UNIVERSIDAD DEL MAR

Campus Puerto Ángel

Consecuencias de un evento de mortandad masiva del erizo *Diadema mexicanum* A. Agassiz, 1863 sobre la comunidad íctica arrecifal de las Bahías de Huatulco, México

TESIS

Que para obtener el grado de Licenciado en Biología Marina

PRESENTA

Omar Valencia Méndez

DIRECTOR

Dr. Francisco Benítez Villalobos

Puerto Ángel, Oaxaca, México **Marzo de 2012**

Dedicatoria

A mi madre ***Paula Méndez Fabián*** por ser una mujer incansable, amorosa y una madre eternamente bella; te amo. A mi padre ***Domingo "Tomás" Valencia Ramírez*** por ser una persona fiel, mi más grande amigo, y un padre que nunca dio marcha atrás: juntos logramos esto. A mis hermanos ***Anel y Yesenia***, por todo lo que significan para mí:

"Por ustedes y para ustedes"

A mi familia Puerto-Angelina ***"Ramírez-Viveros"*** por el apoyo absoluto, en especial, a usted Sra. ***Irene Viveros de Ramírez***, siempre la tendré presente:

A ti ***Selene***, por tus consejos, por tu apoyo incondicional en momentos difíciles. Por todo lo que significa una sonrisa, una ilusión, un momento para siempre. . .

¡Bienvenida a nuestro mundo **Ivanna!**

Agradecimientos

El presente trabajo es el esfuerzo unificado de un vasto número de personas. Primeramente al Director de Tesis: Francisco Benítez Villalobos, por haberme permitido ser parte del equipo de trabajo *Echinodermata*, además de haber confiado en que ésta tesis se haría posible: gracias, muchas gracias por todo *Mister*. Así mismo a los revisores, Álvarez-Filip, González-Gándara, Torres-Huerta y López-Serrano por el apoyo incondicional, comentarios y sugerencias acertadas. Al señor Andrés López Pérez por haberme facilitado datos que fueron esenciales para ésta tesis, ya que sin esos datos, se hubiera complicado la finalización de éste trabajo; gracias por el aporte señor. De igual manera, a Pedro Cervantes y Ronson-Paulín, por sus consejos, comentarios y sugerencias que ayudaron a fortalecerme profesionalmente, abarcando también muchas veces otros aspectos.

Al proyecto que financió el trabajo: "Monitoreo de las poblaciones de *Diadema mexicanum* en las Bahías de Huatulco y comunidades coralinas aledañas a Puerto Ángel" con clave CUP 2IR1001.

Al equipo de trabajo en campo, "*El capitán Barbosa*" (Eladio), el Potro (Andrés), Leónidas, quienes fueron fundamental en la toma de datos, conociendo la zona de estudio perfectamente y facilitando los muestreos; además de las múltiples anécdotas que hicieron ameno el trabajo (capitán, no se debe de comer "helado con galletas", puede ser fatal). Y compañeros de trabajo: China, Monse, Andrea, Quetzali & Jair.

A Tulio (Chupis I) por haber sido un gran amigo, compañero, colaborado y colega (ahora solo colaborador y colega ja); aunque muchas veces insoportable con la idea de seguir con los policuates, pero bueno ¡el gusto se rompe en géneros!, espero que algún día encuentres la piedra filosofal en esos bichos mi buen. A mis amigos: Yal-há, Hugo (el mae), Ana Betsabé, Pedrink, David, Neto, Sandra, Lucerito, Hugo vampirin, Eber, Guillen, Jair, y muchas personas más quienes fueron parte fundamental en el apoyo anímico, amigos en la escuela y ¡¡fiestas!! ☺

Al Sr. Díaz por haberme hecho un espacio en David Foundation®. Gracias Héctor por todo el apoyo; a Heber Dalí por haber hecho el mapa; a Yesenia, Ana y Cinthia por haber revisado la tesis☺. A Emmanuel & Roger por sus negras sugerencias y comentarios. A todos: **muchas gracias. . .**

