



Universidad del Mar

Campus Puerto Ángel

Efecto de la temperatura en la fecundación, desarrollo embrionario y supervivencia larval del erizo rosa *Toxopneustes roseus* (A. Agassiz, 1863) (Echinodermata: Echinoidea)

Tesis

QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
Licenciada en Biología Marina

Presenta

Leobarda Margarita Mejía Gutiérrez

Director de tesis

Dr. Francisco Benítez Villalobos

Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca 2018

RESUMEN

El erizo rosa *Toxopneustes roseus* tiene una relevante importancia ecológica, principalmente por su comportamiento (cubrirse de fragmentos de rodolitos, conchas y algas foliosas) y el tipo de alimentación (de la corteza de rodolitos, y coral muerto) esta actividad, a su vez beneficia a los rodolitos, transportándolos hacia otras zonas e influyendo en su distribución. En los últimos años, el cambio climático, inducido de manera acelerada por la actividad humana, está provocando grandes impactos en los sistemas marinos, se tiene previsto cambios importantes en la temperatura global 1.8°C a 4°C la disminución del pH del agua del mar de 0.14 a 0.35 unidades y el aumento del nivel del mar entre 0.18 y 0.79 m para el año 2100. Por esta razón, el objetivo de esta investigación es analizar el efecto de la temperatura en las etapas tempranas de desarrollo de *T. roseus*. Con este fin, se recolectaron organismos de abril a septiembre de 2016 en la bahía Estacahuite, en laboratorio se indujo el desove de los organismos para la obtención de gametos, para evaluar el efecto de la t° en la fecundación se colocó 19 ml de óvulos y 1ml de espermatozoides en viales contenidos en baños María a distintas temperaturas (28°C, 30°C y 32°C) por 15 minutos, para el desarrollo embrionario se realizó la fecundación y después se tomó 20 ml de embriones en viales, los cuales fueron colocados en los baños María, sacando 3 viales por baño María cada 6 horas y para la supervivencia larval, se proporcionaron 20 ml de larvas de dos brazos (pluteus) en viales los cuales fueron colocados en los baños María por 24 horas. Se evidenció un efecto significativo del incremento de la temperatura durante la fecundación, entre los tratamientos 28°C y 30°C no se encontraron diferencias significativas (65% y 68% respectivamente), sin embargo entre 28°C y 32°C si hubo diferencias (65% y 56%) al igual que 30°C y 32°C (68% y 56%). En el desarrollo embrionario se observaron siete estadios; blástula temprana, blástula tardía, gástrula temprana, gástrula, prisma, pluteus temprana y pluteus, así como embriones anormales. De acuerdo con el análisis Cluster se observó la separación de seis grupos de muestras, mostrando que los grupos de muestreo correspondientes a la temperatura 32°C son diferentes a los otros grupos de 28°C y 30°C. El Análisis MDS mostró un patrón de agrupamiento similar

al Cluster, separando a los muestreos de 32°C de los demás, evidenciando que entre 28°C y 30°C existe similitud. Los estadios que caracterizaron a la temperatura de 28°C fueron; gástrula temprana, blástula temprana y pluteus temprana, en 30°C lo caracterizó gástrula temprana, y gástrula y para 32°C embriones anormales caracterizaron a esta temperatura, esto de acuerdo al análisis SIMPER. El porcentaje de supervivencia más alto en larvas de *T. roseus*, se presentó en las que fueron expuestas a la temperatura de 30°C con 94%, seguida de la temperatura de 28°C con 81.4%, y el porcentaje más bajo correspondió al tratamiento de temperatura de 32°C con 69.5%. Mientras que en la fecundación y la supervivencia larval no se encontraron efectos significativos a los niveles de temperatura (1.8°C a 4°C) previstos en las próximas décadas, el desarrollo embrionario sufrió efectos deletéreos (desarrollo anormal o degradación del embrión).

