



# EL MISIONERO DEL AGRO

DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN POR METALES  
PESADOS EN BIVALVOS (*Anadara tuberculosa*) EN LA RESERVA  
ECOLÓGICA MANGLARES CAYAPAS MATAJE CANTÓN SAN  
LORENZO DE LA PROVINCIA DE ESMERALDAS 2015.

DETERMINATION OF THE DEGREE OF POLLUTION BY METALS  
WEIGHED IN BIVALVES (*Anadara tubercular*) IN THE ECOLOGICAL  
RESERVATION SWAMPS CAYAPAS MATAJE CANTON THE ST  
LAWRENCE OF THE PROVINCE OF ESMERALDAS 2015.

**Autores:**

Raúl Enrique Arizaga Gamboa  
rarizaga@uagraria.edu.ec  
0989918062

Erick Lemos  
Eric.lemos@ambiente.gob.ec  
0994414247

**Filiación:**

Universidad Agraria del Ecuador  
Ministerio del Ambiente

Guayaquil - Ecuador

**Fecha de presentación:** 18/04/2016

**Fecha de aceptación:** 26/08/2016

## Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar las concentraciones de los metales pesados en concha negra (*Anadara Tuberculosa*), en la provincia de Esmeraldas cantón San Lorenzo, Reserva Ecológica Manglares Cayapas Mataje, y comparar el contenido de metales pesados con los límites establecidos por la Comisión de las Comunidades Europeas en el reglamento (Ce) No 1881/2006 de la comisión del 19 de Diciembre de 2006 para el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. El muestreo se llevó a cabo en cuatro comunidades de mayor extracción de concha en la reserva, consistió en tomar tres muestras por sitio, las cuales fueron enviadas al laboratorio del Instituto Nacional de Pesca para su análisis por medio del método PI\_MP2 AOAC 999.10 Ed 18. 2005 para Cadmio (Cd) y Plomo\_MP3 AOAC 999.10 Ed 18. 2005 plomo. De un total cuatro sitios sometidos a análisis; ninguno sobrepaso los límites máximos permitidos en la norma ya mencionada, las concentraciones de Cd y Pl por lo que no representan riesgo para la salud, ya que las concentraciones en todas las muestras están por debajo de los límites máximos permitidos establecidos en el reglamento ya mencionado. Finalmente, podemos mencionar que el área geográfica que resultó con mayor riesgo de contaminación debido a ciertas condiciones como la falta de sistemas adecuados de tratamiento de combustibles residuales de las embarcaciones, de desechos y aguas servidas fue la zona de Pampanal, que es la zona más poblada.

**Palabras claves:** Bivalvos, Metales Pesados, contaminantes, Muestreo, Concentraciones.

### Autores

Raúl Enrique Arizaga Gamboa  
rarizaga@uagraria.edu.ec  
0989918062

Erick Lemos  
Eric.lemos@ambiente.gob.ec  
0994414247

### Filiación

Universidad Agraria del Ecuador  
Ministerio del Ambiente

Fecha de presentación: 18/04/2016  
Fecha de aceptación: 26/08/2016

## Abstract

The aim of this study was analyzed the concentrations of the metals weighed in black shell (*Anadara Tuberculosa*), in the province of Emeralds canton The St Lawrence, Ecological Reservation Swamps Cayapas Mataje, and compared the content of metals weighed with the limits established by the Commission of the European Communities in the regulation (Ce) Not 1881/2006 of the commission of December 19, 2006 for the one that concentrates the maximum content of certain pollutants on the food products. The sampling was carried out in four communities of major extraction of shell in the reservation, consisted of taking three samples as a site, which were sent to the laboratory of the National Institute of Fishing for his analysis by means of the method PI\_MP2 AOAC 999.10 Ed 18. 2005 for cadmium (CD) and PI\_MP3 AOAC 999.10 Ed 18. 2005 lead. Of a total four sites submitted to analysis; none I exceed the maximum limits allowed in the already mentioned norm, the concentrations of CD and PI for what they do not represent risk for the health, since the concentrations in all the samples are below the maximum allowed limits established in the already mentioned regulation. Finally, we can mention that the geographical area that proved with major risk of pollution due to certain conditions as the lack of suitable systems of treatment of residual fuels of the crafts, of waste and served waters was Pampanal's zone, which is the most populated zone.

