

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS**

**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AMBIENTALES**



**RECLUTAMIENTO DE CORALES HERMATÍPICOS
(ANTHOZOA: SCLERACTINIA) EN LAS COSTAS DE
BAHÍA DE BANDERAS Y SUR DE NAYARIT, MÉXICO**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA
P R E S E N T A
VERÓNICA VIZCAÍNO OCHOA
GUADALAJARA, JALISCO. JUNIO DEL 2000**



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

COORDINACIÓN DE CARRERA DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

COMITÉ DE TITULACIÓN

C. VERÓNICA VIZCAÍNO OCHOA
PRESENTE.-

El Comité de Titulación ACEPTA el cambio de título del anteproyecto que anteriormente tenía por nombre "PATRONES DE RECLUTAMIENTO EN CORALES HERMATÍPICOS (Anthozoa: Scleractinia) EN LAS COSTAS DE BAHÍA DE BANDERAS Y SUR DE NAYARIT, MÉXICO" por "RECLUTAMIENTO DE CORALES HERMATÍPICOS (Anthozoa: Scleractinia) EN LAS COSTAS DE BAHÍA DE BANDERAS Y SUR DE NAYARIT, MÉXICO" del cual es Director el M.C. AMILCAR LEVÍ CUPUL MAGAÑA.

Esperamos sea de su conformidad la resolución indicada.

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA"

Las Agujas, Zapopan, Jalisco, 02 de junio del 2000

DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

D.A.
DRA. ALMA ROSA VILLALOBOS ARÁMBULA
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

MERL/ARVA/mam

**MÓNICA RIOJAS LOPEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ 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 la pasante: VERONICA VIZCAINO OCHOA, con el título: "RECLUTAMIENTO DE CORALES HERMATÍPICOS (ANTHOZOA: SCLERACTINIA) EN LAS COSTAS DE BAHÍA DE BANDERAS Y SUR DE NAYARIT, MEXICO", consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para su 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.



ATENTAMENTE

Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jal.. a 12 de Mayo del 2000


EL DIRECTOR DE TESIS

M. EN C. AMILCAR LEVI CUPUL MAGAÑA

SINODALES

1. DR. EDUARDO RIOS JARA 
2. M. EN C. ELBA GUADALUPE ROBLES JARERO
3. BIOL. GEORGINA ADRIANA QUIROZ ROCHA 

**RECLUTAMIENTO DE CORALES HERMATÍPICOS (ANTHOZOA:
SCLERACTINIA) EN LAS COSTAS DE BAHÍA DE BANDERAS Y
SUR DE NAYARIT, MÉXICO**

Autor:

Verónica Vizcaino Ochoa

Director de Tesis:

M. en C. Amilcar Leví Cupul Magaña

Sinodales de Tesis:

Dr. Eduardo Ríos Jara

M. en C. Elba Guadalupe Robles Jarero

Biol. Georgina Adriana Quiroz Rocha

Este trabajo se realizó con el apoyo económico y logístico del Departamento de Ciencias del Centro Universitario de la Costa, Campus Puerto Vallarta de la Universidad de Guadalajara, a través del proyecto de investigación "Estructura y reclutamiento de las comunidades coralinas en la costa sur de Jalisco, Bahía de Banderas y sur de Nayarit".

**Dedicada a Opi a Vivi,
y a la memoria de mi abuela Celia.**

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá Sofia Ochoa Suder y a mi hermana Viviana Vizcaíno Ochoa por vivir la vida conmigo y por apoyarme siempre en mi sueño de ser Bióloga.

A mi papá Vicente Vizcaíno Estrada, mis hermanas Valeria y Deyanira y a toda mi familia Vizcaíno por su apoyo.

A mi director de tesis M en C. Amilcar Cupul Magaña por el apoyo en la realización de este trabajo así como por su amistad y cariño.

A mis sinodales Dr. Eduardo Ríos Jara, M en C. Elba Guadalupe Robles Jarero, Biól. Georgina Quiroz Rocha y M en C. Martín Pérez Peña por sus sugerencias y comentarios a este trabajo.

A Fabio Cupul Magaña por el interés hacia este trabajo y por su amistad.

A todas las personas del Centro Universitario de la Costa que tuvieron que ver con la realización de este trabajo, especialmente a Sumsi Gay por su ayuda en la oficina y por su amistad.

A todas las personas que colaboraron en la preparación del material utilizado en este trabajo.

Al Biólogo Oscar Aranda por su apoyo durante toda la carrera y por el amor de siempre.

A mis amigas las Biologuitas Vanessa, Alethea, Lizzy y Ana, y a los Biologuitos Pablo, Pocho y Rodrigo, además a Paloma y Magally por la amistad y las porras.

A mis amigos de Vallarta Abraham, Salvador, Gilberto, Helios y Marta por su amistad y cariño.

Al M en C. Pedro Medina por su ayuda en los muestreos, las recomendaciones, los regalos y la amistad.

A la M en C Rosy Chávez Dagostino por su amistad y el interés hacia este trabajo.

Al Ocean. Rafael García de Quevedo y a la M en C. Alma Raymundo por su interés en los avances de este trabajo y por su amistad.

Al M en C. Agustín González, y al hotel Four Seasons por su apoyo en este trabajo.

A Marisol y a toda la familia López Sánchez por adoptarme y apoyarme tanto.

A mis tíos Javier Arroyo y Erasmo e Hilda Aguila por su apoyo y cariño durante toda mi vida.

A mi abuelo José Amador Vizcaino por despertar y apoyar mi vocación de Bióloga.

CONTENIDO

	Pag
INDICE DE FIGURAS Y TABLAS	vii
RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
ANTECEDENTES	9
JUSTIFICACION	13
OBJETIVOS: GENERAL Y PARTICULARES	14
DESCRIPCION DE EL AREA DE ESTUDIO	15
METODOLOGIA	18
Trabajo de Campo	18
Tejas analizadas <i>in situ</i>	21
Tejas sacrificadas	21
Trabajo de Laboratorio	21
Tejas vivas en la pecera	22
RESULTADOS	23
DISCUSION	24
Comparación con otros sitios	24
Reproducción de la Familia Poritidae	25
Factores que afectan el reclutamiento	29
CONCLUSIONES	36
RECOMENDACIONES	36
BIBLIOGRAFIA	37

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

		Pag.
Figura 1.	Localización de la zona de estudio.	17
Figura 2.	Estructura de malla de alambre.	20
Figura 3.	Temperatura de las aguas de Bahía de Banderas durante el periodo de estudio.	34
Figura 4.	Temperatura de las aguas de Bahía de Banderas durante el evento de El Niño 1997-1998.	35
Tabla I.	Algas observadas en las tejas artificiales.	36
Tabla II.	Invertebrados observados en las tejas artificiales.	36

RESUMEN

El reclutamiento en corales hermatípicos se refiere al proceso de establecimiento de larvas y propágulos sobre un sustrato y su posterior metamorfosis para formar la base de la colonia adulta; por lo tanto, la persistencia de los arrecifes coralinos está favorecida por el éxito del reclutamiento. En 4 localidades de Bahía de Banderas, en Jalisco y Nayarit, se desarrolló un estudio de septiembre de 1998 a septiembre de 1999 para determinar los patrones de reclutamiento de corales constructores de arrecifes o hermatípicos y conocer las especies que están presentes en este proceso, la capacidad de regeneración de las comunidades dañadas, tanto por efectos naturales como humanos y la época del año en que los asentamientos son más frecuentes. En cada localidad a 10 metros de profundidad, se colocaron 11 estructuras de malla de alambre como soportes, dobladas en un ángulo de 45° a las cuales se ataron 4 tejas de barro de 17 x 17 cm como sustrato artificial para la fijación de las larvas de corales hermatípicos. Las tejas se analizaron *in situ* cada dos meses y se colectaron tres tejas de cada localidad bimestralmente, para registrar la presencia de reclutas. Además se transportaron 5 tejas de cada localidad con 6 meses de inmersión a una pecera en el laboratorio. Se encontraron 2 reclutas de corales hermatípicos de la Familia Poritidae, género *Porites*. En el Pacífico mexicano estos son los dos primeros registros de reclutas de corales hermatípicos. El número de reclutas observados probablemente está influenciado por un conjunto de factores como el evento de El Niño 1997-1998, la presencia de depredadores, la sedimentación en la zona y la madurez de las colonias coralinas. Sin embargo, la presencia de éstos nos

indica que en la Bahía de Banderas, existen condiciones adecuadas para el asentamiento de corales hermatípicos.

