

# CIENTÍFICA



Depósito Legal ppi 201502ZU4668

**Vol. 23, N° 4**  
**Octubre - Diciembre 2015**



**An International Refereed Scientific Journal of  
the Facultad Experimental de Ciencias  
at the Universidad del Zulia  
Maracaibo - Venezuela**

Esta publicación científica en formato digital  
es continuidad de la revista impresa  
Depósito Legal: pp 199302ZU47  
ISSN:1315-2076

CIENCIA 23 (4), 189 - 197, 2015  
Maracaibo, Venezuela

## ***Crassostrea rhizophorae* como bioindicador de contaminación por metales pesados en el Parque Nacional Morrocoy, Venezuela**

**Gennaro R. Di Donna<sup>1,\*</sup>, Ricardo Bitter<sup>1</sup>, e Iván Leal<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Marinas, Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Coro, estado Falcón, Venezuela; gennarodidonna@hotmail.com\*; cardenalcoriano@gmail.com

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones de Ciencias Básicas, Laboratorio de Análisis Químico, Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Complejo Docente Los Perozo, Coro, Venezuela; ialealg@gmail.com

### **Resumen**

***Crassostrea rhizophorae* como bioindicador de contaminación por metales pesados en el Parque Nacional Morrocoy, Venezuela.** Los estudios sobre metales pesados y su papel en la contaminación ambiental han tomado especial relevancia en los últimos años. Muchos de estos se han dirigido a la búsqueda de adecuados sistemas de detección en ambientes marinos, como el uso de moluscos bivalvos. Este trabajo tuvo como objetivo determinar la posible contaminación por metales pesados en el Parque Nacional Morrocoy, en Venezuela utilizando *Crassostrea rhizophorae* como indicador biológico de contaminación. Los muestreos fueron realizados en cuatro localidades del parque, seis tomas de muestras de 60 individuos/ muestreo a lo largo de un año. Se determinaron parámetros físicos: salinidad, pH y temperatura. La concentración de metales pesados fue determinada por espectrofotometría de absorción atómica. Para el análisis de los datos se aplicaron análisis de varianza de dos vías ANOVA con interacción y de componentes principales. Las concentraciones en mg / kg de: Cobre (64,5), cinc (1013), níquel (4,9) y cromo (29,2) superaron los niveles máximos permisibles de concentración de metales pesados en bivalvos. Los niveles de cadmio (4,7) fueron hasta cinco veces mayores a las concentraciones recomendadas para el consumo humano y del plomo (17,4) de 15 a 20 veces. Estos resultados sugieren que la presencia de estos elementos en el Parque Nacional Morrocoy esté relacionada con la contaminación producida desde el sector industrial adyacente, ya que la correlación entre las concentraciones de algunos elementos podría indicar una fuente de origen común.

**Palabras clave:** *Crassostrea rhizophorae*; metales pesados; Parque Nacional Morrocoy; bioindicadores de contaminación.

\* Autor para la correspondencia: gennarodidonna@hotmail.com

# *Crassostrea rhizophorae* as a bioindicator of heavy metal pollution in the national park Morrocoy, Venezuela

## Abstract

*Crassostrea rhizophorae* as bio-indicator of heavy metal pollution in Parque Nacional Morrocoy, Venezuela. Studies on heavy metals and their role in environmental pollution have taken special relevance in recent years. Many of these have focused on finding suitable detection systems in marine environments, such as bivalve mollusks. The aim of the study was to confirm a suspected contamination by heavy metals in Parque Nacional Morrocoy, Venezuela by using *Crassostrea rhizophorae* as a biological indicator of pollution. A sample of 60 specimens was carried out from four locations in the park, six times a year; for each site, the physical parameters such as salinity, pH, and temperature were also obtained. Heavy metals concentration was confirmed by atomic absorption spectrometry. Data analysis was performed by two-way ANOVA and Principal Component Analysis. Results showed that concentrations (mg/kg) of copper (64,5), zinc (1013), nickel (4,9) and chromium (29,2) exceeded the maximum permissible concentration levels of heavy metals in bivalves. Cadmium levels (4,7) were five times higher than recommended concentrations for consumption, and lead (17,4) 15 to 20 times. These results suggest a nearby contamination source that may be originated in the adjacent industrial sector, as the correlation between the metals concentrations may indicate a common source of pollution.

