UNIVERSIDAD DEL MAR

ASPECTOS BIOLÓGICOS QUE AFECTAN LA ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE LOS CORALES ZOOXANTELADOS (ANTHOZOA: SCLERACTINIA) EN EL ARRECIFE LA ENTREGA, BAHÍAS DE HUATULCO, OAXACA, MÉXICO.

TESIS PRESENTADA A LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO DE LA UNIVERSIDAD DEL MAR, COMO REQUISITO NECESARIO PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN CIENCIAS, CON ESPECIALIDAD EN ECOLOGÍA MARINA.

Luz María Hernández Ballesteros
Agosto del 2002.

RESUMEN

De Enero a Diciembre de 2001 se realizaron visitas mensuales al arrecife La Entrega Bahías de Huatulco con el fin de obtener datos de riqueza específica, cobertura coralina y algal, remoción de $CaCO_3$ por el erizo *Diadema mexicanum*, así como el reclutamiento del género *Pocillopora*. El arrecife fue dividido en tres zonas (orilla, lateral y fondo) para fines prácticos. Se registraron nueve especies en todo el arrecife, de las cuales cinco se encontraron dentro de los transectos de banda de 50 x 1 m^2 utilizados para la cobertura coralina y algal. La zona de fondo presentó una ligera tendencia a un mayor número de especies (cinco) con respecto a las otras zonas. Las coberturas de coral vivo, forma ramificada y género, no mostraron diferencias significativas entre las áreas y solo la especie *P. damicornis* indicó diferencias entre la zona lateral y orilla con la zona de fondo. La densidad de erizos *D. mexicanum* en La Entrega es considerada alta con una predominancia de tallas pequeñas para la zona de fondo y por consiguiente dicha área es la que mayor bioerosión presentó. En todas las zonas del arrecife la producción neta de $CaCO_3$ fue mayor que la bioerosión. En el caso del reclutamiento del género *Pocillopora*, la densidad de colonias reclutas fue similar en las tres zonas debido a la dominancia y cobertura de dicho género, en cambio para la estructura de tallas de dichas colonias, la zona lateral y de fondo presentaron diferencias significativas con respecto a la orilla, posiblemente debido a los efectos de las actividades recreativas. Finalmente se observa que las zonas lateral y orilla son semejantes en la cobertura, densidad y estructura de tallas del erizo y bioerosión; mientras que en la estructura de tallas de colonias reclutas la zona de la orilla difiere con respecto a las otras dos zonas.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Por todo el cariño y amor que me han brindado en cada uno de los pasos importantes de mi vida. Por todo el apoyo incondicional y su forma tan especial de guiarme en la vida. Un gracias muy especial, Los amo.

A Yosmar:

Por todo su apoyo, amor incondicional y por compartir los momentos felices y tristes de mi vida. Por no dejarme tirar la toalla en los momentos difíciles durante esta etapa de mi vida. Un gracias muy pero muy especial con todo mi amor.

A mi hermano Omar y su hijo Lalo:

Gracias por todos los momentos maravillosos que hemos compartido y por su cariño de siempre.

A mis grandes amigos Yolanda, Luis y Paco:

Por todo su apoyo y cariño que me han brindado, su compañía y las palabras de aliento para llegar a mi meta que hoy se ve cumplida. Muchas gracias.

AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimientos a mi director de tesis Andrés por su valiosa guía, aportación y por sus regaños que fueron de gran ayuda en la realización de la tesis, así como de la persona que soy hoy día.

A Gerardo por toda su ayuda y comentarios para la realización de la tesis. Pero principalmente por su gran amistad y consejos para ser una mejor persona de manera profesional. Muchas gracias.

A Héctor por sus acertados comentarios durante la elaboración de la tesis, sin él, éste trabajo no seria lo que es hoy. Gracias.

A Heladio y Andrés que sin su ayuda y apoyo en el mar no se hubiera logrado la toma de datos para este trabajo. Gracias.

A todas las personas que de alguna manera me brindaron su apoyo, cariño y consejos para ser mejor cada día de mi vida y no rendirme nunca. Gracias.

Finalmente quiero agradecer a todas las personas que se encargaron de que esta tesis no fuera posible, sin ellas no me habría dado cuenta de que el carácter solo se templa en el fuego. Gracias.

RECONOCIMIENTO

Quiero agradecer y reconocer el apoyo brindado por la Universidad del Mar en el financiamiento del proyecto "Reclutamiento sexual, fragmentación y bioerosión de las comunidades coralinas de Bahías de Huatulco", del cual salió esta tesis.

CONTENIDO

	Página
I. Introducción.	1
II. Area de estudio.	5
III. Objetivo general.	8
III.1 Objetivos específicos.	8
IV. Hipótesis de trabajo.	8
V. Metodología (campo, laboratorio, gabinete)	9
V.1 Estructura de la comunidad .	9
V.1.1 Cobertura coralina, forma funcional y cobertura por género y especies.	9
V.2 Bioerosión.	10
V.2.1 Densidad poblacional de erizo *Diadema mexicanum*, estructura de clases de tamaño y bioerosión por remoción de $CaCO_3$.	10
V.3 Reclutamiento.	12
V.3.1 Densidad de reclutas.	12
V.3.2 Estructura de tallas.	13
VI. Resultados.	15
VI.1 Estructura de la comunidad.	15
VI.1.1 Cobertura coralina.	16
VI.1.2 Forma funcional.	17
VI.1.3 Cobertura por género y especies.	19

VI.2 Bioerosión. 26

VI.2.1 Densidad de erizo. 26

VI.2.2 Estructura de tallas de erizos. 29

VI.2.3 Bioerosión por remoción de $CaCO_3$ por erizos. 30

VI.3 Reclutamiento. 33

VI.3.1 Densidad de reclutas del género *Pocillopora*. 33

VI.3.2 Estructura de tallas de reclutas. 34

VII Discusión. 36

VII.1 Estructura de la comunidad. 36

VII.2 Bioerosión. 43

VII.3 Reclutamiento. 48

VIII Conclusiones. 51

IX Literatura citada. 53

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
I	Especies registradas en las distintas zonas del arrecife La Entrega.	15
II	Remoción (g/m^2/año) de $CaCO_3$ para cada una de las zonas del arrecife La Entrega.	30
III	Bioerosión por erizos (consumo y espinas) por clase de tallas para cada una de las zonas del arrecife La Entrega.	31
IV	Producción de $CaCO_3$ en las tres zonas del arrecife La Entrega. Los datos de densidad (g/cm^2) del género *Pocillopora*, así como su tasa de crecimiento se tomaron de Reyes-Bonilla y Calderón-Aguilera (1999). Los datos de producción neta de carbonato se presentan en g $CaCO_3/m^2$/año.	31
V	Estadística descriptiva de los datos de altura de los reclutas sexuales del género *Pocillopora* en cada una de las zonas del arrecife La Entrega durante los meses de Junio a Noviembre de 2001. El estadístico de prueba P ($Z \geq Z_{g1}$) ($\alpha = 0.05$), indica la probabilidad de que una distribución de frecuencia tenga un sesgo significativo hacia la derecha (Ho: $g_1 \leq 0$), mientras que P ($Z \leq Z_{g1}$) indica un sesgo significativo hacia la izquierda (Ho: $g_1 \geq 0$), La Ho se rechaza siempre que P (Z) $\leq \alpha$.	35
VI	Registros de la riqueza de especies para las principales comunidades coralinas del Pacífico oriental tropical.	37
VII	Producción de $CaCO_3$ en algunas comunidades del Pacífico oriental tropical.	47
VIII	Valores de densidad de reclutas (col/m^2) para el POT y el Indo-Pacífico.	49

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Mapa de la zona de estudio y las zonas del arrecife La Entrega	7
2	Cobertura de coral vivo y muerto para las tres zonas del arrecife La Entrega. Las líneas indican el error estándar.	16
3	Porcentaje de cobertura para la forma ramificada en las tres zonas del arrecife La Entrega. Las líneas indican el error estándar.	17
4	Porcentaje de cobertura para la forma masiva en las tres zonas del arrecife La Entrega. Las líneas indican el error estándar.	18
5	Porcentaje de cobertura del género *Pocillopora* para las diferentes zonas del arrecife La Entrega. Las Líneas muestran el error estándar.	19
6	Porcentaje de cobertura del género *Pavona* para las diferentes zonas del arrecife La Entrega. Las líneas muestran el error estándar.	20
7	Porcentaje de cobertura del género *Porites* para las diferentes zonas del arrecife La Entrega. Las líneas muestran el error estándar.	21
8	Porcentaje de cobertura de la especie *P. capitata* en las tres zonas del arrecife La Entrega. Las líneas indican el error estándar.	22
9	Porcentaje de cobertura de la especie *P. damicornis* en las tres zonas del arrecife La Entrega. Las líneas indican el error estándar.	23
10	Porcentaje de cobertura de la especie *P. verrucosa* en las tres zonas del Arrecife La Entrega. Las líneas indican el error estándar.	24
11	Porcentajes de cobertura de las especies *P. gigantea* y *P. panamensis* en las tres zonas del arrecife La Entrega. Las líneas indican el error estándar.	25

12	Densidad poblacional de erizos *Diadema mexicanum* en las diferentes zonas en las que se dividió el arrecife La Entrega. Las líneas indican el error estándar.	27
13	Relación entre la densidad de erizos y la cobertura de coral vivo en el arrecife La Entrega.	27
14	Relación entre la densidad de erizos y la cobertura de algas en el arrecife La Entrega.	28
15	Porcentaje de las distintas tallas del erizo *Diadema mexicanum* en cada una de las zonas de La Entrega.	28
16	Frecuencia de tallas del erizo *Diadema mexicanum* en La Entrega durante el año de 2001.	29
17	Remoción de $CaCO_3$ por las diferentes tallas de erizos *Diadema mexicanum* para cada unas de las zonas del arrecife La Entrega.	32
18	Remoción de $CaCO_3$ por consumo y espinas por el erizo *Diadema mexicanum*.	32
19	Densidad de reclutas (col/m^2) para el género *Pocillopora* para cada una de las zonas del arrecife La Entrega. Las líneas el error estándar.	33

I. INTRODUCCIÓN

La información sobre la distribución y desarrollo de las comunidades coralinas en la costa del Pacífico mexicano se ha incrementado a partir de los años 1980's (Reyes-Bonilla, 1992, 1993a; López-Pérez y Reyes Bonilla, 2000), aunque siguen existiendo lugares en donde el avance del conocimiento ha sido lento o casi nulo. Tal es el caso de las comunidades coralinas del Pacífico oriental mexicano, especialmente aquellos de las costas de Michoacán, Guerrero y Oaxaca (López-Pérez y Leyte-Morales, en prep).

De los anteriores, la costa de Oaxaca ha sido objeto de un mayor número de estudios. Los más relevantes son los de Palmer (1928), Geister (1977) y más recientemente Mitchell-Arana (1994); Leyte-Morales (1997, 2001), Glynn y Leyte-Morales (1997), Reyes-Bonilla y Leyte-Morales (1998), Glynn *et al.* (1999), Reyes-Bonilla y Cruz-Piñón (2000), Leyte-Morales *et al.*, (2002) y López-Pérez *et al.*, (2002). El común denominador de los mismos ha sido el presentar listados de especies y aspectos de ecología básica de las principales comunidades coralinas del área. Los estudios sobre los corales hermatípicos en la costa de Oaxaca no se han realizado de manera integral, de modo que se carece de análisis cualitativos y cuantitativos de la estructura de la comunidad, y de investigaciones sobre aspectos funcionales de los sistemas. Por lo anterior, mediante este trabajo se busca conocer la estructura de la comunidad coralina en el arrecife La Entrega, y los posibles efectos que sobre ella ejercen la bioerosión y el reclutamiento.

Se conoce como comunidad coralina a la agregación temporal de especies de coral, que en conjunto con algas coralinas incrustantes y otros organismos calcáreos, pueden llegar a formar un arrecife desde el punto de vista estructural

(Beltrán, 1999). En este sentido, la combinación de organismos cementados y del andamiaje de carbonato de calcio, ofrecen una gran complejidad topográfica que facilita el asentamiento de otras especies, y por lo tanto hace de los arrecifes de coral uno de los ecosistemas más diversos del planeta (Guzmán y Holst, 1994; Birkeland, 1996; Beltrán, 1999).

En los arrecifes del Pacífico oriental tropical (POT) los principales géneros estructurales son *Pocillopora, Pavona* y *Porites* (Glynn, 1976, 1996; Glynn y Wellington, 1983; Guzmán y Cortés, 1993); en particular, en los arrecifes de Bahías de Huatulco, *Pocillopora* presenta un mayor número de especies que los otros dos géneros (López-Pérez, 1996; Glynn y Leyte-Morales, 1997; Leyte-Morales, 2001), además de ser el género dominante en cuanto a la cobertura debido a su alta tasa de crecimiento, a su principal forma de reproducción (por fragmentación) y a su capacidad competitiva (Glynn, 1976; Highsmith, 1982; Wellington, 1982).

Por otra parte, las comunidades biológicas en los arrecifes se ven influenciadas por el balance entre las fuerzas constructivas como el crecimiento y reclutamiento, y las fuerzas destructivas, entre las que se encuentra la bioerosión y el oleaje (Glynn, 1976, 1977; Glynn y Wellington, 1983; Guzmán y Cortés, 1989; Rogers, 1993; Lirman *et al.*, 2001).

El reclutamiento puede ser definido como la adición de nuevos individuos a las poblaciones locales (Hurlbut, 1991; Caley *et al.*, 1996), siendo un proceso determinante en la estructura de la comunidad en ecosistemas marinos (Doherty y Williams, 1988; Harrison y Wallace, 1990). Es importante debido a que puede ser considerado como un indicador de la fecundidad, así como de los principales tipos

de reproducción y de la capacidad de dispersión de los organismos en una población (Caley *et al.*, 1996).

En particular, el género *Pocillopora* se reproduce principalmente por fragmentación; ésta vía reproductiva se asocia a su forma ramificada, alta tasa de crecimiento y a condiciones ambientales de alta energía (corriente, oleaje y tormentas) (Highsmith, 1982; Richmond, 1985). Este tipo se reproducción ocasiona que dicho género presente una capacidad de dispersión limitada (Highsmith, 1982; Caley *et al.*, 1996).

Por otro lado, los primeros trabajos sobre erosión en los arrecifes de coral comienzan a finales de los años 1960s (Goreau y Hartwan, 1963 en Guzmán y Cortés, 1989; Chesher, 1969 en Glynn 1976), mientras que para los años 1970s comienza un auge en las investigaciones sobre el efecto de los coralivoros en la erosión de los arrecifes en el POT principalmente por Glynn (1973, 1974, 1976, 1985, 1988 en Guzmán y Cortés, 1989) y en conjunto con otros investigadores durante las décadas 1970s y 1980s (Guzmán y Cortés, 1989). Sin embargo para los años 1990s la producción de trabajos sobre los efectos de la erosión por bioerosionadores en los arrecifes del POT disminuyo mucho, existiendo pocos artículos al respecto (Cortés,1992, 1993; Guzmán y Cortés, 1993; Glynn, 1994); Glynn y Leyte-Morales, 1997; Reaka-Kudla *et al.*, 1996; Reyes-Bonilla, 1993b; Reyes-Bonilla *et al.*, 1998, 1999a, 1999b). Y para el 2000 solo existen dos (Glynn 2000, 2001; Herrera-Escalante sometido).

Los equinodermos juegan un papel primordial en las relaciones tróficas de muchas comunidades litorales (Lawrence, 1975), ya que al ser ramoneadores alteran la distribución, abundancia relativa y la composición de especies algales,

con lo cual afectan de manera indirecta a otras poblaciones de animales marinos (Breen y Mann, 1976). Los erizos de mar son considerados como uno de los principales causantes de la bioerosión en las comunidades arrecifales (Glynn y Colgan,1992; Bak, 1994) Estos organismos erosionan de varias formas a los arrecifes: por medio de la linterna de Aristóteles, la cual usan para morder y arrancar su alimento (algas) de la estructura calcárea del coral muerto, erosionando de manera directa dicha estructura, aunque en ocasiones pueden atacar corales vivos al consumir los pólipos (Glynn, 1997), y/o con las espinas cuya acción abrasiva provoca la formación de cavidades y orificios, mismos que con el tiempo ocasionan la fractura de grandes colonias (Bak, 1994; Glynn, 1997). Por lo anterior, la bioerosión se considera como una de las principales fuerzas destructivas que afectan a la comunidad y determinan en gran medida, la estructura de las comunidades coralinas.

