

GENERACIÓN 1995-1999

CODIGO 695005772

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

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



ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE CORALES PÉTREOS DE  
CORRAL DEL MANGLE, NAYARIT, MÉXICO, DESPUÉS DEL EVENTO  
EL NIÑO 1997-1998

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA:

ALETHEA SANDOVAL CASILLAS

LAS AGUJAS ZAPOPAN, JALISCO

7 NOVIEMBRE DEL 2002

189756 / 095830  
BAS2  
EJ2



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

COORDINACIÓN DE CARRERA DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

COMITÉ DE TITULACIÓN

**C. ALETHEA SANDOVAL CASILLAS  
PRESENTE.**

Manifestamos a Usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de **TESIS E INFORMES** opción Tesis con el título "ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE CORALES PÉTREOS DE CORRAL DEL MANGLE, NAYARIT, MÉXICO, DESPUÉS DEL EVENTO EL NIÑO 1997-1998", para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado/a como Director de dicho trabajo el/la **M.C. AMILCAR LEVÍ CUPUL MAGAÑA**.

**ATENTAMENTE  
"PIENSA Y TRABAJA"**

"2002, Año Constancho Hernández Aldrete"  
Las Agujas, Zapopan, Jal., 21 de octubre del 2002



**DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ**  
COORDINACIÓN DE LA CARRERA DE  
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA  
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

*Leticia Hernández López*

**M.C. LETICIA HERNÁNDEZ LÓPEZ**  
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

c.c.p.M.C. AMILCAR LEVÍ CUPUL MAGAÑA. Director del Trabajo.  
c.c.p. Expediente del alumno

MERL/LHL/mam

C. DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ  
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACION  
DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
P R E S E N T E.

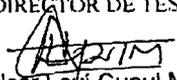
Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiendo revisado el trabajo de tesis que realizó el (la) pasante:  
Alethea Sandoval Casillas con el título:  
ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE CORALES PÉTREOS DE CORRAL DEL MANGLE, NAYARIT, MÉXICO, DESPUÉS DEL EVENTO EL NIÑO 1997-1998  
consideramos 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 exámenes de tesis y profesional respectivos.

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

ATENTAMENTE

Las Agujas, Zapopan, Jal., a 19 de Marzo del 2002

EL DIRECTOR DE TESIS

  
Amílcar Leví Cupul Magaña  
NOMBRE Y FIRMA



COORDINACIÓN DE LA CARRERA DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA  
SINODALES

EL ASESOR

\_\_\_\_\_  
NOMBRE Y FIRMA

1.- M.C. Elva Guadalupe Robles Jarero  
NOMBRE COMPLETO

21/oct/02

  
FIRMA

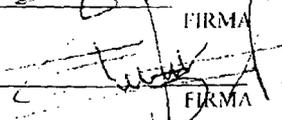
2.- Biol. Idelfonso Enciso Padilla  
NOMBRE COMPLETO

21 oct /02

  
FIRMA

3. M.C. Ernesto López Uriarte  
NOMBRE COMPLETO

23/oct/2002

  
FIRMA

4.- M. en C. Martín Pérez Peña  
NOMBRE COMPLETO

30/oct./2002

  
FIRMA

## **DEDICATORIA**

A mis padres Alberto y Martha por apoyarme en mis sueños.

A mis hermanos Elea y Zoran porque este sueño también es de ellos.

A mi hijo Athos Sebek por ser una razón para seguir adelante.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guadalajara.

Al Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias y al Centro Universitario de la Costa.

A mis padres Alberto y Martha por apoyarme.

A mis hermanos Elea y Zoran por las porras.

A mi director de tesis Amilcar Cupul Magaña por su paciencia, enseñanza y amistad.

A mis sinodales M. en C. Elva Guadalupe Robles Jarero, Biol. Idelfonso Enciso Padilla y M. en C. Ernesto López Uriarte.

Al Biol. Agustín González Zaragoza por darme las facilidades para la entrada a la zona de estudio.

A mi segunda familia: familia Romero García por estar conmigo cuando más lo necesitaba.

A Marisol y familia López Sánchez por aceptarme en su casa y brindarme su amistad.

A mis amigos: Ana, Oscar, Rodrigo E., Lizzy, Verónica y Vanessa por su amistad y por los buenos tiempos, y a mis compañeros y amigos de generación.

A toda la gente de Melaque, Puerto Vallarta y Guadalajara que me apoyaron.

A Helios Hernández Hurtado por darme el mejor regalo del mundo.

## CONTENIDO

Contenido.....	i
Resumen.....	ii
Introducción.....	1
Antecedentes.....	2
Justificación.....	3
Objetivos.....	8
Generales.....	8
Particulares.....	8
Área de Estudio.....	9
Metodología.....	12
Trabajo de Campo.....	12
Procesamiento de Datos.....	12
Resultados.....	14
Estructura de la Comunidad.....	14
Cobertura.....	14
Discusión.....	16
Sedimentación.....	20
Recuperación.....	22
Conclusiones.....	24
Recomendación.....	25
Literatura citada.....	26

CUCBA



BIblioteca CENTRAL

**Estructura de la comunidad de corales pétreos de Corral del Mangle, Nayarit,  
México, después del evento El Niño 1997-1998**  
*Alethea Sandoval Casillas*

**RESUMEN**

Corral del Mangle es una caleta con un área aproximada de 25 has, su profundidad alcanza 7 m y el fondo se caracteriza principalmente por parches arrecifales con arena y algunos promontorios rocosos.

Esta localidad presenta un disturbio ocasionado por el evento de El Niño 1997-1998 y por la construcción de un hotel de gran turismo. Antes de los disturbios mencionados se tenían registros de siete especies de corales hermatípicos pertenecientes a cuatro géneros: *Pocillopora*, *Porites*, *Psammocora* y *Pavona*; después del evento sólo se encontraron tres géneros con una especie cada uno: *Pocillopora damicornis*, *Psammocora stellata* y *Porites panamensis*.

Con la finalidad de conocer la estructura de la comunidad coralina actual y obtener la cobertura total absoluta y relativa de los corales, se realizaron varios muestreos en este lugar.

En el presente estudio la especie dominante es *P. panamensis*, con una cobertura total absoluta de 6.7% y *P. stellata* con 3.45%. La cobertura total relativa para estas dos especies es de 15.35 y 6.53% respectivamente.

Sólo se encontró una colonia viva de *P. damicornis*, presentó una cobertura total absoluta y relativa de 0.037% y 0.24% respectivamente mientras que los esqueletos de esta especie presentaron 43.98% y 78.11%.

Después de tres años se presentó una recuperación lenta de la comunidad coralina de la zona de estudio, por el poco aumento de la diversidad y el aumento de cobertura coralina, probablemente debido al sedimento que sigue presente en la localidad, presentándose las características típicas de daño por sedimentación, aumento en la concentración de sedimentos atrapados en el esqueleto, reducción en la cobertura de coral vivo y diversidad de corales, cambios en la composición de especies, variación en el tamaño promedio de las colonias y crecimiento de algas sobre los esqueletos.

## INTRODUCCIÓN

Los arrecifes coralinos son ecosistemas de alta productividad que se elevan desde el fondo hasta la superficie del agua y sobre depósitos de fósiles coralinos (Carricart-Ganivet y Horta-Puga, 1993; Sambasivam y Subramanian, 1988; Birkeland, 1997) y son semejantes en su complejidad y diversidad al bosque tropical (Pearson, 1981; Jessop, 1990; Jackson, 1991).

La formación de estos ecosistemas depende de factores condicionados geográficamente, se localizan principalmente entre el trópico de Cáncer y el de Capricornio, pero su distribución no es regular en esta zona y se caracterizan por ser pequeños, con un desarrollo arrecifal pobre y una distribución discontinua (Carricart-Ganivet y Horta-Puga, 1993, Cortés, 1997).

Reyes-Bonilla (1993a) describe a los arrecifes coralinos como áreas donde el crecimiento de coral es tal, que ha formado una estructura física que se eleva desde el sustrato y que se está desarrollando sobre restos esqueléticos calcáreos; y las comunidades coralinas son aquéllas que crecen sobre sustratos rocosos. Los corales formadores de arrecifes son llamados de distintas maneras: corales pétreos, escleractínidos o hermatípicos (Barnes, 1990). De acuerdo a la predominancia de corales constructores de arrecifes, existen dos tipos principales que pueden ser reconocidos en el Pacífico oriental tropical: pocilopóridos y porítidos (Cortés, 1997).

