

UNIVERSIDAD DEL MAR



EVALUACIÓN DE LA COMUNIDAD ACTUAL DE MOLUSCOS Y EQUINODERMOS ASOCIADOS AL CORAL *Pocillopora damicornis* Y COMPARACIÓN CON LA COMUNIDAD DE 1994, EN EL ARRECIFE DE LA ENTREGA, HUATULCO.

TESIS

Que para cumplir los requisitos necesarios para obtener el grado de
Licenciado en Biología Marina.

PRESENTA:

Pablo Zamorano de Haro

Puerto Ángel, Oaxaca, Enero del 2004

Dedicatoria especial a:

Mis padres: Sergio Zamorano Camiro y Maria de Itaro González, gracias por educarme como lo hicieron, por sembrar los valores que hoy defiendo, por permitirme realizar mi sueño, por su incomparable apoyo y por hacer de Sergio mi hermano.

Los quiere su hijo Pablo Zamorano de Itaro.

A Don Manuel de Itaro[†], mi abuelo, mi gran abuelo. Que dios te tenga en su gloria y gracias por todos tus consejos, aún los sigo escuchando.

A mis abuelas: Alicia y Marta por su incondicional apoyo y cariño.

AGRADECIMIENTOS

A la humanidad en general.

A mis maestros en particular *.

A CONACYT de manera singular **.

A la comunidad de Puerto Ángel y de la Universidad del Mar.

Y de manera especial a todos mis seres queridos.

*M en C. Gerardo E. Leyte Morales (director); Norma, Luz María, Juan Meraz y Beto Montoya (revisores).

**Proyecto 37528-B "El efecto del Niño 1997-98 sobre los arrecifes coralinos del Pacífico mexicano".

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

A la Tisha, que compartió conmigo momentos alegres y tristes; me brindó su apoyo y confianza; y me regaló su amistad y cariño. Por eso y mucho más. MIL GRACIAS.

A mis grandes amigos (David, Diógenes, Jaime, Paco, Flaco, Carlín, Toti, Momia, Tortugo, Joaquín, Oaxaco, Gianka, Troyano) y amigas (Katy, Isabel, Edith, Lisha, Tanichus, Marisol).

A mis compañeras de trabajo (Linda y Paola) a quienes quiero mucho y que también formaron parte de mi generación que la completan (Ángeles, Fleury, Dugui, Erick Chayo, Carmen, Gil, Gordo, Topi, Migue y Yareth). A todos ellos, gracias.

A la mar que me enamoró por su belleza y grandeza, que me conmovió con su personalidad siempre misteriosa, inquietante y quisquillosa y que me ahogó para vivir siempre en ella y de ella. *"A partir de hoy seamos uno mismo"*.

ÍNDICE GENERAL

Índice general	II
Índice de tablas	IV
Índice de figuras	V
Resumen	VI
1. Introducción	1
2. Antecedentes	4
3. Planteamiento del problema	5
4. Objetivos	5
4.1. Objetivo general	5
4.2. Objetivos particulares	5
5. Hipótesis	6
6. Área de estudio	7
7. Material y métodos	10
7.1. Trabajo de campo	10
7.2. Trabajo de laboratorio	11
7.3. Trabajo de gabinete	11
7.3.1. Indicadores ecológicos	13
7.3.2. Análisis estadístico	18
8. Resultados	20
8.1. Estado actual de la comunidad de moluscos y equinodermos.	20
8.1.1. Comportamiento temporal de la diversidad de moluscos y equinodermos dentro de la infauna.	20
8.1.1.1. Moluscos.	20