II. ZONA DE ESTUDIO

Bahías de Huatulco se localiza entre la bahía San Agustin e Isla Montosa (15° 41′ 09" y 15° 45′ 48" N y 96° 14′ 05" y 96° 04′ 56" W) (Fig.1). El clima de la región pertenece al más seco de los cálidos subhúmedos, con una precipitación anual de 800 a 1200 mm y un porcentaje de lluvia invernal del 5 % (García, 1973). El promedio anual de vientos dominantes en esta zona es de 30.20% del NE, 21.20% del NW y 13.60% del W, formándose en promedio cinco ciclones tropicales por año, durante verano y otoño (CIESA consultores, 1985).

Entre Enero y Junio la dinámica del mar en dicha zona se encuentra dominada por la Contra Corriente Norecuatorial con dirección al este, la cual presenta temperaturas superiores a 25 °C y salinidades menores de 35 ups. En contrate, de Julio a Diciembre es clara la influencia de la Corriente Costera de Costa Rica, también con características tropicales y que sigue en dirección al Oeste. Por otro lado, de Noviembre a Abril se presentan los nortes (Tehuanos) más intensos, proporcionando incrementos de nutrientes en aguas superficiales debido a las surgencias (Lavin *et al.*, 1992). La temperatura superficial anual del agua en la región fluctúa entre los 26° y 28° C, con una oscilación térmica de 3° a 4° C (Weare *et al.* 1981).

La Entrega se localiza en la parte SW de la Bahía de Santa Cruz, entre los 15° 44′ 30" N y 96° 07′ 20" W, y tiene una dimensión aproximada de 70,000 m^2 (Glynn y Leyte-Morales,1997). Cuenta con una playa estable, en donde la pendiente es del 10 %, el tamaño del grano de arena es mediano y, por la presencia de material coralino la arena presenta una coloración blancuzca

(SECTUR-FONATUR, 1982). En La Entrega la temperatura del agua es ligeramente mayor de los 28° C durante el verano (CIESA consultores, 1985). El oleaje sigue un patrón con dirección S, SSW y SSE. En el caso de las mareas, estas son del tipo mixto semidiurno, con un nivel del pleamar de 0.981 m, y bajamar media de 0.038 m (Secretaria de Marina, 1978).

El arrecife La Entrega presenta una dimensión de 324 m de largo y 233 m de ancho, por lo que es considerado uno de los arrecifes más grandes de la región, con una profundidad promedio máxima de 8.46 m (Leyte-Morales, 2001). Cuenta con una zona arenosa de 20 a 40 m de ancho y una profundidad de 2-3 m partiendo de la orilla. Este arrecife inicia con colonias grandes de coral y continua en una plataforma ininterrumpida, que va tomando profundidad de manera gradual hasta estabilizarse a los tres metros a lo largo de 100 m; donde comienza de nuevo a incrementarse la profundidad hasta un poco más de los 8 m terminando el arrecife en una plataforma de arena. En dicha parte del arrecife se observa una gran cantidad de surcos y depresiones que le confiere tridimensionalidad (Leyte-Morales, 2001). Igualmente existe una gran cantidad de colonias muertas de Pocilloporidos, que soportan una alta densidad de erizos de mar (*Diadema mexicanum* A. Agassiz, 1863), los cuales se encuentran erosionando el sustrato de coral muerto (Glynn y Leyte-Morales, 1997). Además, se presentan pequeñas colonias muertas de *Pavona varians* (Verril,1864), así como fragmentos muertos de *Psammocora stellata* (Verril, 1866), *Fungia distorta* Michelin, 1842 y *Leptoseris papyracea* (Dana, 1846) (Glynn y Leyte-Morales, 1997; Leyte-Morales, 2001).

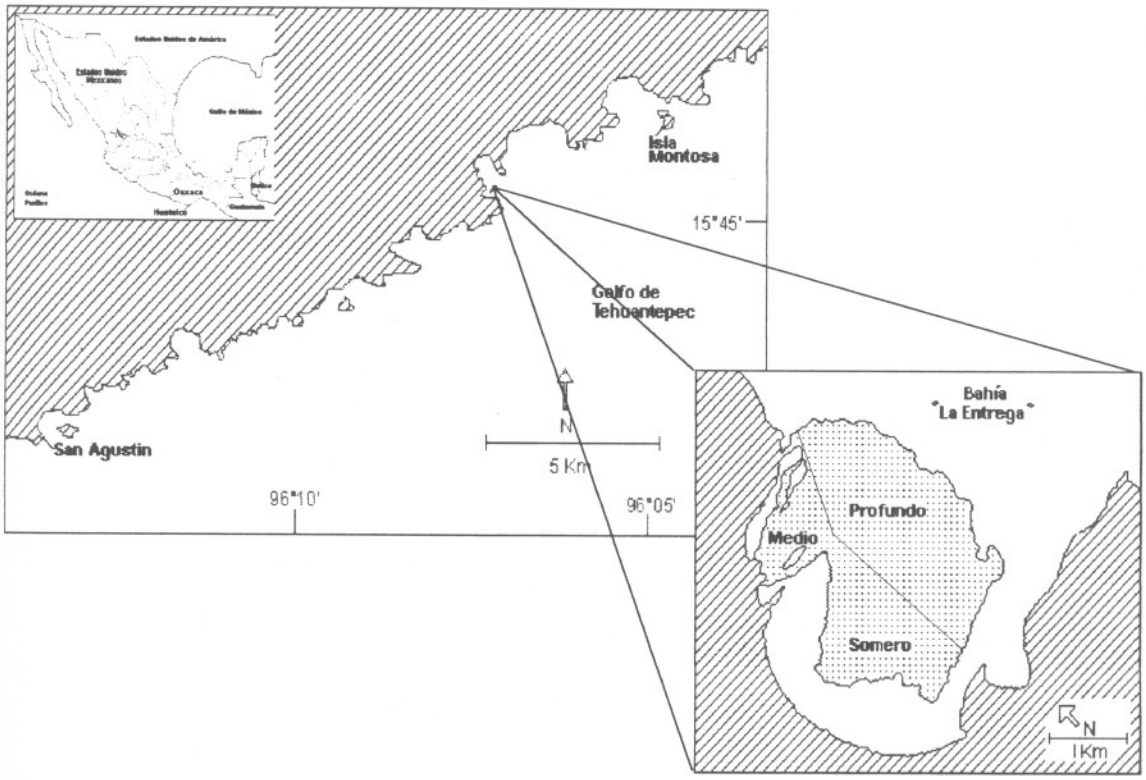


Figura1. Mapa de la zona de estudio y las zonas del arrecife La Entrega.

III. OBJETIVO GENERAL

Describir aspectos de la estructura de la comunidad coralina en el arrecife La Entrega, y los efectos que sobre ella ejercen la bioerosión por erizos y el reclutamiento coralino.

III.1 OBJETIVOS PARTICULARES

- Describir la riqueza específica y la cobertura coralina en tres zonas distintas del arrecife La Entrega .
- Estimar el grado de erosión producido por el erizo *Diadema mexicanum* en las zonas del arrecife.
- Determinar la densidad y la estructura de tallas de colonias reclutas del género *Pocillopora* en cada una de las zonas de La Entrega.

IV. HIPOTESIS DE TRABAJO

No existirán diferencias en la riqueza de especies y la cobertura coralina en tres zonas (lateral, orilla y fondo) en el arrecife La Entrega.

La bioerosión ocasionada por el erizo *D. mexicanum* presentará una relación directamente proporcional con la densidad y el tamaño de los erizos en las distintas zonas del arrecife.

La densidad y estructura de tallas de colonias reclutas de *Pocillopora* mostrarán una relación con las estrategias reproductivas y los procesos ecológicos que actúan en cada una de las zonas del arrecife.

V. MATERIAL Y MÉTODO

ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD

V.1 Cobertura coralina y estructura de la comunidad.

El área de estudio fue dividida en tres zonas: lateral, orilla y fondo, debido a la forma que presenta el arrecife con el fin de abarcarlo en su totalidad. Para determinar la estructura de la comunidad en el arrecife La Entrega se utilizaron transectos de banda de 50 x 1 m debido a que el transecto lineal de banda con menos de 50 m tiende a subestimar la presencia y abundancia de especies (Mundy, 1990). Fueron tendidos 18 transectos (6 para cada una de las tres zonas), paralelos a la costa, los cuales cubrieron un área total de 900 m^2. En cada transecto se determinó la riqueza y cobertura de corales pétreos tanto vivo y muerto como de la abundancia de algas (coralina, turf, filamentosa) para cada metro cuadrado del mismo. La identificación de colonias coralinas a nivel de especie se hizo *in situ*, siguiendo especialmente los criterios propuestos por Veron y Pichon (1976, 1980) y Veron (1993, 2000). Además se realizaron recorridos de inspección fuera de los transectos en los que se encontraron especies que no fueron registradas por no ubicarse dentro de dichos transectos.

Previo al análisis numérico, se verificó que los datos de riqueza como de cobertura presentaran normalidad y homocedasticidad utilizando las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Bartlett, respectivamente (Zar, 1996). En el caso de los datos de riqueza se cumplieron con los supuestos por lo que utilizó el análisis de varianza paramétrico (ANOVA), mientras que los datos de cobertura por especie, género y forma funcional según su tipo de crecimiento (masivo y ramificado, Jackson, 1979) de los seis transectos por zona fueron sometidos a comparaciones

mediante análisis de varianza no paramétrico (prueba de Kruskall-Wallis). En caso de encontrar diferencias significativas se aplicó la prueba *a posteriori* de comparación múltiple no-paramétrica de Nemenyi (Zar, 1996). Para todas las pruebas se estableció un limite de significancia de $\alpha = 0.05$.

V.2. BIOEROSIÓN

V.2.1. Tamaño poblacional de erizo *Diadema mexicanum*, estructura de tallas y cálculo de la bioerosión por remoción de $CaCO_3$.

Para estimar el daño por bioerosión producido por el erizo *Diadema mexicanum* en el arrecife La Entrega, se estimó el tamaño poblacional de dicha especie para cada una de las zonas en las que se dividió el arrecife. El cálculo se realizó a partir del conteo de erizos sobre el mismo transecto utilizado para la estimación de la cobertura coralina, de tal manera que para cada metro cuadrado se registró tanto la cobertura de corales como el número de erizos.

El tamaño poblacional se calculo de acuerdo a la técnica propuesta por Krebs (1985) para lo cual se utilizó el promedio del número de erizos para cada metro de los seis transectos por zona y el tamaño del arrecife dado por Leyte-Morales (2001), así como la densidad de erizos por zona. Previo a la comparación de los datos, se verificó la normalidad y homocedasticidad de cada serie de datos con las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Bartlett, respectivamente (Zar, 1996), con el fin de poder seleccionar adecuadamente el tipo de prueba. La densidad de erizos por zona fue comparada mediante un análisis de varianza no-paramétrico de Kruskal-Wallis, y de haber diferencias significativas, se utilizó la prueba de comparación múltiple no-paramétrica de Nemenyi (Zar, 1996).

Para verificar si existía una relación entre los erizos y la cobertura total de coral vivo y de algas, se realizaron correlaciones no paramétricas mediante la prueba de spearman (Zar, 1996).

Adicionalmente, de manera mensual fueron colectados aleatoriamente 50 organismos, a los cuales se les midió el diámetro y alto de la testa (en cm) con la ayuda de un vernier con una precisión de 0.01 cm. Los datos fueron analizados visualmente mediante un histograma de frecuencia y a partir de estos, se establecieron de manera arbitraria tres clases de talla con base en la altura de la testa: chicos (0-3 cm), medianos (3-5 cm) y grandes (5-8 cm).

Se realizaron salidas específicas para los experimentos de bioerosión, en las cuales se seleccionaron 10 erizos de cada una de las clases de talla (10 pequeños, 10 medianos y 10 grandes), y fueron depositados, individualmente, en cubetas de plástico para que defecaran por 24 hrs, lo cual corresponde a la remoción de $CaCO_3$ causada por el erizo durante el mismo periodo de tiempo (Glynn *et al.*, 1979). Algo que hay que señalar es que los erizos comen durante la noche y defecan durante el día, por lo que la selección de los erizos se realizó en las primeras horas de la mañana (6-7 a.m.) con el fin de tener la seguridad de que el erizo no había comenzado a defecar. En una segunda fase, esos mismos erizos fueron colocados junto con una colonia de *Pocillopora damicornis* para así obtener la cantidad de $CaCO_3$ que es desprendido del coral por la acción mecánica de las espinas (Glynn *et al.*, 1979; Bak, 1994; Reyes-Bonilla y Calderón-Aguilera, 1999). Cabe mencionar que para cada experimento fueron considerados controles; el primero consistió sólo de la cubeta sin erizo, mientras que el segundo sólo contenía la colonia de coral.

A partir de ambas estimaciones (consumo y espinas, respectivamente), se obtuvo una aproximación de la remoción de $CaCO_3$ eliminado de la construcción arrecifal para cada talla de erizos en las distintas zonas del arrecife, para lo cual se utilizó el valor de peso seco promedio por talla de $CaCO_3$ / ind / día y la densidad de erizos correspondientes para cada talla por metro cuadrado en las tres zonas. Dichos valores se extrapolaron a un año, para así poder estimar la bioerosión anual causada por el erizo *Diadema mexicanum* en las tres zonas del arrecife.

Dicho valor fue contrastado con la cantidad de $CaCO_3$ adicionado a la construcción arrecifal para todo el arrecife y para cada una de las zonas del mismo, la cual fue calculada a partir de la cobertura coralina obtenida en La Entrega durante el presente trabajo, la tasa de crecimiento del género *Pocillopora* (Guzmán y Cortés, 1989) y la densidad de esqueleto calcáreo del género *Pocillopora* (Glynn, 1977) de acuerdo a la formula propuesta por Chave *et al.*, (1972). Esto con el fin de obtener el balance entre la fuerza destructiva y la constructiva en las diferentes zonas del arrecife.

V.3. RECLUTAMIENTO

V.3.1. Densidad de Reclutas

Para la estimación de la densidad de reclutas sexuales durante los meses de Junio a Noviembre del 2001 se tendieron dos transectos lineales paralelos a la costa de 50 x 1 m ubicados al azar para cada una de las zonas del arrecife, separados cada uno por 20 m. En cada transecto se tomaron 15 cuadrantes espaciados cada 3 m cubriendo un área total de 90 m^2 (Miller *et al.*, 2000). En

cada cuadrante se registró el número de colonias reclutas y su cobertura, así como la cobertura coralina identificando en ambos casos a nivel de especie en caso de ser posible.

Para cada serie de datos se verificó la normalidad y homocedasticidad de varianzas mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov y Bartlett, respectivamente. La comparación de la densidad de reclutas por zonas se realizó mediante análisis de varianza paramétrico (ANOVA). En caso de existir diferencias, estas fueron determinadas mediante análisis *a posteriori* de Tukey, para lo cual se estableció como limite de significancia un valor de $\alpha = 0.05$ (Zar, 1996).

V.3.2. Estructura de tallas

Con el fin de determinar la estructura de tallas de las colonias reclutas, se utilizaron los mismos transectos que para la estimación de la densidad de reclutas, pero en esta ocasión considerados como transectos de banda de 50 x 6 m, cubriendo un área total de 900 m^2. Todas las colonias encontradas e identificadas como colonias reclutas que se encontraron entre los tres metros a cada lado del transecto fueron medidas con una cinta flexible con una precisión de 0.1 cm. Se registró el perímetro (2 medidas perpendiculares entre si) y la altura de cada colonia, especificando en qué zona del arrecife se encontraban. El análisis de la estructura de tallas para la localidad se hizo con algunas modificaciones a la metodología propuesta por Bak y Meesters (1998). Para lo cual se utilizaron solamente las mediciones de altura debido a que es una medición que puede ser relacionada con las tasas de crecimiento lineal de las colonias del género *Pocillopora* (Glynn, 1977; Glynn y Macintyre, 1977; Guzmán y Cortés, 1989). Con

los datos de altura se obtuvieron las siguientes medidas de tendencia central, de dispersión y de desviación de la normalidad como son media, moda, error estándar, coeficiente de variación y sesgo. Se utilizaron estos estadísticos porque proporcionan una información útil acerca de la composición de tallas de las poblaciones de coral (Bak y Meesters, 1998). La moda indica la tendencia de la talla de los reclutas respecto a la media. Además, señala el tamaño de colonia más abundante en cada una de las zonas del arrecife. El Coeficiente de Variación (CV) muestra la variabilidad en el tamaño de reclutas y es un indicador de los procesos de crecimiento y periodos de reclutamiento en una población. El indicador del sesgo (g_1) indica la tendencia de las distribuciones de tamaño hacia las colonias grandes o pequeñas (Bak y Meesters, 1998).

Se realizaron las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y de Bartlett para comprobar los supuestos de normalidad y homocedasticidad de varianzas. Puesto que no se cumplieron los supuestos de las pruebas paramétricas aun con la transformación logarítmica (Sokal y Rohlf, 1985), las comparaciones de las zonas del arrecife se realizaron mediante un análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis. Dado que el estadístico indicó una diferencia significativa entre las zonas, se realizó una prueba *a posteriori* de comparación múltiple no- paramétrica de Dunn (Zar, 1996).

