

1999B-2004B

396552734

Universidad de Guadalajara

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

División de Ciencias Biológicas y Ambientales



Fauna malacológica presente en el coral ramoso *Pocillopora* sp. (Anthozoa: Scleractinia) de Playa Mora, Bahía Tenacatita, Jalisco.

Tesis que para obtener el título de
Licenciado en Biología
Presenta

Cintha Verónica Velarde-Nuño
Las Agujas, Zapopan, Jal., Julio de 2009

DEDICATORIA

Con todo mi cariño, admiración y respeto:

A mi madre, Patricia Yadira Nuño Valdivia, que vive en mi memoria, quien con su ejemplo y superación motivo en mí este camino, gracias por darme la vida y tanto amor, siempre estás en mi corazón.

A Omar Francisco Navarro Fonseca, por creer en mí siempre, por su incondicional apoyo y comprensión para realizar mis sueños, por el presente y lo que siga. Lo demás... apenas viene.

A la Familia Navarro Fonseca, gracias por su entera confianza, gracias por todo.

A mis abuelitos:

Rosario Valdivia García y Francisco Nuño Flores, por su incomparable apoyo, por todos sus cuidados durante mi vida, gracias por todo su cariño.

A mis Hermanos e inseparables compañeros y amigos de toda mi vida, gracias porque me han regalado tantas sonrisas y motivos para continuar. Jessica, Jacqueline, Jonathan, Iris, Oscar y Loreli.

A mi tía Elda Cruz Nuño Valdivia, por sus atenciones excepcionales en los momentos más necesarios.

George Walter Heer Mather, a quien admiro.

Con gratitud:

A todas aquellas personas que contribuyeron de alguna manera para la realización de esta tesis.

Muy especialmente,

A Dios.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guadalajara, por la oportunidad de formarme como profesionista.

Al equipo de trabajo del Laboratorio de Ecosistemas Marinos y Acuicultura (LEMA) de la U de G., Dr. Eduardo Ríos Jara, M. C. Elba Guadalupe Robles Jarero, M. C. Martín Pérez Peña, M. C. Eduardo Juárez Carrillo y Arq. Teófilo Muñoz Fernández, que me dieron todo el apoyo durante mis estudios, así como la realización de este trabajo especialmente al Dr. Ernesto López Uriarte como director de tesis.

A mis sinodales y revisores del presente trabajo Dra. Georgina Quiroz Rocha, Dr. Fco. Martín Huerta Martínez y Dr. Sergio Guerrero Vázquez, gracias por su profesionalismo manifestado en el interés de enriquecer los resultados de la investigación, por su confianza y sobre todo por su amistad.

Al Dr. Luis Eduardo Calderón Aguilera del Laboratorio de Ecología y Pesquería de la Zona Costera, del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), por el acceso a las instalaciones, por todo el apoyo que me brindo para hacer posible esta tesis y quien hizo posible la realización de este trabajo, mil gracias a su capacidad y calidad humana.

M. C. Dora O. Waumann Rojas de la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Ensenada B.C., por su valiosa y desinteresada asesoría para la determinación de los organismos.

M. C. María del Refugio Mora Navarro, por su tutoría, consejos y la cortesía con que atendió diversas consultas durante mis estudios.

Al M. C. Arturo Nuño Hermosillo por su profesionalismo, su gran apoyo, dedicación, por haber despertado en mí el interés por avanzar dentro de la investigación y sobre todo por su inapreciable amistad, para él mi más sincero agradecimiento.

A mis compañeros de trabajo Omar Santana Morales, Jorge Jaramillo Molina, Frank Stroebele Spaeth, José Luis Arreola, Don Margarito y familia., por su amistad y valiosa colaboración en el trabajo de campo y durante los buceos en las buenas y a veces en las difíciles condiciones realizando los muestreos y en el laboratorio para el procesamiento de las muestras.

Gracias también a Alejandra Blanco, Mary Carmen Rivera, Maria Esther Ambríz García, Erika y Karla Ojeda, Carlos Regalado, Sergio Sevilla, Erick, Ceciel Montserrat Navarro C., Christian Galvan, Arturo Santos y Karla Ríos, por su amistad.

Al CONACyT por la beca, ya que este trabajo fue apoyado y forma parte del proyecto EVALUACION DE LOS EFECTOS DE EL NIÑO 1997-98 EN ARRECIFES CORALINOS DEL PACIFICO MEXICANO, (Ref. 37528 – B).

RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo contribuir al conocimiento de la fauna malacológica presente en el arrecife de Playa Mora en Bahía Tenacatita, Jalisco, durante un ciclo anual. Se realizaron muestreos en 29 colonias del coral ramoso *Pocillopora* sp., elegidas al azar, mediante buceo autónomo, de noviembre de 2002 a diciembre de 2003. Se determinaron 40 especies de moluscos ubicados en cuatro clases: Bivalvia, Gastropoda, Polyplacophora y Cephalophoda, pertenecientes a 10 órdenes, 25 familias y 30 géneros. La clase Bivalvia representó el 54 % de la abundancia y Gastropoda el 44 %, esta última con el mayor número de especies. La abundancia de moluscos varió con respecto a la época del año, marzo de 2003 presentó la mayor densidad, con 19.14 ind/l (\pm d.s.= 10.49) y el promedio fue de 11.86 ind/l (\pm d.s.= 13.09); mientras que por espacio no hubo diferencias significativas entre las barras, ni en gradiente de profundidad. El análisis de la estructura de la comunidad confirma la existencia de variación temporal en la malacofauna, predominando el coralívoro *Quoyula madreporarum* y los bioerosionadores *Lithophaga aristata* y *L. plummula*, especies que necesitan ser evaluadas para estimar su impacto real en el arrecife.



ÍNDICE

CONTENIDO	PAGINA
RESUMEN	i
ÍNDICE	ii
Índice de figuras	iii
Índice de tablas	iv
Índice de anexos	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	4
3. JUSTIFICACIÓN	6
4. OBJETIVOS	6
4.1 Objetivo general	6
4.2 Objetivos particulares	6
5. ÁREA DE ESTUDIO	7
6. MATERIALES Y METODOS	12
6.1 Trabajo de campo: Muestreo	12
6.2 Trabajo de laboratorio	13
6.2.1. Procesamiento de las muestras	13
6.2.2. Identificación	13
6.2.3. Características del material recolectado	14
7. ANALISIS DE DATOS	15
8. RESULTADOS	17
8.1 Taxonomía y sistemática	17
8.2 Abundancia relativa	19
8.3 Índices ecológicos: diversidad, equitatividad y similitud	23
8.4 Especies representativas	26
8.5 Grupos funcionales	28
8.6 Ampliaciones de rango geográfico	32
9. DISCUSIÓN	34
10. CONCLUSIONES	42
11. RECOMENDACIONES	43
12. LITERATURA CITADA	44
ANEXOS	vi



ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PAGINA
Figura 1: Mapa del área de estudio, ubicando el arrecife de Playa Mora, Bahía Tenacatita en la costa de Jalisco, México. El contorno en las barras representa sustrato coralino y la línea punteada es sustrato rocoso (Diseño: Ernesto López Uriarte).	9
Figura 2: Fotografía del arrecife de Playa Mora, Bahía Tenacatita, Jalisco (Fuente: Google Earth, 2007).	10
Figura 3: Playa Mora, durante la bajamar máxima, de febrero a abril, el arrecife puede quedar expuesto (Foto: López-Uriarte, E., 2003).	11
Figura 4: Porcentaje del número de especies por familia de moluscos determinados en el arrecife de Playa Mora.	18
Figura 5: Porcentajes de abundancia de las especies de moluscos agrupados a nivel de clases registrados en Playa Mora, Bahía Tenacatita, Jalisco, México.	19
Figura 6: Abundancia relativa promedio y desviación estandar de las cuatro clases de moluscos presentes en <i>Pocillopora</i> sp., en las cuatro fechas de muestreo, Noviembre de 2002, Marzo, Julio y Diciembre de 2003 para el arrecife de Playa Mora, Bahía Tenacatita, Jalisco, México.	20
Figura 7: Abundancia relativa promedio y desviación estandar de los moluscos bivalvos presentes en <i>Pocillopora</i> sp., en las cuatro fechas de muestreo de 2002 a 2003 para el arrecife de Playa Mora, Bahía Tenacatita, Jalisco, México.	22
Figura 8: Abundancia relativa promedio y desviación estandar de los moluscos gasterópodos presentes en <i>Pocillopora</i> sp., en las cuatro fechas de muestreo de 2002 a 2003 para el arrecife de Playa Mora, Bahía Tenacatita, Jalisco, México.	22
Figura 9: Dendograma resultante del análisis de agrupamiento de los meses de muestreo, con base en las especies de moluscos registradas en las colonias de coral del género <i>Pocillopora</i> sp., (Según el índice de similitud Bray-Curtis). N= Noviembre 2002, M= Marzo 2003, JL= Julio 2003 y D= Diciembre 2003.	26
Figura 10: Abundancia relativa de las 25 especies de moluscos más importantes según la abundancia acumulada.	27
Figura 11: Porcentaje del número de especies según el tipo de alimentación.	29



Figura 12: Porcentaje de especies representativas respecto al hábitat en sustrato coralino del genero *Pocillopora* sp. 32

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PAGINA
Tabla 1: Resumen de la prueba de Kruskal-Wallis de la abundancia relativa de los moluscos durante el estudio.	20
Tabla 2: Resumen de la prueba de rangos múltiples LSD de la abundancia relativa de los moluscos durante el estudio.	21
Tabla 3: Valores de los índices ecológicos utilizados en el análisis de la estructura de la comunidad de moluscos presentes en el coral <i>Pocillopora</i> sp., S= número de especies; H' = índice de diversidad de Shannon; y E' = índice de equitatividad de Pielou. Se indica entre paréntesis el valor de la desviación estándar.	24
Tabla 4: Resumen del análisis de varianza de una vía, del índice de diversidad entre las fechas de muestreo.	25
Tabla 5: Resumen de la prueba a posteriori de comparación múltiple Tukey, del índice de diversidad entre las fechas de muestreo. Se indica (02) al año 2002 y (03) al 2003.	25
Tabla 6: Grupos funcionales de moluscos presentes en <i>Pocillopora</i> sp., de acuerdo a su tipo de alimentación.	29
Tabla 7: Grupos funcionales de los moluscos presentes en <i>Pocillopora</i> sp., de acuerdo al hábitat.	31
Tabla 8. Índices ecológicos obtenidos a partir de estudios sobre moluscos en comunidades coralinas de diversas localidades del Pacífico mexicano. S' = Riqueza de Especies; H' = Diversidad de Shannon; E' o J' = Equitatividad o Uniformidad. ND = no se describe.	37



ÍNDICE DE ANEXOS

CONTENIDO	PAGINA
Anexo 1: Lista sistemática de los moluscos presentes en el coral ramoso <i>Pocillopora</i> sp., del arrecife de Playa Mora, Bahía Tenacatita, Jalisco.	vi
Anexo 2: Acervo fotográfico de los moluscos presentes en el coral ramoso <i>Pocillopora</i> sp., del arrecife de Playa Mora, Bahía Tenacatita, Jalisco.	xi



1. INTRODUCCION

El Phylum Mollusca, es uno de los grupos de invertebrados con mayor diversidad, cercana a las 150 000 especies vivientes, en su mayoría del ambiente marino. Incluye formas tan distintas como los caracoles, almejas, quitones, pulpos y calamares. Está conformado por siete clases actuales: Monoplacophora (11 especies), Aplacophora (288), Scaphopoda (350), Cephalopoda (700), Polyplacophora (800), Bivalvia (10000) y Gastropoda (35000) (Nesis, 1987; Meglitsch, 1983; Ruppert y Barnes, 1996).

Evolutivamente, los moluscos han presentado cambios estructurales que les han permitido habitar todos los ecosistemas marinos. En el ambiente béntico, están presentes desde la zona entre mareas hasta las grandes profundidades abisales, también existen moluscos propios del ambiente pelágico. Sin embargo, el fondo marino es el lugar donde han logrado su mayor éxito adaptativo, diverso y abundante (Younque, 1974). El fondo presenta básicamente dos tipos de sustratos: los blandos (arenas, limos y arcillas) y duros (rocas, madera, sustratos artificiales y corales). Los sustratos duros presentan una gran diversidad de microhábitats para el desarrollo de un elevado número de especies de flora y fauna marina, así como los procesos de interacción intra e interespecifica como depredación, parasitismo, reproducción y alimentación (Meglitsch, 1983). Cuando el sustrato es de origen biogénico (arrecife de coral) esas interacciones son de gran importancia (Robertson, 1970).

Un arrecife de coral, o comunidad coralina, es una estructura marina de aguas someras, presente principalmente en mares tropicales poco profundos, que forma ecosistemas de alta diversidad. Este tipo de estructura puede derivar de una base rocosa abiótica, o puede estar basada biológicamente en material esquelético diverso, que simbióticamente contribuyen a la construcción de la estructura común; entre estos organismos se incluyen algas, foraminíferos, anélidos, poliquetos, moluscos, crustáceos, equinodermos y peces (Hugues, 1991).



En el arrecife de coral se llevan a cabo principalmente, interacciones de competencia y depredación. La depredación y la destrucción de sustrato de coral pétreo (bioerosión) por organismos, como algunos moluscos, son procesos considerados de gran impacto en ecosistemas de arrecife de coral (Nybbaken, 1996). Entre los moluscos bioerosionadores, los bivalvos infaunales se han adaptado a vivir en sustratos duros, por lo que presentan el cuerpo comprimido lateralmente y las dos valvas envuelven por completo la parte blanda. Poseen además la capacidad de secretar sustancias químicas que les permiten perforar la estructura del coral desde la etapa larvaria, por lo que pueden habitar tanto en corales vivos como en corales muertos (Keen y Coan, 1974; Ruppert y Barnes, 1996).

