

## HIDROCARBUROS DE ORIGEN ANTROPOGENICO EN LA BAHIA DE BERGANTIN, ESTADO ANZOATEGUI, VENEZUELA

GILBERTO CEDEÑO y JAIME BONILLA

*Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.*

**RESUMEN:** Hidrocarburos en el rango de  $n\text{-C}_{17}$  a  $n\text{-C}_{32}$  fueron determinados en el agua de mar. Los hidrocarburos disueltos y/o dispersos mostraron el mismo patrón de distribución bimodal de  $n$ -alcanos. Los hidrocarburos particulados indicaron diferentes orígenes y su variación mensual depende del aporte biogénico y petrogénico de los hidrocarburos individuales.

**ABSTRACT:** Concentration of hydrocarbons within the boiling point of the alkanes  $n\text{-C}_{17}$  and  $n\text{-C}_{32}$  were determined in sea water. Dissolved or dispersed hydrocarbons showed the same pattern with a bimodal distribution of  $n$ -alkanes. Particulate hydrocarbons indicated different kinds of origin, the observed monthly variation appears to be dependent, in part on the relative input of individual hydrocarbons, including biogenic and petrogenic compounds.

### INTRODUCCION

La actividad petrolera en la Bahía de Bergantín, Estado Anzoátegui, Venezuela, es muy intensa por la presencia de efluentes de las refinerías y de muelles de embarque de petróleo y sus derivados. En este sentido se estimó que para 1981 llegaron a esos muelles 640 tanqueros que realizaron exportaciones de productos crudos y terminados, y 890 con productos de importación. El intenso tráfico de tanqueros puede producir derrames y se estima que la mayoría (94%) puede ocurrir en los puertos; no obstante los derrames son pequeños y son atribuibles a causas operacionales.

Los desechos de las lagunas de decantación de la refinería El Chaure llegan en la parte sur oeste, a la salida de la bahía, descargan efluentes de la refinería Corpoven que también pudieran contribuir a la contaminación de la bahía. Los vertidos de las refinerías llevan al mar diversos productos tóxicos que afectan la biota marina de acuerdo al volumen del efluente y al contenido de hidrocarburos.

Los principales hidrocarburos provenientes de esos efluentes son la fracción saturada, que en altas concentraciones producen daños celulares y muerte a una gran variedad de organismos inferiores, los hidrocarburos aro-

máticos de bajo peso molecular son más solubles que los saturados, pueden matar organismos marinos por contacto o por ingestión. Los productos más tóxicos son los hidrocarburos aromáticos, entre ellos los derivados de benceno y naftaleno. Mientras que los hidrocarburos olefinicos son de toxicidad intermedia y se encuentran en los desechos de las refinerías.

Los efluentes de refinerías producen un efecto crónico y su impacto en los organismos marinos es diverso. COLWELL *et al.* (1972) indicaron que en zonas donde predominaban poblaciones de *Patella* y *Balanormofos*, éstas fueron sustituidas por *Fucus vesiculosus* por estar éstas protegidas por un mucilago que las hace resistentes a la acción de los efluentes de refinerías. REISH (1972) indicó la disminución de especies bentónicas por el efecto de residuos de refinerías, mientras que BAKER (1973) señaló que invertebrados marinos perdían su capacidad de sostenerse al sustrato rocoso.

MCLUSKY *et al.* (1977) también indicaron la disminución de individuos en poblaciones de organismos en áreas cercanas a los efluentes de refinerías. PERES (1980) asoció la abundante presencia de *Capitella capitata* con el incremento de la toxicidad de efluentes de refinería, relacionando el efecto tóxico sobre posibles depredadores de estos invertebrados.

La acción más evidente de los desechos de refinería es la disminución del número y diversidad de organismos con los subsiguientes efectos en la organización de las poblaciones y comunidades por lo cual es importante determinar la presencia de hidrocarburos en áreas cercanas a la influencia de los muelles y de los efluentes de las refinerías y observar la distribución de esos contaminantes en el mar.

### AREA DE ESTUDIO

La Bahía de Bergantín (Fig. 1) está situada al noreste del Estado Anzoátegui, es de forma semicerrada y comunica al oeste con la Bahía de Pozuelos a través de los canales entre Punta Bergantín - Isla Burro - Punta Guara-guao. Tiene una extensión este-oeste de 2.700 m y de ancho 450 m aproximadamente.

