



UNIVERSIDAD DEL MAR

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INTERACCIONES TRÓFICAS DE LA COMUNIDAD DE ELASMOBRANQUIOS
EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC. ¿UN MODELO TOP-DOWN?

TESIS

QUE COMO PARTE DE LOS REQUISITOS PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS: ECOLOGÍA MARINA

PRESENTA

Biol. Mar. Emmanuel Lazo Zúñiga

DIRECTOR

Dr. Antonio López Serrano

CO-DIRECTOR

Dra. Ana María Torres Huerta

Puerto Ángel, Oaxaca, México

Noviembre, 2022

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a mis padres: Lucas y Sofía, por su apoyo incondicional que me brindaron en estos años de carrera, por haber dado todo lo que tenían para que pudiera llegar a la meta.

A mi esposa, por su apoyo incondicional y por animarme a seguir adelante.

A mis hermanos y hermanas por su apoyo incondicional.

A mis compañeros y amigos que estuvieron también para apoyarme en todo.

Sobre todo, a mis asesores por su apoyo incondicional y por toda la paciencia que me han tenido.

"La mente es como un paracaídas... Solo funciona si la tenemos abierta"

Albert Einstein



Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por brindarme el apoyo para realizar los estudios de maestría.

Al posgrado en Ecología Marina de la Universidad del Mar *campus* Puerto Ángel y a los investigadores por brindarme su apoyo y las facilidades en el desarrollo de este trabajo.

A mis directores de Tesis el Dr. Antonio López Serrano y la Dra. Ana María Torres Huerta, por darme la oportunidad de trabajar con ustedes. Sé que no será el primero ni el último trabajo que saquemos adelante. Gracias por su apoyo incondicional y por su paciencia para conmigo.

A mis revisores de tesis por sus acertadas observaciones, sugerencias y comentarios para mejorar este trabajo.

Al Dr. José Luis Villalobos Hiriart y a la Dra. Edna Naranjos del Instituto de Biología-UNAM, por su apoyo en la identificación de algunas especies de crustáceos y gasterópodos.

Al Dr. Sergio A. Navarrete por aceptarme para realizar una estancia profesional en la Estación de Investigaciones Marinas ECIM-UC, Pontificia Universidad Católica de Chile

A Dios por la vida y oportunidad que me ha dado para poder concluir esta etapa de mi vida.

A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional y a todos los que han hecho posible el que pueda concluir con esta meta.

A mi esposa por todo el apoyo brindado para poder concluir esta etapa. MUCHAS GRACIAS.

Resumen

Los tiburones y los batoideos son elasmobranquios que constituyen una parte importante en la transferencia de energía en las redes tróficas de ecosistemas marinos bentónicos, demersales y pelágicos. Los tiburones son considerados depredadores tope, ya que se alimentan de otros elasmobranquios y peces teleósteos grandes. Por su parte las rayas son consideradas mesodepredadores, ya que se ubican entre los organismos herbívoros y los depredadores tope al alimentarse de peces pequeños, moluscos, crustáceos o gusanos marinos. Algunos autores mencionan que los depredadores ejercen un papel ecológico clave en los ecosistemas, pues controlan a las poblaciones de herbívoros. De este modo, los grandes depredadores afectan, por medio de cascadas tróficas, la abundancia de especies con las cuales no interactúan directamente y a esto se le denomina regulación de arriba hacia abajo (Top-Down regulation). El objetivo de este trabajo fue caracterizar la red trófica de los elasmobranquios capturados en la pesca de camarón y pesca artesanal del Golfo de Tehuantepec (entre Puerto Ángel, Oaxaca y Puerto Chiapas, Chiapas) a partir de revisiones de contenidos estomacales y determinar si corresponde a un modelo de control trófico Top-Down. Se identificaron 19 especies de elasmobranquios, de los cuales 3 son tiburones y 16 son batoideos. Se determinaron las especies presa de cada depredador y se calcularon los niveles tróficos de cada uno. Se elaboraron histogramas de frecuencia de los niveles tróficos y se compararon para determinar el tipo de control trófico que están ejerciendo los elasmobranquios sobre sus presas. Se observó que los tiburones controlan a especies presa con niveles tróficos que van de 2.7 a 3.8, asimismo, los batoideos controlan especies presa con niveles tróficos que van de 2.0 a 3.1. Estos resultados demuestran como los elasmobranquios se están alimentando de especies con niveles tróficos inmediatamente inferiores a los de ellos. Se concluyó que, la comparación de los histogramas de frecuencia aporta un indicio de que, en el Golfo de Tehuantepec los elasmobranquios están ejerciendo un control trófico de tipo Top-Down.

Palabras clave: elasmobranquios, tiburones, batoideos, nivel trófico, control trófico, Top-down.

