



**UNIVERSIDAD DEL MAR**  
**Campus Puerto Ángel**

**LICENCIATURA EN BIOLOGÍA MARINA**

**Variación de la densidad de zooxantelas, concentración de pigmentos,  
biomasa y porcentaje de lípidos en tejidos de *Pavona gigantea* Verrill, 1896  
en Bahías de Huatulco**

**TESIS**  
**QUE PARA OBTENER EL GRADO BIÓLOGO MARINO**

**PRESENTA:**  
**Sergio David Guendulain García**

**DIRECTOR:**  
**Ramón Andrés López Pérez**

En memoria de los pólipos caídos

## Agradecimientos

Al Dr. Ramón Andrés López Pérez que me permitió ser parte del Coral Reef Team, trabajar bajo su tutela y apoyarme en todo momento (a pesar de sus negras intenciones de abandonarnos en Ixtapa). A mis revisores Dr. Héctor Reyes Bonilla, Dr. Ania T. Banaszak, Dr. Francisco Benítez y M en C. Leticia Escudillo, por las observaciones y consejos para la mejora de la presente. Así como a la M en C. Rocío Gutiérrez pues sin su valiosa ayuda esta tesis no hubiera sido posible.

A los proyectos:

Fondo de Investigación Científica Básica, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; “Entendiendo los procesos que garantizan la perpetuidad de los sistemas arrecifales. Reproducción, reclutamiento, supervivencia y conectividad de corales arrecifales en la costa de Oaxaca”.

Programa de Mejoramiento de Profesorado PROMEP; “Prospección y ecología de las comunidades coralinas de Oaxaca”.

Universidad del Mar-Parque Nacional Huatulco; “Variación espacio-temporal de lípidos totales, pigmentos y densidad de zooxantelas en tejidos de *Pocillopora damicornis* en Bahías de Huatulco”.

Al M en C. Miguel Ángel Ahumada por su ayuda en el manejo de la base de datos de temperaturas de Bahías de Huatulco.

A Maitreyi por sacrificar su fiesta de XV años. A Balam por enseñarme que la vida es maravillosa por que puedes ver a colores.

A mis compañeritas de laboratorio, Vale y Laura por hacer tan amenas las jornadas de trabajo; chicas el cloroformo hace daño consuman drogas menos agresivas. A Liz por sus grandes enseñanzas y su mágica frase “que te sea leve”. A Ivonne, por las largas jornadas de conteo.

A mis hermanitos académicos Temo, Moly, Topo (Daniel), Laura, Beky, Vale, y Ronald, así como a la que nos abandonó (Tati) en palabras del Dr. Luis Calderón: “es realmente un placer trabajar con un equipo tan eficaz y eficiente”.

A mi familia que siempre confió en mí, a pesar de no entender del todo lo que estaba haciendo, no obstante nunca me faltó su apoyo ni ánimos para seguir adelante. A Claudia (Tati), por compartir conmigo todo ese tiempo, ser mi pareja y mi amiga.

A las familias Valencia Méndez, Ramírez Viveros y Zepeta Brown, así como a Don Chio<sup>†</sup>. A todos mis amigos y compañeros: Blanca, Eliel, Ema, Lalo, Rulos, Leo y su hermano Fer, y al cuate Lan. Por su puesto a todos los que faltaron. Por todo el apoyo y cariño brindado.

Finalmente a quien de manera fugaz y un tanto efímera, apareció en la parte final de este trabajo pese a ello contribuyo enormemente a hacer más feliz mi vida.

