

INFLUENCIA DE ARRECIFES ARTIFICIALES REEF BALL DE LA ENSENADA DE Xpicob, SOBRE LA ESTRUCTURA DE LA MEIOFAUNA Y SEDIMENTOS RECIENTES

INFLUENCE OF ARTIFICIAL REEF BALL REEFS FROM THE XPICOB COVE ON THE STRUCTURE OF THE MEIOFAUNA AND RECENT SEDIMENTS

Avilés-Ramírez, G.A.^{1*}; González-León, J.M.¹; Poot-Esparza, A.P.¹; Medina-García, M.²; Rojas-González, R.I.³

¹Instituto Tecnológico de Chiná. Calle 11, Cementerio, C.P. 24520 Campeche, Camp. ²Enlaces con tu Entorno A.C. Av. Duque, Mz 2 Lote 3, Lomas del Pedregal, Campeche. ³Centro Regional de Investigación Pesquera Lerma-Campeche. Carretera Campeche Lerma Km 5. C. P. 24500. Lerma, Campeche.

*Autor de correspondencia: aviles0710@gmail.com

RESUMEN

La meiofauna desempeña un papel importante como indicador ambiental y como componente principal de las cadenas tróficas, por lo cual se analizó la meiofauna presente en los arrecifes artificiales Reef Ball ubicados en la ensenada de Xpicob, en la zona costera de Campeche, México, que comprende una pequeña porción de mar encerrada por un morro que forma la ensenada y ocupa una franja de mar de cerca de 500 m en su parte más ancha. El estudio fue en julio, agosto y septiembre, 2012, las muestras se recolectaron con buceo SCUBA a seis metros de profundidad. La diversidad de la meiofauna se midió al nivel de grandes grupos meiofaunales y a los sedimentos se les midió su tamaño de grano y esfericidad. El grupo más abundante fue el de nemátodos (52.7%) seguido por los foraminíferos (23%), los grupos menos abundantes fueron los nauplios de crustáceos (0.05%) y otros no identificados (0.27%).

Palabras claves: meiofauna, arrecifes artificiales, Xpicob, nematodos, foraminíferos.

ABSTRACT

Meiofauna carries out an important role as environmental indicator and as main component in trophic chains, which is why the meiofauna present in the artificial Reef Ball reefs in the Xpicob cove was analyzed, in the coastal zone of Campeche, México, which covers a small portion of sea enclosed by a nose formed by the cove and which occupies a stretch of sea close to 500 m in its widest part. The study was done in July, August and September, 2012; the samples were collected with scuba diving at six meters depth. The diversity of the meiofauna was measured at the level of large groups of meiofauna, and the size of the grain and sphericity of sediments was measured. The most abundant group was nematodes (52.7 %) followed by foraminifera (23 %), and the less abundant groups were crustacean (0.05 %) and other non-identified (0.27 %) nautilus.

Keywords: meiofauna, artificial reefs, Xpicob, nematodes, foraminifera.

Agroproductividad: Vol. 9, Núm. 9, septiembre. 2016. pp: 44-49.

Recibido: enero, 2016. **Aceptado:** agosto, 2016.

