



UNIVERSIDAD DEL MAR

Campus Puerto Ángel

Determinación de biomasa, lípidos totales, pigmentos
y densidad de zooxantelas en colonias de
Pocillopora damicornis (Linnaeus, 1758)
en Bahías de Huatulco.

Tesis de licenciatura

Que como requisito para obtener el título de Licenciado en Biología Marina
presenta

Valeria Hernández Urraca

Director de tesis: Dr. Ramón Andrés López Pérez

Puerto Ángel, Oaxaca, México
2010

*A papá y mamá,
las personas más hermosas que he conocido en la vida.*

*Gracias por su ejemplo y su apoyo,
por su gran amor y su extraordinaria amistad.*

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Ramón Andrés López Pérez por su amistad y por la dirección, confianza y sabiduría brindados durante la realización de este trabajo. Gracias!!!

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”.

A los revisores de tesis, Dra. Anastazia Teresa Banaszak, Dr. Francisco Benítez, M en C. Leticia Escudillo y Dr. Héctor Reyes Bonilla, por su colaboración, atención y revisión de este trabajo.

A la M en C. Rocío Gutiérrez, por su apoyo y atención durante todo el trabajo de laboratorio.

A Lizbeth Estrada Vázquez por enseñarme las técnicas de laboratorio, y por todo su apoyo, paciencia y amistad.

A Fer, por apoyarme en todo momento, por su amor e inspiración, por ser mi compañero en esta hermosa aventura.

A mis papás por apoyarme y aconsejarme en la vida y por quererme tanto.

A mis hermanas Vane y Chio, por ser mis amigas incondicionales y por toda la alegría que hemos compartido.

A mi abuelo Valeriano, que tanto admiro por su sabia filosofía de la vida y a mi abuela Ceci que siempre llevo en el corazón.

A Laura y Dulce por todo el cariño y amistad que me han brindado.

A mis compañeros de laboratorio y de salidas de campo Lau y Güendo, así como a todos los que nos acompañaron y ayudaron en alguna ocasión. Gracias por su amistad y por el tiempo que compartimos.

Al Biólogo Carlos Augusto del Laboratorio de Histología de Pichilingue de la UABCS por sus consejos y su gran ayuda en el laboratorio durante mis estancias.

A los alumnos y profesores de la UMAR, principalmente a aquellos que me dieron la facilidad y la confianza de trabajar en los laboratorios de Ingeniería Ambiental y Bentos. Muchas gracias!!!

A Ana y Lau por toda su ayuda en los momentos más críticos de esta pequeña parte de la vida. Gracias por su invaluable amistad.

A todos mis amigos, siempre están en mi corazón.

A todas las personas con las que tengo el honor de compartir o de haber compartido la danza, el teatro y la tela durante este tiempo. Por el inmenso placer de todos esos momentos y por todo lo que he aprendido junto a ustedes.

A todos los profesores y a todos mis compañeros de generación por el tiempo que compartimos juntos. Por todos los buenos momentos. Espero que siempre sean felices!!!

A todos los que de forma directa o indirecta formaron parte de este trabajo.

Al océano y a las estrellas, que son mi inspiración.

CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS	i
RESUMEN	vii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVO	5
3. ÁREA DE ESTUDIO	5
4. MATERIAL Y MÉTODO	7
4.1 Trabajo de campo	7
4.2 Trabajo de laboratorio	9
4.2.1 Biomasa	9
4.2.2 Lípidos totales	9
4.2.3 Concentración de pigmentos	10
4.2.4 Densidad de zooxantelas	10
4.2.5 Obtención del área del esqueleto de coral	11
4.3 Procesamiento de datos	11
5. RESULTADOS	13
5.1 Selección de variables ambientales	13
5.2 Fluctuación espacio-temporal de las variables ambientales	13
5.3 Fluctuación espacio-temporal de las variables biológicas	22
5.4 Comportamiento temporal de las variables biológicas	34
5.5 Comportamiento espacial de las variables ambientales	38
5.6 Comportamiento espacial de las variables biológicas	40
5.7 Relación espacial entre variables biológicas y ambientales	42
6. DISCUSIÓN	47
7. REFERENCIAS	57