**keywords:** Bivalves, Heavy, pollutant Metals, Sampling, Concentrations.

## Introducción

Los moluscos bivalvos concentran los contaminantes que se hallan en la columna de agua donde crecen. Estos contaminantes pueden provocar enfermedades en las personas que los consumen. En el caso de los contaminantes microbianos, el peligro se ve potenciado porque a menudo los moluscos se consumen crudos (p. ej. ostras) o poco cocinados (p. ej. mejillones). Limitar el peligro de las enfermedades depende en parte del aprovisionamiento de moluscos de zonas donde los contaminantes se encuentren a niveles relativamente bajos.

Es una problemática de interés comercial, ambiental y alimentario que debe ser monitoreada y evaluada constantemente. Según la definición dada por el grupo GESAMP (Groups of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protections) (Grupos de Expertos sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Marino) y adoptada por la comunidad internacional, en la convención de las Naciones Unidas sobre el derecho del mar (art. 1,4), se entiende por contaminación marina:

“la introducción por el hombre, directa o indirectamente, de sustancias o energía a este ambiente (incluidas los estuarios), la que puede causar efectos perjudiciales tales como daño a los recursos vivos, peligros para la salud humana, obstáculos para las actividades marinas (incluida la pesca), el deterioro de la calidad del agua de mar y la reducción de los atractivos naturales” (FAO/SIDA-Alarcon, 1983-2003)

Los llamados metales pesados son los contaminantes marinos más tóxicos

potencialmente; estos se definen arbitrariamente como aquellos metales cuya densidad es por lo menos cinco veces mayor que la del agua, tanto los elementos de transición como algunos elementos de los grupos III, IV, V y VI de la tabla periódica son conocidos como metales pesados, dentro de ellos se encuentra elementos como el arsénico(As), el cual es un metaloide. Estos metales se encuentran en forma natural en la corteza terrestre en diferentes concentraciones (PNUMA, 1980).

Las especies filtradoras y organismos planctónicos están más expuestos a los metales pesados disueltos en agua o asociados a partículas. Los sedimentívoros y la meiofauna, captan los metales al ingerir partícula de los sedimentos contaminados y las aguas asociadas a los poros del sedimento, así como los metales presentes en las bacterias que viven asociadas al sedimento.

El presente estudio se llevó a cabo en la Reserva Ecológica Manglares Cayapas Mataje (REMACAN) en las comunidades de Pampanal, Changuaral, Tambillo, Palma Real y en dos de los chiqueros del cantón San Lorenzo ya que estas comunidades son las de mayor extracción en la reserva, como consecuencia a las actividades humanas, se ha generado contaminación por parte de las diferentes actividades realizadas como la reparación de embarcaciones y motores fuera de borda, la mala administración de los desechos domésticos y la mala disposición de los combustibles que son arrojadas a las aguas, el impacto que generan estos elementos limita el uso y

la explotación de estos recursos naturales y biológicos, su acumulación sugiere una amenaza constante a largo plazo para el ambiente y la salud humana.

La especie de bivalvo (*Anadara tuberculosa*) es utilizada para el consumo interno en las comunidades asentadas en el cantón San Lorenzo provincia de Esmeraldas, y comercializadas al resto del país, se realizó este estudio con la finalidad de dar a conocer la importancia como bioindicadores de contaminación por metales pesados y el potencial riesgo a la salud humana que podría generar el consumo de estos organismos, ya que en los límites de la reserva ecológica especialmente el límites fronterizos con Colombia se realizan actividades mineras en el río Mataje.

Debido a que no existen estudios técnicos realizados en la región, que justifiquen la presencia o ausencia de estos contaminantes, se ha planteado la verificación de estos contaminantes en los bivalvos con el fin de verificar la Comisión de las Comunidades Europeas en el reglamento (CE) N° 1881/2006 de la Comisión del 19 de Diciembre del 2006 por que se fijan el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios.

La selección de los moluscos, responde a su capacidad para acumular una variedad de sustancias químicas como metales pesados y compuestos orgánicos (Kimbrough K, 2008). Como regla general, las altas temperaturas y la baja salinidad actúan de forma sinérgica con los metales para aumentar la toxicidad (McLusky et. al., 1986).

La alta toxicidad de metales pesados como Cd, Cr, Pb, Hg, Ni, y Zn a bajas salinidades es atribuida normalmente a una acumulación más rápida de estos metales siendo de mayor importancia en los estuarios.

