

Metales pesados en el mejillón verde (*Perna viridis*) de la Bahía de Cienfuegos

Yeniset Fumero Acosta ^{1c}; María Aurora Pis Ramírez ¹, Yaíma Aranda Mejías ¹

¹Centro de Investigaciones Pesqueras.

yeniset@cip.alinet.cu; mapis@cip.alinet.cu

Resumen

El mejillón verde *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) nativo del Indo Pacífico, fue reportado en Cuba por primera vez en el año 2005, en la Bahía de Cienfuegos, considerándose una especie invasora. Una de las alternativas propuestas para reducir el impacto de esta especie en el país fue su evaluación para su futura extracción y comercialización; siendo el objetivo de esta investigación analizar si el mejillón verde capturado en dicha bahía resulta un alimento inocuo para el hombre, pudiendo ser destinado para este propósito. Se comenzó el estudio de la fracción comestible de este mejillón para determinar su inocuidad. Se estudió en primer lugar el contenido de metales pesados que este molusco era capaz de almacenar tanto en estaciones de lluvia como de seca y si estas concentraciones alcanzaban niveles por encima de lo establecido en las normas nacionales e internacionales. Los resultados obtenidos mostraron que la fracción comestible de los mejillones verdes *Perna viridis* analizados, presentaban concentraciones de metales pesados dentro de las reglamentaciones establecidas, por lo que desde este punto de vista su consumo no afectaba la salud del consumidor. No obstante se alertó a las autoridades de salud la necesidad de estudiar la posible presencia de otros contaminantes químicos como hidrocarburos y plaguicidas organoclorados de gran incidencia en la salud humana y que si limitarían el consumo de estos bivalvos por parte de la población.

Palabras claves: metales pesados; mejillón verde, especies invasoras

Abstract

The green mussel *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) native of the Indo Pacific, was reported in Cuba for the first time in 2005, in the Cienfuegos Bay, it was considered an invasive species. One of the alternatives proposed to reduce the impact of this species in the country was their assessment for future extraction and marketing, being the objective of this research to analyze

whether the green mussel captured in this Bay is a safe food for humans and it can be designed for this purpose. The study of the edible fraction of this mussel is started to determine its safety. The content of heavy metals was studied first that this mollusk was able to store both rainy and dry seasons and if this concentration reached levels above the according to national and international standards. Results showed that the edible portion of the green mussel *Perna viridis* sampled had concentrations of heavy metals within the established regulations, so from this point view consumption did not affected consumer health. However it alerted health authorities need to study the possible presence of other chemical contaminants such as hydrocarbons and organochlorine pesticides large impact on human health and if limit consumption of these bivalves by the population.

Key word: heavy metals; green mussel; invasive species

Introducción

El mejillón verde *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) nativo del Indo Pacífico, fue reportado en Cuba por primera vez en el año 2005, en la Bahía de Cienfuegos, donde ha tenido una gran extensión. Una de las alternativas propuestas para reducir el impacto de esta especie invasora en el territorio fue su evaluación con fines de extracción y comercialización; sin embargo La bahía de Cienfuegos es conocida desde hace años como una zona de gran contaminación, siendo motivo de estudio por parte de numerosos científicos del Centro de Estudios Ambientales (CEAC) del territorio y del país con vistas a poder dar solución a tan importante situación.

El poder destinar esta especie para la alimentación humana conlleva realizar numerosos estudios para evaluar su inocuidad, la cual fue definida por el Codex Alimentarius, como "la propiedad de asegurar que los alimentos no vayan a causar daño al consumidor cuando este sea preparado y/o consumido de acuerdo con el uso que debería dársele" (CODEX Alimentarius, 1997); así como también la FAO y la OMS, hacen referencia a "todos los riesgos, sean crónicos o agudos, que pueden hacer que los alimentos sean nocivos para la salud del consumidor" (FAO/OMS S/F).

Los moluscos bivalvos resultan muy vulnerables a la contaminación del ambiente donde se desarrollan, por su forma de alimentación filtradora lo que les da la capacidad de tomar todo tipo de contaminante presente, tanto de origen biológico (bacterias, virus y parásitos), como de origen químico, natural (biotoxinas) y artificial (metales pesados, plaguicidas, hidrocarburos, entre otros) (Dará y Abajas, 2011; Barqueiro y col., 2011). Por tanto el factor más importante que incide en su inocuidad es la calidad de las aguas donde se desarrolla, agravado por las formas habituales de consumo (crudo o semi

cocido), lo que puede originar diversos riesgos a la salud humana (Davy y Graha, 1982).

