

## HIDROCARBUROS EN RELACION A CLOROFILA Y PROTEINAS DEL FITOPLANCTON DE BAHIA DE POZUELOS Y BERGANTIN (EDO. ANZOATEGUI, VENEZUELA)

LOURDES GÓMEZ DE CEDEÑO, GILBERTO CEDEÑO & OSMAR NUSETTI\*

*Instituto Oceanográfico & \*Escuela de Ciencias, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela*

**RESUMEN:** Se estudió la variación mensual de hidrocarburos en relación al contenido clorofílico y proteico del fitoplancton en el material particulado de aguas superficiales de las Bahías de Pozuelos y Bergantín. Mediante técnicas de extracción, cromatográficas y espectrofotométricas se cuantificaron los hidrocarburos alifáticos, clorofila-a y proteínas, observándose que sus distribuciones mensuales presentaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), y siguieron un patrón de fluctuación mensual semejante a la variación de los organismos fitoplanctónicos, en los cuales predominaron las diatomeas. Los resultados indicaron que los hidrocarburos petrogénicos no influyeron notablemente en la biomasa fitoplanctónica.

**ABSTRACT:** Monthly variation of hydrocarbons in relation to chlorophyll and protein content of fitoplancton in the particulate matter of the surface waters of the Pozuelos and Bergantin Bays was studied. By chromatography extraction techniques and spectrophotometry, aliphatic hydrocarbons, chlorophyll-a and proteins were quantified. It was observed that their monthly distribution showed significant differences ( $P < 0,05$ ) and followed a monthly fluctuation pattern similar to the variations of fitoplanctonic organisms, in which diatoms predominated. The results showed that the petrogenic hydrocarbons did not influence notably in the fitoplancton biomass.

### INTRODUCCION

Los hidrocarburos antropogénicos, que llegan al mar como resultado de la actividad del hombre, tienden a acumularse en el agua, sedimentos y organismos marinos. Muchas de las formas estructurales de estos compuestos son extrañas al fitoplancton, debido a la dificultad de ser metabolizados, por lo cual podrían constituirse en elementos tóxicos para estos organismos.

Se ha señalado que el fitoplancton marino es muy sensible en un amplio rango de concentración de hidrocarburos contaminantes; esta sensibilidad se ha manifestado en la tasa de división y crecimiento de las células, en el aspecto reproductivo, y en los cambios en la tasa fotosintética (SHULYAKOVSKIY, 1981; KUSTENKO, 1981). Otros efectos en el fitoplancton se manifiestan por la disminución en la tasa de crecimiento y el retardo de la fase estacionaria (NOMMAERTS, 1973; GORDON & PROUSE, 1973; PROUSE *et al.*, 1976; MAHONEY & HASKIN, 1980; ARMSTRONG *et al.*, 1981).

Dentro de los efectos que los hidrocarburos pueden causar a los compuestos biosintetizados por el fitoplancton se ha señalado que bajas concentraciones de n-alcenos pueden estimular la fotosíntesis, disminuir el contenido de lípidos e incrementar la biosíntesis de polisacáridos y proteínas (KARYDIS, 1979). Más aún, KARYDIS & FOGG (1980) demostraron disminución del contenido de clorofila-a en *Cyclotella cryptica*, mientras que el contenido de proteínas no era afectado por concentraciones de hidrocarburos de petróleo menores de 1 mg/l.

La influencia de los hidrocarburos del petróleo y sus derivados señalados sobre los organismos fitoplanctónicos, han sido observados en condiciones experimentales de cultivo. Los efectos de estos compuestos podrían manifestarse de una forma semejante en los ecosistemas marinos, produciendo daños ecológicos. Las bahías de Pozuelos y Bergantín, situadas en la región Nór-Oriental de Venezuela, presentan condiciones propicias para acusar este impacto ecológico

producido por los hidrocarburos del petróleo y sus derivados, si tomamos en cuenta que esta zona posee una gran actividad petrolera e industrial. Así observamos múltiples películas oleosas y cinturones de petróleo en proceso de descomposición en las aguas superficiales, como producto del tráfico de lanchas, ferris y tanqueros que arrojan grasas y aceites lubricantes. Por otra parte, se pone de manifiesto un gran aporte de hidrocarburos del petróleo y sus derivados por la gran actividad que se desarrolla en las refinerías ubicadas en las zonas, cuyos efluentes van directamente al mar.

Por las razones antes señaladas, se ha considerado de singular importancia determinar la concentración de hidrocarburos presentes en el fitoplancton de esta zona costera del Estado Anzoátegui, considerando sus fluctuaciones mensuales. Las determinaciones de clorofila-a y proteínas fueron tomadas en cuenta como parámetros biológicos indicadores de las condiciones naturales de los organismos en estudio.

#### AREA DE ESTUDIO

El área de estudio (Fig. 1) abarcó cinco estaciones situadas en las bahías de Pozuelos y Bergantín, ambas al norte del Estado Anzoátegui. La estación 1, de 2 m de profundidad, fue ubicada en la bahía de Bergantín frente a la desembocadura de los afluentes de la laguna de decantación de la refinería de El Chaure. La estación 2, de 14 m, situada frente a los muelles de Meneven, donde se realiza el transporte del petróleo y sus derivados, cerca de estos muelles está ubicada una laguna de lastre para tanqueros cuyos residuos podrían caer directamente al mar. La estación 3 corresponde a la zona donde descargan los afluentes de la laguna de decantación de la refinería de Meneven, a una profundidad de 11 m. La estación 4 está cercana a los muelles de ferris y sus aguas están en constante movimiento; se observó mucha turbidez debido al continuo derrame de aceite y otros lubricantes desde las embarcaciones; la estación tiene una profundidad de 9 metros. La estación 5 está situada frente a los muelles de carga de combustible de Lagoven, la profundidad de esta zona es de 16 metros y no presenta películas oleosas en la misma magnitud que las estaciones anteriores.

