

## Cobre, cadmio y plomo en el pez *Cyprinodon dearborni*, sedimentos y agua en dos lagunas de Venezuela

Jesús Toledo, Mairin Lemus\*<sup>1</sup> y Kyung S. Chung

Instituto Oceanográfico de Venezuela y Escuela de Ciencias<sup>(1)</sup>, Universidad de Oriente, Cumana 6101, Venezuela; . \* Correspondencia.

Recibido 29-VI-2000. Corregido 3-VII-2000. Aceptado 6-VIII-2000.

**Abstract:** The concentration of copper, cadmium and lead in superficial sediment, water and the fish *Cyprinodon dearborni* was determined in two coastal lagoons of Sucre State, Venezuela. Chacopata lagoon is hyper saline while Los Patos lagoon is hypo saline and receives significant wastewater from Cumaná city. Water, sediment and fish samples were collected in February 1998. In the laboratory, samples underwent acid digestion and were analyzed by atomic absorption spectrophotometry. The mean values of the metals in *C. dearborni* from the Chacopata lagoon were:  $159.26 \pm 210.68 \mu\text{g/g}$  for Cu,  $44.71 \pm 45.58 \mu\text{g/g}$  for Cd, and  $9.31 \pm 23.34 \mu\text{g/g}$  for Pb, while for Los Patos lagoon the mean values were:  $64.88 \pm 16.30$ ,  $19.48 \pm 5.81$  and  $22.85 \pm 20.00$ , respectively. In the water column, the metal concentration ranges were: 2.3-11.6, 3.9-5.4 and 21-32 mg/l for copper, cadmium and lead, respectively. These results suggest that metal levels in sediment, water column and organisms in both lagoons do not differ, except for lead, even though only Los Patos receives waste water.

**Key words:** Heavy metals, Accumulation, Tropical fish, Coastal lagoons.

El impacto que causan los contaminantes en los cuerpos de agua es muy bien conocido, pues afectan la estabilidad de los ecosistemas (Bryan & Langston 1992). Los metales pesados están asociados a graves problemas de salud ambiental, debido a su persistencia y capacidad para concentrarse en muchos organismos acuáticos. Su toxicidad, aun en bajas concentraciones, ha producido serios efectos sobre la salud pública. Las zonas costeras y las lagunas son los principales blancos para la entrada de estos elementos no biodegradables que provienen en gran parte de las descargas industriales y domésticas.

Las lagunas costeras, como la Laguna de Chacopata, constituyen áreas que encierran

grandes cuerpos de aguas, relativamente profundas. Están delimitadas por barreras rocosas de cierre, la mayoría de las veces sedimentarias, que actúan a modo de trampas de sedimentos. No obstante, se comunican con el mar abierto mediante una o varias entradas, por infiltración lateral y/o por reboso. Las charcas costeras, como sería el caso de la Laguna de Los Patos, son espejos de agua, con fuerte relevancia, de longitudes y amplitudes más reducidas, respecto a las lagunas, pero principalmente de escasa profundidad, quizás por efecto de un proceso de colmatación sedimentaria. También, por lo regular, puede presentar entradas, entre barreras rocosas, sedimentarias o no (Martínez 1996).

En vista de que las lagunas costeras venezolanas, están sometidas a diferentes impactos de origen antropogénico, y que ellas representan un recurso de gran importancia, desde el punto de vista turístico y pesquero, particularmente para el estado Sucre, el objetivo principal del presente estudio fue la determinación de metales pesados en el pez estuarino *Cypinodon dearborni*, agua y sedimentos superficiales de las lagunas costeras litorales de Los Patos y Chacopata, del estado Sucre.

## MATERIALES Y METODOS

**Area de estudio:** Laguna de Los Patos, definida como Parque Litoral en el año de 1998 (Ramírez, 1998) está conformada por cuatro pequeñas albuferas litorales comunicadas entre sí que se localizan al sur-oeste de la Ciudad de Cumaná, en el estado Sucre, entre 10° 25'42" de latitud N y 64°25'42" de longitud O. Esta laguna abarca una superficie total de 1.5 km<sup>2</sup>, con una profundidad promedio de entre 0.4 y 1.0 m. El fondo es arenoso y limoso, de color gris oscuro, arcilloso de aspecto gelatinoso. La laguna presenta comunicación con el mar en playa San Luis (sitio de muestreo en el lado interior de la laguna); sin embargo, la acumulación de arena impide el contacto directo de las aguas de la laguna durante todo el año.