Uno de los contaminantes del ambiente marino de mayor significación lo constituyen los metales pesados. La acumulación de metales pesados por organismos marinos es un proceso complejo donde juegan un papel determinante la talla de los organismos (Cossa y col., 1979), la composición bioquímica unido a factores genéticos (Frazier y col., 1985), los ciclos de desove que afectan la condición y peso (Lobel y Wright, 1982), la biodisponibilidad del metal, la temperatura y la salinidad (Mubiana y col., 2007). Por otra parte es conocido que los moluscos bivalvos, especialmente los mejillones, son utilizados como organismos indicadores o centinelas de la contaminación del ambiente marino, (Bonilla 1999, Arias y García 1999).

Los niveles de toxicidad, comportamiento y acumulación de metales pesados en tejidos de *Perna viridis* han sido ampliamente estudiados en el mundo. Ha sido confirmado que los moluscos y en especial el mejillón verde constituyen buenos indicadores de contaminación con metales pesados (Rojas-Astudillo y col., 2002, Yap y col., 2003, Narváez y col., 2005). Los metales pesados que aparecen normalmente en el agua de mar y que pueden incrementar su concentración en la misma por fenómenos naturales tales como erosión, vulcanización, entre otros también pueden incrementarse en el medio marino por actividad antropogénica. Estos moluscos pueden por tanto bioacumularlos, a través de mecanismos complejos y llegar hasta niveles tan elevados que el consumo de estos por parte del hombre pudiera ser dañino a su salud.

La gran extensión que ha tenido este molusco en la bahía de Cienfuegos y el conocimiento de la contaminación que esta bahía presenta ha motivado que el objetivo del presente trabajo sea el estudio de los niveles de metales pesados en la fracción comestible del mejillón verde *Perna viridis* que se desarrolla en la misma, en dos épocas diferentes del año (seca y lluvia), para determinar si puede ser consumido por el hombre sin riesgo para su salud.

Materiales y métodos

Área de estudio

El área de estudio fue la bahía de Cienfuegos, donde se estableció después de un estudio prospectivo, una red de estaciones con cinco puntos de muestreo: Muelle Pablo Guzmán (PG), Muelle Siete Cuadras (7C), Muelle Punta las Cuevas (PC), Barco Hundido (BH) y canales de enfriamiento de la Termoeléctrica (TE). La ubicación de estos puntos se muestra en la figura 1. La selección estuvo basada en las mayores densidades de *Perna viridis*.

