



Universidad del Mar
Campus Puerto Ángel, Oaxaca

**Diversidad morfológica de peces arrecifales del Pacífico
mexicano**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA MARINA**

PRESENTA

Cuauhtémoc Aparicio Cid

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Ramón Andrés López Pérez

Puerto Ángel, Oaxaca, febrero de 2014



ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

Después de haber analizado y evaluado la tesis "DIVERSIDAD MORFOLÓGICA DE PECES ARRECIFALES DEL PACÍFICO MEXICANO", presentada por el Pasante de Biología Marina **Cuauhtémoc Aparicio Cid**, se considera que cumple con los requisitos académicos y la calidad necesaria para ser defendida en el examen profesional.

Comisión Revisora

Dr. Ramón Andrés López Pérez
Departamento de Hidrobiología
Laboratorio de Ecosistemas Costeros
UAM-Iztapalapa, DCBS
Director

Dr. José Rolando Bastida Zavala
Instituto de Recursos, UMAR
Revisor

Dr. Juan Francisco Meraz Hernando
Instituto de Recursos, UMAR
Revisor

M. en C. José Alberto Montoya Márquez
Instituto de Recursos, UMAR
Revisor

C. Dra. Ana María Torres Huerta
Instituto de Recursos, UMAR
Revisora

Puerto Ángel, Oaxaca, febrero de 2014

Vida mía, por fin

¡Salud!

AGRADECIMIENTOS

Agradezco eternamente a Estela, María, Eréndira y Raquel por haber formado parte, ya sea de manera activa o pasiva, en la histórica elaboración de este documento, ni modo por Mundo.

Especialmente al Coral Reef Team y a lo que queda de la López-Pérez Foundeichon... y a la banda.

Particularmente a Ana, Beto, Juan y Rolando por el interés mostrado.

... Y a su quasi-infinita paciencia, señor.

CONTENIDO

CONTENIDO	iv
Índice de figuras	vi
Índice de tablas	viii
Resumen	1
I. Introducción	2
II. Hipótesis.....	11
III. Objetivos	12
III.1 Objetivo general	12
III.2 Objetivos particulares.....	12
IV. Área de estudio.....	13
V. Métodos.....	15
V.1 Obtención de los datos	15
V.2 Evaluación cuantitativa de la forma	16
V.3 Análisis de imágenes y registro del contorno.....	16
V.4 Descriptores elípticos de Fourier	18
V.5 Diversidad morfológica	20
V.6 Análisis de datos.....	21
VI. Resultados	23

VI.1 Estimadores de diversidad.....	23
VI.2 Distribución del morfoespacio	31
VI.3 Diversidad morfológica	34
VII. Discusión y conclusiones.....	41
VII.1 Estimadores de diversidad.....	41
VII.2 Diversidad morfológica	44
VII.3 Forma y función.....	45
VIII. Conclusiones	51
Referencias	52
Anexo I	62
Anexo II	66
Anexo III	69
Anexo IV	72

Índice de figuras

Figura 1. Arrecifes en el Pacífico mexicano	13
Figura 2. Proceso de tratamiento de imágenes usando la imagen de <i>Hippocampus ingens</i> (Girard 1858)	18
Figura 3. Ventana de Chc2Nef durante el proceso de conversión del código encadenado a descriptores elípticos de Fourier	19
Figura 4. Comparación del comportamiento de los estimadores de diversidad respecto a los sitios de muestreo (eje X)	29
Figura 5. Comportamiento de la (DM) diversidad morfológica frente al (S) número de especies	29
Figura 6. Comportamiento de la (DM) diversidad morfológica frente a la (Δ^+) distinción taxonómica	30
Figura 7. Comportamiento de la (Δ^+) distinción taxonómica frente al (S) número de especies	31
Figura 8. Distribución de los peces arrecifales del Pacífico Mexicano sobre los dos primeros ejes de la forma del morfoespacio definido empíricamente. Ambos ejes explican el 52.17 % de la varianza total.	32
Figura 9. Funciones discriminantes que muestran las agrupaciones morfológicas de los gremios.....	36
Figura 10. Reconstrucción de los contornos de los gremios a partir del ACP por el método de la transformada inversa de Fourier.....	39
Figura 11. (A) Ocho segmentos de línea estandarizados en orden opuesto al sentido de las manecillas del reloj. (B) El contorno a delimitar se encuentra dentro de un área	

conocida y cuantificada. (C) Finalmente el contorno se delimita a partir de un punto de inicio (parte superior izquierda de la imagen)	63
--	----

Índice de tablas

Tabla I. Estadísticos básicos de los estimadores de biodiversidad (N= 93). S= Riqueza de especies, Δ^+ = Distinción taxonómica, DM= Diversidad morfológica	24
Tabla II. Valores mínimos y máximos, en negritas, de los estimadores por sitio, localidad y entidad-región.....	24
Tabla III. Correlación por rangos de Spearman entre los estimadores de diversidad.....	25
Tabla IV. Resumen de la ocupación en el morfoespacio empíricamente definido por las morfologías externas.....	34
Tabla V. Matriz de distancias euclidianas de los gremios entre sus centroides del análisis discriminante.....	37
Tabla VI. Resultados de la clasificación del análisis discriminante por gremios de los peces arrecifales del Pacífico mexicano por número de casos (especies) y porcentaje.....	37
Tabla VII. Tipo de gremio y riqueza de especies por familia de peces arrecifales en el Pacifico mexicano.....	40
Tabla VIII. Valor de estimadores de la ictiofauna arrecifal del Pacífico mexicano. Número de sitio, nombre de la localidad, entidad federativa o región	69

Resumen

La riqueza específica es, todavía, un estimador que se usa tradicionalmente como indicador de la biodiversidad de un ecosistema. Sin embargo, dicho estimador no ofrece una percepción completa de la misma ni del funcionamiento de la comunidad. Alternativamente, la diversidad morfológica puede reflejar mejor los aspectos del funcionamiento de la comunidad. En este sentido, se analizó la morfodiversidad de peces arrecifales en 93 localidades a lo largo del Pacífico mexicano y se comparó con la diversidad taxonómica y riqueza específica. A partir de censos visuales se preparó una lista depurada de 144 especies de peces arrecifales presentes en el área de estudio. La diversidad morfológica se obtuvo a partir de descriptores de Fourier extraídos del contorno de cada especie a partir de 20 harmónicos. El análisis discriminante de la morfodiversidad evidenció que existe una relación entre la forma y la función de los peces arrecifales, pues dependiendo de su actividad alimenticia, cada grupo posee forma propia. Se encontró que existe una relación de tipo potencial entre la morfodiversidad y la riqueza de especies, sugiriendo que existe un límite potencial a la morfodiversidad en el área de estudio. Adicionalmente, se detectó que existe una relación significativa entre los patrones de morfodiversidad y riqueza de especies, entre la diversidad taxonómica y riqueza de especies, así como entre la diversidad morfológica y taxonómica. Se encontró que el número de especies podría funcionar como predictor de la diversidad morfológica de la ictiofauna arrecifal en el área de estudio. No obstante, aun cuando la riqueza es heterogénea entre localidades, el análisis discriminante evidenció que las diferencias morfológicas entre las mismas no son significativas, lo cual sugiere que comunidades de peces arrecifales de un número heterogéneo de especies, posee diversidades morfológicas equivalentes y, por ende, potencialmente preservan el mismo funcionamiento comunitario.