**A todos muchísimas gracias...**

## Índice

I.- Introducción	1
I.1.- Objetivo	6
I.2.- Área de estudio	6
II.- Metodología	8
II.1.- Muestreo	8
II.2.- Variables ambientales	9
II.3.- Determinación de pigmentos	10
II.4.- Densidad de zooxantelas	11
II.5.- Determinación de biomasa y lípidos totales	11
II.6.- Determinación del área	12
II.7.- Análisis de datos	12
III.- Resultados	14
III.1.- Variación espacio-temporal de las variables biológicas	14
III.2.- Comportamiento espacial de variables biológicas y ambientales	19
III.3.- Influencia de las variables ambientales sobre las variables biológicas	25
III.4.- Regresión lineal múltiple para predecir al porcentaje de lípidos	29
IV.- Discusión	30
V.- Literatura citada	36
Anexo I	43
Anexo II	43

## Índice de tablas

Tabla I	Resultado del análisis discriminante entre los sitios de estudio en función de las variables ambientales.	20
Tabla II	Importancia de las variables ambientales en el análisis discriminante. Coeficientes estandarizados de las funciones discriminantes.	20
Tabla III	Porcentaje de objetos correctamente clasificados por sitio de estudio a partir de las variables ambientales.	21
Tabla IV	Comparación múltiple entre localidades de estudio en función de las variables ambientales.	21
Tabla V	Resultado del análisis discriminante entre sitios de estudio en función de las variables biológicas.	23
Tabla VI	Importancia de las variables biológicas en el análisis discriminante. Coeficientes estandarizados de las funciones discriminantes.	23
Tabla VII	Comparación múltiple entre localidades de estudio en función de las variables biológicas.	23
Tabla VIII	Resultado del análisis discriminante entre época climática (secas vs. lluvias) en función de las variables biológicas.	24
Tabla IX	Importancia de las variables biológicas en el análisis discriminante. Coeficientes estandarizados de la función discriminante.	24
Tabla X	Porcentaje de objetos correctamente clasificados de las estaciones climáticas, a partir de las variables biológicas.	24
Tabla XI	Resultado del análisis de correlación canónica entre las variables biológicas y ambientales para Bahías de Huatulco durante junio 2007-junio 2008.	26
Tabla XII	Resultado del análisis de correlación canónica entre las variables biológicas y ambientales para Jicaral-Chachacual durante junio 2007-junio 2008.	27

Tabla XIII	Resultado del análisis de correlación canónica entre las variables biológicas y ambientales para La Entrega durante junio 2007-junio 2008.	28
Tabla XIV	Resultado del análisis de correlación canónica entre las variables biológicas y ambientales para I. Montosa durante junio 2007-junio 2008.	29
Tabla XV	Modelos de regresión lineal múltiple para predecir al porcentaje de lípidos en Bahías de Huatulco.	30

## Índice de figuras

Figura 1	Localización de los sitios de colecta en Bahías de Huatulco.	8
Figura 2	Variación en la concentración de clorofila por localidad durante junio 2007-junio 2008. Concentración promedio ( $\pm$ e.s). A = clorofila a, B = clorofila c. $\bullet$ —San Agustín; $\cdots$ —Jicaral-Chachacual; $\blacktriangledown$ —Isla Montosa; $\square$ —La Entrega.	15
Figura 3	Variación de la densidad de zooxantelas para Bahías de Huatulco durante junio 2007-junio 2008. A = promedio general, B = promedio por cada localidad; $\bullet$ —San Agustín; $\cdots$ —Jicaral-Chachacual; $\blacktriangledown$ —Isla Montosa; $\square$ —La Entrega.	16
Figura 4	Variación en la concentración de clorofilas por célula para Bahías de Huatulco durante junio 2007-junio 2008. A = clorofila a, B = clorofila c. $\bullet$ —San Agustín; $\cdots$ —Jicaral-Chachacual; $\blacktriangledown$ —Isla Montosa; $\square$ —La Entrega.	17
Figura 5	Variación de la biomasa para Bahías de Huatulco durante junio 2007-junio 2008. A = promedio general. B = promedio por localidad; $\bullet$ —San Agustín; $\cdots$ —Jicaral-Chachacual; $\blacktriangledown$ —Isla Montosa; $\square$ —La Entrega.	18
Figura 6	Variación en el porcentaje de lípidos para Bahías de Huatulco durante junio 2007-junio 2008. A = promedio general. B = promedio por localidad; $\bullet$ —San Agustín; $\cdots$ —Jicaral-Chachacual; $\blacktriangledown$ —Isla Montosa; $\square$ —La Entrega.	19
Figura 7	Mapa territorial obtenido del análisis discriminante en función de las variables ambientales; $\blacktriangle$ San Agustín (1), $\diamond$ Jicaral-Chachacual (2), $\blacktriangle$ Isla Montosa (3), $\circ$ La Entrega (4), $\blacksquare$ Centroide.	20
Figura 8	Mapa territorial obtenido del análisis discriminante en función de las variables biológicas; $\blacktriangle$ San Agustín (1), $\diamond$ Jicaral-Chachacual (2), $\blacktriangle$ Isla Montosa (3), $\circ$ La Entrega (4), $\blacksquare$ Centroide.	22
Figura 9	Perfiles promedio de atenuación de irradiancia para cuatro localidades de Bahías de Huatulco, calculados a partir de la fórmula exponencial negativa de atenuación. A = Temporada de secas. B = Temporada de lluvias. $\bullet$ —San Agustín; $\cdots$ —Jicaral-Chachacual; $\blacktriangledown$ —Isla Montosa; $\square$ —La Entrega.	32