Los bivalvos pueden causar daños diversos en los arrecifes de coral, por ejemplo, algunas especies como las del género *Lithophaga* perforan químicamente, mientras otras especies lo hacen mecánicamente; estas especies que perforan los corales vivos tienen además unas glándulas cuya secreción evita que el coral deposite nuevo carbonato cálcico en el agujero que habita el bivalvo, así como otras glándulas que inhiben los mecanismos de disparo de los nematocistos (Ruppert y Barnes, 1996). Entre los moluscos consumidores de coral, o coralívoros, se incluyen especies de cinco familias de la clase Gastropoda (Guzmán y Cortés, 1993), capaces de destruir colonias enteras de coral en poco tiempo y debilitar sus bases. Individuos de algunas especies de la familia Coralliophilidae pueden consumir alrededor de 0.64 cm de coral por día (Glynn y Wellington, 1983; Guzmán, 1988b), como *Quoyula madreporarum*.

En la ensenada de Playa Mora, en la Bahía Tenacatita, existe gran riqueza de invertebrados y vertebrados que interactúan con el arrecife de coral (López-Uriarte y Pérez-Vivar, 1995; López-Uriarte y Ríos-Jara, 2004; Galván-Villa, 2006), por lo que resulta de especial interés conocer la estructura y dinámica de la comunidad malacológica en el ecosistema coralino del Pacífico central mexicano (Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán). Los estudios realizados sobre arrecifes de coral y los diferentes grupos taxonómicos que interactúan en este ecosistema para el Pacífico



mexicano aún son escasos, por lo que es necesario incrementar los esfuerzos para lograr un entendimiento sobre su estructura y funcionamiento de este importante ecosistema escasamente representado en el litoral del Pacífico.

El presente trabajo fue realizado gracias al apoyo parcial del proyecto “Evaluación de los Efectos de El Niño 1997-98 en Arrecifes Coralinos del Pacífico Mexicano”, financiado por el CONACYT (Ref. 37528-B), cuyo objetivo general fue *evaluar el estado actual de ocho arrecifes coralinos del Pacífico mexicano*, entre ellos el de Playa Mora, así como de los principales grupos de invertebrados (con énfasis en moluscos, crustáceos y equinodermos) y peces que componen el sistema arrecifal, por lo que los objetivos y metodologías en el presente trabajo están ligados a dicho proyecto.



2. ANTECEDENTES

En cuanto a la malacofauna presente en sustrato coralino en el mundo, existen diversos estudios. Ott y Lewis (1972) estudiaron los efectos de dos depredadores de arrecifes de coral, un gasterópodo y un anélido poliqueto. Austin *et al.* (1980) analizaron la estructura de la comunidad de la fauna asociada al coral ramoso *Pocillopora damicornis* en islas cercanas a la Gran Barrera de Arrecife, Australia, analizando ecológicamente sólo a los crustáceos y registrando de forma anecdótica sólo nueve especies entre gasterópodos y poliplacóforos. Brawley y Adey (1982) reconocieron la relevancia de un depredador de coral *Coralliophila abbreviata* y su efecto en la estructura del arrecife.

Entre los estudios realizados en Isla del Caño, Costa Rica, sobre la fauna coralívora en el Pacífico, Guzmán (1988a) determinó la abundancia y distribución de los organismos coralívoros, como cangrejos y peces, entre otros, encontrando que estas especies se alimentan preferentemente de *Pocillopora* sp., Hayes (1990) efectuó observaciones sobre el impacto de coralívoros en la estructura de los corales en el Indopacífico, señalando que el pequeño caracol depredador *Coralliophila abbreviata* puede causar gran daño a los arrecifes del Caribe, dada su voracidad en otras regiones. Guzmán y Cortés (1993) diagnosticaron en los arrecifes de Isla del Coco, Costa Rica, el efecto de ermitaños, peces y especies del gasterópodo *Quoyula* sp., además evaluó el incremento del caracol en un año en el que se presentó el fenómeno de El Niño 1982-1983, y señaló en sus resultados la mortandad de coral vivo en todas las profundidades, así como la variación porcentual comparada con datos previos al fenómeno El Niño, concluyó que la recuperación del arrecife tardará siglos. En Costa Rica, Turner (1992) estudió al muricido coralívoro *Drupella cornus*, especie que por sus hábitos alimenticios ha dañado los arrecifes australianos, además esta especie en laboratorio se ha evaluado su capacidad reproductora y parte de su desarrollo, concluyó que tiene alto potencial reproductivo. Guzmán y Cortés (1993) revisaron los arrecifes coralinos del Pacífico oriental tropical y citan como especies coralívoras a *Jenneria pustulata*, *Quoyula madreporarum*, *Muricopsis*



(*M.*) *zetequi*, *Latiaxis hindsii*, *Calliostoma mcleani* y como bioerosionadores internos a varias especies del género *Litophaga* sp y *Gastrochaena rugulosa*.

Entre los estudios realizados en nuestro país, se evalúan aspectos generales de los moluscos, como listados sistemáticos y solo algunos aspectos menores de su ecología; estos trabajos se remontan a la década de los setentas. De los primeros trabajos que reportan moluscos presentes en sustrato coralino podemos mencionar el estudio de González-Villarreal (1977; 2005), que registra pocas especies de gasterópodos en sustrato coralino en Bahía Tenacatita, México. Barrientos-Luján *et al.* (1997) caracterizaron la comunidad malacológica asociada a facie coralina en dos localidades de las Bahías de Huatulco, Oaxaca. Rodríguez-Zaragoza (1998) realizó un estudio sobre la comunidad coralina hermatípica, reportó la presencia de moluscos bivalvos bioerosionadores y gasterópodos coralívoros en Careyeros, Nayarit. López Rivas (2000) realizó un estudio de los moluscos de tres localidades de la costa del sur de Nayarit, México, evaluó su distribución y abundancia en tres tipos de sustrato: coral (vivo y muerto), roca y arena. Landa-Jaime (2002a) llevó a cabo un inventario de los moluscos encontrados en cuatro diferentes ecosistemas costeros de Jalisco y Colima, (Sistema estuario Agua Dulce - El Ermitaño, caleta El Tamarindo, arrecife coralino de Bahía Tenacatita y plataforma continental de Jalisco y Colima. Solís-Bautista (2003) determinó la densidad poblacional, el crecimiento y la mortalidad de *Quoyula madreporarum* en Playa Arena de Ventana, Baja California Sur, México, y define que el papel de esta especie en el ecosistema arrecifal se caracteriza por tener una relación íntima de depredación con los corales de la familia Pocilloporidae. Solís-Bautista *et al.* (2004) demostraron que algunos caracteres tales como el color y forma de la concha en *Quoyula monodonta*, pueden cambiar con la edad (tamaño) del organismo. Zamorano de Haro (2004) realizó un estudio de la distribución temporal de la comunidad de moluscos asociados al coral *Pocillopora damicornis* y la comparan con la comunidad del arrecife de La Entrega, Oaxaca.



3. JUSTIFICACIÓN

El arrecife de Playa Mora es una comunidad coralina de gran diversidad biológica ubicada en el extremo noroeste de la Bahía Tenacatita, Jalisco, de fácil acceso vía terrestre y marina, que es visitada por turistas, pescadores y restauranteros de la localidad. El uso del arrecife y su área adyacente es continuo, lo que ocasiona notables modificaciones al paisaje. La presencia de fenómenos naturales anuales como tormentas y huracanes, así como el fenómeno de El Niño, contribuyen también a la modificación de la estructura y funcionamiento del arrecife, por lo que es imperativo el conocimiento de su biota, como son los moluscos, que interactúan de manera particular con los arrecifes, lo cual nos permitirá conocer su condición actual como antecedente para otros estudios. Además, la información generada es un elemento útil como parte de programas educativos, de conservación y de restauración. Es común que los visitantes de esta zona arranquen trozos de coral, el cual crece a un ritmo lento. Debido a la escasa información del área de estudio y dada la importancia ecológica que representan los moluscos en los arrecifes de coral, es entonces relevante evaluar su distribución y abundancia en tiempo y espacio.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Evaluar algunos aspectos de la estructura de la comunidad de los moluscos presentes en el coral ramoso del género *Pocillopora* sp., en el arrecife de Playa Mora, Bahía Tenacatita, Jalisco, durante el ciclo anual 2002-2003.

4.2 Objetivos particulares

- Determinar la riqueza de especies de moluscos presentes en el sustrato coralino.
- Caracterizar la distribución y abundancia de la comunidad de los moluscos presentes en sustrato de coral en un ciclo anual.



5. ÁREA DE ESTUDIO

Playa Mora se ubica a un costado de la punta noroeste de Bahía Tenacatita entre las coordenadas geográficas 19°16´ latitud norte y 104°52´ longitud oeste, en el municipio de La Huerta Jalisco, México. En este litoral se intercalan playas rocosas y arenosas de hasta 20 km de longitud (Figura 1). Esta Bahía se ve limitada al norte por la playa Boca de Iguanas, al este por la playa la Manzanilla, al sureste por la caleta El Tamarindo, al suroeste por Punta el Estrecho y al noroeste por la caleta Tenacatita y Punta Hermanos. Entre estas dos últimas localidades se encuentra una pequeña ensenada, que los lugareños denominan Playa Mora (INEGI, 1981 y 1995).

La zona de Bahía Tenacatita es una llanura costera con una extensión aproximada de 4000 Ha. Al este colinda con La Manzanilla y la Bahía Tenacatita, al oeste con y el parteaguas de los cerros y lomeríos de la llanura costera del Tecuán y la Albúfera, al norte con la zona Miguel Hidalgo y Agua Caliente y al sur por el océano Pacífico. En lo que se refiere a la geología, se encuentran en la zona principalmente rocas intrusivas (granitos y rocas afines) del Mesozoico y Cenozoico. La zona se encuentra influenciada por el río Purificación. También se encuentran algunos arroyos, el Huehuenes e Higueral y el estero atrás de cala Bahía Tenacatita (INEGI, 1981 y 1995).

El clima de la zona es semiseco, con otoño, invierno y primavera, secos, sin cambio térmico invernal bien definido. La temperatura media anual es de 25.2°C (con máximas de 32.8° C y mínimas de 17.6° C). El régimen de lluvias se registra entre los meses de junio y julio, contando con una precipitación media de 84.2 mm. No se registran heladas durante el año y los vientos son variables (García, 1973).

Este litoral está bañado por aguas del océano Pacífico oriental tropical, cuyas corrientes superficiales siguen un patrón variable ligado al sistema principal de vientos prevalecientes. En la región oceánica se distinguen tres diferentes periodos principales: 1) cuando las aguas son cálidas entre los meses de junio a diciembre



está presente la contracorriente norecuatorial la cual fluye alrededor del domo de Costa Rica y penetra en la corriente Ecuatorial del Norte entre los 10° y 20° de latitud norte; 2) el segundo periodo corresponde a aguas frías o templadas entre los meses de febrero a mayo, está presente la influencia de la corriente de California; y 3) un tercer periodo de diciembre a febrero cuando las aguas presentan una gran variación en temperatura con influencia todavía de la corriente de California, que se retrae hacia el norte e influencia aguas que provienen del Golfo de California (Wyrtki, 1965).

Debido a estos periodos de corrientes estacionales prevalecientes, se considera a esta región como una zona de transición entre la provincia biogeográfica Panámica ubicada hacia el sur, con características tropicales o cálidas y la provincia Californiana, ubicada hacia el norte, con características templadas o frías (De la Lanza-Espino, 1991).

Playa Mora es una ensenada que presenta un verdadero arrecife coralino costero dividido en dos grandes barras paralelas a la línea de costa. Ubicados a cada lado de la ensenada y separados por una barra de arena con un tamaño de grano grueso a mediano. Las barras se encuentran dispuestas con orientación norte-sur; hacia el extremo este de la barra norte se registran las mayores profundidades de la ensenada, con valores que oscilan entre los 9 m. La barra sur es la de mayor dimensión, con una longitud aproximada de 300 m y un ancho hasta de 62 m. La barra norte presenta 210 m de longitud y hasta 30 m de ancho. Esta barra, aunque de menor dimensión, tiene un grosor promedio de 1.72 m, con un máximo de 3.20 m y un mínimo de 0.85m (Figura 2). Durante los meses de febrero a abril y durante la bajamar máxima, el arrecife queda bajo exposición aérea durante horas (Figura 3) (López-Urriarte y Ríos-Jara, 2004). Los corales dominantes del arrecife de Playa Mora, son especies con crecimiento ramificado de la familia Pocilloporidae y en menor medida especies incrustantes de las familias Poritidae y Agariciidae (López-Urriarte y Ríos-Jara, 2004). Las especies coralinas de *Pocillopora* sp., que componen



el arrecife de Playa Mora son: *P. damicornis*, *P. capitata*, *P. verrucosa* y *P. meandrina* (López-Uriarte, 2004. Datos sin publicar).