La entrada de la Bahía frente a los muelles y el canal entre Isla Burro y Punta Bergantín está dragada hasta una profundidad máxima de 22 m, para permitir el paso de tanqueros para la carga del petróleo y sus derivados. La parte interna no dragada se extiende desde Punta Bergantín hasta el interior de la Bahía, la zona más profunda es de 12 m.

En la Bahía se distinguen dos áreas de marcada diferencia; al sur se observa acumulación de residuos de petróleo, mientras que la costa norte posee zonas de manglares, mayor diversidad de organismos marinos y aguas más transparentes.

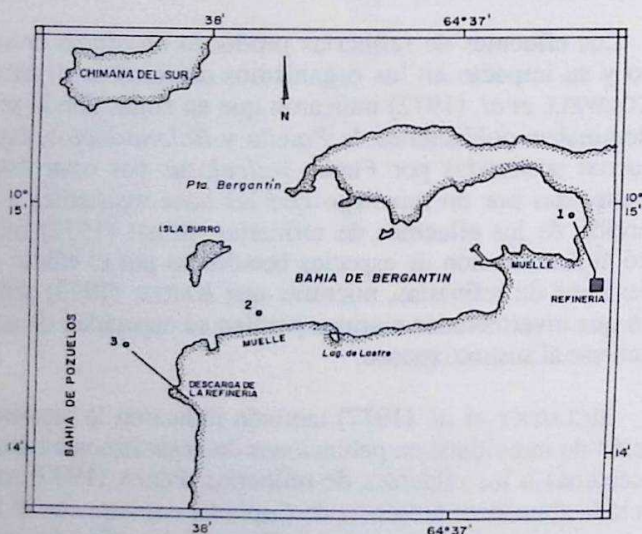


Fig. 1.- Área de estudio señalando las estaciones muestreadas.

La Estación 1 fue situada en la parte más interna de la bahía donde caen los efluentes de la refinería El Chaure, esta zona es de 2 m de profundidad y está muy cerca de la orilla donde existe crecimiento de algas en la zona donde descargan los efluentes. La Estación 2 se situó inmediata a los muelles, el área es una zona dragada de 16 m de profundidad. La Estación 3, se colocó donde llegan los efluentes de la refinería Corpoven. Los efluentes descargan a aproximadamente 11 m de profundidad.

### METODOLOGIA

Las muestras de agua fueron tomadas a 1 m de la superficie del agua y acidificadas con HCl 6N. El material orgánico se extrajo con 3 porciones de 20 ml de  $CCl_4$  y el extracto orgánico se purificó por cromatografía en capa fina de acuerdo a CEDEÑO (1979).

Para determinar hidrocarburos en el material particulado, el agua se paso por una malla de 90  $\mu$ m y por filtros GC/F 45 cm. Los filtros se refluaron con metanol-benceno 1:1, el extracto orgánico se purificó por la metodología antes señalada.

La fracción de hidrocarburos alifáticos se analizó en un cromatógrafo Varian 3.700, en columnas de vidrio de 2 m, empacadas con 3% de OV-101 en cromosor W de 100-120 mallas; se identificaron n-alcenos desde n- $C_{17}$  A n- $C_{32}$ .

### RESULTADOS Y DISCUSION

La determinación cromatográfica de n-alcenos disueltos y/o dispersos y particulados es de significativa importancia por la información sobre el origen y destino de hidrocarburos petrogénicos en el ambiente marino. La distribución de los n-alcenos nos indica la fuente de origen y el estado de intemperismo de los hidrocarburos en el agua.

En la Bahía de Bergantín es evidente la presencia de hidrocarburos petrogénicos por la creciente actividad petrolera desarrollada en el área. El carácter antropogénico y petrogénico de los hidrocarburos disueltos y/o dispersos es corroborado en la figura 2 por los análisis de los cromatogramas, los cuales indican una contaminación manifestada por la persistente distribución bimodal de los n-alcenos que persiste a lo largo del período de estudio. La primera subida de la línea base hasta el n- $C_{25}$  se maximiza a nivel del n- $C_{21}$ . El segundo incremento de la línea se hace máximo en n- $C_{29}$  y n- $C_{30}$ . Según FARAN *et al.* (1987), esta distribución corresponde a un origen dual.