La Laguna de Chacopata se encuentra ubicada entre 10°39' y 10°41' de latitud N y 63°47'30" y 63°49'50" de longitud O, en el noreste de la Península de Araya del estado Sucre. Posee forma rectangular con un área máxima de 4 km<sup>2</sup>. No recibe aportes permanentes de agua dulce (Flores *et al.* 1978 citado por Ramírez 1996). La profundidad máxima de esta laguna se encuentra en el canal de comunicación con el mar y alcanza unos 2 m. En la parte central de la laguna la profundidad se acerca a 1 m, luego va disminuyendo hacia los bordes en donde llega a conformar salinetas. El muestreo se realizó en una de ellas, en un sitio próximo al pueblo, a 200 m de distancia.

El sedimento es de color pardo-verdoso, con la fracción arenosa cubriendo casi un 75% del área, mientras que los limos y arcillas, y sus mezclas cubren el total restante (Ramírez 1996).

**Recolección de muestras:** Los ejemplares del pez *C. dearborni* (41 individuos por muestreo) fueron capturados en cada una de las lagunas, utilizando una red (chinchorro) de 5 mm de abertura de malla y en algunas ocasiones salabardos, dependiendo del sitio de muestreo. También se realizó la recolecta de muestras de agua en envases plásticos de 2 l de capacidad, y sedimento en bolsas plásticas, con replicas para ambos casos. Así mismo, se registraron en el lugar de la recolecta, parámetros físico-químicos de pH, O<sub>2</sub> disuelto y temperatura.

**Análisis de metales:** Una vez concluido el proceso de digestión de las muestras de peces, agua y sedimento con una mezcla de HNO<sub>3</sub>: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> en proporción 2: 1: 1, se procedió a la determinación de los metales por espectrofotometría de absorción atómica.

**Análisis estadístico:** Se realizaron análisis de t student para determinar si existen diferencias en la concentración de metales en los ejemplares de ambas lagunas. Se determinó la relación entre el contenido de metales con el peso húmedo de los organismos de cada una de las zonas de muestreo por análisis de regresión lineal, siguiendo la escala de transformación adecuada, resultando ser mas apropiada  $\ln y = \ln a + \ln bx$  (Ritterhoff & Zauke 1997).

## RESULTADOS

En el cuadro 1 se señalan los valores promedios e intervalos de los parámetros físico-químicos, obtenidos en las lagunas Los Patos y Chacopata. El pH en la primera laguna fue básico, con un intervalo comprendido entre 8.15-12.65 y ligeramente ácido (4.55-7.65) en la última laguna. Las concentraciones promedio de O<sub>2</sub> disuelto (7.03-7.61 mg/l), no presentaron una mayor variación en cada una de las lagunas, resultando ligera-

