



Universidad del Mar

Campus Puerto Ángel

Aspectos poblacionales del erizo de mar *Toxopneustes roseus*
(A. Agassiz, 1863) (Echinodermata: Echinoidea) en tres
localidades de la costa de Oaxaca, México

TESIS QUE PRESENTA

Quetzalli Yasú Abadía Chanona

Matricula 06020001

Como requisito para obtener el título de
Licenciada en Biología Marina

Dirigida por:

Dr. Francisco Benítez-Villalobos

Puerto Ángel, Oaxaca, México

Marzo, 2013



Universidad del Mar

Campus Puerto Ángel

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

Después de haber revisado y evaluado la tesis “Aspectos poblacionales del erizo de mar *Toxopneustes roseus* (A. Agassiz, 1863) (Echinodermata: Echinoidea) en tres localidades de la costa de Oaxaca, México”, presentada por Quetzalli Yasú Abadía Chanona para obtener el título de Licenciada en Biología Marina, le comunicamos que la tesis cumple con los requisitos académicos para ser presentada en el correspondiente examen profesional.

COMISIÓN REVISORA

Dr. Francisco Benítez-Villalobos
*Universidad del Mar (UMAR),
Puerto Ángel, Oaxaca, México.*
DIRECTOR

Dr. Juan Francisco Meraz Hernando
*Universidad del Mar (UMAR),
Puerto Ángel, Oaxaca, México.*
REVISOR

M. en C. Julia Patricia Díaz Martínez
*Universidad del Mar (UMAR),
Puerto Ángel, Oaxaca, México.*
REVISORA

Dr. Juan José Alvarado Barrientos
*Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR),
Universidad de Costa Rica (UCR), San José, Costa Rica.*
REVISOR

Dr. Jorge Ignacio Sonnenholzner Varas
*Secretaría Técnica del Mar,
Manta, Manabí, Ecuador.*
REVISOR



RESUMEN

El erizo de mar *Toxopneustes roseus* se encuentra ampliamente distribuido a lo largo de la costa este del Pacífico tropical, desde México hasta el norte de Perú. El presente estudio tiene como propósito evaluar rasgos poblacionales de esta especie, tales como patrón de distribución, densidad poblacional, crecimiento poblacional y mortalidad natural, así como la relación entre la densidad y algunas variables ambientales (hidrográficas y atmosféricas). Durante veinticuatro meses (octubre 2009 a septiembre 2011) se hicieron conteos utilizando transectos en banda en tres localidades de la costa de Oaxaca: Estacahuite, Dos Hermanas e Isla Cacaluta. Adicionalmente se registró la temperatura, salinidad y pH en las tres localidades de estudio. Los registros de irradiación y precipitación pluvial se obtuvieron de bases de datos. El patrón de distribución espacial se caracterizó utilizando el índice de Morisita y los modelos de probabilidad de Poisson y distribución Binomial Negativa. La densidad poblacional se estimó mediante el conteo de individuos por metro cuadrado. Para obtener los parámetros de crecimiento poblacional se utilizó el método de mínimos cuadrados y se realizó el ajuste mediante el algoritmo de mínima verosimilitud. La mortalidad natural se estimó mediante el método de Berry. Se aplicó un análisis de Regresión Lineal Múltiple para evaluar la relación entre la densidad y las variables hidrográficas y atmosféricas medidas. En las tres localidades de estudio el patrón de distribución de *T. roseus* fue agregado en la mayoría de los meses y la densidad promedio fue $0.12 \pm 0.02 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ (Estacahuite), $0.05 \pm 0.01 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ (Dos Hermanas) y $0.04 \pm 0.01 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ (Isla Cacaluta). El valor estimado de los coeficientes para el crecimiento poblacional fueron: $K= 75.697$, $N_0=3.376$ y $r= 0.263$ (Estacahuite), $K= 1108$, $N_0=7.742$ y $r= 0.271$ (Dos Hermanas), y $K= 3719.65$, $N_0=8.82$ y $r= 0.241$ (Isla Cacaluta). En Estacahuite la mortalidad natural fue 0.54 y en Dos Hermanas 0.46. De las variables ambientales medidas, la precipitación pluvial tuvo una relación directa, pero no determinante con la densidad poblacional de *T. roseus* en Isla Cacaluta. Debido a las diferencias encontradas en las tres localidades de estudio, se puede inferir que los diversos factores que podrían determinar el crecimiento poblacional de *T. roseus* son: 1) áreas con mayor extensión en general, 2) disponibilidad de recursos y 3) el aporte de sedimento por la presencia de ríos en las localidades.

Palabras clave: Distribución, Densidad, Crecimiento Poblacional, Mortalidad Natural, equinoideos, México.

Citar como: Abadía-Chanona QY (2013) Aspectos poblacionales del erizo de mar *Toxopneustes roseus* (A. Agassiz, 1863) (Echinodermata: Echinoidea) en tres localidades de la costa de Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología Marina, Universidad del Mar, Puerto Ángel. 48 p.





