



Universidad del Mar *Campus Puerto Ángel*

**Caracterización dietaria del pepino de mar
Pseudocnus californicus (Semper, 1868)
(Holothuroidea: Echinodermata) en Bahía
Estacahuite, Puerto Ángel, Oaxaca**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN BIOLOGÍA MARINA

PRESENTA

ISA KHALIL PABLO FLORES

DIRIGIDO POR:

DR. FRANCISCO BENÍTEZ VILLALOBOS

Puerto Ángel, Oaxaca, 2019

Resumen

Los holoturoideos dendroquirótidos son organismos que dependen exclusivamente de movimientos de corrientes o turbulencias para filtrar el agua a través de sus tentáculos y obtener su alimento. Si bien los holotúridos que se alimentan por suspensión son presas potenciales para varias especies y pueden ocurrir en conjuntos densos, no se sabe nada sobre el efecto de su actividad alimentaria en las comunidades planctónicas y poco se sabe sobre su comportamiento alimentario. Para este trabajo se analizaron muestras de contenido gástrico de *Pseudocnus californicus* obtenidas de muestreos mensuales realizados de mayo de 2017 a febrero de 2018, abarcando las estaciones de secas y lluvias. Se determinó el índice de llenado (ID), el factor de condición de Fulton (Kn) y se caracterizó la diversidad Alfa (α) del contenido gástrico. Se evaluó la variación estacional de la composición específica de las presas mediante técnicas de ordenación y análisis de similitud. En total, se analizaron 80 tractos digestivos, 59 (73.75 %) presentaron alimento y 21 (26.25%) estuvieron vacíos. El contenido gástrico estuvo compuesto por plancton en un 71.5%, materia orgánica disuelta en un 28.5%, hidrozoos en un 0.003% y macroalgas en un 0.002%. El fitoplancton estuvo representado por 32 géneros de diatomeas y 10 géneros de dinoflagelados formadores de FAN. Respecto a la riqueza específica (S) del contenido gástrico, dos meses sobresalen: noviembre y diciembre con 45 y 41 ítems respectivamente. En octubre se presentó la mayor abundancia (22,088 ind/ml) y el valor más alto para el índice de Simpson ($\lambda=0.886$). En contraste, en septiembre y enero se presentaron los valores más altos de equidad ($J'=0.850$ y 0.749 respectivamente). De acuerdo con las abundancias registradas, los taxa dominantes durante los meses de octubre a diciembre fueron *Hemiaulus*, *Nitzschia*, *Prorocentrum*, orden Tintinnida, *Chaetoceros*, *Guinardia*, *Eucampia*, *Rhizosolenia* y *Coscinodiscus*. En conclusión, los resultados obtenidos evidencian la existencia de diferencias significativas en la composición de la dieta de *P. californicus*, dependiendo de la temporada (lluvias o secas). La riqueza taxonómica, la abundancia y la dominancia de las presas contenidas en

el tracto digestivo están caracterizadas principalmente por fitoplancton y posiblemente están relacionadas con la alta influencia que tiene en el área de estudio la productividad del golfo de Tehuantepec. De esta manera se caracteriza a *Pseudocnus californicus* como una especie que se alimenta por medio de la suspensión pasiva y que presenta ritmos alimenticios con variaciones estacionales.

Palabras clave: cambios estacionales, bioturbación, materia orgánica disuelta, pepinos de mar, Pacífico sur mexicano.

Abstract

Dendrochirotid sea cucumbers are organisms that depend exclusively on current movements or turbulence to filter the water through their tentacles and obtain their food. Although suspension-feeding holothuroids are potential prey for several species and can occur in dense aggregations, nothing is known about the effect of their feeding activity on planktonic communities and little is known about their feeding behavior. In this work, samples of the gastric content of *Pseudocnus californicus* were analyzed from monthly sampling performed from May 2017 to February 2018, covering the dry and rainy seasons. Repletion index (RI), Fulton condition factor (Kn) were determined and the alpha (α) diversity of the content of the digestive tract was characterized. Seasonal variation of the prey specific composition was evaluated using ordination techniques and similarity analysis. 80 digestive tracts were analyzed, from which 59 (73.75%) contained food and 21 (26.25%) were empty. Gastric content was composed of plankton in 71.5%, dissolved organic matter in 28.5%, hydrozoans in 0.003% and microalgae in 0.002%. Phytoplankton was represented by 32 genera of diatoms and 10 genera of HAB-forming dinoflagellates. Regarding the specific richness (S) of the gastric content, two months stand out: November and December with 45 and 41 items respectively. In October occurred the largest abundance (22,088 ind./ml) and the highest value for Simpson index ($\lambda=0.886$). In contrast, in September and January the highest evenness values were observed ($J'=0.850$ and 0.749 respectively). According to the abundances recorded, the dominant taxa from October to December were *Hemiaulus*, *Nitzschia*, *Prorocentrum*, order Tintinnida, *Chaetoceros*, *Guinardia*, *Eucampia*, *Rhizosolenia* and *Coscinodiscus*. In conclusion, the results suggest a significant difference in the diet composition of *P. californicus* between the seasons (rainy or dry). The taxonomic richness, abundance and dominance of preys contained in the digestive tract were mainly characterized by phytoplankton and are possibly related to the influence of the high productivity of the Gulf of Tehuantepec on the study area. In this way, *Pseudocnus californicus* is characterized by being a species that feeds through the passive suspension and presents food rhythms with seasonal variations.