INTRODUCCIÓN

El estudio de las comunidades marinas bentónicas proporciona los elementos suficientes para conocer el estado de salud del ecosistema marino y su evolución. La meiofauna es importante por su amplia diversidad filogenética, en comparación con cualquier otro componente de los biomas marinos (plancton y necton), participa activamente dentro de los ecosistemas marinos y presenta una relación estrecha con la microflora y fauna del bentos al ser una comunidad compuesta en su mayoría por bacteriófagos (Peres, 1982). Uno de sus principales usos en el campo de la investigación ambiental es su empleo como indicador de contaminación, sirviendo para evaluar los efectos de los contaminantes presentes en los sedimentos (Gold y Herrera, 1996). Los sedimentos reciben este nombre porque son partículas procedentes de las rocas o suelos y que son acarreadas por las aguas de los escurrimientos y por el viento. La diversidad de grandes grupos de la meiofauna presente en la ensenada de Xpicob en Campeche, México, sirve como indicador de la variabilidad de las especies macrofaunales de importancia ecológica y comercial y a su vez un lugar energético alimentariamente. La definición de meiofauna implica a todos aquellos organismos de la fauna bentónica que se ubican dentro del rango de 100 y 1,000 μm que pasan por un tamiz de 1 mm y retenidos por uno de 63 μm . (Warwick, 1990; Gómez, y Morales-Serna, 2012). Los grupos más importantes, en términos de abundancia y en orden decreciente son: nematodos, copépodos, turbelarios, poliquetos, gastrotricos y oligoquetos; los nematodos son más abundantes en sedimentos finos mientras que los copépodos en sedimentos gruesos (López y Lalana, 2001; Armenteros *et al.*, 2003; Riera *et al.*, 2006; Armenteros *et al.*, 2008; Armenteros *et al.*, 2009). En los ecosistemas marinos son la base de las cadenas tróficas y funcionan como un indicador de la salud ambiental y contribuye al reciclaje de nutrientes en el sedimento sub- y superficial (Tumbiolo y Downings, 1994; Escobar *et al.*, 1997; Doney *et al.*, 2012).

En 1999, Navarrete (1999) estudió los nematodos de la Bahía de Chetumal, Quintana Roo, México, registrando a *Steineria* sp como la más abundante, con valores de abundancia y riqueza de meiofauna de 957 y 744 individuos respectivamente repartidos en 28 y 25 géneros, respectivamente; la abundancia más baja fue de 48 individuos en seis géneros, con una diversidad que fluctuó entre 0.53 y 2.53 bits ind^{-1} . En el arrecife de Alacranes, la densidad de los nematodos fue mayor, seguido de los copépodos, representando ambos más de 80% de la densidad total de los organismos; con valores para nematodos de 462.646 individuos 10 cm^{-2} y para copépodos de 313.91 individuos 10 cm^{-2} , con una alta relación entre meiofauna y tamaño de grano del sedimento (Avilés-Ramírez, 2000). Los sedimentos se dividen en sedimentos de fondo y de orilla, los primeros permanecen cubiertos por las aguas y los de orilla han estado o pueden haber estado fuera del agua (Cifuentes *et al.*, 1997; Comité Oceanográfico Nacional de Chile, 2010). La relación que presentan los sedimentos marinos con los organismos del bentos es en doble dirección, ya que al mismo tiempo que los organismos modifican la composición de los sedimentos, estos modifican a los organismos (Tolhurst *et al.*, 2010).

En Atasta, Campeche la composición de los sedimentos marinos en las temporadas de nortes, secas y lluvias varió entre 69.3% de arenas, 20.8% de limos y 9.7% de arcillas en nortes; 68.6% de arenas, 24.4% de limos y 6.9% de arcillas en secas y 69.4% de arenas, 23.7 de limos y 6.8% de arcillas en lluvias (Gómez *et al.*, 2007). Los sedimentos recientes de Isla Aguada, Sabancuy y Champotón del estado de Campeche; presentan una tendencia a las arenas medias y gruesas, una diferenciación de fondos en dos grandes tipos, los arenosos presentes en la zona sur del estado que van desde Isla Aguada hasta la zona media entre Sabancuy y Champotón, y una zona con dominancia de vegetación sumergida que inicia en Sabancuy hasta Lerma (Batllori-Sampedro y Avilés-Ramírez, 2005). Con base en lo anterior, se analizó la meiofauna presente en los arrecifes artificiales Reef Ball en la ensenada de Xpicob, Campeche, México, por su importancia como indicador ambiental y como componente principal de las cadenas tróficas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La ensenada de Xpicob se ubica en la zona costera de Campeche, México, casi frontera con el municipio de Champotón (Figura 1), es un ecosistema marino protegido por una prolongación continental conocida como morro con presencia de un bajo arenoso de gran dimensión. Los arrecifes artificiales (Reef Ball), se ubican en dirección Oeste franco a una distancia de 500 metros de la línea de costa y a 6 a 7 m de profundidad media (UTM 743907 E y 2182545 N (Figura 1).