Tanto los organismos terrestres como los acuáticos bioacumulan el Cadmio. Se le atribuyen efectos carcinogénicos, mutagénicos y teratogénicos. Se lo considera tóxico para toda forma de vida, incluyendo microorganismos, plantas, animales y el hombre, debido a que puede desplazar al zinc de algunos de sus sitios activos y competir con el calcio en ciertos sistemas biológicos (Barán J. 1995). El Cadmio es un problema medioambiental con repercusiones sobre la salud debido a su persistencia en el medioambiente y su larga vida media biológica (10-40 años) en el cuerpo humano, especialmente en los riñones (Vahter M. 1996).

El Plomo trastorna fundamentalmente los procesos bioquímicos de prácticamente todas las células y los sistemas del organismo. Se une a las proteínas, particularmente a aquellas de los grupos del sulfidrilo, de tal manera que puede alterar su estructura y su función, o bien competir con otros metales en los sitios de enlace. Puesto que el Plomo es químicamente similar al Calcio, por lo que interfiere con diversos procesos dependientes de éste (Matte T., 2003).

Los metales pesados más peligrosos tanto para el ecosistema marino como para la salud humana debido a sus características de toxicidad, persistencia y bioacumulación son por este orden: Hg, Cd, y Pb, (Kennish, 1991).

La consecuencia más grave de que los metales no sean biodegradables es su acumulación en las cadenas tróficas, por lo que los organismos de niveles tróficos superiores, entre ellos el hombre, se encuentren expuestos a elevadas concentraciones de estos elementos ya que consumen los organismos productores que acumulan de una u otra manera contaminantes como los metales pesados (Wang, 2002).

**Taxonomía:** **Phyllum:** Mollusca  
**Clase:** Pelecipoda  
**Orden:** Arcoida

**Familia:** Arcidae  
**Género:** Anadara  
**Especie:** tuberculosa  
**Nombre científico:**  
Anadara tuberculosa  
**Nombre común:**  
Concha prieta.

El objetivo de esta investigación es determinar el grado de contaminación por metales pesados en bivalvos de la familia Arcidae (Anadara tuberculosa) en la Reserva Ecológica Manglares Cayapas Mataje, cantón San Lorenzo de la provincia de Esmeraldas.

### Materiales y Métodos

Los materiales que se utilizaron son: GPS, Canoa, Botas, Guantes, Fundas plásticas, Calibrador de Vernier, Libreta y lápiz, Computadora, Hojas de rotulación.

Las muestras se tomaron en la localidad de San Lorenzo provincia de Esmeraldas dentro de la Reserva Ecológica Manglares Cayapas Mataje, (LATITUD: 01° 20' 13" LONGITUD: 078° 49' 58") estas fueron tomadas en cuatro puntos, con la ayuda

de los concheros de la zona, consistió en tomar tres muestras por sitio, y dos muestras en las zonas de mayor acopio o chiqueros, se destinó un día por cada sitio ,dentro del perímetro urbano las cuales fueron después enviadas al laboratorio del Instituto Nacional de Pesca.

En consecuencia se ha provisto de 14 muestras; las mismas que están distribuidas en la siguiente forma:

Tabla 1. Número de muestras y sitios de extracción de muestras

En la reserva (REMACAM)	Cantidad de muestras por sitio
Palma Real	3
Changuaral	3
Tambillo	3
Pampanal	3
En el cantón (rivera)	2
<b>Total</b>	<b>14</b>

Fuente: Lemos, E. 2015

Se tomó en cuenta tres tamaños de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*) de pequeñas, medianas, grandes para la toma de muestras.

**Tabla 2. Talla de concha negra (mm)**

Rango de especie (mm)		
Talla	Concha prieta	Peso (gr)
Grande	40-45	20.0
Mediana	30-40	6.5
Pequeña	25-30	6.0

Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), año 2015.

### Población y Muestra

En el presente trabajo se obtuvo una población por sitio de 500 individuos del cual se tomaron las muestras que representan la población total para esto se usó la fórmula de muestra.

Las muestras fueron tomadas en cuatro sitios de mayor importancia económica dentro de la Reserva Ecológica Manglares Cayapas Mataje, en cada una de las

comunidades se procedió a viajar con los concheros (recolectores de concha) a los diferentes puntos de extracción uno por día, también se tomaron muestras de sedimento para confirmar la presencia de metales pesados (cadmio y plomo), las muestras fueron llevadas al laboratorio del Instituto Nacional de Pesca del Ecuador (INP), se procedió a la entrega de las muestras congeladas para su análisis.

