

Depuración por transplante del bivalvo comercial papo´e reina (*Atrina rigida*) de la bahía de amuay, Venezuela, afectado por bioacumulación de hidrocarburos

José Rengel^{1*}, Maria Lugo², Orlando Pomares¹, Yvan Leal³

- (1) Centro de Investigaciones Tecnológicas Industriales y Pesqueras, Laboratorio de Acuicultura, Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Punto Fijo, Estado Falcón, Venezuela.
 - (2) Programa de Ingeniería Pesquera, Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Punto Fijo, Estado Falcón, Venezuela.
 - (3) Departamento de Química, Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Coro, Estado Falcón, Venezuela.
- (* Autor para la correspondencia: rengeljoser@gmail.com)

RESUMEN

Un método utilizado para disminuir o eliminar concentraciones elevadas de residuos en moluscos bivalvos, es la depuración. Este método consiste en la colocación del molusco en agua no contaminada o limpia durante un periodo determinado de tiempo y se basa en la capacidad auto purgante de los moluscos por sus características de organismos filtradores, eliminándose así los residuos que permanecen en dicho organismo. Por esta razón, se capturaron varios ejemplares del molusco bivalvo *Atrina rigida* y se colocaron en un ambiente natural no contaminado y determinaron las concentraciones de hidrocarburos totales, para evaluar el comportamiento de estos en el tejido de los animales, cada 12 horas por un periodo de 11 días de depuración. Paralelamente se aplicó una prueba organoléptica, con la finalidad de establecer preferencia, en cuanto a olor, color y sabor de organismos depurados y no depurados. Los resultados obtenidos en hidrocarburos totales, antes y después de la depuración fue de 2137,00 ppm y 263,64 ppm respectivamente, lo que representa una disminución de la concentración en un 87.66 % en un tiempo total de proceso de depuración de 272 horas. En las primeras 60 horas, la eficiencia de depuración fue del 68,09 %, en las siguientes 84 horas se detuvo y en las 96 horas finales fue de 73, 61 %. Con la aplicación de la prueba organoléptica, se demostró la preferencia en cuanto a color, olor y sabor, con un 95 % de confianza, por parte de las personas encuestadas, para los moluscos depurados.

Palabras clave: *Atrina*, calidad, depuración.

ABSTRACT

The depuration is a method used to decrease or to eliminate high quantity of waste in bivalve mollusk. This method consists in placing the mollusks in to uncontaminated or clean saltwater during a determinate period of time and its fundament is based in the auto-purge characteristics of the organisms due to the own filter capacity, eliminating in this way remain waste. For this reason, several bivalve mollusc *Atrina rigida* were catch and placed into a uncontaminated natural environment to determine total hydrocarbon concentration and evaluate its behavior into the animals tissues, every 12 hours along 11 days of depuration. At the same time, an organoleptic test was applied with the purpose of establishing preference, as far as scent, color and taste between purified and not purified organisms. The results obtained in total hydrocarbons concentration before the depuration was 2137.00 ppm and after the depuration was 263.00 ppm, that represents a decrease of 87.66% in total depuration process of 272 hours. In the first 60 hours, depuration method had a 68.09% of efficiency, in the following 84 hours the depuration process stopped, but in the last 96 hours efficiency was 73.61%. With the application of the organoleptic test, in accordance with the people who participated in the survey, the preference was demonstrated as far as scent, color and taste in 95% for the depurated mollusks.

Key words: *Atrina*, depuration, quality.

INTRODUCCIÓN

En Venezuela, los moluscos bivalvos se encuentran distribuidos a lo largo de toda la costa, muchas de sus especies tienen una importancia e interés comercial en la Bahía de Amuay, Municipio Los Taques, Península de Paraguaná, estado Falcón.

Algunos moluscos bivalvos son explotados comercialmente, para el consumo humano, uno de los más importantes es la *Atrina rigida*.