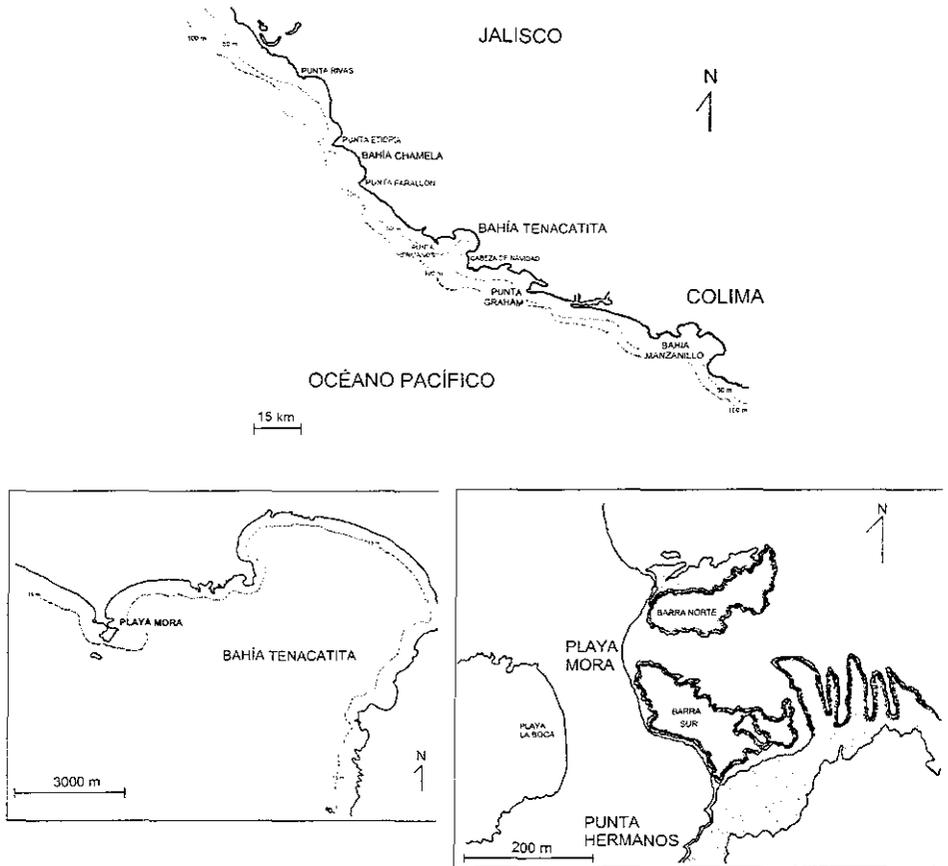


Figura 1: Mapa del área de estudio, ubicando el arrecife de Playa Mora en la Bahía Tenacatita en la costa de Jalisco, México. El contorno en las barras representa sustrato coralino y la línea punteada es sustrato rocoso (Diseño: Ernesto López Uriarte).

BIBLIOTECA UCUBA



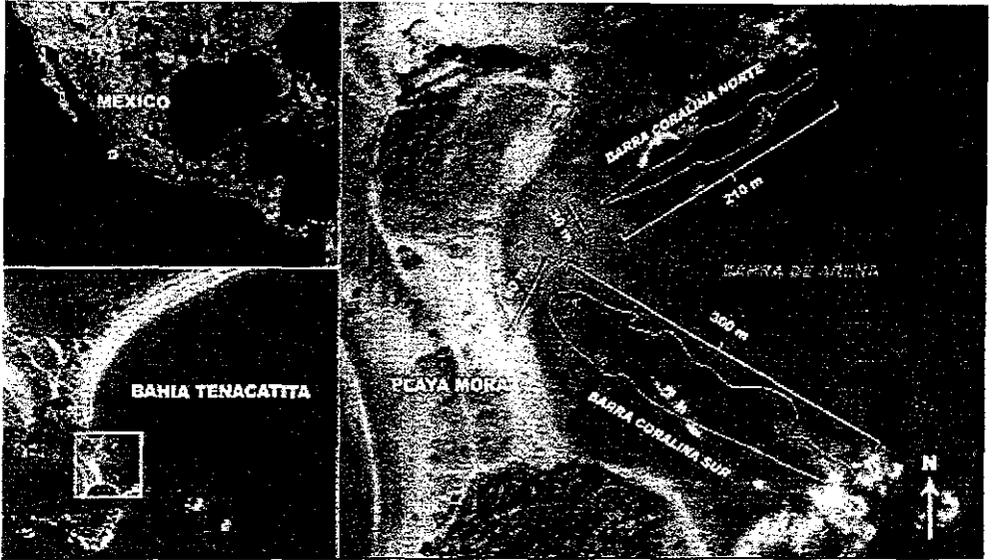


Figura 2: Fotografía del arrecife de Playa Mora, Bahía Tenacatita, Jalisco (Fuente: Google Earth, 2007).





Figura 3: Playa Mora, durante la bajamar máxima, de febrero a abril, el arrecife puede quedar expuesto (Foto: López-Uriarte, 2003).



6. MATERIALES Y METODOS

6.1 Trabajo de campo: Muestreo

Durante cuatro muestreos en un ciclo anual (noviembre de 2002, marzo, julio y diciembre de 2003) se extrajeron mediante buceo autónomo un total 29 colonias de coral vivo del género *Pocillopora* sp., el número de colonias colectadas por fecha de muestreo fue considerado bajo el protocolo del proyecto “Evaluación de los Efectos de El Niño 1997-98 en Arrecifes Coralinos del Pacifico Mexicano”, en el cual se consideró extraer 10 colonias de coral vivo por muestreo, pero debido a que el método es destructivo y la cobertura coralina es menor en comparación al resto de localidades propuestas para dicho proyecto, se eligió coleccionar no más de ocho colonias por muestreo.

Se eligieron colonias con un diámetro de entre 20 y 30 cm y una altura de 15 cm. Se tomó la lectura de la profundidad de extracción en dos niveles: 1) 0 a 3 metros, 2) más de 3 metros de profundidad, misma que se midió con un profundímetro marca Tabata. También se registró la localización o sitio específico de cada colonia dentro del área de estudio. Las colonias fueron separadas desde su base utilizando cincel y martillo. Para evitar la posible pérdida de muestra, cada una de las colonias coralinas se introdujo en sacos de polipropileno de 60 x 100 cm, para transportarlas a la playa y depositarlas en cubetas de plástico con capacidad de 19 litros con agua de mar. Las colonias fueron posteriormente preservadas en formaldehído al 10% para su análisis en el Laboratorio de Ecosistemas Marinos y Acuicultura (LEMA) de la Universidad de Guadalajara.

Se determinó asimismo la visibilidad mediante un disco de Secchi; la salinidad, la temperatura y el oxígeno disuelto con un multímetro marca YSI, modelo 85/25 FT.



6.2 Trabajo de laboratorio

6.2.1 Procesamiento de las muestras

Cada una de las 29 colonias colectadas se depositó en charolas de plástico de 30 x 35 cm y se lavaron con agua corriente para eliminar la solución fijadora. Para evitar posible pérdida del material biológico, se utilizó un tamiz de 50 μm de luz de malla, para atrapar lo que el agua arrastrara. Posteriormente, las colonias fueron totalmente fragmentadas para obtener el material biológico, el cual se diferenció por grandes grupos taxonómicos, tomando en cuenta particularmente la malacofauna infaunal perforadora y epifaunal. Los especímenes fueron depositados en frascos debidamente etiquetados y conservados en alcohol al 70%.

Para determinar el volumen de cada colonia coralina, se introdujeron los fragmentos en un recipiente graduado cada 50 ml, con cantidad de agua constante, registrando de esta manera el tamaño de cada cabeza según el volumen desplazado.

6.2.2 Identificación

Para identificar las especies de moluscos vivos se tomaron en cuenta los organismos completos (cuerpo y concha) encontrados en las colonias de coral. Los organismos se observaron a través de un microscopio estereoscópico marca Carl Zeiss modelo Stemi DV4 (32x). Se utilizaron las claves taxonómicas de Keen (1971), Morris y Percy (1974) y Sabelli, (1979), además de los catálogos de Keen y Coan (1974) y Abbott y Tucker (1974). Asimismo, se contó con el apoyo de la Dra. Dora O. Waumann Rojas¹ para la revisión y colaboración de la identificación taxonómica; y

¹ Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Km 105 carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, B. C. México 22860.



con la asesoría del Dr. E. Ríos-Jara² y del Dr. E. López-Uriarte². Además, se utilizó la colección de moluscos de referencia del LEMA. El listado sistemático se elaboró de acuerdo con Keen (1971); por último, se efectuó una revisión de las sinonimias (Skoglund, 1990, 1991, 1992, 2001a y 2001b).

Algunos de los especímenes se encontraban en estadio juvenil, por tanto, no fue posible determinarlos a nivel de especie.

El conjunto de *taxa* identificados en este estudio, se enlistó en forma sistemática, con ilustración de las especies, las cuales fueron tomadas con una cámara fotográfica, Carl Zeiss-Sony digital, DSC-S75, de 3.3 mega píxeles, con ayuda de un microscopio estereoscópico Carl Zeiss W-PL 10x/23 y una lámpara Eco-Light 150, de 180 watt, marca Applied Scientific Devices, en el laboratorio de Ecología y Pesquerías de la Zona Costera, del Departamento de Ecología del CICESE y en el LEMA. De algunas especies no se obtuvo fotografía debido a que el organismo se encontraba deteriorado.

6.2.3 Características del material recolectado

El total del material malacológico registrado correspondió al 44% de organismos vivos (parte blanda y concha) y 56% correspondió a conchas vacías. Para el presente trabajo solo se utilizaron en la evaluación los moluscos vivos.

Aunque hubo una gran cantidad de conchas vacías, no podemos saber si estas estuvieron presentes alguna vez en el arrecife o fueron arrastradas por la corriente.

² Laboratorio de Ecosistemas Marinos y Acuicultura (LEMA). Depto. de Ecología. CUCBA. Universidad de Guadalajara. Las Agujas, Zapopan, Jalisco. México 45110.



7. ANALISIS DE DATOS

Se elaboró una lista con el arreglo sistemático de los moluscos presentes en el sustrato coralino registrados en el estudio de acuerdo a Keen (1971) y Skoglund, 1990, 1991, 1992, 2001a y 2001b). Se construyó una matriz general de presencia y número de individuos por especie por mes de muestreo.

La abundancia se calculó mediante la determinación de la densidad relativa utilizando como unidad el volumen desplazado del fragmento o cabeza de coral ramoso y el número de individuos. El volumen desplazado equivalió al volumen de la colonia, expresado en mililitros y posteriormente convertido a litros. La densidad relativa de la malacofauna se expresó de la siguiente manera:

Densidad relativa = número de individuos / volumen del fragmento de coral

Para determinar las variaciones temporales de la comunidad de moluscos presentes en sustrato coralino se calcularon los índices ecológicos. Para la diversidad se calculó mediante índice de Shannon (H'), medida sensible al tamaño de muestra e independiente de cualquier distribución hipotética. Magurran *et. al.*, (1989) considera que los individuos se colectan al azar a partir de una población indefinidamente grande; también asume que todas las especies están representadas en la muestra. Se calcula a partir de la ecuación:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

$$H' = -\sum (p_i \ln p_i)$$

Donde p_i es la proporción de individuos encontrados de la i -ésima especie. En una muestra el verdadero valor de p_i es desconocido pero se estima mediante n_i / N . Combina la riqueza de especies y la equitatividad; sin embargo, se ve influido por la presencia de especies raras. Es uno de los índices de diversidad más utilizados que



puede ser comparable con otros trabajos (Ludwing y Reynolds, 1988). Para determinar cambios de los valores de diversidad entre las épocas del año, se aplicó un análisis de varianza ANDEVA (Magurran, 1989). Realizando una prueba a posteriori de comparación múltiple (Zar, 1999), si se encontraron diferencias significativas.

Para determinar como están repartidos los individuos entre las especies se calculó el índice de equitatividad (E') o de uniformidad de Pielou (1975). El cual proporciona información sobre la uniformidad de la abundancia de especies, según la ecuación:

$$E' = H' / H'_{\max}$$

Donde E' = índice de equitatividad; H' = índice de Shannon; H'_{\max} = máximo valor de H' .

El máximo valor posible de diversidad dado por el índice de Shannon (H'_{\max}) se calcula a partir de la ecuación:

$$H'_{\max} = \ln S$$

Donde S = número total de especies en la comunidad.

Se calculó también el índice de Sørensen, (1948), modificado por Bray-Curtis (1957) para determinar el grado de similitud de los moluscos entre las épocas del año consideradas.

De resultados del índice de Sørensen se construyeron dendogramas derivados del análisis de agrupamiento.

La base de datos fue organizada en hoja electrónica del programa Microsoft Excel 2003. Los análisis de estadística paramétrica descriptiva y de comparación se realizaron con el programa SigmaStat versión 2.1 (2000), Biodiversity Professional versión 2 y los índices ecológicos fueron calculados con el apoyo del programa PC-ORD 4.10 (1999) y BioDap, versión 2.



8. RESULTADOS

8.1 Taxonomía y sistemática

Se determinaron 40 especies de moluscos, pertenecientes a 4 clases, 10 órdenes, 25 familias y 30 géneros, durante los muestreos realizados entre noviembre 2002 a diciembre 2003 en el arrecife de Playa Mora, en Bahía Tenacatita, México (Anexo 1). A nivel de clase, el mayor número de especies lo presentaron los gasterópodos, con 22 especies, seguido de los bivalvos con 11, seis de poliplacóforos y una de cefalópodos. Las familias mejor representadas en los gasterópodos fueron Calyptraeidae con cinco especies, Hipponicidae con cuatro y Muricidae con tres; las 10 familias restantes fueron monoespecíficas. En la clase Bivalvia, la familia Mytilidae fue relevante al presentar cuatro de las 11 especies determinadas, y las siete familias restantes sólo registraron una sola especie. Por lo que respecta a los poliplacóforos, la familia Ischnochitonidae mostró el mayor número con cuatro especies y Chitonidae dos especies (Figura 4).

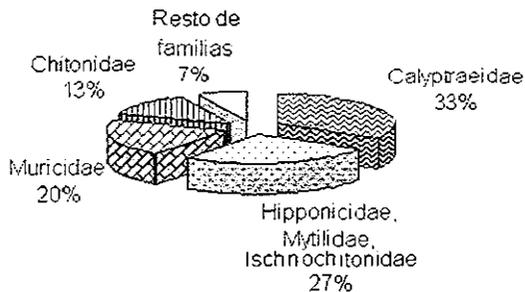


Figura 4: Porcentaje del número de especies por familia de moluscos determinados en el arrecife de Playa Mora.



