía entre 50 y 100 m y está limitado hacia el este por la rompiente. Están presentes colonias de *Montastrea annularis* con diámetros de 1 a 2 m. En la base de éstas o sobre el fondo sólido, se encuentran otros corales escleractinios de menor tamaño tales como *Isophyllia sinuosa*, *Eusmilia fastigiata*, *Isophyllastrea rigida*, *Siderastrea*

radians, *S. siderea*, *Colpophyllia natans* y *Dendrogyra cylindrus*; estas dos últimas especies pueden llegar a tener dimensiones tan grandes como *M. annularis*.

Sitios de muestreo en el PNAPM

1) *Bonanza* (en recuperación), ubicado al norte del parque marino, es un sitio con comunidades coralinas en buen estado, anteriormente experimentó un intenso deterioro debido a las diversas actividades acuático-recreativas que se dan en el área.

2) *Jardines* (muy deteriorado), se localiza en el lado sur, en la costa frente a éste se encuentran dos resort con 550 habitaciones aproximadamente cada uno, durante su construcción hubo una elevada tasa de sedimentos suspendidos en la columna de agua, lo cual puede ser causa de la existencia de grandes manchones de coral muerto.

3) *Puerto Morelos* (conservado), a pesar de ser un área con una elevada influencia de actividades recreativas, un constante cambio de uso de suelo y el acelerado crecimiento urbano asociado, se encuentra en buenas condiciones.

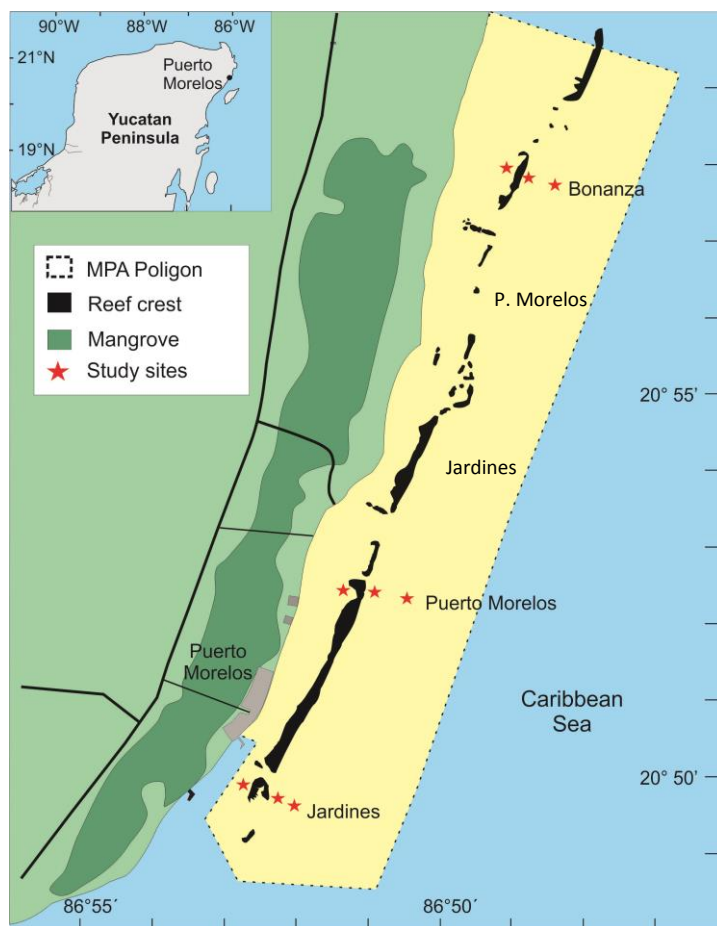


Figura 1. Área de estudio con las tres localidades de colecta de coral muerto.

Análisis de los datos

Una vez concluida la identificación y cuantificación de los individuos, se procedió a estimar la riqueza y abundancia por sitio, por profundidad y grupo biológico (cnidarios, poliquetos, moluscos, crustáceos y equinodermos).

Resultados

Se presenta una base de datos con 830 registros, procedentes de los muestreos en el arrecife de coral de Puerto Morelos, Quintana Roo. Los resultados comprenden cinco phyla, de los cuales, Cnidaria tiene 30 registros fotográficos, Annelida tiene 80 registros de gusanos poliquetos preservados en alcohol al 70%, 200 registros del phylum Mollusca en seco y preservados en alcohol, 450 registros del phylum Arthropoda (subphylum Crustacea) preservados en alcohol y 70

registros del phylum Echinodermata preservados en alcohol. Todos los organismos están distribuidos en ocho clases, 21 órdenes, 108 familias, 184 géneros y 297 especies. Se determinaron 17 especies de cnidarios, 26 especies de poliquetos, 73 especies de moluscos, 153 especies de crustáceos y 28 especies de equinodermos (Fig. 2).