Los arrecifes coralinos ofrecen grandes beneficios a las zonas costeras; constituyen una reserva biológica-genética muy importante, son sitios de alimentación, así como refugios para los peces arrecifales y no arrecifales y otras especies marinas. Tienen un atractivo turístico que beneficia económicamente a las localidades donde se encuentran y en algunos lugares del mundo donde alcanzan un gran tamaño sirven como rompeolas protegiendo así, a las zonas costeras de tormentas y ciclones (Sambasivam y Subramanian, 1988; Birkeland, 1997).

México es un país que, por su ubicación geográfica, cuenta con arrecifes y comunidades coralinas en sus costas orientales. En el Pacífico Mexicano se encuentran parches arrecifales que no son considerados en la literatura como arrecifes coralinos en el

sentido amplio, sino como comunidades coralinas relevantes (Carricart-Ganivet y Horta-Puga, 1993).

( La costa occidental de México presenta una escasa plataforma continental, extensos segmentos de costa arenosa, algunos ríos permanentes, un aporte anual de lluvias, alta incidencia de ciclones y tormentas tropicales y zonas de surgencia. Estos factores hacen difícil el establecimiento de corales sobre la costa del Pacífico y han obligado a que la distribución de las comunidades coralinas no sea continua (Reyes-Bonilla, 1993a).

Los factores físicos y biológicos controlan la estructura de la comunidad coralina y existen diferentes reacciones de las distintas especies de coral al disturbio y su habilidad para competir por el sustrato (Chou, 1988).

Los corales hermatípicos presentan una simbiosis con algas conocidas como zooxantelas (Prahl, 1985), las cuales se encuentran entre el tejido vivo del coral (Glynn, 1993; Reyes-Bonilla, 1993a), más del 94-98% de carbono orgánico producido por el alga es usado como alimento por el pólipo y además esta asociación facilita la calcificación (Muscatine *et al.*, 1981; Prahl, 1985; Glynn, 1991, Veron, 1993).

La simbiosis del coral con las zooxantelas es sensitiva a numerosos factores estresantes, tales como los flujos de radiación visible y ultravioleta, exposición aérea prolongada, dilución por agua dulce, alta sedimentación y diferentes contaminantes (Glynn, 1991). El incremento de la temperatura del agua provoca un estrés ambiental al aumentar en más de 1 o 2 grados por encima de su rango óptimo, los corales expulsan a las zooxantelas o hay una reducción de la concentración de pigmentos, por lo tanto, quedan desprotegidos de las radiaciones ultravioleta, sin fuentes energéticas adicionales y se reduce también su tasa de calcificación. Exposiciones prolongadas a estas alteraciones provocan la pérdida total de las zooxantelas, lo que es llamado blanqueamiento, que puede llevar a la degradación y muerte de los corales (Prahl, 1985; Glynn, 1991; 1993; Glynn *et al.*, 1998).

Cuando el blanqueamiento ocurre, el coral se vuelve pálido o blanco haciéndose visible el esqueleto calcáreo del coral (Reyes-Bonilla, 1993a; Glynn, 1991). El blanqueamiento puede ocurrir en una escala local y/o a una escala regional (blanqueamiento masivo) (Hoegh-Guldberg, 1997). Los eventos de blanqueamiento de

CUCIBA

coral en el Pacífico Oriental Tropical están fuertemente relacionados con el calentamiento del océano durante eventos de El Niño. Durante estos episodios, la temperatura superficial oceánica aumenta rápidamente a niveles por encima del umbral de tolerancia de los corales el cual se encuentra entre 20-25 °C dependiendo de la localidad, ocasionando un serio estrés fisiológico en la asociación simbiótica del coral con las zooxantelas. Según Brown y Ogden (1993), el blanqueamiento es una respuesta de los corales al prolongado cambio de temperatura y no a las fluctuaciones bruscas de la temperatura.

La sedimentación es otra de las principales fuentes de degradación de arrecifes provocada por actividades humanas. El dragado cerca de los arrecifes de coral y la descarga de ríos incrementa la turbidez, esto provoca una disminución en la penetración de la luz, por lo tanto, es posible que la fotosíntesis disminuya, el sedimento daña a los pólipos en sentido mecánico y causa otros tipos de perturbaciones fisiológicas a los corales como por ejemplo el aumento en la respiración por la disminución de la fotosíntesis, además el bajo rango de luz inhibe el reclutamiento de plánulas de coral (Sheppard, 1982; Rogers, 1990; Sorokin, 1995; Brown, 1997).

Se han realizado pocos estudios científicos acerca de los efectos del dragado y las descargas de agua dulce con sedimento en las comunidades coralinas. En algunos casos es difícil determinar si la mortandad o blanqueamiento es una respuesta a las partículas de sedimento o al agua dulce (Rogers, 1990). La respuesta depende del escenario del arrecife, el régimen hidrográfico, la naturaleza del sedimento y la severidad de la descarga (Brown, 1997).

La sedimentación es un factor importante que controla generalmente el desarrollo y la distribución de los organismos del arrecife (Hubbard, 1986; Macintyre, 1988). Según Grigg y Dollar (1990), (después de un evento perturbador el tiempo normal de recuperación dentro de un arrecife fluctúa entre 5 y más de 50 años, pero en caso de que el daño sea repetitivo el tiempo de recuperación podría aumentar a más de 50 años.)

## ANTECEDENTES

El evento de El Niño es asociado a una corriente oceánica cálida que aparece en las costas del Océano Pacífico de América del sur, durante el verano. Los pescadores peruanos, siglos atrás, fueron quienes le dieron ese nombre, porque siempre se observaba a finales de diciembre cerca de Navidad (Prahl., 1983; Glynn, 1984; Glynn, *et al.*, 1988; Guzmán, *et al.*, 1987).

Este fenómeno se presenta a intervalos de dos a siete años, caracterizándose porque la superficie del mar y la atmósfera sobre él, presentan condiciones físicas anormales durante un período que va de doce a dieciocho meses. Estos cambios producen grandes variaciones en el estado del tiempo y clima alrededor del mundo y muchas veces tienen impactos profundos en el medio ambiente (Prahl., 1983; Glynn, 1984; Glynn, *et al.*, 1988; Guzmán, *et al.*, 1987).

También se nombra a este fenómeno como ENOS, que es acrónimo de El Niño-Oscilación del Sur, el cual se inicia en el Océano Pacífico Tropical cerca de Australia e Indonesia, donde la temperatura de las aguas superficiales aumentan unos grados por encima de lo normal. Este calentamiento se va desplazando hacia el Este y en un periodo aproximado de seis meses alcanza la costa de América del Sur, en el extremo Este del Pacífico.

Este desplazamiento de agua cálida va acompañado de un enfriamiento relativo cerca de Asia en el Pacífico occidental (Carriquiry, *et al.*, en prensa).

Durante el evento ocurrido en 1979-1980, se reportó blanqueamiento y mortalidad de coral en cuatro áreas del Pacífico, y en dos áreas de la provincia Caribeña (Glynn, 1991).

En el Pacífico Oriental el evento El Niño de 1982-1983 fue muy severo, causando una mortandad de corales, siendo más intenso en algunas localidades, tales como, la parte alta del Pacífico (sudoeste de Costa Rica y oeste de Panamá, 50-75% de mortalidad) y en la parte baja (Golfo de Panamá y en las Islas Galápagos, 85-97% de mortalidad) (Glynn *et al.*, 1988). Tal vez este evento es considerado como el más intenso en los últimos 200 años, causó una mortalidad del 60 al 90% de coral (Glynn, 1984; Glynn, 1991).

CUICRA

Durante el desarrollo del ENOS 1982-1983 en las Islas de Gorgona, Colombia, se observaron las primeras señales de blanqueamiento a partir del mes de abril en 1983; éste llegó a grandes proporciones en junio cuando se reportó un blanqueamiento del 87% en los arrecifes de La Azufrada, (Prahl, 1983a), en donde las colonias menos afectadas fueron las de *Pocillopora eydouxi* Edwards & Haime (1860). Prahl, en noviembre de 1984, hizo una visita a esta localidad y observó una recuperación sensible de los arrecifes coralinos, especialmente por el género *Pocillopora* Lamarck (1816) con una cobertura de un 15%, mientras que algunos corales masivos, como *Gardineroseris planulata* Dana (1846), no mostraron señales de recuperación (Prahl, 1985).