8.2 Abundancia relativa

El número de individuos de las 40 especies de moluscos determinados tuvo un total de 339 moluscos vivos, es decir, cuerpo o parte blanda y concha. Con respecto a la abundancia los bivalvos presentaron la mayor proporción con el 53 %, los gasterópodos el 44 %, los poliplacóforos 2 % y cefalópodos registraron menos del 1 % (Figura 5).

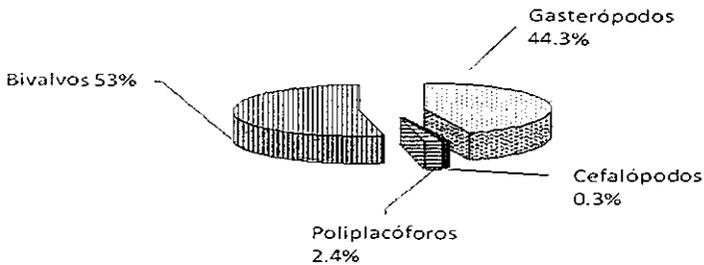


Figura 5: Porcentajes de abundancia de las especies de moluscos agrupados a nivel de clases registradas en Playa Mora, Bahía Tenacatita, Jalisco, México.

La abundancia relativa de moluscos varió con respecto a la época del año en el área de estudio. La densidad relativa promedio global fue de 11.86 ind/l (\pm d.s.= 13.09). Por fecha de muestreo, marzo 2003 presentó la mayor densidad con 19.14 ind/l (\pm d.s.= 10.49), le siguió en orden de importancia julio 2003 con 12.62 ind/l (\pm d.s.=15.70), noviembre 2002 presentó 12.33 ind/l (\pm d.s.= 16.75), y diciembre con 5.35 ind/l (\pm d.s.= 5.18) (Figura 6). El análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas entre épocas del año ($p < 0.05$) (Tabla 1). La prueba de rangos múltiples LSD presentó diferencias significativas entre marzo y diciembre de 2003 (Tabla 2).



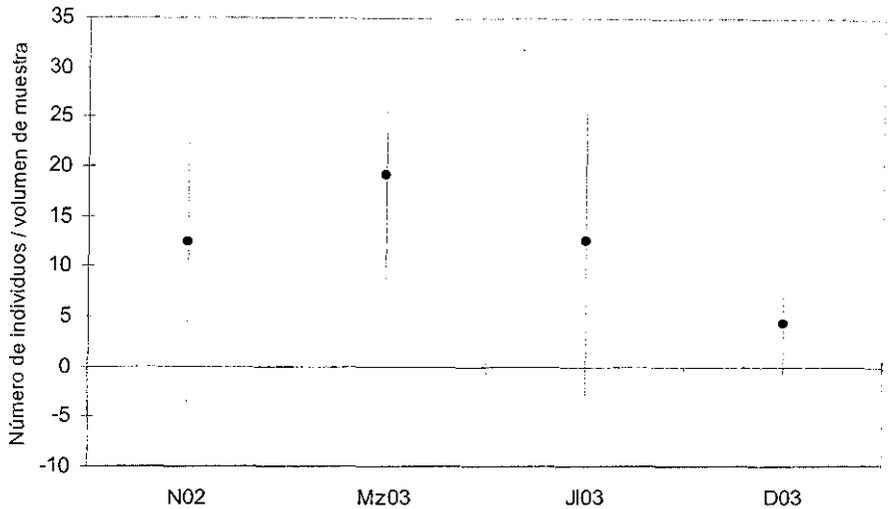


Figura 6: Abundancia relativa promedio y desviación estandar de las cuatro clases de moluscos presentes en *Pocillopora* sp., en las cuatro fechas de muestreo, Noviembre de 2002, Marzo, Julio y Diciembre de 2003 para el arrecife de Playa Mora, Bahía Tenacatita, Jalisco, México.

Tabla 1: Resumen de la prueba de Kruskal-Wallis de la abundancia relativa de los moluscos durante el estudio.

	Tamaño de muestra	Rango promedio
Noviembre 2002	6	15.58
Marzo 2003	7	22.85
Julio 2003	8	14.0
Diciembre 2003	8	8.68

Prueba estadística: $H = 10.57$ $p = 0.014$



Tabla 2: Resumen de la prueba de rangos múltiples LSD de la abundancia relativa de los moluscos durante el estudio.

	Conteo	Media	Grupos homogéneos
Diciembre 2003	8	4.375	x
Noviembre 2002	6	12.3333	xx
Julio 2003	8	12.625	xx
Marzo 2003	7	19.1429	x

Contraste	Diferencias	+/- Límites
Noviembre 2002 - Marzo 2003	-6.80952	14.4536
Noviembre 2002 - Julio 2003	-0.291667	14.0305
Noviembre 2002-Diciembre 2003	7.95833	14.0305
Marzo 2003 - Julio 2003	6.51786	13.4456
Marzo 2003 - Diciembre 2003	*14.7679	13.4456
Julio 2003 - Diciembre 2003	8.25	12.9897

* indica diferencias significativas entre fechas de muestreo.

Bivalvos y gasterópodos mostraron similar comportamiento en la abundancia relativa al patrón general durante el ciclo anual, mostrando mayor número de individuos para marzo de 2003 y menor abundancia para diciembre de 2003 (Figura 7 y 8, respectivamente). Las especies de bivalvos fueron más abundantes durante noviembre 2002, marzo y julio de 2003 y los gasterópodos solo para julio de 2003. En el caso de los poliplacóforos, registraron mayor número de especies y de individuos durante el mes de diciembre 2003. Predominan entre los bivalvos los *Lithophagas* sp. (*Lithophaga aristata* y *L. plummula*) y en los gasterópodos el coralívoro *Quoyula madreporarum*, *Cerithium maculosum*, *Hipponix panamensis*, *Steironepion melanosticta* y *Crepidula acuelata*.



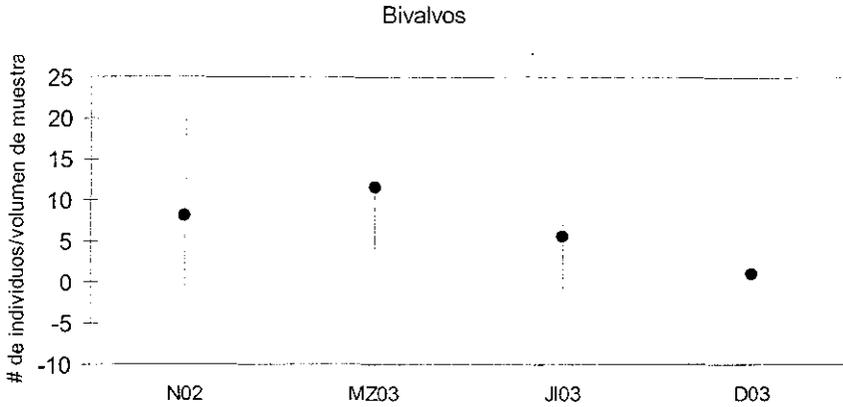


Figura 7: Abundancia relativa promedio y desviación estándar de los moluscos bivalvos presentes en *Pocillopora* sp., en las cuatro fechas de muestreo de 2002 a 2003 para el arrecife de Playa Mora, Bahía Tenacatita, Jalisco, México.

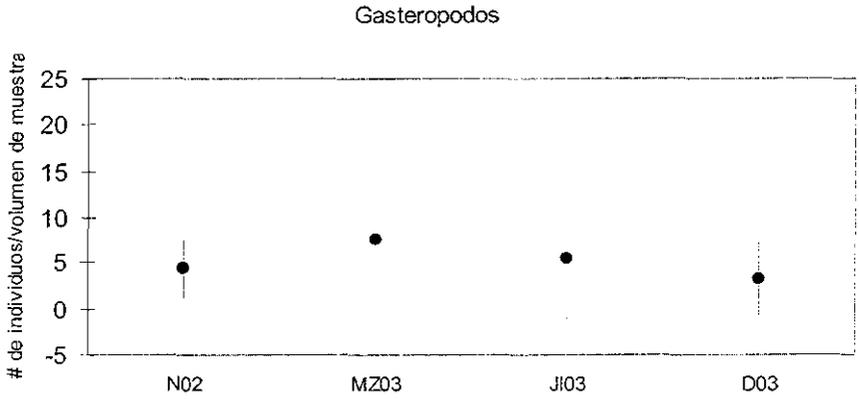


Figura 8: Abundancia relativa promedio y desviación estándar de los moluscos gasterópodos presentes en *Pocillopora* sp., en las cuatro fechas de muestreo de 2002 a 2003 para el arrecife de Playa Mora, Bahía Tenacatita, Jalisco, México.



Con respecto al gradiente de profundidad, los moluscos asociados a las colonias de *Pocillopora* sp., estuvieron mejor representados hacia el nivel de mayor profundidad de la ensenada de Playa Mora, con el 53% y una densidad relativa promedio de 13.92 ind/l (\pm d.s =12.86). A profundidad somera (<3m) la densidad fue de 10.18 ind/l (\pm d.s.=13.45) que equivale al 47%. Sin embargo, no se presentaron diferencias significativas de la abundancia entre ambos niveles de profundidad según la prueba de suma de rangos de Mann-Whitney ($p > 0.05$). Adicionalmente se trató de buscar diferencias en la abundancia de moluscos de las colonias colectadas entre la barra norte y sur de la ensenada de Playa Mora, sin embargo, aunque la barra norte registró mayor densidad relativa promedio con 15.30 ind/l (\pm d.s.=14.34) contra 9.06 ind/l (\pm d.s. =11.7) de la barra sur, no hubo diferencias significativas según la prueba de suma de rangos de Mann-Whitney ($p > 0.05$).

8.3 Índices ecológicos: diversidad, equitatividad y similitud

El análisis de la estructura de la malacofauna mediante el uso de los índices de diversidad, equitatividad y similitud, permiten confirmar algunos de los resultados ya descritos en los incisos anteriores, como la gran riqueza específica, abundancia y temporalidad de los moluscos registrados durante el presente estudio. Se confirma la existencia de una variación temporal en la estructura de la comunidad entre noviembre 2002 y diciembre 2003, según el índice de diversidad y de similitud.

Se presentaron variaciones entre las fechas de muestreo en la estructura de la comunidad de moluscos según los índices de diversidad y equitatividad (Tabla 3). El índice de diversidad de Shannon (H') registró un máximo de 2.55 bits/ind en marzo 2003 y un mínimo de 1.97 bits/ind en diciembre 2003, con un valor promedio de 2.10 bits/ind. Este comportamiento puede estar relacionado al gran porcentaje (arriba del 30%) de especies raras o que aparecieron en una sola ocasión y con un solo



individuo para el mes de marzo; y por otro lado, a que las condiciones ambientales influyen directamente en la estructura de la comunidad de moluscos.

Tabla 3: Valores de los índices ecológicos utilizados en el análisis de la estructura de la comunidad de moluscos presentes en el coral *Pocillopora* sp., S= número de especies; H' = índice de diversidad de Shannon; y E' = índice de equitatividad de Pielou. Se indica entre paréntesis el valor de la desviación estándar.

	Nov-02 (n=6)	Mar-03 (n=7)	Jul-03 (n=8)	Dic-03 (n=8)	Promedio (d.e.)
S	19	26	15	12	18 (± 6.05)
H'	1.99	<u>2.55</u>	2.46	1.97	2.10 (± 0.31)
E'	0.68	0.78	0.69	0.79	0.74 (± 0.06)

La repartición de los individuos entre las especies o equitatividad, fue más alta en dos épocas de año marzo y diciembre de 2003, con valores de 0.79 y 0.78 respectivamente. El valor mas bajo se registró en el mes de noviembre con 0.68 y julio mostró un valor similar de 0.69. (Tabla 3).

Según el análisis de varianza de una vía aplicado a los valores del índice de Shannon (H') a las fechas de muestreo, existen diferencias significativas para la malacofauna presente en el coral ramoso *Pocillopora* sp., ($F= 4.745$, $P= 0.011$), (Tabla 4). La prueba a posteriori de comparación múltiple de Tukey, muestra diferencias significativas de la comunidad de moluscos entre marzo y julio y marzo y diciembre 2003 (Tabla 5).



Tabla 4: Resumen del análisis de varianza de una vía, del índice de diversidad entre las fechas de muestreo.

Fuente de variación	g.l.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	P
Entre grupos	3	3.879	1.293	4.745	0.011
Residual	22	5.995	0.272		
Total	25	9.874			

Tabla 5: Resumen de la prueba a posteriori de comparación múltiple de Tukey, del índice de diversidad entre las fechas de muestreo. Se indica (02) al año 2002 y (03) al 2003.

Comparación	Diferencias entre medias	p	q	P	P < 0.05
Marzo03 vs Diciembre03	0.919	4	4.476	0.022	SI
Marzo03 vs Julio03	0.891	4	4.664	0.016	SI
Marzo03 vs Noviembre02	0.471	4	2.177	0.432	NO
Noviembre02 vs Diciembre03	0.449	4	2.007	0.501	NO
Noviembre02 vs Julio03	0.421	4	1.998	0.505	No se probó
Julio03 vs Diciembre03	0.0282	4	0.141	1.000	No se probó

El análisis de agrupamiento mostró que los grupos de malacofauna se forman con base en la época del año (Figura 9). Cada uno de estos niveles de separación, definen grupos de acuerdo a su semejanza en su composición. A primer nivel de división, separa de una manera clara a las especies registradas en diciembre 2003 de las tres épocas del año con el 0% de semejanza; el segundo nivel de clasificación separa a la malacofauna registrada en marzo 2003 del resto, cercano al 70% semejanza; y a tercer nivel, es relevante el grupo formado por la comunidad de moluscos registrados durante noviembre 02 y Julio 03. Cada uno de estos niveles de encadenamiento, definen grupos de acuerdo a su semejanza en composición. Lo



anterior confirma la diferencia existente entre los moluscos presentes en diciembre 2003 y el resto de las épocas del año.



