

1997-E

090725165

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES



ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD CORALINA HERMATÍPICA (SCLERACTINIA) DE LA ZONA DE CARELLEROS, NAYARIT

T E S I S P R O F E S I O N A L

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA

P R E S E N T A:

FABIAN ALEJANDRO RODRIGUEZ ZARAGOZA

GUADALAJARA, JAL. MARZO DE 1998

**BIBLIOTECA CENTRAL****ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD CORALINA
HERMATÍPICA (SCLERACTINIA) DE LA ZONA
DE CARELLEROS, NAYARIT****Autor:**

Fabián Alejandro Rodríguez Zaragoza

Director de Tesis:

M. en C. Amilcar Levi Cupul Magaña

Sinodales de Tesis:

Dr. Eduardo Ríos Jara

M. en C. Ernesto López Uriarte

M. en C. Martín Pérez Peña

El presente trabajo se realizó con el apoyo económico y logístico del Departamento de Recursos Naturales del Centro Universitario de la Costa, Campus Puerto Vallarta de la Universidad de Guadalajara, a través del proyecto de investigación y vinculación "Estructura de las comunidades coralinas hermatípicas de Los Arcos, Jalisco, Islas Marietas y Punta de Mita-Carelleros, Nayarit, México."

Este trabajo esta dedicado a mis padres Héctor Vicente Rodríguez Barajas y Julia Rosalba Zaragoza Guerrero.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Héctor y Rosalba por su apoyo y cariño brindados durante toda mi vida.

A mis hermanos Héctor, Oscar, Lorena, Hugo y Rosa.

A mi director de tesis M. en C. Amilcar L. Cupul Magaña por guiarme y darme la oportunidad de desarrollar este trabajo además de su apoyo, enseñanzas y amistad.

A los sinodales de la tesis, Dr. Eduardo Ríos Jara, M. en C. Ernesto López Uriarte y M. en C. Martín Pérez Peña por sus acertadas sugerencias.

A M. en C. Fabio German Cupul Magaña, por sus sugerencias y comentarios que ayudaron a enriquecer este trabajo, además de la enseñanza y amistad otorgada.

Al Rector del C.U.C. Armando Soltero Macías por toda su ayuda ofrecida.

Al M. en C. Alfonso Islas Rodríguez y Oc. Salvador Velázquez Magaña por conseguidos casa en Vallarta y por todos los problemas administrativos resueltos.

Al M. en C. Arturo Orozco Baroccio y al M. en C. José Luis Navarrete Heredia por su ayuda en los tramites de titulación.

Al Dr. Francisco Nuñez Cornu, por su asesoría y préstamo del equipo del LabToa.

A la M. en C. Rosa María Chávez Dagostino por su ayuda en la realización de este trabajo.

Al M. en C. Héctor Reyes Bonilla por sus comentarios, sugerencias y literatura brindada.

Al Dr. Gaspar González Sanson, Dr. José Domingo Carriquiry Beltrán y M. en C. Guillermo Horta Puga por su comentarios y sugerencias para este trabajo.

Al Dr. Jorge Cortés Nuñez por facilitarme bibliografía desde Costa Rica

Al M. en C. Raymundo Ramírez Delgadillo, por su amistad y por la identificación de la flora terrestre de Carelleros, Nayarit.

A la M. en C. Carmen Cortés Lara por la determinación de las algas presentes en el área de estudio.

A Dolores Buelna Montero por hacer la edición de este trabajo.

A Rafael Ríosmena Rodríguez por la determinación de los rodolitos.
A la M. en C. Ofelia Vargas Ponce por su apoyo, obtención de bibliografía, solución de problemas, por los momentos y el amor que siempre me ha brindado.

Al M. en C. Agustín González Zaragoza por sus comentarios y la información dada sobre el desarrollo Punta de Mita.

A mis compañeros Jorge Fonseca Madrigal, Abraham Reyes Juárez, Francisco Salvador Gómez Graciano, Gilberto Estrada Duran, Zoitza Martínez Martínez por toda la ayuda brindada para este trabajo, además de su amistad y por todos los buenos momentos que pasamos.

A Oscar Alejandro Franco Pérez por su ayuda en todos los muestreos de campo y por su amistad.

Al Biol. Pedro Medina Rosas por su ayuda, consejos, bibliografía y amistad.

A los Biol. Helios Hernández Hurtado y Sinhue Torres Valades por su ayuda en las salidas de campo y por ser buenos amigos.

A Deportes Bahía por su apoyo en el préstamo de equipos de buceo (scuba) y el llenado de los tanques.

A Juan Carlos Chacón Mathieu, Jorge Fonseca Madrigal, Gustavo A. Bonilla Barragan, Leyla Edenwinter Warra y María Isabel Arias Meza por su amistad y compañerismo durante toda la carrera.

A Gustavo Rodríguez Benitez y Yolanda Pérez Pelayo por el tiempo que convivimos.

A todos mis amigos y personal del C.U.C.

Al Ing. Salvador Vargas Ponce y a la Biol. Maribel Loera Quezada por su amistad y por brindarme su casa en todas mis visitas a Guadalajara.

A todos mis compañeros de generación (93-97E).

Al C.U.C.B.A

A mis amigos de Ahualulco de Mercado Cesar Rodríguez Guerrero y Cecilio García Luna por ser los mejores amigos.

A todas las personas que de alguna manera contribuyeron en la realización de este trabajo.

A la Universidad de Guadalajara.

CONTENIDO

	Pag.
ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS	Vii
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	4
OBJETIVOS: GENERAL Y PARTICULARES	8
DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	9
METODOLOGÍA	10
Trabajo de campo	10
Estructura física del arrecife	14
Estructura biológica	14
Trabajo de laboratorio	15
Análisis de datos	16
<u>Abundancia de las especies</u>	16
<u>Índices utilizados</u>	17
RESULTADOS	20
Propiedades físicas del agua (factores abióticos)	20
Estructura de la comunidad	20
<u>Estructura física del arrecife</u>	20
<u>Estructura biológica</u>	20
DISCUSIÓN	30
Desarrollo arrecifal	30
Factores abióticos	32
Estructura de la comunidad	33
<u>Estructura física</u>	33
<u>Zonación arrecifal</u>	35
<u>Estructura biológica</u>	37
Organismos coralívoros	49
Algas comunes	51
Efectos antropogénicos	52
CONCLUSIONES	53
BIBLIOGRAFÍA	55



BIBLIOTECA CENTRAL

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

		Pag
Figura 1	Localización de la zona de estudio.	10
Figura 2	Mapa del contorno arrecifal y la ubicación de las estaciones y de los transectos de banda en el arrecife de Carelleros, Nayarit.	13
Figura 3	Temperatura promedio mensual del agua para la zona Carelleros, Nayarit.	21
Figura 4	Mapeo y zonación del arrecife del arrecife coralino de Carelleros, Nayarit.	23
Figura 5	Zonación de las especies coralinas hermatípicas registradas en los transectos de banda realizados en el arrecife de Carelleros, Nayarit.	29
Figura 6	Espesor arrecifal obtenido para el arrecife coralino de Carelleros, Nayarit.	34
Figura 7	Perfil esquemático de las especies coralinas hermatípicas para el arrecife de Carelleros, Nayarit.	36
Figura 8	Porcentaje de cobertura de las especies coralinas hermatípicas en las diferentes estaciones de muestreo para la zona de Carelleros, Nayarit.	38
Figura 9	Cobertura total relativa de las especies coralinas hermatípicas para el arrecife coralino de Carelleros, Nayarit.	39
Tabla I	Resultados de las mediciones de los espesores del arrecife de Carelleros, Nayarit.	22
Tabla II	Listado sistemático de los corales hermatípicos registrados para la zona de Carelleros, Nayarit.	24
Tabla III	Resultados de los transectos de banda realizados en la zona de Carelleros, Nayarit.	26

Tabla IV	Porcentaje de las coberturas relativas de las especies coralinas hermatípticas para la zona de Carelleros, Nayarit.	27
Tabla V	Resultados de los índices de similitud de Jaccard y Stander entre las estaciones.	28
Tabla VI	Cobertura promedio de coral vivo registrada en las principales áreas coralinas del Pacífico oriental tropical.	43
Tabla VII	Valores promedio del índice de diversidad de Shannon y Wiener (H') y de uniformidad de Pielou (J'), registrados en las principales áreas coralinas del Pacífico oriental tropical.	44
Tabla VIII	Organismos coralívoros y bioerosionadores más comunes del arrecife coralino de Carelleros, Nayarit.	50

RESUMEN

El arrecife coralino de la zona de Carelleros, Nayarit, ha sido muy poco estudiado tanto en su flora como en su fauna. Este arrecife es de tipo de franja, el cual se desarrolla en aguas con una relativa transparencia, una termoclina somera y fuerte presión antropogénica debida al turismo y a la pesca. El objetivo de este trabajo fue determinar la estructura y características generales de la comunidad coralina hermatípica (Scleractinia) de la zona de Carelleros, Nayarit. El arrecife esta conformado principalmente por especies ramosas de género *Pocillopora*, tiene una longitud de 1.5 km, un ancho promedio de 100 m y un área aproximada de 82.5 ha. El espesor varió entre 1 m y 3.05 m con un promedio de 1.83 m, presentado una zonación aparente: plataforma, cresta, pendiente y base arrecifal. Se identificaron 9 especies coralinas hermatípicas *Pocillopora damicornis*, *P. capitata*, *P. verrucosa*, *P. meandrina*, *Porites panamensis*, *P. lobata*, *Psammocora stellata*, *P. superficialis* y *Pavona gigantea*. La especie dominante en el área es *Pocillopora damicornis* con una cobertura total relativa de 64.74 %, lo cual generó una cobertura total de coral vivo de 22.07 %, un índice de diversidad para la zona de $H' = 0.43$ y un índice de equitatividad $J' = 0.62$. Al comparar este arrecife con otras comunidades coralinas del pacífico oriental tropical, resultó ser, por las características determinadas en este estudio, uno de los principales y más desarrollados arrecifes de esta región. Además, por la presencia de colonias coralinas antiguas reproductivamente maduras, y la estable construcción de la estructura arrecifal permite que sea considerado como una importante zona de refugio de flora y fauna marina.

INTRODUCCIÓN

El arrecife coralino es considerado el ecosistema más productivo de los trópicos, siendo su biodiversidad comparable con la del bosque tropical (Conell, 1978), además por su complejidad, es uno de los hábitats más importantes en la zona costera, ya que es una zona de refugio y de reproducción para especies arrecifales y no arrecifales, también son áreas adecuadas para las pesquerías y tienen un alto valor económico, cultural y recreativo (Guzmán y Holst, 1994). Asimismo, es una estructura sólida y resistente al oleaje y tormentas, lo cual proporciona protección y estabilidad necesaria para evitar o reducir la erosión de las costas (Guzmán y Cortés, 1993; Guzmán y Holst, 1994). Se localizan principalmente entre el Trópico de Cáncer y el de Capricornio, pero su distribución no es regular, ya que en estas latitudes hay extensas costas que no los presentan, aunque también existen fuera de los trópicos (Carricart Gavinet y Horta Puga, 1993).

A escala mundial, se diferencian dos grandes regiones arrecifales: la Atlántica y la Indopacífica (Cortés y Murillo, 1985; Carricart Gavinet y Horta Puga, 1993, Veron, 1995). La Atlántica comprende el Caribe, las Islas Bermudas y Brasil (Carricart Gavinet y Horta Puga, 1993). El Indopacífico se extiende desde la costa Este de África y el Mar Rojo, a través de los océanos Índico y Pacífico, hasta la costa Oeste del Continente Americano, mejor conocido como Pacífico oriental (Stehli y Wells, 1971; Goreau *et al.*, 1979; Cortés, 1986; Guzmán y Cortés, 1993, Veron, 1995).

Los corales hermatípicos del Pacífico oriental tropical se localizan entre los 30° N y 5° S (Reyes Bonilla, 1993a.). La estructura de la comunidad coralina (riqueza, abundancia, crecimiento y zonación), en esta región, está determinada por factores bióticos y abióticos (Glynn

et al., 1972; Glynn, 1976; Glynn y Wellington, 1983; Jackson, 1991). Entre los factores bióticos más importantes están la depredación por organismos coralívoros, la erosión de las especies bioerosionadores y la competencia entre las especies de coral (Glynn *et al.*, 1972).

Los factores abióticos ó ambientales mas importantes son: la batimetría, el oleaje, las bajas temperaturas en áreas de afloramiento (surgencias), la termoclina superficial permanente, el evento de "EL NIÑO" (ENSO) (Guzmán *et al.*, 1987; Guzmán y Cortés, 1993; Colgan, 1990; Glynn, 1990a.) y la exposición de las zonas someras en mareas bajas (Glynn, 1976, 1977; Glynn y Welington, 1983; Guzmán y Cortés, 1993).

Los arrecifes y comunidades coralinas se han visto afectadas recientemente en su crecimiento y estructura por las diversas actividades antropogénicas. Uno de los principales problemas es la sedimentación ("siltation" en inglés), producida por los sedimentos terrigenos provenientes de caminos mal trazados que provocan la erosión de cerros inestables, a la deforestación e incorrectas prácticas agrícolas (Cortés y Murillo, 1985; Guzmán y Cortés, 1993). La contaminación es otra amenaza latente, producida, principalmente, por agroquímicos, derrames de petróleo que ocurren durante el lavado de buques tanques en alta mar (Acuña y Murillo, 1987; citado por Guzmán y Cortés, 1993) y por descargas de aguas negras sin tratamiento (Reyes Bonilla, 1993a) que producen una eutroficación de las aguas. La extracción de coral es otro de los principales problemas, este es extraído y comercializado en tiendas de curiosidades (Reyes Bonilla, 1993a). Todos estos factores limitan el crecimiento, la estructura y la distribución de los corales hermatípicos (Glynn *et al.*, 1972; Glynn, 1976, 1990b; Glynn y Wellington, 1983).

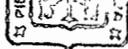
En la zona de Carelleros, Nayarit, la comunidad coralina hermatípica, esta fuertemente afectada por factores físicos ambientales (Carriquiry *et al.*, en revisión; Cupul Magaña *et al.*, en preparación), lo que produce que estén bajo un constante estrés, además, el incremento de las actividades antropogénicas, principalmente el buceo deportivo, anclaje y la extracción de coral, causan un deterioro importante a esta comunidad. Además es necesario estudiar a todo el arrecife para obtener

la estructura biológica (riqueza, diversidad, cobertura, distribución y zonación de las especies coralinas) y física (espesor, zonación y mapeo arrecifal) de la comunidad coralina, con el fin de generar la información para la elaboración de una propuesta de manejo de la zona ya que se desarrollará un megaproyecto turístico en toda la playa adyacente, por lo que podría aumentar el aporte de sedimentos terrigenos hacia el arrecife, tal como sucedió en la comunidad coralina de Punta de Mita (Cupul Magaña *et al.*, en preparación).

Todo esto trae consigo una reducción y un pobre crecimiento de las comunidad coralina, que también afecta a la flora y fauna asociada, provocando, a su vez, una mayor erosión en la costa.

ANTECEDENTES

Se han realizado diversos trabajos sobre la estructura de las comunidades coralinas a lo largo de las costas del Pacífico americano, estos estudios se han concentrado principalmente en la estimación de la abundancia, la determinación de sus tasas de crecimiento, las relaciones inter e intraespecíficas y los efectos producidos por el disturbio del evento de EL NIÑO (ENSO) 1982-1983 (Glynn *et al.* 1972; Glynn, 1976; Glynn y Wellington, 1983; Cortés y Murillo, 1985; Cantera *et al.*, 1989; Guzmán y Cortés, 1989a, Cortés, 1990; Glynn, 1990a; Glynn *et al.*, 1996a; Vargas Angel, 1996). La mayor información sobre las comunidades coralinas se ha generado en los arrecifes de Costa Rica, Panamá, Colombia y Ecuador (Glynn *et al.*, 1972; Glynn, 1976; Guzmán y Cortés, 1989a; Cortés, 1990; Vargas Angel, 1996). Glynn *et al.* (1972), desarrollaron el primer trabajo sobre la estructura de la comunidad coralina del Pacífico oriental, en los arrecifes de Panamá, en donde describen la estructura de la comunidad coralina (especies que la componen, distribución, características morfológicas arrecifales), las relaciones inter e intraespecíficas entre los corales hermatípicos y los efectos provocados por la depredación de los organismos coralívoros sobre la comunidad coralina, von Prah *et al.* (1988), determinaron la diversidad de especies coralinas de la Isla Gorgona, Colombia, Guzmán y Cortés (1989a), en la Isla del Caño, Costa Rica, identificó 10 especies de corales dentro de 5 géneros, 3 especies para *Pocillopora*, 1 de *Porites*, 3 de *Pavona*, 2 de *Psammocora* y 1 dentro de *Gardinoseris*, además, estimó las abundancias de las mismas. En Golfo Dulce, Costa Rica, Cortés (1990), describió la estructura de la comunidad coralina, los sedimentos asociados a ésta y registró 9 especies de corales escleractinidos. En Costa Rica y Panamá, Guzmán *et al.* (1990) encontraron una mortalidad coralina de hasta el



100 % de cobertura entre la superficie y 3 metros de profundidad, por asfixiamiento, debido principalmente a una marea roja, en donde los pocilopóridos y *Tubastrea coccinea* (Lesson) fueron los mas afectados. Glynn *et al.* (1996b) realizaron un estudio sobre la reproducción de *Pavona gigantea* Verrill y *Gardineroseris planulata* (Dana), en Costa Rica, Panamá y las Islas Galápagos (Ecuador). Glynn (1997a), revisó el estado actual de los arrecifes del Pacífico oriental, proporcionando datos generales y que factores ambientales tuvieron una mayor influencia sobre ellos.