En la bahía se encuentra ubicada la Refinería Amuay, perteneciente al Centro Refinador Paraguaná la cual utiliza grandes volúmenes de agua de mar pro-

veniente de la bahía (154 galones por minuto) para el enfriamiento de sus plantas, las cuales son devueltas nuevamente a la misma, llevando consigo ciertos residuos como hidrocarburos. Estos residuos pueden afectar de alguna manera a la población marina existente y ocasionar un problema a los pescadores y habitantes de la zona, que comercializan estas especies, para su subsistencia y manutención (Servicio Integral AM, Compañía Anónima (SERVIAMCA), (1996), Camp D. and McKee International Inc. (CDM) (2000).

Un método tradicional utilizado para prevenir o disminuir la posible contaminación de moluscos por bacterias, residuos tóxicos, metales pesados e hidrocarburos, es la depuración. Este método consiste en la colocación del molusco en agua no contaminada o limpia durante un período determinado de tiempo y basándose en la capacidad auto purgante de los moluscos por sus características de organismos filtradores, estos pueden eliminar los residuos que permanecen en dicho organismo (Cabrera, 1999). El tiempo de depuración puede depender del grado de contaminación, de la temperatura y de la eficiencia de la circulación o renovación de agua (Tornes, George, 1971). Generalmente éste método es aplicado en laboratorios con equipos de alta tecnología y muy costosos. Castañeda *et al.* (2006), desarrollaron la tecnología para depurar moluscos bivalvos de los sistemas lagunares de Veracruz, México, utilizando ozono y rayos ultravioleta, para disminuir o eliminar la presencia de agentes patógenos en estos organismos. Rengel *et al.* (2007), depuraron moluscos bivalvos pertenecientes al género *Chione*, en un sistema con recirculación de agua, logrando disminuir la concentración de hidrocarburos y bacterias totales en tejido de estos organismos en 88,83% y 77,48% respectivamente, en 90 horas. El trasplante de moluscos bivalvos contaminados por residuos al medio natural descontaminado, como método de depuración alternativo al trasplante al laboratorio, busca un método sencillo de mejorar la calidad de los moluscos al alcance del pescador artesanal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo y trasplante de los moluscos

Los animales se capturaron, mediante buceo autónomo, en el sur de la Bahía de Amuay, zona caracterizada por exhibir altos niveles de concentración de hidrocarburos, de acuerdo a lo reportado por CDM (2000) y Rengel *et al.* (2007) (Figura 1), se escogieron al azar diez ejemplares de talla comercial para determinar la concentración inicial de hidrocarburos totales en el tejido de los organismos (Hodgson, 1984) y el resto fueron colocados en cuatro jaulas de malla plástica de media pulgada de abertura, con dimensiones de un metro de largo por un metro de ancho por 0,30 m de alto, a una densidad de 50 animales por jaula. Las jaulas con los organismos fueron colocadas en la costa conocida como El Pico, al norte de la Bahía de Amuay, cuyas aguas presentaban la calidad requerida para realizar la depuración (Richards, 1991), de acuerdo a la evaluación preliminar de las concentraciones de hidrocarburos y bacteria totales realizado por Rengel *et al.* (2007). Posteriormente se escogieron diez ejem-

plares cada 12 horas para evaluar la variación de la concentración de hidrocarburos totales en el tejido de los moluscos, desde su trasplante hasta el final de la experiencia.

Determinación de la concentración de hidrocarburos totales

Para determinar los hidrocarburos totales en el molusco bivalvo *Atrina rigida* se utilizó el método gravimétrico, según los procedimientos descritos por el Ente Internacional para Vigilancia del Mejillón (Hodgson, 1984).

En este caso, se escogieron 10 ejemplares al azar (30 g de músculo aproximadamente), se les extrajo el músculo aductor, que es lo que se comercializa y se consume, y se preservó congelado hasta su posterior análisis (cuando finalizó la experiencia).

Aplicación de una prueba organoléptica

Se aplicaron pruebas sensoriales (sabor, color y olor) a 50 personas, seleccionadas al azar, para caracterizar cualitativamente la calidad del producto, antes de aplicar la depuración y después de aplicada y establecer la aceptabilidad del producto por parte de los consumidores, según la metodología del Manual de Evaluación Sensorial de los alimentos (Mackey *et al.*, 1984).