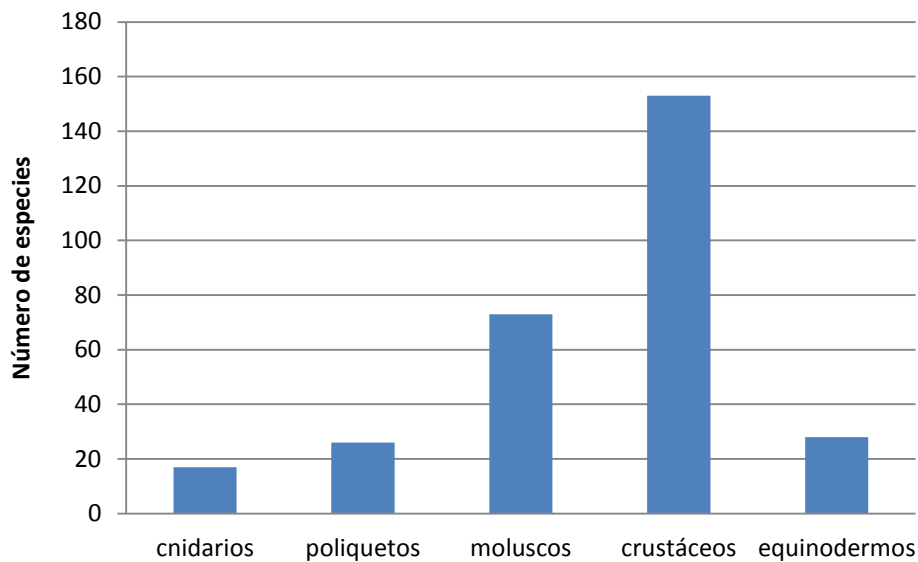


Figura 2. Número de especies determinadas de los cinco Phyla en el arrecife Puerto Morelos, Quintana Roo.

Realizamos dos gráficas contrastando las nueve localidades de colecta con respecto al número de registros que se presentaron y el número de especies contenidas en esos registros. Los resultados son muy similares en ambas gráficas. Las localidades con un mayor número de registros (Fig. 3) y de especies (Fig. 4) fueron las de profundidades someras (1-2 m), mientras que las de menos registros fueron las de las profundidades mayores (12-15 m). Puerto Morelos Profundo tuvo menos de 20 registros y 20 especies por grupo de estudio. Ninguna localidad con la profundidad mayor, de 12 a 15 m, presentó registros de cnidarios. Jardines Profundo y Puerto Morelos Medio no presentaron ningún registro de equinodermos. La mayor cantidad de registros y de especies los tuvieron los moluscos y crustáceos, pero eso sólo fue por la cantidad de registros comprometidos en el convenio del proyecto, se hace la aclaración de que de ninguna manera se tome como que la riqueza de especies de moluscos y crustáceos sea superior a cualquier otro grupo dentro del arrecife de Puerto Morelos.