**Keywords:** *Crassostrea rhizophorae*; heavy metals pollution; Parque Nacional Morrocoy; bio-indicator.

## Introducción

En los últimos años se ha enfocado la atención en los efectos causados por metales pesados sobre la salud pública y su relación con el consumo de moluscos. A diferencia de los contaminantes de origen orgánico, los metales no pueden degradarse ni biológica ni químicamente, y permanecen en el ambiente, aún cuando los compuestos que los contienen puedan alterarse.<sup>1</sup> En los seres humanos que consumen estos moluscos se acumulan en órganos sensibles del organismo.

Las principales causas de este tipo de contaminación tienen un origen antropogénico: efluentes industriales no tratados, actividades relacionadas al turismo, a la construcción y las deficiencias e insuficiencias en los servicios básicos.

Se han ensayado varias metodologías para determinar las concentraciones de metales pesados en ambientes marinos, en una de ellas se utiliza los moluscos bivalvos como bioindicadores de contaminación. En Estados Unidos The National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) diseñó el "Mussel Watch Program" (Programa de monitoreo para moluscos) que supervisa el estado

y las tendencias de contaminación química de aguas costeras estadounidenses. El Programa comenzó en 1986<sup>2</sup> basado en la colecta anual y el análisis de ostras y mejillones para medir los niveles de contaminantes en sus tejidos.

Los bivalvos poseen características que los convierten en adecuados sistemas de detección de metales pesados en ambientes marinos, son filtradores, característica que les permite concentrar en sus tejidos y órganos altas concentraciones de metales pesados en órdenes de magnitud mayor a aquellos que se encuentran disueltos en el agua, son altamente resistentes a la toxicidad de los metales, son abundantes, crecen rápidamente y son representativos del hábitat por ser organismos sésiles<sup>3</sup>. Algunas de las especies utilizadas como bioindicadores de contaminación de metales pesados son *Tivela mactroides*, (Veneroidea: Veneridae<sup>4</sup>, *Mytilus edulis* (Mytiloidea: Mytilidae)<sup>5</sup>, *Perna perna* (Mytiloidea: Mytilidae)<sup>6</sup> y *P. viridis*<sup>7</sup> y algunas especies de *Crassostrea* (Ostreoidea: Ostreidae), *C. iridescens*<sup>8</sup>, *C. brasiliiana*<sup>9</sup> y *C. virginica*<sup>10</sup> entre otras; sin embargo, existen pocos reportes de que *Crassostrea rhizophorae* haya sido utilizada como bioindicador de contaminación por metales

pesados, uno de ellos determinó metales pesados en *C. rhizophorae*, en la costa nor-este de Venezuela, el golfo de Paria y costas de Trinidad, encontrando en algunas zonas cobre (20mg/ml) y cinc (50mg/ml) con niveles altos de concentración de metales pesados en sus tejidos<sup>11</sup>.

Este bivalvo es un recurso ampliamente distribuido dentro del Parque Nacional Morrocoy, en el estado Falcón, Venezuela y es comercializado por parte de los pobladores para el consumo, tanto de turistas que acuden en época vacacional, como por ellos mismos, por ser parte de su dieta diaria; de ahí la importancia de conocer la presencia de metales pesados en este ecosistema.

Por los graves efectos que tienen los metales pesados sobre la salud, algunos países tales como México, Cuba o Venezuela y organismos internacionales como la Comunidad Europea y la Food and Drug Administration (FDA), han fijado límites, a partir de los cuales las concentraciones de metales pesados en organismos superiores se hacen nocivas<sup>3,7,12</sup>

El Parque Nacional Morrocoy (PNM) está expuesto a fuertes impactos sobre sus sistemas biológicos tales como la deposición de desechos sólidos, efluentes industriales y domésticos, actividades turísticas, erosión, presencia cercana de grandes complejos refinadores de productos derivados del petróleo e industrias papeleras, y la desembocadura de ríos importantes y sus afluentes, todo a una distancia menor a los 30km, lo que lo convierte en un área vulnerable a la contaminación por metales pesados<sup>13,14</sup>. Este trabajo analiza si la ostra de mangle *C. rhizophorae* puede ser utilizada como bioindicador de contaminación por metales pesados en áreas del Parque Nacional Morrocoy, en el estado Falcón en Venezuela.