Evaluación de la eficiencia de la depuración

La evaluación de la eficiencia de la depuración se realizó considerando la concentración de los hidrocarburos totales, obteniéndose el promedio de variación de estos parámetros con respecto a las muestras, tanto depurada como no depurada. Se realizó un análisis de varianza para determinar si existe diferencia significativa entre la muestra depurada y la no depurada.

El porcentaje de depuración se expresó mediante la ecuación:

$$\frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$$

Donde:

C_i = concentración inicial.

C_f = concentración final.

Adicionalmente, se trazaron curvas ajustadas a funciones matemáticas para describir el comportamiento tendencial de las concentraciones de hidrocarburos a lo largo del período de depuración.

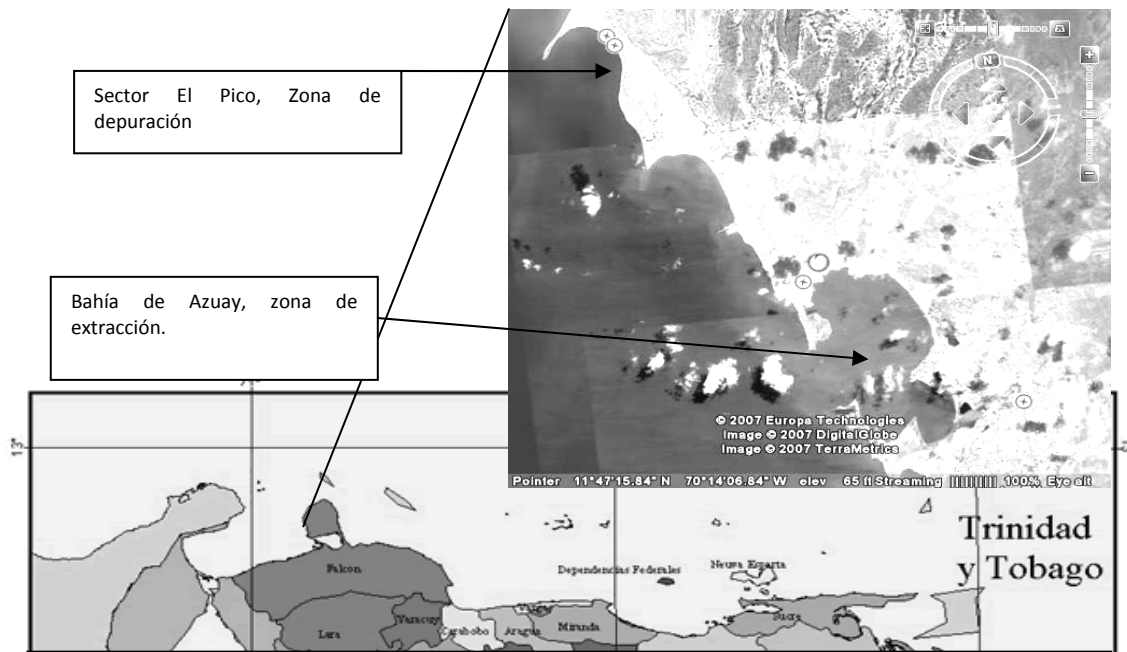


Figura 1. Área de Estudio, ubicación de los estratos de muestreo de la zona de depuración, en la costa occidental de la Península de Paraguaná, Venezuela. (Las coordenadas representan los extremos que delimitan cada estrato)

RESULTADOS

Hidrocarburos totales

En la Tabla 1 se muestran los valores promedios de las concentraciones de hidrocarburos totales en las muestras de los moluscos bivalvos, antes, durante y después de ser aplicada la depuración en un ambiente natural.

El comportamiento normal entre las réplicas de cada muestra, se determinó con una prueba de normalidad ($\alpha = 0,05$) y el coeficiente de variación (Cv) presentó un comportamiento homogéneo entre las réplicas de las muestras analizadas.

En la Figura 2, se observa el comportamiento de la curva que representa la variación de las concentraciones de hidrocarburos totales a lo largo del tiempo total de depuración, en la cual se aprecia una tendencia a la disminución progresiva en la concentración de los hidrocarburos totales en las primeras 60 horas, con un leve estancamiento entre las 60 y 144 horas y una disminución acentuada entre las 144 y 240 horas. Sin embargo, el comportamiento de la tendencia no fue lineal sino polinomial, y el porcentaje de eficiencia en la depuración resultante fue de 87,66%.