8.1.1.2. Equinodermos	25
8.1.2. Distribución espacial y variación temporal de los equinodermos dentro de la epifauna.	29
8.1.2.1. Asteroideos.	29
8.1.2.2. Echinoideos.	30
8.1.2.2.1. <i>Diadema mexicanum</i> .	30
8.1.2.2.2. <i>Eucidaris asteriscus</i> .	33
8.1.2.2.3. Otras especies.	35
8.2. Comparación de 1994-1995 y 2002-2003.	40
8.2.1. Diversidad de la infauna.	40
8.2.1.1. Moluscos	40
8.2.1.2. Equinodermos.	41
8.2.2. Comparación entre la abundancia de la población de <i>D. mexicanum</i> del año 1998 con respecto al año 2003.	42
9. Discusión.	44
10. Conclusiones.	57
11. Literatura citada.	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Presencia, ausencia y abundancia de especies de moluscos asociados a coral <i>P. damicornis</i> en la bahía de La Entrega para el periodo (Octubre del 2003–Agosto del 2003).	22
Tabla II. Datos de índices ecológicos para la comunidad de moluscos asociados al coral <i>P. damicornis</i> en la bahía de La Entrega.	24
Tabla III. Valores obtenidos a partir de la prueba <i>t de Hutcheson</i> para diversidad de moluscos asociados al coral <i>P. damicornis</i> en la bahía de La Entrega.	24
Tabla IV. Presencia, ausencia y abundancia de especies de equinodermos asociados a coral <i>P. damicornis</i> en la bahía de La Entrega para el periodo de muestreo (Octubre 2002-Agosto 2003).	26
Tabla V. Datos de índices ecológicos para la comunidad de equinodermos asociados al coral <i>P. damicornis</i> en la bahía de La Entrega.	27
Tabla VI. Valores obtenidos a partir de la prueba <i>t de Hutcheson</i> para diversidad de equinodermos asociados a <i>P. damicornis</i> en la bahía de La Entrega.	28
Tabla VII. Densidad de <i>D. mexicanum</i> en la bahía de La Entrega.	31
Tabla VIII. Valores de la prueba Newman–Keuls no paramétrica de comparación múltiple para <i>D. mexicanum</i> en la zona somera de la bahía de La Entrega.	32
Tabla IX. Valores de la prueba de Newman–Keuls no paramétrica de comparación múltiple para <i>D. mexicanum</i> en la zona profunda de la bahía de La Entrega.	33
Tabla X. Densidad de <i>E. asteriscus</i> en la bahía de La Entrega.	33
Tabla XI. Densidades de a) <i>T. roseus</i> y b) <i>E. vanbrunti</i> en la bahía de La Entrega. La n=6 en cada mes para cada profundidad.	36
Tabla XII. Valores de la prueba de Newman–Keuls no paramétrica de comparación múltiple para <i>T. roseus</i> en la zona somera de la bahía de La Entrega.	38
Tabla XIII. Valores de la prueba de Nemenyi de comparación múltiple para <i>E. vanbrunti</i> en la zona somera en bahía de La Entrega.	39
Tabla XIV. Valores de la prueba de Nemenyi de comparación múltiple para <i>E. vanbrunti</i> en la zona profunda en la bahía de La Entrega.	39
Anexo I. Valores de parámetros fisicoquímicos del agua de mar en la bahía de La Entrega para el periodo de octubre del 2002 a agosto del 2003.	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio.	7
Figura 2. Abundancia de moluscos por especie en la bahía de La Entrega para el periodo de muestreo (Octubre 2002 – Agosto 2003).	21
Figura 3. Abundancia total en porcentaje de moluscos asociados al coral <i>P. damicornis</i> dentro de los bimestres de muestreo (Octubre 2002-Agosto 2003) en la bahía de La Entrega.	23
Figura 4. Abundancia de especies de equinodermos en la bahía de La Entrega para el periodo de muestreo (Octubre 2002-Agosto 2003).	25
Figura 5. Abundancia total en % de equinodermos asociados al coral <i>P. damicornis</i> a lo largo del año de muestreo (Octubre 2002-Agosto 2003) en la bahía de La Entrega.	27
Figura 6. Abundancia de <i>P. unifascialis</i> a lo largo del año de muestreo en la bahía de La Entrega.	30
Figura 7. Abundancia de <i>D. mexicanum</i> en ambas profundidades a lo largo del año de muestreo en la bahía de La Entrega.	32
Figura 8. Abundancia de <i>E. asteriscus</i> en ambas profundidades a lo largo del año de muestreo en la bahía de La Entrega.	34
Figura 9. Abundancia de a) <i>T. roseus</i> y b) <i>E. vanbrunti</i> en ambas profundidades a lo largo del año de muestreo en la bahía de La Entrega.	37
Figura 10. Curvas de rarefacción para las comunidades de moluscos de 1994-1995 y 2002-2003 de la bahía de La Entrega.	40
Figura 11. Curvas de rarefacción para las comunidades de equinodermos de 1994-1995 y 2002-2003 de la bahía de La Entrega.	42

