

UNIVERSIDAD DEL MAR

Puerto Escondido ~Puerto Ángel~ Huatulco



Relación entre la densidad poblacional de *Diadema mexicanum* A. Agassiz, 1863 y la cobertura de algas en dos arrecifes coralinos del Pacífico Sur Mexicano, después de un evento de mortandad masiva

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el título de:

Licenciada en Biología Marina

PRESENTA

Montserrat López Yllescas

DIRIGIDA POR

Dr. Francisco Benítez Villalobos

Director de Tesis

Puerto Ángel, Oaxaca, México 2012.



Universidad del Mar

Puerto Escondido ~ Puerto Ángel ~ Huatulco
O A X A C A

Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oax. 2012

M. en C. Ana María Torres Huerta
Jefe de la Carrera de Biología Marina
P R E S E N T E

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

Después de haber analizado y evaluado la tesis “Relación entre la densidad poblacional de *Diadema mexicanum* A. Agassiz, 1863 y la cobertura de algas en dos arrecifes coralinos del Pacífico Sur Mexicano, después de un evento de mortandad masiva”, presentada por la pasante de la Licenciatura en Biología Marina Monserrat López Yllescas con número de matrícula 06020032, por este conducto le comunicamos que la tesis cumple con la calidad académica necesaria para ser defendida en el examen profesional.

COMISIÓN REVISORA

Dr. Francisco Benítez Villalobos

Universidad del Mar
Director

Dr. Edgar Francisco Rosas Alquicira

M. en C. Julia Patricia Díaz Martínez

Universidad del Mar
Revisor

Universidad del Mar
Revisor

Dr. José Carlos Hernández

Dra. Elisa Serviere Zaragoza

Universidad de La Laguna
Revisor

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste
Revisor

Resumen

El incremento en la proliferación de algas en arrecifes coralinos perturbados ha sido atribuido a la reducción de herbívoros, al incremento en las concentraciones de nutrientes del agua de mar, a la pérdida de la cobertura de coral duro o una combinación de estos y otros factores. En el presente trabajo se analizó la relación entre la densidad poblacional de *D. mexicanum* y la cobertura de algas por grupos funcionales en dos arrecifes coralinos: uno localizado en La Entrega, caracterizado por un alto grado de perturbación en la densidad poblacional del erizo debido a un evento de mortandad masiva y otro en San Agustín, localidad que no tuvo perturbación alguna. Para caracterizar esta relación se llevaron a cabo 11 monitoreos a lo largo de un año y medio mediante el uso de 10 transectos (10x2 m) colocados perpendicularmente a la línea de costa y registrando el número de individuos encontrados cada metro a lo largo de cada transecto. Se registró *in situ* la cobertura (%) de algas por grupos funcionales (AFO: algas foliosas, AFI: algas filamentosas, ACORT: algas corticadas, ACO: algas costrosas, ACA: algas calcáreas y CIA: tapetes de cianofitas) con ayuda de un transecto (50 m) paralelo a la línea de costa a dos profundidades (5 y 10 m) y un cuadrante (25 cm²) colocado cada 10 m a lo largo de cada transecto. Adicionalmente se tomaron fotografías de cada cuadrante, las cuales fueron procesadas posteriormente con el programa CPCe 3.5. En cada monitoreo se realizaron registros puntuales de temperatura (°C) y pH y los datos de precipitación fueron proporcionados por el Laboratorio de Información Meteorológica de la Universidad del Mar. Los resultados del Análisis de Similitudes (ANOSIM) y del Análisis de Porcentajes de Importancia Relativa (SIMPER) mostraron que existieron diferencias significativas en el porcentaje de cobertura en ambas localidades (San Agustín: R Global=0.16; $\alpha=0.01$ y R Global=0.20; $\alpha=0.08$, La Entrega: R Global=0.14; $\alpha=0.11$ y R Global= 0.005; $\alpha= 0.37$, entre profundidades y meses, respectivamente); así como en la cobertura de grupos funcionales entre localidades (por grupo funcional: R Global=0.32; $\alpha=0.006$ y a lo largo del tiempo: R Global=0.09; $\alpha=0.03$). La densidad media poblacional de *D. mexicanum* en el periodo monitoreado fue de 0.49 ± 0.45 y 0.54 ± 0.57 ind·m⁻², para San Agustín y La Entrega, respectivamente. El Análisis de la Varianza (ANOVA) mostró que no existen diferencias significativas en los valores de densidad poblacional entre localidades (F=0.06; gl=24; p=.81) y meses (F=1.70; gl=11; p=.18). De acuerdo a los resultados obtenidos con el Análisis de Correlación Lineal de Pearson (ACLP), en San Agustín la densidad del erizo estuvo correlacionada fuertemente con las algas costrosas (R=-0.22), las algas corticadas (R=-0.23) y las algas filamentosas (R=0.26) y en La Entrega los grupos correlacionados fueron las algas calcáreas (R=-0.51), algas costrosas (R=-0.48) y los tapetes de cianofitas (R=-0.38). De acuerdo con el ACLP las variables oceanográficas que tuvieron una fuerte correlación con la cobertura de algas en San Agustín fueron la temperatura (R=0.91 con las algas calcáreas), el pH (R=0.70 con las algas filamentosas y R=-0.54 con los tapetes de cianofitas) y la precipitación (R=0.78 con las algas calcáreas). En La Entrega sólo la precipitación fue un factor que influyó en la cobertura de las algas foliosas (R=-0.50). En este trabajo se evidencia la perturbación generada por el evento de mortandad masiva ocurrida en el 2009 en La Entrega, al comparar la cobertura obtenida por grupos funcionales con San Agustín, localidad en la cual no hubo disminución de individuos de *D. mexicanum*, así como al comparar las correlaciones obtenidas entre la densidad poblacional del erizo y la cobertura de algas por grupo funcional para cada localidad. A pesar de que la herbivoría es un factor importante en estos arrecifes, la recuperación del ecosistema arrecifal coralino en La Entrega dependerá también del efecto de las variables oceanográficas y la perturbación antropogénica a lo largo del tiempo.