#### MATERIALES Y METODOS

La recolección de las muestras (julio de 1983 a

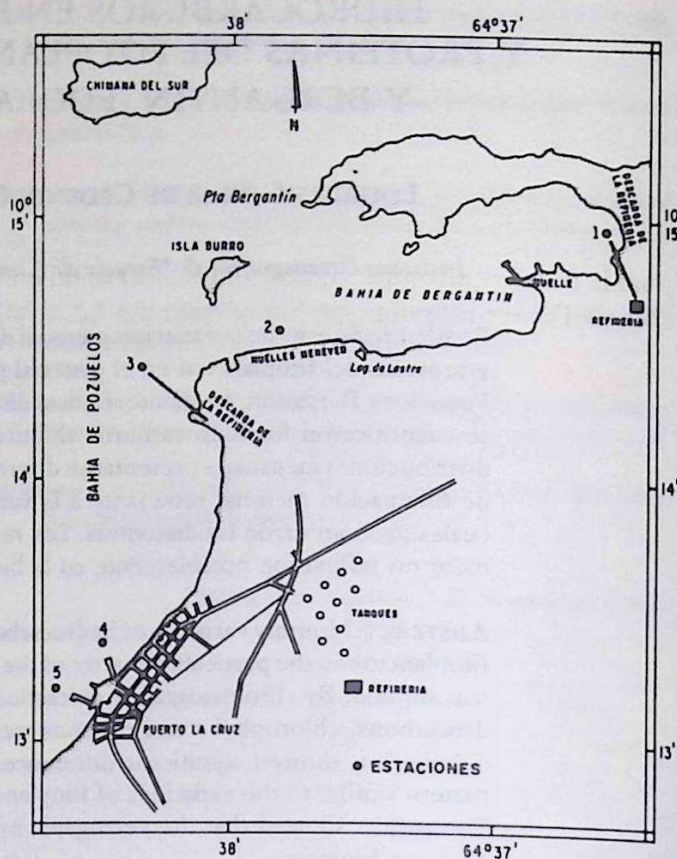


Fig. 1. Área de estudio señalando las estaciones muestreadas.

marzo de 1984) de agua de mar conteniendo poblaciones naturales de plancton, se hizo con botellas, a 0,50 m de profundidad. La muestra de agua para el conteo de organismos, fue fijada con lugol y las muestras restantes fueron transportadas en frío y posteriormente pasadas por una malla de 90  $\mu$  para tratar de separar el fitoplancton del zooplancton y de partículas detríticas.

#### Caracterización y conteo de organismos fitoplanctónicos

El procedimiento para estimar el número de organismos fitoplanctónicos de los grupos mayores se realizó por el método descrito por UTHERMÖHL (1958).

#### Determinación de clorofila-a

Se filtraron de 1 a 2 litros de agua de mar en filtros Whatman GF/C-45 mm de diámetro. Los pigmentos fueron extraídos con 5 ml de acetona 90% y la clorofila-a fue cuantificada de acuerdo al procedimiento descrito por STRICKLAND & PARSONS (1972).

### Determinación de proteínas

Volúmenes de 250 ml de agua de mar pasadas por una malla de 90  $\mu$  fueron filtrados en papel Whatman GF/C-25 mm de diámetro. El filtro fue tratado con el reactivo de Folin-Ciocalteu de acuerdo al método de LOWRY *et al.*, (1951) modificado por PRICE (1965). Para la cuantificación se usó albúmina de suero bovino (Sigma IV) en un rango de 5 a 60  $\mu\text{g/ml}$ .

### Transparencia del agua

La transparencia del agua fue medida con un disco de Secchi de 45 cm de diámetro y el índice de extinción (K) se calculó según POOLE & ATKINS (1929).

### Tratamiento estadístico

El análisis estadístico se hizo mediante análisis de varianza simple, para comprobar los cambios de los parámetros durante el curso de los nueve meses; y la prueba de Duncan para establecer las diferencias significativas entre los meses. El coeficiente de correlación fue establecido mensualmente, entre los parámetros hidrocarburos-proteínas, hidrocarburos-clorofila-a y proteínas-clorofila-a.

### Cuantificación de hidrocarburos

Muestras de 500 ml de agua de mar pasada por malla de 90  $\mu$ , se filtraron en papel Whatman GF/C-45 mm. El filtro se refluyó con metanol-benceno 1:1 durante una hora. Los hidrocarburos fueron extraídos con pentano y separados por cromatografía de capa fina de acuerdo a CEDEÑO (1979). Los hidrocarburos alifáticos fueron cuantificados según BROWN *et al.* (1975), usando monadecano.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los compuestos orgánicos en poblaciones naturales de fitoplancton, han sido poco estudiados dada la dificultad de aislar totalmente las células del fitoplancton del material particulado. Sin embargo podemos referir el contenido clorofílico al fitoplancton, y proteínas e hidrocarburos al material particulado.