Palabras clave: Cambio climático, desarrollo temprano, Toxopneustidae, Pacífico sur de México.

DEDICATORIA

Para aquellas manos que me alentaban cuando decidía no escuchar, para aquellos que estuvieron ahí cuando mis ojos decidieron no mirar.

A mis padres

Gabriel Mejía y Francisca Gutiérrez, esta tesis es enteramente suya, por creer en mí, por darme alas y ayudarme a emprender el vuelo para conocer nuevos horizontes♥

Por apoyar mis y las decisiones de mis hermanos, por velar nuestros sueños. Por todo el sacrificio, amor y confianza.

Para aquellos seres que pintaron de colores cada mañana de mi vida. Para esas sonrisas y llantos que me acompañaron mientras crecía♥.

Mis hermanos, nacimos del mismo árbol y aunque nuestras ramas crezcan en diferentes direcciones, siempre nos unirán nuestras raíces.

A mi hermana mayor Isa

Gracias mani por todo el apoyo que me has brindado no solo a mí, sino a la familia, por aguantar mi bipolaridad jeje te quiero tanto

A mi pequeño hermano Paco

Hermanito que puedo decir, eres un chingon! jeje, eres capaz de lograr eso y más te quiero mucho hermano.

Para los protagonistas de los recuerdos de mi infancia y adolescencia, por esas dulces miradas, para esas fuertes críticas.

A mi tía Elia, gracias porque sin duda, sus consejos sirvieron para llegar aquí, mis mejores días de pre y adolescente fueron con usted. La quiero mucho tía.

A mis queridos y amados abuelos

Francisco Gutiérrez y Sofía López, gracias por darme un gran ejemplo de humildad, por los buenos recibimientos en casa. Por estar siempre al pendiente de la familia y por ser tan buenos abuelos.

Julio Mejía[†] y Teodora Méndez[†], estoy eternamente agradecida por todo lo que le han dado a nuestra familia, gracias por darme al mejor padre del mundo. Porque siempre están presentes, gracias abuelo por los mejores recuerdos de infancia, gracias por todas las nieves y sonrisas, es triste ya no verte. Abuela es triste llegar a casa y no verte.

Tía Blanquita[†], donde quiera que esté esto va para usted, siempre la recuerdo.

A las familias Mejía Méndez y Gutiérrez López

Porque mi vida no sería la misma sin su voz, porque todo su esfuerzo es más de lo que merezco.

AGRADECIMIENTOS

Necesito del mar porque me enseña, no sé si es música o conciencia...

Pablo Neruda.

Agradezco al proyecto “Influencia de la temperatura en el éxito de fertilización y desarrollo embrionario de tres especies clave (cefalópodos, equinodermos y peces) en un contexto de cambio climático (CUP2IR1605).

Mi más sincero agradecimiento a mi director de tesis el Dr. Francisco Benítez Villalobos, por el gran apoyo y confianza para este trabajo.

A mis revisores, Dr. Eugenio Carpizo Ituarte, Dr. Juan José Alvarado Barrientos, M. en C. Julia Patricia Díaz Martínez y M. en C. Pablo Torres Hernández, por sus comentarios y grandes aportaciones que contribuyeron a mejorar este manuscrito. Gracias por su dedicación a este escrito.

En especial a la M. en C. Julia, gracias por todas las sugerencias y acertados comentarios, gracias por su amistad, sus consejos me han servido mucho tanto profesional como en mi vida personal. Gracias!

A la M. en C. Leticia Sánchez Estudillo, por introducirme al mundo de las microalgas, gracias por todas sus enseñanzas han sido de gran ayuda.

A todos los profesores de la Umar, por transmitir grandes conocimientos y amor a la ciencia.

A todo el personal que conforman la Umar, porque en algún momento me ayudaron. Muchas gracias.

Nuevamente a mi hermosa y amada familia, gracias por todo el apoyo, me quedo corta al intentar demostrar lo agradecida que estoy.