Dedico esta tesis al esfuerzo, sacrificio, confianza y gran amor.

Por creer en mí, a las palabras de aliento, sinceridad y razón.

Gracias por apoyarme y escucharme en todo momento.

A darme fuerzas para seguir adelante y perseguir mis sueños.

Para ustedes, Mami Ross, Arturo, Jesús Alberto, papá Roberto y Tía Dina[†]

Los Amo ♥

(Se que siempre me miras y me proteges eternamente, aunque no te pueda ver, te llevo siempre en mi corazón, mi motivo para seguir, mi ángel, mi motor).



No creas en la verdad porque otros la cuenta, búscala y encuéntrala por ti mismo...





AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad del Mar y al proyecto “Monitoreo de las poblaciones de *Diadema mexicanum* en las Bahías de Huatulco y comunidades coralinas aledañas a Puerto Ángel” (CUP 21R1001), porque sin este apoyo no hubiera sido posible la realización de este trabajo y mi formación académica.

Agradezco infinitivamente a mi director de tesis Dr. Francisco Benítez Villalobos porque además de ser profesor y director es un gran amigo y consejero, gracias por haber pensado en mi y por brindarme la oportunidad de comprender el mundo de los equinodermos.

A mis revisores Juan Francisco Meraz Hernando, Julia Patricia Díaz Martínez, Juan José Alvarado Barrientos y Jorge Ignacio Sonnenholzner Varas, por las buenas ideas, aportaciones, artículos proporcionados, críticas y comentarios que contribuyeron a mejorar la calidad del escrito dándole ese toque final a la tesis. Gracias a ellos por su paciencia, interés y dedicación.

A mi familia entera, por creer en mí desde el momento que decidí estudiar esta hermosa carrera, por soportar la distancia que nos aleja físicamente pero no mental, por perderme de las reuniones y salidas familiares, por sus gratas y esperadas visitas, por los sacrificios hechos y porque nunca dejaron de apoyarme y darme ánimos para continuar.

A Omar Hernando Avila Poveda por conocerlo justo en el momento indicado, por su paciencia, por su tiempo y ofrecerme su apoyo en cualquier eventualidad, por enseñarme que todo tiene un cuando y un porqué, por compartir momentos de angustia y desesperación. A no rendirme en los momentos difíciles, a hacer crítica y aceptar errores, a fijarme en los mínimos detalles, y a seguir adelante sin importar los obstáculos, a tener amor por lo que se hace..Gracias Omar.

Al capitán Eladio Espíndola y Andrés Pacheco por su cariño y gran apoyo en campo, como los extraño!!...

A Miguel Ángel Ahumada Sempoal y Antonio López Serrano por su gran apoyo y motivación durante la carrera y realización de la tesis, por contagiarme esas ganas de seguir investigando y tener amor por la ciencia y el trabajo. A Darla Alejandra Torres Ariño por brindarme su amistad y cariño.





A mis amigos y compañeros de generación por todo lo que pasamos juntos, salidas de campo, noches intensas de desvelos, trabajos en equipo, malos entendidos, hermosos momentos, fiestas, reuniones, etc. Gracias a ustedes por haber compartido la carrera juntos.

A todos los profesores de la UMAR y amigos que pusieron en mí ese granito de arena que me ayudo a concluir este largo camino.

A Lorena Contreras Espinosa, Bárbara Rojas Montiel, Raúl Velasco Azorsa (El Rulo), Dra. Karla I. Lira-De León, Heber Dalí Martínez Santos, Fabían Israel (Momia), Laura A. Ruiz, Ana Karen Meza, Lupita Arellano Martínez, Alfonso Rodríguez Arellano, Diana E. Álvarez Pulido y Claudia E. Marín Proa por su apoyo en los momentos más cruciales de la tesis, por compartir su amistad, cariño, conocimiento y entusiasmo en todo momento.

Finalmente gracias a esa fuerza que me protege y que me cubre con sus alas cuando se acerca la tormenta.





ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	3
JUSTIFICACIÓN	4
OBJETIVO GENERAL	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
ÁREA DE ESTUDIO	6
DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA Y GEOMORFOLÓGICA DE LAS TRES LOCALIDADES DE MUESTREO	6
MATERIAL Y MÉTODOS	7
TRABAJO DE CAMPO	7
<i>Densidad poblacional</i>	7
<i>Registro de variables ambientales</i>	8
TRABAJO DE GABINETE.....	9
<i>Densidad poblacional</i>	9
<i>Distribución espacial</i>	9
<i>Crecimiento poblacional</i>	13
<i>Mortalidad natural</i>	14
<i>Obtención de las variables ambientales</i>	14
<i>Relación densidad poblacional versus variables ambientales</i>	15
RESULTADOS	17
DENSIDAD POBLACIONAL.....	17
<i>Comparación entre meses por cada localidad (variación temporal)</i>	17
<i>Comparación entre localidades (variación espacial)</i>	17
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL	19
CRECIMIENTO POBLACIONAL	20
MORTALIDAD	23
RELACIÓN DENSIDAD POBLACIONAL VERSUS VARIABLES AMBIENTALES	23
<i>Estacahuite</i>	23
<i>Dos Hermanas</i>	24
<i>Isla Cacaluta</i>	24
DISCUSIÓN	28
DENSIDAD POBLACIONAL	28
CRECIMIENTO POBLACIONAL	31
MORTALIDAD NATURAL.....	32
RELACIÓN DE LOS PARÁMETROS ECOLÓGICOS EVALUADOS.....	33
CONCLUSIONES	34
REFERENCIAS	35
ANEXOS	44





ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista dorso lateral de un espécimen de <i>Toxopneustes roseus</i> de la localidad de Estacahuite, Oaxaca, México. (Fotografía tomada por F. Benítez-Villalobos, 2010).....	2
Figura 2. Área de estudio mostrando los tres sitios de muestreo: Estacahuite, Dos Hermanas y la Isla Cacaluta.....	8
Figura 3. Representación diagramática de un buzo realizando el recorrido sobre un transecto en banda (Tomado de Rogers <i>et al.</i> 2001).	8
Figura 4. Comparación temporal de la densidad poblacional (promedio \pm DE) de <i>T. roseus</i> para cada sitio de muestreo: A) Estacahuite; B) Dos Hermanas; C) Isla Cacaluta. Los meses sin valores no fueron muestreados. Cada letra diferente indica la diferencia significativa entre meses ($P < 0.05$) para cada sitio.....	18
Figura 5. Comparación entre localidades de la densidad poblacional (promedio \pm DE) de <i>Toxopneustes roseus</i> para 13 meses muestreados. Cada letra diferente indica la diferencia significativa entre localidades ($P < 0.05$), para cada mes. ES: Estacahuite; DH: Dos Hermanas; IC: Isla Cacaluta.	19
Figura 6. Valor de agregación mensual (K) de la población de <i>T. roseus</i> en las tres localidades de octubre 2009 a septiembre 2011: A) Estacahuite, B) Dos Hermanas, C) Isla Cacaluta.....	21
Figura 7. Curvas de crecimiento poblacional de <i>T. roseus</i> estimadas con el modelo de crecimiento logístico, para las tres localidades: A) Estacahuite, B) Dos Hermanas C) Isla Cacaluta. La línea punteada representa el tamaño poblacional esperado y la línea continua representa la abundancia observada.....	22
Figura 8. Variación mensual de la temperatura (círculos negros), salinidad (cuadrados negros) y pH (triángulos negros), con relación a la densidad poblacional (D_n : Ind·m ⁻²) de <i>T. roseus</i> en las tres localidades de octubre 2009 a septiembre 2011: A) Estacahuite, B) Dos Hermanas, C) Isla Cacaluta.	25
Figura 9. Variación mensual de la densidad poblacional de <i>T. roseus</i> con relación a la precipitación pluvial (círculos negros) y la irradiancia (triángulos negros) en las tres localidades de estudio de octubre 2009 a julio 2011. A) Estacahuite, B) Dos Hermanas C) Isla Cacaluta.	26





ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Densidades poblacionales (promedio \pm EE) reportadas para algunas especies del género <i>Toxopneustes</i> en diferentes áreas geográficas dentro de la llamada zona Intertropical ($\sim 30^\circ$ N, trópico de Cáncer hasta $\sim 30^\circ$ S trópico de Capricornio). Las referencias están organizadas de acuerdo a la coordenada latitudinal.....	29.
--	-----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Tabla de la distribución espacial mensual de <i>Toxopneustes roseus</i> estimado con el índice de Morisita y corroborada con el modelo de distribución Binomial negativa ($\sigma^2 > \mu$), modelo de distribución Poisson= λ , y valor de agregación (K) para Estacahuite, Dos hermanas e Isla Cacaluta.....	44
Anexo 2. Tabla de intervalos de confianza de los parámetros de crecimiento K , No y r de <i>Toxopneustes roseus</i> para las tres localidades Estacahuite (A), Dos hermanas (B) e Isla Cacaluta (C).	45
Anexo 3. Intervalos de confianza para los parámetros K (A), No (B), r (C) para Estacahuite. Perfil de mínima verosimilitud (L_{\min} línea punteada con círculos) y distribución X^2 (10^{-23} línea sólida con rombos).....	46
Anexo 4. Intervalos de confianza para los parámetros K (A), No (B), r (C) para Dos hermanas. Perfil de mínima verosimilitud (L_{\min} línea punteada con círculos) y distribución X^2 (10^{-13} línea sólida con rombos).	47
Anexo 5. Intervalos de confianza para los parámetros K (A), No (B), r (C) para Isla Cacaluta. Perfil de mínima verosimilitud (L_{\min} línea punteada con círculos) y distribución X^2 (10^{-15} línea sólida con rombos).....	48

