

Cambio en la dominancia de la comunidad arrecifal en Chachacual, Bahías de Huatulco, Oaxaca, México

Ramón Andrés López-Pérez* **
Luz María Hernández-Ballesteros*
Tania Herrera-Escalante***

Los corales son los organismos dominantes de las comunidades arrecifales, aunque en comunidades típicas, de latitudes bajas, es posible reconocer parches de algas que forman parte del sistema, a la vez que en zonas donde ocurren surgencias frecuentes es posible detectar una biomasa algal considerable (Johannes *et al.* 1983). Sin embargo, existe un número importante de disturbios tanto naturales como antropogénicos, que alteran el equilibrio de la comunidad arrecifal y provocan cambios drásticos en la composición de la misma (Miller *et al.* 1999). El resultado, en muchos de estos casos, ha sido un incremento en la abundancia algal acompañada de la disminución de la cobertura coralina (Carpenter, 1986; 1990; Lapointe, 1997). A este respecto, es posible reconocer al menos tres causas por las que puede ocurrir que una comunidad arrecifal, previamente dominada por corales, se convierta en una comunidad dominada por algas: a) muerte parcial o total de los corales, como la ocurrida en Panamá y las Islas Galápagos a consecuencia de los eventos El Niño

1982-83 (Glynn, 1988); b) ausencia de herbívoros, como la mortalidad masiva de *Diadema antillarum* Philippi en el Caribe (Bak *et al.* 1984; Aronson y Precht, 2000); y c) enriquecimiento de nutrientes, ya sea de manera natural, como ocurre en la Isla Abrolhos en Australia (Johannes *et al.* 1983) y en el Pacífico Oriental Tropical, o por el efecto antropogénico producto de prácticas agrícolas y cambio en el uso del suelo, erróneamente planeados y ampliamente difundidos a escala mundial (Wilkinson, 2000).

El objetivo de la presente contribución es documentar el cambio en la dominancia de una comunidad arrecifal, en la localidad de Chachacual en las Bahías de Huatulco.

Las Bahías de Huatulco (Fig. 1) se encuentran entre Puerto Angel y el Río Copalita, en la costa del estado de Oaxaca (15°41'09"-15°48'48" N y 96°14'05"-96°04'56" W). Dicho sistema es relevante por ser una de las zonas con mayor riqueza coralina (17 especies) en el Pacífico Mexicano (Glynn y Leyte-Morales, 1997; Leyte-Morales, 1997; López-Pérez y Reyes-Bonilla, 2000; Leyte-Morales, 2001), además de que casi un tercio de su extensión forma parte del Parque Nacional Bahías de Huatulco, decretado en 1998. Comprende once bahías, mismas donde se han podido identificar 17 arrecifes de franja con distintos grados de desarrollo (Glynn y Leyte-Morales, 1997; Leyte-Morales, 1997; Reyes-Bonilla y Leyte-Morales, 1998). La zona se encuentra localizada cerca del Istmo de Tehuantepec, por lo que las surgencias locales, de noviembre a abril (Lluch-Cota *et al.* 1997), pueden tener efectos importantes en las comunidades coralinas. La zona presenta una precipitación anual de 800-1200 mm con un porcentaje de lluvia invernal menor al 5 %, razón por lo cual la zona carece de corrientes permanentes excepto el Río Copalita (García, 1973). La temperatura superficial del mar fluctúa entre los 26 y 28°C, la

*Instituto de Recursos, Universidad del Mar

** Department of Geoscience, University of Iowa

***Biología Marina, Universidad del Mar

salinidad oscila entre 33.5 a 34.5 ppm, y la profundidad de la termoclina es de 60 m durante la mayor parte del año (Fiedler, 1992).