La primera distribución se debe a la contribución de hidrocarburos derivados del petróleo; principalmente por las parafinas  $n\text{-C}_{16}$   $n\text{-C}_{18}$  y  $n\text{-C}_{20}$ . No obstante, (Fig. 2), no se observaron parafinas de bajo peso molecular las cuales han desaparecido del agua por proceso de intemperismo. La segunda elevación de la línea se debe a hidrocarburos provenientes de ceras (PRAHE, *et al*, 1980) donde los hidrocarburos impares  $n\text{-C}_{29}$  y  $n\text{-C}_{31}$  son los más abundantes.

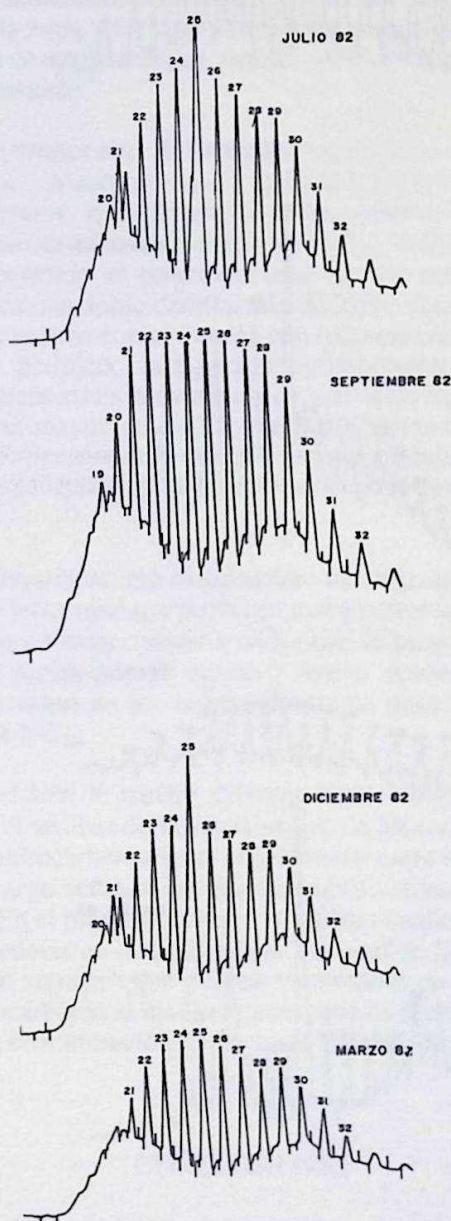


Fig. 2.- Distribución mensual de N-Alcanos disueltos y/o dispersos en Bahía de Bergantín.

Otra evidencia para reafirmar la contaminación por hidrocarburos de origen petrogénico, es el índice preferencial de carbono (CPI) que revela valores (Fig. 3) cercanos a la unidad debido a que no hay predominio de hidrocarburos de átomos de carbono impares sobre  $n$ -alcanos de átomos pares, tal como ocurre en los hidrocarburos derivados del petróleo.

En el material particulado, a diferencia de los hidrocarburos disueltos, existe una distribución diferente por la introducción de hidrocarburos de diferentes orígenes en el mar.

En algunos meses (Fig. 4) se observó una significativa abundancia de hidrocarburos de alto peso molecular ( $n\text{-C}_{25}$ ,  $n\text{-C}_{26}$ ,  $n\text{-C}_{27}$ ,  $n\text{-C}_{28}$ ,  $n\text{-C}_{29}$ ), lo que indica que además de los hidrocarburos de origen del petróleo existen hidrocarburos de otras fuentes.

Al igual que en los hidrocarburos disueltos también se observó en el material particulado, distribuciones bimodales de  $n$ -alcanos con hidrocarburos biogénicos típi-

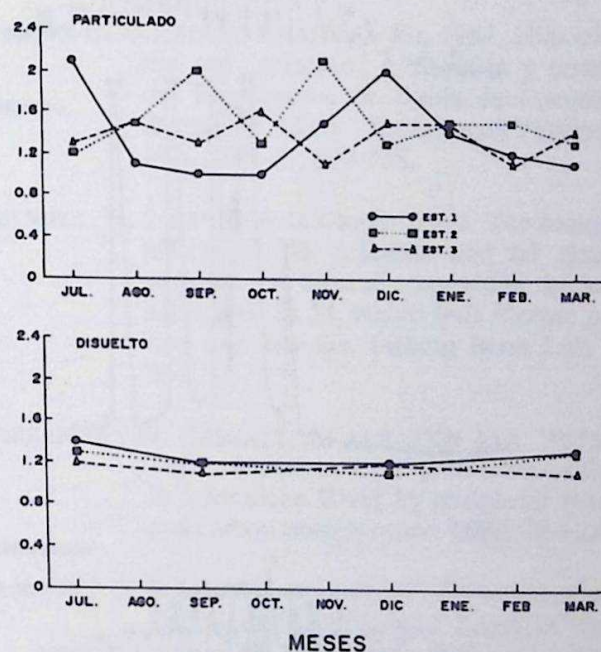


Fig. 3.- CPI en hidrocarburos disueltos y particulados.