Resumen

En los arrecifes de coral, existen “especies claves” que desempeñan funciones importantes, son especies fundamentales en la estructuración y composición comunitaria, así como en la estabilidad y persistencia de los arrecifes. La ausencia de una especie clave, tiene efectos inmediatos sobre la diversidad y estructura comunitaria de los diferentes taxa coexistentes. En este trabajo se analizó a la comunidad íctica arrecifal, durante un periodo posterior a un evento de mortandad masiva del erizo de mar *Diadema mexicanum,* reportado en mayo de 2009 en La Entrega, Huatulco. Se realizaron censos visuales mensualmente en La Entrega, Dos Hermanas e Isla Montosa durante un ciclo anual (agosto.09-julio.10). Con datos generados por proyectos en La Entrega anteriores al evento y los obtenidos en este estudio, se obtuvieron índices ecológicos comunitarios (*Diversidad de Shannon, Equidad de Pielou y Dominancia de Simpson*), además se elaboraron mapas perceptuales (CLUSTER Y MDS), análisis de similaridad (ANOSIM), y análisis de similitud porcentual de especies (SIMPER). Los resultados indican un incremento significativo en el número de individuos en La Entrega después del evento, contabilizándose 32,920 individuos y 53 spp, comparado con lo obtenido antes del evento (6,776 individuos y 61 spp). El análisis cluster y el MDS (*estrés* de 0.07) confirmaron diferencias significativas en la composición de especies entre ambos estudios (ANOSIM; R=0.717, p=0.1). El SIMPER mostró que la disimilitud observada entre estudios fue determinada por las especies *Haemulon maculicauda* (28.96%)*, Thalssoma lucasanum* (22.17%)*, Selar crumenophthalmus* (12.93%) *y Stegastes acapulcoensis* (11.44%). Por otra parte, para D. Hermanas e I. Montosa se registraron 24,684 individuos (25 spp) y 26,555 individuos (29 spp) respectivamente. El cluster y MDS mostraron a La Entrega separada de las otras localidades (estrés 0.12), el ANOSIM mostró diferencias entre La Entrega y D. Hermanas (R=0.509, p=0.01) y entre La Entrega e I. Montosa (R=0.6, p=0.0016), pero no entre D. Hermanas e I. Montosa (R=0.1, p=0.066). El SIMPER mostró que la disimilitud entre La Entrega y D. hermanas fue determinada por las especies *H. maculicauda* (25.22%), *T. lucasanum* (13.07%) y *Apogon pacificus* (11.33%); para La Entrega e I. Montosa las especies responsables fueron *H. maculicauda* (22.93%), *C. atrilobata* (15.8%), *T. lucasanum* (12.02%) y *A. pacificus* (10.44%); finalmente, *C. atrilobata* (22.74%), *A. pacificus* (22.525) y *T. lucasanum* (19.96%) marcaron la diferencia entre Dos Hermanas e Isla Montosa. Los resultados indican que el disturbio generado por la mortandad de *D. mexicanum*, tuvo efectos inmediatos en la comunidad íctica de hábitos alimenticios similares al erizo, afectando de manera directa a *S. acapulcoensis* y en menor grado a otros herbívoros como *Scarus gobban* y *Prionurus punctatus*; mientras que de manera indirecta, la abundancia de otros peces de hábitos carnívoros (*H. maculicauda*), aumentó de manera importante, lo que sugiere que el impacto fue más profundo, alterando a toda la fauna arrecifal, con un posible aumento significativo en organismos invertebrados.

Palabras clave: Disturbio, estructura trófica, estructura comunitaria, *Stegastes acapulcoensis*.