Entre noviembre del 2000 y mayo del 2001 se realizaron visitas mensuales a cinco localidades coralinas en la zona de Bahías de Huatulco, dos fuera del Parque Nacional (Isla Montosa, La Entrega) y el resto dentro (Isla Cacaluta, Chachacual, San Agustín) (Fig. 1). En ellas, se realizaron recorridos visuales además de tres transectos de banda de 50 x 1 m aleatoriamente asignados, con el fin de estimar la cobertura coralina y la densidad del erizo *Diadema mexicanum* A. Agassiz, 1863.

Entre noviembre y enero se registró un

total de seis especies en la localidad de Chachacual: *Pocillopora verrucosa* (Ellis & Solander, 1786), *P. capitata* Verrill, 1864, *P. damicornis* (Linneo, 1758), *P. eydouxi* Milne-Edwards & Haime, 1860, *Pavona gigantea* Verrill, 1869 y *Porites panamensis* Verrill, 1866 con una cobertura coralina del 43.5 %. De estas, *P. damicornis* aportó 37.8 % de la cobertura coralina seguida de *P. verrucosa* con 4.7 %, mientras que el resto de las especies contribuyó con el 1 % restante. De la proporción del sustrato restante, el 4.32 % estuvo cubierto por algas y el 52 % por una mezcla de roca, arena, porciones cementadas de coral y fragmentos de coral muerto. Sin embargo, hacia la tercera semana de febrero la porción

