



Universidad del Mar

Puerto Escondido ~ Puerto Ángel ~ Huatulco

O A X A C A

Biología reproductiva de *Holothuria (Halodeima) inornata* Semper, 1868 en Caleta de Campos, Michoacán, México

Tesis

Que para obtener el título de Licenciado en Biología Marina

Presenta

Everardo Ramos Ramírez

Director de Tesis

Dr. Francisco Benítez Villalobos

Puerto Ángel, Oaxaca, México. 2013



Ciudad Universitaria Puerto Ángel, Oaxaca, marzo 2013.

M en C. Ana María Torres Huerta
Jefe de Carrera de Biología Marina
Presente

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

Por este conducto le comunicamos que, después de haber analizado y evaluado la tesis "**Biología reproductiva de *Holothuria (Halodeima) inornata* Semper, 1868 en Caleta de Campos, Michoacán, México**", presentada por el Pasante de Biología Marina **Everardo Ramos Ramírez** con matrícula 06020050, consideramos que cumple con los requisitos académicos y la calidad necesaria para ser defendida en el examen profesional.

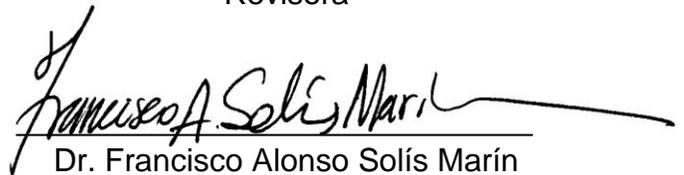
COMISIÓN REVISORA

Dr. Francisco Benítez Villalobos
Universidad del Mar
Director

Dra. María del Carmen Alejo Plata
Universidad del Mar
Revisora

M en C. Julia Patricia Díaz Martínez
Universidad del Mar
Revisora

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



Dr. Francisco Alonso Solís Marín
ICMyL UNAM
Revisor

Resumen

La especie de pepino de mar *Holothuria inornata* se caracteriza por organismos grandes que llegan a medir hasta 20 cm de longitud, distribuida desde el Golfo de California hasta las Islas Galápagos en Ecuador. Se encuentran en aguas someras a partir de los 3 m de profundidad, asociados a la interface roca-arena y cubiertos por una delgada capa de arena. La carencia de estudios sobre la biología reproductiva para esta especie de tamaño considerable como recurso potencial explotable, fue la principal razón para la realización del presente trabajo. Se realizaron recolectas mensuales de un máximo de 20 organismos en la localidad de Caleta de Campos, Michoacán durante el periodo comprendido de mayo del 2011 a febrero del 2012, los cuales se pesaron, midieron y se disectaron para obtener las gónadas. Se registró el valor de la temperatura superficial en cada muestreo. Se realizó análisis histológico de las gónadas de los organismos recolectados, se evaluó la proporción sexual, se determinaron los estadios de desarrollo gonádico, se describió el ciclo reproductivo para el periodo de muestreo, se describió la frecuencia de tallas de los ovocitos y se estimó la fecundidad real. Se calculó el índice gonadosomático (IGS) y su variación temporal. Adicionalmente se analizó la relación del IGS con la temperatura. De acuerdo a los resultados obtenidos se caracterizaron cinco estadios de desarrollo gonádico (gametogénesis, madurez, desove y post-desove), coincidiendo con lo propuesto en trabajos anteriores para el Pacífico mexicano. Se determinó que *Holothuria inornata* exhibe un ciclo reproductivo semicontinuo, a diferencia de la mayoría de trabajos sobre la biología reproductiva de holoturoideos que proponen ciclos reproductivos estacionales. Con episodios de desove durante los meses más calurosos y proporciones sexuales significativamente mayores para machos. El valor medio anual del diámetro de ovocitos fue de $80 \pm 25.07 \mu\text{m}$, registrando fecundidades altas ($955, 852.65 \pm 891, 744.52$ ovocitos vitelogénicos por hembra), lo cual es característico de las especies con estrategia reproductiva "r", que exhiben tamaños de huevo pequeños pero altas fecundidades y larvas planctotróficas. Los valores de IGS no presentaron diferencias entre sexos ($H_{(1)}=0.33$, $N=56$, $p>0.05$) pero si entre los meses ($H_{(8)}=36.37$, $N=56$, $p<0.05$). De acuerdo a las pruebas estadísticas aplicadas, no existe correlación significativa entre los valores de temperatura y el IGS.

Palabras clave:

Holothuroidea, Echinodermata, Aspidochirotida, Ciclo reproductivo, temperatura, pepinos de mar.

Dedicatoria

A mis padres

Elena y Crescencio

Principalmente por darme el regalo más grande que es la vida, por brindarme su amor y confianza y por haber sido la hélice principal que me impulsara a través de los océanos inexplorados de la vida.

