

UNIVERSIDAD DEL MAR

campus **Puerto Ángel**



**EFECTO DEL INCREMENTO DE LA TEMPERATURA EN LA
FECUNDACIÓN, DESARROLLO EMBRIONARIO Y
SUPERVIVENCIA LARVAL DEL ERIZO IRREGULAR**

***Rhyncholampas pacificus* (A. Agassiz, 1863)**

TESIS

Que para obtener el Título Profesional de

Licenciada en Biología Marina

Presenta

María Luisa Rodríguez Medellín

Director

Dr. Francisco Benítez Villalobos

Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, México, 2019

Efecto del incremento de la temperatura en la fecundación, desarrollo embrionario y supervivencia larval del erizo irregular *Rhyncholampas pacificus*

María Luisa Rodríguez Medellín

Resumen

La necesidad de evaluar el efecto del incremento en la temperatura del océano sobre especies clave es la base para esta investigación. El erizo irregular *Rhyncholampas pacificus* es una especie que forma parte de la infauna que habita en sustratos arenosos y lodosos, en donde regularmente la riqueza de especies es baja, lo cual confiere a cada especie una gran importancia, debido a la influencia que ejercen no solo en ese hábitat, sino en las demás especies bentónicas en general. En este estudio se evaluó el efecto del incremento en la temperatura sobre el éxito de fecundación, el desarrollo embrionario y la supervivencia larval de la especie y se probaron cuatro temperaturas experimentales, considerando un escenario normal de 28°C, un incremento a 30 y 32°C y finalmente condiciones extremas de alta temperatura a 34°C (con tres replicas independientes cada una). Se obtuvo fecundación en todas las temperaturas probadas, alcanzando un porcentaje global de 71.5% y solo se encontró diferencia significativa entre las temperaturas de 32 y 34°C. Se evidenció que la fecundación es el proceso en el cual existe mayor tolerancia al incremento en la temperatura, ya que se presentó fecundación en todas las temperaturas probadas. En el desarrollo embrionario no se obtuvieron diferencias significativas en la temperatura de 28 y 30°C. Para el caso de la temperatura de 32°C, el desarrollo no fue estable y en la temperatura de 34°C el desarrollo fue inhibido. Lo anterior evidencia que esta etapa del desarrollo de *R. pacificus* es la más sensible al incremento en la temperatura. En la supervivencia larval se obtuvo un porcentaje global de 68%. Se evidenciaron diferencias significativas entre 28 y 32°C, 28 y 34°C y entre 30 y 34°C, no se encontraron diferencias significativas entre 28 y 30°C, 30 y 32°C y entre 32 y 34°C. En la temperatura extrema de 34°C se obtuvo una alta mortalidad, sin embargo esta etapa mostró ser más resistente

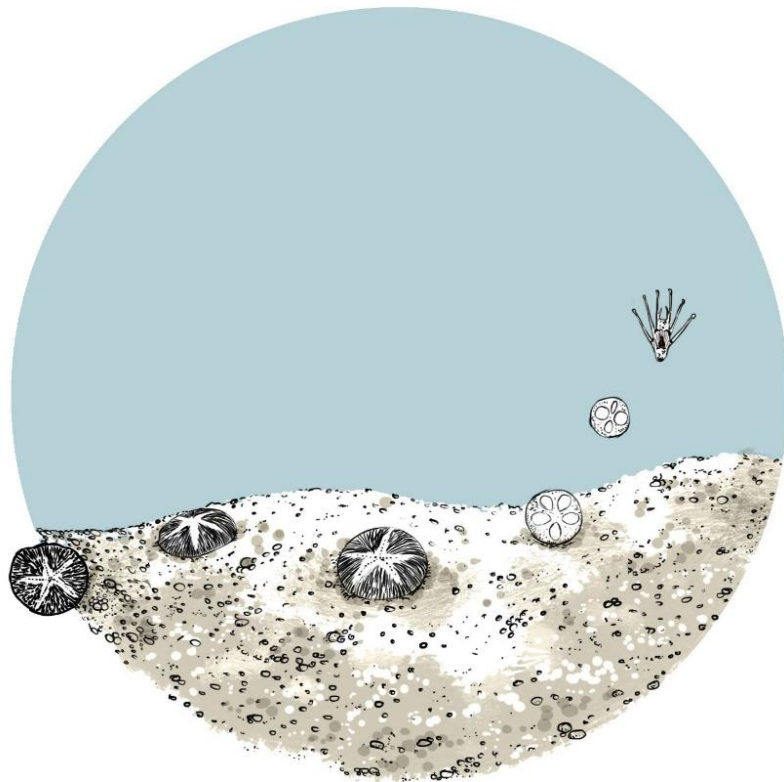
que el desarrollo embrionario. Los resultados obtenidos para esta especie muestran que los embriones responden de manera diferente a una misma temperatura. Por otro lado, en todos los experimentos se obtuvo un efecto negativo en la temperatura de 34°C. Tomando en cuenta esto, el incremento de la temperatura podría beneficiar a la maduración de los gametos, el desove y la fecundación de *R. pacificus*, pero si es muy extremo, podría afectar el desarrollo del embrión, limitando su sobrevivencia y en consecuencia no se alcanzaría la etapa larvaria. Es importante mencionar que el fallo de cualquiera de estos procesos a largo plazo compromete la sobrevivencia poblacional de cualquier especie y de *R. pacificus* en particular.