Los arrecifes artificiales tipo Reef Ball son un conjunto de 10



Figura 1. Macrolocalización de la ensenada de Xpicob, Campeche, México.

estructuras de un solo tamaño “Lo Pro”, con más de 10 años dentro del mar y colonizadas por esponjas, crustáceos, macroalgas, corales pétreos, equinodermos, moluscos y peces. Las muestras para meiofauna y sedimentos se recolectaron vía buceo SCUBA, en los meses de julio, agosto y septiembre de 2012, adicionalmente, en el mes de abril de 2013 se recolectaron lejos de la influencia de los arrecifes artificiales (50, 100 y 150 m). Se recolectaron por triplicado en la zona interna e inmediata externa de los arrecifes artificiales usando frascos de vidrio de un litro, las muestras de meiofauna se flotaron en una solución al 2:1 de azúcar y agua (Castillo-Fernández modificado por Avilés-Ramírez, 2000) y se decantó a través de los tamices de 0.25 mm, 0.12 mm y 0.10 mm, el último corresponde a la meiofauna, está se conservó en alcohol al 70% con colorante vegetal para su conteo e identificación a través de un microscopio estereoscópico. La identificación fue al nivel de grandes grupos. Las muestras de sedimento se secaron al aire libre y tamizadas en un ro-tap de diez tamices (6, 14, 18, 35, 60, 120, 150, 325 y 400 mm, más el colector), el sedimento se pesó en una balanza Scout Pro 200g marca Ohaus (Castillo-Fernández modificado por Avilés-Ramírez, 2000). Se empleó el software MVSP para calcular el índice de Shannon’s, a un Log base 10, a nivel de grandes grupos, así como la equidad

de Pielou; se usó la hoja de cálculo de EXCEL para graficar los valores obtenidos. El análisis granulométrico se realizó mediante el uso del programa GRADISTAT 0v. 4.0, que analiza el tamaño de grano, desarrollado en la Universidad de Londres. Para el análisis estadístico se empleó el software estadístico MiniTab V.16.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para las condiciones de Dentro y Fuera de los arrecifes artificiales, los nematodos fueron el grupo más abundante seguido por los foraminíferos. Sin embargo, en 2013 y en condiciones lejanas a los arrecifes, los foraminíferos fueron el grupo más abundante (Figura 2). El

valor de S-W fue mayor en la región de Dentro de los arrecifes artificiales, así como los valores de equidad, sin embargo, el mayor número de grupos se observó Fuera de los arrecifes artificiales. Los valores más bajos

fueron los obtenidos de los sitios alejados de los arrecifes artificiales (Cuadro 1).

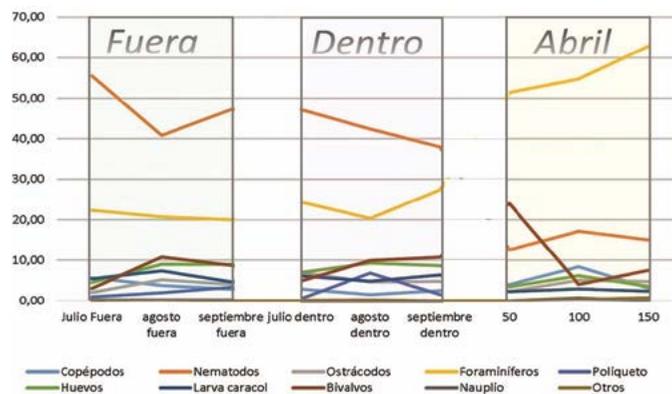


Figura 2. Abundancia de los grupos de meiofauna en condiciones de Fuera, Dentro y Lejos (Abril) de los arrecifes artificiales.

A nivel de tamaño de grano se observó que en la condición Fuera y lejos de los arrecifes artificiales, el tamaño de grano fue de arenas muy gruesas, sin embargo, en la condición Dentro de los arrecifes artificiales, el sedimento

presentó disminución en su tamaño de grano (Figuras 3 y 4). El estudio canónico no presentó relación directa entre el tamaño de grano y los diferentes grandes grupos de la meiofauna Fuera de los arrecifes artificiales. Existe una relación entre el grupo de los poliquetos y el tipo de grano dentro de los arrecifes artificiales Dentro de los arrecifes artificiales. Se puede destacar una mayor

Cuadro 1. Valores promedio de diversidad obtenidos en cada una de las condiciones analizadas.