## Materiales y Métodos

### Descripción del área de estudio

Boca Suanche y Caño Negro están ubicadas cerca de la zona turística recreacional del cayo. Presentan como características geofisiográficas, litoral fangoso-arenoso, ecosistema de manglares, ausencia de *Thalassia* y corales, abundantes esponjas y otras

especies de invertebrados marinos (crustáceos y moluscos),<sup>15</sup> con actividad antropogénica de extracción de *C. rhizophorae* (ostras de mangle) y de *Isonogmun alatus* (la ostra boba). La Empalizada se muestra con litoral altamente fangoso y alto contenido de materia orgánica en descomposición, ecosistema de manglares, presencia de otras especies de invertebrados marinos (crustáceos y moluscos), extracción ocasional de *C. rhizophorae* y de *I. alatus*. La zona está bajo la influencia de los vientos Alisios del nor-este desde finales de diciembre hasta el mes de abril, con una pronunciada caída en mayo, para luego recuperarse un poco los meses siguientes, mermando paulatinamente con la entrada de las lluvias. El patrón de precipitación muestra un claro ciclo anual, con un período de lluvias que comienza en junio y finaliza en diciembre, mes en el que se alcanzan los valores máximos. Así, se define una época de lluvias entre junio/julio y diciembre, y una época de sequía que va desde finales de diciembre hasta el mes de mayo<sup>1</sup>.

### Toma de muestras

Se realizaron seis muestreos durante un año, tres entre marzo y julio del 2008 y otros tres consecutivos entre septiembre 2008 y febrero del 2009. Para esto se ubicaron cuatro estaciones para la toma de muestras de *C. rhizophorae* (Colección de moluscos. Código MBCIMAR-80-023 de la colección FA-002 del Registro Nacional de Colecciones de Fauna, Venezuela) que son: Boca Suanche, coordenadas: 10°48'11.4"N-68°18'03.4" W; Caño Negro: 10°48'11.9"N-68°18'03.3"W, y dos en el sector La Empalizada: 10°50' 01.7" N-68°18'26.9"W y 10°50'01.1"N-68°18'27.3" W; (Fig. 1) siendo estos lugares donde los ostreros tradicionalmente colectan los bivalvos para su comercialización. En cada estación de muestreo, se colectaron 60 ostras que fueron desprendidas de las raíces de *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) (evitando dañar tanto las ostras como las raíces de los manglares); las ostras fueron guardadas en bolsas de plástico y almacenadas en recipientes refrigerados hasta su traslado al laboratorio.

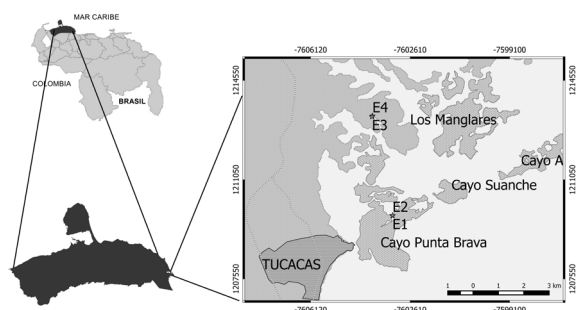


Fig.1. Estaciones de muestreo en el Parque Nacional Morrocoy, Falcón, Venezuela: E1 (Sector Boca Suanche), E2 (Caño Negro), E3 y E4 (La Empalizada).

### Procesamiento de las muestras

Una vez trasladadas las ostras al laboratorio, los incrustantes de las valvas fueron eliminados con un cepillo y se lavaron. Se separaron las ostras por estación y muestreo, se abrieron las valvas de cada ostra seccionando el músculo aductor con un cuchillo, retirando el tejido blando por completo y colocándolo en bandejas individuales (debidamente rotuladas según la estación y el mes de muestreo) dentro de una estufa (Memmert, Schwabach) a temperatura de 45 a 49°C. Luego de siete días, el material seco, se colocó en un desecador con sílica gel para evitar la rehidratación. Se pesó 1.0g de tejido de cada muestra deshidratada y se colocó en tubos de digestión. Se agregó 5.0mL de ácido nítrico concentrado a cada uno de los tubos y se llevó a un volumen total de 100mL con agua destilada. Se utilizó un digestor Kjeldatherm, Gerhardt y luego de 30 minutos, se desmontaron los tubos dejándolos enfriar a temperatura ambiente, el residuo se filtró por gravedad utilizando papel Whatman N°1 y la fase acuosa resultante luego de la digestión y filtración (aproximadamente 5.0 mL), se aforó a un volumen total de 25mL con agua destilada.<sup>16</sup> A esta fase acuosa se le determinó metales pesados níquel, cadmio, cobre, plomo, cinc y cromo por espectrofotometría de absorción atómica con un sistema de atomización electrotérmica en un equipo Varian Spectr AA-20 plus, modelo GTA-96 con los parámetros de temperatura y tiempo de secado, calcinado y atomizado recomendados por la técnica utilizada, se utilizaron muestras patrones para cada

uno de los elementos utilizados para construir la curva de calibración, el gas de arrastre fue el argón y los ensayos se hicieron por triplicado.<sup>17,18</sup>