En México, existen 23 especies de corales hermatípicos pertenecientes a 5 géneros (López Pérez, 1996), dos de estas especies son endémicas, *Porites baueri* (Squires), exclusiva de las islas Marias y *Porites sverdrupi* (Durham), residente del Golfo de California (Reyes Bonilla, 1992; Horta Puga y Carricart Gavinet, 1993). Las costas del Pacífico mexicano presentan una reducida superficie de plataforma continental, amplios segmentos de costas arenosas, varios ríos permanentes, un fuerte aporte anual de lluvias, alta incidencia de ciclones, tormentas tropicales y zonas de surgencias, lo que dificulta el establecimiento continuo de comunidades coralinas a lo largo de la zona costera (Glynn, 1977; Reyes Bonilla, 1992, 1993a). Las principales comunidades coralinas que se encuentran en las costas del Pacífico mexicano están en el Golfo de California y Nayarit (20-25°N) y en los estados de Oaxaca y Guerrero (16-18°N), estas últimas están aisladas de las primeras por amplias costas arenosas en Michoacán y Colima (Reyes Bonilla, 1992, 1993a). Para las costas del Pacífico mexicano existen datos sobre la abundancia de corales en el Golfo de California y Nayarit (Reyes Bonilla, 1993a, 1993b, Carriquiry y Reyes Bonilla, 1997; Rodríguez Zaragoza y Cupul Magaña, 1997). En el estado de Colima, la Isla Socorro es la mejor caracterizada, teniendo un registro de 12 especies: 5 *Pocillopora*, 2 *Porites*, 1 *Psammocora*, 3 *Pavona* y 1 *Fungia* (Castellanos Avila *et al.*, 1992, citado por Reyes Bonilla, 1993a). Reyes Bonilla (1992), registró un total de 12 especies de corales (Scleractinia) para el Golfo de California, y reportó los rangos biogeográficos de las mismas, además afirma que la fauna hermatípica del Golfo de California es la más antigua del Pacífico

oriental, basándose en registros fósiles y las características físicas del Golfo. El arrecife de Cabo Pulmo, es el mejor conocido en el Pacífico mexicano (Reyes Bonilla, 1993a, 1993b). Reyes Bonilla y Calderón-Aguilera (1994), realizaron un estudio sobre los parámetros poblacionales de *Porites panamensis* Verril en el arrecife de Cabo Pulmo. En la Isla Socorro, Colima, Reyes Bonilla y Carriquiry (1994), describen la presencia de la especie escleractinida *Psammocora superficialis* (Verril). López Pérez (1996), realizó una revisión de todas las especies coralinas hermatípticas fósiles y actuales del Pacífico oriental, dando datos biogeográficos y evolutivos.

En las zonas circundantes a Carelleros, Nayarit, se han realizado muy pocos trabajos. Durhan y Barnard (1952) mencionan que existen pequeños arrecifes en la Bahía de Tenacatita, Cabo Corrientes, Jalisco, y en Islas Marietas, Nayarit, además hacen mención sobre la composición y las relaciones que existen entre la fauna coralina del Pacífico oriental. Greenfield *et al.* (1970) mencionó la existencia de bloques monoespecíficos de *Pocillopora* spp. en la Isla de Jaltamba, Nayarit y la existencia de corales en Los Arcos, Jalisco, pero sin describir o dar información sobre la estructura de estas comunidades. López Uriarte y Pérez Vivar (1995), analizaron la composición específica de algunas de las comunidades de corales escleractinidos de las costas de Jalisco y Colima. Posteriormente, Medina Rosas *et al.* (1995), realizaron investigaciones sobre la diversidad de los corales escleractinidos en las Islas Marietas. Medina Rosas (1997), evaluó el impacto de las actividades turísticas sobre los corales pétreos, proponiendo las bases para un plan de manejo de la zona de Los Arcos, Jalisco. Recientemente, Carriquiry y Reyes Bonilla (1997), presentaron el primer trabajo sobre la estructura de la comunidad para el estado de Nayarit, en donde estimaron la estructura de la comunidad.

Actualmente, en Bahía de Banderas y el sur del estado de Nayarit se están llevando a cabo trabajos sobre la estructura de las comunidad coralina en las Islas Marietas (Cupul Magaña *et al.*, en preparación) y en la zona protegida de Los Arcos, en donde se han encontrado coberturas significativas de especies coralinas y colonias muy antiguas (Medina Rosas, 1997; Cupul Magaña *et al.*, en preparación). Asimismo,

se esta obteniendo la estructura de la comunidad coralina de la zona sur de Bahía de Banderas y los efectos del evento de El NIÑO 1997-1998 sobre la comunidad coralina de la región (Carriquiry *et al.*, en revisión; Cupul Magaña *et al.*, en preparación).

OBJETIVO GENERAL

Determinar la estructura y características generales de la comunidad coralina hermatípica (Scleractinia) de la zona de Carelleros, Nayarit.

Objetivos Específicos

- Registrar la variabilidad de las propiedades físicas del agua (salinidad, temperatura).
- Determinar la estructura física del arrecife de la zona de Carrelleros, Nayarit.
- Identificar las especies coralinas hermatípicas presentes en la zona de estudio.
- Estimar la cobertura, diversidad, distribución y zonación de las especies coralinas hermatípicas en la zona de estudio.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de Carelleros se encuentra en el Occidente de México, al norte de Bahía de Banderas y noreste de Punta de Mita, en la región sur del estado de Nayarit, a un extremo de la Sierra de Vallejo ($20^{\circ} 47' 11''$ y $20^{\circ} 47' 31''$ N y $105^{\circ} 30' 56''$ y $105^{\circ} 31' 08''$ W) (Figura 1). La zona tiene una longitud aproximada de 2.1 km de litoral, presentando costas arenosas, costas rocosas semi-expuestas y costas rocosas expuestas. En Carelleros, la influencia oceanográfica de Bahía de Banderas no es tan marcada, ya que se encuentra fuera de ella (Cupul Magaña *et al.*, en preparación). Esta playa forma parte del extremo sur de la Ensenada de Litigu, la cual durante el verano recibe la descarga del estero Los Coamiles. La vegetación que predomina es el bosque tropical subcaducifolio (Rzedowski, 1978), constituido principalmente por *Bursera arborea* (Rose) Riley, *Orbygna guacoyule* (Mart) Hernández X., *Brosimum alicastrum* Sw., *Ficus obtusifolia* H.B.K. y *Adiantum* spp (Ramírez Delgadillo, com. pers¹). En los márgenes de este tipo de vegetación y en la playa encontramos manchones y franjas de árboles de *Conocarpus erecta* L. y *Hyppomane mancinella* L. (Ramírez Delgadillo, com. pers). Además, se encuentran parches de bosque tropical caducifolio (Rzedowski, 1978). Como principales componentes de este tipo de vegetación se encuentran: *Bursera arborea*, *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng, *Heliocarpus* sp, *Amphyterygium adstringens* (Willd.) Spreng y *Plumeria rubra* L. (Ramírez Delgadillo, com. pers). El estero los Coamiles esta compuesto principalmente por el mangle rojo, *Rizophora mangle* (Linnaeus).

¹ M. en C. Raymundo Ramírez Delgadillo. Universidad de Guadalajara. C.U.C.B.A., Instituto de Botánica (IBUG). Carretera a Nogales Km 15.5 Las Agujas Nextipac, Zapopan, Jalisco, México. rramirez@udgserv.cencar.udg.mx

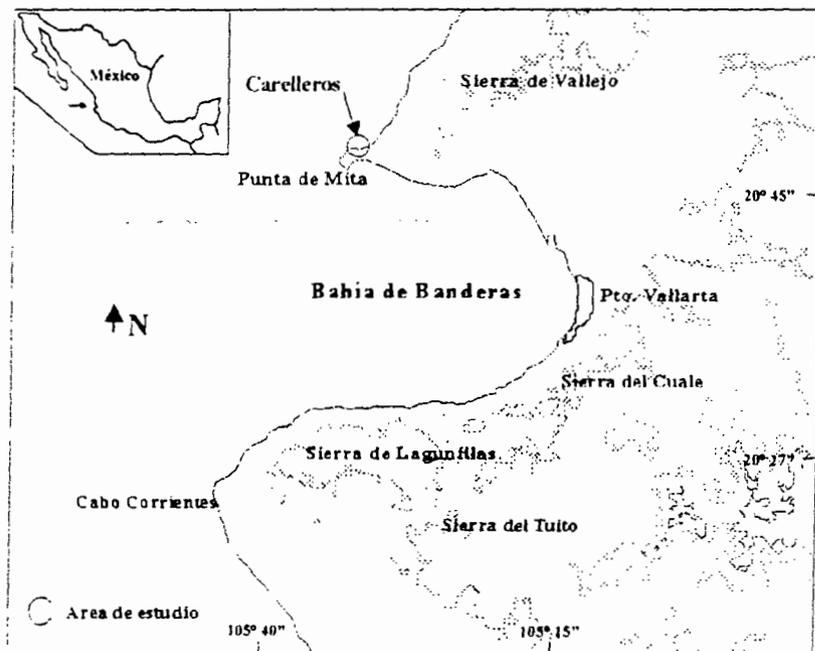


Figura 1.- Localización de la zona de estudio.

presenta una boca efímera de 40 m de ancho, una superficie aproximada de 3.14 ha y una profundidad promedio de 1 m. Este estero es irrigado por el arroyo Los Coamiles, mismo que le da el nombre, aunque para este año (1997) la boca del estero se mantuvo cerrada por la baja precipitación pluvial. La zona de estudio presenta un clima semicálido subhúmedo fresco, con lluvias en verano AW_2 (W) (García, 1981). La precipitación pluvial promedio anual oscila entre los 600 mm y 2000 mm y la temperatura entre 21.1°C hasta 31.1°C (Álvarez y Gaitán, 1994). El área de Carelleros se encuentra dentro de una zona de transición que tiene una estructura oceanográfica complicada y dinámica, afectada por la confluencia de dos importantes sistemas de corrientes: la Corriente de California, de aguas frías y baja salinidad, que fluye hacia el sur, desde Baja California, y la Norecuatorial, de aguas calientes y salinidad intermedia, que va desde el suroeste. Además, tiene un aporte menor de aguas cálidas y de alta salinidad que provienen del Golfo de California y provocan cambios de salinidad, un gradiente de temperatura marcada y patrones locales de circulación estacional en la región. Las costas presentan un tipo de marea micromareal, con intervalos de 0 a 2 metros. La salinidad media anual oscila entre los rangos de 37.1 y 32.7 ‰ (Álvarez y Gaitán, 1994).

METODOLOGÍA

Con el fin de determinar la estructura de la comunidad coralina del área de Carelleros, se visitó la zona con un promedio de seis días por mes, para obtener resultados mensuales durante un ciclo anual, de enero a diciembre del año de 1997.

Se llevaron a cabo muestreos de campo, para estimar las variables ambientales y la estructura física y biológica de la comunidad coralina. El trabajo se dividió en tres etapas: 1) trabajo de campo, 2) trabajo de laboratorio y 3) análisis de datos.

Trabajo de campo

A partir de visitas prospectivas y por medio de fotografías aéreas y cartografía, se determinó la localización de la principal comunidad coralina de la zona de Carelleros y se definieron las estaciones a investigar, con el fin de comparar el diferente desarrollo arrecifal que existe en cada una (Figura 2).

- Estación I.- Ubicada en la parte sur de la Ensenada Litigu y a un extremo del estero Los Coamiles.
- Estación II.- Comprende toda el área de Punta Negra.
- Estación III.- Adyacente al cerro de Carelleros.

El muestreo de campo se llevó a cabo utilizando una embarcación inflable de lona-ahulada tipo "Zodiac" (SB12.0W West Marine) de



BIBLIOTECA CENTRAL

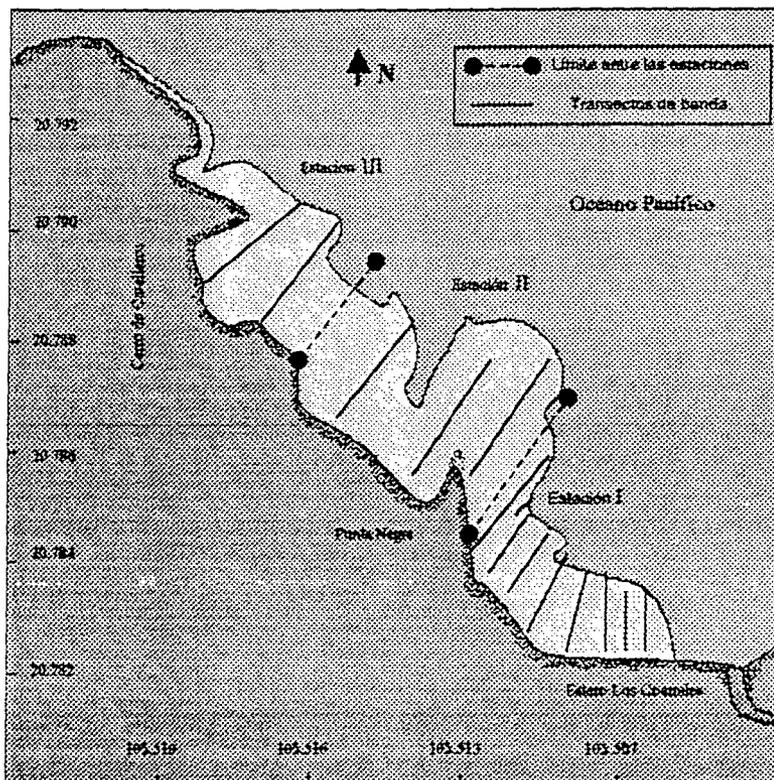


Figura 2.- Mapa del contorno arrecifal y la ubicación de las estaciones y de los transectos de banda en el arrecife coralino de Carcelleros, Nayarit.

3.6 m de eslora, piso de madera y una capacidad de 1480 kg, con un motor fuera de borda (ENVINRUDE 15 hp). Se usaron técnicas subacuáticas de buceo libre y autónomo (scuba) para la toma de datos. En la mayoría de las visitas a la zona de estudio participó un equipo de 4 personas.

Los factores ambientales se registraron en cada visita para después estimar el promedio mensual estos. La salinidad fue determinada con un refractómetro ATAGO S/Mill-E (1 ‰ de precisión), en donde se tomo muestras de agua superficial tanto de la orilla como del centro del arrecife. La temperatura se tomó con un termómetro de cubeta (precisión 0.1° C), en tres niveles distintos en la columna de agua (superficie, media agua y fondo), y se obtuvo un promedio de éstos.

Estructura física del arrecife

Para definir el contorno físico y la zonación del arrecife se utilizó el método de manta tows (UNEP/AIMS, 1993), la ubicación geográfica de la estructura arrecifal y de los sitios de colecta de las especies coralinas hermatípicas se obtuvieron con un geoposicionador satelital (GPS GARMIN 38). El espesor del arrecife se determinó llevando a cabo mediciones desde la parte basal hasta la parte superior del parche con una cinta métrica de fibra de vidrio (precisión 0.1 cm), esto fue sólo en las partes fracturadas del arrecife (Glynn y MacIntyre, 1977; Cortés, 1990; Guzmán y Cortés, 1993), con el fin de no dañar a la estructura.

Estructura biológica

La estructura biológica de la comunidad coralina se obtuvo por medio de 13 transectos de banda de 1 metro de ancho perpendiculares a la costa, con un área total muestreada de 1.415 m², con el fin de obtener la zonación de las especies coralinas hermatípicas (Weinberg, 1981; Dodge *et al.*, 1982), los cuales iniciaron desde la zona media intermareal

(planicie arrecifal), hasta la base del arrecife, cruzando a todo el arrecife, lo que generó un muestreo cuantitativo (Loya, 1978; Pichón, 1978; Weinberg, 1981; Dodge *et al.*, 1982). En los transectos se usó un marco cuadrado de PVC de un metro cuadrado, dividido en 100 celdas de 10 cm x 10 cm de longitud, el cual se desplazó desde el principio hasta el final del transecto (Cortés, 1990; Reyes Bonilla, 1993b; Guzmán y Holst, 1994), en donde se registraron las especies coralinas hermatípticas (Scleractinia), la cobertura de coral vivo, tipo de sustrato y la profundidad. Se utilizó la curva acumulativa de diversidad de especies (índice de Shannon y Wiener, H') como una función del número de transectos muestreados (Glynn, 1976; González Sansón, com. pers.²; Reyes Bonilla, com. pers.³). El número de transectos varió entre las estaciones, en la I, se tendieron 8 con un tamaño que varió de 60 m² a 125 m², para la II, 3, entre 120 m² a 130 m², y en la III, 2, uno de 120 m² y el otro de 155 m² (Figura 2).