Se realizó un análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para determinar la diferencia significativa entre la concentración. El mismo demostró que existen diferencias, por lo cual se considera que se realizó la depuración del molusco.

Prueba organoléptica

Para la evaluación de la eficiencia de la prueba organoléptica aplicada, se aplicó la prueba de proporciones, con un nivel de significancia del 95%.

Los análisis demostraron que tanto en olor, sabor y color de los organismos depurados fueron más aceptados que los no depurados.

DISCUSIÓN

De acuerdo a información suministrada por pescadores de la zona y observación realizada, después de las primeras 60 horas de haberse iniciado la experiencia, se presentó en la costa donde se trasplantaron los moluscos, un fenómeno conocido como “mar de fondo”, por lo que se deduce que el proceso de depuración se detuvo, ya que los organismos se encontraban en unas jaulas sobre la superficie del fondo y el movimiento brusco de las aguas, pudo obligar a los animales a mantener las valvas cerradas (estresados), prolongando el tiempo de depuración.

Richards (1991), plantea que unas de técnicas para depurar moluscos, es el traslado de los organismos a ambientes con mejor calidad de agua, pero que la depuración por hidrocarburos, no es rentable comercialmente, ya que esta es muy lenta.

Cabrera (1999), expone que los moluscos bivalvos colocados en agua limpia, pueden depurarse durante un período promedio de 5 días.

Tabla 1. Valores promedio de las concentraciones de hidrocarburos totales durante la depuración del molusco bivalvo *Atrina rigida* en un medio natural.

Hora	TRPH (ppm)
0	2137,003
12	1098,605
24	735,343
36	847,836
48	557,623
60	681,908
72	923,683
84	663,112
96	632,263
108	738,717
120	920,645
132	953,789
144	998,903
156	683,953
168	720,920
180	530,303
192	437,883
204	517,147
216	415,820
228	560,270

También se considera, que la variación de la talla (entre los 13 y 23 cm de longitud), pudo haber influido en la alta variabilidad de los resultados, ya que se considera, que mientras más edad tengan los organismos, mayor debe ser la concentración de hidrocarburos totales.

Investigadores del Área de Protección del Medio Marino y del Laboratorio de Bioensayos del Centro de Control de Contaminación del Pacífico de la Dirección General Marítima (DIMAR) (2005), presentaron resultados del análisis de Naftaleno y Fluoranteno por bioacumulación en *Anadara tuberculosa*, donde especifican que no hay un patrón definido dentro de la dinámica del compuesto en el período del ensayo, mostrando, por el contrario, un comportamiento irregular entre la absorción, retención y depuración, con una leve tendencia a aumentar en el tiempo.

La evaluación del ciclo de absorción, retención y excreción de estos hidrocarburos en los organismos se encuentra determinada por la capacidad de esta especie y el comportamiento de las propiedades físicas y químicas de los compuestos en el medio.

De igual manera plantean, que los niveles bioacumulativos del Naftaleno y Fluoranteno en los organismos son elevados, a pesar de las bajas concentraciones presentadas en el medio, esto se asocia a la gran afinidad existente entre el tejido lipídico y los hidrocarburos; a lo que se suma el hecho de que los moluscos bivalvos son incapaces de metabolizar estos compuestos y por tanto su excreción puede ser lenta.

Con respecto a la prueba organoléptica, se demostró la aceptación o inclinación por parte del consumidor, a seleccionar el organismo depurado, ya que su sabor, olor y color fueron más agradables que los no depurados.

CONCLUSIONES

Se obtuvo 87,66% de eficiencia en la depuración de los moluscos, en el sistema aplicado.

El trasplante del molusco bivalvo *Atrina rigida* de ambientes naturales contaminados por hidrocarburos a los no contaminados, para la depuración, puede constituirse en una opción práctica para mejorar la calidad de esta especie comercial.

El tiempo de depuración de moluscos bivalvos, puede ser disminuido, mejorando las condiciones de permanencia de los organismos en su medio natural. La prueba organoléptica permitió establecer la preferencia de los consumidores por el molusco depurado ante el no depurado, en cuanto a olor, color y sabor.