Sitio	Valores promedio		
	S-W	Equidad	Riqueza grupal
Dentro	0.705	0.752	8.667
Fuera	0.682	0.693	9.667
Lejos de AA	0.594	0.650	8.333

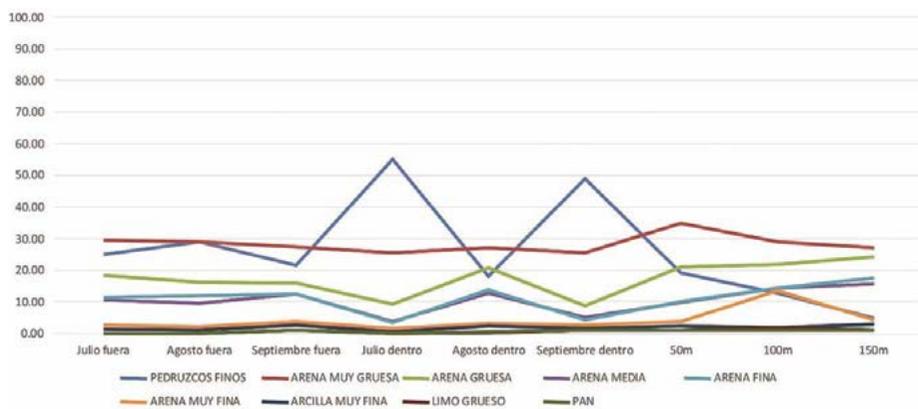


Figura 3. Porcentaje de tamaño de grano de julio, agosto y septiembre del 2012 dentro de los arrecifes artificiales.

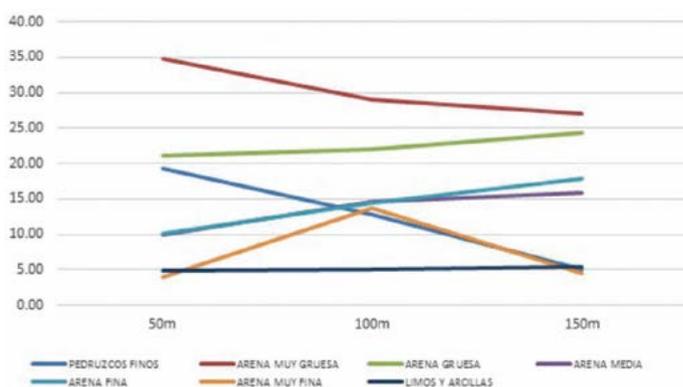


Figura 4. Porcentaje de abril del 2013 fuera de los arrecifes artificiales.

El presente estudio, identifica a la meiofauna a nivel de grandes grupos. Hernández-Arana (citado por Avilés *et al.*, 2002), menciona que los patrones de las comunidades específicas no son afectadas en cuanto a su poder descriptivo al estudiarse taxonómicamente a niveles superiores al de especie. Aunque también mencionan que esto no sucede en todos los casos, existen diversidad de estudios que, al igual que este, solo identifican a la meiofauna a nivel superior taxonómicamente, con fiabilidad en sus resultados, este es el caso del estudio de Riera *et al.* (2006); Veiga *et al.* (2010) y Avilés (2002). Diversos estudios ubican a los nematodos y copépodos como los organismos más dominantes en diversos hábitat marinos (Armenteros *et al.*, 2009; Riera *et al.*, 2006; Armenteros *et al.*, 2003). Gourbalt *et al.* (1995), señalan a los nematodos como el grupo más dominante en zonas arrecifales, y el presente estudio se reporta a los nematodos como el grupo más dominante con más de 66%, no así en abril del 2013, este comportamiento ha sido registrado en costas de Tamaulipas y Yucatán, México por Escobar *et al.* (1997) y Guzmán *et al.* (1987), en un arrecife de coral del Pacífico, Costa Rica.