Trabajo de laboratorio

La determinación de las especies coralinas se realizó *in situ*, pero en los casos en que no fue posible, los especímenes se colectaron y posteriormente se determinaron en el laboratorio. Los corales se identificaron a detalle usando un microscopio estereoscópico (Olympus sz-pt) y se obtuvieron fotografías de sus coralitas con una cámara fotográfica integrada (Olympus sc35), para identificar su disposición (ceroidal, plocoidal ó petaloidal) y sus estructuras internas (número de septos, tipo de pared, presencia o ausencia de columnela, etc.), para comparar con los ejemplos de la bibliografía especializada del grupo (Wells, 1956, 1983; Veron y Pichon, 1976; Wood, 1983; Veron, 1986;

² Dr. Gaspar González Sansón. Universidad de la Habana. Centro de Investigación Marina. Av. Primera 2808 CP 11300. La Habana, Cuba. cim@comuh.uh.cu

³ M. en C. Héctor Reyes Bonilla. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Departamento de Biología Marina. Apartado postal 19-B, 23080, La Paz, B.C.S., México. hreyes@calafia.uabcs.mx

Cantera *et al.*, 1989; Reyes Bonilla, 1990; Veron, 1993; Hodgson, 1995; López Pérez, 1996). Los organismos coralívoros y bioerosionadores más importantes se determinaron *in situ* según los trabajos de Keen (1971), Keen y Coan (1974), Brusca (1980), Gotshall (1982), Kerstitch (1989), Holguin Quiñones y González Pedraza (1994), así como Cintra Buenrostro (1997). Se obtuvieron, además, fotografías *in situ* de las especies, utilizando una cámara submarina (Nikonos V, con strobe Nikonos 105). Todas las fotografías submarinas, de laboratorio y las colectas de las especies coralinas forman parte del acervo fotográfico científico y de la colección zoológica del Centro Universitario de la Costa, Campus Puerto Vallarta, de la Universidad de Guadalajara.

Análisis de datos

Los datos obtenidos del muestreo de campo se procesaron y se obtuvieron los valores de la abundancia de las especies coralinas, con los cuales, se calcularon los índices de diversidad, equitatividad y dominancia.

Abundancia de las especies

Para obtener las abundancias de las especies se estimaron las coberturas absolutas y relativas de las especies coralinas, utilizando las siguientes formulas:

$$\text{Cobertura absoluta} = \frac{\% \text{ de cobertura de una especie individual}}{\text{el área total muestreada en el transecto}}$$

$$\text{Cobertura total absoluta} = \frac{\text{suma de valores de cobertura para una especie en todos los transectos}}{\text{el área total de los transectos muestreados}}$$

$$\text{Cobertura total de coral vivo} = \frac{\text{suma de valores de cobertura total absoluta de todas las especies}}{\text{el área total de los transectos muestreados}}$$

$$\text{Cobertura relativa} = \frac{\% \text{ de cobertura de una especie individual del transecto}}{\% \text{ de cobertura total de todas las especies del transecto}} \times 100$$

$$\text{Cobertura total relativa} = \frac{\% \text{ de cobertura total absoluta de una especie}}{\% \text{ de cobertura total de coral vivo}} \times 100$$

Índices utilizados

Se utilizó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') (1963; en Brower y Zar, 1979; Cox 1980; Siqueiros Beltrones *et al.*, 1985), porque es uno de los índices más sensibles para las especies raras, además relaciona la riqueza y la abundancia de las especies, cuya fórmula es:

$$H' = \sum_{i=1}^s P_i \log P_i$$

en donde $P_i = n_i / N$, n_i es el número de individuos de la especie i y N es el número de individuos en la muestra (Brower y Zar, 1979; Cox 1980; Siqueiros Beltrones *et al.*, 1985).

El índice de equitatividad de Pielou (J') (1969; en Brower y Zar, 1979; Cox 1980; Siqueiros Beltrones *et al.*, 1985), considera el valor de J' como el grado de aproximación de la heterogeneidad observada a la heterogeneidad máxima posible en la muestra (Siqueiros Beltrones *et al.*, 1985), expresada por:

$$J' = H' / H' \max$$

en donde $H' \max = \log S$, S es el número total de especies en la muestra (Brower y Zar, 1979; Cox 1980; Siqueiros Beltrones *et al.*, 1985).

Se utilizaron estos índices (H' y J') para comparar los resultados obtenidos en este trabajo con las demás comunidades coralinas del Pacífico oriental, ya que son los índices más utilizados en los trabajos relacionados sobre la estructura de la comunidad de corales hermatípicos (Glynn, 1976; Weinberg, 1981; Dodge *et al.*, 1982; Guzmán y Cortés, 1988; Cortés, 1990; Reyes Bonilla, 1993b, Carriquiry y Reyes Bonilla, 1997).

Como una medida de dominancia entre las estaciones de muestreo se usó el índice de dominancia Simpson (λ) (1949, en Brower y Zar, 1979), en donde los altos valores de λ implican una agregación de individuos de sólo algunas especies y, bajos valores de λ denotan una distribución de individuos más uniforme entre las especies (Brower y Zar, 1979), siguiendo la siguiente fórmula:

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^S n_i (n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

en donde $P_i = n_i / N$, n_i es el número de individuos de la especie i y N es el número de individuos en la muestra (Brower y Zar, 1979; Cox 1980; Siqueiros Beltrones *et al.*, 1985).

La similitud entre las estaciones se determinó por medio de los índices de Stander y Jaccard (Clifford y Stephenson, 1975 citado en Siqueiros Beltrones *et al.*, 1985), el primero considera las abundancias relativas de las especies y se expresa:

$$SIMI = \frac{\sum_{i=1}^S p_{1i} p_{2i}}{\left(\sqrt{\sum_{i=1}^S p_{1i}^2} \right) \left(\sqrt{\sum_{i=1}^S p_{2i}^2} \right)}$$

en donde P_i es la abundancia proporcional de la especie i en las muestras y S es el número total de especies en las muestras ponderadas (Siqueiros Beltrones *et al.*, 1985). El segundo, sólo considera la presencia y ausencia de especies y se expresa por:

$$JAC(1,2) = \frac{a}{a+b+c}$$

en donde a es el número de las especies que las muestras uno y dos tienen en común, b es el número de especies en la muestra uno (no presentes en la dos) y c es el número de especies en la muestra dos (no presentes en la uno) (Siqueiros Beltrones *et al.*, 1985).

Para cada matriz, se generó un análisis de agrupamiento por ligamiento promedio (Crisi y López, 1983). En la interpretación de los valores obtenidos, se consideró el valor de 0.5, la frontera entre similitud y no similitud, ya que es la máxima incertidumbre (Escofet, 1994).

La zonación de las especies coralinas hermatípicas se determinó relacionado la cobertura promedio de cada especie, con cada metro de profundidad (Sheppard, 1980; Glynn y Wellington, 1983; Glynn *et al.*, 1996), con el fin de estimar su distribución vertical y el rango óptimo de profundidad en que cada especie tiene mayor desarrollo.

Los datos obtenidos se procesaron en una computadora, con los paquetes estadísticos y gráficos STATGRAPHICS, SIGMAPLOT y EXCEL. Se generaron tablas y gráficas para los datos de las variables ambientales, cobertura, distribución y zonación, para una mejor interpretación de los resultados.



BIBLIOTECA CENTRAL

RESULTADOS

Propiedades físicas del agua (factores abióticos)

La temperatura varió entre 22.0° y 32.5° C, con un promedio de 27.9° C. La salinidad no fue muy variable a lo largo del periodo de muestreo, tuvo un valor de 35 ‰ en todos los meses (Figura 3).

Estructura de la comunidad

Estructura física del arrecife

La zona de estudio se caracterizó por la presencia de un arrecife de tipo franja, conformado principalmente por especies ramosas del género *Pocillopora*, tiene una longitud de 1.5 km, 2.32 km de contorno, un ancho promedio de 100 m (máximo 180 m) y un área aproximada de 82.5 ha. El espesor varió entre 1 m y 3.05 m con un promedio de 1.83 m, la profundidad máxima del arrecife fue de 10.5 m (Tabla I), presentado una zonación aparente: plataforma, pendiente y base arrecifal (Figura 4).

Estructura biológica

Riqueza de especies.- En el área se registraron 9 especies coralinas hermatípticas de las cuales, sólo 5 especies estuvieron dentro de los transectos, *Pocillopora damicornis*, *Pocillopora verrucosa*, *Pocillopora capitata*, *Psammocora stellata* y *Porites* spp. En este último género, se agruparon *P. panamensis* y *P. lobata*, las cuales son difíciles de determinar en el campo (Tabla II).

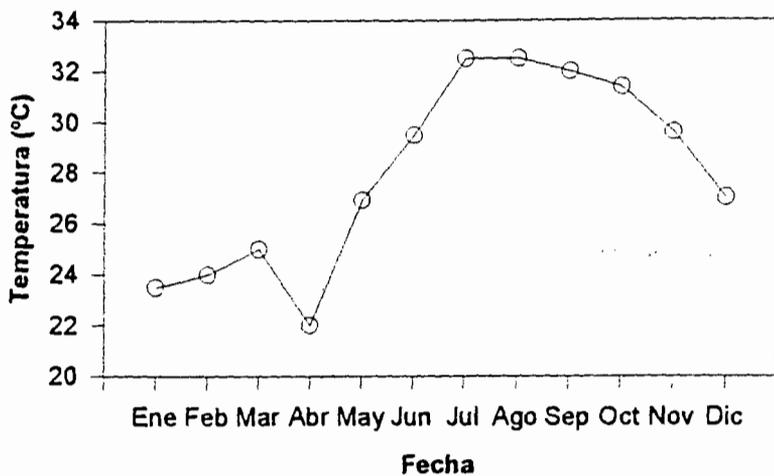


Figura 3.- Temperatura promedio mensual del agua registrada para la zona de Carelleros, Nayarit.

Tabla I.- Resultados de las mediciones de los espesores del arrecife de Carelleros, Nayarit.

Estación	Promedio (m)	Máximo (m)
I	1.84	2.78
II	2.20	3.05
III	1.26	1.65
Espesor promedio del arrecife		1.83

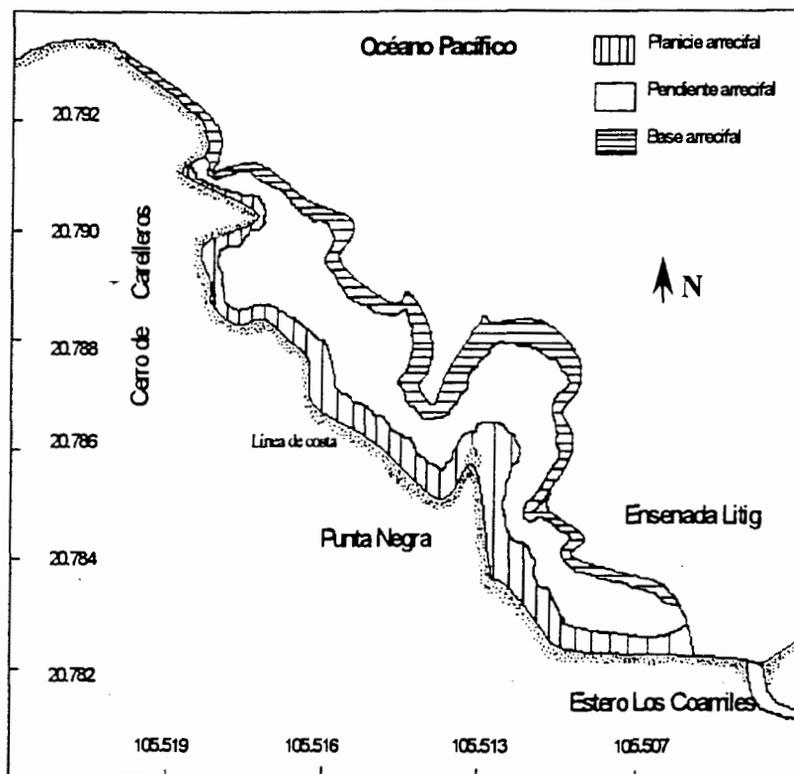


Figura 4.- Mapeo y zonación del arrecife del arrecife coralino de Carelleros, Nayarit.

Tabla II. Listado sistemático de los corales hermatípicos registrados para la zona de Carelleros, Nayarit.

- Phylum Cnidaria Hatschek. 1888
 Clase Anthozoa Ehrenberg, 1834
 Subclase Hexacorallia Haeckel, 1896
 Orden Scleractinia Bourne. 1900
 Familia Pocilloporidae Gray, 1842
Pocillopora Lamarck. 1818
P. capitata Verrill. 1864
P. damicornis (Linnaeus, 1758)
P. meandrina Dana, 1846
P. verrucosa (Ellis y Solander, 1786)
 Familia Poritidae Gray, 1842
Porites Link, 1842
P. lobata (Dana, 1846)
P. panamensis Verrill. 1866
 Familia Siderasteridae Vaughan y Wells. 1943
Psammocora Dana. 1846
(Stephanaria) Verrill. 1867
P. (S.) stellata Verrill, 1866
P. (S.) superficialis, Gardiner 1898
 Familia Agariciidae Gray, 1847
Pavona Lamarck, 1801
P. gigantea Verrill, 1869

Cobertura y diversidad.- *Pocillopora damicornis*, en términos de abundancia, fue la especie dominante para las tres estaciones, con una cobertura total relativa de 64.74 % (59.45 % en la primera estación, 57.3 % en la segunda y 81.36 % en la tercera), lo que generó una cobertura total absoluta de 22.07 %, un índice de diversidad (H') de 0.43, una equitatividad (J') de 0.62 y dominancia (λ) de 0.45, para todo el arrecife coralino de Carelleros (Tabla III y IV).

Similitud entre las estaciones.- El índice de Jaccard fue mayor entre las estaciones I y II (1.0) (Tabla V). El valor mayor de similitud de Stander fue entre la I y III (0.5118); los más bajos se registraron entre la I y II (0.4371), así como entre la II y III (0.4707) (Tabla V).

Zonación y distribución de las especies coralinas hermatípicas.- La zonación de las especies coralinas hermatípicas fue clara. Las especies ramosas del género *Pocillopora* fueron de ocurrencia variable y se desarrollaron entre 1 m y 7 m de profundidad. *P. damicornis*, la especie dominante, presentó una profundidad óptima de desarrollo entre los 3 m y 4 m. El género *Porites* tuvo la mayor amplitud en su distribución vertical, presentándose desde 1 m hasta 9 m de profundidad (Figura 5).

Tabla III.- Resultados de los transectos de banda realizados en la zona de Carelleros, Nayarit

Especies coralinas	% cobertura			total
	Estación I	Estación II	Estación III	
<i>Pocillopora damicornis</i>	8.90	17.17	31.26	14.29
<i>Pocillopora verrucosa</i>	1.10	0.57	6.56	1.81
<i>Pocillopora capitata</i>	3.55	12.00	0.10	4.97
<i>Porites</i> spp	0.59	0.22	0.50	0.49
<i>Psammocora stellata</i>	0.83	0.003	—	0.51
Porcentaje total de coral vivo	14.97	29.96	38.42	22.07
Índice de diversidad de Shannon y Wiener (H')	0.49	0.34	0.23	0.43
Índice de homogeneidad de Pielou (J')	0.71	0.49	0.38	0.62
Índice de dominancia de Simpson (λ)	0.37	0.47	0.68	0.45

Tabla IV.- Porcentaje de las coberturas relativas de las especies coralinas hermatílicas para la zona de Carelleros, Nayarit.

Especies	Estaciones			
	I	II	III	Total
<i>Pocillopora damicornis</i>	59.45	57.30	81.36	64.74
<i>Pocillopora verrucosa</i>	7.34	1.90	17.07	8.20
<i>Pocillopora capitata</i>	23.71	40.05	0.26	22.51
<i>Porites spp</i>	3.94	0.73	1.30	2.22
<i>Psammocora stellata</i>	5.54	0.01	0.00	2.31

**BIBLIOTECA CENTRAL**

Tabla V.- Resultados de los índices de similitud de Jaccard y Stander entre las estaciones.