A mis queridos primos Erika, Vene, Víctor, Dianita, Leo, Chacho, Uli, y Diego. Gracias por todos los buenos momentos, que las cosas entre nosotros nunca cambien.

A mis sobrinos, que con sus sonrisas y ocurrencias han hecho de la casa un lugar alegre Liz, Javi, Hanna, Danna, Axel y el pequeño Santi.

A mis tíos Gerardo, Virginia, Ale, Juana, Fausta y Elia, por apoyar en todos los sentidos a mi familia.

A Efraín Santos, gracias por compartir tu tiempo y espacio, por apoyarme y soportar de vez en cuando mi histeria, gracias por permitirme conocerte un poco más, te quiero mucho♥

A mi amiga de toda la vida, María Elena, hermanita gracias por tu gran amistad, por creer en mí, por compartir tu vida, por estar en las buenas pero sobre todo en las malas, porque juntas iniciamos nuestro sueño☺

A mis amigas de secundaria Lety, Nancy y Cecy, gracias por seguir en mi vida, son parte importante de mí, por nunca dejarme.

A mis grandes amigas de bachillerato Gau, Mary, Eli, Perla, Lili, Alma, Cheli. Gracias por compartir esa etapa y pasar momentos tan agradables. Aun en la distancia y tiempo siguen estando presentes.

No menos importantes, mis amigos de universidad, a Male por convertirse en una hermana para mí, porque a pesar de la distancia seguimos al pendiente la una de la otra, por traer al maravilloso y hermoso sobrino. Nancy porque eres un gran ejemplo de perseverancia, gracias también por el sobrino hermoso. Karen y Esme, sin duda me siento tan orgullosa de ser amiga de ambas, son unas chingonas! a Sairi por su amistad y la ayuda que me sigue brindando. A Gustavo, por todo el apoyado que me brindó. A Mike, por su gran amistad.

A ti, que siempre creíste en mí aun cuando ni yo lo hacía, gracias por enseñarme a soñar y creer en todo aquello que parece imposible. Apaj♥

A ameyalli, quien se ha convertido en una persona muy importante para mí, gracias por ser una amiga incondicional, por las grandes platicas, por ser una gran confidente, gracias Ame.

A Mafer y Sairi quienes me acompañaron en mis días de trabajo en laboratorio y no laboratorio. Sairi gracias por ayudarme en mis pequeños líos de computación hasta en los últimos momentos. Gracias por el apoyo que me han brindado.

A Lupita, Susy y Marino, por los últimos cumpleaños que hemos pasado y los que faltan.

A mis compañeros de laboratorio; Alejandra Muñoz, Astrid, Walter, Malu y Karen que me brindaron su valiosa ayuda en el trabajo de campo o laboratorio, muchísimas gracias.

A Juan Trujano, por ayudarme con el trabajo de laboratorio y de campo, gracias por fastidiar ciertos días que de alguna forma hicieron amenas las tardes en el laboratorio, así mismo gracias por el apoyo en la realización del mapa para el área de estudio.

A Mariana de la UADY, por compartir un verano con nosotros y ayudar en el trabajo de laboratorio.

A maravillosas personas que he conocido; Dr. Eduardo Barlat, Dra. Dinorah, Bióloga Silvia Ramírez, Dra. Ana, M. en C. Paulina, con quienes compartí momentos maravillosos

A Francisco (el gordo), Francisca (La Chikis) y la pequeña Pau☺ gracias por acobijarme en su hogar y por cuidar de mí.

A la familia Rodríguez Gonzales, gracias por apoyarme en todos estos años, estoy muy agradecida por haber conocido personas tan buenas en Puerto Ángel.

Al señor Pedro Hernández, por cuidar de mí, a Paula por ser una gran chica, gracias por tu amistad te quiero mucho, a la pequeña Belén, por alegrar mis días de playa ☺

A la señora Rafaela, por recibirme en su casa y ser tan buena conmigo, muchas gracias.