De los compuestos orgánicos analizados en el presente trabajo, los hidrocarburos alifáticos representan una fracción importante del material particu-

lado. Los valores observados (Tabla 1) están en el rango de 11,40 a 375,23  $\mu\text{g/l}$ , indicando concentraciones apreciables si la comparamos con los niveles de hidrocarburos del material particulado señalado por LEVI & WALTON (1973) y BOEHM (1980). La alta concentración de hidrocarburos en el material particulado, nos indica que a pesar de representar el fitoplancton una fracción importante de la materia orgánica, existen otras fuentes de hidrocarburos entre las cuales podemos mencionar: bacterias, microzooplancton, y detrito orgánico tanto biogénico como terrígeno.

Una contribución a los altos valores de los hidrocarburos analizados podría ser de origen antropogénico por las características de la zona de estudio, donde existe una gran actividad petrolera evidenciada por la presencia de material alquitranoso, manchas de aceite y cinturones de petróleo en proceso de descomposición.

El análisis de variación simple de las concentraciones de hidrocarburos, presentaron cambios significativos entre los meses ( $P < 0,05$ ), pero no entre las estaciones. En la distribución mensual se observaron variaciones significativas, valores máximos en agosto y julio, y moderados en diciembre, enero y septiembre (Fig. 2). Aun cuando no se señalan diferencias entre estaciones es interesante destacar que las mayores concentraciones se observaron en las estaciones 1 y 3 (368,21 y 375,23  $\mu\text{g/l}$ , respectivamente), lo cual no es sorprendente porque dichas estaciones están cercanas a los afluentes de la refinería de Meneven. Indicando esto que la mayor cantidad de hidrocarburos presentes en las muestras de estas estaciones podrían ser de origen petrogénico.

El patrón de fluctuación mensual de la concentración de hidrocarburos está vinculada a la variación del contenido de clorofila-a, señalado en la figura 3. Durante el mes de agosto los máximos valores de clorofila-a (7,57  $\mu\text{g/l}$ ) se corresponden con la mayor concentración de hidrocarburos.

Una situación semejante ocurrió con los valores moderados y mínimos de ambos parámetros.

Las concentraciones de clorofila-a, mostraron variaciones significativas con el tiempo ( $P < 0,05$ ), pero no entre estaciones. Un patrón similar de comportamiento fue observado con los hidrocarburos totales. Las variaciones de concentración de los dos parámetros fueron correlacionados en función del tiempo y se notó una asociación positiva en la mayoría de los meses; observándose una estrecha vinculación

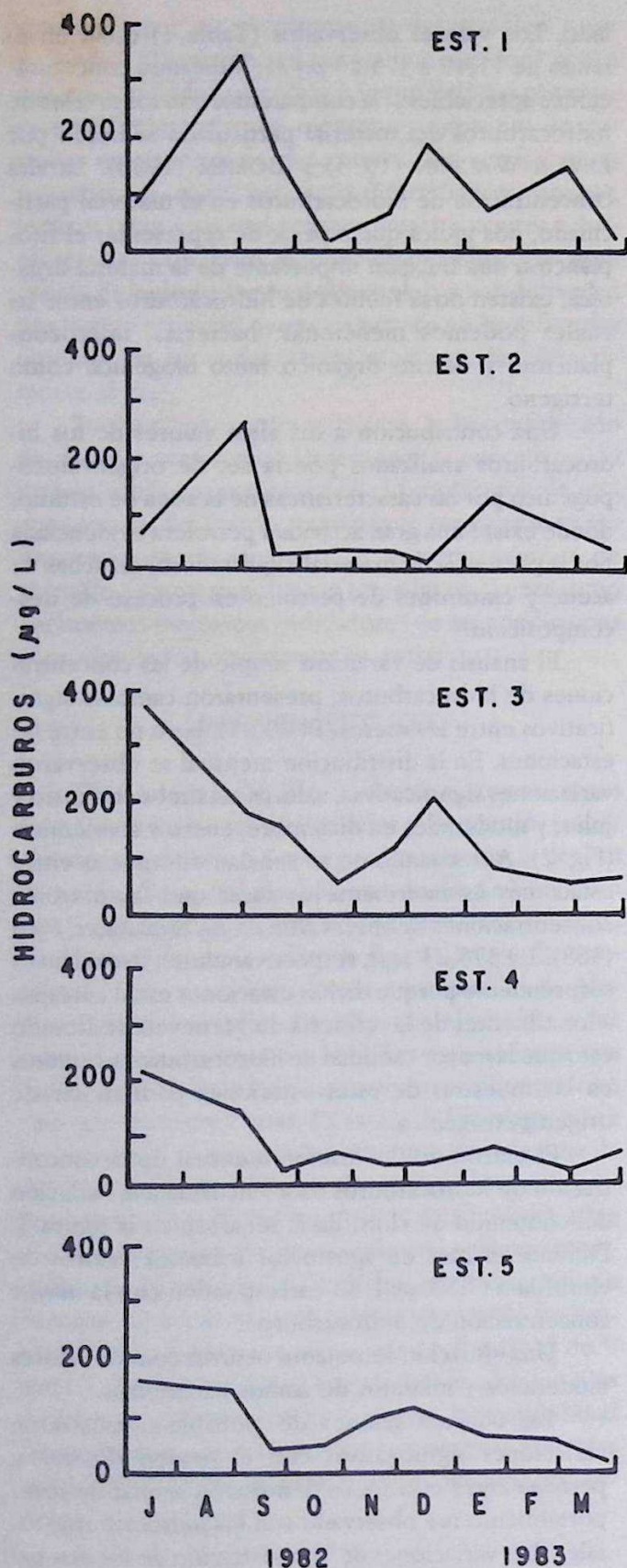


Fig. 2. Variación mensual de hidrocarburos en el material particulado.