Figura 9: Dendrograma resultante del análisis de agrupamiento de los meses de muestreo, con base en las especies de moluscos registradas en las colonias de coral del género *Pocillopora* sp., (Según el índice de similitud Bray-Curtis). N= Noviembre 2002, M= Marzo 2003, JL= Julio 2003 y D= Diciembre 2003.

8.4 Especies representativas

El 95 % de la abundancia acumulada la representaron 25 especies; las 15 especies restantes de las 40, solo registraron un individuo durante el estudio (Figura 10). El gasterópodo *Quoyula madreporarum* y el bivalvo *Lithophaga aristata*, fueron las especies con mayor porcentaje de abundancia relativa, con el 26 % cada una; acumulando entre las dos más del 50%. Se encontraron otras especies también abundantes *Lithophaga plummula* con 11%, *Acar bailyi*, *Gastrochaena ovata*, *Pseudochama panamensis* y *Steironepion melanosticta* tuvieron una abundancia del 3% cada una. Las 18 especies restantes presentaron valores de abundancia por abajo del 2%.



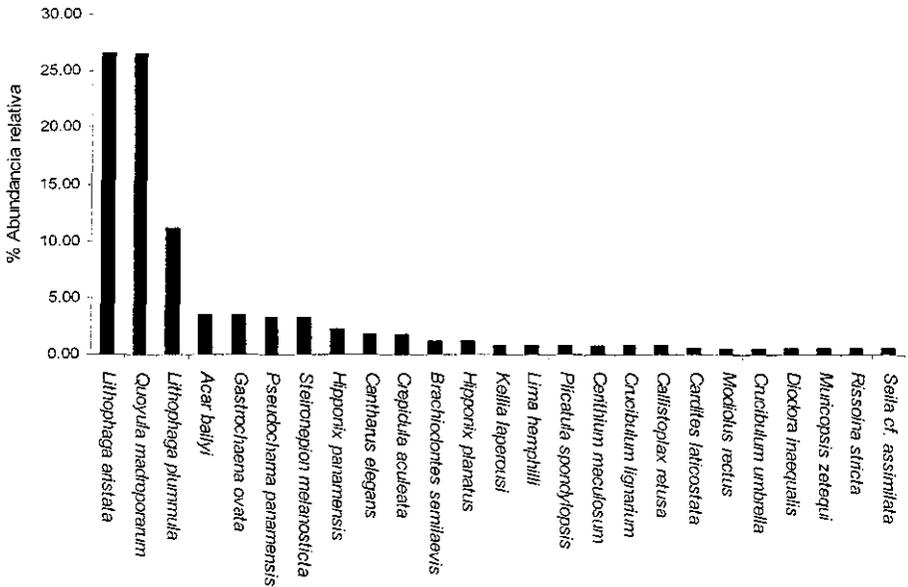


Figura 10: Abundancia relativa de las 25 especies de moluscos más importantes según la abundancia acumulada.

Con respecto a su frecuencia de aparición, 12 especies representaron a la malacofauna presente en el coral ramoso. El gasterópodo *Quoyula madreporarum* estuvo presente en el 70% de las cabezas coralinas; dos especies de bivalvos del género *Lithophaga* fueron frecuentes, *L. aristata* con el 52% y *L. plummula* en el 41%, dos especies de bivalvos *Acar bailyi*, *Pseudochama panamensis*, y el gasterópodo *Steironepion melanosticta* ocurrieron cada uno con el 24%; el bivalvo *Gastrochaena ovata*, estuvo presente en el 20%, los gasterópodos *Hipponix panamensis* el 17%, *Crepidula aculeata* el 13%, *Cantharus elegans*, *Hipponix planatus*, y el bivalvo *Kellia laperousii* el 10% (Figura 10).



8.5 Grupos funcionales

Los moluscos fueron agrupados de acuerdo al tipo de alimentación en grupos funcionales, como se muestra en el (Tabla 6). Las especies herbívoras ramoneadoras presentaron el valor mas alto con el 32%, las filtradoras en suspensión el 27%, carnívoros 23%, así como las detritívoros el 18% respectivamente (Figura 11). Entre las especies herbívoras ramoneadoras relevantes estuvieron presentes los seis poliplacóforos y las cuatro especies la familia Hipponicidae, que fueron frecuentes y abundantes en las cabezas de *Pocillopora* sp., y que fue posible encontrarlas en el área de estudio, debido a la presencia de algas (micro y macro) de diversos grupos taxonómicos durante el presente estudio. Dentro del grupo filtrador suspensivo, fueron relevantes tres especies bioerosionadoras (*Lithophaga aristata*, *Lithophaga plummula*, *Gastrochaena ovata*) que anteriormente fueron mencionadas como frecuentes y abundantes.



Tabla 6: Grupos funcionales de los moluscos presentes en *Pocillopora* sp., de acuerdo a su tipo de alimentación.

Filtrador suspensívoro	Herbívoro ramoneador	Detritívoro	Carnívoro
<i>Lithophaga aristata</i>	<i>Hipponix panamensis</i>	<i>Crepidula aculeata</i>	<i>Quoyula madreporarum</i>
<i>Lithophaga plummula</i>	<i>Hipponix planatus</i>	<i>Cerithium maculosum</i>	<i>Steironepion melanosticta</i>
<i>Acar bailyi</i>	<i>Callistoplax retusa</i>	<i>Crucibulum lignarium</i>	<i>Cantharus elegans</i>
<i>Gastrochaena ovata</i>	<i>Diodora inaequalis</i>	<i>Crucibulum umbrella</i>	<i>Muricopsis zeteki</i>
<i>Pseudochama panamensis</i>	<i>Seila cf. assimilata</i>	<i>Crucibulum monticulus</i>	<i>Melanella townsendi</i>
<i>Brachidontes semilaevis</i>	<i>Capulus sericeus</i>	<i>Crucibulum serratum</i>	<i>Cypraea</i> sp
<i>Kellia laperousi</i>	<i>Hipponix grayanus</i>	<i>Rissoina stricta</i>	<i>Leucozonia cerata</i>
<i>Lima hemphilli</i>	<i>Hipponix imbricatus</i>		<i>Mancinella triangularis</i>
<i>Plicatula spondylopsis</i>	<i>Chiton articulatus</i>		<i>Octopus hubbsorum</i>
<i>Cardites laticostata</i>	<i>Chiton</i> sp1		
<i>Modiolus rectus</i>	<i>Ischnochiton petalooides</i>		
	<i>Ischnochiton</i> sp1		
	<i>Ischnochiton</i> sp2		

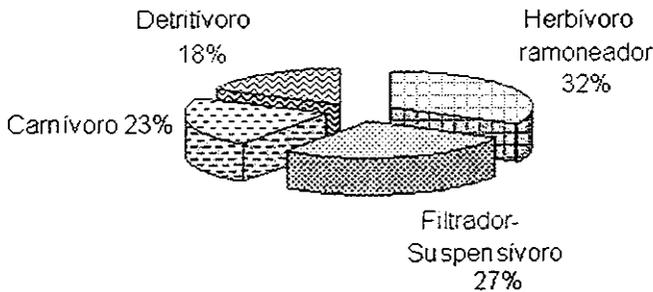


Figura 11: Porcentaje del número de especies según el tipo de alimentación.



En el grupo de los carnívoros, *Quoyula madreporarum* especie coralívora o que consume coral vivo y *Steironepion melanosticta* fueron relevantes por su ocurrencia y abundancia en el sustrato coralino. Los dos grupos funcionales restantes incluyen especies que podrían considerarse como ocasionales ya que presentaron valores menores al 17% de frecuencia y 3% de abundancia relativa.

De acuerdo al tipo de hábitat en el sustrato coralino, los moluscos epifaunales tuvieron un mayor porcentaje con el 85%, siguiéndole los organismos infaunales con el 10%, y con un menor porcentaje los seminafaunales 5% (Figura 12).

La especie mas abundante y frecuente en la epifauna fue *Quoyula madreporarum*; en la infauna *Lithophaga aristata*, *Lithophaga plummula*, *Gastrochaena ovata* y en la semi infaunal *Cerithium maculosum* y *Modiolus rectus* (Tabla 7).



Tabla 7: Grupos funcionales de los moluscos presentes en *Pocillopora* sp., de acuerdo al hábitat.

Epifaunal (85%)	Semi infaunal (5%)	Infaunal (10%)
<i>Quoyula madreporarum</i>	<i>Cerithium maculosum</i>	<i>Lithophaga aristata</i>
<i>Acar bailyi</i>	<i>Modiolus rectus</i>	<i>Lithophaga plummula</i>
<i>Pseudochama panamensis</i>		<i>Gastrochaena ovata</i>
<i>Steironepion melanosticta</i>		<i>Cardites laticostata</i>
<i>Hipponix panamensis</i>		
<i>Cantharus elegans</i>		
<i>Crepidula aculeata</i>		
<i>Brachidontes semilaevis</i>		
<i>Hipponix planatus</i>		
<i>Kellia laperousi</i>		
<i>Lima hemphilli</i>		
<i>Plicatula spondyloopsis</i>		
<i>Crucibullum lignarium</i>		
<i>Callistoplax retusa</i>		
<i>Crucibulumumbrella</i>		
<i>Diodora inaequalis</i>		
<i>Muricopsis zeteki</i>		
<i>Rissoina stricta</i>		
<i>Seila cf. assimilata</i>		
<i>Melanella townsendi</i>		
<i>Capulus sericeus</i>		
<i>Crucibulum monticulus</i>		
<i>Crucibulum serratum</i>		
<i>Cypraea sp</i>		
<i>Hipponix grayanus</i>		
<i>Hipponix imbricatus</i>		
<i>Leucozonia cerata</i>		
<i>Mancinella triangularis</i>		
<i>Chiton articulatus</i>		
<i>Chiton sp1</i>		
<i>Ischnochiton petaloides</i>		
<i>Ischnochiton sp1</i>		
<i>Ischnochiton sp2</i>		
<i>Octopus hubbsorum</i>		



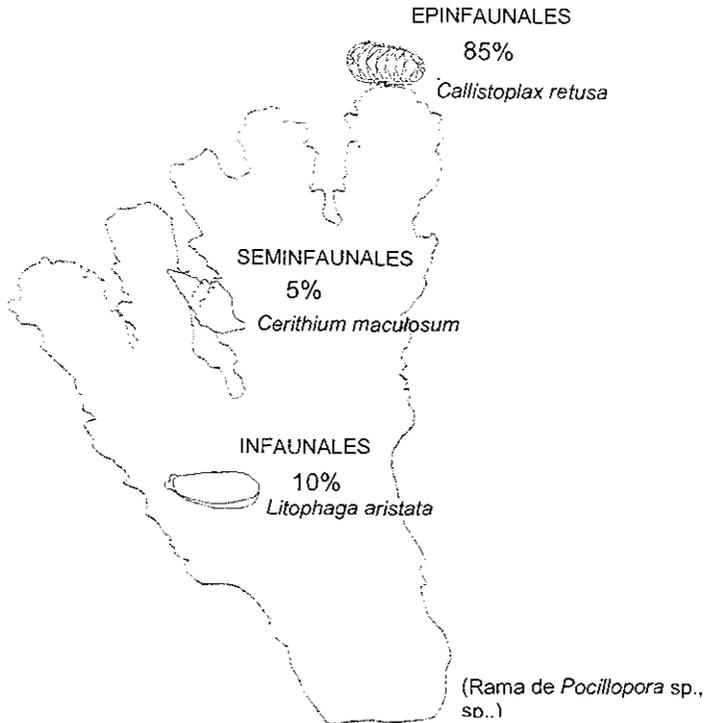


Figura 12: Porcentaje de especies representativas respecto al hábitat en sustrato coralino del género *Pocillopora* sp.

8.6 Ampliaciones de rango geográfico

Después de realizar la revisión en las claves taxonómicas utilizadas (ver materiales y métodos), encontramos que dos especies de moluscos registradas en el presente trabajo muestran ampliación de rango geográfico para la costa de Jalisco. El bivalvo *Modiolus rectus* (Conrad, 1837), con distribución geográfica de Isla de Vancouver, en Columbia Británica, Canadá, hasta Bahía San Luis Gonzaga en el Golfo de California, se reporta por primera vez en la localidad de estudio. *M. rectus* presenta tres sinonimias: 1) *Modiolus pacificus* (Olsson, 1961) con límites geográficos entre 5°S y 35°N de latitud, 2) *Modiola elongata* (Carpenter, 1853), ex



Gould MS; *Modiolus directus* (Dall, 1909), con distribución geográfica desde la Islas Queen Charlotte, en Columbia Británica, Canadá, a lo largo del Golfo de México hasta Paita Perú (Skoglund, 2001a). El gasterópodo *Melanella townsendi* (Bartsch, 1917) está reportada para Bahía Pichilingue, en Baja California Sur (Skoglund, 2001b) y amplía su rango geográfico hasta Bahía Tenacatita en la costa de Jalisco, México.



9. DISCUSIÓN

Este estudio aporta información reciente sobre la riqueza, distribución y abundancia de los moluscos registrados en Bahía Bahía Tenacatita, localidad que cuenta con uno de los pocos arrecifes de coral en el Pacífico mexicano, que hasta la fecha ha sido escasamente estudiado (López-Uriarte y Ríos Jara, 2004; Reyes-Bonilla *et. al.*, 2005). Lo anterior obedece, en parte a la falta de estudios realizados sobre moluscos en arrecifes en nuestro país, que no va mas allá de cuatro trabajos de literatura poco accesible en su mayoría como es el de (Ríos-González, 2004; López-Uriarte y Ríos-Jara, 2004; Reyes Bonilla *et al.*, 2005; Galván-Villa, 2006). Lo anterior nos indica el poco interés de las instituciones dedicadas al manejo y administración de los recursos marinos y de los centros de investigación y universidades del país.