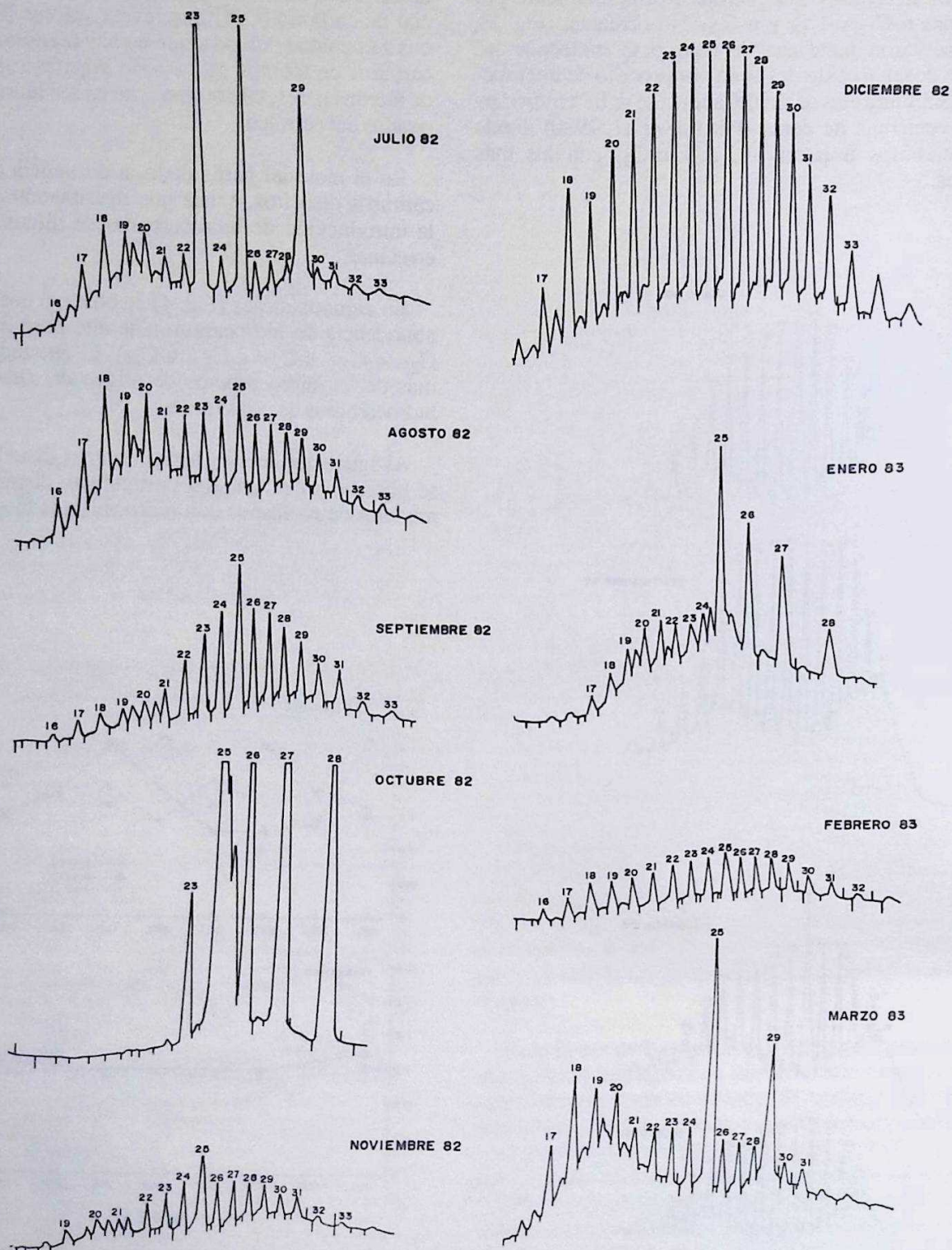


Fig. 4.- Distribución mensual de N-Alcanos particulados en Bahía de Bergantín.

cos del fitoplancton ( $n-C_{17}$ ,  $n-C_{19}$ ) y con hidrocarburos de alto peso molecular de origen terrestre ( $n-C_{25}$  y  $n-C_{29}$ ) lo que indica un origen mezclado de los  $n$ -alcanos.