INTRODUCCIÓN

Los arrecifes de coral son estructuras masivas formadas por corales hermatípicos llamados también, corales constructores de arrecife, los cuales se desarrollan principalmente en mares tropicales poco profundos, formando ecosistemas de alta productividad (Carricart-Ganivet y Horta-Puga, 1993; Liesk y Myers, 1996).

A escala mundial se diferencian dos grandes regiones arrecifales: la Indopacífica y la Atlántica (Schuhmacher, 1978). La primera es la más extensa y se encuentra dividida en ocho provincias: 1) Mar Rojo, 2) Índico occidental, 3) Índico oriental, 4) Mediterráneo australoasiático, 5) La Gran Barrera, 6) Pacífico occidental, 7) Pacífico central y 8) Pacífico oriental. La región Atlántica, menos extensa, se divide en tres provincias arrecifales: 1) Bermudas, 2) Caribe y 3) Brasil (Carricart-Ganivet y Horta -Puga, 1993).

En el Pacífico oriental las comunidades arrecifales son generalmente pequeñas (cerca de una hectárea o menos) y están dominadas por varias especies de los géneros *Pocillopora* ó *Porites* (Cortés y Murillo, 1985). La presencia de estas comunidades ocurre desde el tramo superior del Golfo de California, México, pasando por todo América hasta las islas costeras de Ecuador, donde los principales constructores son corales de los géneros *Pocillopora*, *Porites* y *Pavona* (Glynn, 1997b).

Carricart-Ganivet y Horta-Puga (1993), mencionan que en el Pacífico mexicano no hay desarrollo de verdaderos arrecifes coralinos. Las comunidades arrecifales que se forman son parches que en la mayoría de los casos, en cuanto a fauna se refiere, son bloques monoespecíficos, ya que

las condiciones ambientales de la zona no son las adecuadas para el establecimiento de estos ecosistemas, tales como: la escasa superficie de plataforma continental, amplios segmentos de costa arenosa, el aporte de agua dulce de varios ríos perennes, un fuerte aporte anual de lluvias, alta incidencia de ciclones, tormentas tropicales y zonas de surgencias (Reyes-Bonilla y Calderón-Aguilera, 1992; Carricart-Ganivet y Horta-Puga, 1993; Reyes-Bonilla, 1993a).

Los corales pertenecen al Phylum Cnidaria y se dividen en hermatípicos y ahermatípicos. Los corales ahermatípicos no poseen zooxantelas por lo que no necesitan vivir en aguas muy iluminadas y pueden vivir a cualquier profundidad, todo su alimento proviene de la captura de zooplancton (Veron, 1986).

Los corales hermatípicos son coloniales, presentan una parte viva formada por pólipos de aproximadamente un milímetro de diámetro, con una estructura muy parecida a la de las anémonas, pero no poseen sifonoglifos. El esqueleto está compuesto de cristales de carbonato de calcio que es secretada por la mitad inferior del pólipo, esto forma una estructura esquelética en forma de copa llamada teca dentro de la cual el pólipo queda fijo (Barnes, 1977). Los pólipos presentan algas simbiotas en sus tejidos por lo que necesitan de un amplio rango luminoso para que las zooxantelas puedan fotosintetizar brindándole así al coral casi el 98% del carbono que necesita.

Glynn (1997a), menciona que las colonias coralinas están formadas por pólipos, que son sacos pequeños de tejido rodeados por tentáculos. El tejido en la capa más interna tiene la función de absorber y digerir alimentos; esta capa contiene algas simbiotas llamadas

zooxantelas, entre dos o tres millones de algas por centímetro cuadrado de la superficie colonial. En estas algas es donde la fotosíntesis se realiza en presencia de luz. Los productos finales de la fotosíntesis, tales como los azúcares simples y los aminoácidos, son usados por los pólipos coralinos. Las zooxantelas simbióticas también ayudan en la función de depositar el carbonato de calcio, participando así en la formación del esqueleto que contribuye a la construcción del arrecife.

Los corales hermatípicos pueden reproducirse de forma asexual y sexual, algunos pueden ser hermafroditas debido a que hay desarrollo tanto de óvulos como de espermatozoides en una colonia, o gonocóricos que producen sólo óvulos o espermatozoides en cada colonia (Richmond, 1997).

En la reproducción asexual se producen copias idénticas al padre ya sea: 1) por fragmentación, principalmente en corales de forma ramosa, 2) por brotes de nuevos pólipos cuando éste se divide en dos o simplemente aparece una boca con tentáculos entre dos pólipos, 3) por desprendimiento de los pólipos como respuesta a las condiciones estresantes o 4) por formación asexual de plánulas (Highsmith, 1982; Sammarco, 1982; Harrison y Wallace, 1990; Richmond, 1997).

La reproducción sexual ofrece dos oportunidades para que una nueva combinación genética se dé: 1) cruzamiento durante la meiosis en la formación de huevos y espermatozoides y 2) la contribución genética de dos diferentes padres cuando los óvulos son fertilizados por el espermatozoides (Richmond, 1997).

La reproducción sexual se lleva a cabo por gametogénesis dentro de cada pólipo, formando gametos que pueden fertilizarse de forma interna y que liberan directamente una larva competente para asentarse como en el

caso de *Pocillopora damicornis* Linnaeus 1758, *Porites panamensis* Dana 1846 (Fadlallah, 1983).

La fertilización externa se realiza cuando los pólipos liberan los gametos a la columna de agua formando una larva que después de algunos días de vida planctónica (entre 3 días y varias semanas) es capaz de asentarse por ejemplo, *Porites lobata* Verrill 1868 (Harrison y Wallace, 1990; Jackson, 1991; Veron, 1995; Richmond, 1997)

Los corales de fecundación externa generalmente liberan gametos sólo una vez al año, mientras que los corales que liberan directamente plánulas, pueden tener varios ciclos reproductivos en un año, usualmente con periodicidad mensual y algunas veces se han observado liberando plánulas en sincronía con periodos lunares (Harriott, 1983; Richmond y Hunter, 1990; Fadlallah, 1983).

Las larvas o plánulas liberadas tanto por fecundación interna como externa, son similares en varios aspectos, las dos son ciliadas, ricas en lípidos y tienen quimiorreceptores para detectar el sustrato apropiado para asentarse. Las larvas de fertilización interna tienden a ser más grandes que las de fertilización externa, además de presentar zooxantelas y de ser capaces de asentarse casi inmediatamente después de haber sido liberadas (Richmond, 1997).

En la selección del sustrato actúan varios factores como: el tipo de sustrato, la salinidad del agua, cantidad de luz adecuada para la zooxantela, un límite de sedimentos y algunas veces algas específicas o una película de diatomeas y bacterias en el sustrato (Richmond, 1997).

Las larvas que se asientan en un sustrato no favorable para desarrollarse tienen una segunda oportunidad es decir, si el recluta se

encuentra bajo condiciones estresantes después de algunos días del asentamiento, es capaz de retraer el tejido y regresar a plánula de vida plactónica para buscar otro sustrato donde asentarse (Richmond, 1985).

El éxito en la reproducción es sólo el primer paso en el reabastecimiento de los corales del arrecife, el reclutamiento depende de la habilidad de la larva para identificar el sustrato apropiado donde asentarse y tener la metamorfosis (Harrison y Wallace, 1990). La reproducción es el proceso mediante el cual un nuevo individuo se forma y el reclutamiento es el proceso en el que este organismo empieza a formar parte del arrecife (Richmond, 1997). El reclutamiento en corales hermatípicos se considera el proceso de establecimiento de larvas y propágulos sobre un nuevo sustrato y su posterior metamorfosis (Jackson, 1991) y ha sido empleado para observar reclutas que han crecido lo suficiente para medirlos fácilmente de manera individual, para conocer la época reproductiva de los corales y la época en que los asentamientos son más frecuentes (Hadfield, 1986).