**Tabla 3: Ubicación tomada con gps**

Sitio de toma de muestra	Latitud	Longitud
Pampanal	N 01° 20' 14,9''	W 078° 52' 31,1''
Changuaral	N 01° 22' 30,7''	W 078° 58' 06,5''
Tambillo	N 01° 22' 55,5''	W 078° 52' 17,2''
Palma Real	N 01° 23' 45,6''	W 078° 52' 25,9''

Fuente: Lemos E, 2015

### Técnica

Una vez recolectadas las muestras se procedió a él envió al laboratorio del Instituto Nacional de Pesca (INP), para poder comparar se procera a la revisión de las Norma INEN (Instituto Nacional de Normalización) REGLAMENTO (CE)

No 1881/2006 DE LA COMISIÓN de 19 de diciembre de 2006 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios y revisión de otra leyes si es necesario para poder saber que muestra presenta la

mayor concentración de metales pesados. Los parámetros serán analizados por el laboratorio por medio de los siguientes métodos, cadmio se analizar por medio AOAC 991.11, plomo por medio de

absorción atómica.

Para el análisis de la información se utilizaron estadística descriptiva y no paramétricos con la prueba chi-cuadrado.

## Resultados

### Análisis e interpretación de los resultados.

Las tallas de los organismos no fueron homogéneas en todos los puntos de muestreo, se observaron los promedios de las tallas mínimas y máximas de los cuatro muestreos en cada una de las comunidades.

Se ha encontrado una densidad de 0,5-1,5 individuos/m<sup>2</sup> la relación de sexo en las poblaciones estudiadas fue 1(hembra):0,2(machos).

Se presenta los resultados de las concentraciones obtenidas en el análisis de cadmio y plomo en los organismos bivalvos (Anadara tuberculosa) de cuatro

comunidades del cantón San Lorenzo, los resultados de expresan en mg/kg de peso. Los resultados expresados como ND fueron los No detectados.

### Conchas Pequeñas

En la tabla número cuatro se detallan los resultados obtenidos en esta investigación con respecto a las conchas de tamaño pequeño que van desde una talla de 25- 30 mm con peso promedio de 6,0 g.

En la zona de estudios el promedio de cadmio (Cd) encontrado en conchas de tamaño pequeño fue de 0.40 mg/kg con un intervalo de confianza al 95% de 0.09 (0,40 ± 0,9 mg/kg), revisar en la tabla N. 4.

Tabla 4: Conchas pequeñas

Puntos de muestreo	Cadmio	Plomo
Pampanal	0,41	ND
Changuaral	0,3	ND
Tambillo	0,37	ND
Palma Real	0,53	ND
Promedio	0,4	ND
Desv. Estándar	0,1	ND
Intervalos de confianza	0,09	ND

Fuente: Lemos, E. 2015

## Análisis

Los resultados indican que si existe la presencia de Cadmio, (Cd) no se detectó (ND) la presencia de plomo ya que el método no detecta ya que tiene un rango de detención y el plomo se encuentra por debajo de este rango.

### Conchas Medianas

Se detallan los resultados obtenidos en esta investigación con respecto a las conchas de

tamaño mediano que van desde una talla de 30- 40 mm con peso promedio de 6,5 gr.

En la zona de estudios el promedio de Cd encontrado en conchas de tamaño pequeño fue de 0.44 mg/kg con un intervalo de confianza al 95% de 0.14 (0,44 ± 0,14 mg/kg), revisar en la tabla N. 5.

Tabla 5: Concha mediana

Puntos de Muestreo	Cadmio	Plomo
Pampanal	0,24	ND
Changuaral	0,48	ND
Tambillo	0,56	ND
Palma Real	0,49	ND
Promedio	0,44	ND
Desv.Estandar	0,14	ND
Intervalos de Confianza	0,14	ND

Fuente: Lemos, E. 2015

## Análisis

Los resultados indican que si existe la presencia de Cd, no se detectó la presencia de plomo ya que el método no detecta ya que tiene un rango de detención y el plomo se encuentra por debajo de este rango.

### Conchas Grandes

En la tabla número seis se detallan los resultados obtenidos en esta investigación

con respecto a las conchas de tamaño pequeño que van desde una talla de 40- 45 mm o más con peso promedio de 20 gr.