### Análisis estadístico de la información

Los análisis para cada uno de los metales pesados considerados en este estudio cobre, cinc, níquel, cromo, cadmio y plomo incluyeron: Análisis de varianza de dos vías ANOVA con interacción, la contribución de los metales pesados en la varianza observada en las estaciones muestreadas se realizó con la rutina ANOSIM y la contribución de los metales a la diferenciación o similitud entre grupos se analizó con el módulo SIMPER, realizado con el programa computacional Primer V6.<sup>19</sup> Para evaluar la similitud/disimilitud en la presencia de metales pesados entre las áreas de muestreo se aplicó el índice de similitud de Bray-Curtis,<sup>20</sup> se realizó el Análisis de Componentes Principales para determinar las relaciones existentes entre las variables estudiadas. Los niveles encontrados de metales pesados en tejidos blandos de *C. rhizophorae* en las cuatro estaciones fueron comparados con los niveles de acumulación establecidos por diversos organismos internacionales.<sup>6,7,12,21</sup>

### Resultados y Discusión

En la figura 2 se muestran los valores de concentración de níquel, cadmio, cobre, plomo, cinc y cromo, que se acumularon en partes blandas de *C. rhizophorae* y fueron obtenidos en los muestreos llevados a cabo en cuatro estaciones del PNM. En la misma figura, es posible visualizar y comparar con los valores máximos permisibles para el organismo y recomendados por normas nacionales e internacionales para el consumo humano.

Los seis metales pesados estudiados superaron los estándares de concentración máximos permisibles establecidos para moluscos bivalvos, con base en las normas de comercialización internacionales. Las concentraciones de cadmio y plomo superaron en cinco y veinte veces respectivamente los valores máximos permitidos por la comunidad Europea que señala valores de 1mg/Kg para cada elemento señalado,<sup>12</sup> cinc y cromo superaron vez y media y dos veces respectivamente valores límites señalados



por la entidad Food and Drug Administration (FDA) que recomienda valores de 718 mg/Kg y 13 mg/Kg respectivamente<sup>7</sup> y el cobre supera los máximos permisibles según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) de dos a seis veces.<sup>7</sup> Estos resultados coinciden con estudios anteriores de cercana data que han detectado la presencia de estos y otros metales en altas concentraciones en organismos, aguas y sustratos marinos.<sup>22,23</sup> En el Golfo de Cariaco (estado Sucre, Venezuela), se detectaron valores en *P. perna*

similares a los obtenidos en el presente trabajo.<sup>6</sup> Los valores de acumulación de metales pesados en *C. rhizophorae* obtenidos en zonas de golfo de Paria y costa norte de Venezuela son más bajos que los obtenidos en el Parque Nacional Morrocoy, pero en algunos sectores como Pedernales, La Brea y Cedros los valores para cobre y cinc son considerablemente altos, probablemente estas áreas no están sometidas a la misma presión ambiental que sufren las costas del centro del país donde se concentran las grandes industrias del país.<sup>11</sup>