En el evento de 1987-1988, el blanqueamiento se presentó en doce sitios, incluyendo arrecifes del Mar Rojo y casi toda la región Caribeña, incluyendo el Banco de Corales (Golfo de México) y las Bermudas. Mientras que en el evento de El Niño de 1989-1990 sólo tuvo efectos severos en la región del Caribe (Glynn, 1991).

Prahl *et al.*, (1988) realizaron un estudio sobre la recuperación en la Isla Gorgona después del blanqueamiento ocasionado por El Niño de 1982-1983; los resultados obtenidos indicaron un activo y avanzado proceso de recuperación, además de una dominancia temporal de *Pocillopora capitata* y una escasez de corales masivos.

En Baja California, en los arrecifes de Cabo Pulmo, Reyes Bonilla (1993b) reportó diez especies hermatípticas de cinco géneros, con una cobertura de 30 a 40%. En esta localidad el evento El Niño de 1987 tuvo un efecto relativamente importante, los corales estuvieron expuestos a temperaturas de más de 29°C durante cinco meses. El blanqueamiento fue reportado entre los meses de agosto y noviembre de 1987 con un daño del 10%; para marzo de 1988 el evento dañó principalmente al género *Pocillopora*, y en noviembre de 1988 el 17% del mismo género se blanqueó. A partir de marzo de 1988, algunas de las colonias sobrevivientes pudieron recuperarse y regeneraron las zooxantelas.

Durante el evento de El Niño de 1997-1998, el blanqueamiento del coral comenzó en julio de 1997 desde el Golfo de California hasta Jalisco y las Islas Revillagigedo, Colima. El punto más crítico del blanqueamiento se presentó en agosto-septiembre de 1997, la temperatura del océano fue de 31-34°C. En Nayarit, cerca del 60% de los corales

fue blanqueado, después en las Islas Revillagigedo con una mortalidad de 10-15% (Kramer, *et al.*, 2000).

En Bahía de Banderas, México, se encuentran zonas con desarrollo coralino que son diferentes en estructura que dependen de su ubicación dentro de la bahía. En la región norte (Carelleros-Punta de Mita, Nayarit) presentan desarrollo de zonas arrecifales de tipo franja que alcanzan hasta 3 m de espesor dominados por *Pocillopora damicornis* Linnaeus (1758). Mientras que en la región sur (Los Arcos-Yelapa, Jalisco) presentan un pobre desarrollo arrecifal, se encuentran principalmente comunidades coralinas dominadas por colonias masivas del género *Porites* Link (1807) y poco desarrollo de especies ramosas (Cupul-Magaña *et al.*, 1998).

Carriquiry y Reyes Bonilla (1997) encontraron una cobertura de coral mayor a 35% con una dominancia casi absoluta de *Pocillopora damicornis*, en las comunidades coralinas de los arrecifes de Nayarit, al norte de Bahía de Banderas. Estos arrecifes no parecen haber sido afectados por los eventos de El Niño anteriores al evento de 1997-1998, tal vez por la atenuación de las anomalías térmicas en la zona por la mezcla de aguas mas frías provenientes de las surgencias en Bahía de Banderas y de la Corriente de California. En el evento de El Niño de 1997-1998, algunas de las comunidades coralinas de Bahía de Banderas y del sur de Nayarit fueron afectadas fuertemente por el blanqueamiento y alcanzó una mortalidad de 95% (Cupul-Magaña, *et al.*, 1999; Carriquiry *et al.*, en prensa). Este repentino blanqueamiento y mortalidad masiva de corales, al parecer, fue provocado principalmente por la tasa acelerada de calentamiento en el área (+3.5°C/mes) (Carriquiry, *et al.*, en prensa). Una de las localidades que fue afectada por este evento fue la de Los Arcos frente a Puerto Vallarta, que tuvo un blanqueamiento y mortalidad masiva de 96% (Cupul-Magaña *et al.*, 1999).

Rodríguez Zaragoza (1998) hizo un estudio del arrecife de Carelleros, localizado al norte de Bahía de Banderas, en el estado de Nayarit. Este arrecife presenta una estructura física bien desarrollada que se caracteriza por la presencia de un arrecife tipo franja, presentando una zonación aparente: plataforma, pendiente y base arrecifal. Presenta una riqueza de 4 familias y 9 especies de corales hermatípicos dominando en abundancia el

género *Pocillopora* y la especie *P. damicornis*, con una cobertura de coral vivo de 22.07%. Durante este estudio se desarrolló el evento de El Niño 1997-1998.

En la localidad de Corral del Mangle en Nayarit, anterior al evento de El Niño, se observaron 7 especies de corales hermatípicos pertenecientes a 4 géneros: *Pocillopora* (3 especies), *Pavona* (1), *Psammocora* (1) y *Porites* (2). La especie dominante anterior a El Niño 1997-1998, fue *Pocillopora damicornis*, presentando una cobertura total de 4.56% (Cupul-Magaña, com. pers.).

---

\* M. en C. Amilcar Leví Cupul Magaña. Universidad de Guadalajara, CUC., Departamento de Ciencias. Av. Universidad de Guadalajara #203. Del. Ixtapa, Pto. Vallarta, Jal. México. alevi@vallarta.cuc.udg.mx.

## JUSTIFICACIÓN

En Bahía de Banderas el evento El Niño de 1997-1998 fue severo, se observó un blanqueamiento masivo y una gran mortalidad (96%) en las comunidades coralinas de esta bahía, principalmente en sitios específicos con importancia turística como es la localidad de Corral del Mangle, Nayarit. Este sitio además, presenta un impacto muy importante provocado por la construcción de un campo de golf y un hotel de gran turismo, que provocó una gran cantidad de sedimento suspendido. Por lo tanto es de gran importancia conocer la estructura de esta comunidad coralina después del evento de El Niño 1997-1998 .

## OBJETIVOS

### General

Determinar la estructura de la comunidad de los corales pétreos en Corral del Mangle, Nayarit después del evento El Niño 1997-1998.

### Particulares

- Identificar las especies de coral predominantes que se encuentran en la comunidad coralina de Corral del Mangle
- Determinar el porcentaje de cobertura total relativa y absoluta de la comunidad coralina.

## AREA DE ESTUDIO

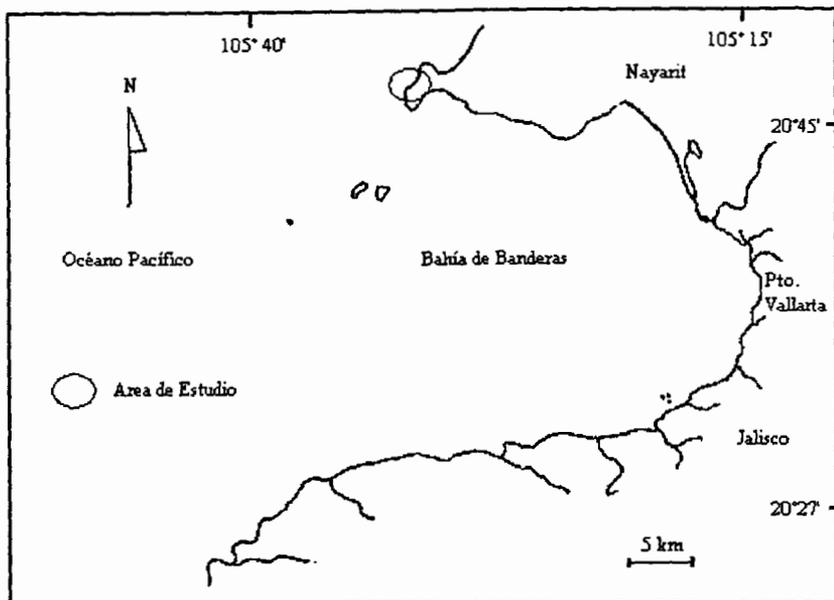
Bahía de Banderas presenta una superficie de 1,407 km<sup>2</sup>, comprende la parte sudoeste del estado de Nayarit y la parte noroeste del estado de Jalisco. Su ubicación geográfica está entre 20°15' y 20°47' latitud norte y 105°15' y 105°42' longitud oeste. Al norte su límite morfológico es Punta de Mita, Nayarit, y al sur Cabo Corrientes, Jalisco (Fig. 1). La bahía presenta playas arenosas en la parte norte a diferencia de toda la costa sur que presenta playas particularmente rocosas y escarpadas, con algunas playas arenosas. En la parte sur hay un cañón submarino o fosa tectónica que va de 1,436 a 1,754 m de profundidad (Cupul-Magaña, 1998).