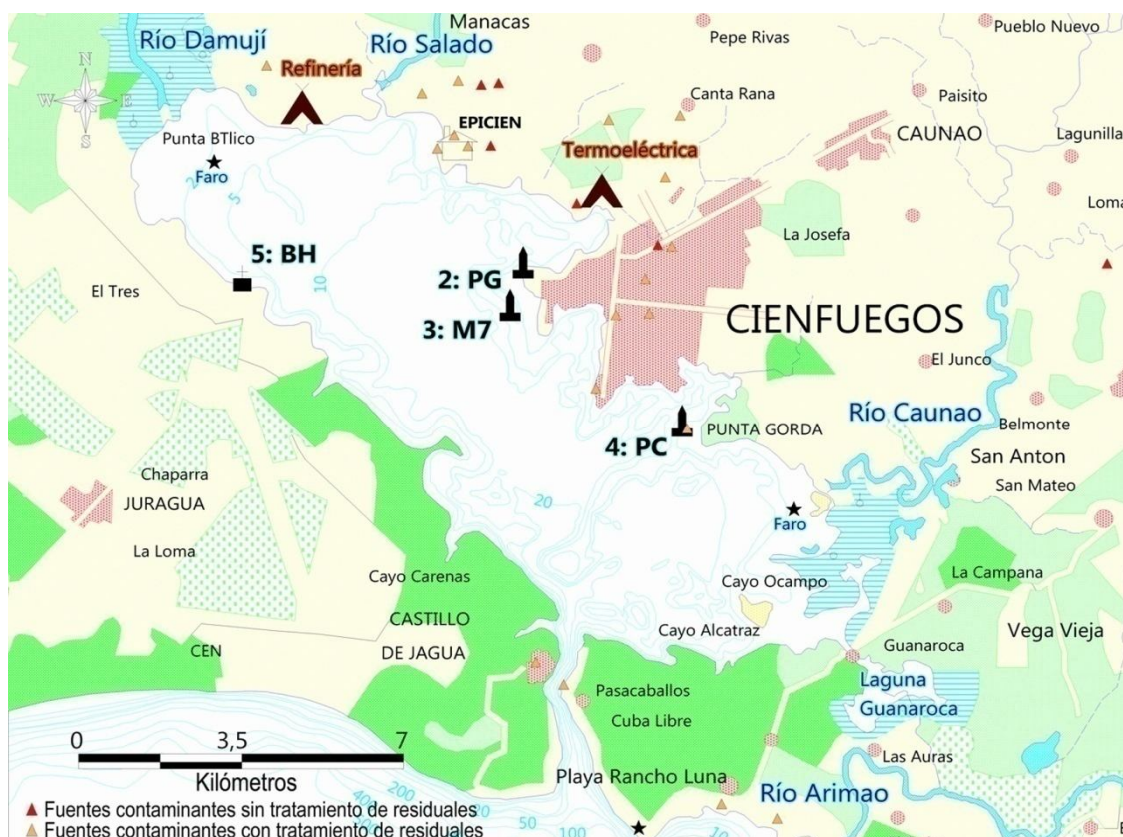


Figura 1. Estaciones de muestreo de ejemplares de mejillón verde (*P. viridis*) en la Bahía de Cienfuegos.

Toma de muestras y traslado al laboratorio

Las muestras de *P. viridis* mayores fueron colectadas del medio natural en dos épocas diferentes del año: época de seca (nov 2010) y época de lluvia (julio 2011). En cada punto se tomaron ejemplares de mejillón de talla comercial (80-120 cm de largo) y se guardaron en bolsas de nylon con su identificación, trasladándose al Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP) para su análisis. Los mejillones fueron recolectados mediante buceo básico a profundidades de 1 a 2 m. Los ejemplares fueron colocados en cajas plásticas perforadas donde se mantuvieron añadiéndoles agua de mar a intervalos de una hora hasta su desembarque. Posteriormente se trasladaron a la industria de la Empresa Pesquera Industrial Cienfuegos (EPICIEN) y se congelaron hasta alcanzar -18 °C en su centro térmico y se conservaron de esta manera hasta su traslado al laboratorio del CIP.

En el laboratorio, cada organismo se pesó y limpió cuidadosamente de adherencias y detritus en la concha y se le extrajo el biso, antes de la realización de los ensayos. Para la determinación de metales pesados la extracción de la carne se realizó con espátulas plásticas y/o porcelana.

Se tomó la porción comestible de 20 ejemplares, de talla comercial por punto de muestreo. Las determinaciones se realizaron en los períodos de lluvia (mayo, 2011) y seca (noviembre, 2010), conformándose un pool con los ejemplares de todos los puntos por período.

La muestra se homogenizó por maceración en mortero de porcelana. Se pesó 10 g como porción de ensayo en crisoles de porcelana que se colocaron en estufa (BINDER) a 110 °C hasta secado. Las muestras fueron incineradas, con aumento progresivo de la temperatura hasta 550 °C, en mufla (HORBERSAL HD-230) hasta obtención de cenizas blancas. Las cenizas fueron disueltas en ácido para ser utilizadas en los diferentes ensayos. En el caso de la determinación de mercurio las muestras se entregaron congeladas. Todas las determinaciones fueron realizadas en los laboratorios del Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear (CEADEN).

Para la determinación de Cd y Pb se utilizó la técnica de Voltametría de Redisolución Anódica, según lo descrito en los procedimientos de este laboratorio (IA 6746:10. 1999), empleando para ello un Analizador Polarográfico tipo PA4. En este método puede interferir la presencia de materia orgánica y de oxígeno disuelto. Para resolver la primera interferencia, la muestra incinerada se disolvió con ácido fluorhídrico, perclórico y nítrico concentrado y para la segunda interferencia se hizo pasar por la solución una corriente de nitrógeno para desplazar el oxígeno.