en julio ( $r=0,63$ ;  $P<0,01$ ), en octubre ( $r=0,90$ ;  $P<0,01$ ). Con respecto a los valores de correlación, Zsolnay (1973), encontró una asociación significativa ( $r=0,63$ ) entre estos dos parámetros, en una zona de surgencia indicando que los hidrocarburos presentes en el agua fueron el resultado de la actividad biosintética de los organismos fotosintetizadores. Tomando en consideración lo antes expuesto, se deduce que los valores bajos de correlación (Tabla 2) indican que los hidrocarburos deben tener una fuente de origen diferente a la proveniente de los organismos fotosintéticos.

Al analizar los datos de clorofila-a y compararlos con otras áreas cercanas, como el Golfo de Santa Fe, no se observan grandes diferencias en las concentraciones máximas ( $8,01 \mu\text{g/l}$ ) señalados por GARCÍA (1976), igualmente coinciden las épocas de valores mínimos ( $0,11 \mu\text{g/l}$ ) señalados para septiembre y octubre. Situación similar fue observada en el Golfo de Cariaco (FERRAZ-REYES 1977). Estos mínimos y máximos de concentraciones de clorofila-a, van a depender no sólo de la cantidad del fitoplancton presente, sino también de otros factores tales como la radiación solar, propiedades químicas y físicas del agua, el carácter taxonómico, el tamaño de las células, su edad y las condiciones fisiológicas que presenta el agua (PRIYMACHENKO, 1983).

Los recuentos globales del fitoplancton señalaron que las diatomeas y dinoflagelados fueron los grupos más abundantes. Las diatomeas representaron un 77,5% (Tabla 3) y los géneros más abundantes fueron *Nitzschia*, *Skelotonema* y *Rhizosolenia*, que representaron los máximos porcentajes (22,22; 20,48 y 17,60%, respectivamente). Las diatomeas predominaron durante todo el período de estudio, a excepción del mes de octubre cuando los dinoflagelados alcanzaron su máximo desarrollo.

La variación de clorofila-a (Fig. 3) está vinculada a la forma como el fitoplancton se distribuye en el tiempo, esta distribución de los organismos durante el período de estudio está representada por cinco curvas (Fig. 4) que se relacionan entre sí por la presencia de dos máximos en julio-agosto y diciembre-enero (300 a 700 org/ml); un valor moderado se presentó en octubre (200 a 400 org/ml) y un mínimo en septiembre y noviembre (200 org/ml). La abundancia relativa de estos organismos fitoplanctónicos puede estar regida por los fenómenos de surgencia que se manifiestan en la zona (OKUDA, 1981). También se observó que los valores mínimos de densidad fitoplanctónica señala-