RESUMEN

Los arrecifes coralinos albergan una gran cantidad de comunidades animales entre las que destacan los moluscos y los equinodermos. En las últimas décadas estos ecosistemas, se han visto afectados por el cambio climático y eventos sociales. Los daños que se presentan repercuten en las comunidades de macroinvertebrados que en ellos habitan. Los arrecifes coralinos de las costas oaxaqueñas en el Pacífico tropical mexicano, han sido testigos de eventos naturales de gran magnitud como huracanes, intensas lluvias, fenómenos Niño y Niña (1997-1998, 2002-2003) y mortalidades coralinas. Además, por contaminación antropogénica e incremento de la infraestructura y afluencia turística. Estos impactos posiblemente no han afectado de manera significativa a la estructura de las comunidades de moluscos y equinodermos de La Entrega; para comprobar esta hipótesis, se realizó un muestreo de forma bimestral completando un ciclo anual (Octubre 2002-Agosto 2003), en donde se determinó la diversidad de estos dos grupos taxonómicos y el comportamiento espacio-temporal de algunos equinodermos, entre los que destaca el erizo *Diadema mexicanum*. Posteriormente, los resultados se compararon con datos de 1994, concluyéndose que en 10 años la estructura comunitaria de moluscos y equinodermos no ha cambiado significativamente, pero si se ha detectado una tendencia hacia la disminución en su diversidad. El estado de deterioro bajo el cual se encuentra el arrecife de La Entrega, ha permitido que la abundancia de especies oradoras y coralívoras se incremente, debilitando al coral y volviéndolo más sensible a incrementos de la temperatura de la superficie del mar, provocando mortalidades como la ocurrida de octubre a diciembre a causa de El Niño moderado del 2002, lo cual incrementó las densidades del erizo *D. mexicanum* (uno de los principales bioerodadores en el Pacífico tropical americano) en la parte somera, sobre el arrecife dañado.

1. INTRODUCCIÓN.

Los arrecifes coralinos son formaciones calcáreas de origen biológico que se desarrollan en aguas tropicales, poco profundas y oligotróficas. Albergan una gran diversidad de organismos como son: algas, moluscos, equinodermos, esponjas, poliquetos, crustáceos, peces y cnidarios, todos ellos contribuyen a la calcificación y formación del arrecife (Achituv y Dubinsky, 1990). Son ecosistemas particularmente importantes para millones de personas alrededor del mundo y brindan protección a las líneas de costa (Wilkinson, 2000). En las últimas tres décadas los investigadores se han interesado más en las formaciones arrecifales, ya que éstas, están siendo seriamente dañadas por las pesquerías asociadas a ellos, la contaminación excesiva por nutrientes, el mayor aporte de sedimentos, actividades turísticas y en gran parte por el cambio climático global y fenómenos Niño y Niña (Brown, 1987; Díaz y Markgraf, 1992; Wilkinson, 2000; Pandolfi, 2002).

La fauna asociada a arrecifes coralinos es importante en el sistema, porque de forma directa o indirecta afectan o benefician al crecimiento del mismo (Guzmán, 1988a). Entre los habitantes más característicos de la comunidad arrecifal se encuentran los moluscos y los equinodermos, que poseen una representación alta tanto de la diversidad como de la biomasa (Jangoux y Lawrence, 1989). Estos, son los macroinvertebrados que caracterizan en gran parte a los ecosistemas arrecifales, ya que se encuentran más ligados a los procesos de bioerosión, reclutamiento coralino y dinámica ecológica de los ecosistemas arrecifales (Cumming, 1999; Carlon, 2001; Carreiro-Silva y McClanahan, 2001; McClanahan, 2002) por aspectos como lo son sus hábitos alimenticios, reproductivos y de protección (Bak, 1994). Al mismo tiempo, las cavidades producidas por los bioerosionadores sirven como refugio para otras especies (Reaka-Kudla *et al.*, 1996). Por otro lado, los moluscos y equinodermos ocupan una amplia gama de eslabones en la cadena trófica dentro del

arrecife, ya que son considerados como consumidores primarios, secundarios e incluso depredadores dependiendo de la especie (Glynn y Wellington, 1983), constituyen una fuente importante de alimento para algunos carnívoros mayores como los peces (Nybakken, 1993). Además, son diversos los nichos que ocupan dentro del arrecife y aparecen en asociaciones más o menos bien definidas, haciéndolos propensos a la identificación y caracterización en relación a sus especies más abundantes (Caso *et al.*, 1993). Los moluscos y equinodermos integran una porción considerable dentro de la infauna del coral, lo cual es importante porque utilizan grandes cantidades de mucus producidas por los pólipos y reciclan el material orgánico y los nutrientes atrapados en los intersticios evitando una pérdida de los mismos y maximizando los recursos utilizados por la comunidad arrecifal (Nybakken, 1993; Uthicke, 2001).