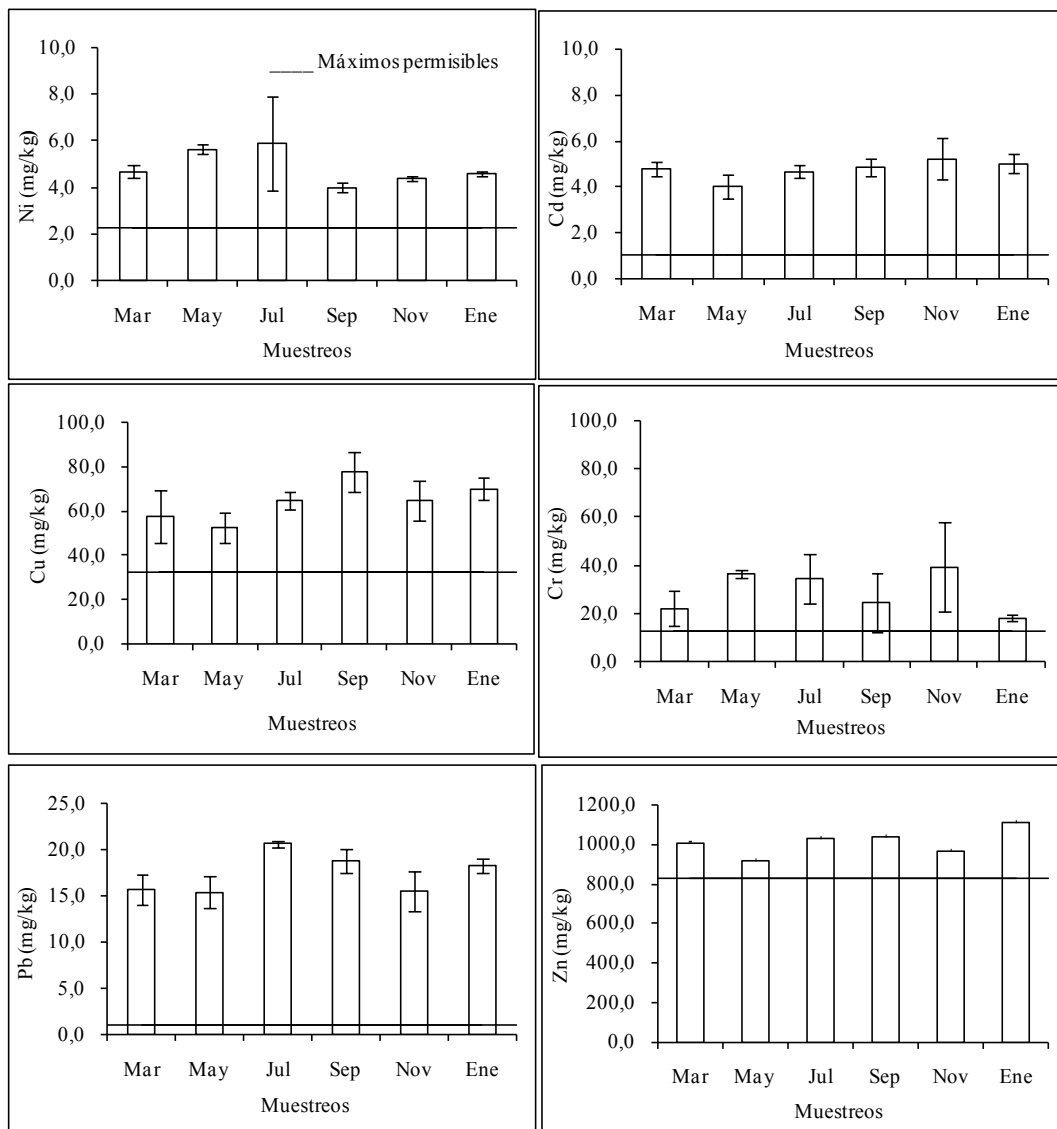


Fig. 2. Concentraciones de níquel, cadmio, cobre, plomo, cinc y cromo encontrados en seis muestreos en áreas del Parque Nacional Morrocoy entre marzo del 2008 y febrero del 2009, comparado con niveles máximos permisibles para el organismo y recomendados por normas internacionales.

Tres metales: Cobre, cromo y plomo estuvieron presentes en todas las estaciones (E) de estudio representaron al menos el 90% de la varianza observada en la zona analizada. Níquel y cadmio no presentaron una contribución significativa como se muestra en el cuadro 1. Adicionalmente, se encontró una correlación estadísticamente significativa: níquel- cadmio (0,950), níquel- plomo (0,952) y cadmio- plomo (0,907) para todo el parque, lo que podría indicar una fuente de contaminación de origen común.

Cuadro 1

Contribución de los metales pesados en la varianza observada en las estaciones muestreadas en el Parque Nacional Morrocoy entre marzo del 2008 y febrero del 2009.

	Contribución (%)			
Metales	E1	E2	E3	E4
Cobre	55.16	54.52	52.31	54.11
Cromo	17.67	21.44	20.30	22.81
Plomo	16.36	14.47	15.71	13.10
Níquel	4.24			
Cadmio			4.86	
Porcentaje Acumulado	93.43	90.43	93.18	90.02

(Simper y Bioenv,  $p < 0.01$ )

La figura 3 muestra el análisis de componentes principales con variables ambientales y metales pesados en las cuatro estaciones en el Parque Nacional Morrocoy, demostrando el efecto de las lluvias sobre la concentración de los metales pesados medidos. Los seis muestreos realizados durante un año en el PNM se separaron en dos grupos: Aquellos realizados durante la época de sequía y aquellos realizados durante la época de lluvias.