Fuera de la influencia de los arrecifes artificiales, el grupo más dominante fue el de los foraminíferos, lo cual hace pensar que los nematodos necesitan de sedimentos más estables o protegidos. Caro y Parada (1986), concluyen que los foraminíferos prefieren los sedimentos con alto contenido de materia orgánica. Con lo anterior se puede considerar que en la ensenada de Xpicob pudiera existir uno o varios factores preferentes de este grupo en particular por su alta abundancia registrada.

dispersión de los grandes grupos en comparación con los resultados obtenidos fuera de los arrecifes artificiales. Para la condición Lejos de los arrecifes, se observó que los grupos que conforman la meiofauna

no presentan una relación con el sedimento, solo los agrupados en Otros parecen responder al tamaño de grano (Figura 5). La mayoría de los grupos se concentran en la parte central del gráfico.

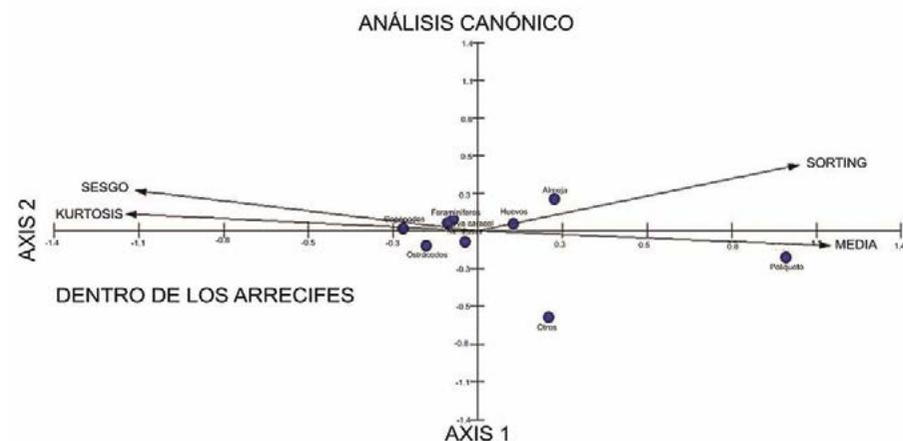


Figura 5. Triplot canónico, que registra como los grupos de la meiofauna se ubican al centro del gráfico sin que diferencie alguna relación clara entre los valores del sedimento, en la condición de lejanía de los arrecifes artificiales.

Páez *et al.* (2001), mencionan que los foraminíferos se encuentran relacionados con el contenido de oxígeno en el ambiente del fondo marino, lo cual también sería una de las variables a considerar para estudiar el comportamiento de este grupo en la ensenada.

Arana *et al.* (2013), mencionan que el tamaño de las partículas afecta la distribución de los organismos, y que sedimentos con un diámetro promedio de 200 μm constituyen una barrera para ciertos grupos. El presente estudio no mostro relación directa entre el tamaño de grano y los diferentes grandes grupos fuera de los arrecifes artificiales; sin embargo, dentro de los arrecifes artificiales se muestra una relación entre el grupo de los poliquetos y el tipo de grano.

El análisis canónico no muestra variaciones fuera de los arrecifes artificiales, pero si dentro de éstos, y la variación observada en el análisis canónico y en la abundancia de los grandes grupos, se puede atribuir a la existencia de micro hábitat. Arroyo (2002), asocio sus resultados a variaciones producidas a nivel de micro hábitat, ligados indirectamente a pequeños cambios en las condiciones abióticas que las rodean. Los resultados granulométricos, presentaron variación en cuanto al sedimento recolectado dentro de los arrecifes, conjuntando estos resultados con los de meiofauna, es posible atribuirlos a la entrada y salida de la corriente dentro de los arrecifes y fuera de los mismos. McIntyre (1971), estudió los factores que afectan la distribución de la meiofauna y concluyo que el oleaje en las playas influye en la densidad de la meiofauna, de igual manera observó, que tanto nematodos como copépodos, aumentan su densidad en las zonas más expuestas a la acción de las olas. Arana *et al.* (2013), mencionan que, en sedimentos finos, la abundancia de nematodos aumenta, y la de los copépodos disminuye; mientras que en sedimentos arenosos ocurre lo contrario. También mencionan que la abundancia y distribución de los ostrácodos están controladas principalmente por la disponibilidad de alimento, tipo de sustrato y época del año. McIntyre (1971), citado por Arana *et al.* (2013), sostiene que en sedimentos arenosos submareales los ostrácodos son más numerosos que en sedimentos fangosos. Caro y Parada (1986), mencionan que la mayor abundancia de foraminíferos se ha encontrado en sustratos finos.