Índice de Jaccard			
	Estación I	Estación II	Estación III
Estación I	----	----	----
Estación II	1.0	----	----
Estación III	0.66	0.66	----

Índice de Stander			
	Estación I	Estación II	Estación III
Estación I	----	0.4371	0.5118
Estación II	----	----	0.4707
Estación III	----	----	----

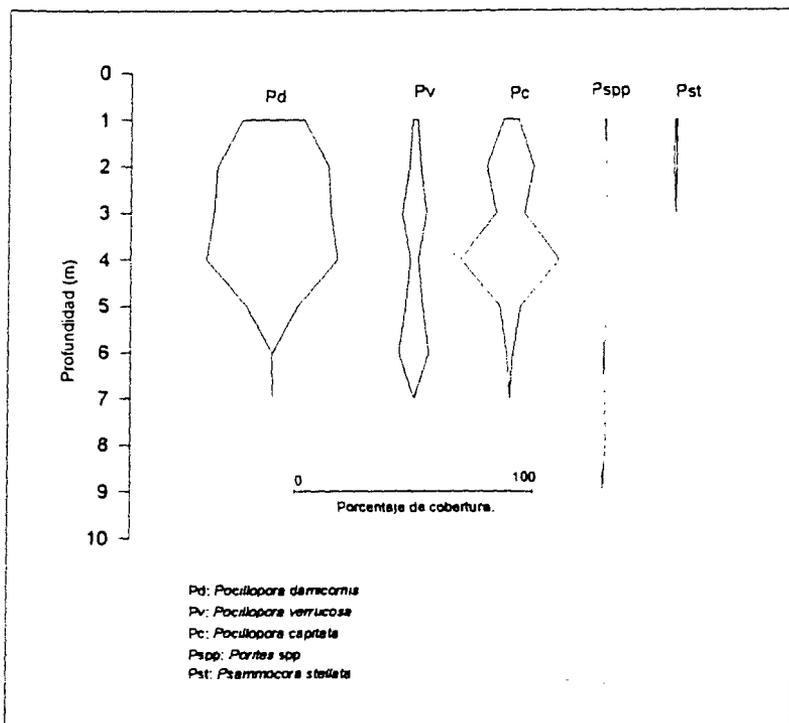


Figura 5.- Zonación de las especies coralinas hermatípicas registradas en los transectos de banda realizados en el arrecife de Carelleros, Nayarit.

DISCUSIÓN

Desarrollo arrecifal

La zona de Carrelleros presentó un arrecife verdadero tipo franja (Carriquiry y Reyes Bonilla, 1997), ya que es una estructura bien definida en donde los corales crecen sobre un sustrato calcáreo producido por ellos mismos (Figura 2 y 4). Entre los factores que promueven la formación de este tipo de arrecife se encuentra: 1) una plataforma continental angosta, en donde se alcanzan profundidades mayores a los 100 m a distancias relativamente cercanas a la línea de costa, lo cual propicia condiciones de temperatura e iluminación que impiden la supervivencia de los corales; 2) una relativa poca transparencia del agua en la zona, reduciendo así el metabolismo de los corales zooxantelados (Carriquiry y Reyes Bonilla, 1997), por ejemplo, *P. damicornis* requiere intensidades de luz de al menos el 30 % de la luz incidente en la superficie para sobrevivir (Titlyanov y Latypov, 1991), esto podría explicar la inexistencia de la estructura arrecifal por debajo de los 10 m de profundidad (Carriquiry y Reyes Bonilla, 1997).

Otro aspecto que tal vez promovió el desarrollo del arrecife coralino de Carelleros fue su ubicación, ya que se localiza en una zona en donde convergen tres masas de agua, la Corriente de California (que es fría, de baja salinidad y fluye hacia el sur), la Corriente Norecuatorial ó de Costa Rica (cálida con dirección al norte) y la masa de agua del Golfo de California (cálida y densa que es transportada hacia el sur). Estas corrientes posiblemente incidieron sobre el transporte de larvas (plánulas) de especies coralinas hermatípticas, provenientes de la región norte (Golfo de California) y del sur (Centro América.

Atolon de Clipperton y las Islas Revillagigedo) (Dana, 1975; López Pérez, 1996; Glynn *et al.*, 1996a; Glynn, 1997b; Carriquiry y Reyes Bonilla, 1997; Reyes Bonilla, com. pers.). Asimismo, los eventos de EL NIÑO (ENSO), incrementaron la introducción de especies coralinas Indo-Pacíficas dentro del Pacífico oriental, por el cambio de los patrones de circulación y el incremento de la velocidad en las corrientes (López Pérez, 1996; Glynn *et al.*, 1996a; Glynn, 1997b; Carriquiry y Reyes Bonilla, 1997).

Carelleros es una zona bastante protegida del embate de las olas, con una pendiente poco abrupta y con un sustrato rocoso dominante (firme), lo que favorece el reclutamiento de especies coralinas hermatípicas, principalmente del género *Pocillopora*, presentando una buena colonización y estabilidad estructural (Carriquiry y Reyes Bonilla, 1997). En general, todos los arrecifes construidos por pocilopóridos en el Pacífico oriental son frágiles, por lo que tienden a desarrollarse en bahías y a lo largo de costas protegidas de fuertes oleajes (Glynn y Stewart, 1973; Glynn y Wellington, 1983; Glynn, 1997a, 1997b). Estas especies ramosas, son las principales constructoras de los arrecifes del Pacífico oriental (Glynn *et al.*, 1972; Glynn, 1976; Glynn y Wellington, 1983; Guzmán y Cortés, 1988, 1989a, 1989b; Cortés, 1990; Glynn, 1997a, 1997b), ya que presentan la característica de avanzar hacia el barlovento por el continuo crecimiento de la interconexión de sus ramas (Glynn y McIntyre, 1977; Glynn *et al.*, 1982; Glynn y Wellington, 1983), ofreciendo así más resistencia al movimiento del agua e incrementando el cambio de la rompiente (Glynn y Wellington, 1983).

Por otro lado, las especies de *Pocillopora* tienen la más alta tasa de crecimiento (Glynn y Stewart, 1973; Wellington, 1980, 1982; Glynn y Wellington, 1983; Guzmán y Cortés, 1989b; Glynn *et al.*, 1991), manifestando una exitosa colonización hacia sustratos blandos, debido a su alta reproducción asexual promovida por la propagación de ramas rotas (Glynn *et al.*, 1982, Highsmith, 1982), lo que genera un alto porcentaje de cobertura con respecto a las demás especies coralinas (Glynn *et al.*, 1972; Glynn *et al.*, 1982; Glynn y Wellington, 1983; Guzmán y Cortés, 1989a; Reyes Bonilla, 1993a, 1993b).

Los pocilopóridos son los corales hermatípicos ramosos más agresivos del Pacífico oriental (Glynn, 1972; Wellington, 1980; Glynn y Wellington, 1983), ya que atacan y cubren a las especies más pequeñas y de forma masiva (Lang, (1970 citado en Glynn, 1972); Lang y Chornesky, 1990). Glynn *et al.* (1972), comentan que las especies con hábitos de crecimiento ramoso (v.g. *Pocillopora* spp) compiten con mayor éxito por espacio sobre las especies masivas, ya que tienen un mayor y más rápido crecimiento, y por lo que son consideradas más agresivas, estableciéndose una evidente clasificación jerárquica: *Pocillopora* spp > *Pavona* spp > *Porites* spp.

Todas estas características presentes en los pocilopóridos generan que en el centro de la estructura arrecifal sean las especies dominantes, además, es una explicación del porque las especies masivas (*Porites* spp. *Pavona gigantea*) y de forma nodular-subramosa (*Psammocora* spp) se desarrollen mejor en la periferia y dentro de los canales del arrecife, donde *Pocillopora* es abundante, y de la presencia de otras especies en profundidades someras donde *Pocillopora* tiene bajas densidades (Glynn *et al.* 1972).

Existen tres patrones comunes en el desarrollo de las comunidades coralinas a lo largo del Pacífico oriental: 1) una relativamente baja cobertura de corales vivos sobre la planicie arrecifal; 2) alta cobertura de especies del género predominante *Pocillopora* spp. sobre la pendiente arrecifal; y 3) una relativa baja cobertura de coral vivo y una alta diversidad de especies en la base arrecifal (Glynn y Wellington, 1983; Guzmán y Cortés, 1989a; Cortés, 1990; Vargas Angel, 1996), producto de los factores bióticos y abióticos (Glynn, 1976; Wellington, 1982; Guzmán y Cortés, 1989; Glynn, 1990; Jackson, 1991). El arrecife de Carelleros presentó todas estas características, por lo cual puede considerarse como un arrecife típico del Pacífico oriental.

Factores abióticos

La temperatura del agua osciló entre 22.0° C (abril) y 32.5° C (julio y agosto), con un promedio 28.08° C (Figura 3). Durante este estudio se

desarrollo el evento de EL NIÑO, (ENSO) 1997-1998, por lo que las temperaturas del agua fueron las más altas registradas para la zona de estudio y para la región durante los últimos años (Carriquiry *et al.*, en revisión; Cupul Magaña *et al.*, en prep.). En Bahía de Banderas existen surgencias (Roden y Groves, 1959; Griffiths, 1968 citado en Carriquiry y Reyes Bonilla, 1997), las cuales producen que la termoclina verdadera se presente a profundidades tan someras como de 40 a 60 m, e inclusive alcance los 20 m, haciendo que la capa de mezcla se mantenga relativamente angosta (Wyrki, 1965; Griffiths, 1968; Fiedler, 1992 citado en Carriquiry y Reyes Bonilla, 1997), lo que demuestra que las temperaturas entre los 0 y los 20 m superficiales son adecuadas para la supervivencia y desarrollo de los arrecifes coralinos en la región (Carriquiry y Reyes Bonilla, 1997). La salinidad (35 ‰) se mantuvo casi constante durante los 12 meses, esto tal vez se deba a que no existieron aportes significativos de agua dulce (precipitación pluvial) en la zona en este año (1997), por lo que no se abrió la boca del estero Los Coamiles, además los escurrimientos producidos por la lluvia fueron insignificantes para cambiar el rango de salinidad, sin embargo, en tiempos, cuando la boca del estero se abre, si debe de haber un cambio significativo en el rango de salinidad de toda el agua circundante del arrecife.

Estructura de la comunidad

Estructura física

La estructura física del arrecife coralino de Carelleros y sus dimensiones (Figura 4), lo colocan como una de las áreas coralinas más desarrolladas del Pacífico mexicano, dando lugar a que sea uno de los principales y más desarrollados del país.

El espesor varió entre 1 m y 3.05 m con un promedio de 1.83 m (Figura 6, Tabla I), siendo mayor que el registrado para el arrecife de Cabo Pulmo, con 1.5 m de espesor máximo (Reyes Bonilla, 1993b). Al comparar su espesor, probablemente el arrecife de Carelleros sea

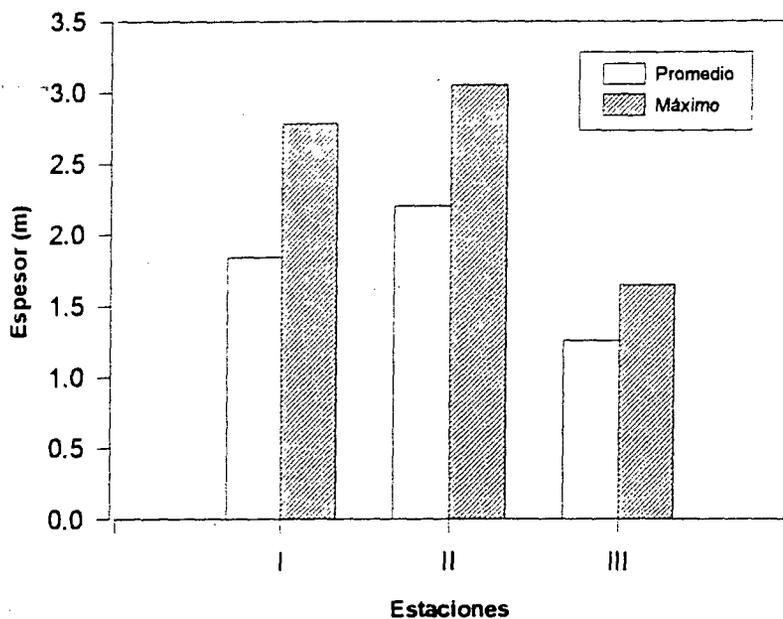


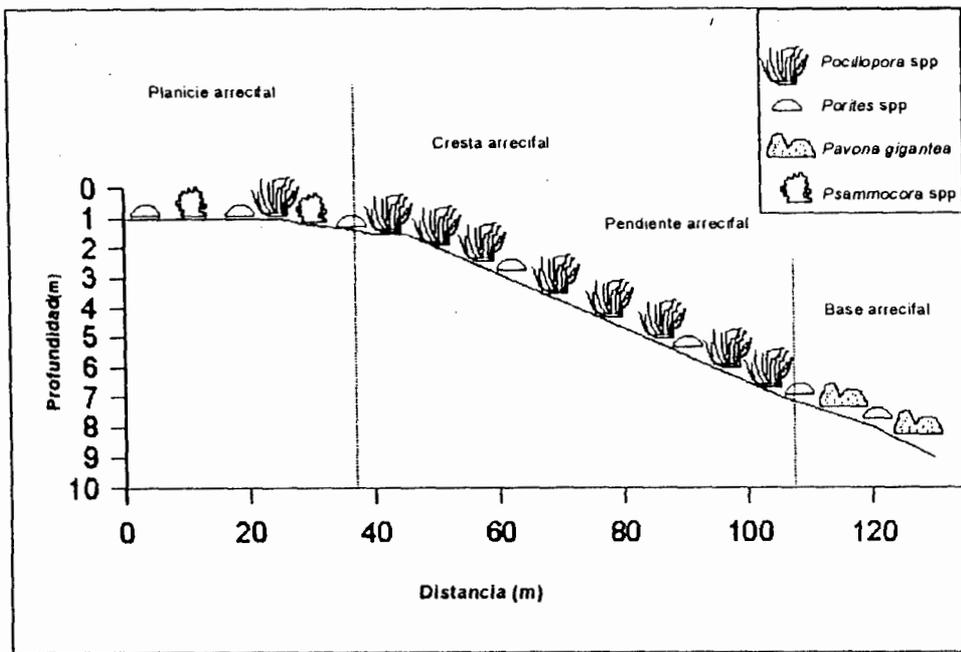
Figura 6.- Espesor arrecifal obtenido para el arrecife coralino de Carelleros, Nayarit.

uno de los arrecifes más antiguos del Pacífico mexicano, pero hasta el momento no se ha comprobado, ya que faltan hacer pruebas de nucleación, esclerocronológicas y radiométricas. El mayor espesor fue encontrado en la estación II (2.2 m de promedio y 3.05 m máximo) seguido por la estación I, 1.84 m de promedio, 2.78 m máximo y, la III, con 1.26 m de promedio, 1.65 m máximo (Figura 6, Tabla I). Por las diferencias en espesores, se dedujo que la estación II es la más antigua, y donde inició la formación del arrecife, debido a que presenta características de una cresta arrecifal, incluyendo un alto oleaje (que produce una gran cantidad de coral muerto), desarrollo de especies ramosas y masivas, escombros entre los canales y un incremento en la diversidad (Jordán, 1993; Horta Puga, com. pers.⁴). A partir de aquí, probablemente, se desarrolló hacia los extremos (estación I y III) por fragmentación y reclutamiento larval. En la estación I, la extensión del arrecife se limita hasta la boca del estero Los Coamiles, como consecuencia del flujo de agua dulce y sedimento y, en la estación III, por la profundidad y el fuerte oleaje de la Punta Carelleros.

Zonación arrecifal

Con base a los criterios de Glynn (1976), se estableció la zonación del arrecife de Carelleros, que se originó principalmente por la batimetría del área, generándose cuatro zonas: planicie, borde, pendiente y base arrecifal (Figura 7). La planicie arrecifal es la zona más somera del arrecife teniendo una profundidad promedio de 1.3 m, aunque varió de 0 hasta 3 m. Esta constituida principalmente por coral muerto, estructuras producidas por las especies del género *Pocillopora*, cubierto casi en su totalidad por algas calcáreas. El sustrato dominante fue el rocoso, teniendo una longitud mínima perpendicular a la playa de 45 m y una máxima de 90 m (Figura 7).

⁴ M. en C. Guillermo Horta Puga. Universidad Autónoma de México. INVEMAR, Laboratorio de Zoología campus Iztacala. Apartado postal 314, Tlalnepantla, México 54000. horta@servidor.unam.mx



BIBLIOTECA CENTRAL

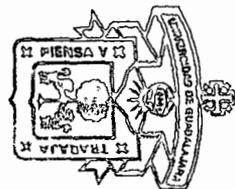


Figura 7.- Perfil esquemático de las especies coralinas hermatípicas para el arrecife de Carelleros, Nayarit.

El borde arrecifal, es la zona de transición entre la parte somera y profunda del arrecife (Cortés, 1990). Se encuentra entre 1 y 1.5 m de profundidad, tiene una influencia moderada del oleaje, por lo que es frecuente encontrar bloques de coral muerto y escombros entre los canales (Figura 7).

La pendiente arrecifal, presentó una profundidad 1.5 y 8 m, en donde las especies ramosas son las dominantes, ya que presentaron un mayor desarrollo (Figura 7).