El estudio del reclutamiento en corales hermatípicos se divide en dos categorías de acuerdo al tipo de sustrato y a la técnica de observación (Wallace, 1983; en Harriott, 1992):

a) Reclutamiento visible: en el cual se estudian reclutas mayores a un centímetro de diámetro sobre un sustrato natural que se pueden observar a simple vista.

b) Reclutamiento invisible: en el que se estudian corales menores a un centímetro de diámetro, sobre placas de asentamiento artificiales que pueden ser transportadas a un laboratorio para ser analizadas bajo un microscopio.

Los factores que afectan el reclutamiento de corales hermatípicos incluyen la profundidad, la orientación del sustrato, la competencia con otros organismos, la dispersión y disponibilidad de larvas.

El grado en que las comunidades coralinas puedan funcionar como auto-sembrantes, es decir, que las larvas de los corales de una localidad se recluten en el arrecife parental o dependan del transporte de larvas desde otros arrecifes, influye en la estructura de la comunidad y está en función, localmente, de los patrones de las corrientes y el comportamiento de las larvas.(Banks y Harriott, 1996).

Después del asentamiento, los juveniles de corales hermatípicos ocupan el sustrato mediante la expansión de su perímetro, que es la base para la colonia adulta. La velocidad real de crecimiento de un recluta de coral hermatípico puede ser únicamente registrada si son tomadas varias mediciones periódicamente en la misma colonia coralina y en un arrecife natural no siempre se sigue este proceso, ya que requiere de un minucioso análisis del sustrato para identificar a los juveniles (Babcock, 1985; Sato, 1985).

La otra posibilidad para registrar la velocidad de crecimiento es realizar mediciones repetitivas de corales asentados en sustratos artificiales y el estudio bajo circunstancias artificiales, contribuye al entendimiento de la ecología del arrecife (van Moorsel, 1988).

La reproducción y el reclutamiento de corales hermatípicos son los procesos críticos de los cuales depende la persistencia de un arrecife coralino y de todos los organismos que habitan en él (Richmond, 1997).

ANTECEDENTES

La existencia de corales hermatípicos en el Pacífico mexicano ha sido estudiada desde hace tiempo. Palmer en 1928 descubrió tres nuevas especies de corales hermatípicos y reportó arrecifes de coral en la costa de Oaxaca, en 1931 varios investigadores realizaron un recorrido por el Pacífico oriental tomando muestras de corales rocosos, acompañados de una delimitación geográfica y batimétrica, registraron en total 27 especies de corales hermatípicos (Wyatt y Barnard, 1952). Durham (1947) realizó una descripción de los corales del Golfo de California y de las costas del Pacífico desde Alaska hasta Panamá, registró 7 géneros y 16 especies de corales hermatípicos. Por su parte Squires (1959) estudió los corales del Golfo de California y describió las comunidades de Cabo Pulmo, la cual presentó una gran diversidad y abundancia coralina.

La zona más estudiada en relación a los corales del Pacífico mexicano es el Golfo de California; las comunidades coralinas más importantes están presentes en la Bahía de La Paz, Punta Chileno, Los Frailes y Cabo Pulmo, B.C.S. En Nayarit hay zonas de alta cobertura coralina mayor al 40% en la Isla Jaltemba y al norte de Bahía de Banderas (Reyes-Bonilla, 1993a).

En Los Arcos, Jalisco (área protegida desde 1975) se identificaron y determinaron las actividades turísticas que ocasionan daños sobre los corales pétreos de la zona, se realizaron transectos de banda; se estimó la cobertura y la densidad de los corales pétreos, se registraron 9 especies desde uno hasta 20 metros de profundidad. El género *Pocillopora* presentó la mayor cobertura coralina. Además, se dividió el área en cinco zonas con

base en el número de embarcaciones que los visitan, las características del fondo, la batimetría y las corrientes; encontrando que la zona con mayor cobertura de corales es la más dañada, principalmente por las anclas y cadenas de las embarcaciones (Medina-Rosas, 1997).

En 1997 se analizó la estructura coralina de tres localidades en el sur de Nayarit en la punta norte de Bahía de Banderas (Carelleros, Corral de Risco y Punta Mita). La cobertura mayor se registró en Carelleros y se encontró un arrecife de tipo franja (entre 30 y 70 metros de ancho) con un espesor de uno a tres metros, desde el nivel medio de mareas hasta 15 metros (Carriquiry y Reyes-Bonilla, 1997).

El arrecife de Carelleros, Nayarit fué estudiado en 1997 para determinar la estructura y características generales de la comunidad y se identificaron 9 especies de corales hermatípicos. La especie dominante fue *Pocillopora damicornis* con una cobertura total de 64.74% y se encontró además que éste arrecife es uno de los más importantes y mejor desarrollados de la región (Rodríguez-Zaragoza, 1998).

Existen investigaciones en donde se ha tratado de estimar el reclutamiento de corales en el Pacífico oriental, pero coinciden con el hecho de que la fijación exitosa de larvas es una ocurrencia rara (Reyes-Bonilla y Calderón-Aguilera, 1994).

Birkeland (1977) realizó un estudio sobre el reclutamiento en la Isla Taboguilla en Panamá durante 2 años, utilizando como sustrato artificial bloques de cemento. El sustrato fue rápidamente colonizado por algas, balanos, tunicados y briozoarios; sin embargo, no se observaron reclutas de corales hermatípicos.

Por su parte, Wellington en 1982 no obtuvo reclutamiento después de ocho meses de muestreo en Panamá trabajando en un área aproximada de 12 m² y utilizando sustratos naturales y artificiales. En otros países se han realizado varias investigaciones relacionadas con el reclutamiento de corales pétreos, utilizando diferentes métodos y obteniendo diversos resultados.

En Japón, en 1980 se realizó un estudio sobre el reclutamiento de la Isla Sesoko en Okinawa, se utilizó un transecto de 110 metros en el cual se marcaron 3 estaciones, un total de 96 reclutas de 20 géneros fueron observados durante el año de estudio, los reclutas de *Pocillopora damicornis* crecieron significativamente más rápido que los de *Porites* sp. y algunos desaparecieron sin dejar esqueletos (Sakai y Yamazato, 1984).

En las islas Vírgenes, E. U. se estudió el reclutamiento por medio de placas de asentamiento de sustrato natural. El estudio se realizó en las partes este y oeste de la pared del cañon submarino de St. Croix. A cuatro profundidades diferentes se colocaron estructuras plásticas que sostenían las placas de asentamiento. Se identificaron 189 reclutas de 5 géneros y se encontró que la orientación de los reclutas cambió notablemente con la profundidad (Rogers *et al.*, 1984).

Harriott (1992) realizó un estudio para determinar los procesos de reclutamiento en un arrecife subtropical aislado en el sur de Australia (Lord Howe Island). Sus resultados fueron comparados con los patrones de reclutamiento observados en los arrecifes de la Gran Barrera australiana, encontrando que las condiciones del sistema arrecifal de Lord Howe están aparentemente favorecidas por estrategias de planulación, aunque el número total de reclutamientos es comparable con los asentamientos

obtenidos en la Gran Barrera de coral. En Lord Howe, se presentó un exitoso reclutamiento de un pequeño número de taxa durante el periodo de estudio, los cuales también dominaron las colonias adultas de coral.

De igual forma en 1996, se realizó un estudio para conocer el reclutamiento coralino de Gneering Shoals; un sistema arrecifal subtropical ubicado entre el sur del arrecife de la Gran Barrera y las Islas Solitarias en Australia, se observó una baja tasa de reclutamiento y se encontró que es poco probable que la zona opere como una región de paso para la dispersión de las especies hacia localidades más al sur (Banks y Harriott, 1996).

En el Pacífico mexicano no se habían realizado trabajos específicos sobre el reclutamiento de corales hermatípicos sobre placas de asentamiento artificiales, por lo que este trabajo es pionero al respecto en la región.