Palabras clave: herbivoría, Echinoidea, macroalgas, sucesión, grupos funcionales, mortandad.

A mi madre, Fidelia Yllescas Martínez.

-¿Podría decirme, por favor, qué camino he de seguir desde aquí?- dijo Alicia

- Eso depende en buena medida del lugar a donde quieras ir- dijo el Gato

-No me importa mucho a dónde...-dijo Alicia

-Entonces no importa por dónde vayas- dijo el Gato

“Alicia en el país de las maravillas”

Charles Lutwidge Dodgson.

Agradecimientos

Gracias a todas las personas que me acompañaron, ayudaron, aconsejaron en algún momento de esta etapa de mi vida.

Agradezco a quienes me dieron la vida, a mi familia, amigos y profesores.

Siempre tendré en mi memoria muchos recuerdos que me enseñaron a seguir, sin embargo hay personas que siempre han estado conmigo acompañándome en el camino, gracias por hacerme parte de ustedes.

Los nombres que aparezcan o no aparezcan aquí no son todos por los que siento gratitud, sin embargo, son los que me han dado lecciones que no se olvidan, en la vida como personas y en la academia como profesionistas.

Maru Chocolate, Ania Chamú, Ary Hernández, Aideé Egremy, Andrea Glockner, Nay Escudero, Darla Torres, Cyn Méndez, Yasú Chanona, Denise Zavala, Hilda Janet, Zoila, Nati, Julio Lara, Octavio Jiménez, Jair Silva, Julio Acosta, Cuac Cuac, Cotsi, Armando, Gonzalo, Francisco Benítez, Antonio López, Rolando Bastida, Edgar Robles, Socorro García, Pedro Cervantes, Eduardo Herrera, Francisco Villegas, Yolanda Huante, Alejandra Mazariegos Villareal, Alejandra Piñón Gimete, Elisa Serviere Zaragoza, Tonatiuh, Claudia Pérez Estrada, David y Vainilla, Hilda León Tejera, Edgardo, Liz, Claudia, Arely, Cuquis y Don Antonio, César.