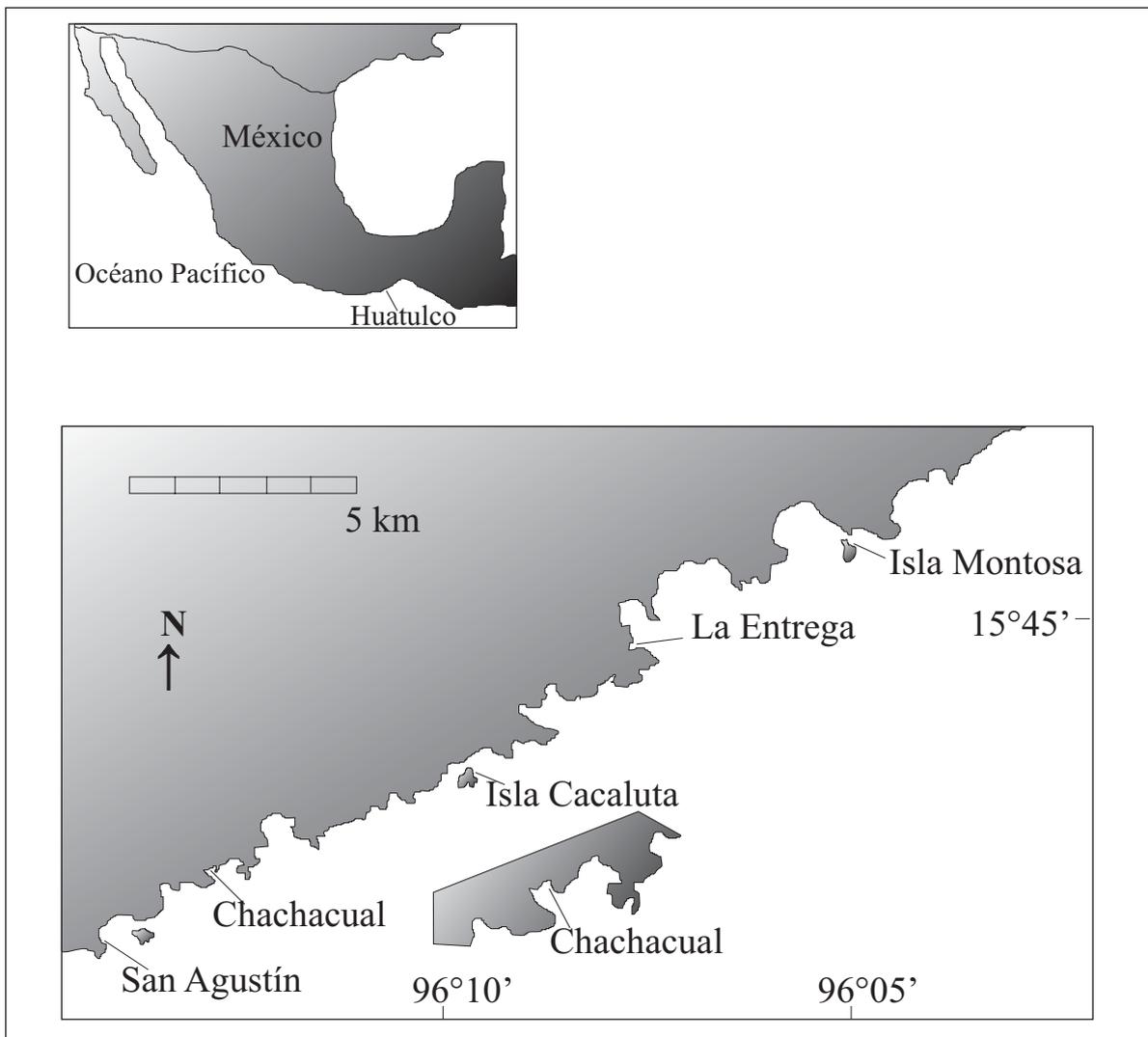


Figura 1. Bahías de San Agustín, Chachacual e Isla Cacaluta dentro de la zona de Bahías de Huatulco, Oaxaca, en el Pacífico Mexicano.

previamente ocupada por corales pasó a ser invadida por un tapete de algas verdes filamentosas, y dos meses después (principios de mayo) las algas filamentosas fueron reemplazadas por algas coralinas (Fig. 2), con lo cual se inició la cementación de la estructura arrecifal. Durante la inspección visual del sitio se observó que la mortalidad abarcó entre un 90 % y 95 % de la cobertura coralina. La mortalidad afectó por igual a todas las especies, aunque de todas ellas se identificaron organismos vivos o mostrando mortalidad parcial; dichos sobrevivientes se encontraron dispersos en el área arrecifal aunque preponderantemente en la zona profunda del mismo (3-5 m). Adicionalmente, tanto la construcción arrecifal como colonias aisladas, sin importar el tamaño, fueron de igual manera afectadas. Es decir, la mortalidad no fue selectiva en cuanto a tamaño o especie, aunque afectó principalmente la zona somera del arrecife.

Coincidente con este cambio en la estructura de la comunidad, la población de erizos pasó de poseer una densidad de 0.62 ind/m², durante noviembre y enero, a una de 0.0 ind/m² en febrero, misma que permaneció hasta principios de mayo. De la misma manera, la inspección visual constató que la ausencia de *D. mexicanum*

en Chachacual fue un hecho generalizado, ya que durante las inspecciones realizadas en febrero, marzo e inicios de mayo, no más 50 individuos se encontraron en cada ocasión. Dichos organismos se observaron preferentemente en la zona profunda (3-5 m).

Ante esta situación, es conveniente evaluar ¿a qué escala ocurrió el suceso? y ¿qué propició el cambio en la estructura de la comunidad arrecifal? Para responder lo primero, se compararon las localidades adyacentes tanto al este como al oeste de Chachacual. Se encontró que a diferencia de lo ocurrido en Chachacual, tanto Isla Cacaluta (E) como San Agustín (W), si bien presentaron una modificación en la cobertura coralina y algal (Fig. 2) dichos cambios, a excepción de la reducción algal en San Agustín, no fueron estadísticamente significativos de acuerdo a una prueba no paramétrica de Mann-Whitney (San Agustín: corales U = 5, p > 0.05, algas U = 1, p < 0.05; Chachacual: corales U = 0, p < 0.05, algas U = 0, p < 0.05; Isla Cacaluta: U = 9, p > 0.05, algas U = 2, p > 0.05). Adicionalmente, tal cambio no estuvo acompañado de la proliferación de algas verdes filamentosas en ningún caso. A este respecto, es altamente probable que la modificación en la cobertura coralina y algal