JUSTIFICACIÓN

En México, la mayoría de los estudios que se han realizado con corales hermatípicos se refieren a aspectos taxonómicos, por lo que es menester comenzar a trabajar con aspectos ecológicos y aplicar técnicas de estudio que en otros países han ayudado a resolver problemáticas actuales como contaminación y obtención de organismos con fines de acuarismo (Richmond, 1996). En el caso del reclutamiento de corales hermatípicos, se han realizado trabajos que han servido para conocer la historia de los grandes arrecifes coralinos, el tipo de reproducción, el movimiento de las larvas de una localidad a otra, las condiciones necesarias para los asentamientos, así como para ser aplicados como formadores de arrecifes artificiales o para repoblar zonas dañadas. La zona de Bahía de Banderas y el sur de Nayarit, cuenta con un elevado desarrollo turístico que de una u otra forma está afectando las comunidades coralinas de la región (Medina-Rosas, 1997; Rodríguez-Zaragoza, 1998). Este trabajo se realizó para obtener información sobre las características del reclutamiento que presentan las comunidades coralinas de esta zona, así como incrementar el conocimiento de la biología de los corales hermatípicos de Bahía de Banderas y sur de Nayarit y para dar seguimiento a los efectos del evento de El Niño 1997-1998.

OBJETIVOS

General

Conocer el reclutamiento de corales hermatípicos en las costas de Bahía de Banderas y sur de Nayarit, México

Particular

Determinar las familias de corales hermatípicos que están presentes en los procesos de reclutamiento en las cuatro localidades bajo estudio: Las Islas Marietas (Isla Redonda e Isla Larga), Los Arcos y Caletitas.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Bahía de Banderas, ocupa 1,407 km² de superficie y es considerada como una de las grandes bahías del litoral centro-occidente del Pacífico mexicano. La bahía comprende la parte suroeste y noroeste de los estados de Nayarit y Jalisco, respectivamente. Se ubica geográficamente entre los 20° 15' y 20° 47' N y los 105° 15' y 105° 42' O. Los límites morfológicos de este cuerpo costero son Punta de Mita, Nayarit al norte y Cabo Corrientes, Jalisco al sur. Tiene como frontera cuatro sistemas montañosos: Sierra Vallejo al norte, Sierra El Cuale al este, Sierra El Tuito al sureste y Sierra Lagunillas al sur (Cupul-Magaña, 1998).

Para el estudio se tomaron 4 localidades coralinas representativas de la zona basados en estudios anteriores: Las Islas Marietas (Isla Redonda e Isla Larga), Los Arcos y Caletitas (Fig.1).

Las Islas Marietas se localizan entre las coordenadas 20° 40' 35" y 20° 41' 45" N y 105° 33' 30" y 105° 38' 10" O y cuentan con una superficie de 64 hectáreas. La isla más cercana a tierra es la Isla Redonda situada a los 20° 42' N y 105° 35' O; su superficie aproximada es de 28 hectáreas, no tiene playas, presenta un escalón a los 6 m de profundidad con fondo rocoso y algunos parches arenosos, aumentando a partir de ahí la pendiente hasta llegar a los 30 m presentando un fondo principalmente constituido de arena (Cupul-Magaña, *et al.*, en prensa). La Isla Larga se encuentra situada a los 20° 41' N y 105° 36' O; mide poco más de 1 kilómetro de longitud, con un contorno muy irregular, pues posee numerosas bahías pequeñas, algunas con playas (Gaviño y Uribe, 1980) y presenta características fisiográficas muy similares a la Isla Redonda.

Las Islas Marietas se ubican en el límite sur de las corrientes templadas del Océano Pacífico, las cuales generan una riqueza pesquera que atrae a una gran cantidad de aves y mamíferos marinos como delfines, ballenas jorobadas y orcas (Blanco, 1997).

Los Arcos están ubicados a 10 kilómetros al suroeste de Puerto Vallarta, entre las coordenadas $20^{\circ} 32' 30''$ y $20^{\circ} 32' 00''$ N y $105^{\circ} 17' 00''$ y $105^{\circ} 17' 45''$ O, al este de la Bahía de Banderas, ocupando un área aproximada de 30 hectáreas. Aquí sobresalen 5 islotes cercanos a la playa, con alturas entre los 5 y los 50 metros sobre la superficie del mar. En el sustrato de esta localidad predominan los cantos rodados y una zona arenosa en la parte norte (Medina, 1997).

Caletitas se localiza entre las coordenadas $20^{\circ} 30' 17.8''$ y $20^{\circ} 30' 19.5''$ N y $105^{\circ} 22' 39.1''$ y $105^{\circ} 22' 27.2''$ O, mide aproximadamente 500 metros de longitud, presenta una costa rocosa con pendiente fuerte, un fondo rocoso-arenoso y una planicie a los 3 metros de profundidad donde hay un desarrollo de parches arrecifales constituidos principalmente por *Pocillopora capitata* Verrill 1864 (Cupul-Magaña, *et al.*, 1998).

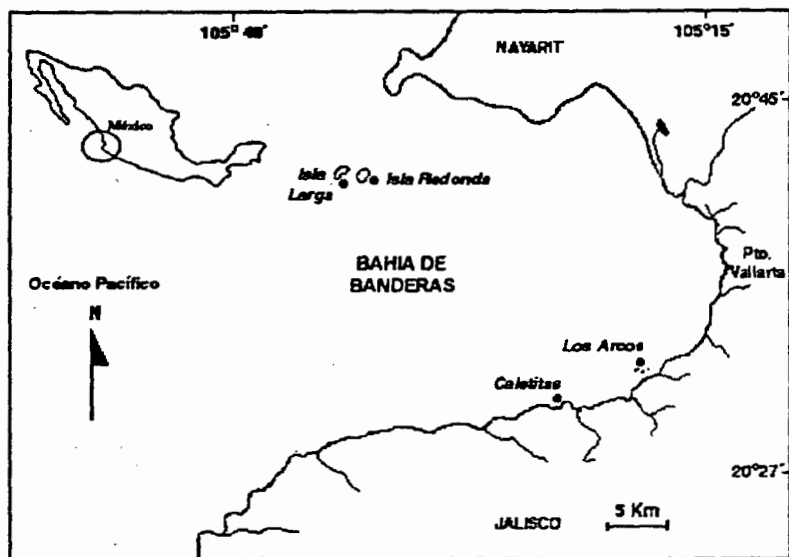


Fig. 1. Ubicación de las cuatro localidades de estudio en Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México.

METODOLOGÍA

Trabajo de campo.

El trabajo de campo se realizó durante el periodo de septiembre de 1998 a septiembre de 1999 utilizando la metodología propuesta por English *et al.*, (1997) para el reclutamiento de corales hermatípicos sobre sustrato artificial.

En el primer mes del estudio fueron colocadas en cada localidad once rejillas de malla de alambre de 45 x 120 cm. Las rejillas se doblaron por la mitad hasta formar un ángulo de 45°; sobre las que se ataron dos tejas rústicas de barro de cada lado, cada teja de 17 x 17 cm incluyendo sus 4 bordes de 2 cm cada uno con un área total de 714 cm², quedando éstas a 20 cm del sustrato y separados entre sí por un metro. Las tejas se emplearon en el estudio ya que ofrecen una superficie estándar, mínima preparación, son fáciles de analizar y su uso no implica la destrucción de coral vivo (Harriott y Fisk, 1987). Se procuró que la orientación de las tejas quedaran hacia la corriente, a una profundidad aproximada de entre 5 a 10 m. Las rejillas se fijaron firmemente al sustrato por medio de estacas de alambón horneado de 45 cm de longitud (Fig. 2).

Las rejillas permanecieron sumergidas por un periodo de 12 meses y para localizarlas se empleó un GPS (Sistema de Posicionamiento Global, Garmin GPS-38).

La transportación marina a las localidades se llevó a cabo en una embarcación de 18 pies de eslora con motor de 110 HP y se utilizó equipo SCUBA para la colocación y el monitoreo.

Durante el periodo de estudio, se registró bimestralmente en cada localidad la temperatura con un termometro estandar (escala -20° a 150°C) y la salinidad con un refractómetro de mano ATAGO S/mill-E.