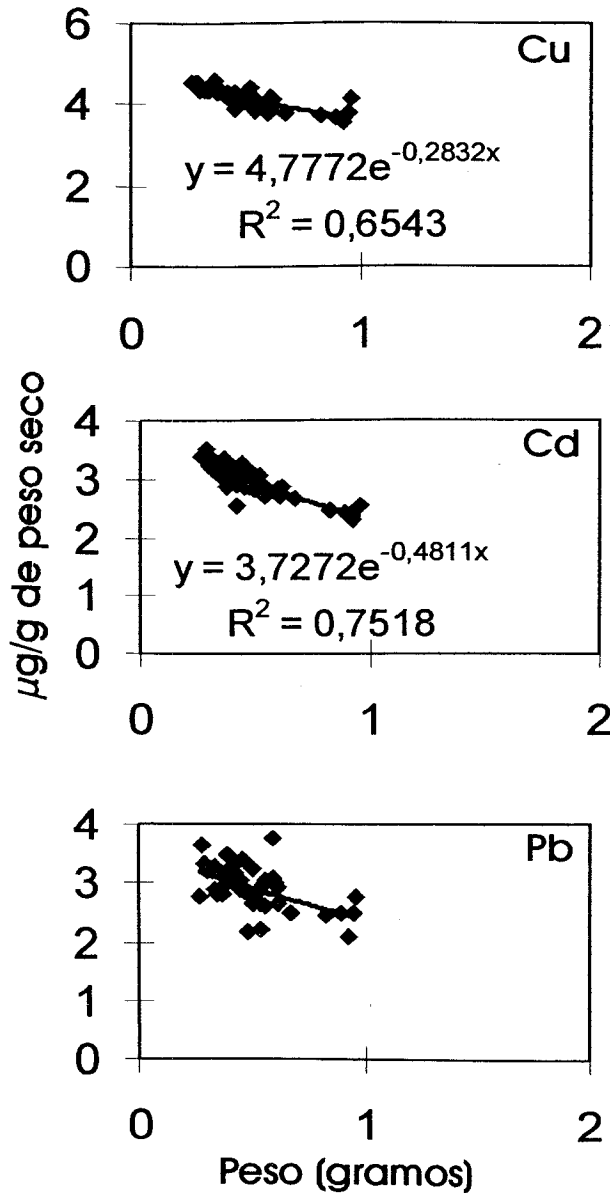


Fig. 1. Relación entre el contenido de metales (µg/g de peso seco) y el peso del cuerpo (g) en *Cyprinodon dearborni* de la laguna de Los Patos.

Fig. 1. Relationship between metal content (µg/g of dry weight) and body weight (g) in *Cyprinodon dearborni* from Los Patos lagoon.

mente mayor en la laguna de Los Patos. En cuanto a la salinidad, se presentaron los valores más elevados de este factor en la laguna de Chacopata, lo cual confirma la hipersalinidad de la misma. Igualmente la temperatura resultó ser mayor en esta zona.

Los resultados obtenidos en relación con el contenido de metales en los ejemplares de *C. dearborni* de ambas lagunas no mostraron

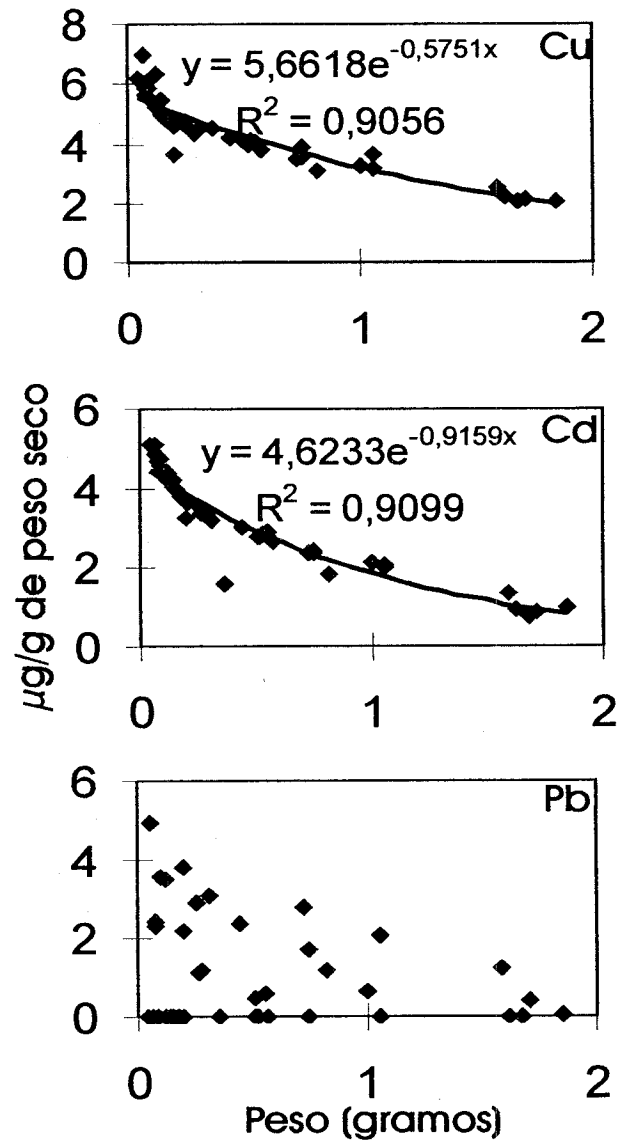


Fig. 2. Relación entre el contenido de metales (µg/g de peso seco) y el peso del cuerpo (g) en *Cyprinodon dearborni* de la laguna de Chacopata.