VI. RESULTADOS

VI.1. ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD

Riqueza de especies

Se identificó un total de nueve especies, de las cuales sólo cinco se localizaron dentro de los transectos. Mientras que durante los recorridos de inspección se encontraron colonias muertas de *Pavona varians* Verrill, 1864 y fragmentos muertos de *Psammocora stellata* Verrill,1864, *Fungia distorta* Michelin, 1842, *Leptoseris papyracea* (Dana, 1846). La zona de fondo tuvo la mayor riqueza de especies (5 especies), mientras que la zona de la orilla fue la que presentó menor riqueza (2 especies) (Tabla I). Sin embargo no existió una diferencia significativa entre las tres zonas del arrecife ($H_{(2,18)}= 5.45$, $p= 0.07$).

De las cinco especies encontradas, no todas estuvieron presentes en las tres zonas en las que se dividió el arrecife. *Pavona gigantea* sólo se presentó en una de las zonas, mientras que *Pocillopora damicornis y P. verrucosa* se encontraron en las tres zonas (Tabla I).

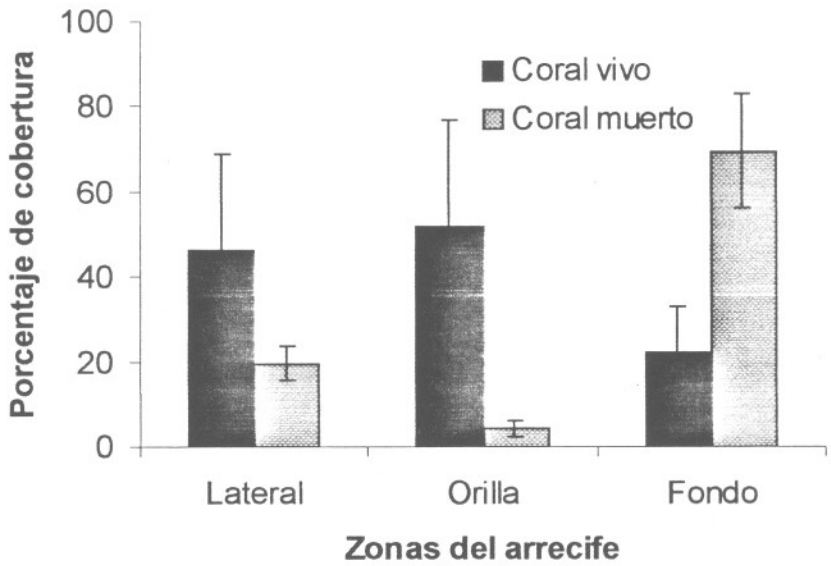
Tabla I: Especies registradas en las distintas zonas del arrecife La Entrega.

ESPECIE	ZONA LATERAL	ZONA ORILLA	ZONA FONDO
Pocillopora damicornis	X	X	X
Pocillopora capitata	X		X
Pocillopora verrucosa	X	X	X
Porites panamensis	X		X
Pavona gigantea			X
No. especies identificadas en el transecto	4	2	5

x= presencia de especie.

VI.1.1. Cobertura coralina

La cobertura promedio del arrecife fue de 40.07 % ± 10.03 (error estándar). La cobertura promedio más alta la presentó la zona de la orilla con (52.02 % ± 24.74) mientras que la zona de fondo tuvo la menor cobertura (21.94 % ± 11.03, Figura 2). No obstante, tales diferencias no fueron significativas ($F_{(2,15)} = 3.54$; p= 0.07). Adicionalmente, la zona de fondo presenta la mayor cobertura de coral



muerto (69.15% ± 1.38) que las otras dos zonas.

Figura 2. Cobertura de coral vivo y muerto para las tres zonas del arrecife La Entrega. Las líneas indican el error estándar.

VI.1.2. Análisis de la forma funcional

Formas Ramificadas

Las formas ramificadas en el arrecife La Entrega (*P. damicornis, P. capitata y P. verrucosa*) presentaron un alto porcentaje de cobertura (39.83 % ± 9.85). Se puede observar que la zona de la orilla fue la que mayor porcentaje de cobertura de ramificados presentó, mientras que la cobertura bajó en la zona de fondo (Fig. 3). No existieron diferencias significativas entre las distintas zonas del arrecife con respecto al porcentaje de coral pétreo con forma ramificada ($H_{(2,18)}$= 5.35; p=0.07).

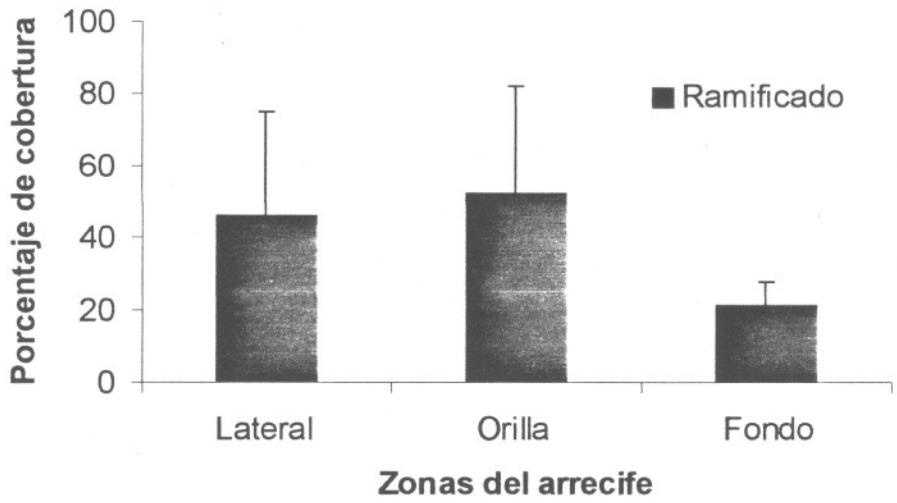


Figura 3. Porcentaje de cobertura para la forma ramificada en las tres zonas del arrecife La Entrega. La líneas indican el error estándar.

Formas masivas

Las formas masivas presentaron un bajo porcentaje de cobertura (0.24% ± 0.40), a diferencia de las formas ramificadas. La zona de la orilla no presentó ningún coral masivo, mientras que la zona de fondo presentó la mayor abundancia de corales de este tipo (Fig. 3). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre las distintas zonas ($H_{(2,18)}$= 3.37; p=0.11).

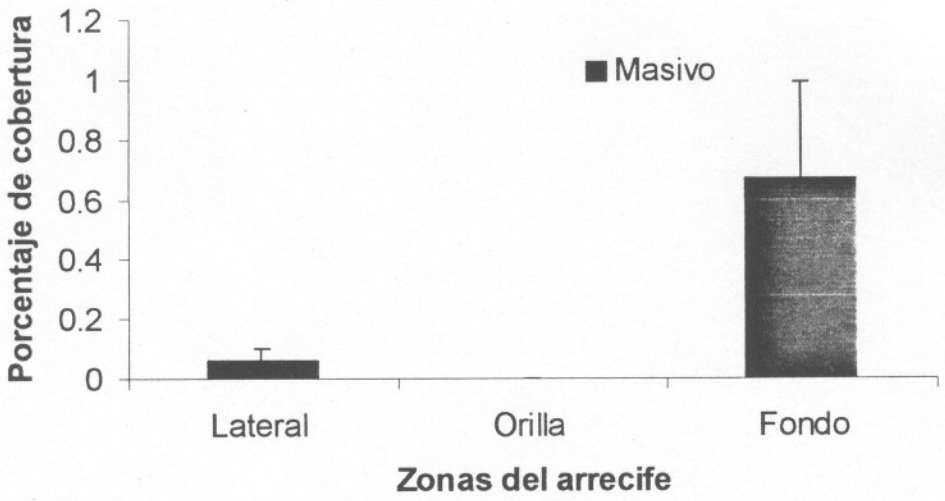


Figura 4. Porcentaje de cobertura para la forma masiva en las tres zonas del arrecife La Entrega. Las líneas indican el error estándar.

VI.1.3. Análisis por Género y Especie

Cobertura por género

Género *Pocillopora*.

El género que mayor porcentaje de cobertura presentó en las tres zonas fue *Pocillopora* (39.82 % ± 2.59). La figura 5 indica que, la orilla es la que mayor porcentaje de cobertura presentó, en tanto que en el fondo apareció la menor abundancia; no obstante, dicha diferencia no fue significativa ($H_{(2,18)}= 5.29$; $p=0.07$).

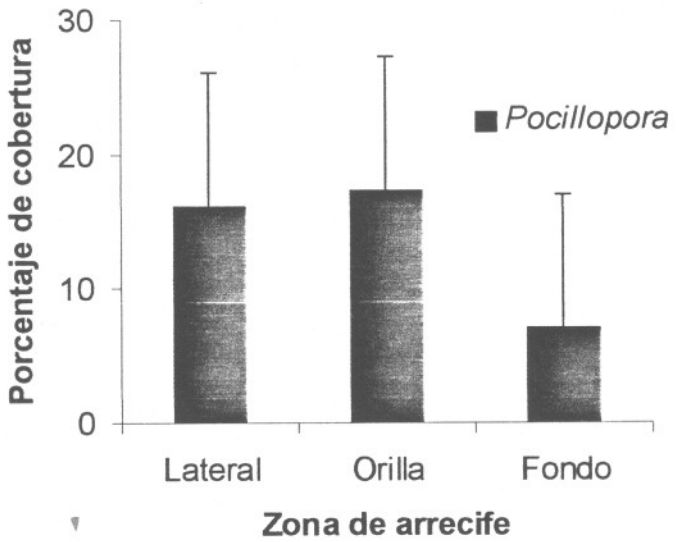


Figura 5. Porcentaje de cobertura del género *Pocillopora* para las diferentes zonas del arrecife La Entrega. Las líneas muestran el error estándar.

Género *Pavona*.

El género *Pavona* sólo se encontró en la zona profunda (0.19 % ± 0.33) (Fig. 6). A pesar de ello, la prueba estadística no mostró diferencias significativas en cuanto al porcentaje de cobertura para las diferentes zonas del arrecife ($H_{(2,18)}$= 4.24; p= 0.12).

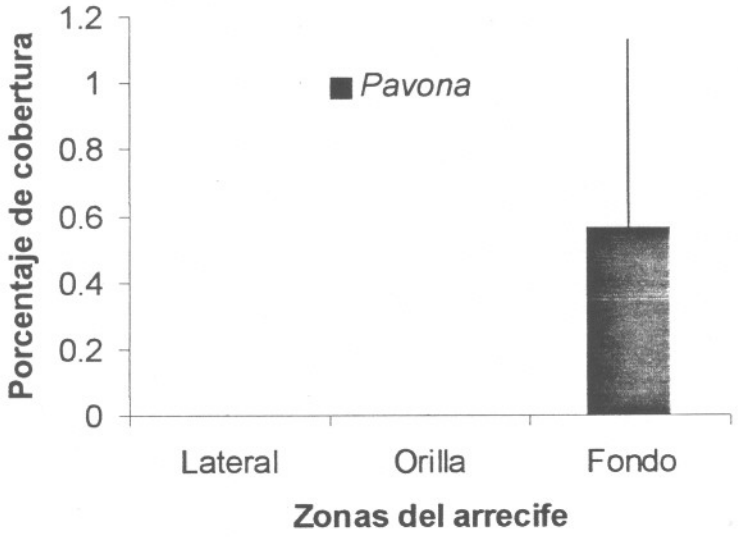


Figura 6. Porcentaje de cobertura del género *Pavona* para las diferentes zonas del arrecife La Entrega. Las líneas muestran el error estándar.

Género Porites.

El género *Porites* presentó un porcentaje de cobertura del 0.07 % ± 0.06, y sólo se encontró en las zonas lateral y fondo (Fig. 4). Las diferencias estadísticas de abundancia entre zonas no fueron significativas ($H_{(2,18)}$= 3.62; p= 0.16).

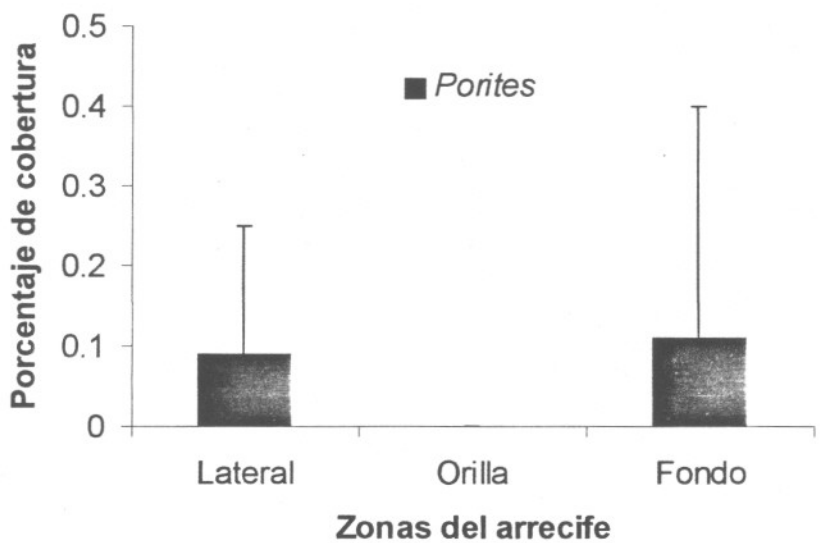


Figura 7. Porcentaje de cobertura del género *Porites* para las diferentes zonas del arrecife La Entrega. Las líneas muestran el error estándar.

Cobertura por especie

Pocillopora capitata.

Esta especie presentó un promedio de cobertura de 0.31% ± 0.44. La zona de fondo fue la que mayor cobertura mostró, mientras que en la orilla esto en general no se apreció (Fig. 8). Sin embargo, la prueba estadística no indicó diferencias significativas entre las diferentes zonas del arrecife en el porcentaje de cobertura ($H_{(2,18)}$= 3.20; p= 0.20).

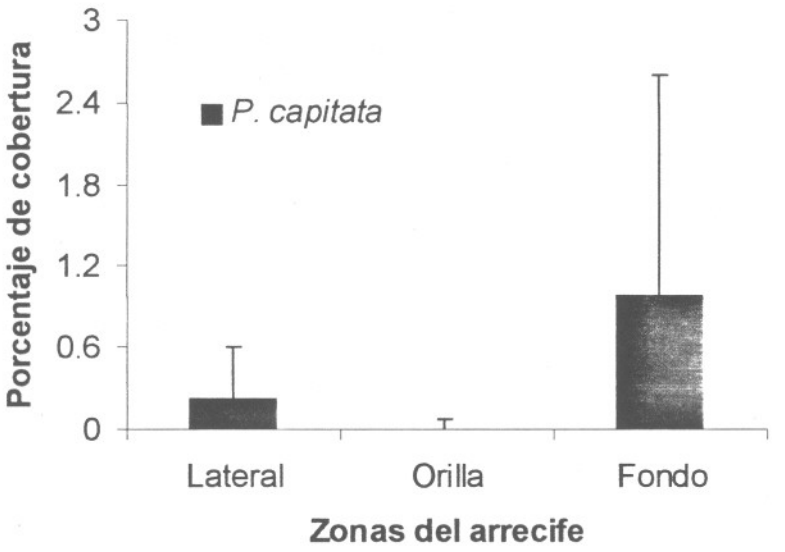


Figura 8. Porcentaje de cobertura de la especie *P. capitata* en las tres zonas del arrecife La Entrega. Las líneas indican el error estándar.

Pocillopora damicornis.

P. damicornis es la especie que mayor promedio de cobertura (38.07% ± 8.38) presentó en el arrecife La Entrega (Fig. 9). Respecto a las zonas, la orilla fue la que presentó mayor abundancia de este taxón, mientras que la menor ocurrió en la parte del fondo. Se encontraron diferencias significativas entre los diferentes lugares del arrecife ($H_{(2,18)}$= 8.19; p= 0.02), y la prueba de Nemenyi indicó que las diferencias se ubicaron entre la orilla y el fondo (N= 3.82; p< 0.05).