Palabras Clave

Echinodermata / Echinoidea / Desarrollo temprano / Tolerancia térmica / Pacífico sur mexicano

“No es la especie más fuerte, ni la más inteligente la que sobrevive, sino la que mejor se adapta a los cambios.”

-Charles R. Darwin



A mis padres Blanca y Luis Alfredo, son los pilares esenciales de mi educación y formación académica, sin su aprobación y apoyo en todas las cosas que me propongo hacer, no estaría aquí el día de hoy. Gracias por amar mi naturaleza, pues soy fruto de ustedes.

A mis sobrinas Frida e Isis, mis pequeñas brujitas, espero que esto las motive a seguir adelante y luchar por alcanzar sus sueños. Las amo ♥

Agradecimientos

Al comité revisor, a la Dra. Carmen Alejo Plata, al M. en C. Pablo Torres Hernández, al Dr. Rodrigo Cuervo González y especialmente a la M. en C. Julia Patricia Díaz Martínez por sus comentarios tan acertados, observaciones y detalles puntuales. Gracias por orientarme y preocuparse por la formación de las nuevas generaciones en la ciencia.

A mí director de tesis el Dr. Francisco Benítez Villalobos por dirigir este proyecto, por mostrar paciencia para asesorarme y trabajar a mi ritmo.

A Mago Mejía, por el tiempo que te tomaste para compartirme tus conocimientos acerca del tema. Y a ti Karen Flores, por tú apoyo durante este trabajo. Pero sobre todo gracias por su amistad.

A los chicos que trabajan en el laboratorio de Ecología del Desarrollo: Isa, Uri, Astrid, Wall y Penny. Gracias por el apoyo y los consejos, las risas, las bromas y los buenos ratos en el ECODES.

Amauri Castillejos, por la ayuda para realizar el mapa, aun en el caos, sigues creando, creyendo y soñando, tus cualidades te hacen ser una persona de confianza.

Paco, mi más grande amigo, mis sentimientos por ti no cambian, eres una persona muy especial, vivimos en universos totalmente diferentes, pero siempre encontramos el lugarcito para nuestra amistad. Gracias por el diseño de los esquemas en la metodología, me sorprende la manera en que trabaja tu mente, eres brillante y súper apasionado en tu trabajo.

A Xochiquetzal Peralta, por todo el apoyo que me brindaste durante la Estancia profesional, tienes un mega corazón.

Gracias Nayeli y Sabdyzareth, por seguir aquí ♥, aunque estén lejos las siento cerquita de mi corazón, son las mejores amigas, mujeres admirables y fuertes, espero tenerlas cerca de mi vida por mucho más tiempo.

A Luis y Zay, por siempre estar al pendiente de mí, les agradezco mucho el amor de hermanos y nunca dejarme indefensa.

A la familia Polenghí Jarquín, gracias por abrirme las puertas de su hogar durante estos años, especialmente a Mamá Tom, por cuidar siempre de mí, por todas sus atenciones y cariño.

Robert, gran enseñanza de vida, abriste mi mente para ver las cosas con otro enfoque, sigues siendo mi motivo para superarme cada día, respetar mis ideales y no parar de soñar.

A Checo, por tu apoyo incondicional, me aguantaste en mis rachas malas, mis locuras y celebraste conmigo mis pequeñas victorias, por enseñarme tantas puertas abiertas, ojala algún día lo pueda hacer por ti. Por escuchar mis eternas pláticas de erizos, aunque poco me entendieras. Por enseñarme a creer en mí. Te quiero y aprecio mucho, fuiste un gran apoyo en momentos difíciles, siempre estaré agradecida.

🐾 Kalhúa, mi fiel compañera, por mantenerme activa y llenar de alegría mi vida.