La circulación oceánica varía estacional y anualmente, ya que es el punto de convergencia de tres importantes sistemas de corrientes: la Corriente de California, la cual es fría y de baja salinidad y fluye en dirección sur; la Corriente Costera de Costa Rica, cálida, que fluye hacia el norte; y la Corriente del Golfo de California, cálida y densa, que es transportada al sur. Estas corrientes convergen en la región uniéndose con la Corriente Norecuatorial (Wyrтки, 1965).

En esta región el agua superficial se mueve en dirección norte y noroeste durante el verano y otoño (de junio a noviembre) y hacia el sur y suroeste durante el resto del año (Carriquiry y Reyes-Bonilla, 1997).

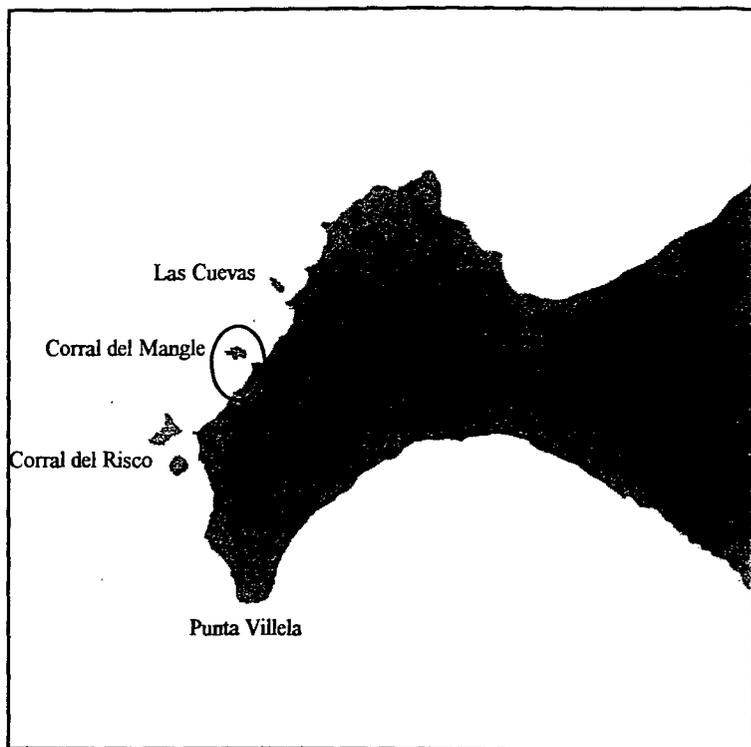
La temperatura promedio de la superficie del mar en la bahía es de 23.7°C durante el invierno, 26.6°C en primavera, 28.5°C en verano y 26.8°C en otoño (Serviere-Zaragoza, 1993). En invierno y primavera hay descensos marcados de la temperatura en la zona, que llegan hasta 20 °C (Carriquiry y Reyes-Bonilla, 1997).

Las surgencias ocasionan que la termoclina verdadera aparezca normalmente a profundidades tan someras como de 40 a 60 m, e inclusive llegue hasta los 20 m, haciendo que la capa de mezcla se sitúe en la zona a los 30 m de profundidad en promedio (Wyrтки, 1965).



**Figura 1. Localización de la zona de estudio en Bahía de Banderas.**

La localidad de Corral del Mangle (Fig. 2) presenta fondo rocoso principalmente en la parte cercana a la playa; la cobertura de coral es relativamente baja presentando una amplia cobertura de coral muerto como sustrato, es vulnerable a las descargas de agua y sedimento de un arroyo que desemboca en este sitio.



**Figura 2. Localización de Corral del Mangle en Punta Mita, Nayarit (Rodríguez-Zaragoza, 1998).**

## METODOLOGÍA

La zona de estudio se visitó diez veces entre los meses de diciembre y marzo del 2000, estas visitas se hicieron por el campo de golf del hotel y por panga.

Para el cumplimiento de los objetivos, la metodología se dividió en dos partes: trabajo de campo y procesamiento de datos.

### Trabajo de campo.

Para evaluar el estado de la comunidad coralina se utilizó el método de Transecto de Línea Interceptado (TLI), éste se aplica para evaluar a la comunidad bentónica sésil de los arrecifes coralinos, usando las categorías de forma de vida, la cual da una descripción morfológica de la comunidad del arrecife (English *et al.*, 1997).

El muestreo se realizó con buceo SCUBA, para la toma de los datos se utilizó una tabla de acrílico y lápiz y una cinta métrica de 30 m de longitud.

En total se realizaron seis transectos de los cuales dos de ellos eran perpendiculares a la costa midiendo 60 y 90 m de longitud cada uno, los restantes fueron paralelos a la costa de 10 m cada uno a distintas profundidades y zonas del parche arrecifal: fuera del parche (5 m), base (3 m), mitad del parche (2 m) y cerca de la playa (1.5 m), el área total muestreada fue de 190 m<sup>2</sup>, tratando de abarcar toda la comunidad arrecifal.

### Procesamiento de datos

Con los datos de campo se estimó el porcentaje total de cobertura absoluta y relativa de cada especie, así como por cada transecto, se obtuvo también el porcentaje de coral vivo y muerto, y el tipo de sustrato.

Para obtener el porcentaje de cobertura absoluta de coral se usó la siguiente fórmula:

$$\% CA = \frac{TLFV}{Lt} \times 100$$

El porcentaje de cobertura relativa se obtuvo a través de la siguiente fórmula:

$$\% CR = \frac{\% CAFV}{SCA} \times 100$$

% CA= porcentaje de cobertura absoluta.

TLFV= total de la longitud de la colonia.

Lt= longitud del transecto.

% CR= porcentaje de cobertura relativa.

% CAFV= porcentaje de cobertura absoluta de la colonia.

SCA= sumatoria de coberturas absolutas.

Los resultados de cobertura total absoluta y relativa se compararon con los obtenidos anteriormente al evento de El Niño.

## RESULTADOS

La zona de estudio se presenta como una caleta de aproximadamente 25 has de superficie, delimitada por dos puntas rocosas. La profundidad del área alcanza 7 m y el fondo está caracterizado principalmente por parches arrecifales con arena y algunos promontorios rocosos.

Antes de la construcción del hotel y el evento El Niño 1997-1998, la especie dominante en la zona de estudio era *P. damicornis*, con una cobertura total absoluta de 43.98%, además de otras 2 especies de este género, también se encontraron especies de los géneros: *Pavona* (1), *Psammocora* (1) y *Porites*. Después de estos disturbios la estructura de la comunidad cambió y se encontraron 3 especies: *Pocillopora damicornis*, *Psammocora stellata* y *Porites panamensis*, de las cuales, todas se registraron en los transectos.

### Estructura de la Comunidad.

#### Cobertura.

En la zona de estudio, la especie *P. damicornis* tuvo una mortandad muy alta y casi el total de las colonias desapareció, en toda el área muestreada sólo una colonia de esta especie fue encontrada viva en el transecto IV, con una cobertura total absoluta de 0.037%. En el transecto 5 se presentó la mayor cobertura de coral muerto con 68% seguida por el transecto I con 50.37%, no se registró en el transecto III.

*P. stellata* sólo se registro en 3 de los 6 transectos, el que obtuvo mayor cobertura fue el transecto V con 10.6%, *P. panamensis* obtuvo su mayor porcentaje en el transecto VI con 17.2%.

En el transecto III no se registraron corales y se obtuvo un porcentaje de arena de 70.89%, mientras que en el transecto V no se obtuvo un registro. En los transectos III, IV y VI se obtuvo una cobertura de roca de 28.92%, 70.87% y 38.1% respectivamente (Tabla I).

*P. panamensis* presenta una cobertura total absoluta de 6.7%, *P. stellata* de 3.45% y *P. damicornis* 0.037% (Tabla II). La cobertura total absoluta de coral muerto es de

54.56%. La cobertura total relativa para estas tres especies es de 15.35, 6.53 y 0.24% respectivamente, y los esqueletos de *P. damicornis* presentaron 78.11%.

