

**Concentración de Cadmio (Cd) en *Callinectes sapidus* (Decapoda: Portunidae) en la Laguna de Tampamachoco, Veracruz, México**

Cadmium (Cd) concentration in *Callinectes sapidus* (Decapoda: Portunidae) in Tampamachoco Lagoon, Veracruz, Mexico.

Sánchez-Olivares, M. A.<sup>1✉</sup>, López-Jiménez, M. A.<sup>1</sup>, López-Ortega, M.<sup>1</sup> y Vázquez-Castán, L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Km 7.5 Carretera Tuxpan-Tampico; Tuxpan, Veracruz, México; Teléfonos (783) 834 4350, (783) 834 8979. E-mail: [sanchezma8@gmail.com](mailto:sanchezma8@gmail.com) ✉ Autor para correspondencia

**Recibido: 27/06/2014**

**Aceptado: 25/11/2014**

**RESUMEN**

En los últimos años, la presencia de metales pesados en las zonas costeras con grandes asentamientos humanos y con un importante desarrollo industrial ha recibido especial interés. Actualmente, se ha prestado gran interés sobre el contenido de metales en crustáceos decápodos por ser componentes fundamentales de las comunidades bentónicas litorales. Es por esto que el objetivo de este estudio fue determinar la concentración de Cadmio en branquias y tejido blando de jaiba azul *Callinectes sapidus* en la Laguna de Tampamachoco. Para esto se seleccionaron cinco sitios de muestreo a lo largo de la Laguna y las muestras fueron separadas y digeridas de acuerdo a la NOM-117-SSA1-1996. Las muestras se analizaron mediante espectrofotometría de absorción atómica, encontrando en branquias concentraciones promedio de  $1.62 \pm 0.05$  mg/kg y en tejido blando de  $2.38 \pm 0.03$  mg/kg. Los valores reportados superan los límites máximos permitidos establecidos por la normatividad aplicable. El consumo de este recurso es riesgoso debido a que los metales, aun a bajas concentraciones causan efectos adversos a la salud.

**Palabras clave:** *Callinectes sapidus*, Cadmio, Tampamachoco.

## ABSTRACT

In recent years, the presence of heavy metals in coastal areas with large human settlements, and a major industrial development has received particular interest. Currently, there has been great interest in the content of metals in decapod crustaceans being fundamental components of coastal benthic communities. That is why the aim of this study was to determine the concentration of cadmium in the gills and soft tissue blue crab *Callinectes sapidus* in Tampamachoco Lagoon. To this five sampling sites along the Laguna were selected, and the samples were separated and digested according to NOM-117-SSA1-1996. The samples were analyzed by atomic absorption spectrophotometry, finding gills average concentrations of  $1.62 \pm 0.05$  mg / kg and soft tissue  $2.38 \pm 0.03$  mg / kg. Reported values exceed the maximum limits allowed by applicable regulations. The consumption of this resource is risky because the metals, even at low concentrations cause adverse health effects.

**Key words:** *Callinectes sapidus*, Cadmium, Tampamachoco.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la presencia de metales pesados en las zonas costeras con grandes asentamientos humanos y con un importante desarrollo industrial ha recibido especial interés (Segovia-Zavala *et al.*, 2004). El Golfo de México es un claro ejemplo de ecosistemas costeros afectados por metales dada la entrada de contaminantes por los ríos, que son depositados en zonas estuarinas y lagunas costeras por las actividades comerciales e industriales que se han sido desarrolladas (Villanueva y Botello, 1998).

Numerosos estudios han demostrado que los invertebrados marinos son capaces de acumular metales en concentraciones más elevadas que su ambiente (Wang, 2002). Actualmente, se ha prestado gran interés sobre el contenido de metales en crustáceos decápodos por ser componentes

fundamentales de las comunidades bentónicas litorales (Muñoz *et al.*, 2006) y por su explotación comercial para consumo humano (Barrento *et al.*, 2009).

Dentro de las especies más abundantes en los sistemas costeros se encuentran los crustáceos. Las jaibas específicamente del género *Callinectes* soportan importantes pesquerías en el Golfo de México debido a su amplia aceptación y gran demanda en el mercado nacional, especialmente para las comunidades que se encuentran cercanas a las lagunas costeras (Ramírez, 1990).

