

UNIVERSIDAD DEL MAR

campus **Puerto Ángel**



**Relación simbiótica entre el pepino de mar *Holothuria (Halodeima)*
inornata Semper, 1868 y el cangrejo pinotérico *Holothuriophilus*
trapeziformis Nauck, 1880 en bahía Estacahuite, Oaxaca**

TESIS

Que para obtener el Título Profesional de
Licenciada en Biología Marina

Presenta

Karen Lizbeth Flores López

Director

PhD. Francisco Benítez Villalobos

Puerto Ángel, Oaxaca, 2020

Resumen

Holothuria inornata es un pepino de mar que se distribuye en zonas someras del Pacífico oriental tropical, desde el golfo de California hasta el norte de Perú. Es una especie hospedera del cangrejo pinotérico *Holothuriophilus trapeziformis*, el cual se ha considerado su endoparásito obligado; sin embargo, no se han realizado estudios que caractericen la asociación y se desconocen aspectos biológicos del huésped, así como el papel que en conjunto desempeñan en el ecosistema marino. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue determinar si existen efectos negativos, positivos o neutrales en *H. inornata* como consecuencia de la presencia de *H. trapeziformis*. De mayo 2017 a marzo 2018 se realizaron nueve recolectas, obteniendo mensualmente diez individuos de *H. inornata* en la zona litoral de la bahía Estacahuite, Oaxaca. Los organismos fueron relajados en agua a 4 °C y se registró el peso total sin agua en el celoma y la longitud de la boca al ano. Los organismos fueron diseccionados para extraer las gónadas, las cuales fueron pesadas en húmedo, también se extrajo el cangrejo que se encontraba dentro de cada pepino y se registró su sexo, talla y peso. Se calculó el índice gonadosomático (IGS), la estructura de tallas y el índice de condición de *H. inornata*. Por otra parte, se determinó la tasa de incidencia (TI), la proporción sexual, la estructura de tallas y el índice de condición de *H. trapeziformis*. Se realizó un análisis de correlación lineal con los datos del IGS de *H. inornata* y el IC de *H. trapeziformis* para evidenciar posibles efectos negativos en el desarrollo gonádico del hospedero. Se obtuvieron 90 ejemplares de *H. inornata*, de los cuales 75 tuvieron un cangrejo asociado al tracto digestivo (cloaca, intestino y boca). La talla promedio de *H. inornata* fue 154.4 ± 35 mm, la de *H. trapeziformis* fue 8.75 ± 1.59 mm y la presencia del huésped se registró en todos los intervalos de tallas del hospedero. El valor promedio del IGS de *H. inornata* fue de 0.0260 ± 0.024 y el análisis histológico de las gónadas evidenció el estadio V. (reposo o indiferenciado) siendo imposible la identificación sexual del hospedero. Del total de cangrejos el 26.7% correspondió a machos y el 73.3% fueron hembras. La TI total del huésped fue de 83% y la PS mensual mostró diferencias significativas durante todo el periodo de muestreo predominando las hembras. Los valores promedio del IC del huésped y del hospedero fueron altos y se mantuvieron relativamente constantes durante el periodo de muestreo, siendo 1.041 ± 0.27 y 1.047 ± 0.26 respectivamente, sin evidencia de diferencias significativas entre los meses. Finalmente, no existió correlación significativa entre el IGS del hospedero y el IC del huésped ($R^2 = 0.0026\%$). Se propone que *H. trapeziformis* es un comensal de *H. inornata* y el cangrejo obtiene alimentos del tracto digestivo del hospedero sin que este se vea afectado negativamente por su presencia, tanto en su crecimiento como en el rendimiento reproductivo.

Palabras clave: Ecología, Holothuroidea, Pacífico oriental tropical, Pinnotheridae, simbiosis.

