



UNIVERSIDAD DEL MAR

CAMPUS PUERTO ÁNGEL

**Edad, crecimiento y mortalidad natural del erizo de mar
Diadema mexicanum A. Agassiz, 1863 (Echinodermata:
Echinoidea) en La Entrega, Huatulco, Oaxaca.**

TESIS

Que para obtener el título de

LICENCIADO EN BIOLOGÍA MARINA

Presenta

GERARDO MANUEL WILLIAMS JARA

Directora de tesis

M. EN C. JULIA PATRICIA DÍAZ MARTÍNEZ

Puerto Ángel, Oaxaca, México

Octubre, 2013



ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

Después de haber analizado y evaluado la tesis “Edad, crecimiento y mortalidad natural del erizo de mar *Diadema mexicanum* A. Agassiz, 1863 (Echinodermata: Echinoidea) en La Entrega, Huatulco, Oaxaca”, presentada por el Pasante de Biología Marina **Gerardo Manuel Williams Jara**, se considera que cumple con los requisitos académicos y la calidad necesaria para ser defendida en el examen profesional.

Comisión Revisora

M. en C. Julia Patricia Díaz Martínez
Posgrado, Universidad del Mar
Directora

M. en C. Pablo Torres Hernández
Universidad del Mar
Revisor

Dr. Francisco Benítez Villalobos
Universidad del Mar
Revisor

M. en C. Ana María Torres Huerta
Universidad del Mar
Revisor

Dra. Genoveva Cerdaneres Ladrón de Guevara
Universidad del Mar
Revisora

Puerto Ángel, Oaxaca, 2013

Resumen

En el presente trabajo se analiza el crecimiento individual, la relación talla-peso, mortalidad natural (M) y el factor de condición (Kn) del equinoideo *Diadema mexicanum*, en La Entrega, Oaxaca. La información fue generada a través de 13 muestreos de abril del 2008 a abril del 2009, en los que se tomaron medidas del diámetro de la testa de 2,665 organismos y se registraron los parámetros ambientales. La relación entre la talla y el peso fue evaluada mediante la función $W = q \cdot L^b$. El factor de condición con la ecuación $Kn = W/aL^b$. Para el análisis de las frecuencias de talla se aplicó el método de Bhattacharya (1967) y con base en un análisis de progresión modal se identificó la tendencia de crecimiento. Se empleó el modelo de von Bertalanffy para representar matemáticamente la función de crecimiento. La mortalidad natural fue estimada utilizando el método de Taylor (1958) y la ecuación empírica de Pauly (1980). *D. mexicanum* presentó una relación talla-peso alométrica negativa ($b = 2.42$). El factor de condición varió significativamente a lo largo del año pero la población de *D. mexicanum* de La Entrega se desarrolla bajo condiciones favorables. El método de Bhattacharya permitió obtener de 1 a 5 cohortes mensuales y de acuerdo con el modelo de von Bertalanffy este erizo puede llegar a tener una longitud máxima de 9.2 cm a una edad aproximada 6.6 años, con un coeficiente de crecimiento de Brody (k) de 0.038 y con una edad inicial (t_0) de -2.460. El modelo de Taylor indicó una tasa M de 0.0388 mientras que la ecuación de Pauly una tasa $M = 0.2915$. El modelo de regresión lineal múltiple señaló que la variación temporal de la temperatura está relacionada con la oscilación en los valores de Kn y con el crecimiento de *D. mexicanum*.

Palabras clave: von Bertalanffy, factor de condición, equinoideos, talla-peso, Pacífico tropical

Dedicada a mi familia, fuerza y sustento de mí ser, agua que fortaleció mis raíces, luz que me hizo crecer.

A los erizos y la naturaleza, fuente de inspiración y motivo de admiración, porque el día que deje de maravillarme, dejaré de estar vivo.

Y a mí Mar..



Tomada por Benítez-Villalobos

La única lucha que se pierde es la que se abandona

Che Guevara

Agradecimientos

A mis Padres, por los valores que me han inculcado, las enseñanzas de vida y el apoyo que me han dado todos estos años. Por esas palabras de aliento que fueron el ATP que me levantó en los momentos más difíciles y durante todas esas enfermedades. Ustedes son un gran ejemplo para mí, no solo como profesionistas sino también como las grandes personas que son. No tengo palabras para agradecer todo lo que me han brindado y quizá no hagan falta, porque sé que todo ha sido con el corazón y que no habrá dicha más grande para ustedes que todos esos momentos en los que me vean triunfar. Sin su apoyo no hubiera sido posible culminar esta carrera.

A mis hermanos, Miguel, Diego y Verónica, a quienes siempre tengo presentes. Sus logros siempre me han marcado y motivado, sus palabras y su apoyo siempre clave en los momentos más delicados.