La alta concentración de hidrocarburos particulados para esta área (CEDEÑO *et al.*, 1984) nos indica que a pesar de representar el fitoplancton una fracción importante de la materia orgánica podrían existir otras fuentes de hidrocarburos, entre las cuales se encuentran bacterias, microzooplancton, detritos orgánicos tanto biogénicos como terrígenos. Una alta contribución de esa concentración es de origen petrogénico por las características de la zona, donde se observó material alquitranoso, manchas de aceite y cinturones de petróleo en proceso de descomposición.

La composición del material particulado refleja en el análisis cualitativo gran complejidad. En el mes de julio se observó la presencia de hidrocarburos biogénico por el considerable incremento de  $n-C_{23}$ ,  $n-C_{25}$  y  $n-C_{29}$  en comparación al contenido total de los componentes, que indica una doble distribución de los  $n$ -alcanos semejante a muestras contaminadas con hidrocarburos de origen del petróleo. Un aspecto muy importante en la variación mensual es la evidencia de  $n$ -alcanos de alto peso molecular mayor de  $n-C_{20}$ , en julio, octubre, enero y marzo. Tal predominio de estructuras moleculares de alto punto de ebullición es común en plantas de origen terrestre.

A diferencia de esa distribución, los organismos fotosintetizadores marinos producen compuestos que predominan en un rango mayor a  $n-C_{22}$  que se presentan en el material particulado de agosto y marzo donde se observó incremento de los hidrocarburos de peso molecular menor de  $n-C_{20}$ .

Para el área de estudio, CEDEÑO *et al.* (1984) encontraron que el análisis de varianza simple de las concentraciones de hidrocarburos no es significativo entre estaciones, sin embargo señalan variaciones significativas entre los meses. En el presente trabajo, el análisis cualitativo indica diferencias en la distribución mensual de hidrocarburos. Esto significa que existen variaciones en la entrada de hidrocarburos al medio marino, que es observado tanto en la concentración como en la calidad de esos compuestos.

## CONCLUSIONES

No existe una secuencia mensual en el aporte de hidrocarburos distintos al de origen antropogénico que pudieran revelar la fuente de introducción de  $n$ -alcanos de ori-

gen terrestre, provenientes del Río Neverí, aguas de escorrentía, desechos, etc. Por lo cual es difícil ubicar la fuente de hidrocarburos de alto peso molecular, especialmente los de átomos de carbono par de alto peso molecular; y predecir el comportamiento del patrón de distribución de los hidrocarburos en el material particulado. Esto indica la complejidad de los procesos que ocurren en el material particulado donde coexisten fitoplancton, zooplancton, bacterias y abundante material en suspensión.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar sus agradecimientos al Sr. RAFAEL GARCIA por su valiosa colaboración en la parte experimental del trabajo. A la Organización de los Estados Americanos (OEA) y al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente por el financiamiento de la presente investigación.

## REFERENCIAS

- CEDEÑO, G. 1979. Un método sencillo para determinación de hidrocarburos en sedimentos. *Bol. Inst. Ocenogr. Univ. Oriente*. 18(1-2): 109-113.
- CEDEÑO, L., G. CEDEÑO & O. NUSETTI. 1984. Hidrocarburos en relación a clorofila y proteínas del fitoplancton de Bahía de Pozuelos y Bergantín (Edo. Anzoátegui-Venezuela). *Ibid.*, 23(1-2): 129-138.
- COLWELL, E., J. BAKER & G. CRAPP. 1972. The biological effects of oil pollution and oil cleaning material on littoral communities, including saltmarsh. In M. Ruivo (ed) *Marine pollution and Sea life*. Fishing Book Ltd, 359-364.
- FARRAN, A., W. GRIMALT, A. ALBAIGES & A. BOTELLO. 1987. Assessment of petroleum pollution in a Mexican River by molecular markers and carbon isotope ratios, 18(6): 284-289.
- MCLUSKY, D., ELLIOT & S. WARNE. 1977. The impact of pollution on the intertidal fauna of the estuaries. *12 th European Symposium on Marine Biology*. Stirling Scot, Sep. 5-12.
- PERES, J. M. 1980. *La polución de las aguas marinas*. Ediciones Omega. Barcelona. XXVIII + 247.