Abstract

Holothuria inornata is a sea cucumber found in shallow waters of the tropical Eastern Pacific, from the Gulf of California to northern Peru. This sea cucumber is host to the pinnotherid crab *Holothuriophilus trapeziformis*, which has been considered an obligate endoparasite. However, diverse aspects about this host-symbiont association, as well the role of both species in marine ecosystem are unknown. Therefore, the objective of this work was to determine the negative, positive or neutral effects of *H. trapeziformis* on *H. inornata*. In the coastal area of Estacahuite Bay, Oaxaca, nine surveys were carried out between May 2017 and March 2018, obtaining ten individuals of *H. inornata* per month. The organisms were relaxed in water at 4°C. Total weight without coelomic water and total length from mouth to anus were measured. The gonads of each specimen were dissected and weighed in wet. The crab inside each sea cucumber was extracted and its sex, size and weight were recorded. The gonadosomatic index (*IGS*), size structure and condition index (*IC*) for *H. inornata*, and incidence rate (*TI*), sexual proportion (*PS*), size structure and condition index for *H. trapeziformis* were calculated. A linear correlation analysis between *H. inornata IGS* and *H. trapeziformis IC* was performed, with the aim to assess the effect of the crab infestation on gonadic development of their host. Ninety specimens of *H. inornata* were obtained, of which 75 had a crab located inside the digestive tract (gut, cloaca or mouth) of the sea cucumbers. The average size of *H. inornata* was 154 ± 35 mm, whereas that of *H. trapeziformis* was 0.88 ± 0.18 mm, and the presence of the host was recorded in all host size ranges. The average value of the *IGS* of *H. inornata* was 0.0260 ± 0.024 and the histological analysis of the gonads evidenced the stage V (resting or undifferentiated), making the sexual identification of the host impossible. Of the total crabs, 26.7% corresponded to males and 73.3 % were females. The total *TI* was 83% and the *PS* showed significant differences between months during sampling period. The average *IC* values of both guests and hosts were high, 1.041 ± 0.27 and 1.047 ± 0.26 respectively, showing no differences between months. Finally, correlation between the host *IGS* and the symbiont *IC* was non significant ($R^2= 0.0026\%$). We propose that *H. trapeziformis* is a commensal of *H. inornata* and the crab obtains food from the host's digestive tract without negatively affecting the growth and reproductive behavior of *H. inornata*.

Key words: Ecology, Holothuroidea, tropical eastern Pacific, Pinnotheridae, symbiosis.

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis:

Dr. Francisco Benítez Villalobos por guiarme con tanta paciencia y sabiduría, por la constante revisión y asesoramiento, por confiar en mí, por ayudarme a crecer personalmente y motivarme científicamente a ser mejor, *muchísimas gracias profe.*

A los integrantes del comité revisor:

Dra. María del Socorro García Madrigal por ayudarme a comprender una pequeña parte del inmenso conocimiento sobre los crustáceos, por guiarme en la estructura y redacción del escrito y sobre todo por su afecto, comprensión y paciencia para la culminación de esta tesis. Dra. Rosa C. Sotelo Casas por su disponibilidad de tiempo, sugerencias, críticas y consejos que enriquecieron el presente trabajo. A los doctores Juan F. Meraz Hernando y Francisco A. Solís Marín por su tiempo en revisión, lectura del escrito y por sus comentarios que mejoraron la investigación, *gracias.*

A mis amigos de generación: A las dos personitas que me brindaron su amistad aun sabiendo de mis defectos y virtudes, Itza y Julio gracias por aguantarme tanto tiempo, por cuidar siempre de Duquesa y ser tan buenas personas, soy afortunada de tenerlos en mi vida. A Maluquitas gracias por contagiarme de tu energía imparable pero sobre todo por tu cariño y amistad sincera. A los que me han brindado su amistad y me han llenado de ánimo para seguir adelante; Jeni, Mony, Angee, Marco, Bell, Isaac, Fer, Amauri, Ibra, Scar, Uri y Lucero, gracias a cada uno de ustedes por contagiarme de alegría y perseverancia.

A todos los que fueron mis compañeros de laboratorio: Magui, Walter, Astrid, Penélope, Juan Pablo e Isa por todo el apoyo brindado, por hacer más amenos los días de trabajo, por escuchar cada ensayo y tener pláticas enriquecedoras de conocimiento.

A mis instructores de natación y buceo: Armando, Gonzalo y Virgilio grandes conocedores del mundo subacuático, gracias por contagiarme su gran entusiasmo, por siempre cuidarme y sobre todo por enseñarme el gran respeto hacia el mar.

A mi más grande ejemplo a seguir: mi madre Margarita López, por todo el invaluable apoyo brindado durante la realización de esta meta y darme incluso más de lo que puede, pero sobre todo, por el constante ejemplo de lucha y superación que me ha regalado a lo largo de toda mi vida, tú has hecho la diferencia mamá, gracias por creer en mí y por amarme tanto.

A mi familia entera porque soy tan dichosa de pertenecer a ella, mi corazón está en Zochina y gracias a ustedes soy lo que soy.

A las familias porteñas: Ramos Silva y Ramos Martínez gracias por considerarme parte de su familia, por los momentos compartidos, por cuidarme y quererme tanto, les agradezco todos y cada uno de sus gestos de amor.