En este sentido, continuamente se genera nueva información sobre aspectos de la biología de las especies, nuevas especies o sencillamente ampliaciones de rango geográfico. Recientemente se han determinado varias nuevas especies de corales hermatípicos (Glynn *et. al.*, 1999; Reyes-Bonilla y Carricart-Ganivet, 2000) o incremento del rango geográfico en corales y crustáceos (Ochoa-López y Reyes-Bonilla, 1997; Hermoso-Salazar, 1999) y cefalópodos (López-Uriarte *et. al.*, 2006) para el Pacífico mexicano. Este estudio registra por primera vez para Jalisco al bivalvo *Modiolus rectus* (Conrad, 1837) y al gasterópodo, *Melanella townsendi* (Bartsch, 1917).

El método de muestreo empleado para la captura de moluscos en sustrato coralino, aunque presenta el inconveniente de ser un método destructivo, se considero apropiado para ser utilizado en el presente estudio ya que permite extraer con mayor facilidad la malacofauna que se encuentra creando galerías en el sustrato coralino, como es el caso de los bioerosionadores y aquellas especies que se encuentran en la base de las ramas del coral, de difícil acceso para su colecta. Otros



aurores han utilizado con éxito esta misma metodología Austin *et. al* (1980), López-Rivas, (2000); Suárez-González (2002) y Zamorano de Haro (2004). Con respecto al tamaño de la muestra empleado, se considera que fue el adecuado, al extraer entre 6 y 8 colonias del coral ramoso *Pocillopora* sp. En cada fecha de muestreo (noviembre 2002, marzo, julio y diciembre de 2003), dando un total de 29 cabezas de coral. En el Pacífico mexicano algunos autores han utilizado este método obteniendo resultados similares al presente trabajo, como Suárez-González (2002) extrajo 5 colonias de coral del género *Pocillopora* sp. por mes con un total de 60 colonias, mientras Zamorano de Haro (2004) colectó bimensualmente 10 colonias de *Pocillopora damicornis* entre octubre de 2002 y agosto de 2003, con un total de 60 colonias. El presente estudio registro el mayor número de especies presentes en las colonias del género de *Pocillopora* sp., teniendo un tamaño 50 % menor con respecto a los trabajos mencionados anteriormente. Esto sugiere una riqueza importante de especies de moluscos en el arrecife de Playa Mora con respecto a otras localidades del Pacífico mexicano.

Entre los principales atributos de cualquier comunidad encontramos la presencia de determinado número de especies y como están repartidos los individuos en esas especies (diversidad, uniformidad o equitatividad). El comportamiento general de estos atributos en la comunidad presente en sustrato coralino fue marcado sensiblemente por valores bajos en diversidad y equidad, en contraste con la alta dominancia de algunas especies que representan a la comunidad de moluscos. Este escenario se ha observado en trabajos del Pacífico mexicano Suárez-González (2002) y Zamorano de Haro (2004) y otras regiones del mundo como en el Indo Pacífico Austin *et.al* (1980). Valores similares en la riqueza específica de moluscos presentes en sustrato de coral vivo han sido reportados por otros autores (Tabla 9), López-Rivas (2000) registro 35 especies para dos localidades de la costa sur de Nayarit, 15 para la localidad de Careyeros y 20 para las Islas Marietas, Nayarit, mientras que Suárez-González (2002) encontró 36 especies en una localidad del sur del puerto de La Paz, Baja California Sur en Punta Arena de la Ventana y Zamorano de Haro (2004) reportó 29 especies en cabezas de



coral vivo en el arrecife La Entrega en la costa de Oaxaca. El número de especies de moluscos reportados en las diversas localidades del Pacífico mexicano aunque sensiblemente similares, contrastan con el presente trabajo, ya que reportamos 40 especies repartidas en cuatro clases, 22 especies de gasterópodos, 11 de bivalvos, 6 de poliplacóforos y una especie de cefalópodo, el resto de los trabajos reportan en su gran mayoría gasterópodos y bivalvos; ocasionalmente poliplacóforos López-Rivas, (2000).

Dos estudios previos para la Bahía Tenacatita reportan, respectivamente, dos especies, *Quoyula madreporarum* y *Jenneria pustulata* (González-Villarreal, 2005) y tres especies de moluscos (Landa-Jaime, *et. al.*, 2002b). Esta baja ocurrencia probablemente se debió al diseño de muestreo, ya que el primer autor colectó directamente del sustrato coralino y el segundo mediante la técnica transecto-cuadrante, sin la extracción de coral siendo este benéfico para el arrecife. Sin embargo el muestreo mediante transectos, en el caso particular de superficies irregulares como corales con crecimiento ramificado u otros irregulares, puede limitar la representación de organismos que pudieran estar temporal o permanentemente ocultos como aquellas especies bioerosionadoras que hacen galerías o perforan el sustrato en la base de las ramas, siendo difícil el acceso o colecta. De esta manera, vemos que el método destructivo de extracción de cabezas de coral es eficiente en este sentido (Tabla 8).



Tabla 8. Índices ecológicos obtenidos a partir de estudios sobre moluscos en comunidades coralinas de diversas localidades del Pacífico mexicano. S' = Riqueza de Especies; H' = Diversidad de Shannon; E' o J' = Equitatividad o Uniformidad. ND = no se describe.

Localidad	S'	H'	E' o J'	Referencia
Bahía Tenacatita, Jalisco	135	ND	ND	González-Villarreal (1977; 2005)
Arrecife de Cabo Pulmo, B.C.S.	7	ND	ND	Vicencio-Aguilar (1998)
Cabo Careyeros, Nayarit	15	2.1 - 0.56	0.95 - 0.68	López-Rivas (2000)
Islas Marietas, Nayarit	20	2.2 - 1.1	0.81 - 0.68	López-Rivas (2000)
Punta Arena de la Ventana, B.C.S.	36	0.64	0.49	Suárez-González (2002)
Arrecife de La Entrega, Oaxaca	29	3.30 - 1.84	0.92 - 0.81	Zamorano de Haro (2004)
Playa Mora, Bahía Tenacatita, Jalisco	40	2.55 - 1.99	0.79 - 0.68	Presente estudio

La proporción de especies raras reportada en este estudio coincide con lo observado por varios autores, como Abele (1976), Abele y Patton (1976) y Suárez-González (2002) y Zamorano de Haro (2004), quienes encontraron que en las comunidades coralinas se presentan en gran proporción, cercana al 50 %. Entre las especies raras que reportamos se incluyen cinco de seis especies de poliplacóforos, tres de cuatro del género *Crucibulum*, dos de cuatro de la familia Hipponicidae y un único cefalópodo, *Octopus hubbsorum*.

El comportamiento de la riqueza, diversidad, equidad y abundancia relativa de moluscos presentes en sustrato coralino fue claramente variable durante el periodo de estudio. El mes de marzo de 2003, época de agua superficial templada, mostró el mayor número de especies, así como de diversidad y densidad relativa, coincidiendo con los registros para Oaxaca (Zamorano de Haro, 2004) y para la boca del Golfo de California (Suárez-González, 2002). Esto probablemente se asocia a la variación en la disponibilidad de alimento en la zona, al menos para los moluscos herbívoros-ramoneadores y filtradores-suspensívoros, como algunos representantes de las familias Hipponicidae, Ischochitonidae, Chitonidae y Calyptraeidae, ya que durante este periodo se desarrollan eventos locales que incrementan la productividad



primaria, favoreciendo el afloramiento de fitoplancton e intensificando consecuentemente la presencia del zooplancton de la región (Filonov *et al.*, 2000; Blanco-Alonso y Madrid-Hernández, 2004; Silva-Segundo, 2003 y 2005; Briseño-Avena, 2004; Esqueda-Lara *et al.*, 2005). Otro de los posibles factores temporales que pueden tener efecto en la comunidad de moluscos, es la época de reproducción, que aunque se conoce que en latitudes tropicales se desarrolla durante todo el ciclo anual, existen incrementos en la madurez sexual de varias especies de invertebrados marinos de noviembre a junio (meses de aguas templadas a frías en la región), como es el caso de la langosta *Panulirus inflatus* (Juárez-Carrillo *et al.*, 2006) y el pulpo *Octopus hubbsorum* (López-Uriarte, 2006).

La comunidad malacológica estuvo dominada durante el ciclo anual básicamente por dos especies, el bivalvo *Lithophaga aristata* y el gasterópodo *Quoyula madreporarum*, descritas como coralívoras, bioerosionadoras y destructoras de sustrato coralino o perforadoras (Glynn y Wellington, 1983; Guzmán 1988a y b; Guzmán y Cortés, 1993; Cantera y Contreras, 1988). Existe una amplia variedad de invertebrados que se alimentan de tejido coralino, entre ellos los gasterópodos (Robertson, 1970; Hayer, 1990; Turner, 1994); tal es el caso de *Jenneria pustulata* y *Q. madreporarum*, de las cuales reportamos sólo la segunda, y que son dos de las más importantes especies depredadoras de *Pocillopora* sp., en el Pacífico oriental tropical (Guzmán y Cortés, 1993). Estas especies pueden remover hasta el 95 % del tejido coralino vivo en áreas con altas densidades de coralívoros, como ha sucedido con *Drupella* sp y sobre corales de la familia Acroporidae en el Indo-Pacífico (Ayling y Ayling, 1987). Sin embargo, bajo circunstancias normales, cuando este grupo no excede su abundancia, su efecto es menor en las comunidades coralinas (Carpenter, 1997), como sucede en los atolones de las Islas Clipperton, donde *Q. madreporarum* no mostró indicios excesivos de consumo de tejido coralino y *J. pustulata* estuvo ausente (Glynn *et al.*, 1996).

Algunas especies de *Lithophaga* perforan químicamente los corales vivos, tienen además unas glándulas cuya secreción evita que el coral deposite nuevo



carbonato cálcico en el agujero que habita el bivalvo, así como otras glándulas que inhiben los mecanismos de disparo de los nematocistos (Ruppert y Barnes, 1996). La tasa de bioerosión puede llegar a valores de $9,000 \text{ g CaCO}_3 / \text{m}^2 / \text{año}^{-1}$ y a densidades de 2,000 individuos por m^2 para *L. laevigata* y *L. aristata*, como a sucedido en la Isla de Cano, Costa Rica (Scott y Risk, 1988). Aunque en el presente estudio no se evaluó la tasa de remoción de carbonato, la abundancia y frecuencia de bioerosionadores es evidente, lo cual puede indicar un efecto negativo en el arrecife de Playa Mora, que debe considerarse en futuras investigaciones. Los porcentajes de abundancia y frecuencia de *L. aristata* estuvieron cercanos o por arriba del 50%, que coinciden con los reportados para Punta Arena, BCS (Suárez-González, 2002), con valores del 65% en la abundancia relativa y el 100 % de la frecuencia, mientras que en La Entrega, Oaxaca se presentó en todas las fechas de muestreo, pero registró valores cercanos al 20% de abundancia relativa (Zamorano de Haro, 2004). Los moluscos presentes en *Pocillopora* sp., pueden mostrar otro tipo de interacción, además del alimenticio y como habitat, como la protección contra depredadores, ya que además de estar presentes en sustrato coralino, se encuentran preferentemente en sustrato rocoso (Keen, 1971; Holguín-Quiñones *et al.*, 1992). Casos similares han sido reportados por otros autores; *L. cerata*, *Mancinella speciosa*, *M. triangularis*, *L. plummula*, *Q. madreporarum* y *Muricopsis zeteki*, además de los géneros *Cantharus*, *Acar*, *Crucibulum*, *Hipponix*, *Cypraea* y *Crepidula*, para la comunidad coralina de La Entrega en Oaxaca, (Zamorano de Haro, 2004); para el arrecife de coral de Punta Arena de la Ventana en BCS, coincide con las especies *L. plummula*, *L. aristata*, *G. ovata*, *Diodora inaequalis*, *Hipponix grayanus*, *H. panamensis*, *H. imbrincatus* y los géneros *Cardites*, *Cerithium*, *Crepidula* y *Crucibulum* (Suárez-González, 2002); para las Islas Marietas y Careyeros en la costa sur de Nayarit se coincide con *Q. madreporarum*, *Cerithium maculosum*, *Hipponix panamensis*, *L. aristata*, *M. zeteki*, *Ischnochiton petaloides* y los géneros *Gastrochaena*, *Limaria*, *Crepidula*, *Seila* y *Pseudochama* (López-Rivas, 2000). Cabe hacer notar que la mayoría de los moluscos mostraron individuos en diferentes estadios juveniles, lo cual nos indica que el coral ofrece sustrato y



protección contra depredadores, sobre todo hacia la base de las ramas de las colonias de *Pocillopora* sp., (Carpenter, 1997).