Agradezco a la Universidad del Mar y a los profesores que me formaron como un profesionista, por todo el conocimiento que me han brindado, por los buenos y los malos momentos, porque de momentos está formada la vida y que mejor herramienta que el conocimiento para vivirla.

A mi directora de tesis M. en C. Julia Patricia Díaz Martínez, por los conocimientos y la disposición para que este trabajo saliera adelante. Gracias por apoyarme para culminar esta carrera que ya se había hecho muy larga, por la paciencia y las palabras de aliento, por creer siempre en mí, aun con la corriente en contra.

Al M. en C. Pablo Torres Hernández, porque sin ti esto probablemente no hubiera sido posible, por todas las horas que me dedicaste, por tus comentarios tan acertados y tus revisiones tan exhaustivas.

A mis revisores Dr. Francisco Benítez Villalobos, Dra. Genoveva Cerdaneres Ladrón de Guevara y M. en C. Ana María Torres Huerta, por su disposición para que revisar este trabajo. Gracias por sus observaciones que ayudaron a mejorar la calidad, esclarecer y profundizar mis ideas, así como a generar nuevas hipótesis.

Al M. en C. José Alberto Montoya Márquez, por la disponibilidad para asesórame en un momento tan crucial.

Al grupo de los equinodermos 2008-2009, sin ustedes los muestreos no habrían sido lo mismo, por todas esas sonrisas y buenos momentos.

A Sarai, por todo tu apoyo y cariño. Gracias por impulsarme a realizar mis sueños y por acompañarme en ellos, tu presencia ha sido muy importante para llegar a la meta, siempre motivándome y apoyándome hasta en lo que pudiera ser una locura. Has hecho de cada instante un momento especial.

Al Capi Eladio Espíndola y Andrés Pacheco, por el apoyo y conocimientos en campo, por cuidar y estar pendientes de la tripulación en cada salida, siempre con la mejor disposición e interesándose en nuestros estudios.

A mis amigos Jorge, Gabriel, Miguel, Samanta, Karen, Daniel, Adriana, Perla, Rogelio, Israel, Ita, Maritza, Esmeralda, Naikary, Julio, Tonatiuh, Selene, Jovita, Bicho, Lalo, Eliel, Benjamín, Gian y a toda la generación 2003-2008, porque de cada uno de ustedes he aprendido algo, por todos esos años que compartimos experiencias, noches de desvelo, salidas de campo, momentos de stress, así como momentos júbilo. Por todo el amor y la amistad que me han brindado, así como los buenos deseos que siempre han abundado, con ustedes conocí el verdadero significado de amistad, los quiero!

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Descripción de la especie	3
1.2. Crecimiento individual y mortalidad natural	4
2. ANTECEDENTES	7
3. JUSTIFICACIÓN	15
4. OBJETIVO GENERAL	16
4.1. Objetivos particulares.....	16
5. ÁREA DE ESTUDIO	17
6. MATERIAL Y MÉTODO	19
6.1. Trabajo de campo	19
6.2. Relación talla-peso	20
6.3. Factor de condición.....	22
6.4. . Crecimiento individual	24
6.4.1. Procesamiento de datos y frecuencia de tallas	24
6.4.2. Separación e identificación de las cohortes.....	24
6.4.3. Estimación de los parámetros de crecimiento	25
6.5. Mortalidad natural	27
7. RESULTADOS	28
7.1. Relación talla-peso.....	28
7.2. Factor de condición.....	29
7.2.1. <i>Kn</i> vs variables ambientales.....	30
7.3. Frecuencia de tallas, separación e identificación de las cohortes.....	32
7.4. Análisis del crecimiento.....	36

7.5. Mortalidad natural	37
8. DISCUSIÓN	38
9. CONCLUSIONES	46
10. LITERATURA CITADA.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Ejemplar de <i>D. mexicanum</i>	3
Fig. 2. Localización del área de estudio.....	17
Fig. 3. Relación Talla-Peso de <i>Diadema mexicanum</i>	29
Fig. 4. Promedio mensual del factor de condición (<i>Kn</i>)	30
Fig. 5. Variación mensual de la precipitación pluvial y la temperatura de fondo.....	31
Fig. 6. Frecuencia relativa de la longitud del diámetro de la testa de <i>D. mexicanum</i>	32
Fig. 7. Unión definitiva de medias para las cohortes seleccionadas.	33
Fig. 8. Abundancia con respecto a la longitud de la testa de <i>D. mexicanum</i>	34
Fig. 9. Tendencia de crecimiento promedio de <i>D. mexicanum</i>	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tab. I. Registro de trabajos sobre crecimiento en equinoideos.....	12
Tab. II. Cohortes obtenidas del análisis Bhattacharya	35
Tab. III. Valores resultantes del modelo de von Bertalanffy	36