

# BIOACUMULACIÓN DE HIDROCARBUROS AROMÁTICOS DEL PETRÓLEO EN UN MOLUSCO BIVALVO

*Anadara tuberculosa*

1. Luis A. Calero H, 2. Mónica M. Zambrano O.

## RESUMEN

Se efectuó un seguimiento al proceso de bioacumulación de hidrocarburos aromáticos (HA) en un organismo filtrador de la especie *Anadara tuberculosa* (piangua) en la Ensenada de Tumaco; con el fin de conocer la tendencia, periodicidad o ciclo de los hidrocarburos dentro de estos organismos. Durante el desarrollo del estudio en mención se empleó una técnica "In Situ" que consiste en ubicar organismos en su habitat por medio de canastillas, en un cuerpo de agua en el que adicionalmente se encuentren presentes los compuestos de estudio, relacionando las variaciones obtenidas con los niveles presentados al exponer organismos a concentraciones estables en acuarios utilizando una segunda técnica denominada: "de laboratorio". Los niveles de hidrocarburos aromáticos totales (HAT) obtenidos "In Situ" oscilan entre 0.05 y 2.75 Ug/g mientras que los valores detectados con la "Técnica de Laboratorio" muestran fluctuaciones de 32.04 a 155.11 Ug/g siendo el comportamiento de estos compuestos dentro de los organismos bastante irregular con acumulación y eliminación de los mismos en cortos periodos de tiempo.

## INTRODUCCIÓN

Los ensayos de bioacumulación permiten observar el proceso de retención por parte de los organismos (plantas o animales) de ciertas sustancias o compuestos presentes en el medio. Estos ensayos se hacen necesarios ya que concentraciones grandes de ciertas sustancias en los tejidos, pueden causar la muerte pero, el organismo es capaz de acumular durante algún tiempo cantidades menores de ellas sin sufrir daño. En este último caso, los depredadores pueden acumular las sustancias en grado tal que resulte nociva para ellos o para los depredadores del nivel trófico siguiente (FAO, 1981).

Las partículas de contaminantes asociadas al sedimento están disponibles para la biota y son bioacumuladas en los tejidos lipídicos de los organismos (Pereira, et al. 1992) siendo de gran importancia, el hecho de que entre los procesos determinantes de la permanencia de estos compuestos en el medio se encuentre la captación por parte de los organismos vivos, ya que no solo los incorporan sino que a su vez permiten que pasen por muchos miembros de la cadena trófica marina sin alterarse, presentando adicionalmente una amplificación, siendo esta situación análoga a la presentada por los metales pesados y los plaguicidas (Stoker, 1981).

Los principales captadores de sustancias diluidas en el medio acuoso son los organismos filtradores ya que, al tratar de extraer nutrientes del agua logran retener sustancias o compuestos allí presentes, siendo esta la forma como consiguen incorporarlas en sus tejidos más aun si son bentónicos pues adicional a la facilidad de incorporar este tipo de compuestos la escasa o nula movilidad, trae consigo una gran incapacidad para eludir o evitar condiciones dañinas o adversas, comparados con organismos móviles por tal

razón, actúan como integradores de los efectos de varios niveles de contaminantes (Hartley, 1982 en Carrasco, et al. 1989).

Muchos moluscos bivalvos viven en aguas poco profundas alimentándose por filtraje, lo cual les permite ingerir partículas en suspensión del agua, generando a su vez una rápida alteración de los mismos en presencia de agentes polucionantes (Michel, 1980) adicional a esto se debe tener en cuenta que algunos llegan a presentar tasas de filtración que alcanzan los cuatro litros de agua en una hora (Wood, 1979).

El que muchos invertebrados bentónicos sean de gran importancia a nivel comercial como ocurre con mejillones, ostras y almejas, que a su vez presentan las características apropiadas para retener compuestos del medio, permite que sean usados como bioindicadores e integradores de contaminantes orgánicos hidrofóbicos, ya que pueden suministrar información acerca del potencial de biomagnificación en la cadena alimenticia a niveles tróficos superiores (Pereira, et al. 1992) pues, el encontrarse íntimamente acoplados con la trama alimentaria pelágica los convierte en un nexo para el transporte de contaminantes hacia dichos niveles tróficos, incluyendo peces y seres humanos (Smith, et al. 1988 en Carrasco et al, 1989).