Entre los metales pesados, se considera al Cadmio (Cd); parte de este elemento se genera como un desecho de los procesos industriales de la producción de fertilizantes y de otros procesos industriales, no hay fuentes naturales que generen y liberen cadmio al medio ambiente, la contaminación por este

elemento es antrópica. El Cd no tiene funciones bioquímicas o nutricionales, es altamente tóxico para plantas y animales (Belimov y Ontzeas, 2005).

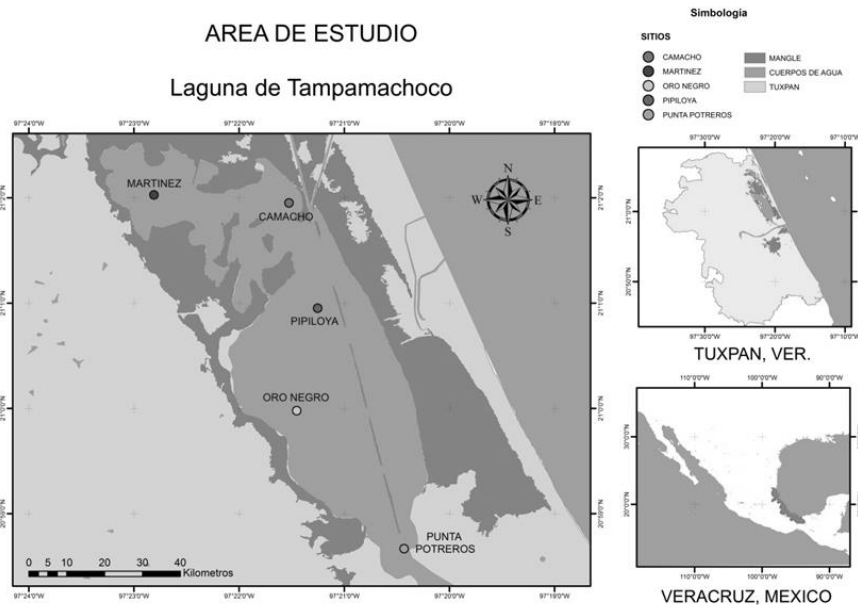
Con respecto a la toxicidad del Cd se ha reportado que ciertas especies de microorganismos son muy sensibles a este metal con una inhibición del crecimiento observada en concentraciones bajas (Bhakta *et al.*, 2012).

El problema de la contaminación de los alimentos por metales pesados puede ser de diferentes fuentes: por la contaminación en el medio al cual el organismo está expuesto o durante la recolección, transporte, manipulación, envasado o cocinado de productos de origen vegetal o animal. En este sentido, la Legislación Mexicana establece límites

para ciertos metales pesados para productos de la pesca, ya que los efectos potenciales sobre la salud humana son bien conocidos (Arjon *et al.*, 2013; Taghipour *et al.*, 2013).

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización geográfica:** La laguna de Tampamachoco se localiza en el Golfo de México, al norte del Estado de Veracruz, se ubica entre las coordenadas 20° 58' 93'' y 21° 02'28'' de latitud norte y 97° 19'99'' y 97°23'10'' de longitud oeste (INEGI, 2001) (Fig. 1).



**Figura 1.** Laguna de Tampamachoco, Veracruz.

Se seleccionaron cinco sitios de muestreo, los cuales fueron delimitados de acuerdo a las zonas de captura de la

especie, los sitios fueron: Camacho, Martínez, Pipiloya, Oro Negro y Punta Potrereros. Se realizaron lecturas de

parámetros fisicoquímicos *in situ* de temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, pH y oxígeno disuelto utilizando un multiparámetro marca YSI modelo 556.

Las muestras fueron colectadas en cada sitio mensualmente, para cubrir las temporadas climáticas. Se colectaron aproximadamente 10 organismos por sitio, que fueron lavados, diseccionados y separados los tejidos (branquias y tejido blando), fueron secadas en una estufa eléctrica a una temperatura de 70 °C hasta obtener un peso constante.

