

UNIVERSIDAD DEL MAR

Campus Puerto Ángel



Distribución espacial de la biomasa zooplanctónica en el Pacífico sur de México (entre Puerto Escondido, Oaxaca y Puerto Chiapas, Chiapas) y su relación con la hidrografía durante julio de 2009

TESIS

Que para obtener el título de Licenciado en

Biología Marina

PRESENTA

Heber Dalí Martínez Santos

DIRECTOR

M. en C. Antonio López Serrano

Puerto Ángel, Oaxaca, Febrero 2014



Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, 2014.

M. en C. Ana María Torres Huerta
Jefe de la Carrera de Biología Marina
P R E S E N T E

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

Después de haber revisado y evaluado la tesis “**Distribución espacial de la biomasa zooplanctónica en el Pacífico sur de México (entre Puerto Escondido, Oaxaca y Puerto Chiapas, Chiapas) y su relación con la hidrografía durante julio de 2009**”, presentada por el pasante de la Licenciatura en Biología Marina **Heber Dalí Martínez Santos** con número de matrícula 05020021, se considera que cumple con los requisitos académicos y la calidad necesaria para ser defendida en el examen profesional.

COMISIÓN REVISORA

M. en C. Antonio López Serrano
Universidad del Mar
Director

Dr. Roberto Esteban Martínez López
Universidad del Mar
Revisor

M. en C. Pedro Cervantes Hernández
Universidad del Mar
Revisor

Ocean. Pablo Antonio Pintos Terán
Universidad del Mar
Revisor

Tte. Frag. SMAM Biol. Octaviano Hernández Hernández
Secretaría de Marina
Revisor

Resumen

En el presente trabajo, se analiza la distribución espacial de la biomasa zooplanctónica y su relación con la hidrografía en el Golfo de Tehuantepec (GT), Oaxaca, México. Los datos se obtuvieron durante la campaña oceanográfica CHIS-COYVER-02-09, a bordo del Buque "Altaír" B1-03 realizada del 20 al 31 de julio de 2009 por la Secretaría de Marina y la UMAR. Las muestras fueron recolectadas mediante arrastres horizontales superficiales, con una red CalCOFI de abertura de malla de 200 μm , y oblicuos (con redes Bongo mallas 390 y 500 μm). Las mayores concentraciones de biomasa (435.7 a 508.1 $\text{g}/100 \text{ m}^3$) se registraron en la porción oriental del GT (principalmente en la región costera de Chiapas) y las menores, en la región marina oaxaqueña. Las profundidades de termoclina, haloclina y picnoclina se presentaron entre los 10 y 15 m en la mayoría de las estaciones costeras, mientras que para las estaciones oceánicas se presentaron a 30 m aproximadamente. La temperatura, salinidad y densidad superficiales promedio ($\pm\text{DE}$) para las estaciones costeras fueron de 30.6 (± 0.58) $^{\circ}\text{C}$, 33.3 (± 0.49) ups y 20.2 (± 0.60) Kg/m^3 y para las estaciones oceánicas fueron de 29.4 (± 0.72) $^{\circ}\text{C}$, 33.7 (± 0.24) ups y 21 Kg/m^3 . No hubo diferencias significativas entre la biomasa recolectada con los tres tipos de redes utilizadas ($H_{2,72}=0.32$; $p>0.05$), así como con el tipo de lance ($H_{1,72}=0.75$; $p>0.05$). El análisis de correlación demostró que, el gradiente de salinidad afectó de forma negativa a la distribución horizontal de la biomasa zooplanctónica superficial ($r=-0.62$, $P<0.05$).

Palabras clave: Golfo de Tehuantepec, biomasa zooplanctónica, CalCOFI, Bongo 390 μm , Bongo 500 μm , termoclina, haloclina, picnoclina.

DEDICATORIA

A mis Padres y a mi Hermana...

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Marina Armada de México, personal de la Estación de Investigación Oceanográfica, Salina Cruz, Oaxaca, México y la tripulación del ARM BI-03 "Altair" por permitirnos hacer uso del equipo mediante el cual se recolectaron las muestras utilizadas en este trabajo, así como los datos de CTD del crucero oceanográfico CHIS-COYVER-02-09 realizado del 20 al 31 de julio de 2009.

A mi director M. en C. Antonio López Serrano por la confianza, los consejos, la paciencia brindada a lo largo de la carrera y sobre todo en la elaboración de este trabajo. Gracias!!