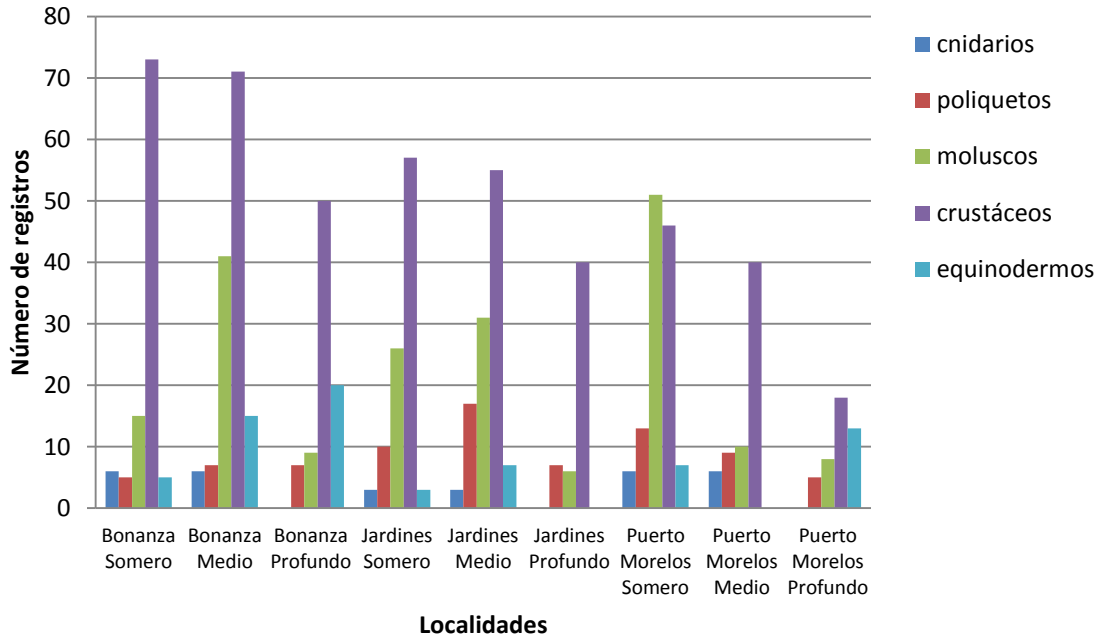


Figura 3. Número de registros en las localidades de muestreo en el arrecife de Puerto Morelos, Quintana Roo.

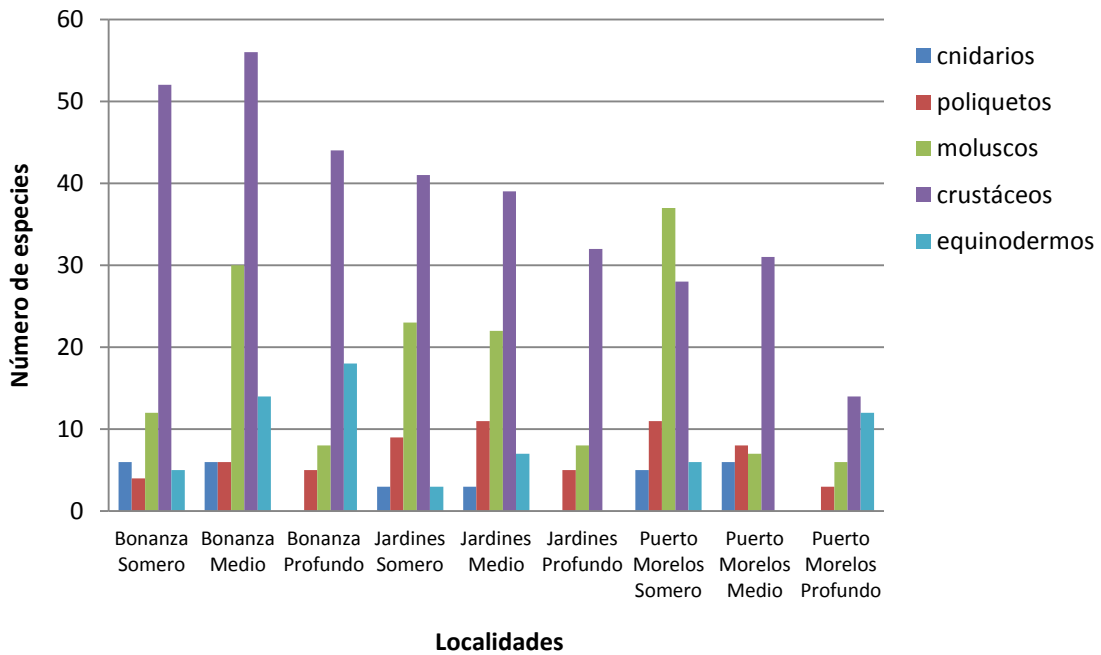


Figura 4. Número de especies en las localidades de muestreo en el arrecife de Puerto Morelos, Quintana Roo.

En cuanto al número total de especies por localidad, Bonanza Medio es la localidad con un mayor número de especies (112, 17%), seguido de Puerto Morelos Somero (87, 14%), las localidades con menos número de especies son Jardines Profundo (45, 7%) y Puerto Morelos Profundo (35, 5% de las especies). Cabe aclarar que entre las diferentes localidades las especies pueden o no compartirse entre sí (Fig. 5).

Haciendo un análisis del número total de especies con respecto a la profundidad, se encontró que las localidades con profundidad somera (1-2 m) y profundidad media (6-8 m) son muy parecidas entre sí pues presentaron 245 y 246 especies, respectivamente. Mientras que las localidades con profundidades de 12 a 15 m, lo que se denominó en este estudio como profundo, tienen 155 especies, es decir, el 24% de las especies encontradas se distribuyen en zonas profundas (Fig. 6).

