

UNIVERSIDAD DEL MAR



**BIODISPONIBILIDAD DE COBRE (Cu) Y CADMIO (Cd) EN AGUA
SALOBRE Y SU EFECTO TÓXICO EN EL LANGOSTINO MALAYO
(*Macrobrachium rosenbergii*, DE MAN, 1879).**

PRESENTA:

ADRIANA BARRAGÁN APARICIO

No. MATRICULA:

00202001

DIRECTORA:

M. EN C. MINERVA E ISIS CAMACHO SÁNCHEZ

Puerto Ángel Oaxaca, Diciembre de 2006

Puerto Ángel, Oaxaca, Diciembre de 2006.



ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

Después de realizar una revisión detallada de la tesis “Biodisponibilidad de Cobre (Cu) y Cadmio (Cd) en agua salobre y su efecto tóxico en el langostino malayo (*Macrobrachium rosenbergii*, De Man, 1879)” presentada por la pasante en Biología Marina Adriana Barragán Aparicio, se considera que cumple con los requisitos y la calidad necesaria para ser defendida en el examen profesional.

Aprobado por:

COMISIÓN REVISORA

M. en C. Minerva e Isis Camacho Sánchez
Universidad del Mar
Directora

M. en C. Antonio López Serrano
Universidad del Mar
Profesor-Investigador
Jefe de la Carrera de Biología Marina

Dr. Miguel Velázquez Manzanares
Universidad del Mar
Profesor-Investigador

Dr. Roberto Esteban Martínez López
Universidad del Mar
Profesor-Investigador

Ing. en. Acuic. Pablo Torres Hernández
Universidad del Mar
Profesor-Investigador

DEDICATORIA

A Dios que me regalo la vida, la salud y mi familia tan linda.

A mi mamá Obdulia Aparicio Gutiérrez por ser el motor de mi existencia, mi amiga, por creer en mí y apoyarme en cada momento de mi vida.

A mi papá Gracielo Barragán Ramírez por apoyarme para lograr mis objetivos.

A mis hermanos Magdalena, Amalia, Margot, Alfonso y Efrén que son un motivo para seguir luchando y por ser siempre un apoyo para mí.

A mi sobrino José Manuel por ser una luz más en mi vida y a mi abuelita Guadalupe Ramírez Martínez por ser un ejemplo de fortaleza.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad del Mar por el financiamiento del proyecto; clave: 21E035. A la M. en C. Minerva e Isis Camacho Sánchez, por compartir conmigo este proyecto y sus conocimientos, así como su tiempo y trabajo.
- Al M. en C. Julián Gamboa Delgado por el apoyo con la revisión de protocolo y al laboratorio de Acuicultura de la Universidad del Mar por haber proporcionado las larvas de langostino. Al laboratorio de toxicología de esta misma institución por prestarme sus instalaciones.
- A los cuatro revisores: M. en C. Antonio López Serrano, Dr. Miguel Velázquez Manzanares, Dr. Roberto Esteban Martínez López y al Ing. en. Acuic. Pablo Torres Hernández, que contribuyeron con sus conocimientos y su tiempo a este trabajo.
- A mis compañeros de generación por compartir conmigo un momento de su vida durante el transcurso de estos cinco años.
- A mis amigas Inés e Isabel, por estar siempre conmigo en las buenas y en las malas, gracias por su apoyo. A Imelda por ayudarme en el trabajo de laboratorio gracias por tu esfuerzo.

CONTENIDO

CONTENIDO	II
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE TABLAS	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Contaminación por metales	2
1.1.1 Características físicas y químicas del cobre (Cu ²⁺)	3
Fuentes y usos	4
Efectos tóxicos	5
1.1.2 Características físicas y químicas del Cadmio (Cd ²⁺)	5
Fuentes y usos	6
Efectos tóxicos	7
1.2 Biodisponibilidad de tóxicos en ambientes acuáticos.	7
1.3 Bioindicadores	9
1.3.1 Langostino malayo como bioindicador.	10
1.4 Biomarcadores	11
1.5 Bioconcentración de tóxicos en organismos acuáticos	13
2 ANTECEDENTES	15
3 JUSTIFICACIÓN	17
4 OBJETIVOS	19
5 HIPÓTESIS	20
6 MATERIALES Y MÉTODOS	21

6.1	Estudio de toxicidad aguda (CL ₅₀)-----	21
6.2	Estudio de toxicidad subletal -----	23
6.2.1	Cuantificación del contenido total de proteínas-----	23
6.2.2	Evaluación de la actividad de la AChE -----	23
6.3	Obtención del factor de bioconcentración para Cu ²⁺ y Cd ²⁺ -----	24
6.4	Análisis estadístico-----	24
7	RESULTADOS -----	26
7.1	Estudio de toxicidad aguda -----	26
7.2	Estudio de toxicidad subletal -----	31
7.2.1	Cuantificación de proteínas totales -----	31
7.2.2	Evaluación de la actividad de la AChE.-----	33
7.3	Factor de bioconcentración (FBC)-----	35
8	DISCUSIÓN -----	36
9	CONCLUSIÓN -----	42
10	LITERATURA CITADA -----	43
	ANEXO 1-----	51
	ANEXO 2-----	52
	ANEXO 3-----	53