En la zona de estudios el promedio de cadmio (Cd) encontrado en conchas de tamaño pequeño fue de 0.43 mg/kg con un intervalo de confianza al 95% de 0.04 (0,43 ± 0,04 mg/kg), revisar en el anexo tabla N 6.



**Tabla 6: Conchas grandes**

<b>Puntos de Muestreo</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Plomo</b>
Pampanal	0,52	ND
Changuaral	0,38	ND
Tambillo	0,44	ND
Palma real	0,45	ND
Barrio Rico	0,4	ND
Ciudadela	0,4	ND
Promedio	0,43	ND
Desv.Estandar	0,05	ND
Intervalos de confianza	0,04	ND

Fuente: Lemos, E. 2015

### Análisis

Los resultados indican que si existe la presencia de Cadmio, (ND) no se detectó la presencia de plomo ya que el método no detecta ya que tiene un rango de detención y el plomo se encuentra por debajo de este rango.

es el sitio donde se encontró la mayor concentración de cadmio aunque no sobrepasa los límites máximos permitidos.

En promedio las conchas con tamaño medio contienen mayor concentración de cadmio en su constitución. Nb

Los resultados indican que Palma Real

**Tabla 7: Promedio**

<b>Tamaño de conchas</b>	<b>Plomo</b>	<b>Cadmio</b>
Conchas pequeñas	0	0,4
Conchas medianas	0	0,44
Conchas grandes	0	0,43

Fuente: Lemos, Eric.2015

### Análisis

Los resultados de las muestras analizadas de concha (Anadara tuberculosa), no sobrepasan los límites máximos permitidos por el reglamento (Ce) No 1881/2006 de

la comisión del 19 de Diciembre de 2006 para el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos de alimentación.

## Discusión

De acuerdo a la legislación de la Unión Europea en su REGLAMENTO (CE) No 1881/2006 establece 1,5 mg/kg para cadmio y 1,0 mg/kg para plomo como límites máximos los resultados obtenidos en los análisis en la Reserva Ecológica Manglares Cayapas Mataje en el cantón San Lorenzo no sobre pasan los límites establecidos en esta reglamento, los bivalvos tuvieron diferentes concentraciones de cadmio (Cd) en sus tejidos, los resultados obtenidos indicaron que la mayor concentración de metales pesados se encontró en las muestras de la zona de Palma Real observados en los patrones de bioacumulación de cadmio entre los organismos, las muestras fueron tomadas en la época seca y es posible que los resultados varíen en la época de lluvias ya que mayor cantidad de nutrientes y contaminantes son llevados hasta la zona donde se encuentran los bivalvos.

Se observó que en las comunidades de palma real que posee un promedio de 0,49 mg/kg de cadmio que los bivalvos de la zona de Pampanal que obtuvieron una concentración promedio de 0,39 mg/kg de cadmio.

La bioacumulación de los metales pesados en los moluscos depende además de los niveles de los elementos en el ambiente que los rodea, de otros factores, como la talla, la edad, y Saavedra en el 2004, dijo también que sexo, la capacidad para adquirir alimentos y el estado de desarrollo de las gónadas, en 1980 relaciono la talla y el peso a los efectos de bioacumulación, Phillips en 1976 y Riget en el 1996. Encontraron variaciones estadísticamente

significativos en las concentraciones de cadmio en ostiones, en el muestreo en relación a otros muestreos, esta variaciones sexualmente inmaduros y con procesos metabólicos y desintoxicación no muy eficientes que promueve la acumulación de cadmio, descartando la influencia de factores como la salinidad, marca, época del año, estas diferencias podrían deberse muy probablemente a la relación talla-peso y la madures sexual delos organismos. Pero las concentraciones de cadmio de los sedimentos en las cuatro zonas de estudios no sobrepasan los límites máximos permitidos por las normativas, este comportamiento no ocurrió con el plomo cuyas concentraciones encontradas en los organismos fue nula ya que el método no lo detecto pero en los análisis de sedimentos el método si pudo detectar la presencia de plomo aunque no sobrepasan los límites máximos permitidos de la legislación ecuatoriana.

Debido a inexistentes normas de salud que establece límites para el contenido de metales pesados en bivalvos se hace referencia a los de aquellas países de la Unión Europea, los consumidores de bivalvos (*Anadara Tuberculosa*) que no contienen niveles de estos metales no ponen en riesgo su salud al estar expuesto a través de su dieta a la concentraciones existentes de estos elementos.