Figura 10 Densidad de zooxantelas y temperatura para Bahías de Huatulco 34 durante junio 2007-junio 2008. Valor promedio ( $\pm$  e.s).  $\bullet$  zooxantelas,  $\blacklozenge$  Temperatura.

## Resumen

Los corales son organismos coloniales capaces de secretar  $\text{CaCO}_3$  y de esta manera contribuir a la formación de arrecifes. Estos organismos poseen una asociación con algas unicelulares fotosintéticas (zooxantelas) y la simbiosis algal coral consiste en que el alga aprovecha los desechos nitrogenados y el  $\text{CO}_2$  del metabolismo de los corales, a la vez que, una gran parte del carbono fijado en la fotosíntesis se integra al coral en forma de glicerol, glucosa o alanina. Los procesos que gobiernan las relaciones simbióticas entre las zooxantelas y su par simbiote, son hasta cierto punto bastante entendidas, no obstante, no se comprende del todo el papel que juegan los procesos oceanográficos y costeros en esta simbiosis. En este sentido, la presente investigación tuvo como objetivo determinar la densidad de zooxantelas, concentración de pigmentos, biomasa y porcentaje de lípidos en tejidos de *Pavona gigantea*, en cuatro localidades de Bahías de Huatulco, Oaxaca, durante junio 2007-junio 2008. Los datos evidenciaron que existen diferencias significativas entre los distintos sitios de muestreo en términos de composición ambiental así como en función de la densidad de zooxantelas, concentración de pigmentos, biomasa y porcentaje de lípidos. De igual forma se encontraron diferencias en función de la temporada estacional; la densidad de zooxantelas, así como la concentración de pigmentos son mayores en época de lluvias. Por otra parte, la irradiancia, la temperatura y la precipitación, son las variables más importantes para explicar la variación de la densidad de zooxantelas y concentración de pigmentos. Los resultados obtenidos sugieren que a nivel oceánico, el Golfo de Tehuantepec se comporta homogéneamente. Sin embargo, a escala costera, existen sitios que escapan de este patrón general. Concurrentemente, las colonias de *Pavona gigantea* en Bahías de Huatulco responden a cambios sucedidos en el ambiente a lo largo del año. Finalmente, es necesaria la realización de más estudios en regiones donde los cambios ambientales sean marcados, pues la mayoría de los estudios se llevan a cabo en laboratorio o en regiones en donde las condiciones ambientales son más estables.

## Palabras clave

Coral, biomasa, lípidos, *Pavona gigantea*, pigmentos, zooxantelas.