Las determinaciones de Fe, Cu y Zn se realizaron mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica según lo descrito en el procedimiento (IA 6746: 11, 1999), empleando un espectrofotómetro de absorción atómica (SP9-800 PYE UNICAM), previa disolución de la porción de ensayo con una mezcla de ácidos fluorhídrico, perclórico y nítrico concentrados.

La determinación de Hg se realizó mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica, utilizando la técnica de vapor frío descrita en el procedimiento (IA 6746: 19, 1999), empleando un espectrofotómetro de absorción atómica (SP9-800 PYE UNICAM). Este procedimiento incluye la conversión del mercurio en mercurio inorgánico divalente mediante un proceso de digestión ácida con reflujo.

A los resultados se les aplicó una estadística descriptiva para estimar la media, la desviación estándar, el coeficiente de variación, el intervalo de confianza y el rango de cada uno de los parámetros analizados. Se aplicó además la prueba de T de student para conocer si existían diferencias significativas entre las concentraciones obtenidas de los metales en los periodos de lluvia y seca.

El procesamiento estadístico en su conjunto se realizó a través del software SigmaStat for Windows® versión 3.5, 2006.

Resultados y discusión

El análisis de los metales pesados en el mejillón verde de la bahía de Cienfuegos mostró que los metales esenciales (Fe, Zn y Cu), se encontraron en mayor proporción que los eminentemente tóxicos (Pb, Cd y Hg), en los dos períodos estudiados (Tablas 1 y 2), lo cual es normal si se tiene en cuenta la doble funcionalidad de los primeros. Los metales esenciales o micro elementos (Fe, Zn y Cu) son cofactores de numerosas enzimas necesarias para el buen desarrollo del molusco, por tanto se encuentran en mayor cuantía en dependencia de los requerimientos metabólicos del organismo para mantener su tasa de crecimiento, reproducción y desove (Zapata y col 2012 y Rojas y col 2009). Esto coincide en el caso del Cobre y el Zinc con lo expresado por Usero y col. (1996) que plantean que ambos elementos en pequeñas cantidades actúan como componentes estructurales o catalíticos indispensables para el crecimiento, y tienden a incrementarse con el tiempo de exposición y la talla del cuerpo. La proporción, de estos metales en los mejillones verdes fue; Fe > Zn > Cu, esto coincide con lo reportado para la mayoría de las especies y la familia Mytilidae no es una excepción (Sidwell, 1981). Sin embargo los metales eminentemente tóxicos, no son necesarios para los organismos como los metales esenciales, y ante la biodisponibilidad de estos en el medio los moluscos desarrollan mecanismos de defensa, mediante rutas metabólicas específicas de depuración y transformación, como es el caso del Plomo, Cadmio y Mercurio, sin dejar a un lado su capacidad de concentración por ser organismos filtradores, sedentarios y de amplia distribución (Zapata y col, 2012 y Acosta y col 2004).

Tabla 1. Concentración de metales esenciales en masa del mejillón verde *Perna viridis* de la bahía de Cienfuegos.

Estadígrafos	Concentración Metales esenciales en lluvia y seca (mg/Kg peso húmedo)					
	Fe		Zn		Cu	
	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia
Media	133.07	294.00	17.76	122.53	1.01	21.33
Desv. Típica	44.67	25.46	2.37	30.63	0.10	3.09
Valor t (p)	-5.117 (p<0.05)		-6.8198 (p<0.05)		-11.386 (p<0.05)	
Coef. variación	33.57	8.66	13.35	25.00	10.12	14.49
Máximo	184.60	312.00	19.87	165.8	1.14	25.70
Mínimo	105.40	276.00	14.42	95.8	0.89	17.90

Tabla 2. Concentración de metales tóxicos en masa del mejillón verde *P. viridis* de la bahía de Cienfuegos.