REFERENCIAS

Cabrera, T. (1999) Perspectivas de Cultivo de Molus-

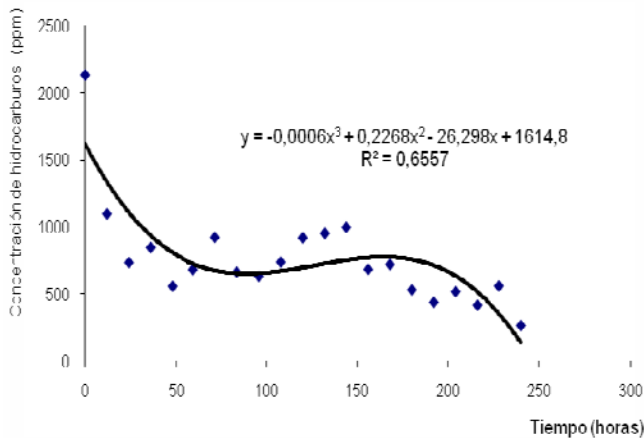


Figura 2. Diagrama de dispersión de la concentración de hidrocarburos totales con respecto al tiempo de depuración.

Sin embargo, Rengel *et al.* (2007), en condiciones controladas de laboratorio, obtuvieron 88,83 % de eficiencia de depuración de hidrocarburos totales, en los moluscos bivalvos perteneciente al género *Chione*, en 90 horas.

- cos Bivalvos. *Memorias del taller venezolano sobre aprovechamiento y comercialización de moluscos bivalvos*. Isla de Margarita, Venezuela.
- Catañeda Chavez, Ma. Del Refugio, Lango Reinoso, Fabiola, Le Pennec, Marcel. (2006) Tecnología de depuración de moluscos bivalvos de los sistemas lagunares de Veracruz. *Taller-Simposio sobre el ecosistema costero del Golfo de México y Mar Caribe: Hacia la integración de grupos de investigación*. Villahermosa, Tabasco México, del 28 al 30 de junio.
- CDM (2002) Feasibility study for Amuay Bay environmental impact evaluation. Camp D. & Mckee International Inc. Project by PDVSA. Final Report, 84 pp.
- DIMAR (2005) Toxicidad aguda y bioacumulación de dos hidrocarburos aromáticos policíclicos (Naftaleno y Fluoranteno) en *Anadara tuberculosa*. Disponible en: <http://www.cccp.org.co/> [Consultado en noviembre del 2005]
- Hodgson, E. (1984) National Academy of Sciences, Office Publications, Ed. Goldberg, Washington, DC, 248 pp.
- Mackey, A., Flores, I. y Sosa M. (1984) *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. Editorial CIEPE. 2º ed. San Felipe, Venezuela.
- Rengel, José, Puente, Carlos, Brito, Juan (2007a) Evaluación preliminar de las concentraciones de hidrocarburos y bacterias totales en la costa occidental de la península de Paraguaná, estado Falcón. Libro Resumen: *VII Congreso de Ecología*, Ciudad Guayana, Venezuela 258 p.
- Rengel, José, Chiquito, P., Blanchard, J. (2007b) Depuración de los moluscos pertenecientes al género *Chione* bajo condiciones controladas de laboratorio. Libro Resumen: *VII Jornadas de Investigación en el marco del 30 Aniversario UNEFM*, Santa de Coro, julio, Venezuela, 63 p.
- Richards, G. P. (1991) Shellfish depuration. In: *Microbiology of marine food products*. (D.R. Ward & C.R. Hackney. eds) Van Nostrand Reinhold, 395 – 428 pp.
- SERVIAMBCA (1996) en: “Evaluación ambiental específica clausura patio de almacenamiento de Flexicoque, Refinería de Amuay, Estado Falcón”. Geohidua, Consultores C.A; LAGOVEN y RUSST.
- Tornes, E. y George, P. (1971) Manipulación de las ostras y otros mariscos. Proyecto de Investigación y Desarrollo Pesquero. Informe Técnico N° 38. Caracas, Venezuela.

Recibido: 20/05/2008
Aceptado: 08/02/2012