El contenido de plomo no mostró niveles en el método utilizado de análisis. Estos resultados sugieren que los bivalvos estudiados tienen mayor afinidad para acumular cadmio en sus tejidos.

## Conclusiones

- Que luego del análisis químico de los bivalvos de la zona de estudio no sobrepasan los límites permisibles de metales pesados (cadmio y plomo)
- Que los metales pesados (cadmio y plomo) se encuentran bajo los límites permitidos en la en la Comisión de las Comunidades Europeas en el reglamento (CE) N° 1881/2006 de la comisión del 19 de diciembre del 2006 por el que se fijan concentraciones de determinados contaminantes en los productos alimenticios.
- Se determinó que las concentraciones obtenidas en el presente trabajo en el área de estudio con mayores concentraciones de metales pesados (cadmio y plomo) en conchas de tamaño pequeño fue la zona de Pampanal.
- Los de tamaño mediano estuvieron en Tambillo y los de tamaño grande se encuentran en la zona conocida como Palma Real, estas están expuestas a contaminación constante no solo por la actividades agrícolas e industriales sino también por la presencia de talleres de motores fuera de borda, gasolineras comunitarias, asentamientos poblacionales orillas de los brazo de mar que arrojan su desechos (pilas de celulares, grasas de motores, residuos de gasolina y el transporte fluvial) incluyendo embarcaciones ancladas los puertos con derrames de gasolina y/o aceites de motor en el agua la que permite el incremento de las concentraciones de estos metales pesados en el área de estudio.
- El sitio con menor contaminación de metales pesados (cadmio y plomo) en las muestras de tamaño pequeño, mediano y grandes es la zona de Changuaral y esto se debe a que la población es menor se maneja su desechos eficientemente y sus embarcaciones están en mejor estado.
- Los bivalvos (*Anadara tuberculosa*) son capaces de bioacumular cadmio ya que el plomo no mostró datos de presencia de plomo ya que se encuentra bajo el nivel de detección.
- El plomo no presento niveles de acumulación ya que el método de análisis no detectó las concentraciones, el cadmio sin embargo no tuvo el mismo grado de acumulación en los tejidos de los bivalvos este si fue detectados pero no sobrepasaron los niveles establecidos mostrándose siempre por debajo de los máximos establecidos por la Unión Europea. El contenido de plomo no mostró niveles en el método utilizado de análisis. Estos resultados sugieren que los bivalvos estudiados tienen mayor afinidad para acumular cadmio en sus tejidos.

## Literatura citada

- Baran, J. (1995). Química Bioinorgánica. En: Olavarría Y., 2007.
- Comunidad Europea (2006). REGLAMENTO (CE) No 1881/2006 DE LA COMISIÓN de 19 de diciembre de 2006 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios Revista Oficial de las Comunidades Europeas
- FAO/SIDA. (1983). Manual de métodos del medio ambiente acuático. Parte 9. Análisis de la presencia de metales y órgano clorados en los peces. FAO, Documento técnico de pesca / 212, 35p.
- Intituto ecuatoriano forestal y de areas naturles y de vida silvestre, (1998) direccion nacional de areas naturales y vida silvestre. «plan de manejo de la reserva ecologuica manglares cayapas mataje .» proyecto INEFAN/GEF.
- Kimbrough K. L., W.E. Johnson, G.G. Lauenstein, J.D. Christensen y D.A. Apeti. (2008). An Assessment of two decades of contaminants monitoring in the nation's coastal zone. Silver Spring, MD. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 74. 105 pp.
- LACOMISIÓNDE LASCOMUNIDADES EUROPEAS, 2006, REGLAMENTO (CE) No 1881/2006 DE LA COMISIÓN de 19 de diciembre de 2006 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios.
- Matte, T. (2003). Efectos del plomo en la salud de la niñez. Salud pública México.
- McLusky, D., V. Bryant y R. Campbell, (1986). The effects of temperature and salinity on the toxicity of heavy metals to marine and estuarine invertebrates.
- PNUMA (1980) Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. "El Estado del Medio Ambiente"
- Vahter M, Berglung M, Nermell B, Akesson A (1996). Bioavailability of Cadmium from Shellfish and Mixed Diet in women. Toxicol Appl Pharm
- Wang, W.X. and Guo, L. (2000). Bioavailability of colloid-bound Cd, Cr, and Zn to marine plankton. Marine Ecology Progress Series.