Se prepararon 3 muestras de tejido, a una de ellas se le adicionó (500 µl) del multielemento IPC Analytic Mixtrure 5 High Purity Std., como referencia, un blanco de 20 ml de HNO<sub>3</sub> concentrado, y un blanco referenciado 20 ml de HNO<sub>3</sub> concentrado y 500 µl de estándar multielemento. La digestión se realizó en un equipo microkjeldalh evitando la ebullición, hasta que se obtuvo una solución cristalina, se filtró en papel whatman # 40 con el fin de quitarles cualquier tipo de residuo. Posteriormente se depositaron en matraces y aforaron a 50 ml con ácido nítrico al 5% preparado con agua

desionizada. La determinación de cadmio, se realizó por medio de espectrofotometría de absorción atómica con flama de aire-acetileno siguiendo los protocolos establecidos por la NOM-117-SSA1-1994 de digestión por vía seca.

**Análisis estadísticos:** Se aplicó un análisis de Kruskal Wallis para determinar las diferencias significativas en contenido de Cd en tejidos de *C. sapidus* entre las temporadas climáticas, previo cumplimiento de las pruebas de normalidad de Shapiro Wilk. Además se llevó a cabo una correlación Spearman entre los parámetros fisicoquímicos y el contenido de Cd en tejidos para conocer cuál de estos influye con la disponibilidad del metal.

## RESULTADOS

Las concentraciones promedio de Cadmio en los sitios establecidos en branquias y tejido blando de *C. sapidus* se muestran en el (Cuadro 1). Las concentraciones promedio de Cadmio considerando sitios de muestreo y temporadas climáticas en branquias y tejido blando se muestran en el (Cuadro 2).

**Cuadro 1.** Concentraciones promedio de Cadmio (mg/kg) por sitios de muestreo en tejidos de *C. sapidus* de la Laguna de Tampamachoco.

Cd mg/kg	Martínez	Camacho	Pipiloya	Oro Negro	Punta Potreros
<b>Branquias (B)</b>	0.25	0.25	0.16	0.94	0.33
<b>T. blando (Tb)</b>	0.67	0.81	0.11	0.87	0.15

LMP NOM-029-SSA1-1993 = 0.5 mg/kg

**Cuadro 2.** Concentraciones promedio de Cadmio (mg/kg) por temporada climática en tejidos de *C. sapidus* de la Laguna de Tampamachoco.

Cd mg/kg	Nortes		Secas		Lluvias	
	B	TB	B	TB	B	TB
<b>Martínez</b>	0.49	0.21	0.30	0.00	0.08	1.20
<b>Camacho</b>	0.51	2.39	0.20	0.00	0.10	0.03
<b>Pipiloya</b>	0.33	0.28	0.13	0.00	0.06	0.04
<b>Oro Negro</b>	0.27	0.19	0.23	0.00	1.62	1.62
<b>P. Potreros</b>	0.44	0.15	0.21	0.00	0.29	0.21

LMP NOM-029-SSA1-1993 = 0.5 mg/kg

Los valores de las concentraciones reportadas fueron comparados con el límite máximo permitido establecido por la NOM-029-SSA1-1993. El Cadmio en tejido blando de *Callinectes sapidus* registró una concentración promedio de 2.39 mg/kg en el sitio Camacho correspondiente a la temporada de nortes, dicho valor excede el límite máximo permitido establecido por la NOM-029-SSA1-1993 de 0.5 mg/kg. Mientras que la concentración más baja se registró para el mismo sitio con 0.03 mg/kg en la temporada de lluvias. En branquias la concentración más alta se presentó en el sitio Oro Negro con un valor promedio de 1.62 mg/kg para la temporada de lluvias. La concentración promedio más baja se presentó en el sitio Pipiloya con un valor de 0.06 mg/kg en la misma temporada.

Se observaron diferencias significativas en el contenido de Cd en

tejido blando entre las temporadas climáticas ( $p = 0.01$ ). De igual manera, entre el contenido de Cd en branquias (0.005).

Los valores de temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, pH y oxígeno disuelto registraron un comportamiento estacional y se muestran en el (Cuadro 3).