ÍNDICE

Dedicatoria I
Agradecimientos II
Resumen III
Indice de Figuras V
Indice de Tablas VI
Indice de Anexos VII
1. Introducción 1
1.1 Arrecifes de coral 1
1.2 Peces arrecifales 1
1.3 Erizos 3
1.4 Mortandad de erizos 4
2. Antecedentes 5
3. Justificación 7
4. Hipótesis 8
5. Objetivos 8
5.1.- General 8
5.2.- Particulares 8
6. Zona de estudio 10
7. Material y métodos 12
7.1 Datos anteriores al evento 12
7.2 Toma de datos posteriores al evento 12
7.2.1 Trabajo de campo 13
7.3 Trabajo de Gabinete 15
7.3.1 Análisis de datos 16
7. 3.2 Índices ecológicos comunitarios 17
7.3.3 Identificación de grupos en la comunidad de la comunidad íctica arrecifal 20
7.3.4 Análisis espacio-temporal de la comunidad de peces arrecifales 21
7.4 La calidad del inventario mediante el esfuerzo de muestreo 23
7.4.1. Modelos de Curva de Acumulación de Especies 23
8. Resultados 25
8.1 La Entrega: comparación pre y post- evento de mortandad 25
8.1.1 Descripción general 25
8.1.2 Descriptores ecológicos comunitarios 27
8.1.4 Análisis temporal de los descriptores ecológicos 28
8.1.5 Identificación de grupos de la comunidad íctica arrecifal 30
8.2 La Entrega, Dos Hermanas e Isla Montosa: pos- evento de mortandad 37
8.2.1 Descripción general de la composición de especies 37
8.2.2 Descriptores ecológicos comunitarios 38

8.2.1 Estructura trófica 41
8.2.2 Exclusividad de especies..... 42
8.2.5 Identificación de grupos en la comunidad íctica arrecifal 42
8.3 Evaluación del inventario actico arrecifal 46
8.3.1 Curva de Acumulación de Especies: Modelo de Clench 46
9. Discusión.....48
9.1 La Entrega: comparación pre y post-evento de mortandad..... 48
9.2 La Entrega, Dos Hermanas e Isla Montosa: pos- evento de mortandad 55
9.3 Inventarios biológicos 59
10. Conclusiones.....60
11. Referencias.....62

Índice de Figuras

Figura 1. Área de estudio y las zonas de muestreo dentro de las Bahías de Huatulco, Pacífico Sur de México. 11
Figura 2. Método de conteo puntual aleatorio para la toma de datos de peces arrecifales (Fotografía tomada por Francisco Benítez). 14
Figura 3. Especies más abundantes de La Entrega registradas antes y después de la mortandad. 25
Figura 5. Valores promedio de los descriptores ecológicos de La Entrega: antes del evento (A), después del evento (D). La línea punteada indica la separación entre estudios (□ E.E). 27
Figura 6. Análisis de la varianza sobre los estimadores ecológicos (diversidad (H'), equidad (J') y dominancia (I') para antes y después del fenómeno (Media□D.E). 29
Figura 7. Porcentaje de especies de acuerdo a cada nivel trófico para La Entrega, antes y después de la mortandad del erizo. 30
Figura 8. Dendograma de agrupamiento jerárquico de la comunidad íctica arrecifal de La Entrega antes y después del fenómeno de mortandad del erizo. 31
Figura 9. Ordenamiento del escalamiento multidimensional no-métrico de peces arrecifales de La Entrega mostrando ambos estudios realizados respecto a la mortandad masiva del erizo negro.....31
Figura 10. Análisis espacial por nivel trófico: antes (A) y después (D) del evento. La línea punteada indica la separación entre estudios. Valores mensuales (Media ± E.E).....34
Figura 11. Análisis espacial de las principales familias de herbívoros: antes (A) y después (D) del evento. La línea punteada indica la separación entre estudios. Valores mensuales (Media± E.E). 35