Los resultados de diversidad señalan que los arrecifes artificiales tienen influencia en las especies. En compa-

ración del muestreo de abril, en el cual se registró la diversidad más baja, los resultados aún por estaciones fueron mejores en cualquier mes, dentro de los Reef Ball. Ricklefs y Schluter (1993), mencionan que el estudio de la diversidad como componente de estructuras comunitarias y su comparación a niveles taxonómicos elevados, provee pistas para explicar los patrones de diversidad históricos de la biota.

CONCLUSIONES

El grupo de los nematodos fue el más dominante en la meiofauna presente Fuera y Dentro de los arrecifes artificiales, lejos de la influencia de estas estructuras, los foraminíferos fueron el grupo más dominante. Los sedimentos dominantes fueron los que presentaban tamaño promedio de Arenas Muy Gruesas seguidos de Arenas Medias. Se observó que los tamaños de grano eran ligeramente menores Dentro de los arrecifes artificiales que con respecto a Fuera, aunque estas diferencias no fueron significativas. La influencia de los arrecifes artificiales en la composición de los grupos de la meiofauna fue notoria, su presencia ayudo a que aumentara el número de grupos presentes dentro y cerca de los arrecifes artificiales, mientras que en los ambientes libres de arrecifes artificiales el número fue menor. De igual manera, su influencia permite que los granos de sedimentos más finos tiendan a sedimentarse por el efecto de protección que brinda en su interior.

LITERATURA CITADA

- Arana, I., Ojeda, S. y Amaro, M. (2013). "Variación espacio-temporal de la meiofauna submareal en una playa arenosa nororiental de Venezuela". En *Rev. Biol. Trop.* vol 61 n.1, Pp. 59-73.
- Armenteros, M., Pérez, J., Pérez, A. y Williams, J. (2008). "Eficiencia de extracción de taxa de la meiofauna de sedimentos arenosos y fangosos". En *Investigaciones Marinas.* 29(2):113-118.
- Armenteros, M., Creagh, B. y González, G. (2009). "Patrones de distribución de la meiofauna en los arrecifes de coral de la plataforma noroccidental de Cuba". En *Investigaciones Marinas.* 30(1): 37-43.
- Armenteros, M., González, G. y Lalana, R. (2003) "Composición y abundancia del meiobentos en un sector sublitoral de ciudad de la Habana, Cuba". En *Investigaciones Marinas.* 24(1):3-10.
- Arroyo N. 2002. "Meiofauna asociada al alga laminaria *Ochroleuca* de la *pylaie* en la isla de Mouro (santander, cantabria)". En facultad de cc. Biológicas, España. ISBN: 84-669-1678-4.
- Batlloiri-Sampedro E., Avilés-Ramírez G.A. 2005. Determinación de zonas susceptibles para el establecimiento de arrecifes artificiales mediante el uso de imágenes de satélite y analisis de multicriterio para la zona costera del estado de Campeche. Informe Final de Proyecto, CINVESTAV Mérida, Ecología Humana, Mérida.