Ensayos de bioacumulación a nivel de campo y/o laboratorio, son definitivamente importantes herramientas para evaluar un sin número de variables en el medio marino, aportando información concisa y bastante confiable que puede ser manejada con gran facilidad.

## AREA DE ESTUDIO

La Ensenada de Tumaco se encuentra localizada entre Punía Cascajal en la isla del Gallo  $1^{\circ} 48'$  de latitud norte y  $78^{\circ} 42'$  de longitud oeste, y la isla de Bocagrande a  $1^{\circ} 49'$  latitud norte y  $78^{\circ} 30'$  longitud oeste (Fernández y Verbel, 1986). Se caracteriza por ser un área fangoarenosa en la cual desembocan los ríos Mira, Chajal, Chilbi, Mexicano, además de varios esteros ciegos, comportándose como un estuario.

Con una longitud de aproximadamente 27 Km y una profundidad promedio de 5 m, a excepción del canal de navegación que alcanza profundidades de hasta 20 m, presenta cambios de marea cada seis horas quedando al descubierto durante los niveles míni-

mos, extensos playones que dificultan la navegación especialmente a la zona norte.

El clima es tropical con temperaturas altas pero no excesivas debido a la gran nubosidad predominante; el aire es húmedo. Se presentan dos épocas durante el año: lluviosa de enero a junio y seca de julio a diciembre. Las temperaturas oscilan entre 24 y  $30^{\circ}\text{C}$ , las máximas para mayo y junio y mínimas para los meses de noviembre a diciembre (Marrugo, 1990).

Para el desarrollo del estudio *In Situ* se requiere de una sola estación de monitoreo sin embargo, se seleccionaron cuatro previendo intervenciones antropogénicas que pudieran alterar la toma de muestras de organismos (Ver figura 1).

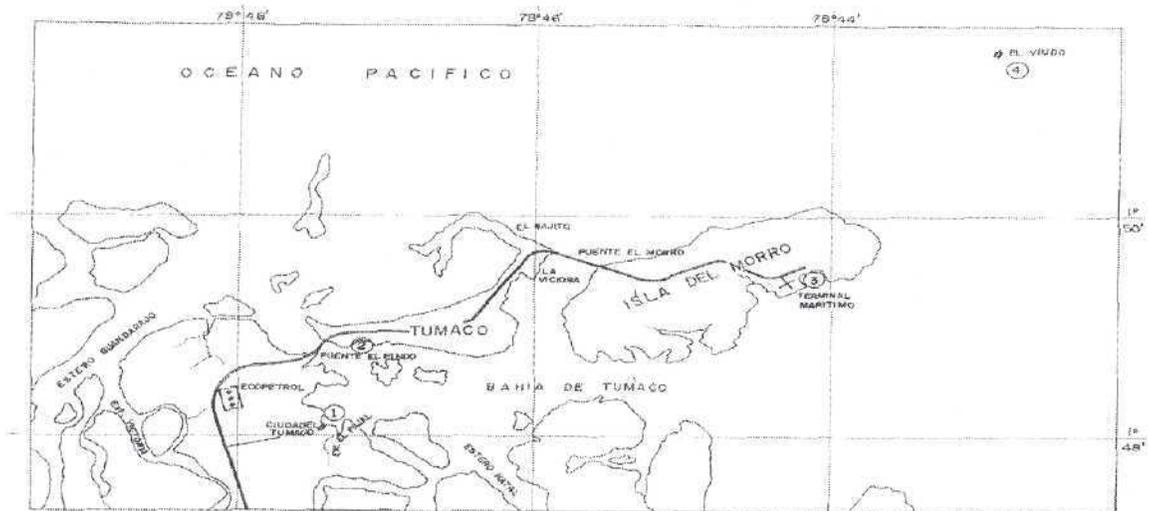
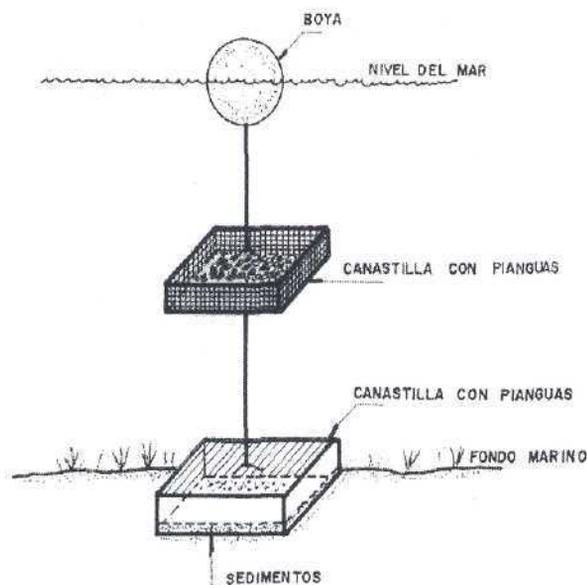