Fig. 2. Relationship between metal content (µg/g of dry weight) and body weight (g) in *Cyprinodon dearborni* from Chacopata lagoon.

diferencias significativas a pesar de realizar los ajustes necesarios para cumplir con las pruebas *a priori*. Aunque no existieron diferencias estadísticas, los valores medios del Cu y Cd para este pez, en la laguna de Chacopata resultaron ser mayores que en la de Los Patos, con valores de  $159.26 \pm 210.7$  µg/g y  $44.71 \pm 45.6$  g/g respectivamente, mientras que en la

CUADRO 1

*Valores básicos de las dos lagunas.*

TABLE 1

*Basic parameters for both lagoons.*

	Los Patos	Chacopata
pH	8.15 – 12.65	4.55 – 7.65
	9.50	6.10
O <sub>2</sub> disuelto (mg/l)	7.30 – 7.87	6.98 – 7.08
	7.61	7.03
Salinidad (‰)	6.67 – 15.00	32.00 – 70.67
	11.37	51.34
Temperatura (° C)	27.07 - 30.60	30.60 – 34.40
	29.16	32.50

Intervalos y promedios de los parámetros físico-químicos registrados en la columna de agua. N= 3.

laguna de Chacopata estos valores fueron  $64.88 \pm 16.3$  y  $19.48 \pm 5.8$   $\mu\text{g/g}$  (Cuadro 2). Por otro lado los niveles de Pb fueron mayores en los ejemplares provenientes de la laguna de los Patos con un valor promedio de  $22.85 \pm 20.0$   $\mu\text{g/g}$  en comparación con  $9.31 \pm 23.2$   $\mu\text{g/g}$  obtenido para los organismos de la otra laguna, no obstante los intervalos de determinación para el metal fueron similares en ambas lagunas (Cuadro 3).

Los análisis de regresión aplicados entre la concentración del metal y el peso húmedo de los organismos en cada una de las lagunas demostró que la bioconcentración de Cu y el Cd en los tejidos guardan una relación negativa y significativa con el peso húmedo del animal, mientras que para el Pb no se demostró este tipo de comportamiento (Fig 1 y 2).

En el cuadro 3, se indica un valor promedio de 7.8g/l (intervalo de 3.5-11.6) para la concentración Cu en la columna de agua en la laguna de Los Patos, ligeramente superior a al resultado obtenido para la laguna de Chacopata con 4.4 mg/l (2.3-6.4), mientras que se encontraron valores medios de la concentración de Cd sin una diferencia apreciable para la última laguna mencionada con 5.05 mg/l (5.0-5.1). El Pb presentó una concentración ligeramente menor en la laguna de Los Patos con relación a la obtenida en la de Chacopata con 25.3 mg/l (21.1-29.5) y 31.5 mg/l (30.3-32.7) respectivamente.

El cuadro 3, muestra los valores promedios y rangos de la concentración de los metales Cu, Cd y Pb en los sedimentos superficiales de las lagunas de Los Patos y Chacopata. Los promedios de la concentración de Cu y Cd no mostraron mayor variación, entre las dos lagunas, pero si se observa diferencias apreciables en la concen-

CUADRO 2

*Medias de metales en ambas lagunas.*

TABLE 2

*Mean values for metals in both lagoons.*

	Talla (mm)	Cu ( $\mu\text{g/g}$ )	Cd ( $\mu\text{g/g}$ )	Pb ( $\mu\text{g/g}$ )
Los Patos	27.02±4.63	64.88±16.3	19.48±5.8	22.85±20.0
	19-35	34.57-100.70	11.24-33.84	8.93-138.49
Chacopata	20.46±7.1	159.26±210.6	44.71±45.5	9.31±23.2
	11-34	7.85-1095.83	2.16-167.86	8.12-138.89

Valores promedio del contenido de cobre, cadmio y plomo en muestras de *Cyprinodon dearborni* provenientes de las lagunas de los Patos y Chacopata. N = 41

## CUADRO 3

*Medias en sedimento y agua de ambas lagunas.*

TABLE 3

*Means for sediment and water in both lagoons.*

	Sedimentos superficiales ( $\mu\text{g/g}$ )		Agua ( $\text{mg/l}$ )	
	Los Patos	Chacopata	Los Patos	Chacopata
Cu	7.30 – 8.01	6.47 – 6.56	3.5-11.6	2.3-6.4
	7.84	6.51	7.8	4.4
Cd	1.50 – 1.69	1.47 – 1.50	3.9-5.4	5.0-5.1
	1.62	1.49	4.63	5.05
Pb	8.37 – 19.62	4.37 – 4.75	21.1-29.5	30.3-32.7
	13.71	4.62	25.3	31.5

Intervalos y promedios de la concentración de Cu, Cd y Pb encontrados en agua y sedimentos superficiales de las lagunas de Chacopata y Los Patos.

tración de Pb, con un resultado más elevado para la laguna de Los Patos con 13.71  $\mu\text{g/g}$  (8.37–19.62) y 4.62  $\mu\text{g/g}$  (4.37 – 4.75), respectivamente.