Agradecimientos

A papá y mamá, que me apoyaron en todos los sentidos y creyeron en mí a pesar de mis tropiezos y porque tuvieron que privarse de muchas cosas para que a mí no me faltara nada. Las palabras no bastan para expresar todo lo que siento.

A mis hermanos, a todos ellos por sentirse orgullosos de mí, por apoyarme tanto económica como moralmente y a todos los miembros de mi familia que sin saber aportaron un grano de arena a este proyecto.

A mi director de tesis, el Dr. Francisco Benítez Villalobos, por brindarme su confianza y por todos los comentarios hechos para mejorar sustancialmente este trabajo.

Al Dr. Francisco Solís Marín, por su apoyo tanto económico como académico.

A los revisores de este trabajo, por haber realizado tan buenos comentarios para mejorar su calidad y por haber dado prioridad a las revisiones de esta tesis.

A mis amigos, Tavo, Jair, Julio, Armando, Juani, y muchísimos más, que me apoyaron con sus palabras de aliento en los buenos y malos momentos y sobre todo por brindarme su amistad y confianza.

A Denise, por tantas cosas vividas, por mostrarme el camino adecuado y por apoyarme tanto académica, logística y moralmente.

Al INE, por promover y apoyar totalmente el presente trabajo a través del convenio INE/PS-031/2011.

Índice

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1. | Introducción | 1 |
| 1.1. | Clase Holothuroidea | 1 |
| 1.2. | Reproducción en Holoturoideos | 4 |
| 1.3. | <i>Holothuria inornata</i> | 5 |
| 2. | Antecedentes | 7 |
| 3. | Planteamiento del problema | 9 |
| 4. | Justificación | 10 |
| 5. | Hipótesis | 10 |
| 6. | Objetivos | 11 |
| 6.1. | Objetivo general | 11 |
| 6.2. | Objetivos particulares | 11 |
| 7. | Área de estudio | 12 |
| 8. | Materiales y métodos | 14 |
| 8.1. | Trabajo de campo | 14 |
| 8.2. | Trabajo de laboratorio | 14 |
| 8.3. | Trabajo de gabinete | 18 |
| 9. | Resultados | 21 |
| 9.1. | Características de la especie | 21 |
| 9.2. | Proporción de sexos..... | 21 |
| 9.3. | Estadios de desarrollo gonádico de <i>Holothuria inornata</i> | 22 |
| 9.4. | Ciclo reproductivo..... | 27 |
| 9.5. | Distribución de diámetros de Ovocitos | 30 |
| 9.6. | Fecundidad real..... | 32 |
| 9.7. | Índice gonadosomático..... | 32 |

| | | |
|------------|-------------------------------|-----------|
| 9.8. | Relación IGS-temperatura..... | 34 |
| 10. | Discusión..... | 35 |
| 11. | Conclusiones | 41 |
| 12. | Referencias | 42 |
| 13. | Anexo 1..... | 48 |
| 14. | Anexo 2..... | 49 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Anatomía interna de un pepino de mar (modificado de Hyman 1955) | 2 |
| Figura 2. A. ejemplar de <i>Holothuria inornata</i> | 6 |
| Figura 3. Localización geográfica de Caleta de Campos, Michoacán..... | 12 |
| Figura 4. Proporción de mensual de sexos de <i>H. inornata</i> | 22 |
| Figura 5. Estadios de desarrollo gonádico en Hembras de <i>Holothuria inornata</i> | 25 |
| Figura 6. Estadios de desarrollo gonádico en machos de <i>Holothuria inornata</i> | 26 |
| Figura 7. Comportamiento del ciclo reproductivo de <i>H. inornata</i> | 27 |
| Figura 8. Comportamiento del ciclo reproductivo en machos de <i>H. inornata</i> | 28 |
| Figura 9. Comportamiento del ciclo reproductivo general en <i>H. inornata</i> | 29 |
| Figura 10. Distribuciones mensuales de tallas de ovocitos de <i>H. inornata</i> a..... | 31 |
| Figura 11. Comportamiento de la fecundidad real de <i>H. inornata</i> | 32 |
| Figura 12. Variación mensual por sexos del Índice gonadosomático (IGS) de <i>H. inornata</i> | 33 |
| Figura 13. Variación temporal de IGS de <i>H. inornata</i> contra la temperatura a través del periodo muestreado..... | 34 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Método de la parafina para Histokinette (Modificado de Drury y Wallington 1967)..... | 15 |
| Tabla 2. Técnica de tinción de rutina Hematoxilina-Eosina (Modificado de Drury y Wallington 1967). | 17 |
| Tabla 3. Tabla comparativa de los estadios de <i>Holothuria inornata</i> | 48 |
| Tabla 4. Datos morfométricos y valores de temperatura..... | 49 |