En la base arrecifal se tiene una profundidad entre 7 m y 10.5 m y esta dominada por especies coralinas de tipo masivo (Figura 7), aunque se presentan algunas colonias aisladas de pocilopóridos. El fondo esta compuesto principalmente por bloques de roca.

Estructura biológica

Riqueza de especies.- Se registraron 9 especies coralinas hermatípicas de las 23 registradas para el Pacífico mexicano (López Pérez, 1996), todas coincidieron con las registradas por Carriquiry y Reyes Bonilla (1997) para la zona, esta riqueza de especies encontrada en Carelleros es una de las mas altas para la región, y al compararla con la riqueza registrada en Cabo Pulmo (Reyes Bonilla, 1993b), se observó que el arrecife coralino de Carelleros presenta una riqueza menor, sólo por la ausencia de una especie coralina.

Cobertura y diversidad.- El porcentaje de cobertura varió entre las estaciones (Figura 8), esto se debió principalmente a las características propias de cada una de las áreas. Los factores que posiblemente tuvieron más influencia sobre la abundancia y la diversidad de las especies coralinas fueron: a) abióticos: la fuerza del oleaje y la batimetría de cada estación, b) los bióticos: la alta dominancia de *P. damicornis*, con una cobertura total relativa del 64.74 % (Figura 9). Esta especie posiblemente generó las principales características de la comunidad coralina en cada estación, además, su predominio fue superior al 59 % de cobertura relativa en cada estación, lo cual se reflejó en el porcentaje de cobertura total y en los valores de los índices

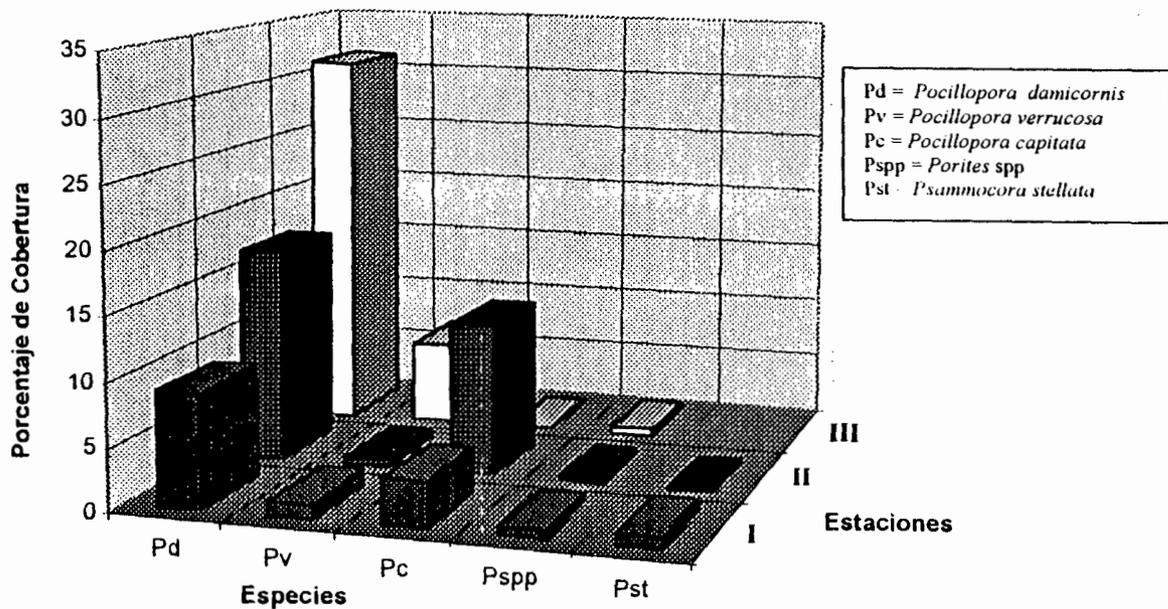


Figura 8.- Porcentaje de cobertura de las especies coralinas hermatípicas en las diferentes estaciones de muestreo para la zona de Carelleros, Nayarit.

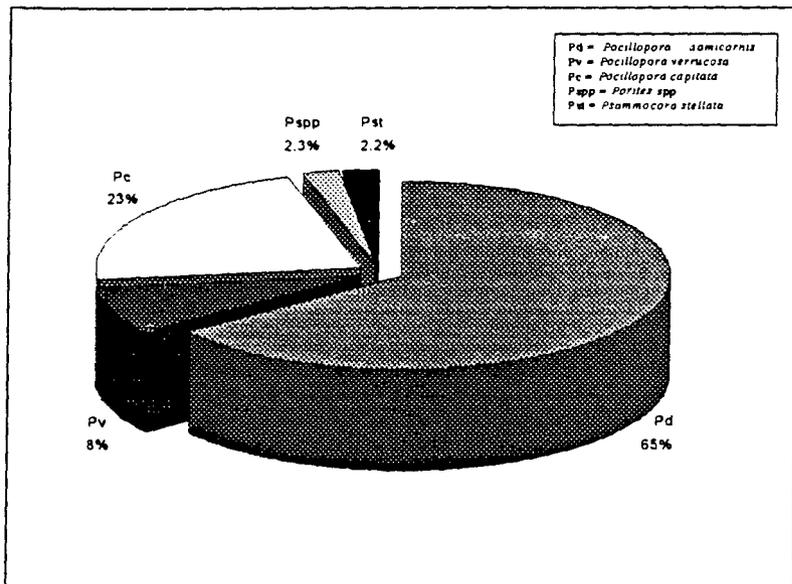


Figura 9.- Cobertura total relativa de las especies coralinas hermatipicas para el arrecife coralino de Carelleros, Nayarit.

de diversidad, H' y J' (Tabla IV). Grigg (1995), comenta que los factores dominantes que controlan la estructura de la comunidad coralina son la fuerza del oleaje y los lentos procesos biológicos de recuperación.

La estación I, es una zona en donde la fuerza del oleaje es moderada (observación personal) y la pendiente poco pronunciada. Esta es la zona más afectada por el estero Los Coamiles, ya que aporta sedimentos terrigenos en suspensión, los cuales por corrientes litorales son dispersados sobre toda la desembocadura, parte del arrecife y principalmente sobre la zona este de la Ensenada Litigu (generando una playa arenosa) en temporada de lluvias. Estos se sedimentan y durante mareas vivas se resuspenden, ya que aumenta la corriente mareal y por la acción del oleaje se vuelven a dispersar (Cupul Magaña, com. pers.⁵). Tal vez esto explique la existencia de "parches" de coral muerto en esta estación, quizá provocados por el sepultamiento y por la turbidez generada por los sedimentos terrigenos. Diversos autores mencionan que la sedimentación provoca la muerte de los pólipos (Cortés y Risk, 1984, 1985; Cortés y Murillo, 1985; Cortés, 1990; Grigg y Dollar, 1990; Guzmán *et al.*, 1991; Guzmán y Holst, 1994; Cortés *et al.*, 1994), debido a que estos pierden demasiada energía al tratar de quitarse el sedimento por acción ciliar de sus tentáculos (Grigg y Dollar, 1990). También los sedimentos en suspensión producen una alta turbidez en el agua, lo que genera que los corales, al tener grandes exposiciones a estas condiciones, expulsan a las zooxantelas (Cortés, y Murillo, 1984; Grigg y Dollar, 1990), además, los sedimentos desgastan por abrasión el tejido del pólipo (Knowlton *et al.*, 1981; citado en Hughes, 1989). Igualmente, la lluvia y la turbidez son factores que determinan la estructura de la comunidad coralina (Cortés, 1990; Guzmán y Cortés, 1993). Todo esto origina que los pocilopóridos tengan un menor desarrollo, por ejemplo *P. damicornis*, que alcanzó la menor cobertura absoluta de 8.9 % (Figura 8, Tabla III) y generó que en esta estación se tenga la menor cobertura de coral vivo 14.97 % (Figura 8).

⁵ M. en C. Amilcar Levi Cupul Magaña. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de la Costa, Campus Puerto Vallarta, Departamento de Recursos Naturales. Av. Universidad 203, C.P. 48280, Del. Ixtapa, Jal., México. alevi@vallarta.cuc.udg.mx

Sin embargo, *P. damicornis* alcanzó una cobertura relativa de 59.45 % (Tabla IV), lo que generó un menor valor de dominancia ($\lambda = 0.37$), además, las especies masivas son las más resistentes a factores ambientales (Glynn *et al.*, 1996a; Glynn, 1997a y 1997b) y quizá por esta razón estas especies tuvieron más oportunidad de desarrollarse, produciéndose el mayor valor de diversidad ($H' = 0.49$) y equitatividad ($J' = 0.71$) (Tabla III).

En la estación II, el oleaje tuvo un mayor efecto, ya que se encuentra frente de Punta Negra, que por su morfología produce que las ortogonales del oleaje se concentren y aumente su energía (CERC, 1977), además presentó una pendiente mayor, en comparación con las demás estaciones, y una menor influencia del estero Los Coamiles. *Pocillopora damicornis* tiene un ligero decremento en su cobertura relativa, 57.3 % en esta zona (Tabla IV), la cual se debe principalmente al aumento en el oleaje y a la batimetría pronunciada; ambas características producen que *P. capitata* (40.05 % de cobertura relativa) tenga un mayor desarrollo (Figura 8, Tabla III). Se ha observado que en otras áreas coralinas, principalmente en el sur de Bahía de Banderas, *P. capitata* (especie robusta) se desarrolle principalmente en zonas que presentan un fuerte oleaje y pendientes abruptas (Cupul Magaña *et al.* en preparación). La cobertura de *P. damicornis* aunado al aumento de *P. capitata*, generaron un incremento en la cobertura total coralina viva de 29.96 % para la estación II (Figura 8). La diversidad ($H' = 0.34$) y la equitatividad ($J' = 0.49$) fueron más bajas que en la estación I, por la gran dominancia ($\lambda = 0.47$) de estas especies pocilopóridas (Figura 8, Tabla III).

La estación III, tuvo la mayor cobertura de coral vivo (38.42 %), debido posiblemente a que fue la más protegida del embate de las olas. Esta estación registró la menor pendiente y una profundidad óptima para los pocilopóridos de 3 y 5 m (Figura 5). Estas características permitieron que las especies ramosas tuvieran más área a colonizar (Glynn *et al.*, 1972; Glynn, 1976; Glynn y Wellington, 1983), especialmente *P. damicornis*, que alcanzó una cobertura relativa de 81.36 % (Tabla IV), la cual tiene una estrategia de ataque extracelentérico contra especies vecinas, mediante el uso de tentáculos

barredores (Wellington, 1980; von Prahl *et al.*, 1988). *Pocillopora verrucosa* tuvo un incremento en su cobertura relativa, 17.07 % (Tabla IV), debido probablemente a que tiene un mejor desarrollo en zonas profundas ó en lugares donde la fuerza del oleaje es muy baja (Cupul Magaña *et al.*, en preparación). Esto también fue observado en Los Arcos, en la zona Sur de Bahía de Banderas (Caletitas, Mahauitas, Yelapa), Jalisco y en las Islas Marietas, Nayarit (Cupul Magaña *et al.*, en preparación). La diversidad ($H' = 0.23$) y la equitatividad ($J' = 0.38$) de la estación III son más bajas respecto a las otras dos estaciones, debido a la alta influencia de *P. damicornis* (índice de dominancia $\lambda = 0.68$) (Figura 8, Tabla III).

De acuerdo al índice de similitud de Jaccard, las estaciones I y II resultaron ser más parecidas, presentando la misma riqueza de especies. Sin embargo, el índice de Stanter, que relaciona las abundancias relativas, indica una mayor similitud entre las estaciones II y III, lo cual puede deberse a que son las comunidades coralinas más jóvenes del arrecife, por lo que su estructura coralina es muy parecida (Tabla V).

El arrecife de Carelleros tuvo un porcentaje de cobertura total de coral vivo de 22.07%, una diversidad de $H' = 0.43$ y de equitatividad $J' = 0.62$ (Tabla III), estos resultados son diferentes a los obtenidos por Carriquiry y Reyes Bonilla (1997), quienes reportan una cobertura total de 44.69 %, un valor de diversidad $H' = 0.07$ y de equitatividad $J' = 0.14$ para la misma zona (Tabla VI y VII). Sin embargo estos autores trabajaron únicamente la zona equivalente a la estación III de este trabajo (Reyes Bonilla, com. pers.); que es la que presentó el mayor porcentaje de cobertura. Además, la metodología que estos autores aplicaron fue la de transectos de tipo lineal, con un total de 150 m lineales muestreados (Carriquiry y Reyes Bonilla, 1997). La diferencia entre estos porcentajes de cobertura son debido al diferente tamaño de muestra y al distinto método de muestreo empleado en cada trabajo (Tabla VI). Los valores de los índices de diversidad y equitatividad son muy bajos por la alta dominancia de *P. damicornis* (96.27 % de cobertura relativa) que ellos encontraron (Tabla VII).

Tabla VI.- Cobertura promedio de coral vivo registrada en las principales áreas coralinas del Pacífico oriental tropical. Se tomaron los trabajos más recientes, desde 1987. Simbiología: %CC = porcentaje de coral vivo; AM = área de muestreo.

LOCALIDAD (LATITUD)	% CC	AM	REFERENCIA
Cabo Pulmo, México (23°25'N)	30.10	1,050 m ²	Reyes Bonilla, 1993
Carelleros, México (20°47'N)	44.69	150 m	Carriquiry y Reyes Bonilla, 1997
Carelleros, México (20°47'N)	22.07	1,415 m ²	Presente trabajo, 1998
Corral del Risco, México (20°46'N)	17.26	150 m	Carriquiry y Reyes Bonilla, 1997
Isla Clipperton, Francia (10°18'N)	53.20	28 m ²	Glynn et al., 1996
Punta Bejuco, Costa Rica (8°45'N)	0.98	440 m ²	Cortes, 1990
Punta El Bajo, Costa Rica (8°45'N)	45.90	100 m ²	Cortes, 1990
Punta Islotes, Costa Rica (8°45'N)	1.70	200 m ²	Cortes, 1990
Sandalo, Costa Rica (8°45'N)	29.10	200 m ²	Cortes, 1990
Isla del Caño, Costa Rica (8°43'N)	5.40	600 m ²	Guzmán et al., 1987
Isla del Caño, Costa Rica (8°43'N)	4.30	1060 m	Guzmán y Robertson, 1989
Isla del Caño, Costa Rica (8°43'N)	15.40	2,040 m ²	Guzmán y Cortes, 1989
Isla del Caño, Costa Rica (8°43'N)	13.20	80 m ²	Guzmán et al., 1990
Isla Cocos, Costa Rica (8°33'N)	2.60	1,470 m	Guzmán y Robertson, 1989
Golfo Dulce, Costa Rica (8°30'N)	12.10	940 m ²	Cortes, 1990
Isla Secas, Panamá (7°51'N)	45.30	6 m	Glynn, 1990
Isla Uva, Panamá (7°48'N)	28.20	850 m	Guzmán y Robertson, 1989
Isla Iguana, Panamá (7°37'N)	30.60	2,220 m	Guzmán et al., 1991
Ensenada de Utria, Colombia (6°04'N)	13.90	1,360 m ²	Vargas Angel, 1996
Isla Gorgona, Colombia (2°58'N)	48.50	4,800 m	Guzmán y Robertson, 1989
Isla Gorgona, Colombia (2°58'N)	49.90	1,496 m	Guzmán y Lopez, 1991

Nota: Los metros lineales fueron hechos con transectos de línea y los expresados en metros cuadrados se realizaron con transectos de banda.

Tabla VII.- Valores promedio del índice de diversidad de Shannon y Wiener (H') y de uniformidad de Pielou (J') registrados en las principales áreas coralinas del Pacífico oriental tropical. Se tomaron los trabajos más recientes, desde 1987.

LOCALIDAD (LATITUD)	H'	J'	REFERENCIA
Cabo Pulmo, México (23°25'N)*	0.43	0.78	Reyes Bonilla, 1993
Carelleros, México (20°47'N)	0.07	0.14	Carriquiry y Reyes Bonilla, 1997
Carelleros, México (20°47'N) *	0.43	0.62	Presente trabajo, 1998
Corral del Risco, México (20°45'N)	0.45	0.65	Carriquiry y Reyes Bonilla, 1997
Isla Cliperton, Francia (10°18'N)*	0.58	0.32	Glynn et al., 1996
Isla del Caño, Costa Rica (8°43'N)	0.37	0.41	Guzmán et al., 1987
Isla del Caño, Costa Rica (8°43'N)	0.53	0.77	Guzmán y Cortes, 1989
Isla del Caño, Costa Rica (8°43'N)	0.56	0.57	Guzmán y Cortes, 1989
Isla del Caño, Costa Rica (8°43'N)	0.52	0.47	Guzmán y Cortes, 1989
Isla Cocos, Costa Rica (8°33'N)	0.34	—	Guzmán y Cortes, 1992
Isla Cocos, Costa Rica (8°33'N)	0.26	—	Guzmán y Cortes, 1992
Isla Cocos, Costa Rica (8°33'N)	0.24	—	Guzmán y Cortes, 1992
Golfo Dulce, Costa Rica (8°30'N)*	0.27	0.25	Cortes, 1990
Golfo Dulce, Costa Rica (8°30'N)*	0.46	0.67	Cortes, 1990
Golfo Dulce, Costa Rica (8°30'N)*	0.82	0.59	Cortes, 1990
Isla Secas, Panama (7°51'N)	0.09	0.12	Glynn, 1990
Isla Uva, Panama (7°48'N)	0.14	0.19	Glynn, 1990
Ensenada de Utria, Colombia (6°04'N)	0-1.6	0-0.8	Vargas Angel, 1996
Isla Gorgona, Colombia(2°58'N)	0.65	0.64	Barcenás <i>et al.</i> , en prensa
Isla Gorgona, Colombia(2°58'N)	0.68	0.77	Barcenás <i>et al.</i> , en prensa
Isla Gorgona, Colombia (2°58'N)	0.55	0.62	Barcenás <i>et al.</i> , en prensa

Nota: Se designa con un (*) las localidades en donde se emplearon transectos de banda.

