



**UNIVERSIDAD DEL MAR**

**Campus Puerto Ángel**

**Interacciones tróficas y estructura comunitaria de la  
ictiofauna arrecifal durante la temporada de secas (febrero-  
mayo 2018), en bahía La Entrega, Oaxaca, México.**

**Tesis**

**Que para obtener el Título Profesional de Licenciado en  
Biología Marina**

**Presenta**

**Abraham Morales Sánchez**

**Director**

**Dr. Antonio López Serrano**

**Puerto Ángel, Oaxaca, México, 2020**

## Resumen

Diferentes estudios mencionan la elevada diversidad de especies que existe en las comunidades arrecifales, destacando su importancia ecológica, determinada por número de interacciones inter e intraespecíficas en las que intervienen. Los estudios realizados, centrados en el estudio de las comunidades ictiofaunísticas en La Entrega se han limitado a descripciones de listados de peces o de la estructura comunitaria, por lo cual, es poco lo que se conoce sobre el funcionamiento de la comunidad ictica, particularmente su estructura e interacciones tróficas. El objetivo del presente estudio fue caracterizar para la temporada de secas (2018) la variación en la estructura comunitaria y trófica de la comunidad de peces de La Entrega, Oaxaca. Para la descripción de la estructura comunitaria se emplearon índices ecológicos (riqueza, diversidad, dominancia y equidad) e índices topológicos (grado del nodo, centralidad, intermediación y cercanía). Se registraron 3,520 organismos pertenecientes a 23 familias, y 40 especies de peces. Las familias que presentaron mayor abundancia fueron Acanthuridae ( $S=4$ ) y Pomacentridae ( $S=4$ ). La red trófica arrecifal se conformó por 81 nodos para febrero, 71 para abril y 67 para mayo, representados por depredadores y presas (40 nodos de peces y 46 nodos de ítems alimenticios), con un máximo de 1,606 interacciones tróficas. De manera general los grupos tróficos de invertebrados basales (crustáceos y moluscos) ocuparon los primeros lugares de importancia estructural en la red (grupos clave), estos grupos participan en la propagación y velocidad de los efectos indirectos en la trama trófica. Los resultados de este trabajo sugieren que la red trófica de La Entrega presenta propiedades de escala libre, siendo esta una característica de las redes complejas debido a la distribución de conexiones entre los componentes de las mismas. Dicho tipo de patrón sugiere que los grupos clave son esenciales en la estabilidad de la red y su pérdida o extirpación pudieran ocasionar alteraciones o modificaciones importantes en la estructura de la misma.

Palabras clave: La Entrega, estructura comunitaria, estructura trófica

## **Dedicatoria**

A mi madre **Gabriela Sánchez Moreno**, posiblemente la mujer menos calificada para ser mi madre, pero si la mujer necesaria para convertirme en el hombre que soy ahora.

A mi padre **René Morales de los Santos**, por inspirarme a ser una mejor persona y superarme día con día.

Mis abuelos **Francisca Moreno Peguero** y **Manuel Sánchez Muños**, cuyo amor y sentido del deber fue más allá de toda conversación, convirtiéndose en los mejores padres que un niño pudiera pedir.

Mis hermanos **René** y **Adán**, mis más grandes obstáculos, mis más duras pruebas y los mejores hombres que he conocido.

Mis hermanos **Jorge**, **Alexia**, **Brytney** y **Renee**, por recordarme que la familia no es cuestión de sangre.

A toda la familia **Rodríguez Ramírez** por ser mi segundo hogar y en especial a ti **Jonás Emmanuel**, nunca sabras lo que tu amistad significa para mí, gracias por todo.

¡Este logro nos pertenece!

