



UNIVERSIDAD DEL MAR  
Campus Puerto Ángel

ESTRUCTURA TRÓFICA DE LA ZONA COSTERA DE  
ALVARADO VERACRUZ, Y SU RELACION CON LA RIQUEZA DE  
TROFOESPECIES.

TESIS

Presentada por:  
FAVIOLA MOLINA HERNÁNDEZ

Director:  
DR. LUIS GERARDO ABARCA ARENAS  
Instituto de Investigaciones Biológicas, Área de Conservación  
Universidad Veracruzana

Puerto Ángel Oax. Mayo de 2011.

Puerto Ángel, Oaxaca, Mayo de 2011.

Hidrobiol. Gabriela González Medina  
Jefe de la Carrera de Biología Marina  
Universidad del Mar  
P r e s e n t e

Después de haber analizado y evaluado la tesis **“Estructura trófica de la zona costera de Alvarado, Veracruz, y su relación con la riqueza de trofoespecies.”** Que presenta la C. Faviola Molina Hernández.

Por este conducto le comunicamos que la tesis si cumple con los requisitos académicos para que la citada tesista presente el correspondiente examen profesional.

Sin más por el momento, quedamos de usted.



Dr. Luis Gerardo Abarca Arenas

Universidad Veracruzana

Director

---

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

---

Dr. Vicente Anislado Tolentino  
Universidad del Mar  
Revisor

---

M en C. Pedro Cervantes Hernández  
Universidad del Mar  
Revisor

---

M en C. Antonio López Serrano  
Universidad del Mar  
Revisor

## **DEDICATORIA**

A mis padres Manuel Ismael Molina Peña y Elpidia E. Hernández Ramírez, pues han sido los pilares en mi vida y mi apoyo permanente, son mi razón de vivir y de seguir adelante a pesar de las dificultades.

A mis hermanos que los quiero mucho, pero muy en especial a Lucy, que nunca ha dejado de apoyarme y por su cariño incondicional.

A mi amigos, que son también como mi familia, Angélica, Yosha, Blanca, Maritza, Esmeralda, Isabel, Gabriel, Oscar y Jovani; todos ellos me han brindado su cariño y apoyo cuando los necesite, los quiero.

También a quienes me ayudaron a ser más llevadera mi estancia en Xalapa, Mario, Flor, David, Gloria, gracias por la amistad que me brindaron.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi director de tesis el Doctor Luis Gerardo Abarca Arenas, por proporcionarme los datos para poder realizar este trabajo, además del apoyo técnico, su amistad y paciencia, y apoyarme con una beca.

A los revisores M en C. Ana María Torres Huerta, M en C. Pedro Cervantes Hernández, Dr. Vicente Tolentino Anislado y M. en C. Antonio López Serrano por proporcionarme los consejos pertinentes para mejorar mi trabajo.

Del mismo modo agradezco a la Dra. Elizabeth Valero, al Mtro. Gilberto Silva y al Dr. Armando Chacón por el apoyo brindado durante el periodo de mi tesis.

También hago extenso el agradecimiento al Área de Conservación del Instituto de Investigaciones Biológicas de la Universidad Veracruzana, por proporcionarme el espacio y equipo técnico necesario para poder realizar mi trabajo de manera satisfactoria.

## INDICE

RESUMEN .....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 REDES TROFICAS Y SU IMPORTANCIA .....	3
1.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES .....	5
1.3 ANTECEDENTES .....	8
1. 4. JUSTIFICACIÓN .....	13
2. HIPÓTESIS .....	13
3. OBJETIVO GENERAL.....	14
3.1. OBJETIVOS PARTICULARES .....	14
4. ÁREA DE ESTUDIO.....	15
5. MATERIAL Y MÉTODOS .....	17
5.1 SELECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS TROFOESPECES .....	22
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	22
6.1 ANALISIS DE TEMPORADAS CON DETRITUS .....	25
6.2 ANALISIS POR TEMPORADA SIN DETRITUS.....	34
6.3 ANALÍSIS DE EXCLUSIÓN DE TROFOESPECIES .....	50
7. CONCLUSIONES.....	63
8. RECOMENDACIONES.....	65
9. BIBLIOGRAFIA .....	66
ANEXO.....	70
ÍNDICE DE FIGURAS .....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii

## Índice de Figuras:

Fig. 1 Componentes de una red. ....	6
Fig. 2 Tipo de red de acuerdo a su centralidad.....	7
Fig. 3 Tipo de red de acuerdo a su intermediarismo.....	7
Fig. 4 Mapa de la zona costera de Alvarado, Veracruz.....	16
Fig.5 <i>Caranx hippos</i> (extraída de FishBase por la FAO, 2009).....	72
Fig. 6 <i>Cetengraulis endutulus</i> (extraída de FishBase por la FAO, 2009).....	73
Fig. 7 <i>Cynoscion arenarius</i> (extraída de FishBase por Kelso W.E., 2009).....	74
Fig. 8 <i>Diapterus rhombeus</i> (extraída de FishBase por la FAO, 2009).....	75
Fig. 9 <i>Lutjanus campechanus</i> (extraída de FishBase por ASFCUS, 2009). ....	76
Fig. 10 <i>Selene vomer</i> (extraída de FishBase por la FAO, 2009).....	77
Fig. 11 Estructura trófica de la Zona Costera de Alvarado Veracruz, de acuerdo a los flujos de energía. ....	23
Fig. 12 Grafica de centralidad para la Zona Costera de Alvarado Veracruz, mostrando los grados de salida para cada nodo.....	24
Fig. 13 Grafica de centralidad para la Zona Costera de Alvarado Veracruz, mostrando los grados de entrada para cada nodo.....	24
Fig. 14 Estructura trófica de la Zona Costera de Alvarado Veracruz, con sus puntos de corte y bloques o subgrupos formados. ....	25
Fig. 15 Estructura trófica de la temporada de Secas, distribuido de acuerdo a los flujos de energía. ....	26
Fig. 16 Grafica de centralidad para la temporada de Secas, mostrando los grados de salida para cada nodo. ....	27
Fig. 17 Grafica de centralidad para la temporada de Secas, mostrando los grados de entrada para cada nodo.....	28
Fig. 18 Estructura trófica de la temporada de Secas, su punto de corte y los bloques o subgrupos formados. ....	28
Fig. 19 Estructura trófica de la temporada de Nortes, especies distribuidas de acuerdo a los flujos de energía.....	29
Fig. 20 Grafica de centralidad para la temporada de Nortes, mostrando los grados de salida para cada nodo. ....	30
Fig. 21 Grafica de centralidad para la temporada de Nortes, mostrando los grados de entrada para cada nodo.....	30
Fig. 22 Estructura trófica de la temporada de Nortes, con sus puntos de corte y los bloques o subgrupos formados.....	31
Fig. 23 Estructura trófica de la temporada de Lluvias, con dirección de los flujos de energía. ....	32
Fig. 24 Grafica de centralidad para la temporada de Lluvias, mostrando los grados de salida para cada nodo. ....	33
Fig. 25 Grafica de centralidad para la temporada de Lluvias, mostrando los grados de entrada para cada nodo.....	34
Fig. 26 Red trófica de la temporada de secas sin detritus, de acuerdo a los flujos de energía. ....	35
Fig. 27 Grafica de centralidad para la temporada de Secas sin detritus, mostrando los grados de salida para cada nodo. ....	36
Fig. 28 Grafica de centralidad para la temporada de Secas sin detritus, mostrando los grados de entrada para cada nodo. ....	36

Fig. 29 Estructura trófica de la temporada de Secas sin detritus, con el punto de corte y bloques. ....	37
Fig. 30 Estructura trófica de la temporada de Nortes sin detritus, teniendo a las trofoespecies de acuerdo a los flujos de energía. ....	38
Fig. 31 Grafica de centralidad para la temporada de Nortes sin detritus, mostrando los grados de salida para cada nodo. ....	39
Fig. 32 Grafica de centralidad para la temporada de Nortes sin detritus, mostrando los grados de entrada para cada nodo. ....	39
Fig. 33 Estructura trófica de la temporada de Nortes sin detritus, con sus puntos de corte y los bloques formados. ....	40
Fig. 34 Estructura trófica de la temporada de Lluvias sin detritus, distribuidas los nodos de acuerdo a los flujos de energía. ....	41
Fig. 35 Grafica de centralidad para la temporada de lluvias sin detritus, mostrando los grados de salida para cada nodo. ....	42
Fig. 36 Grafica de centralidad para la temporada de lluvias sin detritus, mostrando los grados de entrada para cada nodo. ....	43
Fig. 37 Estructura trófica de la temporada de Lluvias sin detritus y su punto de corte. ....	43
Fig. 38 Grafica de dispersión de los componentes principales para cada temporada y los escenarios. ....	56
Fig. 39 Grafica de los componentes principales para cada matriz de exclusion de trofoespecies de cada temporada. ....	57