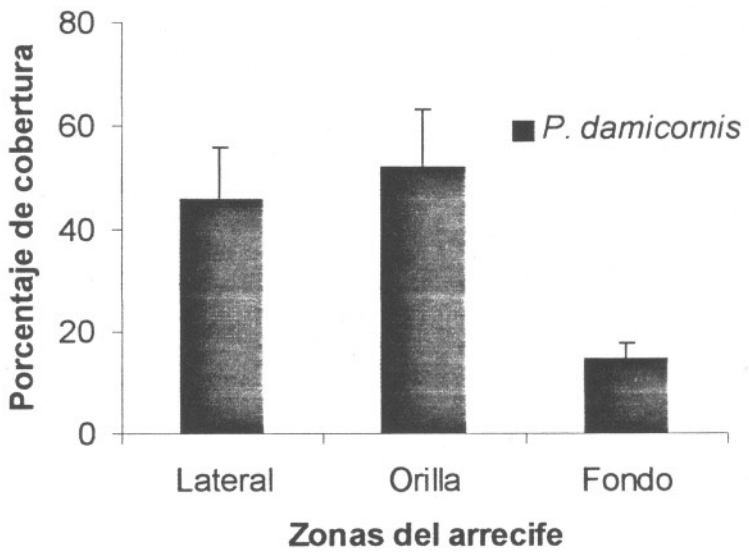


Figura 9. Porcentaje de cobertura de la especie *P. damicornis* en las tres zonas del arrecife La Entrega. Las líneas indican el error estándar.

Pocillopora verrucosa.

Esta especie fue la segunda en cobertura en la estructura arrecifal de La Entrega con un promedio de 2.12 % ± 1.17. *P. verrucosa* se encontró en las tres áreas, aunque en la zona de fondo tuvo mayor porcentaje de cobertura (Fig. 10). No se encontraron diferencias significativas para el porcentaje de cobertura de esta especie entre las diferentes partes del arrecife ($H_{(2,18)}$= 2.40; p= 0.30).

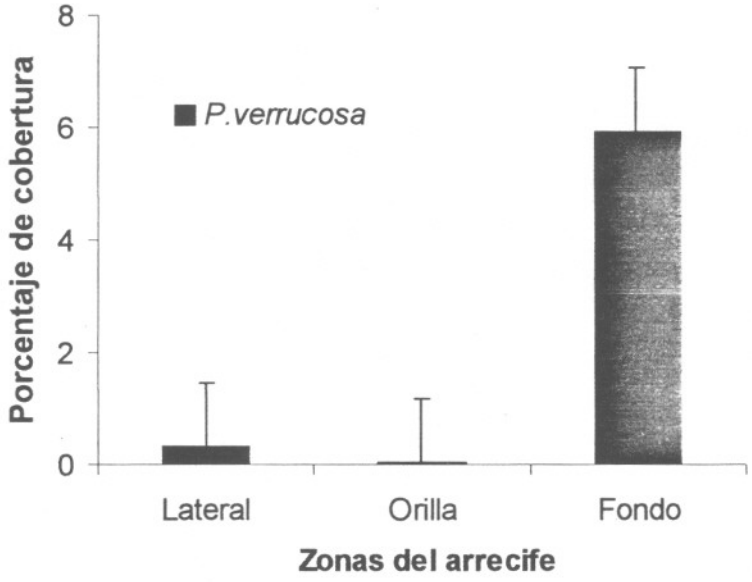


Figura 10. Porcentaje de cobertura de la especie *P. verrucosa* en las tres zonas del arrecife La Entrega. Las líneas indican el error estándar.

Pavona gigantea.

Para esta especie, el promedio de cobertura fue de 0.19 % ± 0.33, y sólo se encontró presente en la zona profunda (Fig.11). No hubo diferencia significativa entre las diferentes zonas del arrecife para el porcentaje de cobertura de esta especie ($H_{(2,18)}$= 4.24; p= 0.12).

Porites panamensis.

Este coral fue el que menor promedio de cobertura presentó en la estructura arrecifal de La Entrega (0.07 % ± 0.28). Se observó en dos de las tres zonas (orilla y fondo) y fue más común en la segunda (Fig. 11). A pesar de sólo encontrarse en dos zonas, la prueba no indicó diferencias significativas en el porcentaje de cobertura al comparar todo el arrecife ($H_{(2,18)}$= 3.62; p= 0.16).

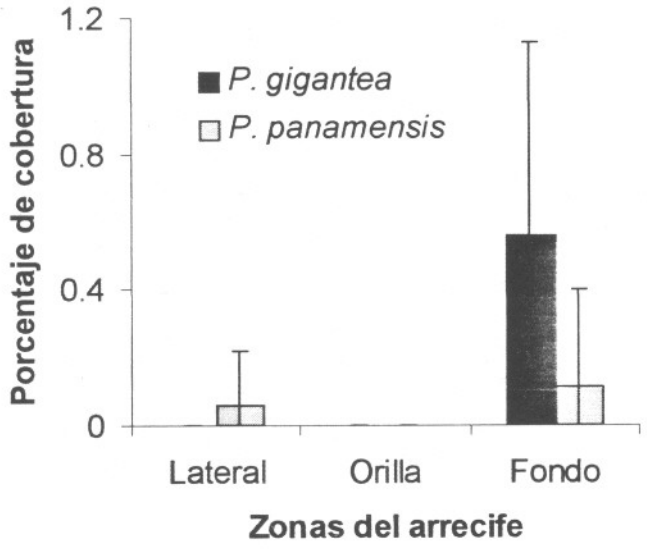


Figura 11. Porcentajes de cobertura de las especies *P. gigantea* y *P. panamensis* en las tres zonas del arrecife La Entrega. La líneas indican el error estándar.

VI.2. BIOEROSIÓN

VI.2.1. Densidad de erizos

El erizo *Diadema mexicanum* es muy abundante en el arrecife La Entrega, siendo la zona de fondo la que presenta la mayor densidad (11.16 ind/m^2 ± 3.45) mientras que en la zona de la orilla la densidad fue de 0.05 ind/m^2 ± 0.16 (Fig. 12). El análisis de varianza no paramétrico evidenció diferencias significativas en la densidad de erizos entre las diferentes zonas del arrecife ($H_{(2,18)}$= 7.01; p= 0.03). La prueba de comparación múltiple de Nemenyi mostró que la diferencia ocurrió entre la zona de la orilla y la zona de fondo (N= 3.67; p< 0.05).

Las correlaciones no paramétricas (Fig. 13 y 14) y de Spearman tanto de la densidad de erizos/cobertura de coral vivo como de cobertura de algas nos indican que no existe relación significativa entre la densidad de erizos y la abundancia tanto de coral vivo como de las algas (r_s= -0.07; p<0.05 y r_s= 0.02; p<0.05, respectivamente).

En las tres zonas del arrecife se observan diferencias en los porcentajes de las distintas tallas de los erizos, en donde la zona de la orilla mostró el valor más alto de erizos pequeños (67 %), mientras que la zona de fondo fue la que presentó porcentajes muy similares entre las tallas chicos y medianos (49.3% y 48%, respectivamente) (Fig. 15).

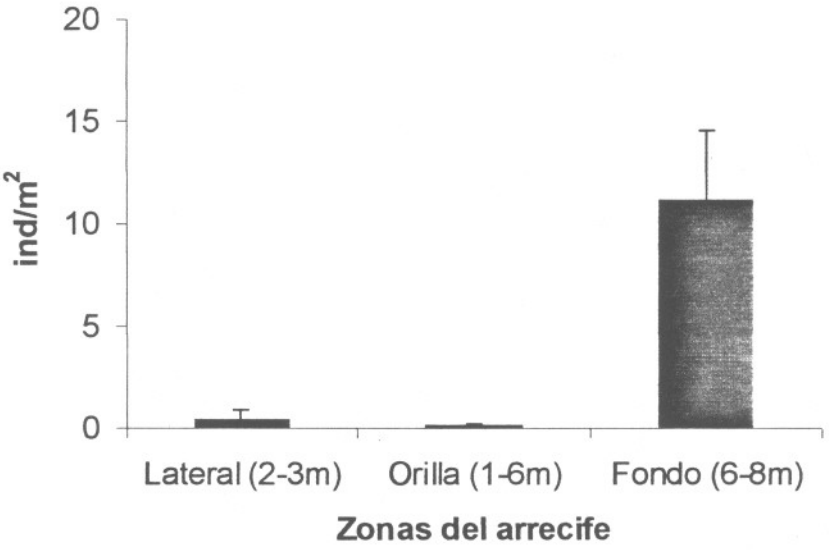


Figura 12. Densidad poblacional de erizos *Diadema mexicanum* en las diferentes zonas en las que se dividió el arrecife La Entrega. Las líneas indican el error estándar.

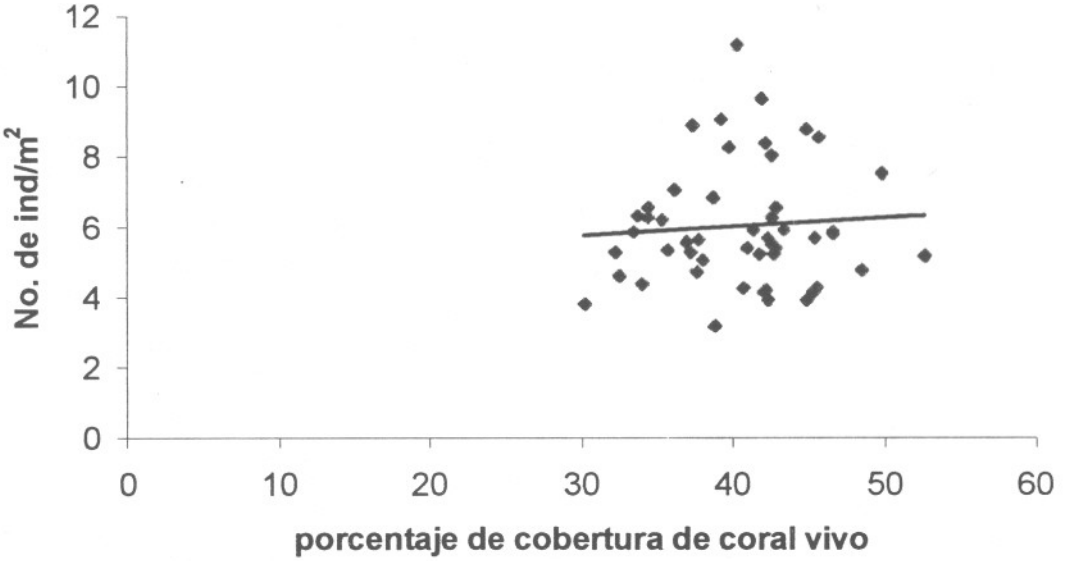


Figura 13. Relación entre la densidad de erizos y la cobertura de coral vivo en el arrecife La Entrega.

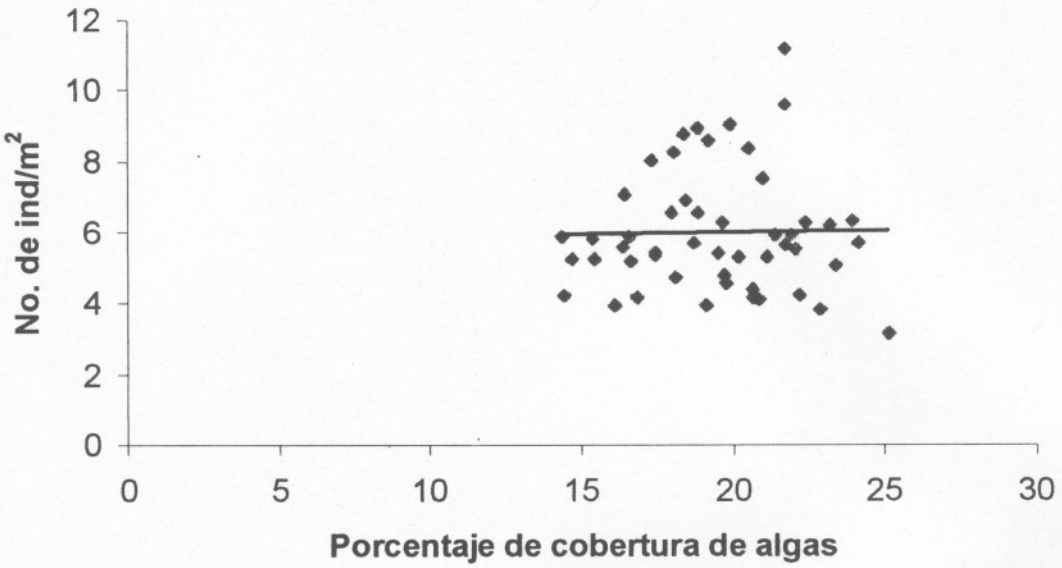


Figura 14. Relación entre la densidad de erizos y la cobertura de algas en el arrecife La Entrega.

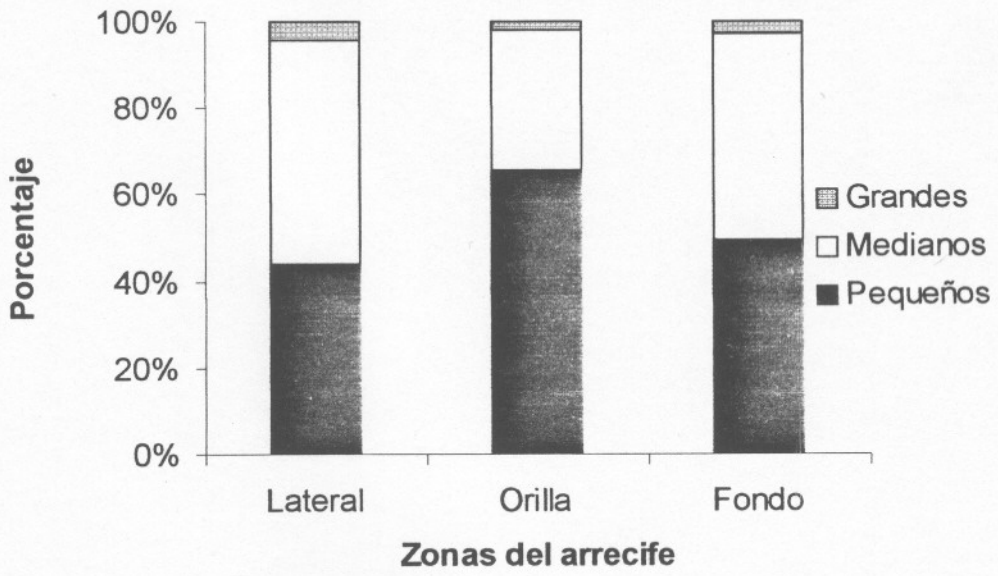


Figura 15. Porcentaje de las distintas tallas del erizo *Diadema mexicanum* en cada una de las zonas de La Entrega.

VI.2.2. Estructura de tallas de erizos

La frecuencia de tallas (Fig. 16) mostró una predominancia de las tallas pequeñas en el arrecife La Entrega, sobre las demás tallas que fueron menos abundantes que la talla más numerosa (2.73). Además de que existe una tendencia a la disminución en el número de organismos conforme aumenta el tamaño del individuo. Igualmente se puede observar que la frecuencia es unimodal.

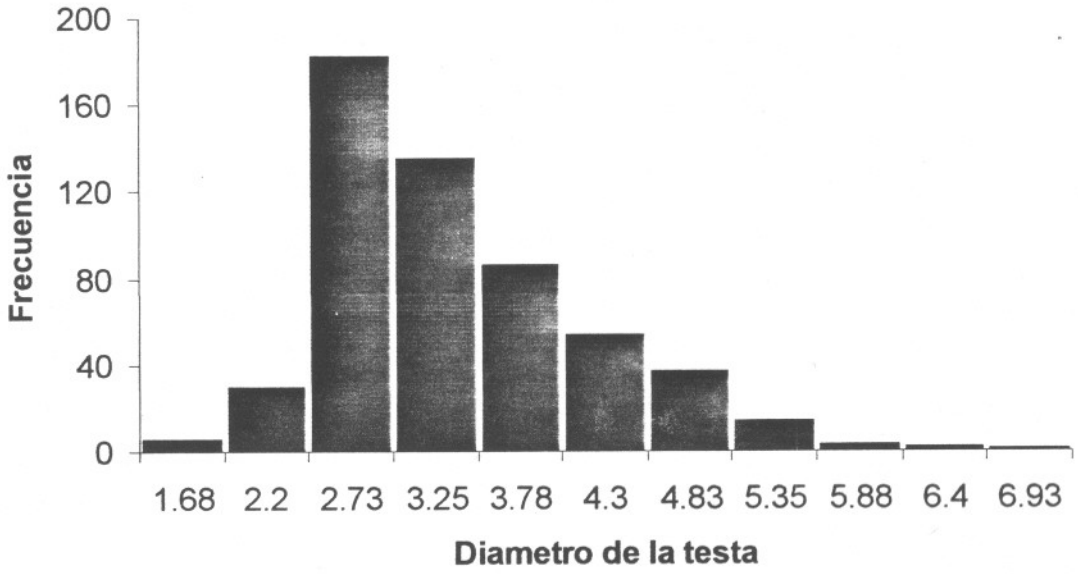


Figura 16. Frecuencia de tallas del erizo *Diadema mexicanum* en La Entrega durante el año 2001.

VI.2.3. Bioerosión por remoción de $CaCO_3$ por erizos.