Gracias a todos ustedes y espero no haber olvidado a alguno, sin embargo sino aparece, saben tengo muy mala memoria con los nombres, pero por ello no dejan de ser importantes para mí.

Gabriel Vivaldo, me alegra que nuestros caminos se hayan cruzado justo en este lapso de tiempo, no habría ocurrido en mejor momento 😊.

Muy especialmente quiero agradecer a mi director (Dr. Francisco Benítez Villalobos) y a mis revisores de tesis (Dra. Elisa Serviere Zaragoza, M.C. Julia Patricia Díaz Martínez, Dr. José Carlos Hernández, Dr. Edgar Rosas Alquicira) ya que sin ellos no hubiera mejorado tanto el trabajo escrito.

Esta tesis se realizó dentro del proyecto "Monitoreo de las poblaciones de *Diadema mexicanum* en las Bahías de Huatulco y comunidades coralinas aledañas a Puerto Ángel" (Clave: CUP21R1001) financiado por la Universidad del Mar.

Índice

Resumen.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Índice.....	vi
Índice de figuras.....	viii
Índice de tablas.....	ix
Índice de anexos.....	x
1. Introducción.....	1
1.1 Influencia e importancia ecológica de los erizos sobre la comunidad de algas.....	1
2. Antecedentes.....	4
2.1 Interacción algas – equinoideos.....	4
2.1 Mortandad masiva de equinoideos.....	6
3. Justificación.....	9
4. Hipótesis.....	10
5. Objetivo general.....	10
4.1 Particulares.....	10
6. Área de estudio.....	11
6.1 Playa La Entrega.....	12
6.2 Bahía San Agustín.....	13
7. Materiales y métodos.....	15
7.1 Trabajo de campo.....	15
7.2 Análisis de datos.....	16

8. Resultados.....	17
8.1 Variación espacio – temporal de la cobertura de algas.....	17
8.1.1 Bahía San Agustín.....	17
8.1.2 Playa La Entrega.....	18
8.1.3 Comparación entre localidades.....	19
8.2 Variación espacio – temporal de la densidad poblacional de <i>D. mexicanum</i>	21
8.3 Correlación lineal entre la densidad poblacional de <i>D. mexicanum</i> y la cobertura de algas por grupo funcional.....	22
8.3.1 Bahía San Agustín.....	22
8.3.2 Playa La Entrega.....	24
8.4 Correlación lineal entre la cobertura de algas por grupo funcional y las variables oceanográficas.....	27
8.4.1 Bahía San Agustín.....	27
8.4.2 Playa La Entrega.....	30
9. Discusión.....	31
9.1 Variación espacio-temporal de la cobertura de algas.....	32
9.2 Variación espacio-temporal de la densidad poblacional de <i>D. mexicanum</i>	35
9.3 Correlación lineal entre la densidad poblacional de <i>D. mexicanum</i> y la cobertura de algas por grupo funcional.....	36
9.4 Correlación lineal entre la cobertura de algas por grupo funcional y las variables oceanográficas.....	39
10. Conclusión.....	41
11. Referencias.....	42
12. Anexos.....	52