En los muestreos llevados a cabo durante la época de sequía, no se encontraron diferencias significativas entre la variación de los parámetros físico-químicos en el ambiente y la acumulación de metales pesados en las cuatro estaciones muestreadas, las que mostraron un comportamiento similar.

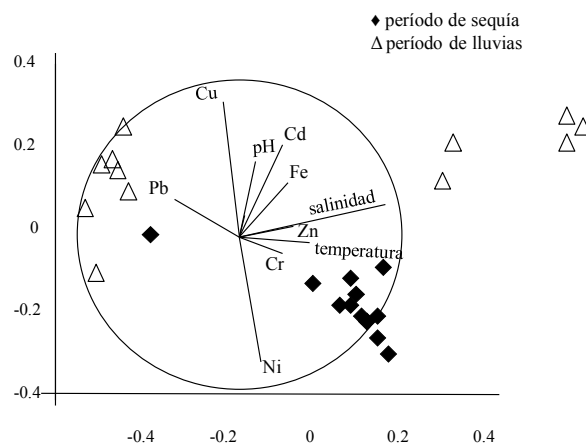


Fig. 3. Análisis de componentes principales, variables ambientales y metales pesados en cuatro estaciones en el Parque Nacional Morrocoy entre marzo del 2008 y febrero del 2009.

En cambio, el análisis de componentes principales señala que durante la época de lluvias, los muestreos se separaron en dos grupos, el primero abarca los muestreos de las estaciones E1 y E2, y el segundo, muestreos de las estaciones E3 y E4. Este efecto se podría explicar porque las primeras estaciones se caracterizan por tener alta actividad antropogénica, son paisajes más abiertos, con mucho tránsito de lanchas y mayor influencia de turistas; el segundo grupo, presenta paisajes menos accesibles, más alejadas y menos atractivas turísticamente, mayor influencia de caños, menos circulación de agua formando lagunas internas y vegetación de manglares más densa, con diferentes características en el patrón de corrientes. Estas diferencias geográficas entre los dos grupos de estaciones podrían determinar que los efectos de las lluvias sobre las condiciones físico- químicas del ambiente y la disponibilidad y acumulación de metales pesados varíen.

Los muestreos llevados a cabo durante la época de sequía se caracterizaron por alta influencia de temperatura y presencia de metales como cromo y níquel sobre las cuatro estaciones muestreadas, la baja pluviosidad es la causa de que las temperaturas en las aguas marinas aumenten, la concentración de sales se haga mayor y varíen la conductividad del agua y el pH.

En la época de lluvias prevalece mayor absorción de metales pesados sobre todo plomo y cobre en las estaciones E1 y E2, cobre y cinc en las estaciones E3

y E4, la temperatura y el pH regulan el metabolismo aumentando o disminuyendo la toxicidad de los metales.<sup>7</sup> Los metales con mayor relevancia durante el período de lluvias fueron excluyentes y antagónicos de los encontrados en la etapa de sequía, estos resultados coinciden con los trabajos de Bone et al<sup>1</sup> cuando distingue dos patrones espaciales en la distribución de metales aquellos con mayores concentraciones en las estaciones externas y de aquellos con mayores concentraciones en las estaciones internas del PNM. De igual manera, Gobert et al.,<sup>24</sup> midieron contaminación de metales pesados en *M. edulis* en costas de Bélgica concluyendo que la absorción de metales pesados depende de factores bióticos y abióticos del organismo.

Algunos autores coinciden que la presencia de estos metales podría estar relacionada principalmente al sector industrial y la desembocadura de los ríos Aroa y Yaracuy, a una distancia lineal aproximada de 30km, que arrastran los contaminantes dentro del PNM; efectos de erosión, afluencia turística, efluentes domésticos o actividades de pesca y transporte podrían ser otras causas menores a la contaminación por metales dentro del parque.<sup>1</sup> El hecho de haber encontrado una correlación estadística entre los elementos níquel, cadmio y plomo sería un indicio de que el foco de contaminación de metales pesados dentro del PNM es común por lo menos para algunos elementos. Los altos niveles pueden estar relacionados con las condiciones ambientales presentes en la zona debido a las descargas urbanas adyacentes, complejos petroquímicos, refinерías, marinas, astilleros, los vertidos de petróleo y sus derivados, además de hidrocarburos, aportan al agua ciertas cantidades de metales pesados, fundamentalmente níquel, que puede alcanzar concentraciones apreciables en la columna de agua y sedimento.<sup>7</sup>