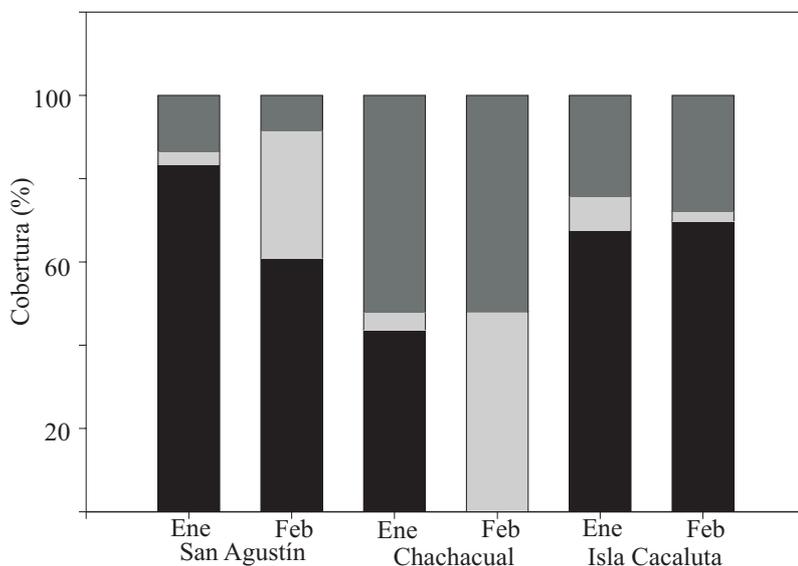


Figura 2. Cobertura de corales, algas y otros elementos relevantes del fondo en el área de estudio durante enero y febrero del 2001.

- = Otros (coral muerto, roca, arena),
- = algas,
- = corales

El orden en el que se presentan las localidades es de oeste(W) a este (E).

registrada en Isla Cacaluta y San Agustín, resultó de la asignación al azar de los transectos y no de un cambio cuantitativo en la proporción coral-alga. Respecto a los erizos, el panorama es similar, tanto Isla Cacaluta como San Agustín presentan modificaciones en la densidad de erizos, aunque sólo en Chachacual se observó la desaparición casi total de los mismos (Fig. 3). Lo anterior es evidencia suficiente para asegurar que cualquiera que hubiera sido la causa de la modificación en la estructura comunitaria, ésta ocurrió a escala local y no regional. Dicha suposición se basa en que desde un punto de vista oceanográfico a mesoescala, el Golfo de Tehuantepec, y su zona de influencia, incluidas las Bahías de Huatulco, es considerado como una unidad homogénea, la cual es afectada por la misma variabilidad temporal, aunque internamente no parece mostrar variabilidad espacial en las variables físicas registradas (Fiedler, 1992).

Por otro lado, de acuerdo al registro mensual de la temperatura, salinidad y profundidad a la que desaparece el disco de Secchi, los valores para cada sitio son similares entre sí, y a los registrados para la zona en general (Fiedler, 1992; Lluch-Cota *et al.* 1997; Leyte-Morales, 2001), por lo que las posibles causas, del cambio en la

estructura arrecifal, debieron ocurrir localmente a escalas de tiempo del orden de días o semanas. Sin embargo, se debe mencionar que se carece de un registro intermensual de las variables físicas de la zona, por lo que faltan elementos para determinar la causa que propició la modificación comunitaria. No obstante, se pueden explorar las posibles causas y plantear un escenario donde dicho evento pudo ocurrir.