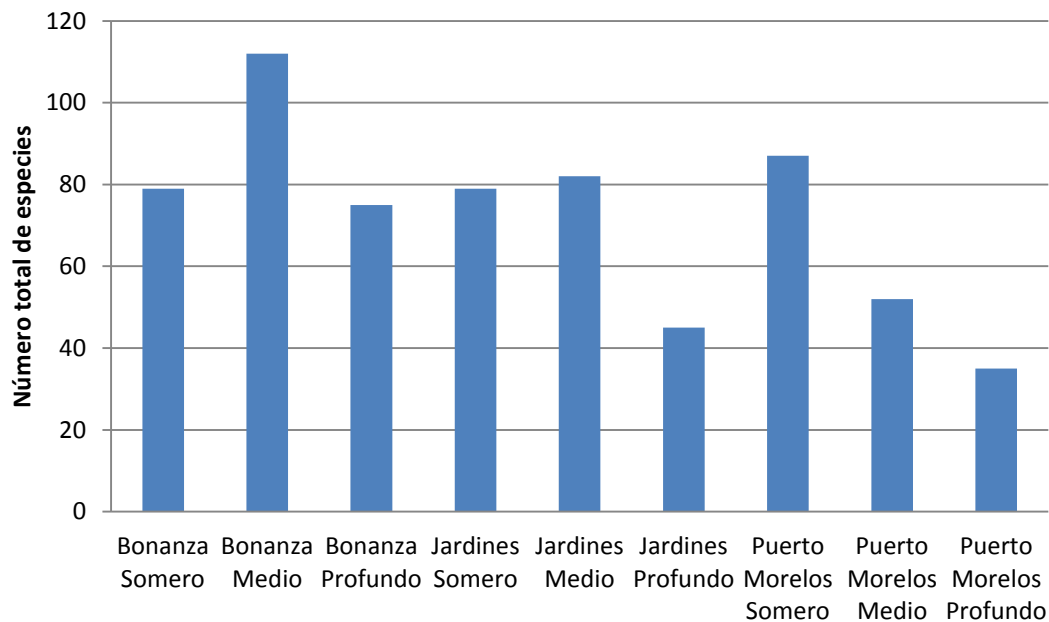


Figura 5. Número total de especies en las localidades de muestreo en el arrecife de Puerto Morelos, Quintana Roo.

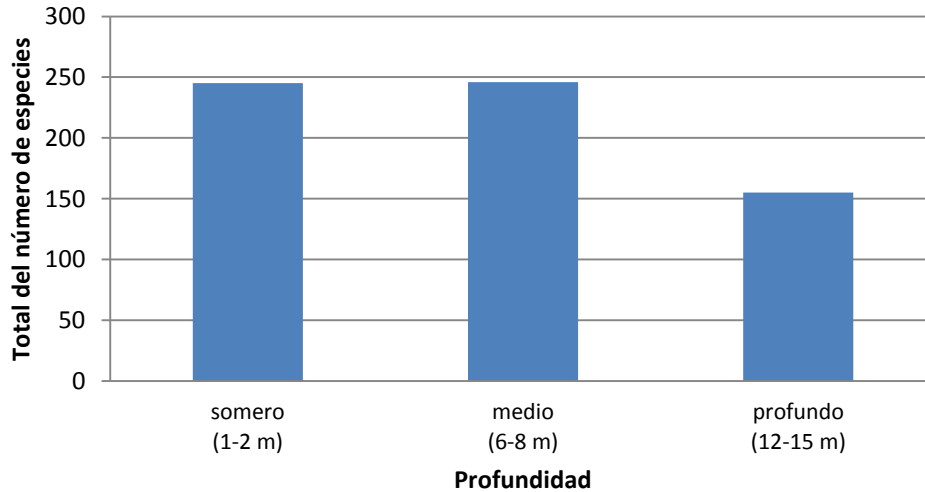


Figura 6. Número total de especies de acuerdo a la profundidad de muestreo en el arrecife de Puerto Morelos, Quintana Roo.