A los revisores M. en C. Pedro Cervantes Hernández, Dr. Roberto Esteban Martínez López, Ocean. Pablo Antonio Pintos Terán y Biol. Mar. Tte. Octaviano Hernández Hernández por sus comentarios, críticas y sugerencias que contribuyeron a mejorar la calidad del escrito. Gracias!!

A mis padres, por su incondicional apoyo y la confianza depositada en mí a lo largo de todos estos años. Los quiero mucho!!

A mi hermana Karla por aguantarme en esas visitas a casa y los momentos tan divertidos que pasamos juntos. Te quiero mucho!!

Al Dr. Francisco Benítez Villalobos por su amistad, apoyo y confianza. Gracias!!

A mis grandes amigos, como hermanos; Ania, Yal-ha, Daniel, Héctor "Flaco", Hugo Mariscal, Hugo Molina, Pedrito, Rubén, Grecia, Lucero gracias por todos esos momentos tan agradables que compartimos. Hasta pronto!!

A mis amigos y compañeros de generación (2006-2011) en la Universidad del Mar, por esos momentos de gran aprendizaje que pasamos dentro y fuera del aula.

A todos mis maestros, que a lo largo de la carrera aportaron un granito de conocimiento e influyeron en mí para ser una mejor persona y ver el mundo de otra manera.

A Cynthia "La china" por sus consejos y sugerencias en la revisión del escrito, pero sobre todo por su gran apoyo y amistad.

A todas las personas que contribuyeron directa o indirectamente en la elaboración de este trabajo.

Gracias!!

ÍNDICE

Resumen.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES	3
3. JUSTIFICACIÓN	6
4. HIPÓTESIS	7
5. OBJETIVOS	7
5.1 General	7
5.2 Específicos	7
6. ÁREA DE ESTUDIO.....	8
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
7.1 Trabajo de campo.....	9
7.2 Variables hidrográficas	11
7.3 Muestreos biológicos	11
7.4 Trabajo de laboratorio.....	13
7.5 Análisis estadísticos	13
7.5.1 Histogramas de frecuencia	13
7.5.2 Simulación de la distribución de la biomasa zooplanctónica	14
7.5.3 Comparación de la biomasa zooplanctónica	14
7.5.4 Correlación entre variables hidrográficas con respecto a la biomasa zooplanctónica.....	15
7.5.5 Análisis de conglomerado (Cluster) entre estaciones.....	15
8. RESULTADOS	15
8.1 Distribución de frecuencias para la biomasa zooplanctónica	15
8.2 Distribución de la biomasa zooplanctónica para la red cónica superficial (CalCOFI).....	17
8.2.1 Distribución de la biomasa zooplanctónica para la red Bongo 1	18
8.2.2 Distribución de la biomasa zooplanctónica para la red Bongo 2	19

8.3 Perfiles verticales de temperatura, salinidad y densidad.....	20
8.3.1 Perfiles verticales (red costera).....	20
8.3.2 Perfiles verticales (red oceánica)	25
8.4 Análisis de la varianza (ANDEVA)	27
8.4.1 Variación de la biomasa obtenida por tipo de red y por lance	27
8.5 Correlación entre variables hidrográficas con respecto a la biomasa zooplanctónica.....	29
8.6 Conglomerado de estaciones (análisis clusters)	31
9. DISCUSIONES.....	34
10. CONCLUSIONES.....	40
11. LITERATURA CITADA	41
12. ANEXOS	47

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Estaciones en donde se realizaron los arrastres de las redes zooplanctónicas, (●) red “costera”, (▲) red “oceánica”, para la campaña oceanográfica CHIS-COYVER-02-09 en julio de 2009. Línea de contorno gruesa indica la posición de la isobata de los 200 m. 10
- Figura 2.** Distribución de frecuencia absoluta en donde se representa la biomasa zooplanctónica para **a)** la red CalCOFI, **b)** la red Bongo 1 y **c)** la red Bongo 2 16
- Figura 3.** Distribución de la biomasa zooplanctónica superficial recolectada con red cónica superficial CalCOFI en el GT. Campaña CHIS-COYVER-02-09 (PE: Puerto Escondido; SLH: Sistema Lagunar Huave; MM: Mar Muerto; LB: Laguna Buenavista; CP: Carretas-Pereyra; CHP: Chantuto-Panzacola; PCH: Puerto Chiapas)..... 17
- Figura 4.** Distribución de la biomasa zooplanctónica recolectada con la red Bongo 1 en el GT. Campaña CHIS-COYVER-02-09 (PE: Puerto Escondido; SLH: Sistema Lagunar Huave; MM: Mar Muerto; LB: Laguna Buenavista; CP: Carretas-Pereyra; CHP: Chantuto-Panzacola; PCH: Puerto Chiapas)..... 18
- Figura 5.** Distribución de la biomasa zooplanctónica recolectada con la red Bongo 2 en el GT. Campaña CHIS-COYVER-02-09 (PE: Puerto Escondido; SLH: Sistema Lagunar Huave; MM: Mar Muerto; LB: Laguna Buenavista; CP: Carretas-Pereyra; CHP: Chantuto-Panzacola; PCH: Puerto Chiapas)..... 19
- Figura 6.** Perfiles verticales de temperatura (°C) línea gruesa roja, salinidad (ups) línea punteada verde y densidad (Kg/m³) línea delgada azul, de la red de estaciones costeras. Los perfiles se muestran por transectos, (de izquierda a derecha) ordenadas de costa hacia afuera..... 21
- Figura 7.** Perfiles verticales de temperatura (°C) línea gruesa roja, salinidad (ups) línea punteada verde y densidad (Kg/m³) línea delgada azul, de la red de estaciones