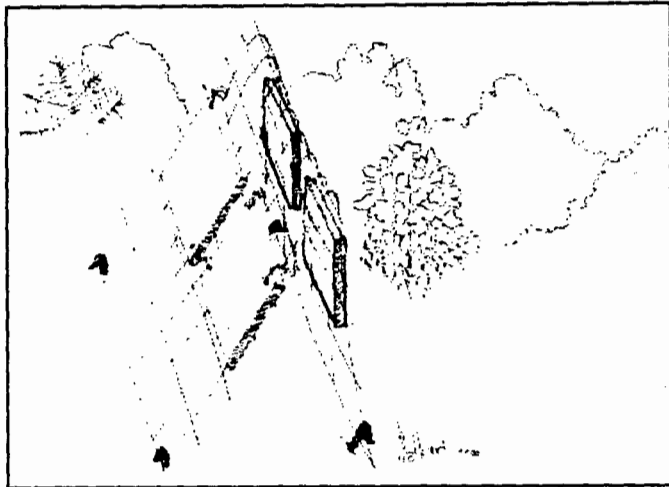


Fig. 2 Estructura de malla de alambre con dos tejas de barro atadas a cada lado. Propuesta por English *et al.*, 1997.

Tejas analizadas *in situ*.

Se analizaron tejas *in situ* cada dos meses hasta finalizar el periodo de muestreo. La observación de las tejas se hizo únicamente por la superficie del frente con una lupa de 2 ½ pulgadas de diámetro y con un aumento de 2X anotando en una tabla de acrílico con lápiz, observaciones como tamaño del recluta, ubicación en la teja y el número de individuos observados.

Tejas sacrificadas.

Se sacrificaron 54 tejas, 3 tejas de cada localidad, colectadas cada dos meses, durante los 6 primeros meses; durante los siguientes 6 meses únicamente se colectaron tejas de la Isla Redonda, Caletitas y Los Arcos, ya que durante el mes de marzo de 1999 se colectó todo el material de la Isla Larga.

Trabajo de Laboratorio

Las tejas sacrificadas se sumergieron en una solución de hipoclorito de sodio (cloro comercial) al 70% para eliminar el material orgánico. Se identificaron los reclutas hasta el nivel de Familia con la ayuda de las claves taxonómicas de Veron y Pichon (1976), Veron (1986) y Hodgson (1995).

En el laboratorio las observaciones se realizaron con un microscopio estereoscopio Olympus SZ-PT y con un microscopio óptico Olympus CH 30.

Tejas vivas en la pecera.

En marzo de 1998 se transportaron 5 tejas de cada localidad elegidas al azar (con excepción de la Isla Larga) al laboratorio, con el fin de mantener reclutas vivos en condiciones controladas.

Se utilizó una pecera de 185 x 40 x 50 cm con capacidad de 360 litros, con agua de mar a circulación constante, iluminación y filtración mecánica, química y biológica. Se proporcionaron los siguientes alimentos comerciales para invertebrados marinos cada uno en diferentes periodos.

- Salifer strontium. Sal de estroncio. Salifert-Brederode 17-6922 Bl Duiven Holanda. 10 ml por cada 75 galones, semanales.
- Reef Care. Bloques de alimento para invertebrados filtradores. Aquarium Pharmaceuticals Inc. 1 bloque mensual.
- Reef Complet. Calcio, Estroncio y Magnesio. Seachem Laboratories Inc, Stone Mountain, GA 30087. 20 ml en 180 litros de agua.

Al finalizar el periodo de estudio las tejas que quedaron en campo que no se colectaron durante los muestreos, así como las tejas de la pecera se sumergieron en la solución de hipoclorito de sodio y posteriormente se analizaron en el microscopio.

RESULTADOS

Dentro de los resultado de este trabajo tenemos que no hubo reclutamiento de corales hermatipicos en las tejas revisadas *in situ*. Sin embargo en las tejas sacrificadas se observaron dos reclutas de corales hermatípicos durante el mes de septiembre de 1999 en una tejas colectada en la Isla Redonda, estos dos organismos se encontraron en la parte de atrás de la teja.

Los reclutas se identificaron y se determinó que pertenecen a la Familia Poritidae, por la forma y el acomodo de los septos que presentan (Veron, 1986).

En las tejas sacrificadas además se identificaron 10 corales ahermatípicos de la Familia Dendrophyllidae durante el mes de septiembre de 1999 en las tejas de Los Arcos. Por otro lado en las tejas revisadas en la pecera no se encontraron corales hermatípicos. Pero si se identificó un coral ahermatípico de la Famila Rhizangidae en una teja proveniente de Los Arcos y 3 corales ahermatípicos de la Familia Dendrophyllidae en otra teja también de Los Arcos.

Adicionalmente se identificaron todos los organismos que se asentaron a las tejas además de los corales, registrando 4 Clases de algas y 16 Clases de invertebrados (Tabla I y II).

DISCUSIÓN

Comparaciones con otros sitios

Los reclutas de *Porites* encontrados en este trabajo son los dos primeros reclutas de corales hermatípicos asentados sobre placas de sustrato artificial que se registran en el Pacífico mexicano. En el Pacífico Oriental no se había registrado reclutas de corales hermatípicos que fueran producto de reproducción sexual; Birkeland (1977), realizó un estudio en Panamá con un método similar al que se utilizó en este trabajo. Se hicieron observaciones por un periodo de dos años y no se encontraron reclutas de corales hermatípicos. Por su parte Richmond (1985) utilizó diferentes materiales como sustrato artificial, por un periodo de 15 meses en un arrecife de Panamá y no encontró reclutas de corales hermatípicos que pudieran ser producto de reproducción sexual, únicamente encontró dos colonias de *Pocillopora damicornis*, producto de liberaciones de pólipos.

Con los antecedentes de localidades con características similares a las del área de estudio de este trabajo, podemos observar, que en Bahía de Banderas existen las condiciones apropiadas para el asentamiento de corales y que lo más probable es que las colonias de coral asentadas en esta zona tengan la suficiente capacidad para reproducirse, contradiciendo así la teoría de Richmond (1987) quién menciona que las poblaciones de corales del Pacífico Oriental dependen de la dispersión de larvas de corales del Pacífico central.

Reproducción de la Familia Poritidae

Los corales de la Familia Poritidae pueden reproducirse sexualmente tanto por planulación como por liberación de gametos, variando de acuerdo a la especie (Fadlallah, 1983). Los reclutas que se asentaron en la Isla Redonda midieron 0.79 mm de diámetro cada uno, Shuhmacher (1978) estima que un recluta de coral de 1 cm de diámetro puede tener alrededor de un mes de vida, tal vez cuando se encontraron los reclutas de la Isla Redonda estaban recién asentados. Sin embargo, la presencia de reclutas no nos proporciona información acerca de la procedencia de las larvas, únicamente podemos afirmar que los reclutas asentados durante este estudio son resultado del establecimiento de larvas originadas a través de reproducción sexual, tanto por la forma como por el tamaño que presentan (Glynn *et al.* 1994). No se puede establecer a que especie pertenecen los reclutas asentados, la diferencia más clara entre *P. lobata* y *P. panamensis* es la presencia de columnela, en *P. panamensis* ésta está ausente. Sin embargo los reclutas están desgastados y no es posible determinar si presentan o no columnela.

Analizando la información sobre la biología reproductiva con la que se cuenta para los corales de la Familia Poritidae del Pacífico oriental, es posible que los reclutas asentados provengan de una colonia de coral de *Porites panamensis* madura que liberó sus larvas, la cual puede estar establecida dentro de Bahía de Banderas o fuera de ella.

Los corales de esta especie se caracterizan por presentar reproducción sexual con fecundación interna (Glynn *et al.* 1994), las larvas liberadas directamente tienen la capacidad de asentarse casi inmediatamente después de haber sido liberadas, por lo que es común que

éstas se asienten directamente en el arrecife parental (Richmond, 1997). En este caso es posible que la colonia que liberó las larvas que dieron origen a los reclutas esté establecida en la Isla Redonda. Al parecer, en la Bahía de Banderas muchas de las colonias de *Porites* son pequeñas y es posible que todavía no sean maduras sexualmente. Sin embargo durante este trabajo en la Isla Redonda se observaron colonias de *Porites* bien desarrolladas y aparentemente sanas.