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tablas

	Contenido	Página
Tabla I	Análisis de componentes principales. Factores cuyos eigenvalores son > 1 . Cargas de los componentes (sin rotar).	13
Tabla II	Análisis discriminante entre muestreos en función de la densidad de zooxantelas y la concentración de clorofila <i>a</i> por área y por célula. Funciones discriminantes obtenidas a partir de la prueba de Chi-cuadrada.	34
Tabla III	Resumen del análisis discriminante entre muestreos en función de la densidad de zooxantelas y la concentración de clorofila <i>a</i> por área y por célula. Número de variables en el modelo = 3; Lambda de Wilk = 0.50962 aprox. $F_{(24,621)} = 6.7730$, $p < 0.0000$.	34
Tabla IV	Distancia (F) entre localidades y valor (p) asociado a la distancia entre muestreos en función de la densidad de zooxantelas y la concentración de clorofila <i>a</i> por área y por célula.	35
Tabla V	Análisis discriminante entre temporadas en función de las variables determinadas en tejido coralino. Funciones discriminantes obtenidas a partir de la prueba de Chi-cuadrada.	36
Tabla VI	Resumen del análisis discriminante entre temporadas en función de las variables determinadas en tejido coralino. Número de variables en el modelo = 5; Lambda de Wilk = 0.511218 aprox. $F_{(15,599)} = 10.960$, $p < 0.0000$.	36
Tabla VII	Distancia (F) entre temporadas y valor (p) asociado a la distancia entre temporadas en función de las variables determinadas en tejido coralino.	37
Tabla VIII	Análisis discriminante entre localidades en función de las variables ambientales. Funciones discriminantes obtenidas a partir de la prueba de Chi-cuadrada.	38
Tabla IX	Resumen del análisis discriminante entre localidades en función de las variables ambientales. Número de variables en el modelo = 6; Lambda de Wilk = 0.55875 aprox. $F_{(24,751)} = 5.6837$, $p < 0.0000$.	38

Tabla X	Distancia (F) entre localidades y valor (p) asociado a la distancia entre localidades en función de las variables ambientales.	39
Tabla XI	Análisis discriminante entre localidades en función de las variables determinadas en tejido coralino. Funciones discriminantes obtenidas a partir de la prueba de Chi-cuadrada.	40
Tabla XII	Resumen del análisis discriminante entre localidades en función de las variables determinadas en tejido coralino. Número de variables en el modelo = 5; Lambda de Wilk = 0.77969 aprox. $F_{(20,717)} = 2.7947$, $p < 0.0000$.	40
Tabla XIII	Distancia (F) entre localidades y valor (p) asociado a la distancia entre localidades en función de las variables determinadas en tejido coralino.	41
Tabla XIV	Valores de correlación canónica entre las variables biológicas (dependientes) y ambientales (independientes) para San Agustín.	42
Tabla XV	Análisis de correlación canónica entre las variables biológicas y ambientales para Jicaral-Chachacual. Raíces significativas.	43
Tabla XVI	Valores de correlación canónica entre las variables biológicas (dependientes) y ambientales (independientes) para Jicaral-Chachacual.	43
Tabla XVII	Análisis de correlación canónica entre las variables biológicas y ambientales para Isla Cacaluta. Raíces significativas.	44
Tabla XVIII	Valores de correlación canónica entre las variables biológicas (dependientes) y ambientales (independientes) para Isla Cacaluta.	44
Tabla XIX	Análisis de correlación canónica entre las variables biológicas y ambientales para Isla Montosa. Raíces significativas.	45
Tabla XX	Valores de correlación canónica entre las variables biológicas (dependientes) y ambientales (independientes) para Isla Montosa.	45

Tabla XXI	Análisis de correlación canónica entre las variables biológicas y ambientales para La Entrega. Raíces significativas.	46
-----------	---	----

Tabla XXII	Valores de correlación canónica entre las variables biológicas (dependientes) y ambientales (independientes) para La Entrega.	46
------------	---	----

Figuras

Figura 1	Localización de los sitios de muestreo en Bahías de Huatulco.	7
----------	---	---

Figura 2	Fluctuaciones de la temperatura en Bahías de Huatulco durante junio 2007-junio 2008. Promedio \pm i.c (95 %): a) promedio mensual general, b) promedio mensual por localidad, c) promedio por localidad para todo el periodo de muestreo.	15
----------	---	----