ÍNDICE GENERAL

Índice de figuras	v
Índice de tablas.....	vi
INTRODUCCIÓN	1
Clase Holothuroidea.....	2
<i>Holothuria (Halodeima) inornata</i>	5
Cangrejos pinotéridos.....	6
ANTECEDENTES	9
JUSTIFICACIÓN	11
HIPÓTESIS	12
OBJETIVOS	12
General	12
Específicos.....	12
ÁREA DE ESTUDIO	13
Descripción de la localidad de muestreo.....	14
MATERIAL Y MÉTODOS	14
Trabajo de campo.....	14
Trabajo de laboratorio.....	14
Identificación del huésped.....	16
Análisis de datos	16
RESULTADOS	18
Estructura de tallas, índice gonadosomático e índice de condición de <i>H. inornata</i>	18
Tasa de incidencia, proporción de sexos, estructura de tallas e índice de condición de <i>H. trapeziformis</i>	21
Relación entre el índice de condición de <i>H. trapeziformis</i> y el índice gonadosomático de <i>H. inornata</i>	27
DISCUSIÓN	28
CONCLUSIONES	34
RECOMENDACIONES	35
REFERENCIAS	36
Anexo 1	51

Anexo 2	54
Anexo 3	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación esquemática de la anatomía interna típica de un pepino de mar (Tomada y modificada de Ruppert & Barnes 1996).....	3
Figura 2. <i>Holothuria inornata</i> en sustrato rocoso-arenoso, cubierto de arena, algas y restos de materia orgánica.....	6
Figura 3. Mapa del área de estudio. Se indica con un círculo negro la localidad de muestreo.....	13
Figura 4. Morfometría considerada para el registro de tallas en el pepino y el cangrejo. (Ilustraciones tomadas y modificadas de Solís-Marín <i>et al.</i> 2009 y de Rathbun 1918)...	15
Figura 5. Distribución de tallas de <i>H. inornata</i> durante el período de muestreo. Los valores del eje x corresponden a límites superiores de cada intervalo, talla mínima de 76 mm....	18
Figura 6. Distribución de tallas de <i>Holothuria inornata</i> por mes de muestreo. Los valores del eje x corresponden a límites superiores de cada intervalo.	19
Figura 7. Gónadas de <i>H. inornata</i> de coloración transparente. B. Desarrollo gonádico en estadio indiferenciado o en reposo (L lumen, P peritoneo, sf esférulas).....	19
Figura 8. Variación mensual promedio del índice gonadosomático de <i>H. inornata</i> . Los bigotes representan la desviación estándar.	20
Figura 9. Variación mensual promedio del índice de condición de <i>H. inornata</i> . Los bigotes representan la desviación estándar.	21
Figura 10. A. <i>H. trapeziformis</i> en la boca del hospedero. B. Ejemplar de <i>H. inornata</i> disectado, se observa un cangrejo en la porción media del intestino. C. <i>H. trapeziformis</i> en la cloaca del hospedero.....	21
Figura 11. Diferenciación sexual en <i>H. trapeziformis</i> . A. Macho. B. Hembra no ovada. C. Hembra ovada.	22
Figura 12. A. Huevos en primeras etapas de desarrollo embrionario. B. Huevos en desarrollo tardío de la larva nauplio.	23
Figura 13. Composición porcentual de cangrejos asociados a <i>H. inornata</i> durante el período de muestreo.....	23

Figura 14. Distribución de tallas de <i>H. trapeziformis</i> durante el período de muestreo. Los valores del eje x corresponden a límites superiores de cada intervalo, talla mínima de 4.9 mm.	24
Figura 15. Distribución de tallas para hembras y machos de <i>H. trapeziformis</i> en el período de muestreo. Los valores del eje x corresponden a límites superiores de cada intervalo. .	24
Figura 16. Distribución de tallas de <i>H. trapeziformis</i> por mes de muestreo. Los valores del eje x corresponden a límites superiores de cada intervalo.	25
Figura 17. Variación mensual promedio del índice de condición de <i>H. trapeziformis</i> . Los bigotes representan la desviación estándar.	26
Figura 18. Correlación entre el índice de condición de <i>H. trapeziformis</i> y el índice gonadosomático de <i>H. inornata</i>	27
Figura 19. Regresión potencial aplicada utilizando la longitud y peso total de <i>Holothuria inornata</i>	56
Figura 20. Regresión potencial aplicada utilizando datos de ancho del caparazón y peso total de <i>Holothuriophilus trapeziformis</i>	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de interacciones biológicas. En la relación la especie B (huésped) es beneficiada o neutral, mientras que la especie A (hospedero) es neutral (0), beneficiada (+) o perjudicada (-).	2
Tabla 2. Valores mensuales promedio de parámetros estadísticos realizados durante el período de estudio. <i>TI</i> : tasa de incidencia. <i>PS</i> : proporción sexual. <i>IC</i> : índice de condición. <i>IGS</i> : índice gonadosomático.	26
Tabla 3. Valores de <i>R</i> y <i>p</i> obtenidos en el análisis de Correlación de Pearson.	27
Tabla 4. Datos morfométricos de <i>Holothuria inornata</i> e índice gonadosomático.	51
Tabla 5. Sexo y datos morfométricos de <i>Holothuriophilus trapeziformis</i>	54