La intensidad de erosión causada por consumo y abrasión por espinas, muestra una relación directa con la talla, y se vuelve más importante conforme aumenta el tamaño del organismo (tabla II). En el caso de lo defecado no existió una marcada diferencia entre las tallas, mientras que para la abrasión por espinas, el incremento si es muy marcado conforme el tamaño del organismo aumenta. Cuando se considera la remoción total de $CaCO_3$ (consumo + espinas) se observó que la talla mediana es la que mayor presión ejerce sobre la estructura arrecifal que las otras dos tallas (Fig. 17).

Respecto a la bioerosión anual, el valor es de 1829.65 g $CaCO_3/m^2$/año para todo el arrecife, siendo más importante el consumo de Carbonato de Calcio que la abrasión por espinas (Fig. 18). La zona lateral posee un valor de 119.4 g $CaCO_3/m^2$/año, mientras que para la zona de la orilla y fondo se obtuvieron valores de bioerosión (suma de lo consumido y la abrasión por espinas) de 24.09 g $CaCO_3/m^2$/año y 1686.30 g $CaCO_3/m^2$/año, respectivamente (Tabla III; Fig. 18).

La producción neta de $CaCO_3$ en el arrecife es de 11106 g/m^2/año. La zona de orilla y lateral tienen una producción neta alta de 14560 y 12880 g/m^2/año respectivamente, comparadas con la producción neta de la zona de fondo de 5880 g/m^2/año (Tabla IV).

Tabla II. Remoción (g/m^2/año) de $CaCO_3$ causada por erizos para cada una de las zonas del arrecife La Entrega.

Talla (cm)	Defecado	Espinas	Remoción total
Pequeños (0-3)	0.47	0.06	0.53
Medianos (3-5)	1.41	0.41	1.82
Grandes(5-7)	2.96	0.92	3.88

Tabla III. Bioerosión por erizos (consumo y espinas) por clase de tallas para cada una de las zonas del arrecife La Entrega.

ZONA	TALLA DE ERIZOS	BIOEROSION ANUAL (Consumo) g/m^2/año	BIOEROSIÓN ANUAL (Espinas) g/m^2/año
Lateral	Chicos (0-3 cm)	18.25	2.55
	Medianos (3-5 cm)	65.7	18.25
	Grandes (5-8 cm)	10.95	3.65
Total		94.9*	24.45*
Orilla	Chicos (0-3 cm)	7.3	0.73
	Medianos (3-5 cm)	10.95	3.65
	Grandes (5-8 cm)	1.095	0.365
Total		19.345*	4.745*
Fondo	Chicos (0-3 cm)	317.55	40.15
	Medianos (3-5 cm)	919.8	266.45
	Grandes (5-8 cm)	109.5	32.85
Total		1346.85*	339.45*

*= Suma total de remoción de $CaCO_3$ de cada una de las zonas del arrecife La Entrega.

Tabla IV. Producción de $CaCO_3$ en las tres zonas en las que se dividió el arrecife La Entrega. Los datos de densidad (g/cm^2) del género *Pocillopora*, así como su tasa de crecimiento se tomaron de Reyes-Bonilla y Calderón-Aguilera (1999). Los datos de producción neta de carbonato se presentan en g $CaCO_3$/ m^2/año.

ZONA	DENSIDAD g/cm^2	CRECIMIENTO Mm/año	COBERTURA % (media)	PRODUCCION NETA	PROMEDIO
Lateral	1.0	17-39	46.1	7820-17940	12880
Orilla			52.0	8840-20280	14560
Fondo			21.3	3570-8190	5880
Promedio					11106

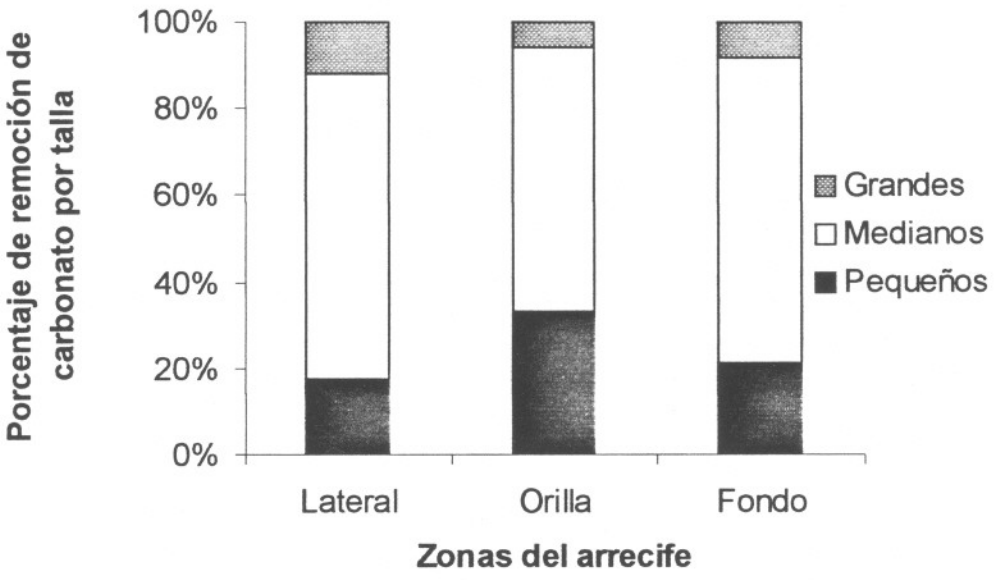


Figura 17. Remoción de $CaCO_3$ por las diferentes tallas de erizos *Diadema mexicanum* para cada una de las zonas del arrecife La Entrega.

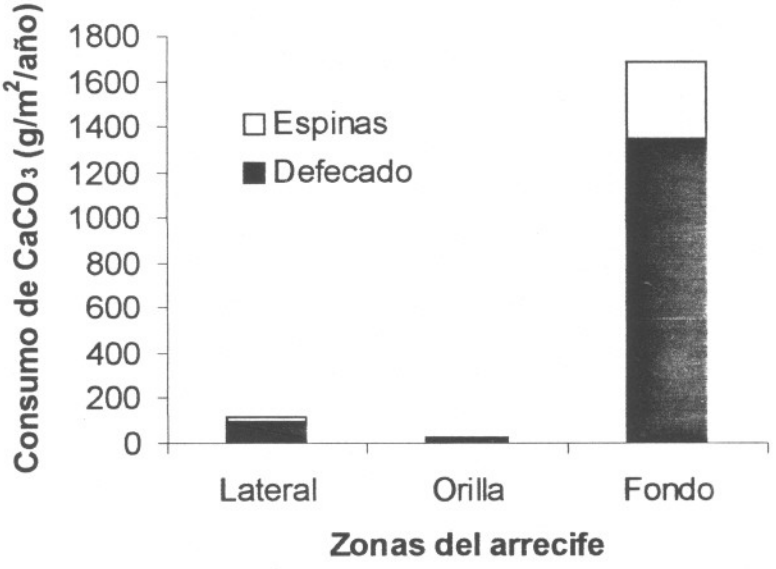


Figura 18. Remoción de $CaCO_3$ por consumo y espinas por el erizo *Diadema mexicanum* para cada una de las zonas del arrecife La Entrega.

VI.3. RECLUTAMIENTO

VI.3.1. Densidad de reclutas del género *Pocillopora*.

De manera general, la densidad de reclutas presentó valores similares en las tres zonas, siendo ligeramente mayor los valores en la zona de lateral, seguida de la orilla y fondo (Fig. 19). A este respecto, el análisis de varianza indicó que no existe diferencia significativa entre las tres áreas del arrecife respecto a la densidad de reclutas ($F_{(2,3)}$= 0.01; p= 0.99).

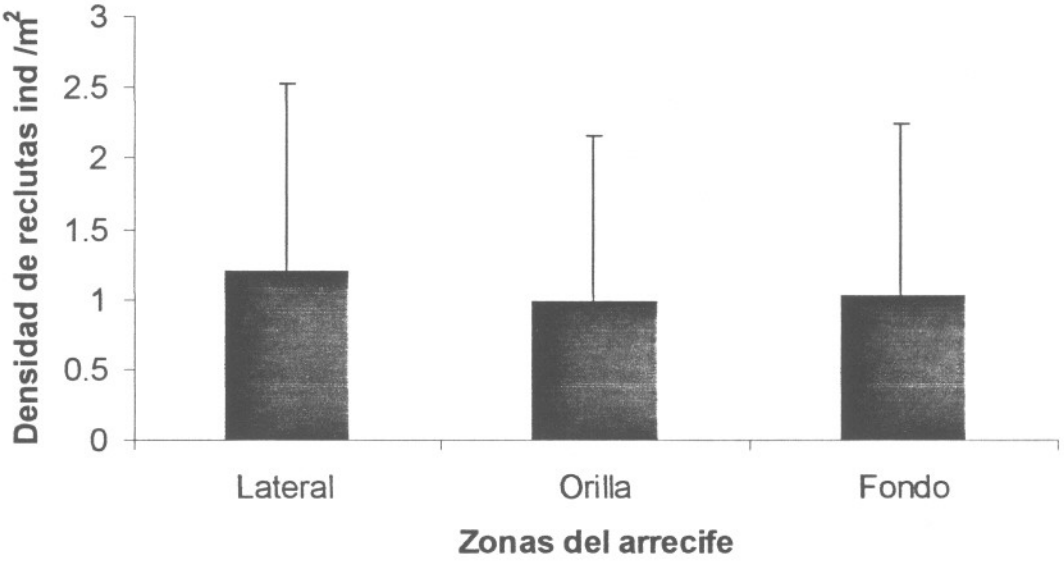


Figura 19. Densidad de reclutas (ind/m^2) para el género *Pocillopora* para cada una de las zonas del arrecife La Entrega. Las líneas indican el error estándar.

En el caso de los géneros *Pavona y Porites* no se pudo calcular la densidad debido a que sólo se registró un recluta para *Porites,* y en el caso de *Pavona*, no existió ningún registro.

VI.3.2. Estructura de tallas de reclutas.

La Tabla V muestra algunos descriptores estadísticos de la talla de las colonias reclutas en cada una de las zonas en que fue dividida La Entrega. De acuerdo a esta tabla, las colonias de mayor tamaño se encontraron en la zona lateral y de fondo. La moda en zona de la orilla y lateral fue de 4.0 cm, mientras que en el fondo fue de 5.0 cm. En la orilla se presenta un valor menor del CV (31.80 %), es decir podría considerarse más homogénea que las demás respecto al tamaño de los reclutas. Los valores de sesgo son significativos únicamente en las zonas lateral y fondo p =0.001, en las que se presentan valores positivos ligeramente mayores a cero.

El análisis de varianza no-paramétrico evidenció que existen diferencias en la talla de las colonias de acuerdo a la zona donde se encuentran ($H_{(2, 243)}$ =38.29; p=0.00); mientras que la comparación múltiple de Dunn indico que la diferencia ocurre entre la orilla para con las otras dos zonas ($Q_{0.05,3}$ = 3.64; $p < 0.05$).

Tabla V. Estadística descriptiva de los datos de altura de los reclutas sexuales del género *Pocillopora* en cada una de las zonas del arrecife La Entrega durante los meses de Junio a Noviembre de 2001. El estadístico de prueba P ($Z \geq Z_{g1}$) ($\alpha = 0.05$), indica la probabilidad de que una distribución de frecuencias tenga un sesgo significativo hacia la derecha (Ho: $g_1 \leq 0$), mientras que P ($Z \leq Z_{g1}$) indica un sesgo significativo hacía la izquierda (Ho: $g_1 \geq 0$). La Ho se rechaza siempre que P (Z) $\leq \alpha$.

Zona	n	Media (cm)	Moda (cm)	Error estándar	CV (%)	Sesgo g_1	P($Z \geq o \leq \alpha$)
Lateral	129	6.14	4	0.24	44.79	0.08	0.001
Orilla	28	3.21	4	0.19	31.80	-0.01	0.363
Fondo	86	5.98	5	0.49	45.48	0.07	0.001

VII. DISCUSION

VII.1. ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD

Riqueza de especies.

Dentro del Pacifico mexicano Bahías de Huatulco es considerada una de las regiones con mayor riqueza (Leyte-Morales, 1997; Reyes-Bonilla y López-Pérez, 1998), alcanzando un total de 15 especies de corales pétreos. Aquí se encuentra La Entrega que es el arrecife local con mayor riqueza (nueve especies). Leyte-Morales (2001) encontró 10 especies en este arrecife, la cual es una riqueza similar a la estimada en este trabajo; esto se debe a que los muestreos de ambos estudios se realizaron en un intervalo de tiempo muy cercano. La diferencia en la riqueza específica se debe a la existencia de únicamente de dos colonias de 80 cm de diámetro de *Pocillopora inflata* Glynn 1999, las cuales no fueron detectadas en este estudio. Si se compara la riqueza de especies con las registradas en México y otras áreas del POT se observa que La Entrega se encuentra dentro del promedio normal para el POT (Tabla VI). Sin embargo hay que considerar que cuatro de las nueve especies registradas se encontraron muertas, lo cual sugiere que los factores y procesos que afectan la riqueza específica han ocasionado una disminución en el número de especies en un período de tiempo relativamente reciente.

Tabla VI. Registros de la riqueza de especies para las principales comunidades coralinas del Pacífico oriental tropical. Referencias 1) Glynn y Leyte-Morales, 1997; 2) Carriquiry y Reyes-Bonilla,1997; 3) Reyes-Bonilla,1993b; 4) Leyte-Morales, 2001; 5) Beltrán, 1999; 6) Glynn, 1999; 7) Cortés y Murillo, 1985; 8) Cortés, 1997; 9) Vargas-Angel, 1996; 10) López-Pérez, 1996; 11) el presente trabajo.

Localidad y País	Número de especies	Referencia
Cabo Pulmo (México)	10	3
Cabo Pulmo (México)	7	5
Careyeros/Punta Mita (México)	9	2
Islas Marietas (México)	6	2
Islas Marías (México)	7	2
Islas Jaltemba (México)	6	2
Isla Isabel (México)	2	2
La Cruz Huanacaxtle (México)	6	2
Bahía La Entrega (México)	7	1
Bahía La Entrega (México)	10	4
Bahía La Entrega (México)	9	11
Golfo Dulce (Costa Rica)	12	7
Isla Coco (Costa Rica)	19	6
Guanacaste (Costa Rica)	10	8
Golfo de Chiriqui (Panamá)	12	6
Punta Diego (Colombia)	8	9
Cocalito (Colombia)	8	9
Promedio POT	9	10

Existen factores y procesos que influyen o determinan la riqueza específica en las comunidades coralinas; la magnitud y extensión del efecto de éstos depende en gran medida de la escala espacio-temporal en la que actúan y de sus posibles interacciones (Caley y Schluter, 1997). Entre los procesos que influyen o determinan la riqueza de especies en Bahías de Huatulco se encuentran los siguientes: la dispersión y reclutamiento de larvas desde los centros de origen de especies; en este caso se han propuesto dos rutas de dispersión: Vía Provincia Panámica y Vía Islas Revillagigedo y Atolón Clipperton (López-Pérez, 1996; Ketchum y Reyes-Bonilla, 1997; Reyes-Bonilla y López-Pérez, 1998); las surgencias (Dana, 1975; Glynn, 1976; Glynn y Wellington, 1983;) y la sedimentación, debido a que ocasionan una disminución en la cantidad y calidad de luz (Maragos, 1972; Mundy y Babcock, 1998, 2000), así como el enterramiento de los corales, lo cual afecta la sobrevivencia de larvas y juveniles (Loya, 1976; Te, 1992; Wittenberg y Hunte, 1992), los cambios drásticos en la temperatura del agua (Glynn y Leyte-Morales, 1997), que ocasionan la mortalidad de corales debido a la pérdida de las algas fotosintéticas (zooxantelas) (Glynn y D´Croz, 1990), los efectos del oleaje producido por tormentas debido a que provocan el rompimiento de los corales y su consecuente mortalidad parcial o total (Rogers, 1993; Lirman *et al.*, 2001), la geomorfología del arrecife (tamaño, pendiente y complejidad del sustrato) (Carriquiry y Reyes-Bonilla, 1997; Leyte-Morales, 2001; Karlson y Cornell, 2002), las interacciones interespecíficas (competencia y depredación) (Birkeland, 1977, Carpenter, 1981; Wellington 1982; Hatcher, 1983; Hay, 1981, 1985; Lewis, 1985, 1986; Karlson y Cornell, 2002) y los disturbios

antropogénicos (dragado, anclaje de embarcaciones y actividades recreativas) (Grigg y Dollar, 1990; Allison, 1996; PMPNH, sometido).