Al comparar los datos de cobertura, diversidad (H') y equitatividad (J') obtenidos en este trabajo, con los de Cabo Pulmo (cobertura coralina viva 30.1 %, de diversidad $H' = 0.62$ y equitatividad $J' = 0.78$), uno de los arrecifes más importantes del Pacífico oriental tropical (Reyes Bonilla, 1993a; 1993b), se aprecia una diferencia entre los valores antes mencionados del arrecife de Carelleros, las cuales se pueden deber a: 1) la pendiente de Cabo Pulmo es más pronunciada que la de Carelleros, lo que genera una mayor área a colonizar por los corales, produciendo una mayor cobertura (Tabla VI); 2) Los índices de H' y J' fueron más altos en Cabo Pulmo que en Carelleros, debido a que los corales ramosos (pocilopóridos) son menos dominantes, y existe un mayor desarrollo de los corales masivos y nodulosos (*Pavona*, *Porites* y *Psammocora*) (Tabla VII).

Un punto importante a destacar es que los datos obtenidos por este estudio para la zona de Carelleros, lo colocan como una de las áreas con mayor porcentaje de cobertura coralina viva y entre las zonas con mayor diversidad y equitatividad, ubicándolo entre los arrecifes coralinos más importantes de todo el Pacífico oriental (Tabla VI y VII).

Zonación y distribución de las especies coralinas hermatípicas.-

La mayoría de los arrecifes coralinos del Pacífico oriental presentan una zonación por taxón (Guzmán y Cortés, 1988). En la cual, los corales pocilopóridos están ampliamente distribuidos desde la planicie hasta la pendiente arrecifal (8 m -10 m de profundidad) y las especies masivas dominan principalmente las aguas profundas, sin embargo, el rango vertical difiere localmente de acuerdo a sus regímenes de temperatura y batimetría (Glynn y Stewart, 1973; Glynn y Wellington, 1983). Para todo el arrecife de la zona de Carelleros los pocilopóridos se distribuyeron hasta los 7 m de profundidad (Figura 5), tal vez esto se debe a que existe una termoclina aparente por debajo de los 7 m, con un decremento de temperatura de 2° C. Glynn y Stewart (1973), demuestran en la Isla Pear, Panamá, que *P. damicornis* es una especie muy afectada por las bajas temperaturas, además que la temperatura puede controlar la distribución de los arrecifes coralinos por la disminución de la capacidad que tienen los corales para competir con



otras especies bentónicas. Además, la influencia de la temperatura genera la distribución vertical de los corales y la construcción de estructuras arrecifales (Glynn y Stewart, 1973). Sin embargo, los movimientos de las termoclinas a través de las comunidades coralinas profundas (base arrecifal) pueden tener importantes efectos (Stoddart, 1969; citado en Glynn y Stewart, 1973).

Pocillopora damicornis se presentó formando grandes bloques monoespecíficos y también se le encontró en colonias aisladas cuando se desarrolla sobre sustrato rocoso. En Carelleros presenta un rango óptimo de profundidad entre 2 y 4 m (Figura 5). Esta es una especie que se distribuye desde el Pacífico oriental hasta el este del Mar Rojo (Wells, 1983; Reyes Bonilla, 1992, 1993b; Veron, 1993; López Pérez, 1996), y es una de las especies coralinas mejores conocidas y estudiadas (Glynn y Stewart, 1973).

P. capitata, especie exclusiva del Pacífico oriental (Wells, 1983), se encuentra creciendo mejor entre los 3 y 5 m (Figura 5), desarrollándose en lugares donde la fuerza del oleaje es moderada.

P. verrucosa es una especie de amplia distribución sobre todo el Indo-Pacífico (Wells, 1983; Reyes Bonilla, 1992, 1993b; Veron, 1993; López Pérez, 1996), desarrollándose ampliamente sobre la base del arrecife, 5-7 m (Figura 5).

El único coral pocilopórido que no estuvo dentro de los transectos fue *P. meandrina*, esta es una especie poco común, de ascendencia Indo-Pacífica (Veron y Pichon, 1976; Grigg, 1988; Reyes Bonilla, 1993b, Veron, 1993; López Pérez, 1996) ya que se encuentra muy dispersa en la estructura arrecifal, en la estación III de Carelleros, es donde se ha encontrado más frecuentemente formando pequeños parches sobre sustrato rocoso. Todos los pocilopóridos se encontraron formando parte de la estructura arrecifal, aunque también se encuentran en colonias aisladas en la base y en la planicie arrecifal.

Dentro del género *Porites* se encontraron dos especies, *P. panamensis* y *P. lobata*. El género *Porites* es el más resistente a todos los factores físicos ambientales como: temperatura, sedimentación y

deseccación (Glynn, 1976; Cortés, 1990; Reyes Bonilla, 1993), debido a sus adaptaciones fisiológicas (Glynn, 1976; Reyes Bonilla, 1990, 1993b) y a su morfología, ya que crece en forma de domos y columnas, lo cual disminuye el efecto de los sedimentos en suspensión (Highsmith, 1980, Rogers, 1990; Reyes Bonilla, 1993). Sobre el arrecife de Carelleros este género tuvo el mayor número de colonias por metro cuadrado, con una amplia distribución (sobre todo el arrecife) desde la zona más baja de mareas hasta los 9 m de profundidad (Figura 5). El coral *P. panamensis* se distribuye desde el Golfo de California hasta Colombia (Wells, 1983; López Pérez, 1996; Reyes Bonilla y Calderón Aguilera, 1994; Reyes Bonilla *et al.*, 1997). Este coral se encontró formando colonias de tipo costroso (principalmente) y masivo, además, es el poritideo con mayor abundancia. *P. lobata*, especie con una amplia distribución por todo el Indo-Pacífico (Wells, 1983; Veron, 1993; López Pérez, 1996), fue la segunda más abundante del género en Carelleros, con la característica de presentar las colonias más grandes en tamaño sobre la planicie arrecifal y en zonas muy someras formar microatolones de casi 1 m de diámetro.

Del género *Psammocora* se registraron *P. stellata* y *P. superficialis*, sólo *P. stellata* se registró dentro de los transectos, esta especie se desarrolló mejor en la plataforma arrecifal, tanto en su cobertura y densidad, ya que es una de las especies más resistentes a la deseccación (Glynn, 1976; Glynn *et al.*, 1982; Glynn y Wellington, 1983; Glynn *et al.*, 1983; Guzmán y Cortés, 1989a; Reyes Bonilla, 1993b; Glynn *et al.*, 1996a). Las colonias más grandes de *P. stellata*, midieron 3.20 m de eje mayor y 0.64 m de eje menor, desarrollándose entre 2 y 3 m de profundidad (Figura 5). También, se encontraron colonias de esta especie entre los diversos canales de la estructura arrecifal. Se distribuye desde la Isla San José, México, hasta la Isla Plata, Ecuador y sobre el Indo-Pacífico (Wells, 1983; Reyes Bonilla, 1992; López Pérez, 1996; Reyes Bonilla *et al.*, 1997). *P. superficialis* sólo se encontró sobre la estructura arrecifal y dentro de los canales, creciendo como colonias aisladas no mayores de 0.4 m, la distribución de esta especie es desde Punta de Mita, México hasta Isla de Pascua, Chile e Indo-Pacífico (Wells, 1983; López Pérez, 1996).

Del género *Pavona* sólo se registro una especie, *P. gigantea*, común y ampliamente distribuida sobre el Pacífico oriental (Wells, 1983; López Pérez, 1996), que ha sido objeto de múltiples estudios sobre su biología (McIntyre y Smith, 1974; Wellington, 1982; Glynn y Wellington, 1983; Wellington y Glynn, 1983; Reyes Bonilla, 1993b; Glynn *et al.*, 1996a, 1996b). Este coral tampoco se registró en los transectos, pero se observó su desarrollo en la base arrecifal, entre los 7 m y 10.5 m de profundidad (Figura 7). Wells (1983) mencionó que existe variedad en formas de crecimiento en esta especie, ya que se encuentra formando colonias masivas y columnares en fondos abiertos y colonias incrustantes con láminas expandidas sobre pendientes abruptas o en paredes donde la intensidad de la luz es baja. Al igual que en el arrecife de Cabo Pulmo (Reyes Bonilla, 1993b), *P. gigantea* presenta pocos daños por depredación y bioerosión, pero es frecuente encontrar en ella secciones muertas y colonizadas por algas, ya que peces de la Familia Pomacentridae matan pequeñas secciones de las colonias donde poseionan sus territorios (Reyes Bonilla, 1993b, com. pers.), además, estos peces tienen una fuerte influencia en la zonación de las especies coralinas (Glynn *et al.*, 1982; Guzmán, 1988; Glynn, 1990b; Reyes Bonilla, 1993, Reyes Bonilla, com. pers.). Carriquiry y Reyes Bonilla (1997) mencionan que la zonación de especies indica un cierto grado de madurez del sistema, ya que los patrones observados se presentan luego de que las interacciones entre las especies han sido llevadas a cabo durante un tiempo suficiente.

En general, la abundancia, distribución y zonación de las especies coralinas del arrecife de franja de la zona de Carelleros son similares a las que presentan los demás arrecifes del Pacífico oriental (Glynn *et al.*, 1972; Glynn y Wellington, 1983; Guzmán y Cortés, 1989a; Guzmán y Robertson, 1989; Cortés, 1990; Guzmán *et al.*, 1991; Reyes Bonilla, 1993b; Carriquiry y Reyes Bonilla, 1997), por estas características, es posible considerarlo como uno de los arrecifes coralinos más importantes del Pacífico oriental tropical mexicano.

Organismos coralívoros

No se llevaron censos para determinar la densidad de los organismos coralívoros que tienen mayor influencia sobre la estructura de la comunidad coralina en el arrecife de Carelleros (Tabla VIII). Sin embargo, entre los principales organismos coralívoros de la zona están: el pez tetraodontónido *Arothron meleagris* (Bloch y Schneider), llamado comúnmente "botete" ó "pez timboril". Esta especie puede tener un impacto en los arrecifes si la cobertura de coral es relativamente baja, incluso impidiendo su recuperación (Guzmán y Robertson, 1989; Guzmán y López, 1991; Guzmán *et al.*, 1991; Guzmán y Cortés, 1992, 1993). Presenta una amplia abundancia y distribución sobre todo el Pacífico tropical (Glynn *et al.*, 1972; Gotshall, 1987; Guzmán y Robertson, 1989; Guzmán y Cortés, 1993).

Los gasterópodos *Jenneria pustulata* (Solander) y *Quoyula monodonta* (Blainville), son especies depredadoras de las especies ramosas pocilopóridas (Guzmán, 1988; Guzmán y Cortés, 1993), estos caracoles son capaces de destruir colonias enteras de coral en poco tiempo, pudiendo debilitar sus bases (Glynn *et al.*, 1972; Guzmán, 1988; Guzmán y Robertson, 1989; Guzmán y Cortés, 1992, 1993), en los arrecifes de la Isla Caño, Costa Rica *Q. monodonta* incrementó la mortalidad de los corales pocilopóridos y limitó su crecimiento, abundancia y distribución (Guzmán, 1988).

Los principales asteroideos que se identificaron fueron *Phataria unifasialis* (Gray) y *Pharia pyramidata* (Gray), se observó que estas especies se alimentaban principalmente de corales del género *Pocillopora*, aunque Glynn y Wellington (1983) mencionan que también se alimentan de corales masivos como los poritideos. *Acanthaster planci* (Linnaeus) es uno de los principales organismos coralívoros (Glynn *et al.*, 1972; Goreau *et al.*, 1972; Glynn, 1976, 1982; Glynn y Wellington 1983; Cortés, 1986; Endean y Cameron, 1990; Guzmán y Cortés, 1992, 1993), esta especie puede matar pequeñas colonias de coral y muestra cierta preferencia por los corales masivos (Glynn, 1976; Glynn *et al.*, 1972; Guzmán y Cortés, 1992, 1993), aunque en otras áreas coralinas del Pacífico oriental se ha visto alimentándose de ramas de pocilopóridos

Tabla VIII.- Organismos coralívoros y bioerosionadores más comunes del arrecife coralino de Carelleros, Nayarit. Simbiología: C = coralívoro, B = bioerosionador.

Pisces (teleosteos)	
Tetraodontidae	
<i>Arothron meleagris</i> (Bloch & Schneider) C	
Balistidae	
<i>Sufflamen verres</i> (Gilbert & Starks) C B	
<i>Pseudobalistes naufragium</i> (Jordan & Starks) C B	
Pomacentridae	
<i>Microspathodon dorsalis</i> (Gill) C	
Scaridae	
<i>Scarus ghobban</i> Forskal C B	
Chaetodontidae	
<i>Johnrandallia nigrirostris</i> (Gill) C	
Mollusca	
Gastropoda	
<i>Jenneria pustulata</i> (Solander) C	
<i>Quoyula monodonta</i> (Blainville) C	
<i>Muricopsis zeteki</i> (Hertlein & Strong) C	
<i>Latiaxis hindisii</i> (Carpenter) C	
<i>Calliostoma mcleani</i> Shasky & Cambell C	
Bivalva	
<i>Lithophaga</i> spp. B	
<i>Gastrochaena rugulosa</i> Sowerby B	
Echinodermata	
Asteroidea	
<i>Phataria unifasialis</i> (Gray) C	
<i>Pharia pyramidata</i> (Gray) C	
<i>Acanthaster planci</i> (Linnaeus) C*	
Echinoidea	
<i>Diadema mexicanum</i> (Agassiz) C B	
* En todo el tiempo en que se visito el arrecife coralino de Carelleros sólo se observó un individuo de esta especie.	

(Guzmán, 1988; Guzmán y Cortés, 1993; Reyes Bonilla, 1993b). En el arrecife de Carelleros sólo se encontró una vez durante todo el tiempo (1 año) de visitas al lugar y estaba alimentándose de corales del género *Pocillopora*.

Algas comunes

Entre la flora más importante del arrecife existe una gran diversidad de algas dentro de varias familias. Dentro del grupo de algas verdes (Clorophyta) se encuentran *Codium* sp Stakhouse, *Halymeda* sp y *Caulerpa sertularioides* (Gmelin) Howe; de la algas café (Phaeophyta), *Sargassum sinicola* S.&G.; de las algas rojas (Rhodophyta), *Ceramium* sp Roth, *Gracilaria* sp Greville. *Corallina* spp, (Cortés Lara, com. pers.⁶). *Halymeda* sp y *Corallina* sp pertenecen al grupo de algas calcáreas, estas algas tienen un papel fundamental en la construcción de los arrecifes coralinos, ya que ayudan en la cementación arrecifal por la deposición de aragonita y calcita que presentan en sus paredes celulares (Dawes, 1986). Existe un manto de rodolitos, que inicia desde la base arrecifal de la estación I, este se desarrolla sobre un sustrato arenoso y esta asociado principalmente al coral *P. panamensis*, el cual se desarrolla sobre los rodolitos. Estas algas calcáreas pertenecen a los géneros *Neogoniolithon* sp y *Lithothamnion*, especie *L. crassiusculum* (Foslie) Mason, esta última especie esta ampliamente distribuida por el Pacífico del continente Americano y forma mantos de rodolitos en casi toda su distribución (Riosmena Rodríguez, com. pers.⁷). Reyes Bonilla *et al.* (1997), realizaron un estudio sobre la asociación entre corales y los mantos de rodolitos en el Golfo de California, en donde *P. panamensis* es una de los principales especies coralinas asociadas a estas algas calcáreas.