## **Agradecimientos**

Este trabajo es el resultado de la dedicación y compromiso de un gran número de personas. Quiero agradecer principalmente al Dr. Antonio “Toño” López Serrano, gracias por instruirme en esta aventura y guiarme en mi proceso de aprendizaje, tanto en la elaboración de este trabajo como en mi formación como alumno y tesista. A mis revisores, M.A.I.A. Eduardo Ramirez, Dr. Francisco Benítez Villalobos, M.C. Gerardo Esteban Leyte Morales y M.C. Ana Maria Torres Huerta por sus consejos, instrucción y tiempo invertido.

A los voluntarios que ofrecieron sus habilidades en campo permitiendo que la obtención de datos fuera más accesible, Isa, Uri y Quetz muchas gracias por su apoyo y dedicación.

A Kevin, gracias por ser mi amigo y camarada a lo largo de toda la carrera y mas allá, gracias por ponerme los pies en la tierra, la cabeza en la escuela y el corazón en el mar. A mis compañeros Emma, Rasta, y Pau, le cueste a quien le cueste el mejor equipo en que alguien podría haber estado. A todos ustedes les deseo el mayor éxito profesional.

A todos y cada uno de ustedes gracias de todo corazón.

## Índice general

I.	<b>Introducción</b> .....	1
II.	<b>Antecedentes</b> .....	5
III.	<b>Justificación</b> .....	8
IV.	<b>Hipótesis</b> .....	9
V.	<b>Objetivos</b> .....	9
	1. General.....	9
	2. Particulares.....	9
VI.	<b>Material y método</b> .....	10
	1. Área de estudio.....	10
	2. Bahía La Entrega.....	11
	3. Cobertura para peces arrecifales.....	12
	4. Curva de acumulación de especies.....	14
	5. Trabajo de gabinete .....	15
	6. Estructura comunitaria.....	15
	7. Gremio ecológico por estrategia de alimentación .....	18
	8. Nivel Trófico.....	18
	9. Análisis topológico de redes tróficas .....	18
	10. Propiedades generales de la trama trófica.....	19
	11. Modelo Topológico .....	20
	12. Análisis de datos.....	21
	13. Relación entre índices comunitarios e índices topológicos .....	22
VII.	<b>Resultados</b> .....	23
	1. Composición específica general .....	23
	2. Curva de acumulación .....	25
	3. Índices de diversidad .....	27
	4. Gremio ecológico por estrategia de alimentación .....	29
	5. Redes tróficas .....	30
	6. Histogramas de frecuencias .....	46

7.	Relación entre índices comunitarios y topológicos .....	56
VIII.	<b>Discusión</b> .....	58
1.	Composición específica.....	58
2.	Abundancia.....	58
3.	Índices ecológicos .....	60
4.	Composición por gremios.....	62
5.	Relación entre índices comunitarios e índices de centralidad .....	63
6.	Topología de la red .....	66
7.	Propiedades de la red trófica.....	66
8.	Discusiones Finales .....	69
IX.	<b>Conclusiones</b> .....	71
X.	<b>Recomendaciones</b> .....	73
XI.	<b>Bibliografía</b> .....	74
XII.	<b>Anexos</b> .....	98

### Índice de figuras

Figura. 1	Área de estudio, Playa La Entrega, Pacífico Mexicano.Sur mexicano. Modificado de MitchellArana, (1994).....	11
Figura. 2	Diagrama de método estacionario (método del cilindro).....	12
Figura. 3	Curva de acumulación de especies icticas para el mes de febrero. ....	26
Figura. 4	Curva de acumulación de especies icticas para el mes de abril. ....	26
Figura. 5	Curva de acumulación de especies icticas para el mes de mayo. ....	26
Figura. 6	Comportamiento de la riqueza específica de manera mensual. ....	27
Figura. 7	Representación gráfica del grado del nodo (D) para el mes de febrero.....	31
Figura. 8	Representación gráfica del grado del nodo (D) para el mes de abril. ....	32
Figura. 9	Representación gráfica del grado del nodo (D) para el mes de mayo.....	33
Figura. 10	Representación gráfica del grado de entrada (Din) para el mes de febrero....	34
Figura. 11	Representación gráfica del grado de entrada (Din) para el mes de abril.....	35
Figura. 12	Representación gráfica del grado de entrada (Din) para el mes de mayo. ....	36
Figura. 13	Representación gráfica del grado de entrada (Dout) para el mes de febrero..	37
Figura. 14	Representación gráfica del grado de entrada (Dout) para el mes de abril. ....	38
Figura. 15	Representación gráfica del grado de entrada (Dout) para el mes de mayo. ....	39
Figura. 16	Representación gráfica del índice de intermediación (BC) para el mes de febrero.....	40
Figura. 17	Representación gráfica del índice de intermediación (BC) para el mes de abril. .....	41