**Tabla I. Porcentaje de cobertura absoluta por transecto**

Transectos	<i>P.d.m.</i>	<i>P.s</i>	<i>P.p</i>	Pc	Ar/Pc	Ar	Roca	Roca/ alga	Roca/ Arena
No. 1(60 m)	50.37	6.97	8.33	1.75	31.68	1.08	0	0	0
No. 2(90 m)	44.53	1.47	5.11	17.48	0.56	28.92	0	1.93	0
No.3(10 m)	0	0	0	0	0	70.87	18.74	10.37	0
No.4(10 m)	26.3	0	14.1	2.4	0	23.2	17.2	3	13.1
No.5(10 m)	68	10.6	0	2	3.4	0	0	0	16
No.6(10 m)	33.2	0	17.2	0	2.5	38.1	4.5	0	0

*P.d.m:* *Pocillopora damicornis* muerto, *P.s:* *Psammocora stellata*, *P.p:* *Porites panamensis*, Pc: pedacera de coral, Ar/pc: arena con pedacera de coral, Ar: arena.

**Tabla II. Porcentaje de cobertura total absoluta para cada especie.**

Especie	% de cobertura total absoluta
<i>Pocillopora damicornis</i> <i>vivo</i>	0.037
<i>Porites panamensis</i>	6.7
<i>Psammocora stellata</i>	3.45
Pedacera de coral	54.56
Arena/Pedacera de coral	9.06
Arena	21.01
Roca	2.13
Roca/algas	1.62
Roca/arena	1.53

## DISCUSION

Antes del evento El Niño 1997-1998 y de la construcción del hotel, la especie *Pocillopora damicornis* era dominante, mientras que los géneros *Porites* y *Psammocora* sólo se presentaban como pequeñas colonias.

Posterior a este evento, la mayoría de las colonias de la especie *P. damicornis* se encontraron muertas, registrándose sólo una pequeña colonia viva con una longitud de 7 cm, según Veron (1993), esta especie presenta mayor dificultad para la recuperación, ya que es muy sensible a los cambios climáticos.

Las especies *P. stellata* y *P. panamensis* incrementaron su cobertura, encontrándose pequeñas colonias por todo el parche arrecifal; el tamaño de estas colonias para la especie *P. stellata* son de 2 cm a 12.2 cm. La especie *P. panamensis* registrada actualmente presenta colonias que van de 2 a 38.8 cm. La mortalidad de *P. damicornis* es posible que haya permitido que *P. stellata* y *P. panamensis* colonicen el parche arrecifal, ya que son más resistentes a las condiciones que se presentan en la zona (Veron, 1993), se observó que *P. stellata* está creciendo sobre los esqueletos muertos de *P. damicornis*, mientras que *P. panamensis* lo hace en el borde del parche arrecifal.

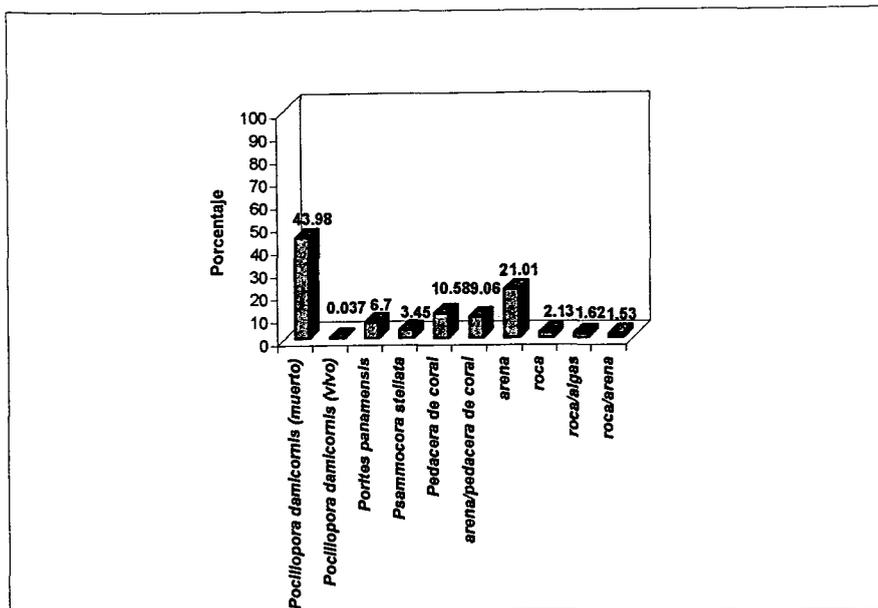
El cambio en la cobertura coralina entre el año de 1997 a la fecha explica como los eventos naturales y antropogénicos que se llevaron a cabo en la zona de estudio han afectado de manera significativa a la comunidad coralina.

El cambio de cobertura ha sido importante. En la gráfica 1 se observa que la especie con mayor cobertura absoluta es *P. panamensis*, seguida por *P. stellata*, mientras que *P. damicornis* vivo presentó una cobertura absoluta de 0.037%, la cobertura de pedacera de coral es muy alta con 10.58%, que sumado a la cobertura absoluta de *P. damicornis* muerto con 43.98% da un total de coral muerto de 54.56 %.

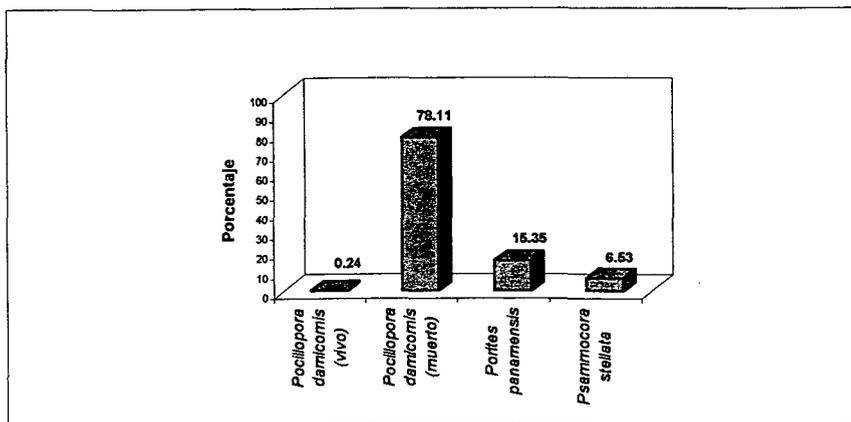
La cobertura de *P. damicornis* muerto es posible que indique la cobertura que presentaba esta especie antes de los disturbios, siendo la dominante en la comunidad coralina.

En la gráfica 2, se observa que *P. panamensis* es la especie dominante, la colonia viva de *P. damicornis* sólo presentó un 0.24% mientras que las colonias muertas un

78.11%, es decir, que antes de los disturbios había un 78.11% de cobertura total relativa de *P. damicornis*, lo que indica la mortalidad que presentó esta colonia.



**Gráfica 1. Porcentajes de Cobertura Total Absoluta**

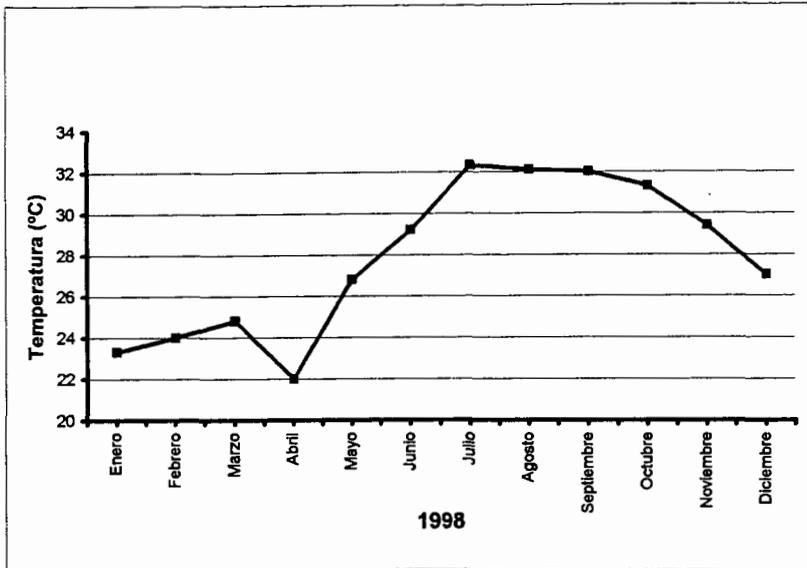


**Gráfica 2. Porcentajes de Cobertura Total Relativa Temperatura.**

Corral del Mangle se encuentra en la zona norte de la bahía y pertenece al estado de Nayarit, y presenta desarrollo coralino importante. Las temperaturas oceánicas que se presentan entre 0 y 20 m de profundidad son adecuadas para la supervivencia y el desarrollo de arrecifes coralinos, se presentan surgencias que ocasionan que la termoclina verdadera aparezca normalmente a profundidades someras que van de 40 a 60 m, e inclusive llegue hasta los 20 m, haciendo que la capa de mezcla se sitúe a los 30 m de profundidad en promedio (Carriquiry y Reyes-Bonilla, 1997). Ya que los corales viven en el límite de su umbral de tolerancia, los cambios repentinos y duraderos que se presentaron en la temperatura superficial del mar durante el evento El Niño provocaron un estrés a los corales para poder sobrevivir, estos expulsaron las zooxantelas provocando el blanqueamiento y por la duración de estas altas temperaturas que se presentaron durante este evento provocaron una gran mortalidad.