Los metales estudiados están distribuidos en las cuatro localidades medidas dentro del PNM, estos resultados coinciden con reportes previos donde señalan concentraciones de metales en toda el área y originados por efluentes industriales,<sup>25</sup> además, las concentraciones que se obtuvieron en el presente trabajo son altas en comparación con las concentraciones obtenidas en un trabajo anterior realizado en 1998 en la misma localidad, pero utilizando como bioindicador de contaminación a

*Isonogmon alatus* (Pterioidea: Isognomonidae), se concluyó en ese momento que las concentraciones de cobre (26,9), cadmio (7,8), plomo (0,6) y Cromo (0,8) valores expresados en  $\mu\text{g/g}$  fueron bajas y características de zonas costeras no contaminadas.<sup>18</sup>

## Conclusión

Aunque se requiere un mayor número de estudios, la ostra de mangle *C. rhizophorae* demostró ser un buen bioindicador de contaminación por metales pesados dentro del Parque Nacional Morrocoy.

Los seis metales pesados estudiados están distribuidos en las cuatro localidades medidas dentro del PNM, superaron los estándares de concentración máximos permisibles establecidos para moluscos bivalvos, con base en las normas de comercialización internacionales. La contaminación por metales pesados en el PNM se ha incrementado en los últimos años de dos a treinta veces.

Las principales recomendaciones derivadas de este trabajo son: Monitoreo ambiental de los elementos contaminantes especialmente metales pesados; análisis de estadísticas de enfermedades sufridas entre los pobladores de la ciudad turística de Tucacas, para detectar síntomas que pudieran estar asociados a la absorción de metales; períodos de vedas para *C. rhizophorae* ajustados a las condiciones actuales y creación de un laboratorio de cultivo de larvas de ostra de mangle en la zona para garantizar un suministro constante de organismos durante todo el año, libres de contaminantes y protegiendo las reservas naturales del molusco en el parque. Algunas medidas gubernamentales fueron tomadas, como la imposición de períodos de vedas por parte de las autoridades competentes para la extracción de la ostra de mangle, motivado por este y otros tipos de contaminación y para recuperar los bancos naturales de la especie.

## Agradecimientos

A todos los nobles miembros de la Asociación de Ostreros de Tucacas quienes apoyaron con importante información y colaboraron en la logística con lanchas y equipos de buceo. A Dulce Borges por su importante aporte en los gráficos.