Estadígrafos	Concentración Metales tóxicos en lluvia y seca (mg/Kg peso húmedo)					
	Pb		Cd		Hg	
	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia
Media	0.43	1.34	<0.1	0.80	<0.05	0.07
Desv. Típica	0.05	0.25	-	0.21	-	0.01
Valor t (p)	5.104 (p<0.05)		-		-	
Coef. variación	12.28	18.65	-	26.73	-	18.45
Máximo	0.51	1.66	-	0.99	-	0.078
Mínimo	0.37	1.05	-	0.50	-	0.060

Se experimentó un aumento significativo de casi todos los metales en la época de lluvia (mayo/2011), ver Figuras 2 y 3 posiblemente debido al efecto favorecedor de la bioacumulación de metales que ejercen las mayores temperaturas del agua de esta época en los moluscos (Mubiana y col. 2007). En este sentido Rajkumar y col. (1992) encontraron que el aumento de la temperatura generalmente favorece la tasa metabólica de los organismos, ayudando así al proceso de acumulación de metales presentes en el medio. Estudios realizados por Lakshmanan y Nambisan (1983) en los moluscos bivalvos *Villorita cypirinoidea* var. *Cochinensis*, *Meretrix casta* y *Perna viridis*, indican altas concentraciones de los niveles de Cu, Zn y Pb en períodos de lluvia con baja salinidad y pH, así como bajas concentraciones en época seca de alta salinidad y pH. Este hecho pudiera sugerir que la salinidad juega un papel importante en la concentración de estos metales en las partes blandas, siendo en estas condiciones más accesibles para estos organismos en el medio. Como parte del proyecto general en el que se enmarca esta investigación también se monitorearon las características hidrológicas de la bahía de Cienfuegos y se encontró que el parámetro de salinidad mostró gradientes espaciales y temporales asociados a las diferentes épocas del año, aunque cierta estabilidad en la columna de agua (Garcés y col, 2012, Lemus y col. 2010). Salazar (2011) encontró que la lluvia y la escorrentía eran fuentes importantes de metales pesados en la región costera de la península de Araya, registrando una fuerte correlación entre las variaciones de pluviosidad y las concentraciones de metales pesados.

Como los metales esenciales (Fe, Zn y Cu) no están regulados para los moluscos bivalvos en la norma cubana (NC 496, 2015), aunque si la ingesta diaria admisible (IDA), se puede plantear que el consumo de una ración de 100g de mejillón verde (asumiendo los valores más elevados obtenidos en época de lluvia), no sobrepasan los niveles máximos de ingestión tolerable establecidos para la población cubana adulta (Hernández y col, 2009).

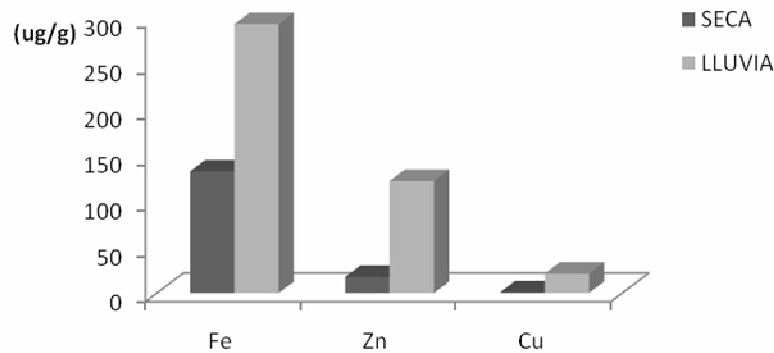


Figura 2. Metales esenciales en fracción comestible de *P. viridis* de la Bahía de Cienfuegos en lluvia y seca.

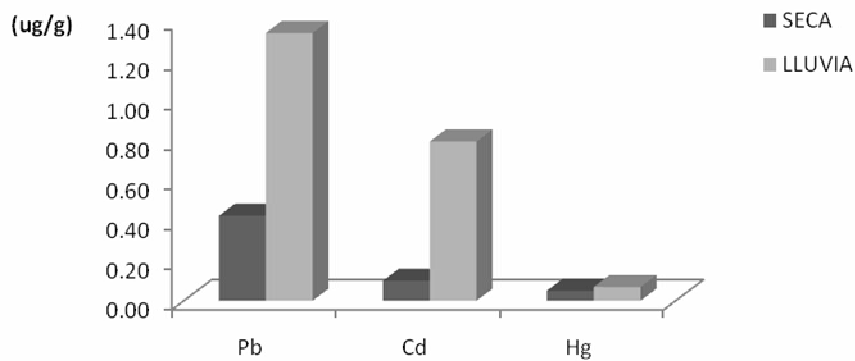


Figura 3. Metales eminentemente tóxicos en fracción comestible de *P. viridis* de la Bahía de Cienfuegos en épocas de lluvia y seca.