Las condiciones durante el evento afectaron a *P. damicornis*; en la localidad como en toda la bahía, esta fue la especie mas afectada debido a que es muy sensible a los cambios de temperatura. La temperatura óptima para el crecimiento y la reproducción de esta especie es de 26 a 27 °C. El metabolismo de esta especie es rápido y vive en los límites de su umbral de tolerancia, lo que la hace vulnerable a los cambios repentinos y duraderos de la temperatura, mientras que los géneros *Porites* y *Psammocora* presentan un metabolismo lento, lo que les permite tener mas resistencia a los cambios de temperatura (Glynn, *et al.*, 1991).

La temperatura superficial del océano en la bahía durante el evento de 1997-1998 varió entre 17° C como mínimo y 32° C como máximo, y la temperatura más alta tuvo una duración de diez semanas consecutivas (Carriquiry, *et al.*, en prensa) (Figura 3). Coles *et al.* (1976) y Jokiel y Coles (1977) mencionan que las especies de *Pocillopora* presentan amplios rangos de tolerancia térmica, soportando por corto tiempo temperaturas de hasta 34 °C, por lo tanto, es posible que la duración de estas altas temperaturas haya provocado la muerte de los corales.



**Figura 3. Temperatura promedio mensual del agua durante El Niño 1998 (Rodríguez-Zaragoza, 1998).**

Las temperaturas alcanzadas en el evento de 1997-1998 y su persistencia fue lo que provocó la mortandad de *P. damicornis*, principalmente. Prahl (1985) menciona que en Colombia, en la isla de Gorgona, los corales de esta especie pueden soportar una temperatura crítica del agua que fluctúa alrededor de los 32.8 °C y no muestran señales de alteración a temperaturas de 32 °C. Este autor afirma que las altas temperaturas durante el Niño 1982-1983, y su larga duración, fueron sin lugar a dudas los causantes de esta catástrofe en el Pacífico americano.

Glynn *et al.* (1991) mencionan que las poblaciones de *Pocillopora spp.* en el Pacífico Oriental tienen la capacidad de recuperarse de los disturbios físicos y bióticos y que la correlación entre la gametogénesis y el rango de crecimiento esquelético podría indicar que estos corales muestran una respuesta positiva a las condiciones ambientales favorables. Esto puede indicar que la colonia de *P. damicornis* que se encontró viva en Corral del Mangle indique que esta localidad está en proceso de recuperación en cuanto a

esta especie. Las especies del género *Pocillopora* se caracterizan porque presentan reproducción asexual por fragmentación (Reyes-Bonilla, 1993c), es posible que la colonia viva haya crecido debido a algún fragmento vivo de alguna colonia que sobrevivió a los disturbios o por liberación de pólipos. Algunos parches arrecifales que sufrieron disturbios pueden ser colonizados rápidamente por sobrevivientes que se reproducen frecuentemente produciendo larvas (Glynn, *et. al*, 1991).

### **Sedimentación.**

Corral del Mangle durante el estudio presentó baja transparencia del agua, debido a la resuspensión del sedimento por las corrientes de marea durante las mareas vivas y el oleaje. En la zona generalmente se observaron colonias pequeñas, lo cual puede deberse a que hay un gasto energético que tienen para eliminar el sedimento, ya que como menciona Rogers (1990) en una comunidad o arrecife donde se presentan un promedio de colonias pequeñas indica la influencia de la sedimentación. En Corral del Mangle durante el estudio se observó que las colonias de *P. panamensis* eran colonias pequeñas, lo mismo que las especies de *P. stellata*.

La especie *P. stellata* ha sido reportada desde México (24°N) a la Isla La Plata, Ecuador en el Pacífico oriental, después de El Niño 1982-1983 la población de esta especie disminuyó y casi fue extinta en Las Galápagos y Panamá, en el Golfo de California presenta poblaciones más al norte en la costa oeste de América (Ochoa-López y Reyes-Bonilla, 1997). *P. stellata* es una especie que es muy resistente a la sedimentación, ya que su rango de crecimiento es lento, además de que tienen la capacidad de quitar el sedimento por el movimiento mecánico de los pólipos (Veron, 1993).

En algunos arrecifes del Pacífico Oriental se presentaron cambios en la cobertura coralina, como en el arrecife Diego que pertenece al Parque Nacional de Ensenada de Utria, Colombia, que está cubierto por colonias de *P. damicornis* muertas y *P. stellata* vivas, ya que esta comunidad se deterioró debido a disturbios naturales y antropogénicos (Vargas-Angel, 1996). Es posible que en los arrecifes que fueron influenciados por este

tipo de disturbios presenten características similares, como en el caso de Corral del Mangle donde se observó algo similar al arrecife Diego.

En Corral del Mangle se observa que todo el parche arrecifal se encuentra cubierto de algas, y no se registraron corales blanqueados o que hayan muerto recientemente. Chou (1988) argumenta que en los arrecifes de Singapur la ausencia de esqueletos de coral indican que los sobrevivientes ya son tolerantes o están adaptados a bajos niveles de luz. Aunque es posible que la adaptación de los corales a grandes perturbaciones desaparezca cuando éstas se vuelven crónicas (Buddemeier y Gatuso, 2000).

En el Pacífico mexicano el disturbio por sedimentación se ha presentado en diferentes localidades. En el archipiélago de Revillagigedo, en la isla Socorro, la sedimentación ocasionada por el sobrepastoreo y el tránsito de la población de borregos ferales han causado serios daños a las comunidades coralinas, estas aparecieron sepultadas con hasta 30 cm de sedimento, las saludables eran de la especie *P. lobata* y algunas colonias del género *Pocillopora*. Corales de otras especies que no estaban enterrados presentaron grandes porciones esqueletales sin tejido y frecuentemente cubiertos de algas, hubo ausencia de peces invertebrados (Ochoa-López, *et al.*, 1998), esto tal vez se deba a que el sedimento permanece suspendido en el área y provoca que haya un estrés continuo, las especies que sobrevivieron de alguna manera se han hecho resistentes a este tipo de disturbio.

En campo se ha observado que el sedimento afecta en varias formas a los corales: 1) se presenta una reducción en la cantidad de luz disponible, ya que los corales necesitan luz para crecer; 2) hay un gasto energético, los pólipos remueven el sedimento por acción tentacular y ciliar, por distensión del cuerpo y por medio de capas de mucus; 3) hay una interferencia en la alimentación; 4) disminuye la tasa de crecimiento de los corales; 5) baja diversidad de especies; y, 6) especies ramosas de lento crecimiento (Hubbard y Pocock, 1972; Lewis, 1976 en Cortés y Risk, 1984; Cortés, 1984; Rogers, 1990).

*P. panamensis* es la más abundante en la bahía principalmente en la zona sur, los pólipos son más pequeños que los de *Porites lobata*, Los tipos de colonias de *P. panamensis* son nodulares o incrustantes (Glynn, *et al.*, 1994), esto puede influir

positivamente en la capacidad de los pólipos para remover el sedimento por acción tentacular y ciliar.

### **Recuperación.**

Es posible que los factores que controlan a la comunidad coralina de Corral del Mangle sea el sedimento y el crecimiento de algas, en la localidad en cada ciclo de mareas el sedimento es resuspendido, por lo tanto, esto influye en el tiempo de recuperación. También se observa un crecimiento de algas que puede impedir que los reclutas de los corales se puedan asentar, sumado al sedimento que se encuentra depositado sobre las rocas o esqueletos de corales.

Corral del Mangle se está recuperando aunque muy lentamente, las especies que están colonizando a esta comunidad son resistentes a la baja cantidad de luz disponible y al sedimento, y se observó una colonia de *P. damicornis*, es probable que esta especie ya no pueda desarrollarse normalmente como en otras localidades de la bahía. Grigg y Dollar (1990) (en Ochoa-López, *et al.*, 1998) mencionan que el tiempo normal de recuperación después de disturbios que afectan a la comunidad, fluctúa entre 5 y más de 50 años.