Índice

1. Introducción	1
2. Antecedentes.....	5
3. Justificación	8
4. Hipótesis.....	9
5. Objetivos.....	9
5.1 Objetivo general	9
5.2 Objetivos particulares.....	9
6. Material y métodos	9
6.1 Trabajo de campo	9
6.2 Trabajo de laboratorio	11
6.2.1 Experimento 1: Efecto de la temperatura en el éxito de fecundación .	12
6.2.2 Experimento 2: Efecto de la temperatura en el desarrollo embrionario	14
6.2.3 Experimento 3: Efecto de la temperatura en la supervivencia larval...	15
6.3 Análisis de datos	16
6.3.1 Efecto de la temperatura en el éxito de fecundación	16
6.3.2 Efecto de la temperatura en el desarrollo embrionario	17
6.3.3 Efecto de la temperatura en la supervivencia larval.....	18
7. Resultados.....	19
7.1 Efecto de la temperatura en el éxito de fecundación.....	19
7.2 Efecto de la temperatura en el desarrollo embrionario.....	20
7.3 Efecto de la temperatura en la supervivencia larval	26
8. Discusión.....	29

9. Conclusión.....	37
10. Referencias	38

Índice de Figuras

Figura 1. Área de estudio, se observa playa panteón localizada a en la bahía de Puerto Ángel, San Pedro Pochutla, Oaxaca, México. La línea roja representa el sitio de muestreo	10
Figura 2. Inducción del desove de <i>R. pacificus</i> . A: en la esquina inferior derecha aparecen los machos para obtener el esperma “seco” y las hembras en la boca del vaso con AMF para obtener los óvulos, B: Posición de las hembras para colectar los óvulos, C: Posición de los machos para colectar el esperma seco. 12	12
Figura 3. Montaje experimental donde se colocaron 3 viales de 20 ml en 4 baños maría (28, 30,32 y 34°C).	13
Figura 4. Montaje experimental para el desarrollo embrionario, 15 viales en cada tratamiento (28, 30, 32 y 34°C).....	14
Figura 5. Tamiz de 55 micras de luz de malla y piseta para colectar los óvulos, B: Cultivo de larvas de <i>R. pacificus</i>	16
Figura 6. Óvulos del erizo irregular <i>Rhyncholampas pacificus</i> : A: Óvulo con membrana vitelina, B: Óvulo sin fecundar.	19
Figura 7. Porcentaje del éxito de fecundación (media \pm SD), en las cuatro temperaturas (28, 30, 32 y 34°C).	20
Figura 8. Estadios del desarrollo embrionario de <i>Rhyncholampas pacificus</i> registrados durante el experimento: A: Óvulos fecundados B: Embriones de 2 blastómeros, C: Embriones de 4 blastómeros, D: Embriones de 8 blastómeros, E: Embriones de 16 blastómeros, F: Mórula y Blástula).	21
Figura 9. Estadios avanzados del desarrollo embrionario de <i>Rhyncholampas pacificus</i> registrados durante el experimento: A Embrión anormal, B Blástulas, C Blástula tardía, D: Gástrula temprana, E: Gástrula tardía, F: Larva en Prisma. .	22

Figura 10. Porcentaje de los estadios presentes en el desarrollo embrionario (promedio \pm SD) en cada tiempo de muestreo (6, 12, 18, 24 y 30 h) para la temperatura de 28°C.	23
Figura 11. Porcentaje de los estadios presentes en el desarrollo embrionario (promedio \pm SD) en cada tiempo de muestreo (6, 12, 18, 24 y 30 h) para la temperatura de 30°C.	24
Figura 12. Porcentaje de los estadios presentes en el desarrollo embrionario (promedio \pm SD) en cada tiempo de muestreo (6, 12, 18, 24 y 30 h) para la temperatura de 32°C.	24
Figura 13. Porcentaje de los estadios presentes en el desarrollo embrionario (promedio \pm SD) en cada tiempo de muestreo (6, 12, 18, 24 y 30 h) para la temperatura de 34°C.	25
Figura 14. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) en 2D obtenido con una transformación logarítmica y aplicando el índice de similitud de Bray Curtis. El contorno punteado en azul muestra la asociación de las muestras de la temperatura 28 y 30°C, en verde la agrupación de las muestras de la temperatura 32°C y en rojo se señala la agrupación de las muestras de 34°C..	26
Figura 15. Larvas del erizo irregular <i>Rhyncholampas pacificus</i> A Pluteus I y B Pluteus II. po: postorales, pd: posterodorsales, al: anterolaterales, pr: preorales, int: varilla transversal interna, pof: varilla postoral fenestrada, als: varilla anterolateral simple, be: boca del estómago, e: estómago.	27
Figura 16. Porcentaje de supervivencia larval (media \pm SD) en las diferentes temperaturas (28, 30, 32 y 34°C).	28

Índice de tablas

Tabla I. Comparación múltiple de los valores de p en la prueba de Kruskal-Wallis (H= 9.6, gl= 3, N= 36 p= 0.02) para las temperaturas. 20

Tabla II. Comparación múltiple de los valores de p en la prueba de Kruskal-Wallis para la supervivencia larval a diferentes temperaturas (H= 26.9 gl=3, N=36 p= 0.000). 29