Puesto que no existen diferencias significativas en la riqueza de especies entre las zonas de La Entrega (Tabla I), sino un ligero aumento en el numero de especies en la zona de fondo, se puede considerar que no existe una zonación (Leyte-Morales, 2001). Siendo la presencia de colonias vivas de *P. gigantea* en la zona de fondo, el elemento que diferencia a ésta de las otras zonas (orilla y lateral); es importante considerar que existe la referencia de que dicha especie comenzó a colonizar el sustrato muerto en la zona de fondo aproximadamente entre los años 1987-88 de acuerdo al análisis de la estructura de tallas realizado por Glynn y Leyte-Morales (1997).

Tomando en cuenta que es la zona de fondo en donde se ha encontrado un mayor número de especies existentes, aunque algunas de éstas fueron encontradas muertas y en el caso de *P. gigantea* se ha propuesto su reciente colonización, es posible asumir que la riqueza específica ha tenido fluctuaciones y que actualmente presenta una tendencia hacia la perdida de especies. En el caso de La Entrega, la ocurrencia de los factores que ocasionaron la mortalidad de corales en la zona de fondo sugieren que estos actuaron a nivel local, puesto que cuando Glynn y Leyte-Morales (1997) reportan por primera vez dicha mortalidad, no detectaron eventos semejantes en otras comunidades arrecifales en Bahías de Huatulco.

De los posibles disturbios que se consideran determinantes en la composición de especies del arrecife, los cambios drásticos de temperatura y el oleaje producido por tormentas pueden ser tomados en cuenta como causa de la

mortalidad mencionada anteriormente, no obstante se debe de considerar que se carece de referencias previas a Glynn y Leyte-Morales (1997) y Lirman *et al.* (2001). Por otro lado, se sabe que la bahía de Sta. Cruz fue modificada debido a las actividades de construcción desde el inicio del desarrollo turístico, en particular a causa de la creación de la dársena para lo cual fue necesario realizar un dragado. También es un hecho que la zona de fondo esta más expuesta al anclaje de embarcaciones, debido a que está fuera del área de boyado (Mitchell-Arana, 1994). Entonces, muy probablemente la sedimentación ocasionada por el dragado y los daños por el anclaje de las embarcaciones, aunado a la geomorfología del arrecife han sido determinantes en la composición de la riqueza específica.

En cuanto a las actividades recreativas, se sabe que éstas son realizadas de manera constante principalmente en las zonas lateral y orilla (Mitchell-Arana, 1994) y en las cuales la riqueza específica es inferior a la máxima registrada en la zona de fondo (nueve especies), por lo que pueden ser consideradas como factores determinantes en la riqueza especifica de dichas zonas del arrecife, posiblemente debido a la presión que ejercen sobre las mismas.

Así mismo se observa una dominancia del género *Pocillopora* sobre *Porites* en las tres zonas del arrecife, debido a su alta tasa de crecimiento, y a su capacidad de reproducción por fragmentación (Glynn, 1977; Glynn y Stewart, 1973; Glynn *et al.*, 1979; Glynn y Macintyre, 1977; Highsmith, 1982; Guzmán y Cortés, 1989). Esto conlleva al análisis de las características ecológicas de las especies: *P. gigantea* y *L. papyracea* que normalmente se distribuyen en zonas profundas (Wellington, 1982; Glynn y Leyte-Morales, 1997; Leyte-Morales, 2001; Leyte-Morales *et al.*, 2002) mientras que *P. panamensis* es considerada una

especie oportunista puesto que produce una gran cantidad de larvas capaces de fijarse en una amplia variedad de sustratos (Medina-Rosas, 2000; Mora-Pérez, en prep), lo cual le permite colonizar nichos que podrían ser adversos para otras especies. La ocurrencia de los factores y procesos que se han presentado a escala local, junto con las características de las especies presentes en La Entrega, podrían explicar la riqueza de especies en las distintas zonas del arrecife.

Cobertura coralina.

La cobertura coralina en el arrecife La Entrega (40 %) puede ser considerada dentro del promedio de las regiones coralinas del Pacífico mexicano. Glynn y Leyte-Morales (1997) y Leyte-Morales (2001) encontraron una cobertura que oscila entre el 30 y 90 % para Bahías de Huatulco. Para Cabo Pulmo, BCS los valores de cobertura han oscilado entre 30 % (Reyes-Bonilla, 1993b) y 50 % (Beltrán, 1999); mientras que en Nayarit se ha reportado una cobertura de 39 % (Carriquiry y Reyes-Bonilla, 1997). Se han encontrado coberturas muy bajas en Punta Perico, BCS (9 %) e Isla Cerralvo, BCS (2 %) y en general se reporta que la cobertura coralina en el sur del Golfo de California es de 29 % (Beltrán, 1999).

Con respecto a la cobertura de coral vivo en La Entrega se registró una amplia variabilidad entre las zonas (orilla =52.02 % vs fondo =21.94%) y lo mismo ocurre con el coral muerto (orilla =4.19 % vs fondo =69.38 %) (Fig. 2), esto nos indica que la cobertura en el arrecife es muy heterogénea (debido a la ocurrencia de disturbios que ocasionaron la mortalidad de corales (Glynn y Leyte-Morales, 1997); de manera similar la cobertura por forma funcional (Figs. 3-4), por género (Figs. 5-6, 7) y por especies (Figs 8-10, 11) presenta valores que muestran una

dominancia de las formas ramificadas del género *Pocillopora,* principalmente de *P. damicornis*.

La dominancia de *Pocillopora* en el arrecife puede ser explicada dentro de un contexto regional (Glynn y Leyte-Morales, 1997; Leyte-Morales, 2001), así como también del POT (Glynn, 1976, Glynn, 1996, Glynn y Ault, 2000; Glynn y Wellington, 1983; Guzmán y Cortés, 1993). Lo cual se debe a su alta capacidad competitiva (Porter, 1974; Wellington, 1980; Highsmith, 1982 Glynn y Wellington, 1983) y a su alta tasa de crecimiento (Glynn, 1976, 1977; Von-Prahl y Vargas, 1990) . En tanto, la presencia de *P. damicornis* en la zona de la orilla pudiera estar determinada por algunas características de la especie, tales como: su tendencia a encontrarse principalmente en zonas someras, (Reyes-Bonilla, 1993b) debido a que presenta pólipos muy pequeños, por lo que depende en gran medida de la energía proporcionada por las zooxanthelas y por consecuencia, ocupa nichos en donde la intensidad luminosa es muy alta (Spencer Davies, 1991). Su distribución en el arrecife está muy ligada a la geomorfología, en particular a la pendiente poco pronunciada (10%) (Mitchell-Arana, 1994) y por consiguiente la relativamente baja profundidad en la orilla, zona más apta para su desarrollo.

Se puede considerar que la cobertura coralina en La Entrega es normal tanto al compararla de manera regional como a nivel del POT, además de que *P. damicornis* prácticamente monopoliza el espacio en relación con otros géneros y especies.

VII.2. BIOEROSIÓN

Para poder estimar el impacto de la bioerosión ocasionada por los erizos (*D. mexicanum*) a los arrecifes, se deben considerar tres aspectos: el tipo de especie, su tamaño y la densidad poblacional (Bak, 1994).

La densidad del erizo *Diadema mexicanum* en La Entrega (7.28 ind/m^2) se puede considerar un valor intermedio en el POT, si lo comparamos con los valores encontrados en Panamá ([1.04 ind/m^2] Lessios *et al.* 1984), Colima ([1.5-1.7 ind/m^2] Espino-Barr *et al.* 1996), Costa Rica ([3.9 ind/m^2] Guzmán, 1996), Islas Revillagigedo ([30 ind/m^2] Reyes-Bonilla, 1995), en pequeños parches en Puerto Angel y sus alrededores, Oaxaca ([>70 ind/m^2] Reyes-Bonilla, en prensa), Panamá ([50-150 ind/m^2] Guzmán, 1996; Glynn, 1988, 2000).

En La Entrega se observa una distribución heterogénea en la abundancia y densidad de erizos (Fig. 12). Se sabe que estos organismos tienden a agregarse en las colonias de coral muerto principalmente en la parte profunda de los arrecifes (zona de fondo), debido a que su largo cuerpo (testa + espinas) es más susceptible a la remoción durante periodos de alta intensidad del oleaje en las zonas someras (lateral y orilla), volviéndolos más vulnerables a la depredación por peces, así como al rompimiento de sus espinas (Lewis y Wainwrith, 1985; Morrison, 1988; Carpenter, 1990). Generalmente dicha remoción resulta en la muerte del organismo, principalmente en sitios expuestos (Denny *et al.* 1985, Foster, 1987) por lo que es más común observar erizos en zonas profundas y/o protegidas que en zonas someras y/o expuestas (Lewis y Wainwrith, 1985; Morrison, 1988; Carpenter, 1990). Glynn y Leyte-Morales (1997) coinciden en hallar abundantes erizos sobre cabezas de coral muerto en la zona de fondo del

mismo arrecife. Es posible que el agregamiento en la zona profunda ayude a explicar las diferencias encontradas entre la zona de la orilla y lateral para con la de fondo.

Se sabe que la distribución y densidad de los erizos se ve influenciada por la presencia y abundancia de algunos peces (familias Acanthuridae, Scaridae y Pomacentridae) (Sammarco, 1982; Foster, 1987; Eakin, 1988; Robertson 1991), formando parte del proceso de competencia por el alimento (Connell, 1983) al ser herbívoros generalistas, por lo que llegan a traslaparse en el uso de ese recurso (Ogden y Lobel, 1978; Steneck, 1983; Carpenter, 1990). Así mismo se tiene el conocimiento de que el ramoneo por estos peces es menor al ocasionado por el erizo (Steneck, 1983; Carpenter, 1986), y por lo tanto el consumo de los erizos este localizado a un área pequeña del arrecife comparado con el de los peces, debido al tipo de desplazamiento que presentan ambos organismos (Carpenter, 1984, 1986). En el caso de La Entrega probablemente esto éste sucediendo, sin embargo sólo se tienen datos de la densidad de dichos peces (acanthuridos, scaridos y pomacentridos) en todo el arrecife (Barrientos-Villalobos, 2000) y no por zonas. Así como no se cuenta con los valores del ramoneo ocasionado por los mismos en el arrecife.

Otros factores que pueden estar influyendo en la distribución y densidad de los erizos del género *Diadema* son la disminución de la cobertura de coral vivo (Glynn *et al.*, 1979) y el aumento en la abundancia de algas en las comunidades arrecifales (Glynn, 1988; Carpenter, 1990; Guzmán y Cortés, 1992). Glynn *et al* (1979) encuentran que existe una correlación inversa entre la densidad de erizos y la cobertura de coral vivo, mientras que Carpenter (1990) observó que la

mortalidad masiva de erizos (disminución en la densidad) ocasionó un aumento en la biomasa de algas. En La Entrega las correlaciones realizadas entre la densidad de los erizos *D. mexicanum* y la cobertura de coral vivo y de algas no fueron significativas (Fig. 14 y 15), posiblemente debido a que tanto la cobertura de coral como la distribución y densidad del erizo, son heterogéneas en el arrecife. Con lo que probablemente se puede asumir que estos factores no están determinando la densidad de los erizos en la comunidad arrecifal.

En el caso de la estructura de tallas del erizo *D. mexicanum* para el arrecife La Entrega, las tallas pequeñas son el principal componente de la población (Fig. 16). Se sabe que bajo condiciones climáticas favorables o una baja densidad poblacional, el erizo puede llegar a incrementar su talla mientras no cambien dichas situaciones (Sebens, 1981, 1983). Cuando las condiciones antes mencionadas se modifican, el individuo disminuye su crecimiento (Taylor y Taylor, 1979; Hurd y Eisenberg, 1984) como una alternativa de sobrevivencia (Sebens, 1982; Levitan, 1988). Posiblemente la presencia de tallas pequeñas, principalmente en la zona de fondo en La Entrega, se pueda deber a la alta densidad que presenta dicha área (11.16 ind/m^2) con respecto a las otras dos, lo cual pudiera estar ocasionando un crecimiento lento de los organismos. Igualmente se tiene conocimiento de que *Diadema* comúnmente exhibe una relación inversa entre la talla del cuerpo y la densidad poblacional (Carpenter, 1981; Hunte *et al* 1986; Levitan, 1988), lo cual sugiere que el alimento muchas veces es considerado un factor limitante, por la competencia intraespecífica al aumentar su densidad en el arrecife.

En el POT los equinodermos son considerados uno de los principales grupos de organismos bioerosionadores (Glynn *et al.*, 1979; Glynn, 1988) pudiendo ser capaces de llegar a reducir el reclutamiento de los corales (Sammarco, 1980) dando como resultado una disminución en la cobertura de coral vivo, la producción de carbonato de calcio, y por consiguiente una disminución en la diversidad del ecosistema arrecifal e incluso la destrucción completa del arrecife (Hein y Risk, 1975).

La bioerosión producida por los erizos *D. mexicanum* en La Entrega (1.8 kg $CaCO_3/m^2$/año) puede ser considerada baja si se compara con los valores encontrados en St. Croix (8.5 kg $CaCO_3/m^2$/año), en Barbados (5.8 kg $CaCO_3/m^2$/año), Curacao (2.9 kg $CaCO_3/m^2$/año), Moorea (4.6 kg $CaCO_3/m^2$/año), Islas Galápagos (15-27 kg $CaCO_3/m^2$/año), (23 kg $CaCO_3/m^2$/año) y Cabo Pulmo (7.9 kg $CaCO_3/m^2$/año) (Odgen 1977; Scoffin *et al.*, 1980; Bak *et al* 1984; Bak 1990; Glynn y Colgan 1992; Reaka-Kudla *et al.*, 1996; Reyes-Bonilla y Calderón-Aguilera 1999, respectivamente).

En el caso de la remoción total de $CaCO_3$ en las tres zonas del arrecife La Entrega, se puede observar que la talla de erizos medianos (3-5 cm) fue la que mayor aportación tuvo en la bioerosión, a diferencia de las otras dos tallas cuya contribución fue menor (Fig. 17). En la zona de fondo, la remoción total de $CaCO_3$ presenta un valor alto (1.7 kg $CaCO_3/m^2$/año), comparado con la zona lateral y orilla (0.1 kg $CaCO_3/m^2$/año y 0.02 kg $CaCO_3/m^2$/año, respectivamente). Además, la erosión por la acción de las espinas toma mayor relevancia principalmente en la zona de fondo (Fig. 18, Tabla III), sin embargo dichos valores no dejan de ser bajos con respecto a otros arrecifes.

Para poder estimar si la remoción es mayor que la acreción de $CaCO_3$ en el arrecife y por consiguiente el posible efecto de la bioerosión, es importante conocer ambos factores. Para La Entrega, el valor promedio de producción neta de $CaCO_3$ puede ser considerado alto (11.1 kg $CaCO_3/m^2$/año), comparado con la producción neta de otros arrecifes del POT (Tabla VII).

Tabla VII. Producción de $CaCO_3$ en algunas comunidades coralinas del Pacífico oriental tropical. Referencias 1) Reyes-Bonilla y Calderón-Aguilera; 1999, 2) Scott *et al.*,1988; 3) Glynn y Wellington, 1983; 4) Glynn, 1988; 5) presente estudio.

Localidad	Kg $CaCO_3/m^2$/año	Referencia
Cabo Pulmo	7.9	1
La Entrega	11.1	5
Costa Rica	8-16	2
I. Galápagos	9.3-21.9	3
I. Galápagos	8-16	4

Posiblemente este valor alto de producción neta de $CaCO_3$ para La Entrega se pueda deber a que la cobertura de coral vivo abarca la mayor parte del arrecife, principalmente en la zona lateral y orilla (Fig. 2) (Glynn y Leyte-Morales, 1997; Leyte-Morales 2001).

Por otro lado, si comparamos el valor de bioerosión para la zona de fondo (Tabla III) y el valor de producción neta de $CaCO_3$ para la misma área (Tabla IV) se puede ver que la diferencia entre ellos es grande (9.3 kg $CaCO_3/m^2$/año). Considerando este valor se puede asumir que el arrecife se encuentra creciendo y

que la bioerosión por el erizo *D. mexicanum* no es un proceso que este afectando seriamente a la estructura de la comunidad arrecifal en La Entrega.

VII. 3 RECLUTAMIENTO.

El reclutamiento es fundamental en la estructura de las poblaciones coralinas, ya que aporta nuevos miembros a la población (Doherty y Williams, 1988; Harrison y Wallace, 1990). En La Entrega, la densidad de reclutas es similar en las diferentes zonas del arrecife (Fig. 19) con valores relativamente altos (0.98 a 1.2 col./m^2) para la región de Bahías de Huatulco (Tabla VIII). Un punto que se debe de tomar en cuenta al considerar dichos valores altos, es que no se conoce con exactitud su origen reproductivo (Highsmith, 1982), es decir, si son producto de una reproducción sexual, o asexual (por fragmentación o expulsión de pólipos -*polyp bail-out*-) y a la ocurrencia de tejidos crípticos, los cuales favorecen la recuperación de la colonias (Highsmith, 1982; Richmond, 1985; Glynn, 1991; Piller y Riegi, 2000; Mora-Pérez, sometido). Sin embargo un indicador del posible origen reproductivo de las colonias reclutas es la forma de la misma, presentando las originadas por vía sexual, formas hemisféricas regulares (forma de coliflor), por lo que solo se consideraron colonias con dicha característica.