## Referencias Bibliográficas

1. Bone, D., Spiniello, P., Solana, P., Martín, A., García, E., López- Pérez, J., La Barbera, A., Gómez, S., Pérez, D., Vera, B., Barreto, M., Zoppi, E., Miloslavich, P., Bitter, R., Klein, E., Villamizar, E., Losada, F., Posada, J. **Estudio Integral del Sistema Parque Nacional Morrocoy con vías al desarrollo de planes de uso y gestión para su conservación.** Informe Final. USB-UCV-UNEFM-INIA-FONACIT. Caracas, Venezuela. 938 pp. 2005.
2. KIMBROUGH, K., L., JOHNSON, W. E., LAUENSTEIN, G. G., CHRISTENSEN, J. D., APETI, D. A. **Mussel Watch Program. An Assessment of Two Decades of Contaminant Monitoring in the Nation's Coastal Zone. NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). Technical Memorandum NOS (National Ocean Service) NCCOS (National Centers for Coastal Ocean Science.** Silver Spring, MD. 74. 105 pp. 2008.
3. DI DONNA, G. Uso de *Crassostrea rhizophorae* como bioindicador de contaminación por metales pesados en El Parque Nacional Morrocoy, estado Falcón, Venezuela. (Para obtener el título de *Magister Scientiarum* en Sistemas de Producción Agrícola en Trópico Seco). Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Coro (Venezuela). 96 pp. 2012.
4. ACOSTA, V., LODEIROS, C. **Ciencias Marinas**, 30(2), 323- 333. 2004.
5. GIL, M., TORRES, A., HARVEY, M., ESTEVES, J. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, 41(2), 167-176. 2006.
6. CASTILLO, I., ACOSTA, V., MARTÍNEZ, G., NÚÑEZ, M. **Zootecnia Tropical**, 23(2), 141-154. 2005.
7. LEMUS, M., LAURENT, C. ACAGUA, A. CABRERA, M., APONTE, A., CHUNG, K. **The Biologist**, 8 (2), 126-138. 2010.
8. FRÍAS, M. Determinación cuantitativa de algunos metales pesados (Cd, Co, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn) en el tejido somático y gonádico de la ostra *Crassostrea iridescens* del sistema estuarino. (Para obtener el título de Licenciado). Universidad Nacional Autónoma de Mazatlán. (México). 1991.
9. PEREIRA, O., HENRIQUES, M., ZENEBÓN, O., SAKUMA, A., KIRA, C. **Revista de Instituto Adolfo Lutz**, 61(1), 19- 25. 2002.
10. LANGO, F., LANDEROS, C., CASTAÑEDA, M. **Revista Intituto de Contamimación Ambiental**, 26 (3), 201-210. 2010.
11. ROJAS, L., CHANG, I., BEKELE, I. **Revista Biología Tropical**, 53(1). 2005.
12. Reglamento de la Comunidad Europea. No 1881/2006. Diario Oficial de la Unión Europea L 364/5. España, por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. Disponible en: <http://plaguicidas.comercio.es/MetalPesa.pdf>. 2006. Fecha de consulta: Abril 2015.
13. BITTER, R., DI DONNA, G. **Cambios Sucesionales en comunidades Bentónicas Asociadas a *Thalassia testudinum* en el Parque Nacional Morrocoy.** En: 613-633 pags., D Bone (Ed.). **Estudio Integral del Sistema Parque Nacional Morrocoy con vías al desarrollo de planes de uso y gestión para su conservación.** Informe Final. USB-UCV-UNEFM-INIA-FONACIT. Caracas, Venezuela. 2005.
14. Bone, D., Miloslavich, P., Martín, A., Bitter, R., RODRÍGUEZ, C., HUCK, e., DÍAZ, Y., DI DONNA, G. Estudio de la Fauna Bentónica asociada a *Thalassia testudinum* en el Parque Nacional Morrocoy. **Estudio Integral del Sistema Parque Nacional Morrocoy con vías al desarrollo de planes de uso y gestión para su conservación.** Informe Final. USB-UCV-UNEFM-INIA-FONACIT. Caracas, Venezuela. 2005.
15. CARMONA, C., CONDE, J. **Boletín del Instituto de Oceanografía. Universidad de Oriente**, 28(1-2), 127- 133. 1989.

16. ANDERSON, J., INGRAM, J. *Tropical Soil Biology and Fertility: A Handbook of Methods*. MAB-UNESCO. 171p. 1989.
17. LEAL, I. Estudio de la Contaminación de Metales Pesados en el Litoral Barloventeño y el Parque Nacional Morrocoy. (Para obtener pase a la condición de Profesor Ordinario). Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Coro. (Venezuela). 68 pp. 1992.
18. JAFFÉ, R., LEAL, I., ALVARADO, J., GARDINALI, P., SERICANO, J. *Marine Pollution Bulletin*, 36(11), 925-929. 1998.
19. CLARKE, K. R., GORLEY, R. *Primer v6: User manual/Tutorial*. PRIMER-E Ltd. Plymouth Marine Laboratory, U. K. 190 pp. 2006.
20. BRAY, J. R., CURTIS, J.T. *Ecological Monograph* 27, 325-349. 1957.
21. HAYNES, D., LEEDER, J., RAYMEN, P. A. *Marine Pollution Bulletin*, 34(5), 326-331. 1997.
22. CALDERA, Y., GUTIÉRREZ, E., POLANCO, D. *Ciencia*, 13(4), 449-463. 2005.
23. GARCÍA E., BASTIDAS, C., CRUZ-MOTTA, J., FARINA, O. *Water Air Soil Pollut*, 214, 609-621. 2011.
24. GOBERT, S., DAEMERS- LAMBERT, C., BOUQUEGNEAU, J. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 61(1-2), 177-194. 1992.
25. GARCÍA, E., CRUZ-MOTTA, J., FARINA, O., BASTIDAS, C. *Continental Shelf Research*, 28 (2008), 2757-2766. 2008.



---

# CIENCIA

Vol. 23. N°4, Diciembre 2015 \_\_\_\_\_

*Esta revista fue editada en formato digital y publicada en Diciembre de 2015, por el **Fondo Editorial Serbiluz**, Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela*

[www.luz.edu.ve](http://www.luz.edu.ve)  
[www.serbi.luz.edu.ve](http://www.serbi.luz.edu.ve)  
[produccioncientifica.luz.edu.ve](http://produccioncientifica.luz.edu.ve)