oceánicas. Los perfiles se muestran por transectos, (de izquierda a derecha) ordenadas de costa hacia afuera..... 26

Figura 8. Biomasa zooplanctónica por tipo de red, recolectada en la campaña CHIS-COYVER-02-09. Las cajas representan el error estándar, los bigotes la desviación estándar y los puntos oscuros valores extremos..... 27

Figura 9. Biomasa zooplanctónica por tipo de lance, recolectada en la campaña CHIS-COYVER-02-09. Las cajas representan el error estándar, los bigotes la desviación estándar y los puntos oscuros valores extremos..... 28

Figura 10. Conglomerado de estaciones (cluster) para la red cónica superficial CalCOFI, tomando en consideración la similitud entre estaciones. Variables consideradas; biomasa, temperatura, salinidad y CM. En color verde se muestran las estaciones costeras y en azul las oceánicas..... 31

Figura 11. Conglomerado de estaciones (cluster) para la red Bongo 1 (390 μm) tomando en consideración la similitud entre estaciones. Variables consideradas; biomasa, temperatura, salinidad y CM. En color verde se muestran las estaciones costeras y en azul las oceánicas..... 32

Figura 12. Conglomerado de estaciones (cluster) para la red Bongo 2 (500 μm) tomando en consideración la similitud entre estaciones. Variables consideradas; biomasa, temperatura, salinidad y CM. En color verde se muestran las estaciones costeras y en azul las oceánicas..... 33

INDICE DE TABLAS

Tabla I. Especificaciones de los sensores del CTD modelo SBE 19.....	11
Tabla II. Correlación múltiple entre las variables hidrográficas (temperatura, salinidad, densidad y CM) con respecto a la biomasa zooplanctónica recolectada con la red CalCOFI en el GT. Campaña oceanográfica CHIS-COYVER-02-09. <i>P</i> es el nivel de significancia estadística, r^2 es el coeficiente de determinación.....	29
Tabla III. Correlación múltiple entre las variables hidrográficas (temperatura, salinidad, densidad y CM) con respecto a la biomasa zooplanctónica recolectada con la red Bongo 1 en el GT. Campaña oceanográfica CHIS-COYVER-02-09. <i>P</i> es el nivel de significancia estadística, r^2 es el coeficiente de determinación.....	30
Tabla IV. Correlación múltiple entre las variables hidrográficas (temperatura, salinidad, densidad y CM) con respecto a la biomasa zooplanctónica recolectada con la red Bongo 2 en el GT. Campaña oceanográfica CHIS-COYVER-02-09. <i>P</i> es el nivel de significancia estadística, r^2 es el coeficiente de determinación.....	30

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Figura A1. Campaña oceanográfica CHIS-COYVER-02-09 a bordo del Buque Oceanográfico B/O “Altair” durante julio de 2009. Red de muestreo “costera”, dividida en dos secciones.....	47
Anexo 1. Figura A2. Campaña oceanográfica CHIS-COYVER-02-09 a bordo del Buque Oceanográfico B/O “Altair” durante julio de 2009. Red de muestreo “oceánica”.....	47
Anexo 2. Registros georreferidos de biomasa zooplanctónica (g/100m ³) y variables hidrográficas a superficie, crucero CHIS-COYVER-02-09. Julio 2009.....	48
Anexo 3. Registros de variables hidrográficas a 50 m, crucero CHIS-COYVER-02-09. Julio 2009.....	49