## DISCUSION

Los parámetros físico-químicos obtenidos en la columna de agua, de los dos sitios de muestreo, revelan notables diferencias, en la mayoría de los factores abióticos, entre las lagunas de Los Patos y de Chacopata. Así el pH de la primera de estas lagunas mencionadas, resultó ser básico y para Chacopata ácido. Al respecto Díaz y Ferraz-Reyes (1989) también determinaron un pH básico para el ecosistema lagunar de Los Patos. La salinidad promedio, para el período de estudio, fue considerablemente baja para la Laguna de Los Patos (11.37‰) y relativamente mayor en Chacopata (51‰). Estos resultados confirman lo encontrado por otros autores con respecto a este factor ambiental en estos cuerpos de agua. Con relación a esto Díaz y Ferraz-Reyes (1989) obtuvieron salinidades medias de 22‰ para la Laguna de Los Patos, mientras que Ramírez (1996) señala para Chacopata valores entre 37.7 y 38.9‰.

Las salinidades menores reportadas para la laguna de Los Patos, en el presente estudio, se pueden atribuir al aporte de aguas residuales domésticas que caen a este cuerpo de agua, tal como lo mencionaron Díaz y Ferraz-Reyes (1989). Los registros más elevados para Chacopata se deben al carácter hipersalino (sin aportes permanentes de agua dulce) y que los datos de este parámetro fueron recabados en los bordes de la laguna, zona considerablemente somera y más expuesta a la evaporación. Estos sitios son el hábitat preferido donde el *C. dearborni* vive, dado su gran carácter eurihalino (Chung 1982, Cervigon 1991). En relación con el  $\text{O}_2$  disuelto, estos autores señalan valores de 0.5 y 5.75  $\text{mg/l}$  para la laguna de Los Patos y un promedio de 4.29  $\text{mg/l}$  para Chacopata. Los registros obtenidos, para este parámetro, estuvieron por encima de 7.0  $\text{mg/l}$ ; ligeramente superior para la primera de las lagunas mencionadas.

En el presente trabajo se demostró que los metales analizados en ejemplares de *C. dearborni* de ambas lagunas no muestran diferencias significativas. Aunque los valores promedios de la concentración de cobre y cadmio en las muestras de *C. dearborni* de la laguna de Chacopata resultaron relativamente

más elevados que en los organismos de la laguna de Los Patos se establecieron las siguientes secuencias en los niveles de concentración: Cu > Cd > Pb, en la primera laguna y Cu > Pb > Cd para la segunda. A pesar de los relativamente elevados niveles de cobre encontrados en los organismos de la laguna de Chacopata, es importante mencionar que este es un metal bioesencial que pudiera no representar un problema ambiental, pero en el caso del cadmio y el plomo se podría estar evidenciando cierto grado de intervención antrópica, posiblemente relacionada con el uso de aceites en los motores fuera de borda de las embarcaciones, utilizadas en las labores de pesca y podrían estar causando un problema de salud pública a largo plazo.

Se observa que los organismos en la medida que incrementan su peso disminuyen las concentraciones de Cu y Cd, es decir los individuos jóvenes retienen mayor cantidad de estos elementos, mientras que los mayores posiblemente están liberando estos metales por diferentes mecanismos fisiológicos al medio acuático, a medida que su crecimiento aumenta. Aunque no es muy común encontrar relaciones negativas entre la concentración de metales no bioesenciales y la longitud o el peso del cuerpo, Leach *et al.* (1991), encontraron una correlación negativa entre la concentración de mercurio en el músculo y la longitud de peces y una posible explicación a este comportamiento fue que la población tiene un ámbito de edad muy limitado ocasionando un factor de dilución en el rango de tallas analizadas (Braune, 1987)

En la columna de agua se determinaron concentraciones de Cu, Cd y Pb resultaron inferiores a lo establecido para los límites máximos de vertidos a los cuerpos de agua como estos dos estuarios (MARNR, 1995).