Con un nivel de confianza del 95%, en el análisis de correlación Spearman se registró únicamente una relación entre la salinidad y el contenido de cadmio en tejido blando ( $\rho = -.29$ ,  $p = 0.02$ ), mientras que en branquias la conductividad eléctrica mostro una correlación de ( $\rho = 0.31$ ,  $p = 0.01$ ), pH ( $\rho = 0.47$ ,  $p = 0.0001$ ) y oxígeno disuelto ( $\rho = 0.39$ ,  $p = 0.002$ ).

**Cuadro 3.** Valores promedio de parámetros fisicoquímicos por temporada climática.

	Nortes	Secas	Lluvias
<b>Temperatura °C</b>	23.86	22.96	29.00
<b>C. Eléctrica mS/cm</b>	42.74	50.36	43.08
<b>Salinidad UPS</b>	28.21	34.22	26.55
<b>pH</b>	8.53	8.80	8.32
<b>O. D. mg/L</b>	5.91	5.44	5.31

### DISCUSIÓN

La presencia de Cd en los ambientes acuáticos disminuye la capacidad de sobrevivencia de las larvas y estadios juveniles de peces, crustáceos y moluscos (Villanueva y Botello, 1998). Ochieng *et al.* (2006) establecen que la determinación de los parámetros fisicoquímicos de campo en aguas costeras como el pH, temperatura, oxígeno disuelto, es pertinente porque estos parámetros pueden modificar la influencia química y tóxica de los metales pesados en la vida acuática y consecuentemente actúan como indicadores de la existencia de contaminación. En este estudio, el contenido de Cd en tejidos se ve influenciado por las variables fisicoquímicas de salinidad, conductividad eléctrica, pH y oxígeno disuelto.

De acuerdo a la normatividad mexicana, los límites máximos permitidos para el Cd en crustáceos se encuentra 0.5 mg/kg (NOM-029-SSA1-1993). En crustáceos marinos la incorporación de metales en sus tejidos

puede provenir de la ingesta de alimentos, vía hepatopáncreas y/o agua de mar, vía superficies permeables del exoesqueleto y branquias (Rainbow, 2002; Silvestre *et al.*, 2004).

Con base a los resultados obtenidos en el análisis, las concentraciones promedio máximas superan los límites establecidos. Por lo que el consumo de dicho producto no es considerado como apto para el consumo humano, debido a la concentración de Cd que estos organismos presentan.

La concentración de Cadmio en tejidos de jaiba azul, las mayores concentraciones se presentaron en tejido blando de jaiba con lecturas de  $2.39 \pm 0.03$  mg/kg en comparación con las branquias donde se presentaron las menores concentraciones de  $1.62 \pm 0.06$  mg/kg. Castañeda (1987) para *Callinectes sapidus* en la Laguna de Tamiahua reporta valores de mg/kg a  $0.007 \pm 0.004$  mg/kg. Para la Laguna de Tampamachoco, Mendoza (2010) reporta valores de Cadmio de  $1.55 \pm 1.17$  mg/kg a mg/kg. Frías-Espéricueta *et al.* (2009)

reporta para *Litopenaeus vannamei* concentraciones de  $4.06^{-03} \pm 4.4^{-04}$  mg/kg.

### CONCLUSIÓN

Este estudio proporcionó información referente al contenido de Cadmio en tejidos de *C. sapidus*, especie de interés comercial. Basado en los resultados obtenidos, las concentraciones de Cadmio fueron altas en comparación con otros estudios. En la temporada de secas no se detectó la presencia del metal en tejido blando, sin embargo la concentración máxima reportada fue de 2.39 mg/kg en tejido blando. De acuerdo a las concentraciones reportadas, en tejido blando se presentó una mayor concentración de Cadmio en comparación con las branquias. Por lo que el consumo de este recurso es riesgoso debido a que los metales, aun a bajas concentraciones causan efectos adversos a la salud. En este estudio, los valores reportados de conductividad eléctrica, salinidad, pH y oxígeno disuelto presentan una relación entre el contenido de Cd en tejidos de *C. sapidus*.