Índice

I.	Introducción	1
	1.1 <i>Teoría de redes sociales</i>	2
II.	Antecedentes	5
III.	Justificación	7
IV.	Hipótesis	8
V.	Objetivos	8
	5.1 <i>Objetivos general</i>	8
	5.2 <i>Objetivos particulares</i>	8
VI.	Método y materiales	9
	6.1 <i>Área de estudio</i>	9
	6.2 <i>Clima</i>	10
	6.3 <i>Importancia</i>	10
	6.4 Trabajo de campo	11
	6.5 <i>Arrastes camaróneros</i>	11
	6.6 <i>Pesca artesanal</i>	12
	6.7 Trabajo de laboratorio	12
	6.8 Análisis de datos	13
	<i>Nivel trófico</i>	13
	<i>Elaboración de la matriz presa-depredador</i>	14
	<i>Estructura de la red trófica</i>	14
	<i>Índices de centralidad</i>	15
	<i>Modelo de control trófico</i>	18
	<i>Índice de especie clave (K_i)</i>	18
VII.	Resultados	20
VIII.	Discusión	50
IX.	Consideraciones	55
X.	Conclusión	56
XI.	Referencias	57
XII.	Anexos	68

Índice de tablas

Tabla I. Clasificación taxonómica de acuerdo a Eschmeyer & van der Laan (2019) de las 19 especies de elasmobranquios consideradas en este trabajo. <i>Abreviaciones: NT Casi amenazado; DD Datos insuficientes; Vu vulnerable; CR Peligro crítico; LC preocupación menor; NE No evaluado</i>	21
Tabla II. <i>Número de estómagos examinados e ítems por especies de elasmobranquios; así como la fuente de la información...</i>	22
Tabla III. Parámetros de la curva de acumulación de especies, con su respectiva fuente de información	23
Tabla IV. Presas (renglones) y sus respectivos depredadores (columnas). 0= sin interacción; 1=depredación. <i>Abreviaciones: An A. narinari, Cf C. falciformis, Gm G. marmorata, Hl H. longus, Ne N. entemedor, Nv N. vermiculatus, Pg P. glaucostigmus, Pl P. leucorhynchus, Rl R. longurio, Rs R. steindachneri, Sl S. lewini, Uh U. halleri, Ua U. aspidura, Uch U. chilensis, Uci U. cimar, Um U. munda, Un U. nana, Ur U. rogersi, Zx Z. xyster</i>	24
Tabla IV. Continuación	25
Tabla IV. Continuación	26
Tabla IV. Continuación	27
Tabla IV. Continuación	28
Tabla IV. Continuación	29
Tabla V. Nivel trófico de los elasmobranquios	29
Tabla VI. <i>Índices de centralidad. A: importancia como depredador, B: importancia como presa</i>	38
Tabla VI. Continuación	39
Tabla VI. Continuación	40
Tabla VI. Continuación	41
Tabla VI. Continuación	42

Índice de figuras

Figura 1. Diseño típico de un grafo. Tomado de Abarca-Arenas <i>et al.</i> (2007). ...	3
Figura 2. Mapa del área de estudio.	9
Figura 3. <i>Grados de centralización. Tomado de Velázquez-Álvarez y Aguilar-Gallegos (2005).</i>	17
Figura 4. Histograma de frecuencias de los niveles tróficos de los elasmobranquios	30
Figura 5. Histograma de frecuencias del nivel trófico de las presas de A) <i>C. falciformis</i> , B) <i>R. longurio</i> y C) <i>S. lewini</i>	31
Figura 6. Histograma de frecuencias del nivel trófico de las presas de A) <i>U. aspidura</i> , B) <i>U. chilensis</i> , C) <i>U. cimar</i> , D) <i>U. munda</i> , E) <i>U. nana</i> y F) <i>U. rogersi</i>	32
Figura 7. Histograma de frecuencias del nivel trófico de las presas de A) <i>U. halleri</i> , B) <i>N. entemedor</i> , C) <i>N. vermiculatus</i> , D) <i>P. glaucostigmus</i> , E) <i>P. leucorhynchus</i> y F) <i>R. steindachneri</i>	33
Figura 8. Histograma general de la distribución de frecuencias del nivel trófico de las presas de los elasmobranquios.....	34
Figura 9. Gráfico de los niveles tróficos de los elasmobranquios vs el nivel trófico de sus presas	35
Figura 10. Gráfico de los niveles tróficos de los batoideos vs el nivel trófico de sus presas.	36
Figura 11. Gráfico de los niveles tróficos de los tiburones vs el nivel trófico de sus presas	37
Figura 12. Estructura trófica de la comunidad de elasmobranquios del Golfo de Tehuantepec.....	43
Figura 13. Estructura trófica de la comunidad de elasmobranquios del Golfo de Tehuantepec con base en la eficiencia de cada especie como depredador. El arreglo de la red sigue un orden circular. Los nodos más centrales son los más importantes en términos de consumidor y mientras más se alejen del centro van perdiendo importancia.....	44

Figura 14. Estructura trófica de la comunidad de elasmobranquios del Golfo de Tehuantepec con base en la importancia de cada especie como ítem. El arreglo de la red sigue un orden circular. Los nodos más centrales son los más importantes en términos de recurso alimenticio y mientras más se alejen del centro van perdiendo importancia	45
Figura 15. Control de arriba hacia abajo dentro de una red trófica simplificada de cuatro niveles en un ecosistema marino.....	68
Figura 16. Control de cintura de avispa dentro de una red trófica simplificada de cuatro niveles en un ecosistema marino	69
Figura 17. Control ascendente dentro de una red trófica simplificada de cuatro niveles en un ecosistema marino	70