Cuando se colectó la teja de la Isla Redonda en donde se encontraron los reclutas se registró una temperatura de 31° C y salinidad de 35 ‰, estos datos tal vez no sean exactamente del momento de la fijación de la larva, sin embargo son los más aproximados.

Es importante mencionar que es casi imposible apreciar el momento en que las larvas se asientan en el sustrato ya que antes del asentamiento las larvas de corales son tan pequeñas que son prácticamente invisibles para el ojo humano (Harrison y Wallace, 1990).

En el interior de Bahía de Banderas encontramos comunidades coralinas que pueden funcionar como fuentes de larvas para localidades con menor cobertura coralina y que viajan con las corrientes internas de la bahía. Las colonias de *Porites* que se observan son generalmente pequeñas (promedio 30 cm). En Yelapa y Majahuitas, localidades ubicadas al sur de Bahía de Banderas, *P. lobata* y *P. panamensis* representan el 56% la cobertura coralina relativa (Carriquiry, *et al.* en prensa). No se conoce con exactitud cómo funciona el sistema de corrientes dentro de Bahía de Banderas, pero fuera de ella encontramos la influencia de tres corrientes importantes: la Corriente de California, la Corriente Costera de Costa Rica

y la masa de agua del Golfo de California, cada una varía según la época del año y también entre años (Reyes-Bonilla, 1993b).

Por la época del año en que se encontraron los reclutas de la Isla Redonda y la dirección de las corrientes, es también posible que estas larvas provengan de comunidades coralinas del sur, ya que de julio a diciembre la corriente Costera de Costa Rica registra su mayor intensidad debido a la retracción de la corriente de California (Badan, 1997), siendo posible que parte de estas aguas lleguen a entrar a Bahía de Banderas. Además por las características que presenta la parte sur, es en esta zona en donde se encuentra el mayor desarrollo de corales del género *Porites* (Cupul-Magaña *et al.* 1998), por lo que es posible que las corrientes que entran a la bahía formen una corriente interna en la que las larvas que logren liberar las colonias de esta región se dispersen por toda la bahía y que los reclutas encontrados en las tejas de la Isla Redonda provengan de una colonia madura de *Porites* ubicada al sur de Bahía de Banderas.

El tamaño de las colonias coralinas es determinante en la fecundidad. En las colonias con pólipos pequeños, la edad se relaciona totalmente con la reproducción, las colonias más viejas son más fecundas. Las colonias ramosas como las del género *Pocillopora* aparentemente tardan de 2 a 3 años en madurar y ser capaces de liberar sus larvas, en cambio los corales masivos como los del género *Porites* necesitan periodos más largos para crecer y desarrollarse de entre 4 a 7 años (Szmant, 1986; Babcock, 1988).

Por otro lado se pensaba que en el Pacífico mexicano no había desarrollo de verdaderos arrecifes coralinos y que las comunidades arrecifales que se forman son parches con fauna arrecifal muy limitada

debido a que las condiciones ambientales de la zona no son las adecuadas para el establecimiento de estos ecosistemas (Carricart-Ganivett y Horta-Puga, 1993). Sin embargo estudios más recientes y detallados mostraron que se había subestimado de manera importante el número de formaciones coralinas, la riqueza de especies y la complejidad de los sistemas biológicos de esta zona (Reyes-Bonilla y López-Pérez, 1998). Podemos mencionar que si las comunidades del Pacífico Oriental son más grandes de lo que se pensaba, es posible que las larvas de corales hermatípicos que llegan a la Bahía de Banderas provengan de corales de otras zonas del Pacífico mexicano.

En Bahía de Banderas posiblemente no se presenten eventos masivos de reproducción sexual, se realizaron algunas observaciones en campo sobre el sustrato natural (sin ser parte de los objetivos del trabajo) y no se encontraron reclutas que pudieran ser producto de reproducciones sexuales. Sin embargo, si se observaron en muchas ocasiones fragmentos de colonias adultas lo que indica que en la bahía al parecer predomina la reproducción asexual por fragmentación, lo que no excluye la posibilidad de que existan dentro de la bahía colonias adultas y maduras que logren reproducirse y liberar sus larvas.

Quizá el hecho de no encontrar un mayor número de reclutas se deba a los eventos de reproducción asexual. Esta es importante localmente cuando los corales son abundantes, mientras que la reproducción sexual y la dispersión de larvas es la clave del proceso de recolonización en áreas con disturbios cuando las causas del disturbio han sido eliminadas (Glynn *et al.* 1994). Esto ocurre en zonas en donde las condiciones ambientales son muy estables como en los arrecifes de la Gran Barrera australiana pero en las

comunidades coralinas como las que se desarrollan en Bahía de Banderas las condiciones no son tan estables, por lo que cualquier tipo de reproducción es importante y es una estrategia más para incrementar el número de organismos en la comunidad.

La ubicación de los reclutas en la teja es un factor importante ya que los dos reclutas se encontraron en la parte de atrás de la teja, esto nos muestra una preferencia por asentarse en esta parte de la teja, posiblemente porque en esta zona se encuentran más protegidos, tal vez hubo reclutas que se asentaron en la parte del frente de la teja, pero no lograron sobrevivir. En observaciones realizadas en campo se ha observado que existe algunas colonias de *Porites* asentadas en zonas con poca iluminación por ejemplo en las cuevas que forman las piedras y los esqueletos de corales muertos (Cupul-Magaña, com pers.)

Factores que afectan el reclutamiento

El número de reclutas asentados en las tejas y la ubicación de los reclutas en las tejas de la Isla Redonda probablemente se debe a una combinación de varios factores como:

1) La sedimentación y la descarga de materiales particulados, que disminuye la transparencia del agua, daña físicamente al coral por abrasión del tejido y dificulta la recepción luminosa de las zooxantelas además de evitar la fijación de larvas (Reyes-Bonilla, 1993a).

* M. en C. Amílcar Levi Cupul Magaña. Universidad de Guadalajara, Centro Univeritario de la Costa, Departamento de Ciencias. Av. Universidad de Guadalajara 203, Del. Ixtapa, Pto. Vallarta, Jal. México. alevi@vallarta.cuc.udg.mx

Esta situación es común en este sitio, ya que se presenta un acelerado desarrollo turístico en el que se puede observar la construcción de hoteles y otras estructuras cercanas a la playa que depositan este tipo de materiales particulados directamente al mar. Además, la tala inmoderada provoca que las lluvias acarren importantes cantidades de terrígenos que van a parar directamente al mar.

2) La presencia de depredadores entre los que podemos mencionar peces, equinodermos y moluscos, ya que los corales son una importante fuente de energía, por lo que existen organismos que se alimentan directamente de ellos. En Bahía de Banderas no hay peces con hábitos coralívoros obligados. Sin embargo, existen una gran cantidad de peces de hábitos omnívoros que incluyen en su dieta los pólipos de los corales (Aranda-Mena y Cupul-Magaña, 1999).

3) La competencia de los corales con otros organismos sésiles por espacio o alimento como balanos, poliuetos, esponjas, entre otros (Harrison y Wallace, 1990). Este factor fué apreciado directamente en las tejas y se observó la diversidad de colonizadores y la velocidad en que se asientan cuando se introduce sustrato disponible (Tabla. 1).

4) El fenómeno de El Niño más reciente (1997-1998) afectó algunas comunidades de la bahía ocasionando hasta el 96% de mortandad en la cobertura total en algunas localidades. Los corales más afectados durante este evento fueron del género *Pocillopora*, quizás por esta razón no se encontraron reclutas de este género asentados en las tejas. Los corales hermatípicos al estar bajo las condiciones estresantes que provocó el evento de El Niño y su contraparte La Niña probablemente no hayan tenido la capacidad suficiente para llevar a cabo sus actividades reproductivas,

utilizando la energía necesaria para esta actividad en defensa de los cambios ambientales provocados por estos eventos. Existen casos en los que se han encontrado fallas en los procesos de reproducción y de reclutamiento de corales hermatípicos, principalmente por los cambios en la salinidad, la temperatura del agua, la disponibilidad de luz, la turbidez y la sedimentación (Jokiel, 1985). En Bahía de Banderas en el periodo de este estudio la temperatura varió entre 17° y 32° C (Fig. 3), la salinidad se mantuvo constante durante todo el año con un promedio de 35‰. Rangos de temperatura y salinidad similares se registraron durante el evento del Niño 1997-1998 (Fig. 4) y es posible que por los cambios de temperatura o algún otro factor durante este periodo desde que dió inicio el evento de El Niño y La Niña, las colonias coralinas de la zona hayan sufrido cambios en su estrategia reproductiva o simplemente hayan sido estériles durante este periodo (Glynn *et al.* 1994).