Otro aspecto que puede influir en el aumento de los metales pesados en el mejillón verde es la disponibilidad de estos metales en la zona de estudio en época de lluvia, debido al incremento de las corrientes de agua de los afluentes durante las lluvias, que aumentan la turbidez de las aguas en los puntos de impacto en la bahía, con resuspensión de los metales que se encuentran en el sedimento. Como es conocido la bahía de Cienfuegos es una de las que recibe un mayor impacto antrópico en Cuba, junto con las de La Habana, Puerto Padre, Guantánamo y Matanzas (Tur y col. 2011; Pérez M, 2004; García E, 2004; Castellanos y col, 2008). Como parte de los residuales que se descargan en ella, se encuentran los metales pesados. Estudios realizados en los últimos años corroboran la alta contaminación del sedimento

por diferentes elementos como: Plomo, Cobre, Arsénico, Vanadio, entre otros (Castellanos y col. 2008) en esta bahía. Al mismo tiempo otra fuente de metales pesado pueden ser los hidrocarburos vertidos en sus aguas, reportados por Tolosa y colaboradores (Tolosa y col 2009).

No obstante, el incremento experimentado por todos los metales eminentemente tóxicos como Pb, Cd y Hg, en ninguno de los dos períodos analizados sobrepasan los límite máximo permisible (LMP) estipulado para estos metales en la Norma Cubana vigente (NC 496, 2015), ni en otras normas internacionales como la de la Comunidad Europea (Reglamento UE, 2011), como se puede observar en la Figura 4. Sin embargo es necesario mantener una vigilancia en caso de ser aprobado su consumo puesto que una muestra presentó un valor de concentración para el Pb en época de lluvia, que sobrepasó lo establecido aunque este no determinó que la media para esta temporada estuviera por encima del (LMP).

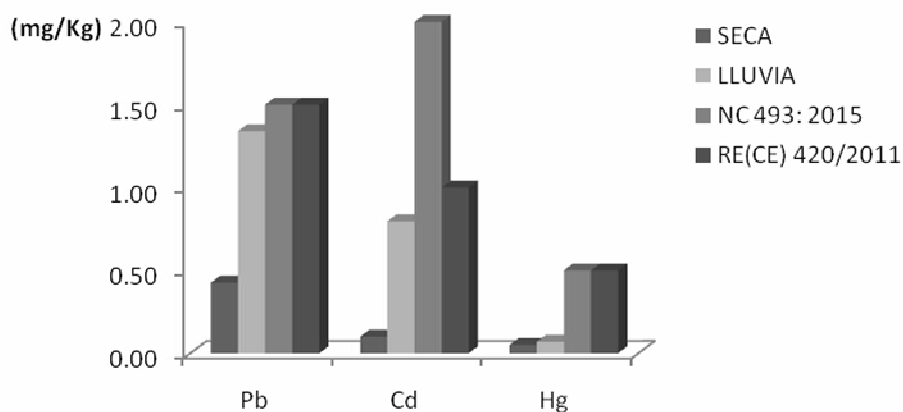


Figura 4. Valores de metales tóxicos en la masa del mejillón verde *Perna viridis* comparados con lo establecido en la norma cubana y la norma vigente para la Comunidad Europea (Reglamento UE, 2011).

Conclusiones y recomendaciones

La fracción comestible de los mejillones verdes *Perna viridis* muestreados en la Bahía de Cienfuegos en épocas de lluvia y seca cumplieron con las normas vigentes nacionales e internacionales en cuanto a concentración de metales pesados para el consumo humano, no obstante la presencia de otros contaminantes químicos en la bahía pudieran vetar su consumo.

Resulta imprescindible alertar a las autoridades competentes que los mejillones verdes (*P. viridis*) de la Bahía de Cienfuegos no deben ser

consumidos hasta conocer el cumplimiento de todos los requisitos de inocuidad, en aras de proteger la salud de la población.