Figura. 18 Representación gráfica del índice de intermediación (BC) para el mes de mayo.....	42
Figura. 19 Representación gráfica del índice de cercanía (CC) para el mes de febrero...	43
Figura. 20 Representación gráfica del índice de cercanía (CC) para el mes de abril.....	44
Figura. 21 Representación gráfica del índice de cercanía (CC) para el mes de mayo.....	45
Figura. 22 Histogramas de frecuencias para índices de grado del nodo (D). .....	47
Figura. 23 Histogramas de frecuencias para índices de grado de entrada (Din). .....	49
Figura. 24 Histogramas de frecuencias para índices de grado de salida (Dout). .....	51
Figura. 25 Histogramas de frecuencias para el índice de intermediación BC). .....	53
Figura. 26 Histogramas de frecuencias para el índice de cercanía (CC).....	55
Figura. 27 Comportamiento del índice de diversidad (H') con respecto al índice de conectividad de red observado durante el periodo de estudio.....	57
Figura. 28 Comportamiento de la riqueza específica con respecto al índice de conectividad de red observado durante el periodo de estudio.....	57

### Índice de Tablas

Tabla 1. Representación de las interacciones tróficas entre especies. ....	18
Tabla 2. Relación entre número de organismos, familias y especies icticas para cada mes de muestreo.....	23
Tabla 3. Composición de peces para la bahía La Entrega. ....	24
Tabla 4. Riqueza estimada y eficiencia promedio para cada muestreo. ....	25
Tabla 5. Coeficientes obtenidos a partir de la curva de acumulación de especies. ....	25
Tabla 6. Valores obtenidos a partir de la prueba t de Hutchenson para la diversidad de la comunidad de peces de la entrega.....	28
Tabla 7. Índices ecológicos aplicados durante el periodo de estudio. ....	28
Tabla 8. Relación entre el número de especies y estrategia de alimentación. ....	29
Tabla 9. Relación entre el número de individuos y estrategia de alimentación. ....	30
Tabla 10. Numero de interacciones tróficas y porcentaje de conectividad. ....	30

### Índice de Anexos

Anexo 1. Valores de los índices de centralidad utilizados en el análisis topológico del mes de febrero. Los nodos se encuentran acomodados según su nivel trófico. ....	98
Anexo 2. Valores de los índices de centralidad utilizados en el análisis topológico del mes de abril. Los nodos se encuentran acomodados según su nivel trófico. ...	99
Anexo 3. Valores de los índices de centralidad utilizados en el análisis topológico del mes de mayo. Los nodos se encuentran acomodados según su nivel trófico. ....	100
Anexo 4. Lista de referencias bibliográficas utilizadas en el Anexo V. ....	101
Anexo 5. Grupo y nombre de los nodos utilizados en el análisis, así como las referencias para dieta y presencia en el área.....	102

Anexo 6. Continuación. ....	103
Anexo 7. Continuación. ....	104
Anexo 8. Listado de especies icticas y hábitos alimenticios establecidos por Robertson & Allen (2006). C=Carnívoros, H=Herbívoros y Detritívoros, O=Omnívoros, P=Planctívoros y PS= Parasítico. #I= Número de individuos.....	105