Por conocer a personas tan maravillosas en este pequeño puerto, porque jamás imagine conocer a personas que se volvieran tan importantes en mi vida

Esto va para todos ustedes, por fin he llegado al principio...😊

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Clase Echinoidea.....	1
1.2 Importancia ecológica.....	2
1.3 Cambio climático.....	2
1.4 Efecto del cambio climático en los organismos marinos	3
1.5 Efecto de la temperatura en equinodermos	5
1.6 <i>Toxopneustes roseus</i>	6
1.6.1 Posición taxonómica de la especie	7
1.6.2 Distribución y Hábitat	8
1.6.3 Importancia ecológica	8
2. ANTECEDENTES.....	9
3. JUSTIFICACIÓN.....	14
4. HIPOTESIS DE TRABAJO	16
5. OBJETIVOS.....	17
5.1 General	17
5.2 Específicos.....	17
6. ÁREA DE ESTUDIO	18
7. MATERIAL Y MÉTODOS	20
7.1 Recolección de organismos	20
7.2 Trabajo de laboratorio	20
7.2.1 Diseño experimental.....	20
7.2.2 Inducción al desove.....	21
7.2.3 Efecto de la temperatura en la fecundación	22
7.2.4 Efecto de la temperatura en el desarrollo embrionario	24
7.2.5 Supervivencia larval	25
7.3 Análisis de datos	27
7.3.1 Fecundación	27
7.3.2 Desarrollo embrionario	28
7.3.3 Supervivencia larval	29
8. RESULTADOS	31
8.1 Efecto de la temperatura en la fecundación	31
8.2 Efecto de la temperatura en el desarrollo embrionario	32
8.3 Efecto de la temperatura en la supervivencia larval	37
9. DISCUSIÓN	40
10 CONCLUSIÓN	46
11 LITERATURA CITADA.....	48
12 ANEXOS	60

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Especimen de <i>Toxopneustes roseus</i>	7
Figura 2. Mapa del área de muestreo.....	19
Figura 3. Montaje de los baños María a las tres temperaturas	21
Figura 4. Procedimiento para la inducción al desove... ..	22
Figura 5. Separación de embriones para su posterior conteo	23
Figura 6. Esquema de las replicas por tratamiento.....	23
Figura 7. Obtención del stock de esperma	24
Figura 8. Ovulo fecundado y no fecundado.....	24
Figura 9. Esquema de los tratamientos del desarrollo embrionario.....	25
Figura 10. Esquema de los tratamientos de supervivencia larval.....	26
Figura 11. Larva viva y muerta.....	27
Figura 12. Porcentaje de fecundación (promedio $\pm$ DE), comparando entre los tres tratamientos de temperatura (28°C, 30°C y 32°C).....	32
Figura 13. Dendograma de agrupamiento jerárquico de las horas de muestreo del desarrollo embrionario del erizo de mar con efecto de la temperatura.....	34
Figura 14. Ordenamiento del escalamiento multidimensional no-métrico (MDS) de los tiempos de muestreo con respecto al efecto de la temperatura durante el desarrollo embrionario del erizo de mar <i>T. roseus</i>	35
Figura 15. Comparación de la supervivencia larval promedio ($\pm$ DE) entre temperaturas (28°C, 30°C. y 32°C) de <i>Toxopneustes roseus</i>	38
Figura 16. Comparación de la supervivencia larval promedio ($\pm$ DE) entre los experimentos (E1, E2 y E3) de <i>Toxopneustes roseus</i>	39
Tabla I. Influencia de la temperatura en el desarrollo temprano de equinoideos	13
Tabla II. Análisis de pruebas pareadas de la temperatura.....	36

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I. Análisis de Importancia Relativa (Simper).....	60
Anexo II. Contribución de los estadios del desarrollo embrionario a la disimilitud entre las temperaturas.....	61
Anexo III. Contribución de los estadios de desarrollo embrionario a la similitud de las horas de muestreo.....	62