Comparamos el número de registros (Fig. 7) y el número de especies (Fig. 8) de acuerdo a los diferentes grupos de animales analizados y encontramos similitudes entre estas dos gráficas. Los moluscos y los crustáceos son siempre los más abundantes, los menos abundantes son los cnidarios, desapareciendo totalmente en la zona más profunda (de 12-15 m). La riqueza de especies y el número de registros disminuye conforme aumenta la profundidad, excepto para los equinodermos, en los cuales sucede todo lo contrario, conforme aumenta la profundidad aumenta el número de registros y el número de especies que se presenta. Las localidades situadas en las profundidades somero (1-2 m) y medio (6-8 m) se comportan de manera similar en cuanto al número de registros como al número de especies registradas, lo cual sugiere que para los organismos no hay una diferencia entre el hábitat de somero y medio, pues contiene casi el mismo número de especies independientemente del grupo que se trata.

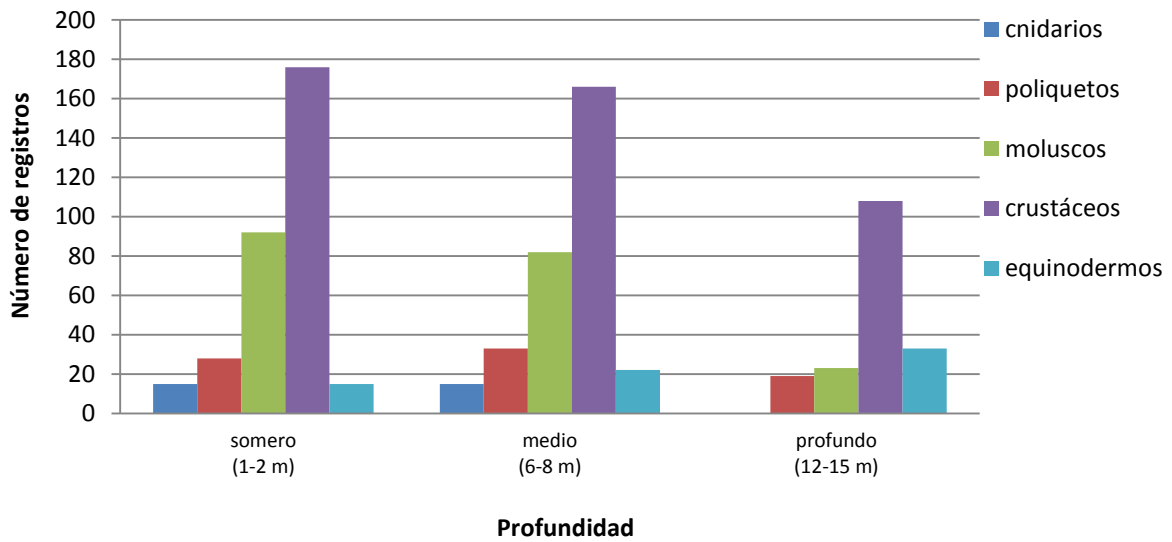


Figura 7. Número total de registros de acuerdo a la profundidad de muestreo en el arrecife de Puerto Morelos, Quintana Roo.

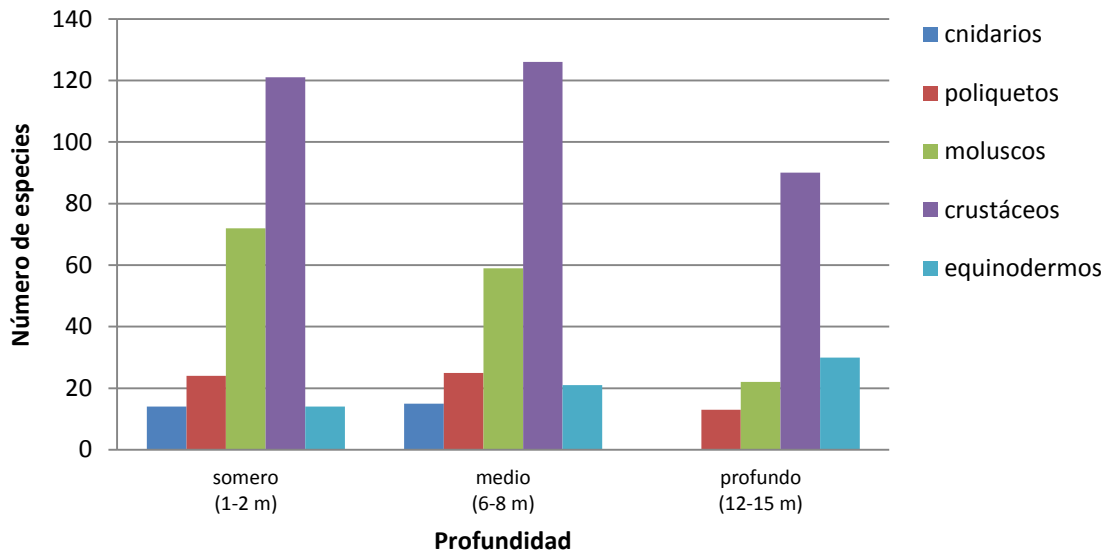


Figura 8. Número total de especies de acuerdo a la profundidad de muestreo en el arrecife de Puerto Morelos, Quintana Roo.