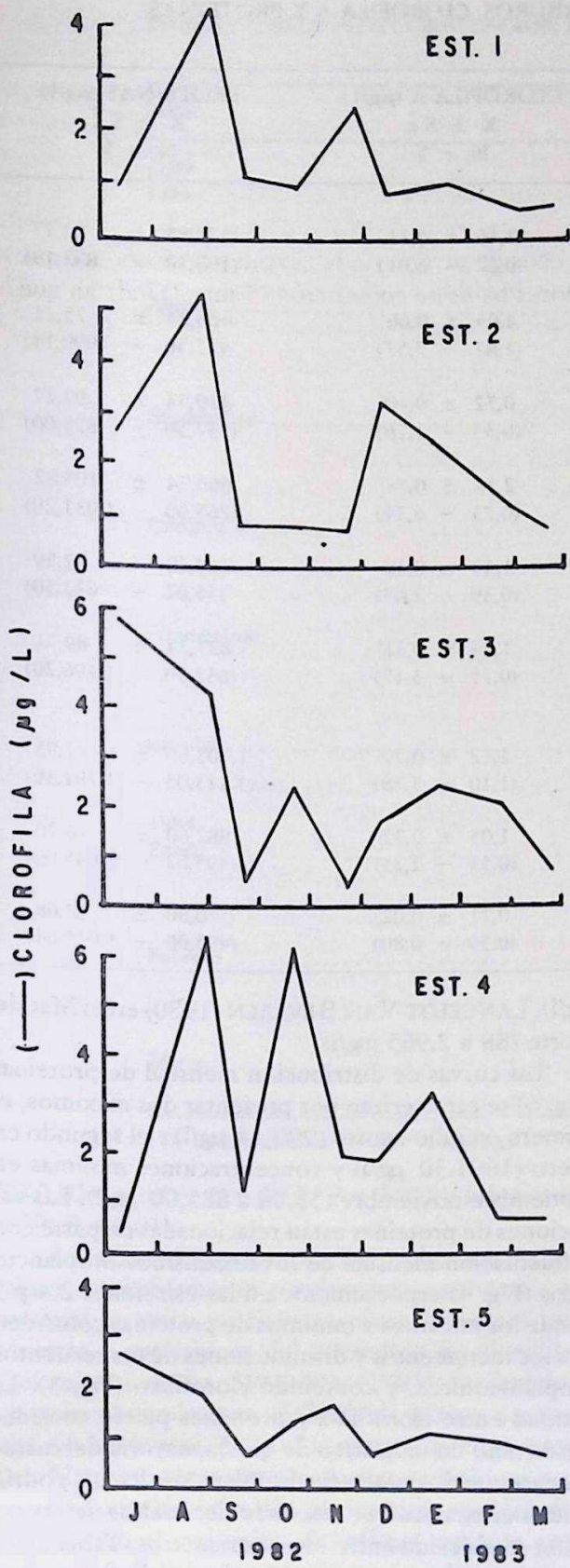


Fig. 3. Variación mensual de clorofila-a

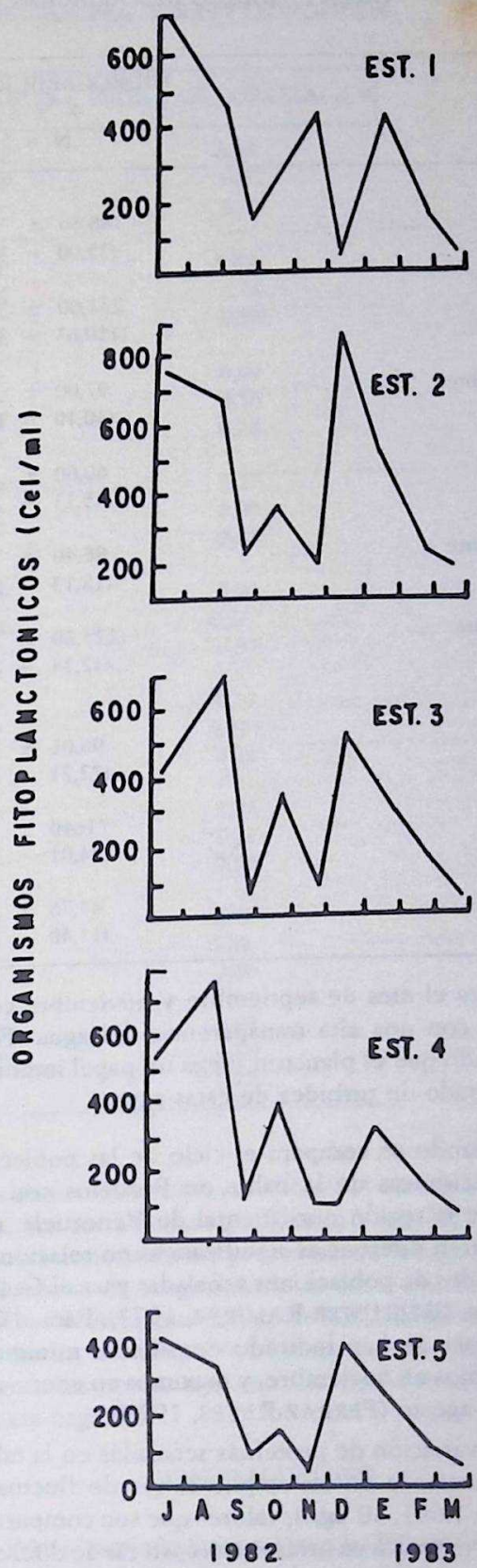


Fig. 4. Variación mensual de fitoplancton.

TABLA 1. RANGO DE VARIACION DE HIDROCARBUROS, CLOROFILA-A Y PROTEINAS

MES	HIDROCARBUROS ( $\mu\text{g/l}$ ) $\bar{X} \pm S \bar{x}$ N = 5	CLOROFILA-A ( $\mu\text{g/l}$ ) $\bar{X} \pm S \bar{x}$ N = 5	PROTEINAS ( $\mu\text{g/l}$ ) $\bar{X} \pm S \bar{x}$ N = 5
1983			
Julio .....	188,80 $\pm$ 36,91 (75,00 - 368,21)	2,46 $\pm$ 0,71 (0,67 - 6,01)	575,85 $\pm$ 82,17 (198,12 - 893,13)
Agosto .....	231,00 $\pm$ 30,46 (150,03 - 375,23)	4,83 $\pm$ 0,66 (1,87 - 7,57)	668,24 $\pm$ 75,21 (412,50 - 990,14)
Septiembre .....	97,00 $\pm$ 23,21 (30,10 - 185,35)	0,72 $\pm$ 0,10 (0,33 - 1,16)	419,54 $\pm$ 97,27 (137,50 - 825,00)
Octubre .....	60,60 $\pm$ 3,76 (45,13 - 78,34)	2,37 $\pm$ 0,74 (0,73 - 6,34)	660,74 $\pm$ 105,82 (265,00 - 1.031,20)
Noviembre .....	86,40 $\pm$ 11,45 (18,13 - 135,08)	1,43 $\pm$ 0,30 (0,39 - 2,67)	269,48 $\pm$ 72,59 (55,04 - 632,50)
Diciembre .....	125,20 $\pm$ 30,87 (12,14 - 224,12)	1,74 $\pm$ 0,31 (0,71 - 3,17)	827,74 $\pm$ 89,71 (632,50 - 1.196,20)
1984			
Enero .....	96,01 $\pm$ 7,65 (72,21 - 135,11)	2,12 $\pm$ 0,29 (1,10 - 3,28)	1.503,80 $\pm$ 81,93 (1.113,03 - 1.191,30)
Febrero .....	71n40 $\pm$ 16,29 (24,01 - 156,10)	1,05 $\pm$ 0,22 (0,53 - 2,23)	882,60 $\pm$ 76,26 (495,02 - 1.045,09)
Marzo .....	47,76 $\pm$ 6,46 (11,40 - 60,02)	0,71 $\pm$ 0,02 (0,59 - 0,80)	770,80 $\pm$ 67,68 (495,00 - 1.045,04)

dos para el mes de septiembre y noviembre coincidieron con una alta transparencia del agua (Fig. 5) indicando que el plancton juega un papel importante en el grado de turbidez de estas aguas.