² M. en C. María del Carmen Cortés Lara. Centro Universitario de la Costa, Campus Puerto Vallarta, Departamento de Recursos Naturales. Av. Universidad 203, C.P. 48280, Del. Ixtapa, Jal., México. carmenc@vallarta.cuc.udg.mx

³ Rafael Riosmena Rodríguez. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Herbario Ficológico. Apartado Postal 19-B, C.P. 23080, La Paz, B.C.S., México. riosmena@calafia.uabcs.mx

Efectos antropogénicos

Los principales impactos antropogénicos se identificaron sólo por observación directa, siendo los más severos los provocados por el anclaje de las embarcaciones, que rompe y desprende partes de la estructura arrecifal al tirar y recoger el ancla. La estación III, al ser el área que presenta mayor desarrollo coralino y mayor protección del embate del oleaje, es la más visitada por los turistas, para desarrollar actividades subacuáticas de buceo libre y autónomo (scuba) y como consecuencia, es la estación más afectada por estas actividades. Se cree que la extracción de colonias es muy baja, aunque no se tiene evidencia de esto. Todas estas actividades, reducen las colonias reproductivamente activas, además, se evita la formación de futuras colonias (Cortés y Murillo, 1985).

Existe un desarrollo mega-turístico en el área de Punta de Mita, en donde se desmontó parte de la cobertura vegetal para construir un campo de golf, se observó que la sedimentación provocada por esta actividad mantiene las comunidades coralinas de esta zona en un constante estrés (Cupul Magaña *et al.*, en preparación). Cortés (1990), ha demostrado que los sedimentos terrígenos han reducido la diversidad de especies coralinas y la cobertura de coral vivo, además interrumpen su crecimiento, y por último originan la muerte de los arrecifes coralinos en el Golfo Dulce, Costa Rica. Este desarrollo turístico en Punta de Mita se ampliará hasta las costas adyacentes al arrecife coralino de Carelleros (González Zaragoza, com. pers⁸), lo cual es muy posible que tenga severos efectos sobre toda la estructura de la comunidad coralina.

⁸ M. en C. Agustín González Zaragoza. Dine, S.A. de C.V. Desarrollo Punta de Mita. Marina Sol Local 5, Marina Vallarta, CP 48354, Pto. Vallarta, Jalisco.

CONCLUSIONES

1) El arrecife tuvo una estructura física bien desarrollada, característica de un arrecife de tipo de franja (costero), con una estructura biológica que presentó una cobertura total de coral vivo de 22.07 %. De acuerdo al índice de Shannon-Wiener su diversidad fue de $H' = 0.43$ y el índice de Pielou su equitatividad fue $J' = 0.62$. Además, por la presencia de colonias coralinas antiguas, reproductivamente maduras, y la estable construcción de la estructura arrecifal, permite que sea considerado como una importante zona de refugio de flora y fauna marina. Al comparar todos estas características con las demás comunidades coralinas del Pacífico oriental tropical, el arrecife de Carelleros se encuentra entre los principales y más desarrollados arrecifes para esta región.

2) La comunidad coralina del arrecife de Carelleros tuvo una riqueza de 4 familias, 4 géneros y 9 especies coralinas hermatípicas.

3) El género dominante en abundancia fue *Pocillopora*, y la especie que predominó fue *P. damicornis*, teniendo una gran influencia en el porcentaje de cobertura total de coral vivo y en los índices de diversidad (H') y equitatividad (J').

4) La estación III, presentó la mayor cobertura coralina (38.42 %), esta fue la zona del arrecife más protegida del oleaje, además presentó la pendiente menos abrupta por lo que los pocilopóridos (principalmente *P. damicornis*) tuvieron más área para colonizar.

5) La estación II, es donde se encontró el mayor espesor del arrecife (3.05 m) y, en consecuencia la zona más antigua, mostrando características de una cresta arrecifal. Esta es una zona con alto nivel

de energía proveniente del oleaje. Presentó desarrollo de especies ramosas, grandes zonas de coral muerto y gran cantidad de escombros entre los canales.

6) La zonación de las especies coralinas hermatílicas fue clara, principalmente para los pocilopóridos que se distribuyeron hasta los 7 m de profundidad.

7) Los factores abióticos como la fuerza del oleaje y la batimetría, fueron los que tuvieron más influencia en la estructura de la comunidad coralina.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A.D. y J. Gaitán M. 1994. Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano: Geología. En: de la Lanza, G. y C. Cáceres (Eds.), **Lagunas Costeras y el Litoral mexicano**. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. p. 13-74.
- Acuña, J.A. y M.M. Murillo. 1987. La contaminación por hidrocarburos de petróleo en la Isla del Caño. *Ing. Cien. Quim. (Costa Rica)* 11: 95-98. (**Consultado en:** Guzmán y Cortés. 1993).
- Barcenas, C.E., A.C. Bejarano y J.M. Jiménez. Temporal variation in the coral reef structure of Gorgona Island, Colombia. *Proc. 8th Int Coral reef Symp., Panama (in press)*. (**Consultado en:** Carriquiry y Reyes Bonilla, 1997)
- Brower, J.E. y J.H. Zar. 1979. **Field and Laboratory Methods for General Ecology**. W.C. Brown Press. Iowa. 284 pp.
- Brusca, R.C., 1980. **Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California**. Second Edition. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona, 513pp.
- Cantera, J.R., H. von Prahl, J.C. Escobar y E. Peña. 1989. Sistemática de los corales del género *Pocillopora* del pacífico colombiano utilizando taxonomía numérica. *Rev. Biol. Trop.* 37(1):23-28
- Carricart Gavinet, J.P. y G. Horta Puga. 1993. Arrecifes de Coral en México. En: S.I. Salazar Vallejo y N.E. González (Eds.), **Biodiversidad Marina y Costera De México**. Comisión Nacional para la Biodiversidad y CIQRO. México. p. 80-90.

- Carriquiry, J.D. y H. Reyes Bonilla, 1997. Estructura de la comunidad y distribución geográfica de los arrecifes coralinos de Nayarit, Pacífico de México. *Ciencias Marinas*, 23 (2): 227-248pp.
- Carriquiry, J.D., A.L. Cupul Magaña y F.A. Rodríguez Zaragoza, (en revisión). Coral bleaching and death in the Mexican Pacific predicted by a new experimental satellite monitoring technique. (Sometido a *Nature*).
- Castellanos Avila, J.F., J. Ketchum Mejía y S. Almenara Roldán, 1992. Los equinodermos (Clase Asterozoidea, Echinozoidea y Holoturozoidea [*sic*]) y Escleractinidos (Orden Scleractinia) de la isla Socorro, Archipiélago de las Revillagigedo, México. Res. IX Cong. Int. Biol. Mar., UABCS, La Paz, 51 pp. (Consultado en: Reyes Bonilla, 1993).
- C.E.R.C., 1976. **Shore Protection Manual**. U.S. Army Coast Research Program.
- Cintra Buenrostro, C.E., 1997. Sinopsis Taxonómica y Biogeografía Ecológica de Asterozoos (Echinodermata: Asterozoidea) del Golfo de California. UABCS, Área Interdisciplinaria de Ciencias del Mar, Departamento de Biología Marina. La Paz B.C.S., México. 154 pp.
- Colgan, M.W., 1990. El Niño coral reef development in the Galápagos Islands a study of the Urvin Bay uplift. *Galapagos Marine Invertebrates*. p. 99-119.
- Connell, J.H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199: 1302-1310.
- Cortés, J., 1986. Biogeografía de corales hermatípicos: el Istmo Centro Americano. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México, 13 (1): 297-304.
- Cortés, J., 1990. The coral reefs of Golfo Dulce, Costa Rica: distribution and community structure. *Atoll Research Bulletin* 334: 1-37.

- Cortes, J. y M.M. Murillo, 1984. Pérdida de zooxantelas y muerte de corales y otros organismos arrecifales en el Caribe y Pacífico de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 32(2): 227-231 pp.
- Cortés, J. y M.M. Murillo, 1985. Comunidades coralinas y arrecifes del Pacífico de Costa Rica. *Revi. Biol. Trop.* 33 (2): 197-202.
- Cortes, J. y M.J. Risk, 1984. El arrecife coralino del Parque Nacional Cahuita, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 32: 109-121.
- Cortés, J. y M.J. Risk, 1985. A reef under siltation stress: Cahuita, Costa Rica. *Bull. Mar. Sci.* 36: 339-356.
- Cortes, J., I. G. Macintyre y P. W. Glynn, 1994. Holocene growth history of an eastern Pacific fringing reef, Punta Islotes, Costa Rica. *Coral Reefs*, 13: 67-67.
- Cox, G.W., 1980. **Laboratory Manual of General Ecology**. WCH Press. 237pp.
- Crisi, J. y M.F. López, 1983. **Introducción a la Teoría y Práctica de la Taxonomía Numérica**. Secretaria General de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C. EUA, 132pp.
- Cupul-Magaña, A. L., F.A. Rodríguez Zaragoza y O.A. Franco Pérez, (en preparación). Comunidades coralinas de Bahía de Banderas: diferencias entre la Costa norte y sur de la bahía.
- Cupul-Magaña, A.L., F.A. Rodríguez Zaragoza y O.A. Franco Pérez, (en preparación). La geomorfología costera como control de la estructura de la comunidad coralina en Bahía de Banderas, México.
- Dana, T. F., 1975. Development of contemporary eastern Pacific coral reefs. *Mar. Biol.*, 33: 355-374.
- Dawes, C.J., 1986. **Botánica Marina**. Editorial LIMUSA, México, 673pp.

- Dodge, R.E., A. Logan y A. Arnfried, 1982. Quantitative reef assement studies in Bermuda: a comparison of methods and preliminary results. *Bull. Mar. Sci.*, 32 (3): 745-760.
- Durham, J.W., 1947. Corals from the Gulf of California and the north Pacific coast of America. *Geol. Soc. Am. Mem.* 20, 46pp.
- Durham, J.W. y Barnard, J.L., 1952. Stony corals of the eastren Pacific collected by the Velero III and Velero IV. **En: Reports on The Collections Obtained by Allan Hancock Pacific Expeditions of Velero III off the Coast of México, Central America, South America, and Galápagos Islands in 1932, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40 y 41 and the Velero IV in 1949.** Univesity of Southern California Press. Berkeley. 330pp.
- Edean, R. and A.M. Cameron, 1990. *Acanthaster planci* Population Oubreaks. In: Dubinsky, Z. (Ed.) **Ecosistems of the World 25: Coral Reefs.** Elsevier Amsterdam. 419-438pp.
- Escofet, A., 1994. Evaluación de hábitat y de fuentes de disturbio. **En: de la Lanza , G. y Cáceres, C. (Eds.). Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano.** UABCS. Méx. 97-125pp.
- Fiedler, D.C., 1992. Seasonal climatologies and variability of eastern Pacific surface water. NOAA Techn. Rep. NMFS 109. 34pp. (Consultado en: Carriquiry y Reyes Bonilla, 1997)
- García. E., 1981. **Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen: Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana.** UNAM. México. 252 p.
- Glynn, P.W., 1976. Some physical and biological determinants of coral community structure in Eastern Pacific. *Ecological Monographs* 46: 431-436.
- Glynn, P.W., 1977. Coral growth in upwelling and nonupwelling areas off the Pacific coast of Panamá. *J. Mar. Res.* 35: 567-585.
- Glynn, P.W, 1982. Coral communities and their modifications relative to past and prospective Central America seaways. *Adv. Mar. Biol.* 19: 91-132.

- Glynn, P.W. 1990a. Coral mortality and disturbances to coral reefs in the tropical eastern Pacific. En: Glynn, P.W. (Ed.) **Global ecological consequences of the 1982-83 El Niño-Southern Oscillation**. Elsevier. Amsterdam. 55-126
- Glynn, P.W., 1990b. Feeding Ecology of Selected Coral-Reef Macroconsumers: Paterns and Effects on Coral Community Struture. In: Dubinsky, Z. (Ed.) **Ecosistems of the World 25: Coral Reefs**. Elsevier Amsterdam. 265-400pp.
- Glynn, P.W., 1997a. Assessment of the present health of coral reefs in the eastern Pacific. En **Status of Coral Reefs in the Pacific**. R.W. Grigg y C. Birlleland (Eds.) Sea Grant Coll. Prog., University of Hawaii. 33-40pp.
- Glynn, P.W., 1997b. Eastern Pacific reef coral biogeography and faunal flux: Durhams's dilemma revised. Eighth Int. Coral Reef Symp. Panamá.
- Glynn, P.W. and R.H. Stewart, 1973. Distribution of coral reefs in the Pear Islands (Gulf of Panamá) in relation to thermal conditions. *Limnology and Oceanography*, 18(3): 367-379.
- Glynn, P.W. y I.G. McIntyre. 1977. Growth rate and age of coral reefs on the Pacific coast of Panamá. Proc. 3rd. Int. Coral Reef Symp., Miami 2: 251-259.
- Glynn, P.W. y G.M. Wellington, 1983. **Corals And Corals Reefs Of The Galápagos Islands**. (With annotated list of the scleractinian corals of Galápagos by J.W. Wells) Univ. California Press, Berkeley. 330 p.
- Glynn, P.W., R.H. Stewart y J.E. McCosker, 1972. Pacific coral reefs of Panamá. Structure, distribution and predators. *Geol. Rundschau* 61: 483-519.
- Glynn, P.W., H. von Prael y F. Guhl, 1982. Coral reef of Gorgona Island, Colombia with special reference to corallivores and their influence on community structure and reefs development. *An. Inst. Inv. Mar. Punta Betin* 12: 185-214.

- Glynn, P.W., E.M. Druffel y R.B. Dumbar, 1983. A dead Central America coral reef tract: possible link with the Little Ice Age. *J. Mar. Res.* 41: 605-637.
- Glynn, P.W., N.J. Gossman, C.M. Eakin, J. Cortés, D.B. Smith y H.M. Guzmán, 1991. Recent coral reproduction in the eastern Pacific: Costa Rica, Panamá and The Galápagos Islands (Ecuador). I. Pocilloporidae. *Mar. Biol.*, 109: 355-368.
- Glynn, P.W., J.E.N. Veron and G.M. Wellington, 1996a. Clipperton Atoll (eastern Pacific): oceanography, geomorphology, reef-building coral ecology and biogeography. *Coral Reefs* 15 (2): 71-97.
- Glynn, P.W., S.B. Colley, N.J. Gassman, K. Black, J. Cortés y J.L. Mate, 1996b. Reef coral reproduction in the eastern Pacific: Costa Rica, Panamá, and the Galápagos (Ecuador). III. Agariciidae (*Pavona gigantea* y *Gardineroseris planulata*). *Marine Biology* 125: 579.
- Goreau, T.F., J.C. Lang, E. A. Graham and P.D. Goreau, 1972. Structure and ecology of the Saipan reefs in Relation to predation by *Acantaster planci* (Linnaeus). *Bull. Mar. Sci.*, 22 (1): 113-152.
- Goreau, T.F., N.I. Goreau, y T.J. Goreau, 1979. Corales y arrecifes coralinos. *Inv. Cien.*, 37: 48-68.
- Greenfield, D.M., D. Hensley, J.W. Wiley y S.T. Ross, 1970. The Isla Jaltemba coral formations and its zoogeographical significance. *Copeia* 1: 180-181.
- Griffiths, R.C., 1968. Physical, chemical and biological oceanography at the entrance to Gulf of California, spring of 1960. *US Fish. Wildl. Ser. Spec. Rep., Fisheries*, 573: 1-47.
- Grigg, R.W., 1988. Paleooceanography of coral reefs in the Hawaiian-Emperor chain. *Science* 240: 1737-1743. (Consultado en: Carriquiry y Reyes Bonilla, 1997).