Discusión

El presente estudio se centró en la idea de que examinando la fauna asociada a un arrecife de coral, en este caso la criptofauna, se puede establecer cuál es el grado de conservación que presenta. Esto se ha realizado extensivamente basándose en conteos de peces arrecifales (Graham *et al.* 2007) en muchas partes del mundo; sin embargo, pocas veces se ha intentado asociar la diversidad de la criptofauna de invertebrados a niveles de conservación del arrecife (Campos *et al.* 1999). Para explorar la idea se diseñó un programa de muestreo dentro del PNAPM en donde se asumió que la clasificación empírica de "conservado", "en recuperación" y "deteriorado", dada por las autoridades ambientales locales se podría poner a prueba. El programa de muestreo también consideró que la profundidad ha sido un a variable clave para explicar las diferencias en riqueza de especies y abundancia de organismos. Aunque las profundidades que se utilizaron no fueron considerables, de 1-2 m a 10-12 m, a cierta escala puede tener un efecto significativo en la estructura de la comunidad.

Los resultados obtenidos hasta el momento sugieren que hay poca diferencia entre las localidades estudiadas. Se esperaba que la zona mejor conservada, Puerto Morelos, fuera la que presentará una mayor riqueza de especies. Sin embargo, esto no fue así, por el contrario la localidad Bonanza Medio fue la que presentó un mayor número de especies, siendo una zona en recuperación. Aquí cabe mencionar que algunos de nuestros resultados preliminares indican que la localidad de Puerto Morelos si puede tener un mayor número de especies raras que las otras dos localidades. El ms de Hernández y Alvarez (ver documentos adjuntos), sometido recientemente, indica que el mayor número de registros nuevos de moluscos proviene de la estación Puerto Morelos Somero, mientras que en Bonanza y Jardines se encuentra un menor número de nuevos registros y solo aparecen en las profundidades media y profunda. Estos resultados de moluscos si son consistentes con el grado de conservación asignado a las localidades y con la idea de que las perturbaciones son menores a mayor profundidad (Moran y Reaka-Kudla 1991).

En términos generales, aunque Jardines es una zona muy deteriorada, sostiene una gran diversidad de organismos, casi parecida a la localidad de Bonanza. En este punto habrá que analizar qué tipo de especies son las que están presentes en cada localidad. Es decir, como en el ejemplo de moluscos arriba descrito, es probable que las especies comunes y de amplia distribución se encuentren en las localidades más impactadas y que las especies raras estén en los lugares más conservados.

Con respecto al efecto de la profundidad sobre la riqueza y diversidad, se ha postulado que ambos parámetros disminuyen conforme aumenta la profundidad. En este caso es relevante poner a prueba si la escala a la que se muestreó puede mostrar un efecto de la profundidad o si éste se presenta con intervalos mayores. Hasta el momento nuestros resultados muestran que la riqueza puede estar influenciada más por la profundidad que por el estado de conservación de las localidades.

La localidad Bonanza tuvo mayor cantidad de cnidarios, con seis especies en el estrato somero y seis en profundidad media, seguido de Puerto Morelos, con cinco especies en somero y seis especies en medio. Jardines siendo la localidad deteriorada presentó pocas especies de cnidarios, tanto en somero como en medio sólo se registraron tres especies. Ninguna de las localidades presentó corales en la profundidad máxima de 12-15 m, lo cual puede ser un error de la posición de las estaciones de muestreo y no necesariamente un hecho con significado biológico. Esto sin duda puede afectar la cantidad de especies de la criptofauna, aunque el coral muerto tiende a rodarse hacia zonas profundas.

Los poliquetos presentaron mayor número de especies en Jardines Medio y Puerto Morelos Somero con 11 especies cada sitio. En Bonanza y Jardines fueron más numerosos en la profundidad de 6-8 metros que de 1-2 m y de 12-15 m. Mientras que en el caso de Puerto Morelos, mientras más aumentaba la profundidad menos especies se representaron.