Por principio, se debe mencionar que modificaciones en la estructura arrecifal en la zona, podrían no ser una excepción. Durante las primeras visitas a la zona en 1996, Glynn y Leyte-Morales (1997) registraron tres arrecifes (Riscallillo, Dársena y Manzanilla), además de una porción considerable del arrecife La Entrega, en estado de erosión avanzado como resultado de una mortalidad coralina ocurrida tal vez durante el evento El Niño 1987. Adicionalmente, Reyes-Bonilla y Leyte-Morales (1998) reportan porciones de arrecife cubiertas de algas coralinas e invadidas de *D. mexicanum* a consecuencia de una mortalidad previa a 1994 en Puerto Angel, aunque se desconoce a que evento atribuir dicha mortalidad. Finalmente, durante el evento El Niño-La Niña 1997-1998 ocurrieron pérdidas de alrededor del 90% en la cobertura coralina en

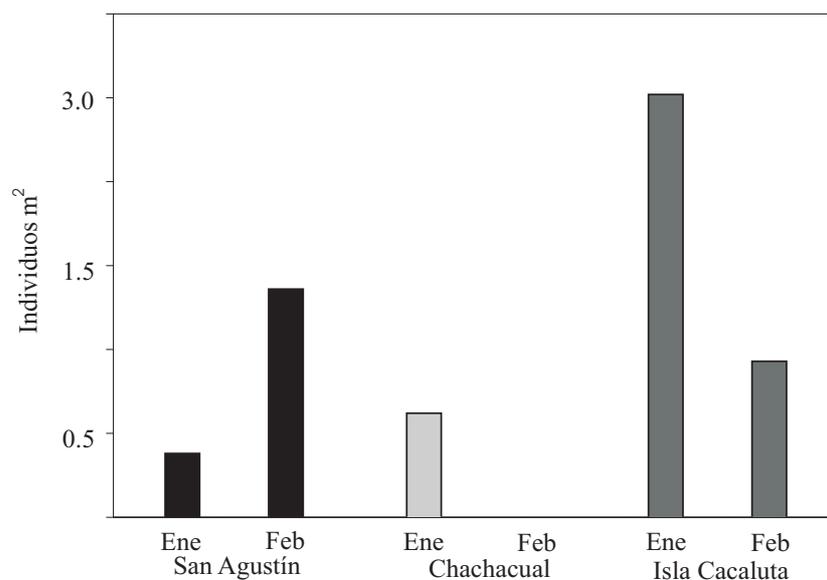


Figura 3. Densidad del erizo *Diadema mexicanum* en el área de estudio durante enero y febrero del 2001.

Mazunte y Tijera, y posteriormente fueron invadidas por algas coralinas (Leyte-Morales, Umar. Com. Pers. 2001). En estos casos, los escenarios para tales modificaciones en la estructura arrecifal pueden ser atribuidos a cambios en la temperatura superficial y el efecto antropogénico, éste último ya sea por contaminación o sedimentación debido al cambio en el uso del suelo. Un hecho importante en todos los casos, es la posterior colonización de reclutas sexuales de *Pocillopora* sp. (Glynn y Leyte-Morales, 1997; Reyes-Bonilla y Leyte-Morales, 1998).

Con respecto a cualquier arrecife en Bahías de Huatulco, incluido Chachacual, y a la zona en general, se carece de registros intermensuales de condiciones ambientales. No obstante se sabe que oscilaciones importantes en temperatura, en ciertas localidades, pueden ocurrir. Por ejemplo, que en un lapso de cinco días (17-22 de febrero, 1996) en el arrecife La Entrega ocurrieron fluctuaciones en la temperatura de 4°C, mientras que a intervalos de una a dos horas existieron diferencias hasta de 3°C (Glynn y Leyte-Morales, 1997). A este respecto, en Chachacual se ha registrado una temperatura de 18°C (entre 8 y 10°C por debajo del promedio para la zona de Huatulco), durante algunas semanas (López-Pérez, Umar. Obs. Pers. 2000). Perturbaciones térmicas de tal magnitud han sido consideradas dañinas para el desarrollo coralino, y en determinados sitios han resultado en una mortalidad coralina generalizada (Wilkinson, 2000).