Referencias

- Acosta V. y C. Lodeiros, (2004). Metales pesados en la almeja *Tivela mactroides* Born, 1778 (Bivalvia: Veneridae) en localidades costeras con diferentes grados de contaminación en Venezuela. *Ciencias Marinas*. 2004; 30: 323-333.
- Acosta V, A. Prieto y C. Lodeiros, (2006). Índice de condición de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) bajo un sistema suspendido de cultivo en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. *Zootecnia Trop*. 2006; 24(2): 177-192.
- Arias, A. y J. García; (1999). Materia orgánica en sedimentos de Playa Güiria. Estado Sucre- Venezuela. *Acta Cient Ven.*, 50 (Sup 2): 87 (Resumen)
- Arias.A y J. García; (2001). Concentración de los metales pesados Cu y Pb y su relación con la actividad enzimática glucógeno fosforilasa y glucógeno sintetasa en el mejillón (*Perna viridis*). *Zootecnia Trop.*, 19 (2): 115 - 129. 2001. Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt1902/texto/ariasalicia.htm
- Baqueiro ER, L. Borabe , CG.Goldaracena y J. Rodríguez, (2007). Los moluscos y la contaminación. Una revisión. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 2007; 78: 1S- 7S.
- Bonilla J. (1999). Calidad del agua de la Ensenada Grande de Obispo. Estado Sucre. Venezuela. *Acta Cient. Ven.*, Sup 2. Vol 50. 86p (Resumen)
- Castellanos ME, AR. León, A. Moreira, CE. Miranda y M. Morales.(2008). Integrando la información científica al proceso de toma de decisiones del MIZC: la bioindicación de los metales pesados a partir de las microalgas. *Cub@: Medio ambiente y Desarrollo*. 2008; 8(15).
- Codex Alimentarius, Food Hygiene Basic Texts, (1997). Recommended International Code of Practice. General Principles of food hygiene. CA/RCP 1-1969, 1997; rev. 3.
- Cossa D., E. Bourget y J. Piuze. (1979). Sexual maturation as source of variation in the relation ship between cadmium concentration and body weight of *M. edulis* (L). *Marine Pollut*. 10: 174-176.
- Davy FB. y M. Graha, editores (1984). Cultivo de bivalvos en Asia y el Pacífico: trabajos presentados en un seminario celebrado en Singapur del 16 a 19 de febrero de 1982. Ottawa; 1984.
- Durá MJ, R. Abajas. Enfermedades de origen alimentario intoxicaciones y toxiinfecciones alimentarias. Curso: Nutrición y Dietética. Universidad de Cantabria [Curso en Internet]. [Actualizado 2011; citado 2012 nov 30]. Disponible en: <http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/nutricion->

[y-dietetica-2011-1/nutricion-y-dietetica-2011/materiales-de-clase/tema4.pdf](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090916.html)

- FAO/OMS. Garantía de la inocuidad y calidad de los alimentos: directrices para el fortalecimiento de los sistemas nacionales de control de los alimentos [Monografía en Internet]. [S/F; Citado 2012 nov 30]. Disponible en: http://www.who.int/foodsafety/publications/capacity/en/Spanish_Guidelines_Food_control.pdf
- Frazier J., S. George and J. Overnell. (1985). Characterization of two molecular weight classes of Cd binding proteins the *Mytilus edulis*. *Comp. Biochem. Physiol*, **80**: 257-262.
- Garcés Y, A. Betanzos, A. Lopeztegui y A. Artilés (2012). Hydrological characteristics of Cienfuegos' Bay, Cuba, related to the presence of the invasive green mussel *Perna viridis*. *Inter. J. of Marine Science*. 2012; 2(2): 12-17.
- García E. (2004). Proyecto "Evaluación y control de la contaminación marina en la Bahía de Puerto. Informe final. CIMAB. 2004.
- IA 6746: 10,1999. Materiales Biológicos. Determinación de Cu, Zn, Cd y Pb. Voltametría de Redisolución Anódica.
- IA 6746: 11, 1999. Suelos. Determinación de Al, Ca, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn y Pb. Espectrofotometría de Absorción Atómica.
- IA 6746: 19., (1999) Materiales biológicos. Determinación del contenido de Hg en muestras de pescado y mariscos mediante Vapor Frio. Espectrofotometría de Absorción Atómica previa digestión ácida en horno de microondas.
- Laksmanan P. y P. Nambisan (1983). Seasonal variations in trace metal content in bivalve mollusks. vr'llorr'ta cyprinoids var cochinchinensis (Hanley), Meretrix casta (chemnitz) and Perna viridis(Linnaeus). *Indian J. Mar. Sci.* 12: 100-103
- Lobel P. y D. Wright. (1982). Gonadal and nongonadal zing concentration in mussel. *Mar. Pollut. Bull*, 13:323-329.
- Mubiana V, y R. Blust (2007). Effects of temperature on scope for growth and accumulation of Cd, Co, Cu and Pb by the marine bivalve *Mytilus edulis*. *Marine Environmental Research*. 2007; 63: 219-235.
- Disponible en: <http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/nutricion-y-dietetica-2011-1/nutricion-y-dietetica-2011/materiales-de-clase/tema4.pdf>
- Narváez, N.; C. Lodeiros, O. Nusetti, M. Lemus, y A. Maeda-Martínez, (2005). Incorporación, depuración y efecto del cadmio en el mejillón verde *Perna viridis* (L.1758) (Mollusca: Bivalvia). *Ciencias Marinas*, 31: 91-102.
- Norma Cubana NC 493:2015. Contaminantes metálicos en alimentos. Regulaciones sanitarias. CEN, Cuba
- Rajkumar W, R. Mungal, E. Bahadoorsingh (1992). Heavy metal concentration in sea water, sediment, and biota (*Donax striatus*) along the east coast of Trinidad. *Carib. Mar. Stud*. 1992; 3: 26-32.