Key words: seasonal changes, bioturbation, dissolved organic matter, sea cucumbers, Mexican south Pacific.

“A mi familia que siempre me ha dado todo su amor, apoyo y comprensión, han sido siempre mi ejemplo a seguir.”

Sólo hay felicidad donde hay virtud y esfuerzo serio, pues la vida no es un juego.

Aristóteles.

Agradecimientos

A mi director de tesis el doctor Francisco Benítez Villalobos por haber tenido confianza en mí y en este proyecto, por permitirme formar parte del equipo de laboratorio y por tener siempre abiertas las puertas de su casa. De igual forma, nunca terminaré de agradecerle todas las experiencias que me ha dejado y de las cuales he aprendido tanto. Pero principalmente quiero agradecerle por las facilidades brindadas para la realización de este trabajo.

A mis revisores de tesis, Dra. Ivonne Sandra Santiago, M. en C. Ana Torres Huerta, Dr. Francisco Solís Marín y la M. en C. Andrea Glockner Fagetti, por las contribuciones que le hicieron a este trabajo y por tomarse el tiempo necesario para su revisión.

A la doctora Ivonne Sandra Santiago Morales por ser más que una maestra en mi vida, mi amiga, nunca olvidaré todo el apoyo que me brindaste cuando más lo necesitaba, te estaré agradecida toda la vida. Por ti he aprendido muchas cosas y para mí siempre serás un ejemplo a seguir. Nunca olvides que ya eres parte de mi familia. Gracias por todo tu apoyo y consejos.

A mi amiga del alma y cómplice, Marcela. Haberte conocido fue lo mejor que me pudo ocurrir, nunca será suficiente para agradecerte todo lo que has hecho por mí, juntas hemos pasado por tanto. A ti te debo los mejores momentos en todo este tiempo y a donde vaya siempre te llevo conmigo. Te quiero a montones, en donde quiera que me encuentre las puertas de mi casa y mi corazón siempre estarán abiertas para ti, nunca lo dudes.

A mi madre postiza, María Soledad. Gracias por haber estado tan pendiente de mí, sin tus cuidados, cariño y consejos esto nunca hubiera sido posible. Gracias por abrirme las puertas de tu casa y corazón.

A mi hermana, Jocelynn. Sin tu apoyo y tus consejos nunca hubiera llegado tan lejos, quiero que sepas que mis logros siempre serán los tuyos. Gracias por

siempre tener el tiempo para escucharme y aconsejarme. Jore y Mati siempre serán el mejor regalo que pudiste darme, a su lado he aprendido muchas cosas.

A mis papas, por haber sido tan pacientes conmigo, por siempre estar a mi lado y nunca perder la fe en mí a pesar de todas las veces que los he decepcionado. Sus consejos y enseñanzas me han servido para ser la persona que soy ahora. Sin todo su amor, cuidado, confianza y cariño nunca hubiera llegado tan lejos.

A cada uno de mi familia, porque constantemente me han impulsado a salir adelante y nunca me han dejado caer, por todo su amor, cariño y apoyo, esto es para ustedes.

Al profesor Eduardo Herrera Galindo por haberme proporcionado sus conocimientos, literatura y material para la realización del presente trabajo, sus consejos fueron muy útiles.

A Dany, no sé qué hubiera hecho sin tu ayuda, tanto en campo como en laboratorio, muchas gracias por tomarte el tiempo y la dedicación para ayudarme, te quiero mucho.

A todos los que estuvieron presentes en esta etapa de mi vida y que conocí durante el camino, tanto a los que me dejaron buenas experiencias como a los que me dejaron malas, gracias a todos ustedes soy lo que soy.

A todos mis compañeros de laboratorio, muchas gracias por sus consejos y ayuda.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
1. Introducción	1
1.1 Organismos alimentadores por suspensión y sedimentívoros	2
1.2 Holoturoideos	3
1.2.1 Alimentación	5
1.2.1.1 Alimentadores de depósito	6
1.2.1.2 Alimentadores de suspensión.....	7
1.2.2 Importancia ecológica de la alimentación de holotúridos	7
1.2.3 <i>Pseudocnus californicus</i>	10
2. Antecedentes.....	11
3. Justificación	13
4. Hipótesis.....	14
5. Objetivos.....	14
5.1 Objetivo general	14
5.2 Objetivos particulares.....	14
6. Material y métodos	15
6.1 Área de estudio	15
6.2 Trabajo de campo	17