La mayor cantidad de crustáceos se reportó para Bonanza Medio (de 40 a 60 especies por profundidad), incluso los mayores picos de riqueza se obtuvieron en este sitio de colecta, superando a la localidad conservada, Puerto Morelos, donde sólo se obtuvo menos de 30 especies por profundidad, mientras que para Jardines, la localidad deteriorada, tenemos de 30 a 40 especies por profundidad.

El mayor número de especies de moluscos se obtuvo en Puerto Morelos Somero, luego siguió Bonanza y finalmente Jardines, lo que sugiere que las especies de moluscos prefieren permanecer en una distribución somera y de buena calidad del agua.

Finalmente, para los equinodermos fue Puerto Morelos Profundo la localidad con más especies. En el caso del número de especies de equinodermos éstos presentaron una relación directa entre el número de especies y la profundidad, esto concuerda con los resultados de varios estudios en donde la diversidad de equinodermos aumenta con la profundidad en las zonas costeras y luego decrece más allá del talud continental.

Para finalizar se puede decir que con el nivel de análisis que se tienen en este momento de los datos todavía no es claro si existe un patrón identificable para separar localidades con diferente grado de conservación de acuerdo a la diversidad de su criptofauna. Empiezan a mostrarse algunas diferencias pero todavía el análisis estadístico formal no se empieza. En cualquier escenario, el muestreo y la identificación de especies ha puesto de manifiesto la gran diversidad que se encuentra en el arrecife Mesoamericano en Puerto Morelos. Basados en otros resultados de localidades cercanas muy impactadas, como Akumal (datos no publicados), es muy claro que una política de conservación, por mínima que sea, trae mejoras considerables en la diversidad y abundancia de especies de la criptofauna.

Conclusiones

- ❖ Las localidades con un mayor número de registros y de especies fueron las de profundidades someras (1-2 m), mientras que las de menos registros y especies fueron las de las profundidades mayores (12-15 m).
- ❖ Ninguna localidad con la profundidad mayor, de 12 a 15 m, presentó registros de cnidarios.
- ❖ Jardines Profundo y Puerto Morelos Medio no presentaron ningún registro de equinodermos.
- ❖ Bonanza Medio es la localidad con un mayor número de especies (17%), seguido de Puerto Morelos Somero (14%), las localidades con menos número de especies son Jardines Profundo (7%) y Puerto Morelos Profundo (5%).
- ❖ Entre las diferentes localidades y profundidades, algunas especies se comparten.
- ❖ El 24% de las especies encontradas se distribuyen en zonas profundas, mientras que el 76% restante están agrupadas en las zonas someras y medias.
- ❖ La riqueza de especies disminuye conforme aumenta la profundidad, excepto para los equinodermos pues conforme aumenta la profundidad aumenta el número de especies.

Referencias

Campos V.C., Carrera P.L., González N.E., Salazar V.S. 1999. Criptofauna en las rocas de Punta Nizuc, Caribe Mexicano y su utilidad como biomonitor potencial. *Revista de Biología Tropical* **47**(4):

- Enochs I.C. y Hockensmith, G. 2008. Effects of coral mortality on the community composition of cryptic metazoans associated with *Pocillopora damicorni*. Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium, Ft. Lauderdale, Florida, 7-11 July 2008. Session number 26.
- Enochs I.C. 2010. Motile cryptofauna of an eastern Pacific coral reef: biodiversity and trophic contribution. PhD. Thesis. University of Miami. 253 p.
- Ginsburg R.N. 1983. Geological and biological roles of cavities in coral reefs. In: *Perspectives on Coral Reefs*, Barnes D (ed.). Australian Institute of Marine Science, Townsville, QLD, pp 148-153.
- Gischler E. y Ginsburg R.N. 1996. Cavity dwellers (coelobites) under coral rubble in southern Belize barrier and atoll reefs. *Bulletin of Marine Science* **58**(2): 570-589.
- Glynn W.P. y Enoch I.C. 2011. Invertebrates and their roles in coral reef ecosystems. *Coral Reefs: An Ecosystem in Transition* **4**: 273-325.
- Graham N.A.J., Wilson S.K., Jennings S., Polunin N.V.C., Robinson J., Bijoux J.P. y Daw T.M. 2007. Lag effects in the impacts of mass coral bleaching on coral reef fish, fisheries, and ecosystems. *Conservation Biology* **21**: 1291-1300.
- Huges R.G. 1984. A model of the structure and dynamics of benthic marine invertebrate community. *Marine Ecology Progress Series* **15**: 1-11.
- Kiene W.E. 1988. Biological destruction of experimental coral substrate at Lizard Island (great Barrier Reef, Australia). Proceedings of the 5th International Coral Reef Symposium. Tahiti, pp 339-344.
- Kensley, B. 1984. The role of isopod crustaceans in the reef crest community at Carrie Bow Cay, Belize. *Marine Ecology* **5**(1): 29-44.
- Klump D.W., McKinnon A.D. y Mundy C.N. 1988. Motile cryptofauna of a coral reef: abundance, distribution and trophic potential. *Marine Ecology Progress Series* **45**: 95-108.
- Lang J. y Chornesky E.A. 1990. Competition between scleractinian reef corals - A review of mechanisms and effects. In: Dubinsky Z (ed.), *Ecosystems of the world: Coral Reefs*. Elsevier, Amsterdam, pp 209-252.
- MacDonald III, K.S., Ríos R. y Duffy J.E. 2006. Biodiversity, host specificity, and dominance by eusocial species among sponge-dwelling alpheid shrimp on the Belize Barrier Reef. *Diversity and Distributions*, **12**:165-178.
- Moran D. y Reaka-Kudla M.L. 1991. Bioerosion and availability of shelter of benthic organisms. *Marine Ecology Progress Series* **44**: 249-263.