- Reglamento (UE) No 420/2011 de la comisión 29 de abril de 2011 que modifica el Reglamento (CE) No 1881/2006, por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. Diario Oficial de la Comunidad Europea. 2011; L 111/3.
- Rojas N, M. Lemus, L. Rojas, G. Martínez, Y. Ramos y KS. Cheng, (2009). Contenido de mercurio en *Perna viridis* en la costa norte del Estado Sucre, Venezuela. *Ciencias Marinas*. 2009; 35(1): 91–99.
- Rojas-Astudillo, L.; Chang, Y.; Agard, J.; I. Bedel, I. y R. Hubbard, (2002). **Heavy** metals in green mussel (*Perna viridis*) and oyster (*Crassostrea* sp) from Trinidad and Venezuela. *Environmental Contamination and Toxicology*, 42: 410- 415.
- Salazar C. (2011). Variación temporal de metales pesados esenciales y no esenciales en el isópodo litoral *Tylos wegeneri* (Vandel, 1952) en Guayacán, estado Sucre, Venezuela. Trabajo especial de Grado, Universidad de Oriente, Departamento de Biología, Cumaná. 2011; 26 p.
- Tur A, y R. Regadera (2001). Proyecto “Evaluación y control de la contaminación marina en la Bahía de Matanzas y la Zona Varadero-Cárdenas”. Informe final. CIMAB. 2001.
- Tolosa I., M. Mesa y CM. Alonso, (2009) Inputs and sources of hydrocarbons in sediments from Cienfuegos bay, Cuba. *Marine Pollution Bulletin*. 2009. Disponible en: www.elsevier.com/locate/marpolbul
- Usero J, E. González y I. García, (1996). Trace metals in the bivalve mollusk *Chamelea gallina* from the Atlantic coast of southern Spain. *Mar. Pollut. Bull.* 1996; 32(3): 305-310.
- Yap, C., A. Ismail, y H. Omar, (2003). Can the byssus of green-lipped mussel *Perna viridis* (Linnaeus) from the west coast of peninsular Malaysia be a biomonitoring organ for Cd, Pb, y Zn, field in laboratory studies. *Environmental International*, 29: 521-528.
- Zapata E, L. Rojas de Astudillo, G. Sánchez G y M. Barreto, (2012). Metales pesados y biomarcadores relacionados en *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) recolectado en las costas del estado Sucre, Venezuela. *Ciencias Marinas*. 2012; 38(3): 517–528.

REDVET: 2016, Vol. 17 N° 9

Este artículo Ref. 091613 está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090916.html>
concretamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090916/091613.pdf>

REDVET® Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®.

Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con [Veterinaria.org®](http://www.veterinaria.org) <http://www.veterinaria.org> y con
REDVET®- <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>