Respecto a perturbaciones humanas, se ha registrado que los arrecifes aledaños a asentamientos humanos en el mundo, generalmente se encuentran dañados o poco conservados y con un sobre-crecimiento algal considerable a consecuencia del uso intenso, prácticas agrícolas mal planeadas, cambio en el uso de suelo y contaminantes, entre otros (Wilkinson, 2000). En Bahías de Huatulco existen arrecifes que han sido afectados por una o algunas de estas prácticas. Tal es el caso del arrecife ubicado en Playa Panteón en Puerto Angel, La Mina que se encontraba frente al Club Med, o el arrecife La Entrega que actualmente se encuentra bajo uso intenso y presenta signos de crecimiento algal considera-

ble. Respecto al presente estudio, de las tres localidades comparadas, sólo San Agustín presenta un asentamiento humano permanente, mientras que Chachacual no se encuentra asociado a asentamiento humano alguno, y las prácticas turísticas y de pesca son mínimas (PMPNH, sometido).

Por otro lado, durante los recorridos realizados se observó sedimento que cubría entre el 85 y 90 % de la cobertura coralina, cantidad que disminuyó tanto en abundancia como en extensión de febrero a mayo, aunque por carecer de registros previos se desconoce si esto último forma parte de la variabilidad estacional de la localidad. A este respecto, experimentos de sedimentación en proceso llevados a cabo por la Universidad del Mar en la zona de Bahías de Huatulco (Leyte-Morales, Umar. Com. Pers. 2001) indican que arrecifes separados por sólo unos cuantos kilómetros podrían estar expuestos a distintas tasas de sedimentación y, por consiguiente, presentan diferentes niveles de disturbio y posible mortalidad. Se sabe que los sedimentos, sean por aporte terrígeno o debido a la resuspensión, son capaces de alterar la composición de las comunidades coralinas (Stafford-Smith, 1993), además de afectar la abundancia de invertebrados y peces (Ochoa-López *et al.* 1998). De igual manera, la escala de tiempo a la que pueden ocurrir dichos daños varía dependiendo de la energía del oleaje, la cantidad de sedimento, el tamaño de la partícula y la habilidad del coral para responder a este tipo de disturbios (Stafford-Smith, 1993). Por ejemplo, en arrecifes costeros ricos en nutrientes, como en el Pacífico Oriental Tropical, se han llegado a registrar tasas de sedimentación de 200 mg cm⁻² día⁻¹ en periodos de días a semanas (Cortés y Risk, 1985), en cuyo caso pueden bastar entre 5 y 30 minutos para que ocurra mortalidad coralina (Fabricius y Wolanski, 2000).

A manera de conclusión, el cambio de la estructura arrecifal en Bahías de Huatulco es probablemente un fenómeno frecuente. La escala espacial a la cual ocurrió la modificación arrecifal abarcó sólo una localidad (Chachacual), lo cual concuerda con las modificaciones registradas durante los últimos 10 años en la zona. Lo ante-

rior hace suponer que las condiciones ambientales a las que eventualmente están sometidas cada una de las zonas coralinas en la región podrían ser extraordinarias o regularmente distintas, aunque esto último necesita ser evaluado.

Las visitas a Bahías de Huatulco fueron financiadas por la Universidad del Mar mediante el proyecto interno "Reclutamiento sexual, fragmentación y bioerosión de las comunidades coralinas de Bahías de Huatulco" otorgado al primer autor. Gerardo Leyte (Universidad del Mar) y Héctor Reyes Bonilla (Universidad de Miami) revisaron el manuscrito e hicieron importantes aportaciones al mismo. Eladio Spindola, Andrés Pacheco, Miriam Mora, Betzabeth González, Luis Vallín y Fabricio Rivera fueron parte importante del trabajo de campo.