- Caro C., Parada C. 1986. "Relación del elemento fósforo con algunos foraminíferos bentónicos de lagunas costeras, Isla Baru, Caribe Colombiano". En Instituto de Investigaciones del Mar. Colombia Pp: 39-47.
- Cifuentes L.J.L., Torres M. D., Frías M. 1997. El océano y sus recursos II. Las ciencias del mar: oceanografía geológica y oceanografía química (2da ed.). D.F., México: Fondo de Cultura Económica. Obtenido de <http://www.iesmaritimopesquerolp.org/asignaturas/BIOLOGIA/Biologia%20%96%20El%20oc%20E9ano%20y%20sus%20recursos.%20II.%20Las%20ciencias%20del%20mar.%20Oceanografia%20geologica%20y%20quimica.pdf>
- Comité Oceanográfico Nacional de Chile. 2010. Sedimentos Marinos. En C. O. Chile, J. Díaz-Naveas, & J. Frutos (Edits.), Geología Marina de Chile (págs. 48-59). Valparaíso, Chile: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Obtenido de http://www.cona.cl/publicaciones/geologia_marina/6.pdf
- Doney S., Ruckelshaus M., Duffy J., Barry J., Chan F., Inglés C., Galindo H., Grebmeier J., ahuecado A., Knowlton N., Polovina J., Rabalais N., Sydeman W., Talley L. 2012. "Climate Change Impacts on Marine Ecosystems". En Annual Review of Marine Science. 4:11-37.
- Escobar E., López M., Soto L., Signoret, M. 1997. "Densidad y biomasa de la meiofauna del talud continental superior en dos regiones del Golfo de México". En Ciencias Marinas, Vol. 23, No. 4.
- Gold G., Herrera M. 1996. "Efectos de los Hidrocarburos sobre la Comunidad de Nemátodos Bénticos de la Sonda de Campeche, México". En Golfo de México. Contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias. EPOMEX, Serie Científica. P.279-296.
- Gómez C.F., Flores H.D., Ramos M.J., Ayala P.L., Sosa L.A. 2007. Caracterización textural de los sedimentos en la zona costera Campeche-Tabasco. JAINA, 17(1), 31-42.
- McIntyre A. 1971. "Control factors on meiofauna populations". En Thalassia Jugoslavica, 7(1): 209-215.
- Navarrete A., Herrera J. 1999. "Nematofauna asociada a la zona urbana de la bahía de Chetumal, Quintana Roo, México". En Rev. biol. trop. 47(4): 867-875.
- Páez M., Zúñiga O., Valdés J., Ortlieb L. 2001. "Foraminíferos bentónicos recientes en sedimentos micrónicos de la bahía Mejillones del Sur (23° S), Chile". En Rev. Biol. Mar. Oceanogr. 36:129-139.
- Peres J.M. 1982. General features of oceanic assemblages in pelagial and bethal. In: Kinne, O. (Ed.). Marine Ecology, 591. Jhon Wiley and Sons Ltd. New York, 119-186.
- Ricklefs R., Schluter D. 1993. "Diversidad de especies en comunidades ecológicas: Perspectivas históricas y geográficas". En University of Chicago Press, Journal of Evolutionary Biology, 7: 635-636 Pp: 414.
- Riera E., Núñez J., Brito M. 2006. "La biodiversidad meiofaunal de las playas de Los Abrigos del Porís y de Los Cristianos en la isla de Tenerife. Estructura y dinámica de sus comunidades". En Ecosistemas, 15(3), 117-124.
- Tolhurst T.J., Defew E.C., Dye A. 2010. Lack of correlation between surface macrofauna, meiofauna, erosion threshold and biogeochemical properties of sediments within an intertidal mudflat and mangrove forest. Hydrobiologia(652), 1-13. doi:10.1007/s10750-010-0311-y
- Tumbiolo M., Downing J. 1994. "An empirical model for the prediction of secondary production in marine denthic invertebrate populations". En Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol. 114:165-174.
- Veiga P., Besteiro C., Rubal M. 2010. "El efecto de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) en los ecosistemas gallegos playa de arena, seis meses después de la marea negra del Prestige", En Scientia Marina. 74(2).
- Warwick R.M. 1990. "The application of Meiofauna to Pollutions effect Monitoring Programmes". En Psammonalia Newsletter of the Inter. Assoc. Meiobenthol., Londres, Inglaterra. No. 90.