En cuanto a los sedimentos superficiales, las concentraciones obtenidas confirmaron que de los metales pesados analizados se evidencia una mayor presencia del plomo en la laguna de Los Patos, que resultaron en concentraciones más altas que las del resto de los metales analizados, lo cual sugiere un cierto

grado de contaminación por actividades antrópicas en sus alrededores. Así, se estableció una secuencia de concentraciones de Cu > Pb > Cd en la laguna de Los Patos, mientras que para Chacopata fue Cu > Cd > Pb. Gil (1985) encontró resultados similares, a los obtenidos en el presente estudio. Esta autora ya advertía para el momento de realizar su investigación, que la presencia de plomo en el sedimento superficial de la Laguna de los Patos, sería el resultado de la combustión de la gasolina, como fuente de contaminación de la laguna, además de las descargas de aguas domésticas y de los locales relacionados con cambios de aceites automotores. Esto indica que este metal, estaría siendo mantenido peligrosamente en la cadena trófica pasando a niveles superiores mediante procesos de bioacumulación; donde se destacan los peces depredadores de *C. dearborni*, aves e inclusive el hombre por consumo de peces contaminados con el metal. Al respecto Cervigon (1991) menciona que este pez se alimenta principalmente de vegetales y detritus asociados al sustrato sobre el que vive.

## RESUMEN

Se cuantificó varios metales en dos lagunas costeras de Sucre, Venezuela, Chacopata y Los Patos (esta última recibe aguas domésticas de la ciudad de Cumaná), en febrero de 1998, mediante espectrofotometría de absorción atómica. Las medias en *C. dearborni* de Chacopata fueron: Cu  $159.26 \pm 210.7$  µg/g; Cd  $44.71 \pm 45.6$  µg/g y Pb  $9.31 \pm 23.2$  µg/g, y en Los Patos  $64.88 \pm 16.3$ ;  $19.48 \pm 5.8$  y  $22.85 \pm 20.0$  respectivamente. En la columna de agua las concentraciones estuvieron comprendidas entre 2.3-11.6; 3.9-5.4 y 21-32mg/l para cobre, cadmio y plomo respectivamente. Estos resultados sugieren que los niveles de los metales en sedimento, agua y organismos en la laguna de los Patos donde existe una gran descarga de efluentes domésticos no están elevados con respecto a la laguna de Chacopata, donde no existen fuentes contaminantes apreciables, a excepción de plomo en organismos y sedimentos que mostró unos niveles comparativamente altos de este metal en la laguna de Los Patos.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente (CI: 5-1803-0790/98-99) y el postgrado de Ciencias Marinas del Instituto Oceanográfico de Venezuela.ha

## REFERENCIAS

- Braune, B. M. 1987. Mercury accumulation in relation to size and age of Atlantic herring (*Clupea harengus harengus*) from the southwestern Bay of Fundy Canada. Arch. Environ Contam. Toxic. 16: 311-320.
- Bryan, G.W. & W.J. Langston. 1992. Bioavailability accumulation and effects of heavy metals in sediments with special reference to United Kingdom Estuaries: A Review Environ. Pollut. 76: 89-131.
- Chung, K.S. 1978. Salinity tolerance of tropical salt-fish of Los Patos Lagoon, Venezuela. Bull. of the Japanese Society of Scientific Fisheries 48 (6): 873.
- Cervigon, F. 1991. Los peces marinos de Venezuela. Fundación. Científica, Los Roques. Vol I. 2ª Edición. Caracas Venezuela. 425 pp.
- Díaz, R. J. R. & E. Ferraz-Reyes. 1989. Dinámica de algunos parámetros hidrográficos y biológicos del canal de entrada de la laguna de Los Patos, Cumaná, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela 28 (1& 2): 239 – 244.
- Gil, C. M. 1985. Determinación de plomo y otros metales contaminantes en diferentes capas de sedimentos de la "Laguna de Los Patos", Estado Sucre. Tesis de licenciatura. Núcleo de Sucre, Univ. Oriente. 117 pp.
- Leach, R.T., S.J. Evans, M.S. Johnson & S Collings. 1991. Spatial patterns in accumulation of mercury by fish from the NE Irish Sea. Mar. Pollut. Bull. 22: 172-175.
- MARNR, 1995. Decreto sobre las normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos de efluentes líquidos. Nº 883. Gaceta Oficial 18-12-95.
- Martínez, J. M. 1997. Geomorfología ambiental. Primera parte. Universidad de Las Palmas de Gran Canarias. Servicio de Publicaciones. 196 pp.
- Ramírez, V. P. 1996. Lagunas costeras venezolanas. 1ª edición. CRIA. Univ. Oriente. Núcleo de Nueva Esparta Porlamar Venezuela. 275 pp.
- Ritterhoff, J & G. Zauke. 1997. Influence of body length, life-history status and sex on trace metal concentrations in selected zooplankton collectives from the Greenland Sea. Mar. Pollut. Bull. 34: 614-621.