Fig.1 Estaciones de Muestreo

## METODOLOGÍA

Para obtener conocimiento sobre la capacidad de bioacumulación de Hidrocarburos Aromáticos en moluscos, se efectuó una combinación de dos técnicas, la primera de ellas *"In Situ"* consiste en depositar dichos organismos en un cuerpo de agua (Ensenada, Bahía) contaminado por hidrocarburos, den-

tro de canastillas que son colocadas en la mitad y en el fondo de la columna de agua (sobre el sedimento) durante un tiempo determinado; sustrayendo periódicamente de las canastillas, organismos con el fin de conocer su capacidad de bioacumulación ante el tóxico. En la segunda técnica *"de Laboratorio"* se realiza el mismo procedimiento colocando organismos en acuarios bajo condiciones controladas.



**Fig.2 Sistema para fijar las canastillas en los puntos de Muestreo.**

En el laboratorio se utilizaron acuarios (41 x 26 x 26 cm) y en cada uno de ellos se depositaron 10 organismos para los ensayos de toxicidad; en los ensayos de bioacumulación se mantuvieron organismos a una concentración estable mezclando ACPM y dispersante en proporción 9:1 y analizando el contenido de HAT en los organismos con una periodicidad de 5 días al igual que se realizaba con los organismos del campo.

Para ambas técnicas siempre se deben realizar uno o más ensayos preliminares, con el fin de no llegar al definitivo con variables que puedan afectar los resultados.

La cuantificación del contenido de hidrocarburos aromáticos totales (HAT) se realizó siguiendo las técnicas descritas en el informe del Curso Regional De Técnicas Analíticas Para La Determinación De Hidrocarburos De Petróleo En Organismos Y Sedimentos Marinos En El Pacífico Sudeste, Valparaíso, Chile (Bruhn, et al. 1987).

## ENSAYOS PRELIMINARES

Con el fin de calcular el periodo de exposición de los organismos al tóxico y su capacidad de sobrevivencia al mismo se efectuaron algunas pruebas en las que:

No se observó una tendencia determinada en cuanto a acumulación y depuración de estos compuestos pero, si se evidenció una mayor acumulación en los organismos ubicados en el sedimento.

Con el fin de determinar la capacidad sobrevivencia en el laboratorio, se llevaron organismos a acuarios (sin suministro de alimento), durante un periodo de 45 días, registrándose una sobrevivencia equivalente al 96.7%. encontrando, que esta especie soporta sin dificultad fluctuaciones de temperatura de 25°C a 30.5°C, salinidades de 30‰ a 40‰, valores de pH de 7.4 a 7.85 y rangos de oxígeno disuelto de 4.2mg/L a 5.5 mg/L.

## Técnica In Situ

Las concentraciones de HAT presentadas en las estaciones de muestreo fueron bastante variables y en ellas se observó un comportamiento irregular. Los resultados presentados corresponden al promedio observado entre el efluente de ECOPETROL y el muelle del CCCP ya que, en estas estaciones se logró obtener resultados a 60 días de exposición (Ver figura 3).