No es posible establecer el grado en que cada factor afecta el reclutamiento de corales hermatípicos dentro de Bahía de Banderas, únicamente se puede definir cuales son estos factores.

Sin embargo, aunque en Bahía de Banderas se presente este conjunto de factores hubo éxito en el reclutamiento de corales hermatípicos lo que nos indica que en Bahía de Banderas existen las condiciones adecuadas para el asentamiento de larvas y el desarrollo de comunidades coralinas.

Los organismos observados en las tejas sólo fueron determinados hasta el nivel de Clase y algunos hasta Orden, ya que este no era uno de los objetivos del trabajo.

El método propuesto por English *et al* (1997), utilizado durante este trabajo presentó algunas desventajas que es importante mencionar; las estructuras de malla de alambre resultaron ser muy frágiles para las condiciones que se presentaron en las aguas de Bahía de Banderas, con las corrientes las estructuras se doblaron y rompieron, las tejas se desataron y perdieron. Además no es posible revisar *in situ* la parte de atrás de las tejas debido a que la estructura de malla de alambre que las sostiene queda fija y no es práctico quitar las estacas en cada visita.

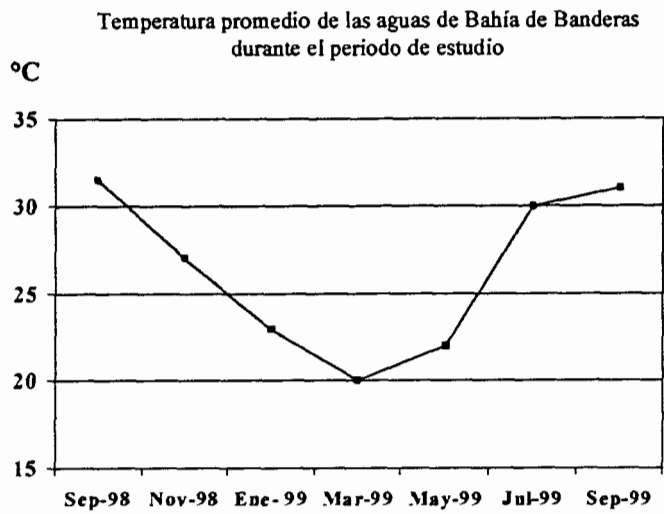


Fig. 3

Temperatura promedio de las aguas de Bahía de Banderas
durante el evento de El Niño 1997-1998
°C

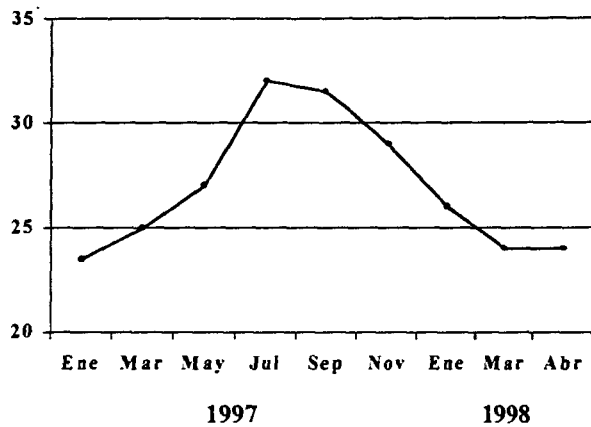


Fig. 4

Tabla I. Algas observadas en las tejas artificiales.

Reino Vegetal
Clase Cyanophyta
Clase Chlorophyta
Clase Phaeophyta
Clase Rhodophyta

Tabla II. Invertebrados observados en las tejas artificiales.

Reino Animal	Clase Polyplacophora
Phyllum Porifera	Clase Caphalopoda
Clase Demospongiae	Phyllum Arthropoda
Clase Calcarea	Clase Crustacea
Phyllum Cnidaria	Orden Thoracica
Clase Hydrozoa	Orden Amphipoda
Clase Anthozoa	Orden Decapoda
Phyllum Platyhelminthes	Clase Pygogonida
Clase Turbellaria	Phyllum Bryozoa
Phyllum Annelida	Clase Gymnolaemata
Clase Polychaeta	Phyllum Echinodermata
Phyllum Sipunculida	Clase Ophiuroidea
Phyllum Mollusca	Clase Echinodermata
Clase Pelecypoda	Clase Holothurioidea.
Clase Gastropoda	

CONCLUSIONES

1. Los dos reclutas de corales hermatípicos encontrados en este trabajo son los primeros registrados de corales asentados sobre placas de sustrato artificial para el Pacífico mexicano y son producto de reproducción sexual de una colonia madura del género *Porites*.
2. La presencia de reclutas de corales hermatípicos en las costas de Bahía de Banderas muestra que en esta zona existen las condiciones apropiadas para el establecimiento de estos organismos a pesar de la existencia de un conjunto de factores que probablemente influyeron en el número de corales asentados.

RECOMENDACIONES

1. La información sobre la biología de los corales hermatípicos en el Pacífico oriental es muy pobre, por lo que es necesario incrementar el apoyo a investigaciones sobre estos organismos.
2. Es importante dar seguimiento a los efectos del evento de El Niño para conocer si las estrategias reproductivas de las colonias cambian y para establecer si el número de reclutas se incrementa o disminuye.

BIBLIOGRAFÍA

Aranda-Mena, O. S y Cupul-Magaña, A. L. 1999. Los peces de arrecife de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, Mexico. Memorias del XV Congreso Nacional de Zoología. Nayarit. p.106.

Babcock, R.C. 1985. Growth and mortality in juvenile corals (*Goniastrea*, *Platygyra* and *Acropora*): The first year. Proceeding. 5th International. Coral Reef Congress. Tahiti. 4: 355-360.

Babcock, R. C. 1988. Age-structure, survivorship, and fecundity in population of masive coral. Proceeding. 6th International. Coral Reef Symposium. Townsville 2: 635-339.

Badan, A. 1997. La Corriente Costera de Costa Rica en el Pacífico Mexicano. En: M. F. Lavín, (Eds.). Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Monografía No. 3, Unión Geofísica Mexicana. p. 99-112.

Banks, S. A. y V. J. Harriott. 1996. Patterns of coral recruitment at the Gneering Shoals, southeast Queensland, Australia. Coral Reefs, 15:225-230.

Barnes, R. D. 1977. **Zoología de los Invertebrados**. Interamericana. México. 826 pp.

Birkeland, C. 1977. The importance of rare of biomass accumulation in early successional stages of benthic communities to the survival of coral recruits. Proceedings of the Third International Coral Reef Symposium. 1: 5-22.

Blanco M. 1997. Archipiélago Islas Marietas. En: Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (Eds.). **Áreas Naturales Prioritarias para la Conservación en la Región II**. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 215 pp.

Carricart-Ganivet, J. P. y G. Horta-Puga. 1993. Arrecifes de Coral en México. En: S.I. Salazar Vallejo y N. E. Gonzalez (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): 227-248.

Carriquiry, J.D., A. L. Cupul-Magaña.; F. Rodríguez-Zaragoza y P. Medina-Rosas. Coral Bleaching and mortality in the Mexican Pacific during the 1997-1998 El Niño and prediction from remote sensing approaches. Bulletin of Marine Science.

Cortés, J. y M. M. Murillo. 1985. Comunidades coralinas y arrecifales del Pacífico de Costa Rica. Revista Biología Tropical. 33: 197-202.

Cupul-Magaña, A.L.; O.A. Franco-Pérez y F.A. Rodríguez-Zaragoza. 1998. Estructura de las comunidades coralinas hermatílicas de la zona sur de Bahía de Banderas, Jalisco. Memorias del XI Congreso Nacional de Oceanografía. Ensenada, B.C. Mexico. p. 100.