Figura 3	Fluctuaciones en el porcentaje de oxígeno disuelto en Bahías de Huatulco durante junio 2007-junio 2008. Promedio \pm i.c (95 %): a) promedio mensual general, b) promedio mensual por localidad, c) promedio por localidad para todo el periodo de muestreo.	16
----------	--	----

Figura 4	Fluctuaciones en la salinidad en Bahías de Huatulco durante junio 2007-junio 2008. Promedio \pm i.c (95 %): a) promedio mensual general, b) promedio mensual por localidad, c) promedio por localidad para todo el periodo de muestreo.	17
----------	---	----

Figura 5	Comparación entre la salinidad y la precipitación pluvial en Bahías de Huatulco durante junio 2007-junio 2008. Promedio \pm i.c (95 %).	18
----------	---	----

Figura 6	Fluctuaciones en la irradianza a la profundidad de muestreo en Bahías de Huatulco durante junio 2007-junio 2008. Promedio \pm i.c (95 %): a) promedio mensual general, b) promedio mensual por localidad, c) promedio por localidad para todo el periodo de muestreo.	19
----------	---	----

Figura 7	a) Comparación entre el coeficiente de atenuación de la luz (kd) y la irradianza a la profundidad de muestreo (Iz), b) promedio mensual del coeficiente de atenuación de la luz (kd) por localidad.	20
Figura 8	Profundidad de muestreo en Bahías de Huatulco durante junio 2007-junio 2008. Promedio \pm i.c (95 %): a) promedio mensual general, b) promedio mensual por localidad, c) promedio por localidad para todo el periodo de muestreo.	21
Figura 9	Variación de la biomasa de <i>P. damicornis</i> en Bahías de Huatulco, durante junio 2007-junio 2008. Promedio \pm i.c (95 %): a) promedio mensual general, b) promedio mensual por localidad, c) promedio por localidad para todo el periodo de muestreo.	23
Figura 10	Variación de los lípidos en el tejido de <i>P. damicornis</i> en Bahías de Huatulco, durante junio 2007-junio 2008. Promedio \pm i.c (95 %): a1) promedio mensual general en el porcentaje de lípidos y a2) en la biomasa de lípidos, b) promedio mensual por localidad y c) promedio por localidad para todo el periodo de muestreo en el porcentaje de lípidos.	24
Figura 11	Variación en la densidad de zooxantelas en el tejido de <i>P. damicornis</i> en Bahías de Huatulco, durante junio 2007-junio 2008. Promedio \pm i.c (95 %): a) promedio mensual general, b) promedio mensual por localidad y c) promedio por localidad para todo el periodo de muestreo.	26
Figura 12	Variación temporal en la concentración de clorofila en el tejido de <i>P. damicornis</i> en Bahías de Huatulco, durante junio 2007-junio 2008. Promedio \pm i.c (95 %): a) promedio mensual general en la concentración de clorofila a, b) promedio mensual general en la concentración de clorofila c.	28
Figura 13	Variación espacial en la concentración de clorofila en el tejido de <i>P. damicornis</i> en Bahías de Huatulco, durante junio 2007-junio 2008. Promedio \pm i.c (95 %): a) promedio por localidad para todo el periodo de muestreo en la concentración de clorofila a, b) promedio por localidad para todo el periodo de muestreo en la concentración de clorofila c.	29