- Grigg, R.W., 1995. Coral reefs in an urban embayment in Hawaii: a complex case history controlled by natural and antropogenic stress. *Coral Reefs* 14: 253-566.
- Grigg, R.W. and S.J. Dollar, 1990. Natural and Anthropogenic Disturbance on Coral Reefs. In: Dubinsky, Z. (Ed) **Ecosistems of the World 25: Coral Reefs**. Elsevier Amsterdam. 439-454pp.
- Gotshall, D.W., 1982. **Marine Animals of Baja California: A Guide to the Common Fishes and Vertebrates**. Kenneth Hashagen (Edi.). Sea Challengers. Monterey, CA., 113pp.
- Guzmán, H.M., 1988. Distribución y abundancia de los organismos coralívoros en los arrecifes coralinos de la Isla del Caño, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 36 (2A): 191-207pp.
- Guzmán, H.M. y J. Cortés, 1989a. Coral reef community structure at Caño Island, Pacific Costa Rica. *Mar. Ecol.*, 10 (1): 23-41.
- Guzmán, H.M. y J. Cortés, 1989b. Growth rates of eight species of scleractinian corals in the eastern Pacific, Costa Rica. *Bull. Mar. Sci.*, 44 (3): 1186-1194.
- Guzmán, H.M. y D.R. Robertson, 1989. Population and feeding responses of the corallivorous pufferfish *Arothron meleagris* to coral mortality in the eastern Pacific. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 55: 121-131.
- Guzmán, H.M. y J.D. López, 1991. Diet of the corallivorous pufferfish *Arothron meleagris* (Pices: tetraodontidae) at Gorgona Island, Colombia. *Rev. Biol. Trop.*, 36: 191-207.
- Guzmán, H.M. y J. Cortés, 1992. Cocos Island (Pacific of Costa Rica) corals reefs after the 1982-1983 El Niño disturbance. *Rev. Biol. Trop.*, 40 (3): 309-324.
- Guzmán, H.M. y J. Cortés, 1993. Arrecifes coralinos del Pacífico Oriental Tropical: revisión y perspectivas. *Rev. Biol. Trop.* 41 (3):535-557

- Guzmán, H. M. y I. Holst, 1994. Inventario biológico y estado actual de los arrecifes coralinos a ambos lados del Canal de Panamá. *Rev. Biol. Trop.* 42 (3): 493-514.
- Guzmán, H.M., J. Cortes, R.H. Richmond y P.W. Glynn, 1987. Efectos del fenómeno del "El Niño Oscilación Sureña" 1982/83 en los arrecifes coralinos de la Isla del Caño. Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 35 (2): 325-332.
- Guzmán, H.M., J. Cortés, P.W. Glynn y R.H. Richmond, 1990. Coral mortality associated with dinoflagellate blooms in the eastern Pacific (Costa Rica and Panamá). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 60: 299-303.
- Guzmán, H.M., D.R. Robertson y M.L. Díaz, 1991. Distribución y abundancia de los corales en el arrecife del Refugio de Isla Iguana, Pacífico de Panamá. *Rev. Biol. Trop.*, 39: 225-231.
- Highsmith, R.C., 1980. Passive colonization and asexual colony multiplication in the masive coral *Porites lutea*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 47: 55-67.
- Highsmith, R.C., 1982. Reproduction by fragmentation in corals. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 7: 207-226.
- Hodgson, G., 1995. Corales Pétreos Marinos (Tipo Cnidaria, Orden Scleratinia). **Guía FAO para la Identificación de Especies para los Fines de la Pesca. Pacífico Centro-Oriental.** FAO, CE, FIS y NORAD (Eds.). Volumen I. 83-97pp.
- Holguín Quiñones, O.E. y C. González Pedraza, 1994. **Moluscos de la Franja Costera de Michoacán, Colima y Jalisco, México.** Instituto Politécnico Nacional (Ed.). México, D.F., 131pp.
- Horta Puga, G. y J.P. Carricart Gavinet, 1993. Corales pétreos recientes (Milleporina, Stylasterina y Scleractinia) de México. En: S.I. Salazar Vallejo y N.E. González (Eds.) **Biodiversidad Marina y Costera de México.** Comisión Nacional para la Biodiversidad y CIQRO. México. 66-79 pp.

- Hughes, T.P., 1989. Community structure and diversity of coral reefs: the role of history. *Ecology*, 70 (1) : 275-279.
- Jackson, J.B.C. 1991., Adaptation and diversity of reef corals. *BioScience* 41(7):475-482.
- Jordán, E., 1993. El ecosistema arrecifal coralino del Atlántico Mexicano. Vol. Esp. (XLIV) *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 157-175.
- Keen, A.M., 1971. **Sea Shells of Tropical West America: Marine Mollusks From Baja California to Perú.** Stanford University Press, California, U.S.A., 1064pp.
- Keen, A.M. y E. Coan, 1974. **Marine Molluscan Genera of North America: an Illustrated Key.** Stanford University Press, California, U.S.A., 208pp.
- Kerstich, A., 1989. **Sea of Cortez Marine Invertebrates: a guide for the Pacific coast, México to Ecuador.** Sea Challenger Press. Monterey, California 112pp.
- Kwowlton, N., J.C. Lang, M.C. Rooney y P.A. Clifford, 1981. Evidence for delayed mortality in hurricane-damaged Jamaican staghorn corals. *Nature* 294: 251-252. (Consultado en: Hughes, 1989).
- Lang, J.C., 1970. Inter-specific Aggression Within the Scleractinian Reef Corals. Ph. D. thesis, Yale Univ., 80pp. (Consultado en: Glynn *et al.*, 1972).
- Lang, J.C. and E.A. Chornesky, 1990. Competition Between Scleractinian Reef Corals a Review of Mechanisms and Effects. In: Dubinsky, Z. (Edi.) **Ecosystems of the World 25: Coral Reefs.** Elsevier Amsterdam. 209-254pp.
- López Pérez, R.A., 1996. Biogeografía Histórica de los Corales Hermatípicos (Anthozoa: Scleractinia) del Pacífico Oriental Tropical. Tesis de Licenciatura, UABCS, Área de Ciencias del Mar, Departamento de Biología Marina. La Paz B.C.S., 144pp.

- López Uriarte, E. y Pérez Vivar, T.L., 1995. Corales (Scleractinia) de las costas de Jalisco y Colima, México: resultados preliminares. Res. XIII Congreso Nacional de Zoología. Sociedad Mexicana de Zoología A.C., Museo de Historia Natural "Manuel Martínez Solórzano", Univ. Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. p. 71
- Loya, Y., 1978. Plotess and Transec Metods. En: Stoddart, D.R. y R.E. Johannes (Eds.) **Coral Reefs: research methods.** UNESCO. p. 197-217.
- McIntyre, I.G. y S.V. Smith, 1974. X- radiographic studies of skeletal development in coral colonies. 2nd. Int. Coral Reef Symp., Brisbane. 2: 277-287.
- Medina Rosas, P., A.C. Nepote y R.M. Chávez, 1995. Estudios preliminares de corales pétreos y Equinodermos de las islas Marietas, Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México. Res. XIII Congreso Nacional de Zoología. Sociedad Mexicana de Zoología A.C., Museo de Historia Natural "Manuel Martínez Solórzano", Univ. Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. p. 82.
- Medina Rosas, P., 1997. El Efecto de las Actividades Turísticas Sobre los Corales Pétreos (Cnidaria, Anthozoa, Scleractinia) de los Arcos, Jalisco, México. Tesis de Licenciatura. U. de G., CUCBA, México. 86pp.
- Pralh, H. von, Escobar, J. y E.J. Peña, 1988. Diversidad de especies de un arrecife de coral de la Isla Gorgona, Pacífico colombiano. Memorias del VI Seminario Nacional de Ciencias del Mar, Bogotá, Colombia. 571-577
- Pichon, M., 1978. Problems of Measuring and Mapping Coral Reef Colonies. En: Stoddart, D.R. y R.E. Johannes (Eds.) **Coral Reefs: research methods.** UNESCO.
- Reyes Bonilla, H., 1990. Distribución, Riqueza Especifica, Aspectos Biogeograficos y Taxonómicos de los Corales hermatípicos

BIBLIOTECA CENTRAL

del Golfo de California. Tesis Profesional. Departamento de Biología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur, 128pp.

- Reyes Bonilla, H., 1992. New records for hermatypic corals (Anthozoa: Scleractinia) in the Gulf of California, México, with an historical and biogeographical discussion. *Journal of Natural History* 26, 1163-1175.
- Reyes Bonilla, H., 1993a. Biogeografía y Ecología de los Corales Hermatípicos (Anthozoa: Scleractinia) del Pacífico de México. En: S.I. Salazar Vallejo y N.E. González (Eds.). Biodiversidad Marina y Costera de México. Comisión Nacional para la Biodiversidad y CIQRO. México. 207-222.
- Reyes Bonilla, H., 1993b. Estructura de la Comunidad, Influencia de la Depredación y Biología Poblacional de Corales Hermatípicos en el Arrecife de Cabo Pulmo, Baja California Sur. Tesis de maestría. CICESE, Ensenada, B.C., 169pp.
- Reyes Bonilla, H. y L.E. Calderón Aguilera, 1994. Parámetros poblacionales de *Porites panamensis* (Anthozoa: Scleractinia), en el arrecife de Cabo Pulmo, México. *Revista de Biología Tropical* 42 (1/2): 121-128.
- Reyes Bonilla, H. y J.D. Carriquiry, 1994. Range extension of *Psammocora superficialis* (Scleractinia: Thamnasteriidae) to Isla Socorro, Revillagigedo Archipiélago, Colima México. *Rev. Biol. Trop.* 42 (1/2): 383-384.
- Reyes Bonilla, H., R. Riosmena Rodríguez y M.S. Foster, 1997. Hermatypic corals associated with Rhodolith beds in the Gulf of California, México, *Pacific Science* 51(3): 328-337.
- Roden, G.I. y G.W. Groves, 1959. Recent oceanographic investigations in the Gulf of California. *J. Mar. Res.*, 18: 10-35. (Consultado en: Carriquiry y Reyes Bonilla, 1997).
- Rogers, C.S., 1990. Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 62: 185-202.

- Rodríguez Zaragoza, F.A. y A.L. Cupul Magaña, 1997. Estructura de las comunidades coralinas hermatípticas de Carelleros, Nayarit. Memorias del XIV Congreso de Zoología. SOMEXZOO, IEG, CBG. Gto. Méx. p. 111.
- Rzedowski, J., 1978. **Vegetación de México**. LIMUSA. México. 432pp.
- Sheppard, C.R.C., 1980. Coral cover, zonation and diversity on reef slopes of Chagos Atolls, and population structures of the major species. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 2: 193-205.
- Siqueiros Beltrones, D. A., S.E. Ibarra Obando y D.H. Loya Salinas, (1985). Una aproximación a la estructura florística de las diatomeas epifitas de *Zostera marina* y sus variaciones temporales, en la Bahía Falsa, San Quintín, B. C. *Ciencias Marinas*, 11(3):69-88.
- Stehli, F.G. y J.W. Wells, 1971. Diversity and age patterns in hermatypic corals. *Syst. Zool.*, 20: 115-126.
- Stoddart, D.R., 1969. Ecology and morphology of recent coral reefs. *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.* 44: 433-498. (Consultado en Glynn y Stewart, 1973).
- Titlyanov, E. A. y Y.Y. Latypov, 1991. Light-dependence in scleractinian distribution in the sublittoral zone of south China Sea Islands. *Corals Reefs* 10: 133-138.
- UNEP/AIMS, 1993. Monitoring coral reefs for global change. Reference methods for marine pollution studies. No. 61 UNEP 7-25pp.
- Vargas Angel, B., 1996. Distribution and community structure of *Utría* reef corals, colombian Pacific. *Rev. Biol. Trop.* 44: 627-635.
- Veron, J.E.N. 1986. **Corals of Australia and the Indo-Pacific**. Angus and Robertson Press, Sidney, 580pp.
- Veron, J.E.N., 1993. **Corals: of Australia and the IndoPacific**. University of Hawaii Press, Honolulu, 664pp.

- Veron, J.E.N., 1995. **Corals In Space And Time: The Biogeography and Evolution of the Scleractinia**. Comstock/Cornell. 321pp.
- Veron, J.E.N. y M. Pichon, 1976. **Scleractinia of Eastern Australia, Part I. Families Thamnasteriidae, Astrocoenidae and Pocilloporidae**. Australian Institute of Marine Science Monograph Series. Australian Government Publishing Service. 86pp.
- Weinberg, S., 1981. A comparison of coral reef survey methods. *Bijdragen tot de Dierkunde*, 51 (2): 199-218pp.
- Wellington, G.M., 1980. Reversal of digestive interactions between pacific reef corals: mediation by sweeper tentacles. *Oecologia*, 47: 340-343pp.
- Wellington, G.M., 1982. An experimental analysis of the effects of light and zooplankton on coral zonation. *Oecologia* 52: 311-320.
- Wellington, G.M. y P.W. Glynn, 1983. Environmental influences on skeletal banding in eastern Pacific (Panamá) corals. *Coral Reefs* 1: 215-222.
- Wells, J.W., 1956. Scleractinia. En Moore, R.C. (Eds.). **Treatise on Invertebrate Paleontology**. Part F. Geol. Soc. Amer. Univ. Kansas, 328-444.
- Wells, J.W., 1983. Annotated list of the scleractinian corals of the Galápagos Islands. En: P.W. Glynn and G. M. Wellington, (Eds.) **Corals and Coral Reefs of the Galápagos Islands**. Univ. of Calif. Press. 212-295pp.
- Wood, E. M. 1983. **Corals of the world**. T.F.H. U.S.A 256pp.
- Wyrcki, K., 1965. Surface currents of the eastern tropical Pacific Ocean. *Bull. Interam. Trop. Tuna Comm.* 9: 271-304. (Consultado en: Carriquiry y Reyes Bonilla, 1997).



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

C. FABIAN ALEJANDRO RODRIGUEZ ZARAGOZA
P R E S E N T E.

Manifestamos a Usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de TESIS " ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES CORALINAS (SCLERACTINIA) DE LA ZONA NORTE DE BAHIA DE BANDERAS (PUNTA DE MITA-CARELLEROS) NAYARIT" para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicho trabajo al M.C. AMILCAR LEVI CUPUL MAGAÑA.

A T E N T A M E N T E
" PIENSA Y TRABAJA "
"AÑO HOSPITAL CIVIL DE GUADALAJARA"
LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL., SEPTIEMBRE 02 DE 1997


M. EN C. ARTURO OROZCO BAROCIO
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACION


M. EN C. JOSE LUIS NAVARRETE HEREDIA
SECRETARIO DEL COMITE DE TITULACION

c.c.p. M.C. AMILCAR LEVI CUPUL MAGAÑA.- Director del Trabajo
c.c.p. El expediente del alumno.

C.U.C.B.A



DIV. DE CS.
BIOLÓGICAS Y
AMBIENTALES

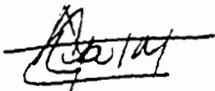
C. M. C. ARTURO OROZCO BAROCIO.
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACIÓN
DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.
P R E S E N T E :

Por medio de la presente, nos permitimos informar a usted, que habiendo revisado el trabajo de tesis que realizó el pasante : **FABIAN ALEJANDRO RODRÍGUEZ ZARAGOZA**, con el título : **ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD CORALINA HERMATÍPICA (SCLERACTINIA) DE LA ZONA DE CARELLEROS, NAYARIT**, consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y en su caso programación de fecha de examen de tesis y profesional respectivos.

Sin otro particular agradecemos de antemano la atención que se sirva dar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jal., a 05 de Marzo de 1998.

EL DIRECTOR DE TESIS



M. EN C. AMÍLCAR LEVÍ CUPUL MAGAÑA

SINODALES

- 1.- **DR. EDUARDO RIOS JARA**
- 2.- **M. EN C. MARTÍN PÉREZ PEÑA**
- 3.- **M. EN C. ERNESTO LÓPEZ URIARTE**



Puerto Vallarta, Jalisco a 21 de febrero de 1998.

M. EN C. ARTURO OROZCO BAROCIO
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN
DIVISION CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
PRESENTE

Por medio de la presente pongo a su consideración la propuesta de cambio en el título de mi trabajo de tesis.

El título cambiará de "ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES CORALINAS (SCLERACTINIA) DE LA ZONA NORTE DE BAHÍA DE BANDERAS (PUNTA DE MITA-CARELLEROS), NAYARIT" por el de "ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD CORALINA HERMATÍPICA (SCLERACTINIA) DE CARELLEROS, NAYARIT".

Los motivos por los cuales se pide el cambio de título son: 1) para diferenciar que tipo de comunidad coralina escleractinia se estudió, se agregó la palabra "hermatípica"; 2) el nombre del área de estudio se modificó, en virtud de que la zona de Carelleros no se encuentra dentro de Bahía de Banderas, ni tampoco en Punta de Mita, sino a un lado de ésta, quedando así el título de la tesis más específico.

Estos cambios fueron aprobados y sugeridos por los sinodales de este trabajo (Dr. Eduardo Ríos Jara, M. en C. Martín Pérez Peña y M. en C. Ernesto López Uriarte).

Sin mas por el momento le agradezco su atención, y no me resta más que enviarle un cordial saludo.

C. U. C. B. A.
DE CS. BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

Atentamente



Fabián A. Rodríguez Zaragoza

P. de Biol. Fabián A. Rodríguez Zaragoza

DE RECIBIDO 27-Feb-98 No. de código 090725165

DE Y FIRMA Angles

Vo. Bo.
M. en C. Amílcar Levi Cupul Magaña
Director de tesis

Handwritten notes and signatures:
- "Vo. Bo. Cupul Magaña" with a signature and date "27 FEB 98".
- "V. B. Jara" with a signature and date "22 Feb. 1998".
- A large handwritten signature, possibly "Eduardo Ríos Jara".



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

C. FABIAN ALEJANDRO RODRIGUEZ ZARAGOZA
P R E S E N T E.

Manifestamos a Usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de TESIS con el título "ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD CORALINA HERMATIPICA (SCLERACTINIA) DE CARELLEROS, NAYARIT" para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicho trabajo al M.C. AMILCAR LEVI CUPUL MAGAÑA.

A T E N T A M E N T E
" PIENSA Y TRABAJA "
LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL., MARZO 09 DE 1998

M. EN C. ARTURO GROZCO BAROCIO
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

M. EN C. JOSE LUIS NAVARRETE HEREDIA
SECRETARIO DEL COMITE DE TITULACION

COMITE DE
TITULACION



c.c.p. M.C. AMILCAR LEVI CUPUL M.- Director del Trabajo.
c.c.p. El expediente del alumno.

AOB/JLNH/memn*