



# Universidad del Mar

## campus Puerto Ángel

**Uso de tres especies de copépodos (Copepoda: Calanioda), *Acartia clausi* (Giesbrecht, 1889), *A. lilljeborgii* (Giesbrecht, 1889) y *Paracalanus parvus* (Claus, 1863), como indicadores biológicos del estado de salud de la ensenada de La Paz, Baja California Sur**

### T E S I S

**Que como parte de los requisitos para obtener el título de Licenciado en Biología Marina**

### PRESENTA

**Alfredo Díaz de la Rosa  
No. Matrícula: 04020012**

**Dirigida por:  
Biól. Mar. Martín Enrique Hernández Rivas**

**Puerto Ángel, Oaxaca, México**

**Junio, 2013**



# Universidad del Mar

## campus Puerto Ángel

### Acta de revisión de tesis

Después de haber revisado y evaluado la tesis "**Uso de tres especies de copéodos (Copepoda: Calanoida), *Acartia clausi* (Giesbrecht, 1889), *A. lilljeborgii* (Giesbrecht, 1889) y *Paracalanus parvus* (Claus, 1863), como indicadores biológicos del estado de salud de la ensenada de La Paz, Baja California Sur** presentada por el P.B.M. Alfredo Díaz de la Rosa, para obtener el grado de Biología Marina, le comunicamos que la tesis cumple con los requisitos académicos para presentar el correspondiente examen profesional.

#### COMISIÓN REVISORA

---

Biol. Mar. Martín Enrique Hernández-Rivas  
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas  
DIRECTOR

---

Dr. Rolando Bastida-Zavala  
Universidad del Mar  
campus Puerto Ángel, Oaxaca, México  
REVISOR

---

Dr. Maria del Socorro Garcia-Madriral  
Universidad del Mar  
campus Puerto Ángel, Oaxaca, México  
REVISOR

---

Ocean. Pablo Antonio Pintos Terán  
Universidad del Mar  
campus Puerto Ángel, Oaxaca, México  
REVISOR

---

Ocean. Ángel Cuevas Aguirre  
Universidad del Mar  
campus Puerto Ángel, Oaxaca, México  
REVISOR

## RESUMEN

El uso de organismos bioindicadores se ha propuesto como una herramienta importante en la actualidad, para identificar cambios en el ambiente de una manera más directa y simplificada, en el presente trabajo se utilizaron tres especies de copépodos con el fin de identificar el mejor indicador de disturbios en la ensenada de La Paz, el periodo de estudio fue un ciclo anual (2007-2008), el cual se dividió en cuatro temporadas (primavera, verano, otoño e invierno). La ensenada se clasificó en zonas eutróficas, mesotróficas y oligotróficas, utilizando las concentraciones de clorofila *a*. Se obtuvieron valores altos de biovolumen de zooplancton durante el periodo de invierno 32178.5753 ind/100 m<sup>3</sup> ( $\pm$  54992.7028) y más bajos durante el verano 3088.3 ind/100 m<sup>3</sup> ( $\pm$ 4988.7105), posteriormente con las especies de copépodos mencionadas se realizó la prueba de Dufrêne y Legendre (1997) para el análisis de Especies Indicadoras (EI). Los resultados mostraron que *Acartia lilljeborgii* resultó ser un indicador de áreas eutróficas, *A. clausi* de áreas mesotróficas y *Paracalanus parvus* de áreas oligotróficas. Con este tipo de estudios se busca generar información para reducir tiempos de investigación e identificar disturbios en zonas costeras influenciadas por el hombre, utilizando los organismos del ambiente.

## **Abstract**

Nowadays the use of bioindicators has been proposed as an important tool for the identification of environmental changes in a direct and simplified way. This work used three copepods species in order to identify the best indicator of disturbances in La Paz cove. The study period was an annual cycle (2007-2008) divided into four seasons (spring, summer, autumn, winter). The cove was classified into eutrophic, mesotrophic and oligotrophic zones using chlorophyll *a* concentrations. The highest values of zooplankton biovolume were obtained during the winter period 32178.5753 ind/100 m<sup>3</sup> (± 54992.7028) and the lowest in the summer 3088.3 ind/100 m<sup>3</sup> (±4988.7105). Subsequently, with the listed species of copepods, a Dufrêne y Legendre (1997) test was performed for the analysis of species indicator (SI). *Acartia lilljeborgii* results showed that it turned out to be an indicator of eutrophic areas, *A. clausi* an indicator of mesotrophic areas and *Paracalanus parvus* an indicator of oligotrophic areas. With this type of study we try to generate information that will reduce research time as well as identify disturbances in coastal areas influenced by human activity using organisms in the environment.

## **Agradecimientos**

Esta tesis la dedico a todas la personas que me ayudaron durante mi carrera.

A mis padres Alfredo Díaz Rodríguez y Eira de la Rosa Ferra que siempre me apoyaron incondicionalmente y que gracias a ellos tuve la oportunidad de estudiar lo que quería y con su gran ejemplo me demostraron que nada es imposible al construir de la casi nada lo que ahora son.

A mis hermanas Olivia e Illiana que en cada una de sus facetas ellas me animaron a seguir adelante y por su cooperación en momentos fundamentales de mi curso en la carrera.

A mi sobrina Olivia Toral por ser parte de mi motor para demostrarle que siempre se puede lograr lo que uno quiere cuando le pone empeño.

A mi pareja Myela Guzmán Villareal por su amor incondicional y paciencia, porque sin ella esto nunca hubiera sido posible, ya que cuando fue necesario me corrigió en aspectos académicos como personales, además de ser mi mejor amiga y compañera durante la aventura de comenzar una familia mientras estudiábamos, su apoyo siempre ha estado presente.