Índice de figuras

Figura 1. Bahía La Entrega.....	13
Figura 2. Bahía San Agustín.....	13
Figura 3. Georeferenciación del área de estudio.....	14
Figura 4. Ordenación bidimensional (2-D) en base al MDS de la matriz de similitud Bray-Curtis de los meses y transectos monitoreados en Bahía San Agustín.....	17
Figura 5. Ordenación bidimensional (2-D) en base al MDS de la matriz de similitud Bray-Curtis de los meses y transectos monitoreados en Bahía La Entrega.....	18
Figura 6. Ordenación bidimensional (2-D) en base al MDS de la matriz de similitud Bray-Curtis de los meses y transectos monitoreados en las bahías La Entrega y San Agustín.....	20
Figura 7. Comparación de la densidad poblacional de <i>D. mexicanum</i> a través el tiempo entre bahías.....	21
Figura 8. Comparación entre la densidad poblacional de <i>D. mexicanum</i> (DM) y la cobertura de algas costrosas (ACO), corticadas (ACORT) y filamentosas (AFI) a lo largo del tiempo en la Bahía San Agustín.....	22
Figura 9. Comparación entre la cobertura de algas costrosas (ACO), corticadas (ACORT) y foliosas (AFO) a lo largo del tiempo en Bahía San Agustín.....	24
Figura 10. Comparación entre la densidad poblacional de <i>D. mexicanum</i> (DM) y la cobertura de algas calcáreas (ACA), costrosas (ACO) y tapetes de cianofitas (CIA) a lo largo del tiempo en Bahía La Entrega.....	25
Figura 11. Comparación entre la cobertura de algas filamentosas (AFI), algas corticadas (ACORT), tapetes de cianofitas (CIA), algas costrosas (ACO) y algas calcáreas (ACA) a lo largo del tiempo del tiempo en Bahía La Entrega.....	26
Figura 12. Comparación entre la cobertura de algas foliosas (AFO) y tapetes de cianofitas (CIA) con el pH a lo largo del tiempo en Bahía San Agustín.....	27
Figura 13. Comparación de la cobertura de algas calcáreas (ACA) con la temperatura (T) a lo largo del tiempo en Bahía San Agustín.....	28
Figura 14. Comparación entre la cobertura de algas calcáreas (ACA) con la precipitación (P) a lo largo del tiempo en Bahía San Agustín.....	29
Figura 15. Comparación entre la cobertura de algas foliosas (AFO) con la precipitación (P) a lo largo del tiempo en Bahía San Agustín.....	30

Índice de tablas

Tabla I. Coeficientes de correlación de Pearson obtenidos para la relación lineal de la densidad poblacional de <i>D. mexicanum</i> (DM: densidad poblacional de <i>D. mexicanum</i>) con cada grupo funcional de algas y entre grupos (AFO: algas foliosas, AFI: algas filamentosas, ACA: algas calcáreas, ACO: algas costrosas, ACORT: algas corticadas, CIA: tapetes de cianofitas) en Bahía San Agustín.....	23
Tabla II. Coeficientes de correlación de Pearson obtenidos para la relación lineal de la densidad poblacional de <i>D. mexicanum</i> (DM: densidad poblacional de <i>D. mexicanum</i>) con cada grupo funcional de algas y entre grupos (AFO: algas foliosas, AFI: algas filamentosas, ACA: algas calcáreas, ACO: algas costrosas, ACORT: algas corticadas, CIA: tapetes de cianofitas) en Bahía La Entrega.....	26
Tabla III. Coeficientes de correlación de Pearson obtenidos para la relación lineal de cada grupo funcional (AFO: algas foliosas, AFI: algas filamentosas, ACA: algas calcáreas, ACO: algas costrosas, ACORT: algas corticadas, CIA: tapetes de cianofitas) con las variables oceanográficas (PH: pH, T: temperatura, P: precipitación) registradas en Bahía San Agustín.....	28
Tabla IV. Coeficientes de correlación de Pearson obtenidos para la relación lineal de cada grupo funcional (AFO: algas foliosas, AFI: algas filamentosas, ACA: algas calcáreas, ACO: algas costrosas, ACORT: algas corticadas, CIA: tapetes de cianofitas) con las variables oceanográficas (PH: pH, T: temperatura, P: precipitación) registradas en La Entrega.....	30

Índice de anexos

Anexo I. Datos puntuales registrados de las variables oceanográficas monitoreadas en el periodo de estudio.....	52
Anexo II. Cobertura mensual de algas por grupos funcionales registrada en el periodo monitoreado.....	53
Anexo III. Correlación entre la densidad poblacional de <i>D. mexicanum</i> y la cobertura de algas.....	54
Anexo IV. Correlación entre las variables oceanográficas con la cobertura de algas.....	57
Anexo V. Grupos funcionales de algas monitoreadas en el periodo de estudio.....	59