Cuando se compara el ciclo de las poblaciones fitoplanctónicas de la bahía de Pozuelos con otras áreas de la región nor-oriental de Venezuela, no se encuentran diferencias significativas en relación a las densidades de poblaciones señaladas para el Golfo de Santa Fe, (BREEUWER-RAMÍREZ, 1977). Para el Golfo de Cariaco se han indicado densidades mínimas de organismos en noviembre, y máximos en enero-mayo y mayo-agosto (FERRAZ-REYES, 1977).

La variación de proteínas señaladas en la tabla 1 está enmarcada en un amplio rango de fluctuación (55,04 a 1.691,30  $\mu\text{g/l}$ ), valores que son comparables a los encontrados en otras zonas costeras de diferentes latitudes como son los señalados por GERFIELD *et al*, (1979) en una región de surgencia del Perú (28 a 1.157

$\mu\text{g/l}$ ), LANCELOT-VAN BEVEREN (1980) en el Mar del Norte (88 a 2.965  $\text{mg/l}$ ).

Las curvas de distribución mensual de proteínas (Fig. 6) se caracterizan por presentar dos máximos, el primero en julio-agosto (990,14  $\mu\text{g/l}$ ) y el segundo en enero (1691,30  $\mu\text{g/l}$ ) y concentraciones mínimas en septiembre-noviembre (55,04 a 825,00  $\mu\text{g/l}$ ). Las variaciones de proteínas están relacionadas en parte con la fluctuación mensual de los organismos fitoplanctónicos (Fig. 4) especialmente en las estaciones 2,4 y 5 donde los máximos y mínimos de proteínas coinciden con los incrementos y disminuciones de los recuentos fitoplanctónicos, y contenido clorofílico (Fig. 3). La paridad entre clorofila-a y proteínas puede considerarse como un indicativo de que la mayoría del material particulado tratado fue fitoplanctón, lo cual podría fundamentarse con el resultado del análisis de correlación establecido entre estos parámetros (Tabla 2); el cual fue positivo durante todo el período de estudio observándose una alta correlación en agosto ( $r = 0,56$ ;

TABLA 2. INDICE DE CORRELACION DE HIDROCARBUROS, PROTEINAS Y CLOROFILA-A

MES	VARIABLES	INDICE DE CORRELACION
1983	H-P	-0,14
Julio	H-P	0,63
	P-C	0,23
Agosto	H-P	-0,02
	H-C	0,04
	P-C	0,56
Septiembre	H-P	0,99
	H-C	0,16
	P-C	0,28
Octubre	H-P	0,27
	H-C	0,90
	P-C	0,64
Noviembre	H-P	0,26
	NH-C	-0,16
	P-C	0,37
Diciembre	H-P	0,27
	H-C	-0,59
	P-C	0,26
1984 Enero	H-P	0,04
	H-C	0,12
	P-C	0,54
Febrero	H-P	-0,70
	H-C	-0,29
	P-C	0,59
Marzo	H-P	0,69
	H-P	0,29
	P-C	0,22

H - Hidrocarburos      P - Proteínas      C - Clorofila-a

$P < 0,01$ ), octubre ( $r = 0,64$ ;  $P < 0,01$ ) y febrero ( $r = 0,59$ ;  $P < 0,01$ ).

Los valores bajos de correlación durante los otros meses, probablemente pueden ser ocasionados por material proteico no fitoplanctónico presente en la muestra o variaciones del contenido de clorofila-a. Del mismo modo, SETCHELL (1981) analizando el material particulado en el Golfo de Maine, encontró una alta correlación ( $r = 0,71$ ) entre clorofila y proteínas. El mismo autor explicó que las variaciones en las correlaciones de estos dos parámetros, son debidas a cambios en el contenido clorofílico, causada por la intensidad de la luz y otros factores ambientales, o al aporte de proteínas por parte del resto del material

particulado. GARFIELD *et al.* (1971) también encontraron una correlación significativa ( $r = 0,78$ ) entre los parámetros clorofila-a y proteínas, en la capa eufótica de una zona de surgencia de la costa del Perú. Los autores señalaron que la alta correlación entre los dos parámetros, indica que la biomasa fitoplanctónica representa un porcentaje considerable del total de la biomasa orgánica.