### LITERATURA CITADA

- Arjon A., Olaniran A.O., Pillay, B. 2013. Co-contamination of water with chlorinated hydrocarbons and heavy metals: challenges and current bioremediation strategies. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 10: 395–412.
- Barrento, S., A. Marqués, B. Teixeira, M. Carvalho & P. Vaz-Pires. 2009. Accumulation of elements (S, As, Br, Sr, Cd, Hg, Pb) in two populations of *Cancer pagurus*: ecological implications to human consumption. *Food Chem. Toxicol.*, 47: 150-156.
- Belimov A.A., Ontzeas N. 2005. Cadmium-tolerant plant growth-promoting bacteria associated with the roots of Indian mustard (*Brassica juncea* L. Czern.). *Soil. Biol. Biochem.* 37(2):241–250.
- Bhakta J.N., Munekage Y., Ohnishi K., Jana B.B. 2012. Isolation and identification of cadmium- and lead-resistant lactic acid bacteria for application as metal removing probiotic. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 9:433–440.
- Castañeda, A. T. N. 1987. Concentraciones de Plomo, Cromo y Cadmio en agua, sedimentos y en los tejidos totales de dos especies del género *Callinectes*, de la Laguna de Tamiahua, Veracruz. Universidad Autónoma Metropolitana. México, Distrito Federal.
- Frías-Espericueta M. G., M. Aguilar-Juárez, I. Osuna-López, S. Abad-Rosales, G. Izaguirre-Fierro y D. Voltolina. 2011. Los metales y la camaronicultura en México. *Hidrobiológica* 21(3): 217-228.

- INEGI, 2001. Tuxpan. Estado de Veracruz. Cuaderno Estadístico Municipal. Gobierno del Estado de Veracruz e Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México. 180 p.
- Mendoza, D. F. 2010. Determinación de metales pesados, Cd, Cr, Cu y Pb en *Farfantepenaeus aztecus* (Ives, 1891) colectados en la Laguna de Tampamachoco, Veracruz. Tesis de Maestría, Universidad Veracruzana. Tuxpan, Veracruz, México.
- Muñoz, C., L. Pardo, L. Henríquez & Á. Palma. 2006. Variaciones temporales en la composición y abundancia de cuatro especies de *Cancer* (Decapoda: Brachyura: Cancridae) capturadas con trampas en bahía San Vicente, Concepción (Chile central). *Invest. Mar.*, Valparaíso, 34(2): 9-21.
- NOM, Norma Oficial Mexicana, 1993. NOM-029-SSA1-1993. Productos de la pesca. Crustáceos frescos—refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias. Secretaria de Salud.
- NOM, Norma Oficial Mexicana, 1994. Método de Prueba para la determinación de Cadmio, Arsénico, Plomo, Estaño, Cobre, Hierro, Zinc y Mercurio en alimentos, bebidas y agua potable.
- Ochieng, E. Z., J. O. Lalah, S. O. Wandiga, 2006. Heavy Metals in Water and Surface Sediments in Winam Gulf of Lake Victoria, Kenya. *Environmental Contamination and Toxicology* 77: 459-468.
- Rainbow, P. 2002. Trace metal concentrations in aquatic invertebrates: why so what? *Mar. Environ. Res.*, 53:453-464.
- Ramírez, G. J. y T. I. Hernández. 1990. Obtención de jaiba suave *Callinectes ssp* en flotadores de maderas en Alvarado, Veracruz. *Cen. Reg. de Inv. Pesq. Alvarado, Veracruz*. 22 p.
- Segovia-Zavala, J., F. Delgadillo, A. Muñoz, E. Gutiérrez & R. Vidal. 2004. Cadmium and silver in *Mytilus californianus* transplanted to an anthropogenic influenced and coastal upwelling areas in the Mexican Northeastern Pacific. *Mar. Pollut. Bull.*, 48: 458-464.
- Silvestre, F., G. Traush, A. Pequeux & P. Devos. 2004. Uptake of cadmium through isolated perfused gills of the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 137: 189-196.
- Taghipour H., Mosaferi M., Armanfar F., Gaemmagami, S.J. 2013. Heavy metals pollution in the soils of suburban areas in big cities: a case study. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 10:243–250.
- Villanueva, S y A. V. Botello. 1998. Metal Pollution in Coastal Areas of



México. Rev Environ. Contam. and Toxicology 157, 53-94.

Wang, W. 2002. Interactions of trace metals and different marine food chains. Mar. Ecol. Prog. Ser., 243: 295-309.