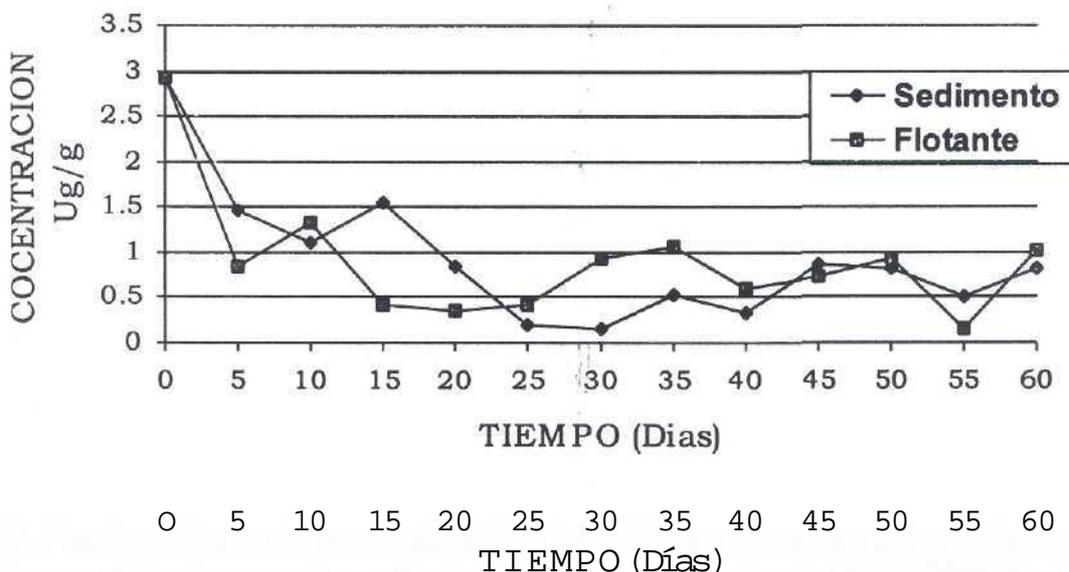
La retención presentada muestra valores significativamente bajos, con una concentración máxima de 1.47 Ug/g en organismos del sedimento y una mínima de 0.16 en ambos medios.

La concentración más elevada (después de la inicial) se presentó en organismos ubicados en el sedimento, siendo bastante inferior a la de los límites que se han podido establecer para nuestra costa Pacífica y que son del orden de los 16 Ug/g para organismos (Marrugo et al 1991).

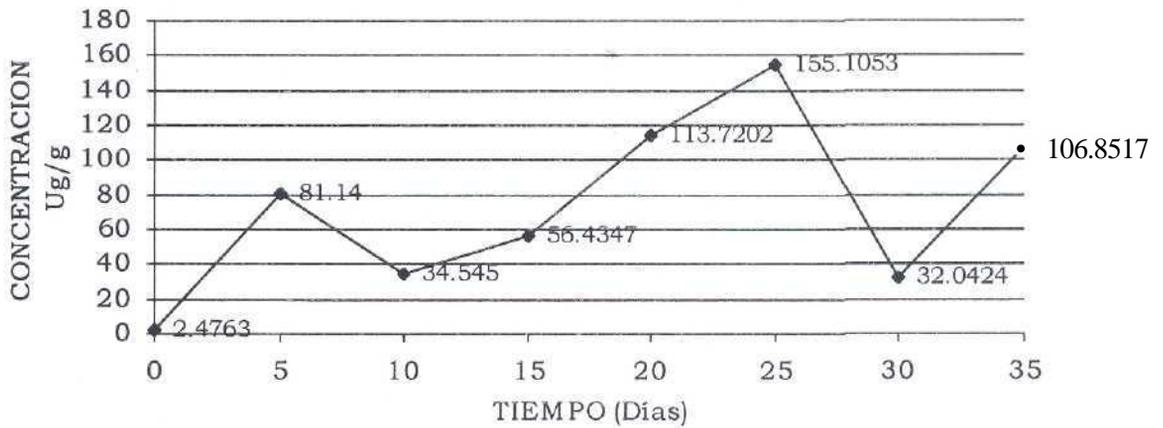
## Técnica en acuarios

Tras realizar las pruebas de toxicidad se dio inicio a un ensayo de bioacumulación de HA, trabajando con una solución ACPM - Dispersante (Super All # 38) en proporción 9:1.

La concentración con que se inició la prueba para los organismos fue de 2.47 Ug/g, Las concentraciones de HAT durante el ensayo fluctuaron entre 32.04 Ug/g y 155.11 Ug/g (Ver figura 4).



**Fig. 3. Fluctuación en la concentración de HAT para *Anadara tuberculosa* en las estaciones ubicadas en el muelle del CCCP y el efluente de ECOPETROL. Valores presentados en Ug/g en unidades de Criseno.**



**Fig. 4** Concentración de HAT para *Anadara tuberculosa* durante la prueba de bioacumulación con ACPM - dispersante. Valores presentados en Ug/g en unidades de Criseno.

Los resultados obtenidos en el laboratorio muestran que los organismos son bastante tolerantes a la presencia de ciertos compuestos tan tóxicos como los Hidrocarburos Aromáticos, ya que se presentaron concentraciones que alcanzan los 155.11Ug/g. A pesar de lo anterior, se esperaba que la acumulación de estos compuestos por parte de los organismos presentara una tendencia al incremento en el transcurso del ensayo pero, se presentaron disminuciones que, aunque son bastante drásticas, no alcanzan valores tan bajos como los obtenidos en el campo, lo cual está relacionado con las bajas concentraciones en el medio y los relativamente altas suministradas en el laboratorio.