La malacofauna del arrecife de Playa Mora estuvo integrada por cuatro categorías con base en su alimentación. Los herbívoros-remoneadores y filtradores-suspensivos mostraron prácticamente el 60 % de las especies de los grupos tróficos. A los herbívoros lo representan prácticamente los poliplacóforos (6) y todos los miembros de la familia Hipponicidae (4); las tres especies restantes fueron poco frecuentes y abundantes. Penning, 1997 sugiere que en las comunidades y arrecifes de coral, los herbívoros están poco representados debido a que la flora marina (micro y macroalgas) es escasa por competir con los corales por espacio. Sin embargo las macroalgas en la ensenada de Playa Mora están presentes en durante casi todo el ciclo anual en sustrato rocoso intermareal (Enciso-Padilla, 2006; Hernandez-Herrera *et.al.*, 2006) y sublitoral (Velarde-Nuño, observación personal), con incrementos durante la época templado-seca (febrero a mayo) principalmente, cuando los valores de productividad primaria de la región muestra un claro afloramiento de fitoplancton (Blanco-Alonso y Madrid-Hernández, 2004; Esqueda-Lara *et.al.*, 2005). Esto coincide con el comportamiento de los peces herbívoros registrado en la ensenada de Playa Mora durante el periodo de 2002-2004 por Galvan-Villa (2006), donde se muestra un claro incremento de este grupo trófico durante la época templado-seca. En cambio en los trabajos de Suarez-González (2002) en BCS y Zamorano de Haro (2004) en Oaxaca, este grupo trófico estuvo poco representado. Los filtradores los representan básicamente los bivalvos bioerosionadores *L. plummula*, *L. aristata* y *Gastrochaena ovata*, especies con alta preferencia por sustrato coralino, según muestra su gran frecuencia y abundancia relativa en la base de los corales ramificados como *Pocillopora* sp., y que puede ocasionar un deterioro a la colonia por su acción erosiva (Cantera y Contreras, 1988).

Entre las especies carnívoras se distingue la especie de hábitos coralívoros *Q. madreporarum*, de la que ya hemos mencionado anteriormente sus efectos adversos sobre el sustrato coralino; se alimenta preferentemente de corales ramosos



como los pocilopóridos (Glynn y Wellington, 1983); sobresalen las especies *Steironepion melanosticta*, *Cantharus elegans*, *Muricopsis zeteki*, *Leucozonia cerata*, *Mancinella triangularis* y *Cyprea* sp., que fueron frecuentes, pero no tan abundantes y coinciden con las reportadas para los arrecifes de La Entrega en Oaxaca (Zamorano de Haro, 2004) y Punta Arena de la Ventana en BCS (Suarez-González, 2002). Entre los detritívoros sobresalen todas las especies de la familia Calyptraeidae (*Crepidula aculeata*, *Crucibullum lignarium*, *C. umbrella*, *C. monticulus* y *C. concameratum*), que en otras localidades del Pacífico mexicano, ya antes mencionadas, estuvieron poco representados.



10. CONCLUSIONES

- 10.1 Este estudio aporta información reciente sobre la riqueza, distribución y abundancia de los moluscos presentes en Playa Mora, localidad que cuenta con uno de los pocos arrecifes de coral en el Pacífico mexicano.
- 10.2 Bivalvos y gasterópodos observaron similar comportamiento en la abundancia relativa, con mayor número de individuos para marzo y julio de 2003, seguido de noviembre 2002 y diciembre de 2003.
- 10.3 Predominaron los bivalvos *Lithophagas* sp (*Lithophaga aristata* y *L. plummula*) y entre los gasterópodos el coralívoro *Quoyula madreporarum*, *Cerathium maculosum*, *Hipponix panamensis*, *Steironepion melanosticta* y *Crepidula acuelata*.
- 10.4 Con respecto al gradiente de profundidad y barra del arrecife, aunque estuvieron mejor representados en el nivel de mayor profundidad y hacia la barra norte de la ensenada de Playa Mora, no se presentaron diferencias significativas en la abundancia relativa.
- 10.5 La malacofauna del arrecife de Playa Mora estuvo integrada por cuatro categorías tróficas con base en su alimentación: herbívoros-remoneadores, filtradores-suspensívoros, carnívoros y detritívoros. Siendo los carnívoros (coralívoros) y filtradores-suspensívoros (bioreosionadores) los más nocivos para la comunidad coralina.
- 10.6 Se registra por primera vez para Jalisco al bivalvo *Modiolus rectus* (Conrad, 1837) y al gasterópodo, *Melanella townsendi* (Bartsch, 1917).



11. RECOMENDACIONES

- 11.1 Se sugiere realizar estudios de dinámica poblacional para evaluar el impacto de los moluscos bioerosionadores y coralívoros, que participan directamente en el deterioro del arrecife de Playa Mora.



12. LITERATURA CITADA

- Abbott, R. Tucker. 1974. American Seashells. Second edition. Van Nostrand Reinhold Co. N. Y. 391p.
- Abele, L. G. 1976. Comparative species richness in fluctuating and constant environments: Coral-associated decapod crustaceans. *Science*, 192: 461-463p.
- Abele, L. G. y W. K. Patton. 1976. The size of coral heads and the community biology of associated decapod crustaceans. *J. Biogeogr.*, 3: 1-13p.
- Austin, A. D., A. S. Austin y P. F. Sale. 1980. Community Structure of the Fauna Associated with the Coral *Pocillopora damicornis* (L.) on the Great Barrier Reef. *Australian Journal Marine Freshwater Research*. 31: 163-74p.
- Ayling, A.M. y Ayling, A.L. (1987). Ningaloo Marine Park: Preliminary Fish Density Assessment and Habitat Survey. Report prepared for the Department of Conservation and Land Management by Sea Research, Daintree, Queensland. 89p.
- Barrientos-Luján, N.A., Ramírez-Luna, S., Rubino, N. y Orihuela-Belmonte, E. 1997. Moluscos de las Zonas Coralinas de las Playas "La Entrega" y "Chachacual", Bahías de Huatulco, Oaxaca, México. Resúmenes III Congreso Latinoamericano de Malacología y Reunión Nacional de Malacología y Conquiliología. Ensenada B.C. 228p.
- Blanco-Alonso, M. A. y J. Madrid-Hernández. 2004. Evaluación espacio-temporal de la biomasa del fitoplancton y nutrientes, en la costa central de Jalisco y Manzanillo, Colima. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara. 37p.
- Brawley, S. H. y W. H. Adey. 1982. *Coralliophila abbreviata*: a significant corallivore! *Bull Mar Sci* 32: 595-599p.
- Brower, J. E., y J. H. Zar, 1984. Field and Laboratory Methods for General Ecology. Second Edition. Wm C. Brown Pub. Iowa. USA. 226p.
- Cantera, J. R. y R. Contreras. 1988. Bivalvos perforadores de esqueletos de corales escleractinarios en la Isla de Gorgona, Pacífico Colombiano. *Rev. Biol. Trop.* 36: 151-158p.
- Carpenter, R. C. 1997. Invertebrate Predators and Grazers. 198-229p. En: Birkeland, C., 1997. Life and Death of corals Reefs. Edit. Chapman & Hall. New York, 536p.
- Briseño-Avena, C. 2004. Biomasa y composición del zooplancton de Bahía de Chamela, Jalisco y Bahía Manzanillo, Colima, durante un ciclo anual (2001-2002). Tesis Licenciatura. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. 49p.
- De la Lanza-Espino, E.G. 1991. Oceanografía de mares mexicanos. A.G.T. Editor, S.A. 569p.



- Enciso-Padilla, I. 2006. Inventario de macroalgas de los litorales de Nayarit, México. Tesis de Maestría. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. 103p.
- Esqueda-Lara, K., Hernández-Becerril, D. U., Robles-Jarero E. G. 2005. Annual cycle of microphytoplankton from the coasts of the tropical Mexican Pacific. *Cah. Biol. Mar.* 46: 335-345p.
- Filonov, A. E., I. E. Tereshchenko, C. O. Monzón, M. E. González-Ruelas y E. Godínez-Domínguez. 2000. Variabilidad estacional de los campos de temperatura y salinidad en la zona costera de los estados de Jalisco, Colima, México. *Cienc. Mar.* 26:303-321p.
- García, E. 1973. Clasificación climática según el sistema de Copen modificado por García. Secretaría de Programación y Presupuesto. Carta de Climas. Guadalajara, Jalisco.
- Galván-Villa, C. M., 2006. "Estructura de la comunidad de peces asociados al arrecife coralino de Playa Mora, Bahía Tenacatita, Jalisco". Tesis de licenciatura en Biología de División de Ciencias Biológica y Ambientales, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. México. 71p.
- Glynn, P. W. y G. M. Wellington. 1983. Corals and coral reefs of the Galápagos Islands. University of California Press, Berkeley. 330p.
- Glynn, P. W., J. E. N. Veron y G. M. Wellington. 1996. Clipperton Atoll (eastern Pacific): oceanography, geomorphology, reef-building coral ecology and biogeography. *Coral Reefs* 15: 71-99p.
- Google Earth, 2007. Europa Technologies, Image Digital Globe.
- González-Villarreal, L. M. 1977. Estudio taxonómico de los gasterópodos marinos Bahía Tenacatita, Jalisco, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Guadalajara. 78p.
- González-Villarreal, L. M. 2005. Guía ilustrada de los gasterópodos marinos de Bahía Tenacatita, Jalisco, México. *Scientia CUCBA.* 7(1): 1-84p.
- Guzmán, H. M. 1988a. Distribución y abundancia de organismos coralívoros en los arrecifes coralinos de la Isla del Caño, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical.* 41 (3): 535-557p.
- Guzmán, H. M. 1988b. Feeding activity of the corallivorous gastropod *Quoyula monodonta* (Blainville). *Rev. Biol. Trop.* 36 (2A): 209-212p.
- Guzmán, H. M. y J. Cortés. 1993. Arrecifes coralinos del Pacífico Oriental Tropical: Revisión y perspectivas. *Revista de Biología Tropical.* 41 (3): 535-557p.
- Hayes, J. A. 1990. Distribución, movement and impact of the corallivorous gastropod *Coralliophila abbreviata* (Lamarck) on Panamian patch reef. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 142: 25-42p.
- Hermoso-Salazar, A. M. 1999. Camarones Carideos (Crustacea: Decapoda) intermareales del Pacífico Tropical Mexicano: de Isla María Madre a las Islas



- de Huatulco. Tesis Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. 186p.
- Hernandez-Herrera, R. M., Enciso-Padilla, I., López-González, A. R., Mora-Navarro, M. R., 2006. Comunidades de macroalgas en ambientes intermareales del suroeste de Bahía Bahía Tenacatita, Jalisco, México. 181:188p. En: Mora-Navarro, M. R., Vázquez-García, J. A., Vargas-Rodríguez, Y. L., Hernández-Herrera, R. M., 2006. Atlas de occidente de México: Florística y Ecología. Serie fronteras de biodiversidad, 2. Universidad de Guadalajara (CUCBA), Fundación Gonzalo Río Arronte, I. A. P. 261p.
- Holguín-Quiñones, O. E., S. Mille y A. Pérez-Chi. 1992. Resultado de las campañas de muestreo de 1991 para estudio del bentos marino de Isla Socorro, Revillagigedo, Colima, México. Zool. Inf., 24: 1-20p.
- Huges, R. N. 1991. Reefs. 213-229p. In: Barnes, R. and K. H Mann (Eds.) Fundaments of Aquatics Ecology. Blackwell Sci. Publs.
- INEGI, 1981. Sintesis Geografica de Colima. Coordinacion General de los Servicios Nacionales de Estadistica, Geografia e Informatica. Secretaria de Programacion y Presupuesto. Mexico, D.F. 131p.
- INEGI, 1995. Estudio Hidrologico del estado de Colima, Instituto Nacional de Estadistica, Geografia e Informatica. Gobierno del Estado de Colima. 110p.
- Juárez-Carrillo, E., E. Ríos-Jara, E. López-Uriarte, J. L. Gómez-Márquez y E. Espino-Barr. 2006. Biología y pesca de la langosta *Panulirus inflatus* en la costa central de Jalisco, México. 488-462p. En: Jiménez-Quiroz, M. C. y E., Espino-Barr. 2006. Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán. Instituto Nacional de la Pesca. SAGARPA. México. 622p. ISBN 968800-695-5.
- Keen, M. A. 1971. Sea shells of Tropical West América. Marine molluscan from Baja California to Perú. 2da. ed. Stanford University Press. Stanford, California. USA. 1064p.
- Keen, M.A y E. Coan. 1974a. Marine molluscan genera of Western North America. 2nd. Ed. from Baja California to Peru). 2nd. ed. Standford University Press. Stanford, California. USA. 208p.
- Keen, M.A y E. Coan. 1974b. Sea shells of Tropical West América (Marine molluscan from Baja California to Peru). 2da. Ed. Houghton Mifflin Co., Boston. 1063p.
- Landa-Jaime, V., E. Michel-Morfín, M. Saucedo-Lozano, y E. Ríos-Jara. 2002a. Diversidad de moluscos en cuatro ecosistemas costeros de Jalisco y Colima, México (Sistema estuario, intermareal rocoso, arrecife coralino y plataforma continental). Congreso Latinoamericano de Malacología. São Paulo, Brasil. 88p.
- Landa-Jaime, V., J. Arciniega-Flores, R. Flores-Vargas, E. Michel-Morfín, H. Pérez-España, C. y Amézcuca-Gómez. 2002b. Moluscos presentes en el arrecife coralino de Bahía Tenacatita, Jalisco, México. Resúmenes y Anales V Congreso Latinoamericano de Malacología. São Paulo, Brasil. 104p.