En Corral del Mangle no se observaron peces o invertebrados que puedan dañar a los corales. Cortés (1992) argumenta que algunos de los factores para que un arrecife pueda tardar siglos en recuperar su espesor normal son: 1) si la mortalidad de coral fue extensiva, afectando a todas las especies; 2) la reproducción y el reclutamiento bajo; 3) los recursos de larvas están lejos; 4) actividad de coralívoros intensa, y 5) los constructores de arrecifes están siendo destruidos. En Corral del Mangle es posible que la recuperación sea continua aunque muy lenta ya que hubo una gran mortalidad de corales, por otra parte, las especies que se encontraron están aumentando en cobertura.

La recuperación de los corales en arrecifes dañados es un proceso que depende del tipo de disturbio, de la composición de especies y sus estrategias de vida, la cantidad de larvas en la columna de agua, etc., (Pastorok y Bilyard, 1985, en Ochoa-López, *et al.*, 1998). En Corral del Mangle los disturbios fueron intensos y provocaron un gran daño a

la comunidad coralina, las especies que se encontraron en el estudio presentan estrategias de vida donde pueden colonizar comunidades con este tipo de estrés, además es posible que larvas de colonias de arrecifes cercanos sean acarreadas por corrientes y lleguen a colonizar este parche.

Carriquiry y Reyes Bonilla (1997) mencionan que en las costas de Nayarit convergen distintas corrientes oceánicas que pueden acarrear larvas y adultos en objetos flotantes desde dos importantes regiones geográficas: el Golfo de California y el sur del Pacífico oriental. Vizcaino-Ochoa (2000) menciona que en Bahía de Banderas existen las condiciones apropiadas para el asentamiento de corales y que lo más probable es que las colonias asentadas en esta zona tengan la suficiente capacidad para reproducirse. La circulación costera puede influir de manera determinante en el reclutamiento de corales (Medina-Rosas, 2000). Estos factores pueden ser determinantes para que la zona de estudio sea colonizada por nuevas especies que presenten resistencia al sedimento, así como de las especies que ya se encontraban en Corral del Mangle.

## CONCLUSIONES

Desde el punto de vista turístico, la zona de estudio se considera de gran atractivo debido a su belleza natural. A partir de 1995 la construcción de un hotel de gran turismo y campo de golf, provocó la eliminación de la cobertura vegetal afectando a la comunidad coralina, ya que la preparación del terreno para la instalación del sistema de riego ocasionó que se removiera una gran cantidad de sedimento que posteriormente fue transportado hacia la zona de estudio a través del arroyo, principalmente en la época de lluvias. Como consecuencia, hubo un (sepultamiento) de la comunidad coralina, (disminución de la transparencia) del agua, y asociado a las (altas temperaturas) provocadas por el evento de El Niño se reflejó en una gran mortandad principalmente de las especies del género *Pocillopora*.

El evento El Niño 1997-1998 fué de los más intensos del siglo (Carriquiry, *et al.*, en prensa), y provocó una gran mortalidad en la bahía, siendo Corral del Mangle una de las partes mas afectadas.

Después de los disturbios la estructura de la comunidad cambia, ya que anteriormente la especie dominante era *P. damicornis*. Durante el estudio se observó que la mayoría de las colonias estaban cubiertas de algas y solo se encontró una colonia viva.

Durante el estudio se encontraron las siguientes especies: *Psammocora stellata*, *Porites panamensis* y *Pocillopora damicornis*.

Después del estudio la especie dominante fue *P. panamensis*, sin embargo, *P. stellata*, está colonizando el parche arrecifal. Esta especie se encuentra generalmente en zonas con problemas de sedimentación y altas temperaturas, por lo tanto, es muy resistente, y actualmente se presentan un gran número de colonias.

Las comunidades coralinas de Corral del Mangle presentan las características típicas de daño por sedimentación, reducción en las tasas de crecimiento, aumento en la concentración de sedimentos atrapados en el esqueleto, reducción en la cobertura de coral vivo, reducción en la diversidad de corales, cambios en la composición de especies, variación en el tamaño promedio de las colonias y crecimiento de algas sobre los esqueletos .

## **RECOMENDACION**

Es importante seguir visitando esta localidad para darle un seguimiento al proceso de recuperación de la comunidad coralina, después de un evento tan fuerte como el evento El Niño 1997-1998 y por el efecto del sedimento.

## LITERATURA CITADA

- Barnes, R.A. 1990. **Zoología de los Invertebrados**. Ed. Interamericana. México. 957 pp.
- Birkeland Ch. 1997. **Life and Death of Coral Reefs**. Charles Birkeland (editor). Ed. Chapman & Hall. USA. 536 pp.
- Brown, B.E. 1997. **Disturbances to Reefs in Recent Times**. 354-379. En: Birkeland, Ch. (Ed). **Life and Death of Coral Reefs**. Ed. Chapman & Hall. USA. 536 pp.
- Brown, B.E., Odgen, J.C. 1993. **Coral Bleaching**. Scientific American. 269: 64-70. En: <http://www.uvi.edu/coral.reefer/index.html>.
- Buddemeier, R. W., Gatuso, J.P. 2000. **Degradación de los arrecifes coralinos**. Mundo Científico. 217:44-48.
- Carricart-Ganivet, J.P. y Horta-Puga, G. 1993. **Arrecifes de Coral en México**. 81-92. En: Salazar-Vallejo, S.I. y González, N.E. (eds). **Biodiversidad Marina y Costera de México**. Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO, México, 856 pp.
- Carriquiry, J.D. y Reyes-Bonilla, H. 1997. **Estructura de la comunidad y distribución geográfica de los arrecifes coralinos de Nayarit, Pacífico de México**. Ciencias Marinas 23(2): 227-248.
- Carriquiry, J.D., Cupul-Magaña, A.L., Rodríguez-Zaragoza, F. and Medina-Rosas, P. (en prensa). **Coral bleaching and mortality in the Mexican Pacific during the 1997-1998 El Niño and prediction from remote sensing approaches**. Bull. of Marine Science.

- CGSNI. 1979. **Atlas de Huracanes en el Océano Pacífico y en el Océano Atlántico**,  
Coord. Gral. Sist. Nac. Inform., SPP. México, 49 pp. En Carriquiry y Reyes  
Bonilla, 1997.
- Chou, L.M. 1988. **Community structure of sediment stressed reefs in Singapore**.  
*Galaxea* 7: 101-111.
- Cortés, J. 1997. **Biology and geology of eastern Pacific coral reefs**. *Coral Reefs*. 16  
Suppl. S 39-S 46.
- Cortés, J. Y Risk, M.J. 1984. **El Arrecife Coralino del Parque Nacional Cahuita,**  
**Costa Rica**. *Rev. Biol. Trop.* 32(1): 109-121.
- Cupul-Magaña, A.L., Carriquiry, J.D., Rodríguez-Zaragoza, F. y Medina-Rosas, P. 1999.  
**Blanqueamiento y mortalidad de corales en la región de Bahía de Banderas,**  
**Pacífico Mexicano, durante El Niño 1997-1998**. Resumen del VII Congreso de  
la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés, A.C. y I Simposium  
Internacional sobre el Mar de Cortés. 22 pp.
- Cupul-Magaña, A.L., Rodríguez-Zaragoza, F.A. y Franco-Perez, O.A. 1998.  
**Comunidades coralinas de Bahía de Banderas: diferencias entre la Costa**  
**norte y sur de la bahía**. Resumen del XI Congreso Nacional de Oceanografía.  
Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California. 102 pp.
- Cupul-Magaña, F.G. 1998. **¿Quién es la Bahía de Banderas?**. *Revista Divulgare*.  
(UABC). 21: 48-52.
- English, S., Wilkinson, C. y Baker, V. 1997. **Survey Manual for Tropical Marine**  
**Resources**. 2da. Ed. Australian Institute of Marine Science. Press. Townsville,  
Australia.