Figura 12. Abundancia promedio mensualmente de S. acapulcoensis antes y después de evento (línea punteada) para La Entrega (±E.E) 36
Figura 13. Especies de peces arrecifales más abundantes registradas en Dos Hermanas e Isla Montosa. 37
Figura 14. Valores promedios mensuales de los índices ecológicos para Dos Hermanas (Media □ E. E).....38
Figura 15. Valores promedios mensuales de los índices ecológicos para Isla Montosa (Media □ E. E). 39
Figura 16.Variación espacial de los estimadores ecológicos; Diversidad, Equidad y Dominancia de La Entrega, D. Hermanas e Isla Montosa posterior al fenómeno (Media□ D.E). 40
Figura 17. Porcentaje de especies por localidad de acuerdo a sus hábitos alimenticios. 41
Figura 18. Dendograma de agrupamiento jerárquico de la comunidad íctica arrecifal de La Entrega, Dos Hermanas e Isla Montosa; Bahías de Huatulco, México. 43
Figura 19. Ordenamiento del escalamiento multidimensional no-métrico de peces arrecifales de La Entrega, Dos Hermanas e Isla Montosa. 43
Figura 20. Curva de acumulación de especies de peces arrecifales, ajustando la función de Clench a la curva de especies registradas. La Entrega (STOTAL=56.52; R2=0.99), Dos Hermanas (STOTAL=58.73; R2=0.99) e Isla Montosa (STOTAL=60.61; R2=0.98).....47
Figura 21.Densidad de Diadema mexicanum registrado por: H-B=Hernández-Ballesteros (2002), H-E=Herrera-Escalante et al., (2005), B-V= Benítez-Villalobos et al., (2008); y los obtenidos después del fenómeno de mortandad (Media ±0.95*E.E).....52
Figura 22. Interacción espacial de D. mexicanum ( ) y S. acapulcoensis ( ) en La Entrega después del evento. Valores mensuales (Media ± D.E). 53

Índice de Tablas

Tabla I. Análisis aplicados en las comparaciones entre estudios (antes y después) y entre localidades (Dos Hermanas, La Entrega e Isla Montosa) 16
Tabla II. Análisis de importancia relativa de especies (SIMPER) de peces arrecifales de La Entrega; antes y después de la mortandad del erizo negro 32

Tabla III. Disimilitud promedio de especies de peces arrecifales de La Entrega obtenida antes y después de la mortandad del erizo negro 33
Tabla IV. Riqueza específica (S), número de familias y número de individuos por localidad. 37
Tabla V. Análisis de importancia relativa de especies (SIMPER) de peces arrecifales de La Entrega, Dos Hermanas e Isla Montosa, Bahías de Huatulco, México 44
Tabla VI. Disimilitud promedio entre La Entrega, Isla Montosa y Dos Hermanas. Se muestra valores de abundancia promedio, disimilitud/desviación estándar, porcentaje de contribución y acumulación. 45
Tabla VII. Resultados del análisis de datos con el modelo de Clench: R2 coeficiente de determinación, a parámetro relativo al número inicial de especies, b probabilidad de un incremento de nuevas especies, STOTAL valor de la asíntota predicha, mx la pendiente al final de la curva, q proporción de la fauna registrada y nq estimación del esfuerzo de muestreo para registrar un 99% de la fauna total..... 47
Tabla VIII. Número de especies catalogadas, metodología empleada e intensidad del muestreo para los trabajos del área de estudio y algunos trabajos de otras localidades del Pacífico Mexicano..... 56

Índice de Anexos

Anexo I. Listado sistemático de la fauna íctica arrecifal de Dos Hermanas, La Entrega e Isla Montosa, Huatulco, México (arreglo en base a FISH-WISE 2011)..... 73
Anexo II. Listado de incidencia de especies por localidad de estudio de Agosto 2009 a Julio-2010. DH=Dos Hermanas, E= Entrega e IM= Isla Montosa..... 78
Anexo III. Listado de especies y nivel trófico, clasificado de acuerdo a los hábitos alimenticios establecidos por Robertson & Allen (2006). C=Carnívoros, H=Herbívoros y Detritívoros, O=Omnívoros, P=Planctívoros y PS=Parasítico. 79
Anexo IV. Índices descriptores comunitarios de La Entrega antes y después del evento, así como de Dos Hermanas e Isla montosa (valores promedios). S= Riqueza de especies; N= Número total de individuos; H´= Diversidad de Shannon; J´= Equidad de Pielou e I'= Dominancia de Simpson. 80