Si se comparan los valores de densidad de reclutas encontrados en este estudio con los registrados en algunas zonas coralinas del POT, se pueden considerar altos, pero bajos si se comparan con arrecifes del Indo-Pacífico (p. ej. Isla Heron, Australia) (Tabla VIII). Si bien, es difícil realizar una comparación directa de las densidades de reclutas entre arrecifes coralinos de diferentes regiones, debido a que las especies tomadas en cuenta en los estudios sobre

reclutamiento no son las mismas; asimismo, la mayoría de dichos trabajos están enfocados al reclutamiento con la utilización de sustratos artificiales (losas de porcelana, barro o de plástico) y que las condiciones ambientales que determinan la dinámica poblacional son diferentes (Richmond, 1985; Caley *et al.*, 1996). Los valores registrados de densidad de reclutas en este estudio podrían deberse a que los procesos que regulan la densidad de reclutas (como son la producción, fijación y sobrevivencia) (Chiappone y Sullivan, 1996) actúan de manera homogénea en todo el arrecife, provocando que no existan diferencias significativas entre las tres zonas (Fig. 19). Sin embargo estos valores se deben de tomar con cautela debido a que la varianza de los datos es muy grande y por consiguiente es probable que se este cometiendo un error tipo β y se esté aceptando una hipótesis nula falsa.

Tabla VIII. Valores de densidad de reclutas (col/m^2) para el POT y el Indo-Pacífico. Referencia 1) Reyes-Bonilla, 1993b; 2) Morales-Vallín, sometido; 3) Connell *et al.*, 1997; 4) Presente estudio.

Localidad	Densidad (col./m^2)	Referencia
Cabo Pulmo	0.1	1
Isla Montosa	0.25	2
La Entrega	0.98-1.02	4
Isla Cacaluta	0.43	2
Jicaral-Chachacual	0.02	2
San Agustín	0.23	2
Isla Heron	1.7-12.7	3

En cuanto a la estructura de tallas de colonias reclutas, los valores de la moda indican la presencia de tallas relativamente grandes en la zona de fondo (5 cm), mientras que las zonas de la orilla y lateral presentan tallas pequeñas (4 cm) (Tabla V); sin embargo, la prueba de Dunn indica que únicamente existen diferencias significativas entre la zona de orilla con respecto a las otras dos, lo cual coincide con la tendencia de las tallas indicadas por los valores de sesgo (g_1) y con la semejanza de los valores del CV entre las zonas lateral y fondo, lo cual indica que los procesos que regulan la estructura de tallas pueden actuar de manera diferente.

Los procesos que regulan la estructura de tallas en una población coralina son los períodos de reclutamiento, la sobrevivencia y el crecimiento de las colonias reclutas (Hughes. 1984; Chiappone y Sullivan, 1996; Miller *et al.*, 2000), estos procesos pueden actuar de manera simultánea y no son mutuamente excluyentes. En las zonas lateral y de fondo de La Entrega, dichos procesos pudieron haber actuado de una manera diferente a como ocurrieron en la zona de la orilla. Es decir, en las primeras zonas los períodos de reclutamiento han sido más variables debido a que los procesos que lo ocasionan han tenido una mayor continuidad; en tanto que, los factores que determinan la sobrevivencia de las colonias reclutas han favorecido una mayor variabilidad en las tallas (Glynn y Macintrye, 1977; Guzmán y Cortés, 1989; Von Prahl y Vargas, 1990). Sin embargo es necesario realizar estudios más detallados sobre los efectos de dichos factores sobre la estructura de tallas.

VIII. CONCLUSIONES.

1.- Se encontraron 9 especies de corales zooxanthelados en todo el arrecife, de los cuales cuatro fueron encontrada como fragmentos muertos. La zona de fondo presentó una ligera tendencia a un mayor número de especies (cinco spp). Se consideran a la sedimentación producto del dragado, el anclaje de embarcaciones, la mortalidad por el fenómeno de El Niño y a la bioerosión como factores determinantes en la reducción de la riqueza específica.

2.- La cobertura de coral vivo, las formas funcionales (ramificado vs masivo) y género, no mostraron diferencias significativas entre las zonas del arrecife. Solo la especie *P. damicornis* indicó diferencias entre la zona lateral y orilla con respecto a la de fondo, sugiriendo que la dominancia es monoespecífica en el arrecife La Entrega, lo cual se debe a las características biológicas de la especie y a la geomorfología del arrecife.

3.- La densidad de erizos *D. mexicanum* en La Entrega es alta para la región de Bahías de Huatulco. En la zona de fondo se presentó una predominancia de las tallas pequeñas con respecto a las otras dos zonas del arrecife, lo cual se asocia a la mayor densidad de erizos, debido a la tendencia de éstos a agruparse en zonas profundas con una mayor cobertura de coral muerto. Como consecuencia la zona de fondo fue la que mayor bioerosión presentó, a diferencia de las otras dos zonas, donde la bioerosión fue prácticamente nula. En todas las zonas del arrecife la producción neta de $CaCO_3$ fue mayor que la bioerosión.

4.- La densidad de colonias reclutas de *Pocillopora* fue semejante en las tres zonas del arrecife debido a que los procesos que regulan dicha densidad (como son la producción, fijación y sobrevivencia) actúan de manera homogénea en todo el arrecife.

5.- La estructura de tallas de colonias reclutas de *Pocillopora*, la zona lateral y de fondo presentaron diferencias significativas con respecto a la zona de la orilla, debido posiblemente a los efectos de los períodos de reclutamiento y la sobrevivencia de las colonias reclutas en ambas zonas.

6.- Las zonas lateral y orilla son semejantes con respecto a la cobertura de la especie *P. damicornis*, la densidad y estructura del erizo *D. mexicanum* y en cuanto a la bioerosión. Solo en la estructura de tallas de colonias reclutas del género *Pocillopora* la zona de la orilla difiere con respecto a las otras dos zonas.

IX. LITERATURA CITADA

Allison, W. R. 1996. Snorkeler damage to coral reefs in the Maldive Islands. Coral Reefs. 15: 215-218.

Bak, R. P. M. y M. S. Engel. 1979. Distribution, abundance and survival of juvenile hermatypic corals (Scleractinia) and the importance of life history strategies in the parent coral community. Mar. Biol. 54: 341-352.

Bak, R. P. M. 1990. Patterns of echinoid bioerosion in two Pacific coral reef lagoons. Mar. Ecol. 66: 267-272.

Bak, R. P. M. 1994. Sea urchin bioerosion on corals reefs: place in the carbonate budget and relevant variables. Coral Reefs. 13: 99-103.

Bak, R. P. M., R. M. Termat y R. Dekker. 1982. Complexity of coral interactions: Influence of time, location and epifauna. Mar. Biol. 69: 222-255.

Bak, R. P.M. y E.H. Meesters. 1998. Coral population structure: the hidden information of colony size-frequency distributions. Mar. Ecol. Prog. Ser. 162: 301-306.

Bak, R. P. M. y Van Eys. 1975. Predation of the sea urchin *Diadema antillarum* Philippi on living coral. Oecol. (Berlin). 20: 111-115.

Bak, R. P. M., M. J. E. Carpay, D. E. De Ruyter van Stevenonck. 1984. Densities of the sea urchin *Diadema antillarum* before and after mass mortalities on the coral reefs of Curacao. Mar. Ecol. Prog. Ser. 17: 105-108.

Barrientos-Villalobos. J. 2000. Diversidad y Abundancia de la ictiofauna de los arrecifes coralinos del Parque Nacional Huatulco, Oax. Tesis Licenciatura Puebla, Pue, México. 54 pp.

Beltrán, R. V. H. 1999. Estructura de la comunidad de siete zonas coralinas del sur del Golfo de California. Tesis Licenciatura. La Paz, UABCS, México. 90 p.

Breen, P. A. y K. H. Mann. 1976. Changing lobster abundance and destruction of Kelp beds by sea urchins. Mar. Biol. 34: 137-142.

Birkeland, C. 1977. The importance of rate of biomass accumulation in early succesional stages of benthic communities to the survival of coral recruits. Proc. 3rd int. Coral Reef Symp, Miami. 1: 15-21.

Birkeland, C. D. 1996. Why some species are specially influential on coral-reef communities and others are not. Galaxea. 13: 77-84.

Caley, M. J., M. H. Carr, M. A. Hixon, T. P. Hughes, G. P. Jones y B. A. Menge, 1996. Recruitment and the local dynamics of open marine populations. Annu. Rev. Ecol. Syst. 27: 477-500.

Caley, M. J. y D. Schluter. 1997. The relationship between local and regional diversity. Ecol. 78 (1): 70-80.

Carpenter, R. C. 1981. Grazing by *Diadema antillarum* (Philippi) and its effects on the benefic alga community. J. Mar. Res. 39 (4): 749-765.

Carpenter, R. C. 1984. Predator and population density control of homing behavior in the Caribbean echinoid *Diadema antillarum* Mar. Biol. 82: 101-108.

Carpenter, R. C. 1986. Partitioning herbivory and its effects on coral reef algal communities. Ecol. Monogr. 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 *Anthopleura xanthogrammica* (Brandt) and *A. elegantissima* (Brandt): communities. Mar. Biol. 104: 67-77.

Carriquiry, J. D. y H. Reyes-Bonilla, 1997. Estructura de la comunidad y distribución geográfica de los arrecifes coralinos de Nayarit. Pacífico de México. Cien. Mar. 23(2): 227-248.

Chaippone, M y K. M. Sullivan. 1996. Distribution, abundance and species composition of juveniles Scleractinian corals in the Florida reef tract. Bull. Mar. Sci. 58: 555-559.

Chave, K. E., S.V. Smith, y K.J. Roy. 1972. Carbonate production by coral reefs. Mar. Geol. 12: 123-140.

CIESA-CONSULTORES. 1985. Estudio integral de aprovechamiento litoral y usos del suelo en playas y bahías de Huatulco, Oaxaca. SECTUR-FONATUR. 110 pp.

Connell, J. H. 1983. On the prevalence and relative importance of interspecific competition: evidence from field experiments, Am. Nat. 122: 661-696.

Connell, J. H., T. P. Hughes y C. C. Wallace. 1997. A 30 year study of coral abundance, recruitment and disturbance at several scales in space and time. Ecol. Monogr. 67: 461-488.

Cortés, N.J. y M.M. Murillo. 1985. Comunidades coralinas y arrecifes del Pacífico de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 33: 197 202.

Cortés, N.J. 1986. Biogeografía de corales hermatípicos: El Istmo Centro Americano An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM. 13: 297-304.

Cortés, N. J. 1992. Los arrecifes coralinos de Golfo Dulce, Costa Rica: aspectos ecológicos. Rev. Biol. Trop. 40 (1): 19-26.

Cortés, N. J. 1993. Comparison between Caribbean and eastern pacific coral reefs. Rev. Biol. Trop. 41 (1): 19-21.

Cortés, N. J. 1996-1997. Biodiversidad marina de Costa Rica: Filo Cnidaria. Rev. Biol. Trop. 44(3)/45(1): 323-334.

Cortés, J. 1997. Biology and geology of eastern Pacific coral reefs. Proc. 8th Int. Coral Reef Symp. Panamá. 1: 57-64.

Dana, T. F. 1975. Development of contemporary eastern Pacific coral reefs. Mar. Biol. 33: 355-374.

Denny, M. W., T. L. Daniel y M. A. R. Koehl. 1985. Mechanical limits to size in wave-swept organisms. Ecol. Monogr. 55: 69-102.

Doherty, P.J. y D. M. Williams. 1988. The replenishment of coral reefs fish populations. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 26: 487-551.

Dustan, P. K. y C. R. Johnson. 1998. Spatio-temporal variation in coral recruitment at different scales on Heron reef, southern Great Barrie Reef. Coral Reefs. 17: 71-81.

Eakin, C. M. 1988. Avoidance of damselfish lawns by the sea urchin *Diadema mexicanum* at Uva Island, Panamá. Proc. 6th Int. Coral Reef Symp. Australia. 22: 21-26.

Espino-Barr, E., Cibrián-Rodríguez, R. Y García-Boa. A. 1996. Estructura y densidad de la población del erizo tinta *Diadema mexicanum* en el litoral rocoso del estado de Colima. INP. SEMARNAP. Ciencia Pesquera. 12: 60-67.

Fielder, D. C. 1992. Seasonal climatologies and variability of eastern tropical Pacific surface waters. NOAA Tech. Rep. NMFS 109. 34p.

Fitzhardinge, R. C. 1988. Coral recruitment: the importance of inter-specific differences in juvenile growth and mortality. Proc. 6th Int. Coral. Reef. Symp., 2: 673-678.

Foster, S. A. 1987. The relative impacts of grazing by Caribbean coral reef fishes and *Diadema*: effects of habitat and surge. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 105: 1-20.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen para adapatarlo a las condiciones de la República Mexicana). Inst. Geog. UNAM. 246 pp.

Geister, J. 1977. Occurrence of *Pocillopora* in late Pleistocene Caribbean coral reefs. Em. Bur. Reecho. Geol. Min. 89: 378-388.

Glynn, P. W. 1976. Some Physical and Biological determinants of coral community structure in the Eastern Pacific. Ecol. Monog. 46: 431-456.

Glynn, P. W. 1977. Coral growth in upwelling and non upwelling areas off the Pacific coast of Panamá. J. Mar. Res. 35: 567-587.

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. 1994. State of coral reefs in the Galapagos Islands: Naturals vs Anthropogenic impacts. Mar. Poll. Bull. 29 (3): 131-140.

Glynn, P. W. 1996. Eastern Pacific reef. coral biogeography and faunal flux: Durham's dilemma revisited. Proc 8th Int. Coral Reef Symp., Panamá, Panamá. 1: 371-378.

Glynn, P. W. 1999. *Pocillopora inflata*, a new species of scleractinian coral (Cnidaria: Anthozoa) form the tropical eastern Pacific. Pac. Scien. 53: 168-180.

Glynn, P. W. 2000, El Niño-Southern Oscillations mass mortalities of reef corals: a model of high temperature marine extinction?. en Insalaco, E., Skelton, P. W. & Palmer, T. J. (eds) 2000. Carbonate Platform Systems: components and interactions. Geol. Soc, London, Spe Pub., 178, 117-133.

Glynn, P. W. y J. S. Ault. 2000. A Biogeographic Analysis of the Far Eastern Pacific Coral reef Region. Coral Reefs. 19: 1-23.

Glynn. P. W. y M. W. Colgan. 1992. Sporadic disturbances in fluctuating coral reef environment: El Niño and coral reef development in the eastern Pacific. Am. Zool. 32: 707-718.

Glynn, P. W. y L. D´Croz. 1990. Experimental evidence for high temperature stress as the cause of El Niño-coincident coral mortality. Coral Reefs. 8: 181-191.

Glynn, P. W. y G. E. Leyte-Morales. 1997. Coral reefs of Huatulco, West Mexico: reefs development in upwelling Gulf of Tehuantepec. Rev. Biol. Trop. 45 (3): 1033-1047.

Glynn, P. W. y I. G. Macintyre. 1977. Growth rate and age of coral reefs on the Pacific coast of Panamá. Proc. 3rd Int. Coral Reef Symp. Miami. 2: 251-259.

Glynn, P.W. y R. H. Stewart. 1973. Distribution of coral reefs in the Pearl Island, (Gulf of Panamá) in relation to thermal conditions. Limnol. Oceanogr. 18 367-379.

Glynn, P. W., G. M. Wellington y C. Birkeland. 1979. Coral reef growth in the Galapagos: limitation by sea urchins. Science. 203: 47-49.

Glynn, P.W. y G. M. Wellington. 1983. Corals and coral reefs of the Galapagos Islands. Univ. California Press, Berkeley. 330.

Grigg, R. W. y S.J. Dollar. 1990. Natural and antropogenic disturbance on coral reefs. In: Coral Reef (ed Z Dubinsky). Elsevier, Amsterdam. pp. 439-452

Grigg, R. W. y J. E. Maragos. 1974. Recolonization of hermatypic corals on submerged lava flows in Hawaii. Ecol. 55: 387-395.

Goreau, T. F, y W. D. Hartwan. 1963. Boring sponges as controlling factors in the formation and maintenance of coral reefs. In: R.F. SOGNNAES (ed). Mechanims of hard tissue destruction. Am. Assoc. Adv. Sci. Publ. 75: 25-54.

Guzmán, H. M. 1988. Distribución y abundancia de organismos coralivoros en los arrecifes de la Isla del Caño, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 36: 191-207.