### CONCLUSIONES

Para el período de muestreo las bahías de Pozuelos y Bergantín no presentaban condiciones de extrema contaminación para los organismos fitoplanc-

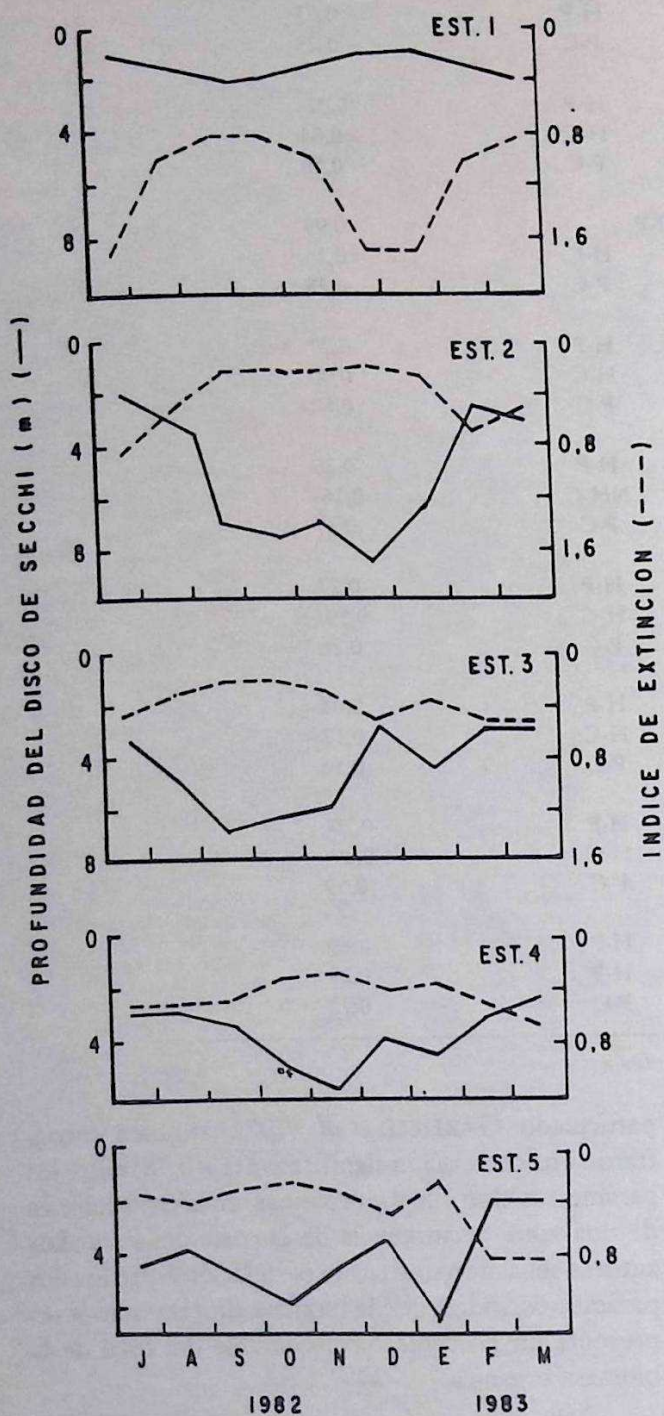


Fig. 5. Transparencia del agua.

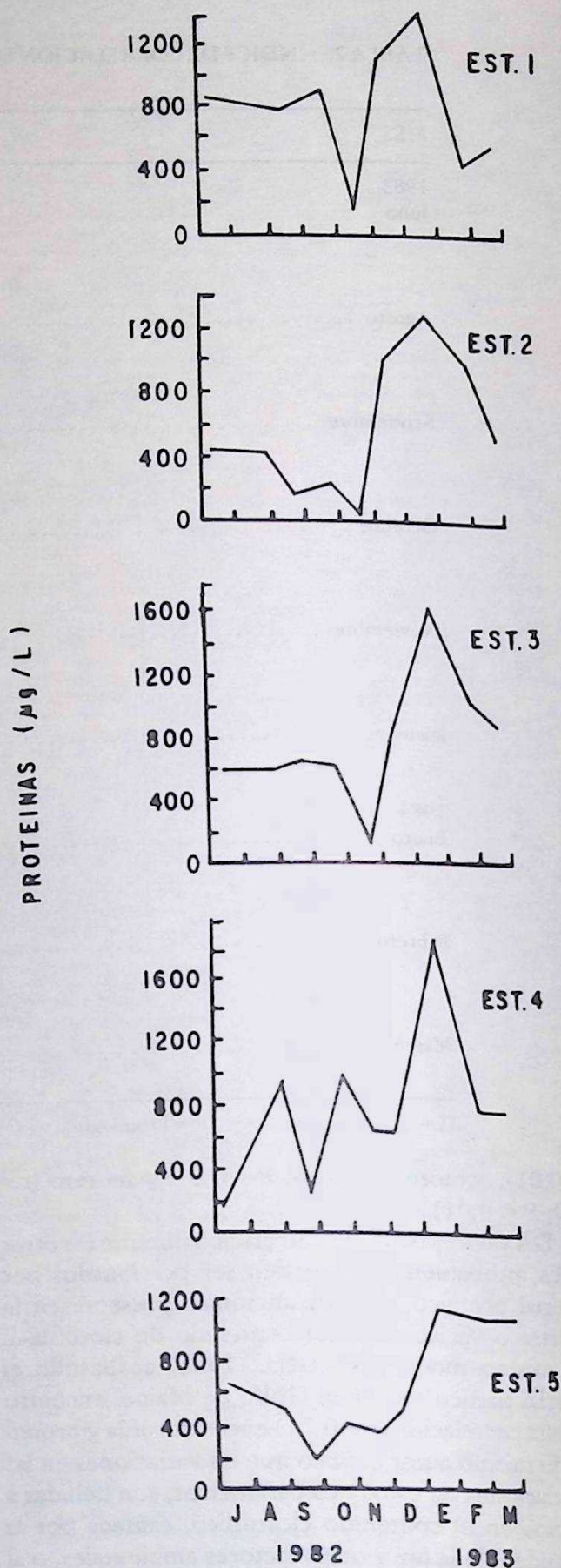


Fig. 6. Variación mensual de proteínas.

tónicos. Las variaciones de clorofila-a, proteínas y número de organismos del fitoplancton indican que el impacto de hidrocarburos derivados del petróleo, no los ha afectado grandemente.