- Morgado E.H. y Tanaka M.O. 2001. The macrofauna associated with the bryozoan *Schizoporella errata* (Walters) in southeastern Brazil. *Scientia Marina* **65**(3): 173-181.
- Navas G.N., Moreno S.K., Forero O., Solano D. y Díaz P.G. 1998. Ensamblajes arrecifales epilíticos del coral *Acropora palmata* muerto, en Isla Grande, Islas del Rosario, Caribe Colombiano. *Caribbean Journal of Science* **34**: 58-66.
- Ochoa-Rivera V., Granados-Barba A. y Solis-Weiss V. 2000. The polychaeta cryptofauna from Cozumel Island, Mexican Caribbean Sea. *Bulletin of Marine Science* **67**: 137-146.
- Peyrot-Clausade M., Chazottes V. y Pari N. 1999. Bioerosion in the carbonate budget of two Indo-Pacific reefs: La Réunion (Indian Ocean) and Moorea (Pacific Ocean). *Bulletin of the Geological Society of Denmark* **45**: 151-155.
- Plaisance L., Knowlton N., Paulay G. y Meyer C. 2009. Reef-associated crustacean fauna: biodiversity estimates using semi-quantitative sampling and DNA barcoding. *Coral Reefs* **28**: 977-986.
- Reaka M.L. 1987. Adult-juvenile interactions in benthic reef crustaceans. *Bulletin of Marine Science* **41**: 108-134.
- Reaka-Kudla M.L. 1997. Coral reefs. In: *Biodiversity II: Understanding and Protecting Our Biological Resources*. Reaka-Kudla M.L., Wilson D.E. y Wilson E.O. (eds.). Joseph Henry Press, Washington, DC, pp 83-108.
- Takada Y, Abe O & Shibuno T. 2007. Colonization patterns of mobile cryptic animals into interstices of coral rubble. *Marine Ecology Progress Series* **343**: 35-44.
- Wilkinson C. 2002. In: *Status of the coral reefs of the world*. G.C.R.M. Network (ed.). Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia.
- Winfield I. y Escobar-Briones E. 2007. Anfípodos (Crustacea: Gammaridae) del sector norte del Mar Caribe: listado faunístico, nuevos registros y distribución espacial. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **78**: 51-61.

Tesis en desarrollo

1. Vázquez, M. 2016. Estudio faunístico de gusanos poliquetos (Annelida: Polychaeta) del sistema arrecifal Mesoamericano, Puerto Morelos, Quintana Roo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
2. Aguirre, A. 2016. Diversidad de la clase Ofiuroidea del Sistema Arrecifal de Puerto Morelos, Quintana Roo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
3. Monroy, V. 2016. La criptofauna de crustáceos como indicadora del estado de conservación de un arrecife. Tesis Doctoral. Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.

Producción en artículos científicos

1. Hernández, R. y F. Alvarez. Molluscs from the Puerto Morelos Reef National Park, Quintana Roo, Mexico; new records for the Mexican Caribbean. Enviado. *Marine Biodiversity Records*
2. Monroy-Velázquez, V. y F. Alvarez. New records of isopods (Crustacea: Peracarida: Isopoda) from the Mesoamerican Reef at Puerto Morelos, Quintana Roo, Mexico. Aceptado con cambios menores. *Check List*