Guzmán, H. M. y Cortés. N. J. 1989. Coral reef community structure at Caño Island, Pacific Costa Rica. Mar. Ecol., 10(1): 23-41.

Guzmán, H. M. y J. Cortés. 1992. Cocos Island (Pacific of Costa Rica) coral reefs after the 1982-83 El Niño disturbance. Rev. Biol. Trop., 40: 209-324.

Guzmán, H. M. y J. Cortés. 1993. Arrecifes coralinos del Pacífico oriental: revisión y perspectivas. Rev. Biol. Trop., 41: 535-537.

Guzmán, H. M. y I. Holst. 1994. Inventario biológico y estado actual de los arrecifes coralinos a ambos lados del canal de Panamá. Rev. Biol. Trop., 42: 493-514.

Harrison, P. L. y C.C. Wallace. 1990. Reproduction, dispersal and recruitment of Scleractinian corals. en: Dubinsky Z (ed) 1990. Coral Reef ecosystems. Elsevier , Amsterdam. 133-207.

Hatcher, E. G. 1983. Grazing in coral reef ecosystems. en: Perspective on coral reefs, Barnes, H. J. (ed.) Brian Clouston Publisher. Manuka, Australia. 164-179.

Hay, M. E. 1981. Herbivory, algal distribution and the maintenance of between-habitat diversity on an tropical fringing reef. Am. Nat. 118: 520-540.

Hay. M. E. 1985. Spatial patterns of herbivore impact and their importance in maintaining algal species richness. Proc. 5th Int. Coral Reef Symp., Tahiti 4: 29-34.

Hein. F. J. y M. J. Risk. 1975. Bioerosion of coral heads: inner patch reefs, Florida reef tract. Bull. Mar. Sci., 25: 133-138.

Herrera-Escalante, T. Sometido. Bioerosión provocada por *Diadema mexicanum* (A. Agasizz 1863) en Bahías de Huatulco, México. Tesis de Licenciatura. Puerto Angel, Oax.

Highsmith, R. C. 1980. Geographic patterns of coral bioerosion: a productivity hypothesis. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 46: 177-196.

Highsmith, R. C. 1982. Reproduction by fragmentation in corals. Mar. Ecol. Prog. Ser. 7: 207-226.

Hughes, T. P. 1984. Population dynamics based on individual size rather than age: a general model with a coral reef example. Am. Nat. 123: 778-795.

Hunte, W., I. Cote y T. Tomascik. 1986. On the dynamics of the mass mortality of *Diadema antillarum* in Barbados. Coral Reefs 4: 135-139.

Hurd, L. E. y R. M. Eisenberg. 1984. Experimental density manipulations of the predator *Tenodera sinensis* (Ortheptera: Mantidae) in an old-field community. I. Mortality, development and dispersal of juvenile mantids. J. An. Ecol. 53: 269-281.

Hurlbut, C. J. 1991. Community recruitment: Settlement and juvenile survival of seven co-occurring species of sessile invertebrates. Mar. Biol. 109: 507-515.

Karlson, R. H. y H. V. Cornell. 2002. Species richness of coral assemblages: detecting regional influences at local spatial scales. Ecol. 83 (2): 452-463.

Ketchum. M. J. T. y H. Reyes-Bonilla. 1997. Biogeography of Hermatypic Corals of the Revillagigedo Archipielago, Mexico. Proc 8th Int Coral Reef Symp., Panama. 1: 471-476.

Krebs, C. J. 1985. Ecologia: Estudio de la distribución y la abundancia. 2^{a}. ed HARLA. México. 753 p.

Lavin, M.F., J. M. Robles, M. L. Argote, E. D. Barton, R. Smith, J. Brown, M.

Kosro, A. Trasviña, H. S. Vélez y J. García. 1992. Física del Golfo de Tehuantepec. Ciencia y Desarrollo, 8 (103): 97-109.

Lawrence, J. M. 1975. On the relationship between marine plants and sea urchins. Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev., 13: 213-286.

Lessios. H., D. R. Robertson y J. D. Cubit. 1984. Spread of *Diadema* mass mortalities through the Caribbean. Science. 226: 335-337.

Levitan, Don. R. 1988. Density-dependent size regulation and negative growth in the sea urchin *Diadema antillarum* Philippi. Oecologia (Berlin) 76: 627-629.

Lewis, S. M. 1985. Herbivory on coral reefs: algal susceptibility to herbivorous fishes. Oecologia 65: 370-375.

Lewis, S. M. 1986. The role of herbivorous fishes in the organization of a Caribbean reef community. Ecol. Monogr. 56: 183-200.

Lewis, S. M. y P. C. Wainwrith. 1985. Herbivore abundance and grazing intensity on a Caribbean coral reef. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 87: 215-228.

Leyte-Morales, G. E. 1997. La colección de Corales de la Universidad del Mar. Ciencia y Mar. 1(2): 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. Puerto Angel, Oax. 94 pp.

Leyte-Morales, G. E., H. Reyes-Bonilla, C. E. Cintra-Buenrostro, y P. W. Glynn. 2002. Range extension of *Leptoseris papyracea* (Dana, 1846) to the west coast of Mexico. Bull. Mar. Sci. 69 (3): 1233-1237.

Lirman, D., P. W. Glynn, A. C. Baker y G. E. Leyte-Morales. 2001. Combined effects of three sequential storms on the Huatulco coral reef tract, Mexico. Bull. Mar. Sci. 69 (1): 267-278.

López-Pérez, R. A. 1996. Biogeografia histórica de los corales hermatípicos (Anthozoa: Scleractinia) del Pacífico Oriental Tropical. Tesis de Licenciatura. La Paz, UABCS, México, 144 pp.

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(2): 4-12.

López-Pérez, R. A., L. M. Hernández-Ballesteros y T. Herrera-Escalante. 2002. Cambio en la dominancia de la comunidad arrecifal en Chachacual, Bahías de Huatulco, Oaxaca, México. Ciencia y Mar. 16 (4): 33-38.

López-Pérez, R. A. y G. E. Leyte-Morales. En prensa. Situación actual de las comunidades arrecifales del Pacífico tropical mexicano: Michoacán, Guerrero y Oaxaca.

López-Pérez, R. A. Y Reyes-Bonilla. 2000. Los corales constructores de arrecifes en el Pacífico mexicano: Una historia de 65 millones de años. Ciencia. 51 (2): 4-12.

Loya, Y. 1976. Effects of water turbidity and sedimentation on the community structure of Puerto Rican corals. Bull. Mar. Sci. 26 (4): 33-38.

Maragos, J. E. 1972. A study of the ecology of Hawaiian reefs corals. Ph. Dissertation. University of Hawaii, Honolulu. 305 pp.

Medina-Rosas, P. 2000. Reclutamiento de corales pétreos (Scleractinia) en los arrecifes coralinos de Jalisco y Nayarit, México. Tesis Maestría. Ensenada, Baja California. 58 pp.

Miller, M. W., E. Well y A. M. Szmant. 2000. Coral recruitment and juvenile mortality as structuring factors for reef benthic communities in Biscanyne National Park, USA. Corals Reef. 19: 115-123.

Mitchell-Arana, L. M. 1994. Perfil del coral y especies asociadas en La Entrega, Bahías de Huatulco, Oax. México, D. F. Tesis Licenciatura, México, D. F. 74 pp.

Mora-Pérez, M. G. Sometido. Reclutamiento sexual y asexual de corales pétreos (Scleractinia) en seis arrecifes coralinos de la Costa de Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura. Puerto Angel, Oax.

Morales-Vallin, L. E. Sometido. Estructura de tallas, distribución espacial y sobrevivencia de colonias juveniles del coral *Pocillopora* Lamarck 1816 (Anthozoa: Scleractinia), en Bahías de Huatulco, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Puerto Angel, Oax.

Morrison, D. 1988. Comparing fish and grazing in shallow and deeper coral reef algal communities. Ecol. 69 (5): 1367-1382.

Mundy, C.M. 1990. Field and laboratory investigations of the crown-of-thorns starfish *Acanthaster planci*. The Crown-of-Thorns study. Aust. Inst. Mar. Sci. 42 p.

Mundy, C. M. y R. Babcock. 1998. Role of light intensity and spectral quality in coral settlement: implications for depth-dependent settlement? J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 223: 235-255.

Mundy, C. M. y R. Babcock. 2000. Are vertical distribution patterns of Scleractinian corals maintained by pre or post-settlement process? A case study of three contrasting species. Mar. Ecol. Prog. Ser. 198: 109 119.

Ogden, J. C. 1977. Carbonate-sediment production by parrot fish and sea urchins on Caribbean reefs. AAPG. Stud. Geol. 4: 103-116.

Ogden, J. C. y P. S. Lobel. 1978. The role of herbivorous fishes and sea urchin in coral reef. community, Envir. Biol. Fish., 3: 49-56.

Palmer, R. H. 1928. Fossil and recient corals and coral reefs of Western Mexico. Proc. Am. Philos. Soc. Phil., 67: 1-33.

Piller, W. E. y Reigi, B. 2001. Cryptic tissues inside *Acropora* frameworks (Indonesia): A mechanism to enhance tissue survival in hard times while also increasing frameworks density. Coral Reefs. 20: 67-68.

PMPNH. Sometido. Programa de manejo del Parque Nacional Huatulco, Oaxaca, México. Instituto Nacional de Ecología.

Porter, J. M. 1974. Community structure of coral reefs on opposite sides of Isthmus of Panamá. Science. 186: 543-545.

Reaka-Kudla, M. L., J. S. Feingold y P. W. Glynn. 1996. Experimental studies of rapid bioerosion of corals reef in the Galapagos Islands. Coral Reefs. 15: 101-107.

Reyes-Bonilla, H. 1992. New records for Hermatypic corals (Anthozoa: Scleractinia) in the Gulf of California, Mexico with an historical and biogeographical discussion. J. Nat. Hist., 26: 1163-1175.

Reyes-Bonilla, H. 1993a. Biogeografía y Ecología de los corales hermatípicos (Anthozoa: Scleractinia) del Pacífico de México 207-222. En: S. Salazar Vallejo y N.E. González (eds) 1993. CONABIO/CIQRO, Chetumal Biodiversidad marina y costera de México.

Reyes-Bonilla, H. 1993b. Estructura de la comunidad, influencia de la depredación y biología poblacional de corales hermatípicos en el arrecife de Cabo Pulmo, Baja California Sur. Tesis de Maestría. Ensenada, Baja California. 169 pp.

Reyes-Bonilla. H. 1995. Asteroidea and Echinoidea (Echinodermata) of Isla San Benedicto, Revillagigedo archipiélago, México, Rev. Inv. Cient. Ser. Cienc. Mar., UABCS 6 (1): 29-38.

Reyes-Bonilla, H. en prensa. Coral reefs in Latin America. In Cortés. ELSEVIER. Amsterdam.

Reyes-Bonilla, H y L. E. Calderón-Aguilera. 1999. Population density, distribution and consumption rates of three corallivores at Cabo Pulmo reef, Gulf of California, Mexico. Mar. Ecol., 20 (3-4): 347-357.

Reyes-Bonilla, H. y Cruz-Piñón. 2000. Biogeografía de los corales ahermatípicos (Scleractinia) del Pacífico de México. Ciencias Marinas. 26 (3): 511-531.

Reyes-Bonilla, H. y G. E. Leyte-Morales. 1998. Corals and coral reefs of the Puerto Angel region, West coast of Mexico. Rev. Biol. Trop., 46: 679-681.

Reyes-Bonilla, H. y R.A. López-Pérez. 1998. Biogeografía de los corales pétreos (Scleractinia) del Pacífico de México. Cien. Mar., 24 (2): 211-224.

Richmond, R. H. 1985. Variations in the population biology of Pocillopora damicornis across the Pacific. Proc. 5th Int. Coral Reefs Cong. Tahiti. 6: 101-106

Robertson, D. R. 1991. Increases in surgeonfish populations after mass mortality of the sea urchin *Diadema antillarum* in Panamá indicate food limitation. Mar. Biol. 111: 437-444.

Rogers, C. S. 1993. Hurricanes and coral reef: the intermediate disturbance hypothesis revisited. Coral Reefs. 12: 127-137.

Sammarco, P. W. 1980. *Diadema* and its relationship to coral mortality: grazing, competition and biological disturbance, J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 45:245-272.

Sammarco, P. W. 1982. Effects of grazing by *Diadema antillarum* Phillipi (Echinodermata: Echinoidea) on algal diversity and community structure. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 65: 83-105.

Scoffin, T. P., C. W. Stearn, D. Boucher, P. Frydl, C. M. Hawkins I. G. Hunter y J. K. MacGeachy. 1980. Calcium carbonate budget of a fringing reef on the west coast of Barbados. Part II Erosion, sediments and internal structure. Bull. Mar. Sci., 30: 475-508.

Scott, P. J. B., M. J. Risk y J. D. Carriquiry. 1988. El Niño, bioerosion and the survival of east Pacific reef. Proc. 6th Int. Coral Reef Symp., Townsville. 2: 517-520.

Sebens, K.P. 1981. Reproductive ecology of the intertidal sea anemones *Anthopleura xanthogrammica* (Brandt) and *A. elegantissima* (Brandt): body size, habitat and sexual reproduction. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 54: 225-250.

Sebens, K. P. 1982. Limits to indeterminate growth: an optimal size model applied to passive suspension feeders. Ecol. 63: 209-222.

Sebens, K. P. 1983. Population dynamics and habitat suitability in the intertidal sea anemones *Anthopleura xanthogrammica* (Brandt) and *A. elegantissima* (Brandt). Ecol. Monogr.53: 405-433.

Secretaría de Marina. 1978. Estudio oceanográfico del Golfo de Tehuantepec. Tomo I. 2ª parte. México. 58 pp.

SECTUR-FONATUR. 1982. Bahías de Huatulco, Oaxaca. Plan ambiental y paisajístico. 165 pp.

Spencer-Davies, P. 1991. Effects of daylight variations in the energy budget of shallow-water corals. Mar. Biol., 108: 137-144.

Sokal, R. R. y F. J. Rohlf. 1985. Biometry: the principles and practices of statistics in biological research. 3ª ed. EUA. Freeman and Company. 387 p.

Steneck, R. S. 1983. Quantifying herbivory on coral reefs coast scratching the surface and still biting off more than we can changes. In: Reaka, M. L. (ed). The ecology of deep and shallow coral reefs. NOAA. Rockville, Maryland. 103-11.

Taylor, R. J. y R. A. Taylor. 1979. A behavorial model for the evolution of spatial dynamics. In: R. M. Anderson, B. D. Turner and L. R. Yaylor (ed). Population dynamics. Blackwell, Oxford, England.

Te, F. T. 1992. Response to higher sediment loads by *Pocillopora damicornis* planulae. Coral Reefs. 11: 131-134.

Vargas-Angel, B. 1996. Density and community structure of the reef corals of Ensenada de Utría, Pacific coast of Colombia. Rev. Biol. Trop. 44 (2): 627-635.

Veron, J. E. N. y M. Pichon. 1976. Scleractinia of Eastern Australia. Part 1: Families Thamnasteriidae, Astrocoenidae and Pocilloporidae. Aus. Inst. Mar. Sci. Monog. Ser. 1

Veron, J. E. N. Y M. Pichon. 1980. Scleractinia of eastern Australia. Part III. Families Agariciidae, Siderastreidae, Fungiidae, Oculinidae, Merlunidae, Mussidae, Pectiniidae, Caryophyllidae, Dendrophyllidae. Aust. Inst. Mar. Sci. Monog. Ser. 4: 1-459.

Veron, J. E. N. 1993. Corals of Australia and the Indo-Pacific, University of Hawaii Press.

Veron, J. E. N. 2000. Corals of the world. Australian Institute of Marine Science and CRR., Australia. (3): 446-459 pp.

Von Prahl, H. y B. Vargas, 1990. Tasa de crecimiento del coral *Pocillopora damicornis* en un arrecife costero del Pacífico colombiano. Rev. Ciencias. 3: 37-43.

Weare, B. C., P. T. Strub y M.D. Samuel. 1981. Annual mean surface heat fluxes in the Tropical Pacific Ocean. J. Phy. Ocean. 11(5): 705-717.

Wellington, G. M. 1980. Reversal of digestive interactions between Pacific reef corals: meditation by sweeper tentacles. Oecologia (Berlin) 47: 340-343.

Wellington, G. M. 1982. Depth zonation of corals in the Gulf of Panama control and facilitation by resident reef fishes. Ecol. Monog. 52 (3): 223-241.

Wittenberg, M. y W. Hunte. 1992. Effects of eutrophication and sedimentation on juvenile corals. 1. Abundance, mortality and community structure. Mar. Biol. 112: 131-138.

Zar, J. H. 1996. Biostatistical analysis. Prentice-Hall. EUA. 652 pp.