A mi hija Sofía que a pesar de su corta edad siempre me ha comprendido y ha sido mi terapia diaria para poder ser cada día una mejor persona.

A mis suegros y mis cuñados que siempre nos apoyaron durante nuestros estudios con sus ánimos y buenos consejos.

A mi director de tesis el biologo Martin Enrique Hernández Rivas que me ilumino el camino y me ofreció un tema para desarrollar esta tesis.

A mis revisores de tesis que comprendieron mi situación y me apoyaron a pesar de sus ocupaciones con buenos tiempos de corrección para poder dejar esta tesis lista.

Al Ing. Rubn Ortiz Cruz por el apoyo que me dio al dejarme trabajar junto a él.

A la maestra Rosario por ser una buena amiga y siempre me ha escuchado con detenimiento y me ha aconsejado.

A cada uno de mis maestros porque gracias a todas sus enseñanzas tanto dentro como fuera del salón de clases, formaron parte a parte lo que ahora soy como profesionista.

A mis amigos con los que compartí durante esta travesía y que nunca los olvidare, gracias por las buenas y malas experiencias que pasamos juntos.

A mi compañero de equipo Hugo Arturo Mariscal Gallegos que siempre estuvo a mi lado en las buenas y en las malas y que juntos realizamos los trabajos más asombrosos.

A mi buen amigo el negociante Juan por sus consejos y decirme las cosas derechas siempre en los momentos indicados.

A mi amigo Ernesto Serrano Figueroa y María que siempre me toleraron a pesar de su avanzada edad.

A mi amigo Pedro Maza porque con su ímpetu me contagio para ser parte del equipo de muestreo extremo.

A mi amiga Laura Rowland por sus pláticas interminables y sus buenos consejos

A mi amigo Efra el Rasta que siempre me mando sus buenas vibras y el poco tiempo que convivimos fue excepcional.

A mi amigo Dereck Joe por sus pláticas aleccionadoras.

A mi amigo Abiud y su familia que sin conocerme me ofrecieron incondicionalmente su amistad además de techo y comida durante mi última fase de mi titulación.

A todas las personas que me cuidaron durante mi estancia en Zipolite y Puerto Ángel que me guiaron para no tener ningún problema con su comunidad, en especial misa, chabe. Jaime y Marcelo.

A todas estas personas les agradezco de corazón todo lo que aprendí junto a ellas no solo de la parte académica si no también la parte de la vida, en la que me enseñaron a valorar lo que me rodea y me abrieron los ojos a otras situaciones que desconocía.

## Contenido

Introducción .....	1
Antecedentes .....	4
Uso de bioindicadores.....	4
Generalidades de la subclase Copépoda .....	5
Los copépodos y el ecosistema marino .....	7
Hipótesis .....	10
Objetivos .....	10
General.....	10
Particular: .....	10
Material y métodos .....	11
Área de estudio .....	11
Vientos .....	12
Mareas .....	13
Características físico-químicas .....	13
Circulación y corrientes .....	14
Obtención y disposición de las muestras.....	16
Análisis de datos .....	17
Resultados .....	19
Abundancia relativa de copépodos.....	19
Abundancia y distribución de copépodos .....	22
Cartas de estado trófico .....	26
Análisis de especies indicadoras de disturbio .....	31
Discusión y conclusiones .....	33
Referencias .....	38

## Lista de tablas

Tabla I. Clasificación taxónomica de copéodos.....	7
Tabla II. Valores de niveles tróficos. ....	18
Tabla III. Análisis de especies indicadoras con el método Dufrene y Legendre para el período de verano .....	31
Tabla IV. Análisis de especies indicadoras con el método Dufrene y Legendre para la estación de otoño .....	31
Tabla V. Análisis de especies indicadoras con el método Dufrene y Legendre para invierno .....	32
Tabla VI. Análisis de especies indicadoras con el método Dufreâne y Legendre para la estación de primavera.....	32



## Lista de figuras

Figura 1. Características morfológicas de un copépodo calanoido adulto (tomado de Brusca & Brusca 2003). .....	6
Figura 2. Área de estudio (Extraído de google earth) .....	15
Figura 3. Red de estaciones. ....	17
Figura 4. Abundancia relativa de las tres especies; a) verano; b) otoño; c) invierno; d) primavera. ....	21
Figura 5. Mapas de distribución de las tres especies de copépodos en la ensenada La Paz durante la estación de verano 2007. ....	22
Figura 6. Mapas de distribución de las tres especies de copépodos durante la estación de otoño 2007. .	23
Figura 7. Mapas de distribución de los copépodos durante la estación de invierno 2008. ....	24
Figura 8. Mapas de distribución de los copépodos, durante la estación de primavera 2008. ....	25
Figura 9. Concentración de clorofila a. a) verano; b) otoño; c) invierno; d) primavera .....	27
Figura 10. Mapa de clasificación trófica por clorofila a en la ensenada durante el verano ( $\text{mg Cl a/m}^3$ )..	28
Figura 11. Mapa de clasificación trófica por clorofila en la ensenada durante el otoño ( $\text{mg Cl a/m}^3$ ). .....	29
Figura 12. Mapa de clasificación trófica por clorofila a en la ensenada durante el invierno ( $\text{mg Cl a/m}^3$ ).	29
Figura 13. Mapa de clasificación trófica por clorofila a en la ensenada durante primavera ( $\text{mg Cl a/m}^3$ )..	30