6.3 Trabajo de laboratorio	17
6.4 Análisis de datos	18
7. Resultados.....	22
8. Discusión.....	35
9. Conclusiones	42
10. Referencias	44
11. Anexos.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Alimentación en holotúridos y ampliación de la corona tentacular en dendroquirótidos donde se observa: MB= membrana bucal, RT=Rama tentacular, PH= faringe, M=boca y TT= tallo del tentáculo (modificado de Costelloe y Keegan 1984; Birkeland 1989). 4
- Figura 2. Tipos de tentáculos de holoturoideos: a) Dendríticos (principalmente Dendroquirótidos); b) Pinados (Synaptidos); c) Peltó-dendrítico; eje del tentáculo peltado pero con terminación dendrítica en lugar de un disco.TD- Terminación dendrítica; B-Boca; ET-Eje tentacular; d) Digitado. Y-Yemas u hoyos; D-Digitación apical; e) Digitado. B-Boca; T-Tentáculo (Molpadida); f) Peltado algunos Elasiopodidos; g) Digitados (Elasiopodidos), (modificado de Massin 1982a). 5
- Figura 3. Reciclaje de nutrientes por pepinos de mar. Los nitratos y fosfatos solubles excretados por los pepinos de mar en el agua circundante pueden ser absorbidos por los corales, macroalgas, microalgas y bacterias cercanas. A su vez, la composición de nutrientes de las microalgas y bacterias se enriquece y el pepino de mar y otros alimentadores de depósitos al comerlos forman un ciclo de reciclaje en el ecosistema (modificado de Purcell *et al.* 2016). 9
- Figura 4. Bahía Estacahuite, cercana a la Bahía principal de Puerto Ángel, Oaxaca. 16
- Figura 5. Curva de acumulación de especies presa de *P. californicus*. 22
- Figura 6. Valores promedio (\pm DE) mensuales del índice de llenado del contenido gástrico de *Pseudocnus californicus*. 31

Figura 7. Valores promedio (\pm DE) mensuales del factor de condición de Fulton (Kn) de *Pseudocnus californicus*. 32

Figura 8. Dendograma de agrupamiento jerárquico de las muestras del contenido gástrico de *Pseudocnus californicus* con base en la temporada. Los triángulos verdes representan las muestras pertenecientes a la temporada de secas (N-noviembre, D-diciembre, E-enero, F-febrero) y los de color azul a las muestras de la temporada de lluvias (M-mayo, A-agosto, S-septiembre, O-octubre). Este análisis se realizó basado en una matriz de similitud obtenida mediante el índice de Bray-Curtis y los datos fueron previamente transformados con logaritmo natural. 33

Figura 9. Ordenamiento del escalamiento multidimensional (MDS) de las muestras mensuales del contenido gástrico de *Pseudocnus californicus*. Los triángulos verdes representan las muestras pertenecientes a la temporada de secas (N-noviembre, D-diciembre, E-enero, F-febrero) y los de color azul a las muestras de la temporada de lluvias (M-mayo, A-agosto, S-septiembre, O-octubre). Este análisis se realizó basado en una matriz de similitud obtenida mediante el índice de Bray-Curtis y los datos fueron previamente transformados con logaritmo natural. 34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Abundancias promedio de presas (ind. /ml) consumidas mensualmente por <i>Pseudocnus californicus</i>	23
Tabla II. Presas consumidas por <i>Pseudocnus californicus</i> colectados en el periodo de estudio (mayo 2017-febrero 2018), en Bahía Estacahuite, Oaxaca. Los datos están expresados como número promedio de organismos por ml, consumidos mensualmente y su equivalente en porcentaje.	25
Tabla III. Diversidad alfa por mes de muestreo para <i>Pseudocnus californicus</i> durante el periodo de mayo 2017 a febrero 2018, en la Bahía de Estacahuite, Oaxaca.	33

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I. Diversas diatomeas encontradas en el contenido gástrico de <i>Pseudocnus californicus</i> . A) <i>Nitzschia</i> sp., B) <i>Entomoneis alata</i> , C-D) <i>Coscinodiscus</i> sp., E) <i>Planktoniella sol</i> . Escala 100 μm	55
Anexo II. Fotografías de diatomeas pertenecientes al género <i>Rhizosolenia</i> . Escala A-B) 400 μm ; C) 100 μm	56
Anexo III. Diatomeas encontradas en el contenido gástrico de <i>Pseudocnus californicus</i> . A) <i>Cylindrotheca</i> sp., B) <i>Thalassionema nitzschioides</i> , C) <i>Planktoniella sol</i> , D) <i>Pseudonitzschia</i> sp. Escala 20 μm	57
Anexo IV. Lámina de fotografías del género <i>Prorocentrum</i> sp. Escala A) 20 μm , B-D) 100 μm	58
Anexo V. Micrografía de <i>Pyrophacus</i> sp. vista apical. Escala 100 μm	59
Anexo VI. <i>Dinophysis caudata</i> . Escala 100 μm	60
Anexo VII. Ciliado, género <i>Dictyocysta</i> . Escala 100 μm	61