Bibliografía

- Aronson R.B y W.F. Precht, 2000. Herbivory and algal dynamics on the coral reef at Discovery Bay, Jamaica. *Limnology and Oceanography*. 45:251-255
- Bak R.P.M., M.J.E. Carpay y E.D. Ruytervan Steveninck, 1984. Densities of the sea urchin *Diadema antillarum* before and after mass mortalities on the coral reefs of Curacao. *Marine Ecology Progress Series*. 17: 105-108.
- Carpenter R.C., 1986. Partitioning herbivory and its effects on coral reef algal communities. *Ecological Monographs*. 56:345-363.
- Carpenter R.C., 1990. Mass mortality of *Diadema antillarum*. I. Long-term effects on sea urchin population-dynamics and coral reef algal communities. *Marine Biology*. 104:67-77.
- Cortés N.J. y M.J. Risk, 1985. A reef under siltation stress: Cahuita, Costa Rica. *Bulletin of Marine Science*. 36:339-356.
- Fabricius K.E. y E. Wolanski, 2000. Rapid smothering of coral reef organisms by muddy marine snow. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 50:115-120.
- Fiedler P.C., 1992. Seasonal climatologies and variability of Eastern Tropical Pacific surface waters. NOAA Technical Report NMFS 109. 65 pp.
- García E., 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía Universidad Nacional Autónoma de México. 246 pp.
- Glynn P.W., 1988. El Niño warming, coral mortality and reef framework destruction by echinoid bioerosion in the eastern Pacific. *Galaxea*. 7:129-160 Glynn P.W y G.E. Leyte-Morales, 1997. Coral reefs of Huatulco, west México: reef development in upwelling Gulf of Tehuantepec. *Revista de Biología Tropical*. 45:103-1047.
- Johannes R.E., W.J. Wiebe, C.J. Crossland, D.W. Rimmer y S.V. Smith, 1983. Latitudinal limits of coral reef growth. *Marine Ecology Progress Series*. 11:105-111.
- Lapointe B.E., 1997. Nutrient thresholds for bottom-up control of macroalgal blooms on coral reefs in Jamaica and southeast Florida. *Limnology and Oceanography*. 42:1119-1131.
- Leyte-Morales G.E., 1997. La colección de corales de la Universidad del Mar. *Ciencia y Mar*. 1:3-16.
- Leyte-Morales G.E., 2001. Estructura de la comunidad de corales y características geomorfológicas de los arrecifes coralinos de Bahías de Huatulco, Oaxaca, México. Tesis de Maestría, Universidad del Mar, México.
- Lluch-Cota S.E, S. Alvarez-Borrego, E.M. Santamaría-del Angel, F.E. Muller-Karger y S. Hernández-Vázquez, 1997. El Golfo de Tehuantepec y áreas adyacentes: variación espaciotemporal de pigmentos fotosintéticos derivados de satélite. *Ciencias Marinas*. 23:329-340.
- López-Pérez R.A y H. Reyes-Bonilla, 2000. Los corales constructores de arrecifes en el Pacífico mexicano. Una historia de 65 millones de años. *Ciencia*. 51: 4-12
- Miller M.W., M.E. Hay, S.L. Miller, D. Malone, E.E. Sotka y A.M. Szmant, 1999. Effects of nutrients versus herbivores on reef algae: A new method for manipulating nutrients on coral reefs. *Limnology and Oceanography*. 44:1847-1861.
- PMPNH. sometido. Programa de Manejo del Parque Nacional Huatulco, México.
- Ochoa-López E., H. Reyes-Bonilla y J. Ketchum-Mejía, 1998. Daños por sedimentación a las comunidades coralinas del sur de la Isla Socorro, Archipiélago de Revillagigedo, México. *Ciencias Marinas*. 24:233-240.
- Reyes-Bonilla H y G.E. Leyte-Morales, 1998. Corals and coral reefs of the Puerto Angel region, west coast of México. *Revista de Biología Tropical*. 46:679-681.
- Stafford-Smith M.G., 1993. Sediment-rejection efficiency of 22 species of Australian scleractinian corals. *Marine Biology*. 115:229-243.
- Wilkinson C., 2000. Status of coral reefs of the world. Australian Institute of Marine Science, Australia. 363 pp.

Recibido: 15 de junio del 2001

Aceptado: 5 de noviembre del 2001