- López-Rivas, C. E. 2000. Malacofauna asociada a corales en el sur de Nayarit. Tesis de Maestría en Ciencias. Ciudad Universitaria DF., México. 82p.
- López-Urriarte, E. y Pérez-Vivar, T. L. 1995. Corales (Scleratinia) de las costas de Jalisco y Colima, México: resultados preliminares. Resúmenes. XIII Congreso Nacional de Zoología. Sociedad Mexicana de Zoología. Morelia, Michoacán, Octubre de 1995.
- López-Urriarte, E. y E. Ríos-Jara. 2004. Guía de macrofauna marina asociada a comunidades de coral del Pacífico central mexicano: Corales pétreos y Crustáceos. Primera edición. Universidad de Guadalajara. México. ISBN 970-27-0644-0. 84p.
- López-Urriarte, E. 2006. Ciclo vital y pesca del pulpo *Octopus hubbsorum* Berry 1953 (Cephalopoda: Octopodidae) en la costa de Jalisco, México. Tesis de Doctorado, posgrado en Ciencias Biológicas (área Ecología), CUCBA, Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco, México. 194p.
- Ludwing, J. A. y J. F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology. John Willey & Sons, Inc. Canada. 337p.
- Magurran, Mary, Roy y Anne, E. 1989. Diversidad ecológica y su medición. 1ra. Edición. Ediciones Vedral. Barcelona. 200p.
- Meglitsch, P. A. 1983. Zoología de los invertebrados. Segunda Edición. Herman Blume Ediciones. Madrid, España. 906p.
- Morris-Percy, A. 1974. A field guide to Pacific coast shells, including shells of Hawaii and the Gulf of California. Second edition. The Peterson field guide series. USA. 297p.
- Nesis, K. 1987. Cephalopods of the world. T.F.H. Publications: 351p. (versión inglesa del original ruso publicado en 1982).
- Nybakken, J.W. 1996. Tropical Communities In: Marine biology an Ecological approach. Ed. Benjamin Cummings USA. 338-389p.
- Ochoa-López, E., H. Reyes-Bonilla. 1997. Range extension of *Psammocora stellata* (Scleractinia: Siderastreaeidae) in the Gulf of California, México. Revista de Biología Tropical. 45: 1264p.
- Ott, B., Lewis, J. B. 1972. The importance of the gastropod *Coralliophila* (Lamarck) and the polychaete *Hermodice carunculata* (Pallas) as coral reef predators. Can. J. Zool. 50: 1651-1656p.
- Penning, S. C. 1997. Indirect Interactions on Coral Reefs. 249-272p. En: Birkeland, C., 1997. Life and Death of corals Reefs. Edit. Chapman & Hall. New York. 536p.
- Reyes-Bonilla, H. y Carricart-Ganivet. 2000. *Porites arnaudi* a new species of stony coral (Anthozoa: Scleractinia: Poritidae) from oceanic islands of the eastern Pacific Ocean. Proceedings of the Biological Society of Washington, 113 (2): 561-571p.



- Reyes-Bonilla, H., L. E. Calderón-Aguilera, G. Cruz-Piñón, R. A. López-Pérez, M. D. Herrero-Pérezrui, G. E. Leyte-Morales, A. L. Cupul-Magaña, J. D. y Carriquiry-Beltrán. 2005. Atlas de Corales pétreos (Anthozoa-Scleractinia) del Pacífico mexicano. 124p.
- Ríos-González, K. G. 2004. Evaluación del repoblamiento en el arrecife de Playa Mora, Jalisco. Tesis de Licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. 52p.
- Robertson, 1970. Review of the predators and parasites of stony corals, with special reference to symbiotic prosobranch gastropods. *Pac. Sci.* 24: 43-54p.
- Rodríguez-Zaragoza, F. A. 1998. Estructura de la comunidad coralina hematípica (Scleractinia) de la zona de Carelleros, Nayarit. Tesis de Licenciatura. CUCBA. Universidad de Guadalajara. 67p.
- Ruppert, E. E., y R. D. Barnes. 1996. Zoología de los Invertebrados. Mc Graw-Hill Interamericana. México. 1113p.
- Scout, P. J. B., y Risk, M. J. 1988. The effect of *Lithophaga boreholes* (Bivalvia: Mytilidae) on the strength coral *Porites lobata*. *Coral Reef.* 7 (3): 145-151p.
- Sabelli, B. 1979. Simón y Schuster's Guide to shells. A Fireside Book. Published by Simon and Schuster. N. Y. 512p.
- Silva-Segundo, C. A. 2003. Estructura de la comunidad ictioplanctónica de Bahía Chamela, Jalisco y Bahía Manzanillo, Colima (ciclo 2001-2002). Tesis de Licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. 77p.
- Silva-Segundo, C. A. 2005. Asociaciones espacio-temporal de larvas de peces y su relación con las condiciones ambientales de las costas de Jalisco y Colima, México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. 61p.
- Skoglund, C. 1990. Molluscan range extensions to Playas de Villamil, Guayas, Ecuador. *The Festivus* 22 (11): 119-121p.
- Skoglund, C. 1991. Additions to the Panamic Province Bivalve (Mollusca) Literature 1971 to 1990. *The Festivus* Volume XXII, May, 9, Suppl. 2 (1990) 74p.
- Skoglund, C. 1992. Additions to the Panamic Province Gastropod (Mollusca) Literature 1971 to 1992. *The Festivus* Volume XXIV, Nov. 12, Suppl. 169p.
- Skoglund, Carol. 2001a. Panamic Province Molluscan Literature Additions and Changes From 1971 through 2000. I Bivalvia, II Polyplacophora. *The Festivus* Volume XXXII, Suppl. 119p.
- Skoglund, Carol. 2001b. Panamic Province Molluscan Literature Additions and Changes From 1971 through 2001. III Gastropoda *The Festivus* Volume XXXIII, Supplement. 286p.
- Solís-Bautista, J. C. 2003. Estructura Poblacional de *Quoyula madreporarum* (Sowerby, 1834) (Gastropoda: Coralliophyllidae) en Playa Arena de Ventana,



- Baja California Sur, México. Tesis de Licenciatura en Biología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur. 68p
- Solís-Bautista, J. C., L. E. Calderón-Aguilera, y H. Reyes Bonilla. 2004. Growth series of *Quoyula monodonta* (Blainville, 1832, Exquoy and Gaimard) (Gastropoda: Coralliophilidae), from the Golfo de California, Mexico. *The Festivus*, XXXVI (3): 25-28p.
- Suárez-González, I. 2002. Estructura de las asociaciones de moluscos en corales del género *Pocillopora* sp., Lamarck, 1818; en Punta Arena de la Ventana, Baja California Sur, México. Tesis de Licenciatura en Biología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur. 63p.
- Turner, S. J. 1992. *Drupella cornus* a synopsis. Proceedings of a workshop held at the Department of Conservation Land Management (CALM). Western, Australia, November, 1991. CALM. Occasional Paper. No.3/92p.
- Turner, S. J. 1994. The biology and population outbreaks of the corallivorous gastropod *Drupella* on Indo-Pacific reefs. *Oceanogr. and Mar. Biol. Ann. Rev.* 32: 461-530p.
- Wyrtki, K. 1965. Surface currents of the tropical Pacific Ocean. *Interamerican Tropical Tuna Comisión.* IX (5): 268-305p.
- Younque, 1974. Coral reefs and mollusca. Publication by the Royal Society of Edinburg Zoology. University of Edinburg, Trans. R. S. E. 69, 7, 1973-74. 26: 148-165p.
- Zamorano de Haro, P. 2004. 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, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad del Mar. Oaxaca, México. 68p.
- Zar, J. H. 1999 *Bioestadistical análisis.* Prentice may, New Yersy. 663p.



Anexo 1: Lista sistemática de los moluscos presentes en el coral ramoso *Pocillopora* sp., del arrecife de Playa Mora, Bahía Tenacatita, Jalisco.

Phylum Mollusca

Clase Bivalvia Linnaeus

Subclase Pteriomorpha

Orden Arcoida

Superfamilia Arcoidea

Familia Arcidae

Subfamilia Arcinae

Género *Acar* Gray, 1857

Acar bailyi (Bartsch, 1931)

Orden Mytiloida

Superfamilia Mytiloidea

Familia Mytilidae

Subfamilia Mytilinae

Género *Brachidontes* Swainson, 1840

Brachidontes semilaevis (Menke, 1849)

Subfamilia Lithophaginae

Género *Lithophaga* Röding, 1798

Subgénero *Diberus* Dall, 1898

Lithophaga plummula (Hanley, 1843)

Subgénero *Myoforceps* Fisher, 1886

Lithophaga aristata (Dillwyn, 1817)

Subfamilia Modiolinae

Género *Modiolus* Lamarck, 1799

Subgénero *Modiolusia* Yamamoto & Habe, 1958

Modiolus rectus (Conrad, 1837)

Orden Limoida

Superfamilia Limoidea

Familia Limidae

Género *Lima* Bruguiere, 1797

Subgénero *Limaria* Link, 1807

Lima hemphilli Hertlein & Strong, 1946

Orden Ostreoida

Superfamilia Plicatuloidea

Familia Plicatulidae

Género *Plicatula* Lamarck, 1801

Plicatula spondyloopsis Rochebrune, 1895

Subclase Heterodonta

Orden Veneroida

Superfamilia Carditoidea

Familia Carditidae

Género *Cardita* Bruguière, 1792Subgénero *Cardites* Link, 1807*Cardites laticostata* Sowerby, 1833

Superfamilia Chamoidea

Familia Chamidae

Género *Pseudochama* Odhner, 1917*Pseudochama panamensis* (Reeve, 1847)

Superfamilia Galeommatoidea

Familia Lasaeidae

Género *Kellia* Turton, 1822*Kellia laperousii* Deshayes, 1839.

Orden Myoida

Suborden Myina

Superfamilia Gastrochaeniodea

Familia Gastrochaenidae

Género *Gastrochaena* Spengler, 1783Subgénero *Rocellaria* Blainville, 1828*Gastrochaena ovata* Sowerby, 1834

Clase Gastropoda

Subclase Patellogastropoda

Suborden Vertigastropoda

Superfamilia Fissurelloidea

Familia Fissurellidae

Subfamilia Diodorinae

Género *Diodora* Gray, 1821*Diodora inaequalis* (Sowerby, 1835)

Subclase Caenogastropoda

Orden Neotaenioglossa

Suborden Discopoda

Superfamilia Rissoidae

Familia Rissoidae

Subfamilia Rissoininae

Género *Rissoina* d'Orbigny, 1840Subgénero *Rissoina*, s.s.*Rissoina stricta* (Menke, 1850)

Superfamilia Vermetoidea

Familia Cerithiidae

Subfamilia Cerithiinae

Género *Cerithium*, Bruguiere, 1789Subgénero *Thericium*, Monterosato, 1890*Cerithium maculosum* Kiener, 1841

Superfamilia Eulimoidea

Familia Eulimidae

Género *Melanella* Bowdich, 1822*Melanella townsendi* Bartsch, 1917.

Superfamilia Vanikoroidea

Familia Hipponicidae

Género *Hipponix*, DeFrance, 1819*Hipponix grayanus* Menke, 1853*Hipponix panamensis* C.B. Adams, 1852*Hipponix imbricatus* Gould, 1846*Hipponix planatus* Carpenter, 1857

Superfamilia Calyptraeidea

Familia Calyptraeidae

Género *Crepidula*, Lamarck, 1799*Crepidula aculeata* (Gmelin, 1791)Género *Crucibulum*, Schumacher, 1817Subgénero *Crucibulum*, s.s.*Crucibulum lignarium* (Broderip, 1834)*Crucibulum monticulus* Berry, 1969*Crucibulum umbrella* (Deshayes, 1830)Subgénero *Dispotaea*, Say, 1824*Crucibulum concameratum* (Reeve, 1859)

Familia Capulidae

Género *Capulus* Montfort, 1810*Capulus sericeus* J. & R. Burch, 1961

Superfamilia Cypraeoidea

Familia Cypraeidae

Género *Cypraea* Linnaeus, 1758*Cypraea* sp

Suborden Ptenoglossa

Superfamilia Triphoroidea

Familia Cerithiopsidae

Género *Seila*, A. Adams, 1861*Seila cf. assimilata* (C.B. Adams, 1852)

Suborden Neogastropoda

Superfamilia Muricoidea

Familia Muricidae

Subfamilia Muricopsinae

Género *Muricopsis* Bucquoy & Dautzenberg, 1882

Subgénero *Muricopsis*, s.s

Muricopsis zeteki Hertlein & Strong, 1951

Subfamilia Rapaninae

Género *Mancinella* Link, 1807

Mancinella triangularis (Blainville, 1832)

Subfamilia Coralliophilinae

Genero *Quoyula* Iredale, 1912

Quoyula madreporarum (Sowerby, 1834)

Familia Buccinidae

Subfamilia Buccininae

Género *Cantharus*, Röding, 1798

Subgénero *Pollia*, Gray, 1834

Cantharus elegans (Griffith & Pidgeon, 1834, ex Gray MS)

Familia Columbellidae

Género *Steironepion* Pilsbry & Lowe, 1932

Steironepion melanosticta (Pilsbry & Lowe, 1932)

Familia Fasciariidae

Subfamilia Fasciariinae

Género *Leucozonia* Gray, 1847

Leucozonia cerata (Wood, 1828)

Clase Polyplacophora

Orden Neoloricata

Suborden Ischnochitonina

Familia Ischnochitonidae

Subfamilia Ischnochitoninae

Género *Ischnochiton* Gray, 1847

Subgénero *Ischnochiton* s.s, Pilsbry, 1892

Ischnochiton petaloides (Gould, 1846)

Ischnochiton sp1

Ischnochiton sp2

Subfamilia Callistoplacinae Pilsbry, 1893

Género *Callistoplax* Dall, 1882

Callistoplax retusa Sowerby, 1832

Familia Chitonidae

Subfamilia Chitoninae

Género *Chiton*, Linnaeus, 1758

Subgénero *Chiton* s.s

Chiton articulatus Sowerby, 1832.

Chiton sp1

Clase Cephalophoda

Subclase Coleoidea

Orden Octopoda

Suborden Incirrata

Superfamilia Octopodoidea

Familia Octopodidae

Subfamilia Octopodinae

Género *Octopus* Cuvier [1797]

Octopus hubbsorum Berry, 1953

BIBLIOTECA

Anexo 2: Acervo fotográfico de los moluscos presentes en el coral ramoso *Pocillopora* sp., del arrecife de Playa Mora, Bahía Tenacatita, Jalisco.