- Glynn P.W. 1984. **Widespread coral mortality and the 1982-83 El Niño warming event.** Environ. Conserv. 11: 133-146.
- Glynn, P.W., Cortes, J., Guzmán, H.M. y Richmond, R.H. 1988. **El Niño (1982/1983) associated coral mortality and relationship to sea surface temperature deviations in the tropical eastern Pacific.** Proceeding of the 6<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium, Australia, Vol. 3.
- Glynn, P.W., Gassman, N.J., Eakin, C.M., Cortes, J. Smith, D.B., Guzman, H.M. 1991. **Reef coral reproduction in the eastern Pacific: Costa Rica, Panama, and Galapagos Islands (Ecuador). I. Pocilloporidae.** Marine Biology, 109, 355-355 p.
- Glynn, P.W., Colley, S.B., Eakin, C.M., Smith, D.B., Cortes, J. Gassman, N.J., Guzmán, H.M., Del Rosario, J.B. and Feingold, J.S. 1994. **Reef coral reproduction in the eastern Pacific: Costa Rica, Panama, and Galapagos Island (Ecuador). II. Poritidae.** Marine Biology, 118, 191-208 p.
- Glynn, P.W. 1991. **Coral reef, bleaching in the 1980s and possible connections with global warming.** TREE. (6)6: 175-179.
- Glynn, P. W. 1993. **Coral reef bleaching: ecological perspectives.** Coral Reefs 12: 1-17
- Grigg, R.W. and Dollar, S.J. 1990. **Natural and anthropogenic disturbances on coral reefs.** En: Ochoa-López, E., Reyes-Bonilla, H. y Ketchum-Mejía, J. 1998. **Daños por sedimentación a las comunidades coralinas del sur de la Isla Socorro, Archipiélago de Revillagigedo, México.** Ciencias Marinas. 24(2): 233-240.
- Guzmán, H.M., Cortés, J., Richmond, R.H. y Glynn, P.W. 1987. **Efectos del fenómeno de “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. y Cortés, J. 1993. **Arrecifes coralinos del Pacífico Oriental Tropical: Revisión y Perspectivas**. Rev. Biol. Trop. 41(3): 535-557.
- Guzmán, H.M. y Guevara, C.A. 1998. **Arrecifes coralinos de Bocas del Toro, Panamá: I distribución, estructura y estado de conservación de los arrecifes continentales de la Laguna de Chiriquí y la Bahía Almirante**. Rev. Biol. Trop., 46(3): 601-623.
- Hodgson, G. 1995. **Corales pétreos marinos (Tipo Cnidaria, Orden Scleractinia). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Volumen I**. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Comisión Europea (CE), Instituto de Investigación Senckemberg (FIS) y Agencia Noruega para el Desarrollo Internacional (NORAD). 83-97.
- Hoegh-Guldberg, Berkelmans, R, and Oliver, J. 1997. **Coral bleaching: implications for the Great Barrier Reef Marine Park**, CRC January 1997 Conference in research and reef management proceeding. 21-43.
- Hubbard, D.K. 1986. **Sedimentation as a control of reef development: St. Croix, U.S.V.I.** Coral Reefs 5:117-125 (Citado en Rogers, 1990).
- Jackson, J.B.C. 1991. **Adaptation and Diversity of Reef Corals**. BioScience. (41)7: 475-482.
- Jessop, M.N. 1990. **Invertebrados: Teoría y Problemas de Zoología**. Ed. Interamericana-McGraw-Hill. España. 294 pp.
- Kramer, P., Kramer, P. R., Arias-González, E., y Mcfield, M. 2000. **Status of Coral Reefs of Northern Central America: México, Belize, Guatemala, Honduras**,

**Nicaragua and El Salvador.** 287-313 pp. Ed. Wilkinson, C. **Status of Coral Reefs of the World: 2000.** Australian Institute of Marine Science. 363 pp.

Lincoln, R. y Sheals, G. 1989. **Invertebrados. Guía de captura y conservación.** Interamericana. McGraw-Hill. España. 205 pp. En: Medina-Rosas, P. 1997. **El efecto de las actividades turísticas sobre los corales pétreos (Cnidaria, Anthozoa, Scleractinia) de los Arcos, Jalisco.** Tesis de Licenciatura. U. de G. CUCBA. México. 86 pp.

Macintyre, I. 1988. **Modern coral reefs of western Atlantic: New geological perspective.** Bull. Am. Ass. Petrol. Geol. 72: 1360-1369.

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

Muller-Parker, G. and D'Elia, C.F. 1997. **Interactions between corals and their symbiotic algae.** 96-113 En: Charles Bikeland (Ed). **Life and Death of Coral Reefs.** Chapman and Hall. USA. 536 pp.

Muscatine, L., McCloskey, L.R. and Marian, R.E. 1981. **Limnol. Oceanogr.** 26: 601-611.

Ochoa-López, E., Reyes-Bonilla, H. 1997. **Range extension of *Psammocora stellata* (Scleractinia:Siderastreidae) in the Gulf of California, México.** Rev. Biol. Trop. Vol. (45): 3, 1264.

Pearson, R.G. 1981. **Recovery and Recolonization of Coral Reefs.** Mar. Ecol. Prog. Ser. 4: 105-122.

Prahl H. von. 1983. **Blanqueo masivo y muerte de corales en la isla de Gorgona, Pacífico colombiano.** Cespedesia. (XII)45,46: 125-129.

CUCBA

- Prahl, H. von. 1985. **Blanqueo masivo y muerte de corales hermatípicos en el Pacífico Colombiano atribuidos al fenómeno de El Niño 1982-83.** Boletín ERFEN. 12: 22-24.
- Prahl, H. von., Escobar, J.C. y Peña, E.J. 1988. **Diversidad de especies de un arrecife de coral de la Isla de Gorgona, Pacífico Colombiano.** Memorias del VI seminario Nacional de Ciencias del Mar. Colombia. 151-577.
- Reyes-Bonilla, H. 1993a. **Biogeografía y Ecología de los Corales Hermatípicos (Anthozoa:Scleractinia) del Pacífico de México.** p. 207-222. En: Salazar-Vallejo, S.I. y González, N.E. (eds). **Biodiversidad Marina y Costera de México.** Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO, México, 856 pp.
- Reyes-Bonilla, H. 1993b. **1987 Coral Reef Bleaching at Cabo Pulmo Reef, Gulf of California, Mexico.** Bulletin of Marine Science. 52 (2): 832-837.
- Reyes-Bonilla, H. 1993c. **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, C.I.C.E.S.E., Ensenada. 169 pp.
- Reyes-Bonilla, H. y López-Pérez, A. 1998. **Biogeografía de los corales pétreos (Scleractinia) del Pacífico de México.** Ciencias Marinas 24(2): 211-224.
- Rodríguez-Zaragoza, F.A. 1998. **Estructura de la comunidad coralina hermatípica (Scleractinia) de la zona de Carelleros, Nayarit.** Tesis de Licenciatura. Centro Universitario de Ciencia Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. México. 67 pp.
- Rogers, C.S., 1990. **Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation.** Mar. Ecol. Prog. Ser. 62: 185-202.

- Sambasivam, S. and Subramanian, P. 1988. **Gulf of Mannar – A Coral Dominated Ecosystem in Danger**. *Ciencias Marinas*. 14(3): 39-50.
- Scott, P.J.B., Risk, M.J. and Carriquiry, J.D. 1988. **El Niño, bioerosion and the survival of east Pacific reefs**. *Proceeding of the 6<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium, Australia*. 2: 517-520.
- Serviera-Zaragoza, E. 1993. **Descripción y análisis de la ficología del litoral rocoso de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit**. Tesis de Doctorado. UNAM. Facultad de Ciencias. --pp.
- Sheppard, C.R.C. 1982. **Coral Populations on Reef Slopes and Their Major Controls**. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 7: 83-115.
- Titlyanov, E.A. and Latypov, Y.V. 1991. **Light-dependence in scleractinian distribution in the sublittoral zone of south China**. *Coral Reefs*, 10: 133-138. En Carriquiry y Reyes-Bonilla, 1997.
- Vargas-Angel, B. 1996. **Distribution and community structure of the reef corals of Ensenada de Utria, Pacific coast of Colombia**. *Rev. Biol. Trop.* (44):2, 643-651.
- Veron, J.E.N. 1993. **Corals of Australia and the Indo-Pacific**. University of Hawaii Press. Usa. 644 pp.
- Veron, J.E.N. y Pichon, M. 1976. **Scleractinia of Eastern Australia, part I. Families Thamnasteriidae, Astrocoenidae and Pocilloporidae**. Australian Institute of Marine Science Monograph Series. Australian Government Publishing Service. 86 pp.

Vizcaino-Ochoa, V. 2000. **Reclutamiento de corales hermatípicos (Anthozoa: Scleractinia) en las costas de Bahía de Banderas y sur de Nayarit, México.**  
Tesis de Licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. México. 46 pp.

Wyrski, K. 1965. **Surface currents of the eastern Pacific Ocean.** Bull. Interam. Trop. Tuna Comm. 9: 279-303.