ÍNDICE DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>	<u>PÁGINA</u>
Figura 1. Estimación del uso del cobre según la Asociación del Desarrollo del Cobre en 1986 (Agency for toxic substances and Disease Registry, 1990).....	4
Figura 2. Anatomía del langostino malayo (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>) (New, 2002). ...	11
Figura 3. Función de la AChE en el impulso nervioso (Tejedor, 2003).....	13
Figura 4. Diagrama de flujo del procedimiento del estudio de toxicidad aguda de Cd ²⁺ y Cu ²⁺ en <i>M. rosenbergii</i>	22
Figura 5. Digestión ácida de tejido de <i>M. rosenbergii</i> para determinar Cu y Cd; R= número de replicas.	25
Figura 6. Mortalidad probit en función de las dosis experimentales, A) para Cd ²⁺ y B) para Cu ²⁺ en agua salobre, para <i>M. rosenbergii</i> después de 48 h de exposición.....	28
Figura 7. Mortalidad probit en función de las dosis reales de C) Cd ²⁺ y D) Cu ²⁺ en agua salobre a 3 ups, para <i>M. rosenbergii</i> después de 48 h de exposición.	30
Figura 8. Comparación de medias de las proteínas totales de <i>M. rosenbergii</i> después de 48h de exposición a Cd ²⁺ y Cu ²⁺ ; n= 27.....	32
Figura 9. Comparación de medias de la actividad de la AChE de <i>M. rosenbergii</i> después de 48 h de exposición a Cd ²⁺ y Cu ²⁺ ; n = 27	34
Figura 1A. Curva de calibración tipo albúmina sérica bovina.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

<u>TABLA</u>	<u>PÁGINA</u>
Tabla I. Variables fisicoquímicas del agua salobre (3 ups), n= 9.....	26
Tabla II. Relación entre la concentración y la mortalidad de <i>M. rosenbergii</i> , n= 10.....	27
Tabla III. Dosis experimentales y valores de mortalidad probit para Cd ²⁺ y Cu ²⁺ en agua salobre a 3 ups.	27
Tabla IV. Determinación de las concentraciones reales de Cd ²⁺ y Cu ²⁺ en agua salobre.	29
Tabla V. Dosis y mortalidad probit para el cálculo de la CL ₅₀ de los dosis reales de metales en agua salobre a 3 ups.	29
Tabla VI. Efecto del Cd ²⁺ y Cu ²⁺ sobre el contenido de proteínas a 48 h de exposición en <i>M. rosenbergii</i> ; n= 27	32
Tabla VII. Efecto del Cd ²⁺ y Cu ²⁺ sobre la actividad de la AChE a 48 h de exposición en <i>M. Rosenbergii</i> , n= 27.....	33
Tabla VIII. FBC de Cd ²⁺ y Cu ²⁺ en <i>M. rosenbergii</i> , a 48 h de exposición.....	35
Tabla IA Valores de CL ₅₀ para cobre en diferentes especies.....	53
Tabla IA Valores de CL ₅₀ para cadmio en diferentes especies.....	53

RESUMEN

El empleo de nuevas tecnologías o la industrialización contribuyen a la degradación del ambiente debido al aporte de un gran número de sustancias químicas, sintéticas y naturales; las cuales afectan la integridad humana y los sistemas naturales acuáticos o terrestres. Para conocer los efectos tóxicos de los contaminantes se emplean indicadores biológicos; en particular los crustáceos. El objetivo de estudio fue determinar la biodisponibilidad de cobre y cadmio en agua salobre a 3 ups y su efecto tóxico sobre el metabolismo de proteínas y la actividad de la AChE; así como los Factores de Bio-Concentración (FBC's) en el langostino malayo (*Macrobrachium rosenbergii*). Para conocer la biodisponibilidad de Cu^{2+} y Cd^{2+} en agua salobre se calculó la CL_{50} experimental y real a 48 h mediante el método probit. Los valores de CL_{50} para el Cu^{2+} y Cd^{2+} experimentales fueron de 1.12 y 0.079 mg. L^{-1} respectivamente, los valores reales para agua salobre fueron de 0.36 y 0.056 mg. L^{-1} teóricos en agua salobre. El FBC para cobre fue de 42000 y para cadmio de 9500. Los aniones tales como sulfato, cloruro, fluoruro, bicarbonatos y carbonatos presentes en agua de mar o salobre influyen en los valores experimentales debido a la precipitación de metales. Finalmente los resultados obtenidos muestran que *M. rosenbergii* es más sensible al cadmio que al cobre y que la capacidad de bioacumulación del cobre es mayor que la del cadmio en esta especie.

ABSTRACT

The use of new technologies or industrialization contributes to the degradation of the environment due to the contribution of a great number of chemical, synthetic and natural substances which, consequently, affect human integrity and aquatic & terrestrial natural systems. In order to know the toxic effects of the polluting agents, biological indicators, particularly the crustaceans, are used. The objective in this study was to determine the bioavailability of copper and cadmium in 3 psu brackish water and its toxic effect on the protein metabolism and the activity of the AChE; as well as the bio-concentrations factors (BFCs) in the Malayan prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). CL_{50} was calculated for 48 hours by means of the probit method without quantifying and after quantifying the metals in order to know the bioavailability. The values of CL_{50} for Cu^{2+} and Cd^{2+} without experimental were 1.12 and 0.079 mg. L^{-1} respectively and 0.36 and 0.056 mg. L^{-1} respectively really. The BFC for copper was 42000 and 9500 for cadmium. The difference between the values of CL_{50} without quantifying and after quantifying is because cadmium and copper are precipitated by anions such as sulphate, chloride, fluoride, bicarbonates and present carbonates in sea or brackish water. Finally, the obtained results show that *M. rosenbergii* is more sensitive to cadmium than to copper and that the capacity of bioaccumulation of copper is greater than the for cadmium in this species.