Figura 14	Variación en la concentración de clorofila en el tejido de <i>P. damicornis</i> en Bahías de Huatulco, durante junio 2007-junio 2008. Promedio \pm i.c (95 %): a) promedio mensual en la concentración de clorofila <i>a</i> por localidad, b) promedio mensual en la concentración de clorofila <i>c</i> por localidad.	30
Figura 15	Variación temporal en la concentración de clorofila por célula en el tejido de <i>P. damicornis</i> en Bahías de Huatulco, durante junio 2007-junio 2008. Promedio \pm i.c (95 %): a) promedio mensual general en la concentración de clorofila <i>a</i> por célula, b) promedio mensual general en la concentración de clorofila <i>c</i> por célula.	31
Figura 16	Variación espacial en la concentración de clorofila por célula en el tejido de <i>P. damicornis</i> en Bahías de Huatulco, durante junio 2007-junio 2008. Promedio \pm i.c (95 %): a) promedio por localidad para todo el periodo de muestreo en la concentración de clorofila <i>a</i> por célula, b) promedio por localidad para todo el periodo de muestreo en la concentración de clorofila <i>c</i> por célula.	32
Figura 17	Variación en la concentración de clorofila por célula en el tejido de <i>P. damicornis</i> en Bahías de Huatulco, durante junio 2007-junio 2008. Promedio \pm i.c (95 %): a) promedio mensual por localidad en la concentración de clorofila <i>a</i> por célula, b) promedio mensual por localidad en la concentración de clorofila <i>c</i> por célula.	33
Figura 18	Gráfico territorial obtenido en el análisis discriminante de los muestreos en función de la densidad de zooxantelas y la concentración de clorofila <i>a</i> por área y por célula. Variable canónica I vs variable canónica II.	35
Figura 19	Gráfico territorial obtenido en el análisis discriminante de las temporadas en función de las variables determinadas en tejido coralino. Variable canónica I vs variable canónica II.	37
Figura 20	Gráfico territorial obtenido en el análisis discriminante de las localidades en función de las variables ambientales. Variable canónica I vs variable canónica II.	39

Figura 21 Gráfico territorial obtenido en el análisis discriminante de las localidades en función de las variables determinadas en tejido coralino. Variable canónica I vs variable canónica II. 41

RESUMEN

Pocillopora damicornis es una de las especies con mayor contribución en la formación de arrecifes del Pacífico mexicano, por lo que el estudio de sus respuestas biológicas ante variaciones ambientales es importante para comprender posibles cambios espacio-temporales en la comunidad arrecifal. Durante un ciclo anual (junio 2007- junio 2008) se determinó la variación en biomasa, porcentaje de lípidos totales, concentración de pigmentos (clorofila *a* y *c*) y densidad de zooxantelas en el tejido de *P. damicornis*. Así mismo, se obtuvieron datos de las variables ambientales (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, irradianza, precipitación pluvial y profundidad) durante el periodo de muestreo. El estudio se llevó a cabo en cinco localidades (San. Agustín, Jicaral-Chachacual, Isla Cacaluta, Isla Montosa y La Entrega) de Bahías de Huatulco, Oaxaca, zona en la que se presentan afloramientos temporales por la presencia de los vientos tehuanos, que soplan intermitentemente sobre el Golfo de Tehuantepec en los meses de noviembre a mayo. La biomasa, lípidos y concentración de pigmentos por unidad de área presentan diferencias significativas entre temporadas climáticas. Sin embargo, las respuestas de los corales a las condiciones imperantes en cada una de las temporadas no son inmediatas. La irradianza y la temperatura se mantuvieron relativamente constantes en cada una de las temporadas climáticas (valores altos en lluvias y bajos en nortes) siendo posiblemente las variables que promueven los cambios temporales más evidentes en la biomasa, lípidos y concentración de pigmentos por unidad de área. La densidad de zooxantelas, aunque presentó sus valores más altos durante la temporada lluviosa, no mostró una clara variación estacional. Los resultados de pigmentos por célula sugieren que los corales con una alta densidad de zooxantelas pueden presentar una baja concentración de clorofila por célula, mientras que los corales con una baja densidad de zooxantelas pueden presentar una alta concentración de clorofila por célula. Espacialmente, los resultados sugieren que existen diferencias ambientales significativas, aunque mínimas, entre las localidades estudiadas, las cuales son suficientes para provocar pequeñas diferencias en la biomasa, lípidos, pigmentos y zooxantelas de los corales de cada localidad. De esta forma, arrecifes cercanos que parecen coexistir bajo las mismas circunstancias (i.e. Golfo de Tehuantepec) son afectados por condiciones únicas. De acuerdo con lo observado en este estudio, la dinámica temporal que impera en el Golfo de Tehuantepec, principalmente en cuanto a los cambios en temperatura e irradianza, podrían determinar la variación temporal en biomasa, lípidos y concentración de pigmentos por unidad de área.

Palabras clave

Pocillopora damicornis, biomasa, lípidos, clorofila *a*, clorofila *c*, zooxantelas.