Michel (1980), menciona que bivalvos sometidos a la acción de contaminantes, tienen un poder de aislamiento que los protege durante algunos días, y agrega que no se puede atribuir gran importancia a las dosis letales medias en dichas condiciones pero, a pesar de que periódicamente se evidencia una disminución en la actividad valvar de los organismos mientras se exponen a la presencia de contaminantes, también es cierto que no se presentan patrones que establezcan a nivel de laboratorio lo que este autor expone ya que, durante los primeros cinco días de exposición (a .120 horas de iniciado el ensayo) se presentó un incremento en el contenido de HAT de 78.67ug/g frente al contenido inicial.

## CONCLUSIONES

El comportamiento que presentan los HAT en los organismos no muestra una tendencia clara a algún tipo de periodicidad o ciclo específico en ninguno de los medios ensayados (sustrato-columna de agua) por el contrario, es totalmente irregular aun, en condiciones estables (a nivel de laboratorio).

A pesar de que los organismos ubicados "*In Situ*", acumularon concentraciones de HAT fácilmente depurables, los valores obtenidos están muy por debajo de su capacidad de acumulación, lo cual se evidenció en el ensayo realizado en el laboratorio.

*Anadara tuberculosa* es un organismo excelente para realizar ensayos de bioacumulación sin embargo, no es recomendable su utilización en ensayos de toxicidad ya que presenta demasiada resistencia por lo menos, ante derivados petrogenicos.

Las dos técnicas trabajadas paralelamente permiten establecer de manera real el comportamiento de los compuestos estudiados, resaltando la irregularidad que presentan al ser incorporados por los organismos.

## BIBLIOGRAFÍA

BRUHN, C. DUKE, V. LEGAROS O, A MARRÜGO, S. SONNERHOLZNER. 1,987. Informe del Curso Regional CPPS/PNUMA/COL Técnicas Analíticas para la determinación de Hidrocarburos de Petróleo en Organismos y Sedimentos Marinos en el Pacífico Sudeste. p.p. 23.

FAO, 1981. Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático. Parte 4a. Base para la elección de ensayos biológicos para evaluar la contaminación marina. FAO, Doc. Tea Pesca, (164): 34 p. En Curso regional CPPS/PNUMA/COI sobre bioensayos y pruebas de toxicidad para evaluar el efecto de la contaminación sobre organismos marinos en el pacifico sudeste. Cartagena.1988.

FERNANDEZ, T. y VERBELL, A. P. Programa de caracterización y vigilancia de la contaminación marina a partir de fuentes domésticas, agrícolas, industriales y mineras en áreas ecológicamente sensibles del Pacífico Sudeste. INDERENA, Cartagena.

MARRUGO, A. J. Estudio de la contaminación marina por hidrocarburos en el litoral sur pacífico Colombiano. Tumaco, Nariño, Colombia. En; Bol. Cient. CCCP, No. 1, 1990. p.p. 41-54.

MARRUGO, A. J. y PALACIOS, M.A. Estudio de la contaminación marina por hidrocarburos en el litoral Pacífico Colombiano: 1989-1990. Tumaco, Colombia. En: Bol. Cient. CCCP, No. 2(1991); p. 3-32

MICHEL, P. Polución por hidrocarburos : interacción con la biocenosis. En: PÉREZ, J. M. La Polución de las aguas Marinas, 1980. p. 250.

PEREIRA, W. E., F. D. HOSTETTLER and J, B. RAPP. 1992 Bioaccumulation of Hydrocarbons Derived from Terrestrial and Anthropogenic Sources in the Asian Clam, *Potamocorbula amurensis*, in san francisco bay estuary. Marine Pollution Bulletin.

RAMÍREZ, A. 1989. Fundamentos cuantitativos para realizar ensayos biológicos y pruebas de toxicidad como bases técnicas para formular un criterio de calidad de agua en el Gran Caribe. Cartagena. Pag. var.

STOKER, H. y SEAGER, L. Contaminación del aire y del agua. Química ambiental. Barcelona, España : Blume, 1.981. p. 243-247.

WOOD P. Manual de higiene de los mariscos. Zaragoza, España, Acríbia, 1979. p. 13.