En consecuencia, al existir una gran diversidad de moluscos y equinodermos en la comunidad arrecifal, los cambios físicos o fisiológicos operados en el coral tanto en espacio como en tiempo, están íntimamente relacionados a la variación tanto de las especies que ocupan su superficie y se mueven en ella como las de la criptofauna. De esta forma, los cambios en la abundancia de dichas especies asociadas al coral pueden tener efectos de gran escala en la estructura arrecifal (Jangoux Lawrence, 1989). O bien, los moluscos y equinodermos pueden resultar los más afectados por las perturbaciones que puedan suceder en el arrecife (Glynn, 1985, 1988).

Las poblaciones de erizos son importantes en los arrecifes y juegan un doble papel en el ecosistema. Por un lado, lo benefician gracias a la remoción de algas sobre el sustrato, dejando espacio disponible para el asentamiento de corales (Glynn *et al.*, 1978); una reducción de erizos provoca un aumento de la biomasa algal, que trae como consecuencia retraso en el crecimiento del coral y la muerte de tejido coralino debido a la abrasión y

sombreado (Lirman, 2001; River y Edmunds, 2001; Jompa y McCook, 2002), además de provocar la retracción de los pólipos (River y Edmunds, 2001). Por otro lado, lo afectan porque las grandes densidades de erizos provocan que la tasa de bioerosión supere a la tasa de acreción o biocalcificación del arrecife (Glynn, 1988; Bak, 1994; Eakin, 1996; Reaka-Kudla *et al.*, 1996). Además, provocan que la bioerosión externa sea mayor a la bioerosión interna (Reaka-Kudla *et al.*, 1996). Otro ejemplo de equinodermos importantes en el ecosistema son las estrellas de mar, por ejemplo, *Acanthaster planci* (Linnaeus, 1758) provoca una destrucción coralina de $5.35 \text{ m}^2 \text{ estrella}^{-1} \text{ año}^{-1}$ en Costa Rica (Guzmán y Cortés, 1992). Por eso es importante considerar a estas poblaciones, ya que son determinantes en la estructura comunitaria de los arrecifes coralinos.

Por otro lado, se escogió al coral *Pocillopora damicornis* (Linnaeus, 1758) en este trabajo, porque en costas del Pacífico mexicano los arrecifes coralinos formados por esta especie dominan (Carriquiry y Reyes-Bonilla, 1997; Glynn y Leyte-Morales, 1997; Reyes-Bonilla y López-Pérez, 1998; Reyes-Bonilla y Leyte-Morales, 1998), aunque en El Golfo de California y las Islas de Revillagigedo ésta especie ocupa un lugar secundario, pero los arrecifes de pocilloporidos siguen siendo preponderantes (Reyes-Bonilla, 1993a).

2. ANTECEDENTES

Existen trabajos en donde se elaboraron inventarios de especies de moluscos y equinodermos y compararon índices ecológicos de diversas localidades dentro de la costa oaxaqueña (Sandoval-Díaz, 1988; Rodríguez-Palacios *et al.*, 1988; Rodríguez-Palacios, 1989; Mitchell-Arana, 1994; Ramírez-Luna y Barrientos-Luján, 1999; De León-Herrera, 2000; Benítez-Villalobos, 2000).

Para el caso concreto de la bahía de La Entrega, Rodríguez-Palacios *et al.* (1988) caracterizaron la comunidad de moluscos del año de 1986; Ramírez-Luna y Barrientos-Luján (1999) registraron 47 especies de moluscos con un valor de diversidad promedio de Shannon-Wiener de $H' = 1.030$ decits/ind en un muestreo realizado de marzo de 1994 a abril de 1995; Mitchell-Arana (1994) encontró que el grupo más abundante y con mayor cantidad de especies fue el de los moluscos, mostrando la mayor diversidad y riqueza específica tanto en la infauna como en la epifauna en un muestreo a lo largo del año de 1986. Benítez-Villalobos (2001), determinó la comunidad de equinodermos asociados al arrecife de La Entrega para el periodo (Marzo 1994–Abril 1995) y encontró un valor de diversidad promedio de Shannon-Wiener de $H' = 2.068$ bits/ind; registró 10 especies (5 de ofiuroideos, 2 de holoturoideos, 2 de equinoideos y 1 de asteroideo). Mitchell-Arana (1994) detectó la presencia de 7 especies de equinodermos en la infauna y 9 especies en la epifauna del arrecife de La Entrega.

Por otro lado, no existen trabajos en donde se compare la estructura de comunidades de moluscos y equinodermos asociados a arrecife en dos diferentes tiempos. En algunos estudios se han evaluado las poblaciones de corales y mencionan algunos ejemplos de invertebrados, pero no es su objetivo principal (Glynn y Leyte-Morales, 1997; Reyes-Bonilla, 2001).