Cupul-Magaña, F. G. 1998. ¿Quién es la Bahía de Banderas? Revista Divulgare. Universidad Autónoma de Baja California. **21**: 13-15.

Cupul-Magaña, A. L.; O. S. Aranda-Mena.; P. Medina-Rosas y V. Vizcaino-Ochoa. 2000 Comunidades Coralinas de las Islas Marietas, Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México. Revista Mexicoa. **1** :2 (En prensa).

Durham, J.W. 1947. Corals from the Gulf of California and the North Pacific coast of America. Geol. Soc. Amer. Mem. **20**: 1-68.

English, S.; Wilkinson, C. y V. Baker. 1997. **Survey Manual for Tropical Marine Resources**. Australian Institute of Marine Science, Press. Townsville, Australia. 368 pp.

Fadlallah, Y. H. 1983. Sexual reproduction, development and larval biology in scleractinian corals. Coral Reef. **2**:129-150.

Gaviño , G. y Z. Uribe . 1980. Distribución poblacional y época de la reproducción de las aves de las Islas Tres Marietas, Jalisco, México. Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología Universidad Nacional Autónoma de México. **51** (1): 505-524.

Glynn, P. W. 1997a. Assessment of the present health of coral reef in the eastern Pacific. In: R.W. Grigg y C. Birkeland (Eds.) **Status of Coral Reef in the Pacific.**, Sea Grant Coll. Pro., University of Hawaii, p. 33-40.

Glynn P. W. 1997b. Perspectivas en la Biología de Arrecifes de Coral: Ejemplos de Estudios en Panamá. (Online) Available. <http://www.panama-virtual.com/espcoral.html>

Glynn, P. W.; S.B. Colley; C.M. Eakin; D.B. Smith; J.Cortes; N.J. Gassman; H. M. Guzman; J. B. Del Rosario; J. S. Feingold. 1994. Reef Coral Reproduction in the Eastern Pacific: Costa Rica, Panama, and the Galapagos Islands (Ecuador) II. Poritidae. Marine Biology. **118**, 191-208.

Hadfield, M. G. 1986. Settlement and recruitment of marine invertebrates: A perspective and some proposals. Bulletin of Marine Science, **39**(2): 418-425.

Harriott, J. V. 1983. Reproductive seasonality, settlement, and post-settlement mortality of *Pocillopora damicornis* (Linnaeus), at Lizard Island, Great Barrier Reef. Coral Reef. **2**: 151-157.

Harriott, V.J. 1992. Recruitment patterns of scleractinian corals in an isolated sub-tropical reef system. Coral Reefs, **11**:215-219.

Harriott, V. J and D. A. Fisk. 1987. A comparison of settlement plate types for experiments on the recruitment of scleractinian corals. Marin Ecology Progress Series. **37**: 201-208.

Harriott, V.J. and S. A. Banks. 1995. Recruitment of Scleractinian corals in the Solitary Island Marine Reserve, a high latitude coral dominated community in Eastern Australia. Marin Ecology Progress Series. **123**: 155-161

Harrison, P.L. and C.C. Wallace. 1990. Reproduction, dispersal and recruitment of scleractinian corals. In: Dubinsky Z (ed) **Ecosystems of the world. 25: Coral reefs**. Elsevier Science Publishers. Amsterdam, p. 133-207.

Highsmith, R.C. 1982. Recruitment by fragmentation in corals. Marin Ecology Progress Series. **7**: 207-226.

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**. FAO, CE, FIS y NORAD (Eds.). Volumen I. P. 83-97.

Jackson, J. B. C. 1991. Adaptation and diversity of reef corals. BioScience **41**(7): 475-482.

Jokiel, P. L. 1985. Lunar periodicity of planula release in the reef coral *Pocillopora damicornis* in relation to various environmental factors. Proceeding, 5th International . Coral Reef Congress. Tahiti 4: 307-312.

Liesk, E. and Myers, R. 1996. **Coral reef fishes: Caribbean, Indian Ocean and Pacific Ocean, including the Red Sea**. Princeton University Press. USA. 400 pp.

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. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara., México. 96 pp.

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. p. 207-222.

Reyes-Bonilla, H. 1993b. Corales hermatípicos (Anthozoa: Scleractinia) de la región de Los Cabos, Baja California Sur. Revista de Investigación Científica. 4 (1), 1-9.

Reyes-Bonilla, H. y L. E. Calderón-Aguilera. 1992 Estimación de los efectos de tres depredadores sobre la estructura de la comunidad coralina del arrecife de Cabo Pulmo, B.C.S. Memorias IV Congreso Investigadores del Mar de Cortés, UABC/IIQ, Ensenada, Resumen 58

Reyes-Bonilla, H. y L. E. Calderón-Aguilera. 1994. Parámetros poblacionales de *Porites panamensis* (Anthozoa: Scleractinia), en el arrecife de Cabo Pulmo, México. Revista Biología Tropical, **42** (1/2):121-128.

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

Richmond, R. H. 1985. Variation in the Population biology of *Pocillopora damicornis* across the Pacific. Proceeding of the 5 th International Coral Reef Congress. Tahiti.

Richmond, R. H. 1987. Energetics, competency, and long-distance dispersal of planula larvae of the coral *Pocillopora damicornis*. Marin Biology. **93**, 527-533.

Richmond, R. H. 1996. Coral Reefs: their health, our weath. Video produced by University of Guam, Marin Laboratory Division of Aquatic and Wildlife Resources. Guam.

Richmond, R.H. 1997. Reproduction and recruitment in corals: critical links in the persistence of reefs. In: Birkeland, C. (Ed). **Life and death of coral reefs**. International Thomson Publishing. Guam pp. 175-197

Richmond, R.H. and C. L. Hunter. 1990. Reproduction and recruitment of corals: comparison among the Caribbean, the Tropical Pacific, and the Red Sea. Marin Ecology Progress Series. **60**: 185-203

Rodríguez-Zaragoza, F. 1998. **Estructura de la comunidad coralina hermatípica (scleractinia) de la zona de Carelleros Nayarit.** Tesis de Licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. México. 67 pp.

Rogers, C.S., C. Fitz., M.Gilnack., J. Beets., and J.Hardin. 1984. Scleractinian corals recruitment patterns at Salt River submarin canyon, St. Croix, U.S. Virgin Islands. Coral Reefs. 3:69-76.

Sato, M. 1985. Mortality and growth of juvenile coral *Pocillopora damicornis* (Linnaeus). Coral Reefs. 4: 27-33.

Sakai, K. and K.Yamazato. 1984. Coral recruitment to artificially denuded natural substrates on an Okinawan reef flat. Galaxea. 3: 57- 69.

Sammarco, P.W. 1982. Polyp bail-out: an scape response to enviromental stress and a new means of reproduction in corals. Marin Ecology Progress Series. 10: 57-65

Schuhmacher, H. 1978. **Arrecifes Coralinos. Su extension, Mundo animal y Ecología.** Omega. Barcelona, 288pp

Squires, D.F. 1959. Results from the Puritan-American Museum of Natural History expedition to western Mexico, 7. Corals and Coral Reefs in the Gulf of California. Bulletin American Musseum of Natural History. 118 (7):367-462.

Szmant, A. M. 1986. Reproductive ecology of the Caribbean reef corals. Coral Reefs. 5: 43-54.

van Moorsel, G.W.N.M. 1988. Early maximum growth of stony corals (Scleractinia) after settlement on artificial substrata on a Caribbean reef. Marin Ecology Progress Series. 50: 127-135.

Veron, J. E. N. 1986. **Corals of Australia and the Indopacific**. The Australian Institute of Marine Science. Australia. 644 pp

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.

Wallace, C.C. 1983. Visible and invisible coral recruitmen. Proceeding of the inaugural Great Barrier Reef Conference. Townsville, 259-261.

Wellington, G. M. 1982. Depth zonation of corals in the Gulf of Panama: control and facilitation by resident reef fishes. Ecology Monography. 52: 223-241.

Wyatt, D. and J.L. Barnard. 1952. Stony corals of the eastern Pacific collected by the Velero III and Velero IV. The University of Southern California Publications.
Alan Hancock. Pacific Expeditions. 16 (1): 1-110