## Índice de Tablas:

Tabla I. Ejemplo de una matriz de datos.....	17
Tabla II. Nombre común y científico de las trofoespecies seleccionadas, para el análisis de exclusión.....	22
Tabla III. Muestra una comparación de las trofoespecies obtenidas para las mediciones del índice de Bonacich y la centralidad por cada temporada y escenario.....	47
Tabla IV. Muestra una comparación de los valores de intermediación para cada temporada y escenario. ....	48
Tabla IX. Carga calculada para cada factor mediante el Análisis de Componentes Principales.....	55
Tabla V. Valores calculados para la temporada de Secas.....	51
Tabla VI. Valores calculados para la temporada de Nortes .....	51
Tabla VII. Valores calculados para la temporada de Lluvias.....	53
Tabla VIII. Valores calculados para cada factor mediante el Análisis de Componentes Principales.....	54
Tabla X. Resultados del Análisis de Varianza factorial de los componentes principales por temporada y escenarios.....	56
Tabla XI. Resultados del Análisis de Varianza de los componentes principales para la exclusión de trofoespecies.....	58
Tabla XII. Muestra las trofoespecies más centrales de las temporadas de secas y lluvias .....	59
Tabla XIII. Muestra las trofoespecies más centrales de temporada de nortes. ....	59
Tabla XIV. Muestra las trofoespecies con mayor valor de intermediación de secas y lluvias. ....	60
Tabla XV. Muestra las trofoespecies con mayor valor de intermediación de temporada de nortes y sus escenarios después de la exclusión de trofoespecies.....	61



## RESUMEN

Desde hace más de ocho décadas, investigadores han recopilado información sobre redes tróficas de diferentes tipos de sistemas describiendo su topología, con el objetivo de encontrar patrones para facilitar la elaboración de modelos y teorías que ayuden a explicar la estructura y funcionamiento de las comunidades, a lo que se le denomina "teoría de las redes tróficas". Es por ello que este trabajo busca conocer la estructura trófica de la Zona Costera de Alvarado Veracruz y su relación con la riqueza de trofoespecies. Los datos fueron tomados de la pesca de acompañamiento en la pesca de camarón, realizada en dicha zona durante Mayo de 2001 a Noviembre de 2004 en las tres temporadas del año, realizando también matrices de exclusión con seis trofoespecies seleccionadas. El análisis se realizó con ayuda de los programas UCINET, PAJEK y MATLAB, además de una rutina de Excel, para cada temporada y dos escenarios creados (con y sin detritus). Los resultados mostraron que la temporada de nortes presentó mayor riqueza, seguida de la de lluvias y la menor es la de secas. Se analizaron diferentes indicadores como centralidad, intermediarismo, densidad, niveles tróficos, entre otros; encontrándose diferencias significativas de los mismo entre las temporadas, al igual que para los dos escenarios. Estas diferencias muestran que los indicadores están estrechamente relacionados con la riqueza, por otro lado y por la diferencia encontrada para los escenarios se indica la importancia del detritus, en cuanto a la centralidad, ya que al ser eliminado cambiaron los valores de todos los indicadores. En cuanto a la exclusión, no se encontró diferencias significativas en los indicadores, debido a la gran cantidad de trofoespecies omnívoras encontradas, aunado a los bajos valores de centralidad de las redes y de centralidad e intermediarismo de las trofoespecies seleccionadas. Por lo anterior, se concluyó que el detritus es fundamental en la transferencia de energía entre los niveles tróficos; y que para corroborar la relación con la riqueza mediante la exclusión de las mismas, se deben elegir las más importantes de acuerdo a los indicadores medidos, en este trabajo, se logró el objetivo ya que se conocieron las trofoespecies claves de la estructura trófica de la Zona Costera de Alvarado Veracruz, y el papel que desempeñan en los flujos de energía.