No obstante, un incremento constante de hidrocarburos antropogénicos en el agua de mar ocasionaría un deterioro paulatino en el ecosistema y, consecuentemente, la alta concentración de estos contaminantes afectaría cualquier nivel de la cadena alimenticia.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su profundo agradecimiento a RAFAEL GARCIA y al Consejo de Investigación por el financiamiento parcial del trabajo con la subvención CI-5-019-00 202/82-85.

TABLA 3. COMPOSICION PORCENTUAL DE LOS ORGANISMOS FITOPLANCTONICOS

Organismos	Número de organismos	Porcentaje de organismos
<b>DIATOMEAS</b>		
Nitzchia .....	2.784	22,22
Rhizosolenia .....	2.566	20,48
Skeletonema .....	2.214	17,67
Chaetoceros .....	1.086	8,66
Navicula .....	672	5,36
Thalassiosira .....	276	2,20
Pleurosigma .....	115	0,91
	9.713	77,50
<b>DINOFLAGELADOS</b>		
Peridinium	1.269	10,12
Ceratium	689	5,49
Dinophysis .....	545	4,35
Prorocentrum .....	312	2,49
	2.285	22,45

### REFERENCIAS

- ARMSTRONG, J.E., S.W.G. FEHLER, J.A. CALDERM 1981. Effect of petroleum hydrocabons on the growth and energetics of marine microalgae. *Biol. Monitor. Mar. Pollut.* 10: 448-466.
- BOEHM, P.D. 1980. Evidence for the decoupling of dissolved, particulated and surface microlayer hydrocarbons in the north western Atlantic continental shelf waters. *Mar. Chem.* 9: 255-281.
- BREEUWER-RAMIREZ, J. 1977. Estudio taxonómico y distribución del fitoplancton del Golfo de Santa Fe y áreas adyacentes durante los años 1973-1974. Tesis de Magister Scientiarum p. 126. Universidad de Oriente.
- BROWN, R.A., J.J. ELLIOTT, & J.M. KELLIHER 1975. Sampling and analysis of nonvolatile hydrocarbons in ocean water. *Adv. Chem. Series* 3: 147-158.
- CEDENO, G. 1979. Un método sencillo para determinación de hidrocarburos en sedimentos. *Bol. Inst. Oceanogr. Uni. Oriente.* 18 (1-2): 109-113.
- FERRAZ REYES, E. 1977. Estudio sinóptico de la productividad en aguas del Golfo de Cariaco. Tesis de Magister Scientiarum p. 59. Universidad de Oriente.
- GARCIA, A. 1976. Distribución y variación mensual de los elementos nutritivos y clorofila-a en el Golfo de Santa Fe y áreas adyacentes. Tesis de Magister Scientiarum p. 38. Universidad de Oriente.
- GARFIELD, P.C., T.T. PACKARD & L.M. CODISPOTI 1979. Particulate protein in the Peru upwelling sistem. *Deep-Sea. Res.* 26: 623-639.

- GORDON, D.C. & N.J. PROUSE. 1973. The effects of three oils on marine phytoplankton photosynthesis. *Mar. Biol.* 22: 329-333.
- KARYDIS, M. 1979. Short term effect hydrocarbons on the photosynthesis and respiration of some phytoplankton species. *Bot. Mar.* XXII: 281-285.
- & G.E. FOGG. 1980. Physiological effects of hydrocarbons on the marine diatom *Cyclotella cryptica*. *Microbiol. Ecol.* 6: 281-290.
- KUSTENKO, N.G. 1981. Effect of low oil concentrations on spermatogonia and auxospores in three marine diatom species. *Oceanol.* 21 (2): 263-265.
- LANCELOT-VAN BEVEREN, C. 1980. A statistical method to estimate the biochemical composition of phytoplankton in the southern Bight of the North Sea. *Estuarine & Coastal Mar. Sci.* 10: 467-478.
- LEVY, E.M. & A. WALTON. 1973. Dispersed and particulate petroleum residues in the Gulf of St. Lawrence. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 30 (2): 261-267.
- LOWRY, O.H., N.J. ROSEBROUGH. 1951. Protein measurement with Folin phenol reagent. *J. Mar. Res.* 33: 265-275.
- MAHONEY, B.M. & H.H. HASKIN. 1980. The effects of petroleum hydrocarbons on the growth of phytoplankton recognised as food forms for the eastern oyster *Crassostrea virginica*. Gmelin. *Environ. Pollut.* 22: 123-132.
- NOMMAERTS, F. 1973. Growth and toxicity tests on the marine nanoplanktonic alga *Platymonas tetra-belle*. G.S. West in presence of crude oil and emulsifiers. *Environ. Pollut.* 4: 261-282.
- OKUDA, T. 1981. Análisis hidroquímico de la Bahía de Pozuelos y sus áreas adyacentes (Venezuela). *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 20 (1y 2): 23-32.
- POOLE, H. & W. ATKINS. Photo-electric measurements of submarine illumination throughout the year. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 16: 297-324.
- PRICE, C.A. 1965. A Membrane Merd for determination of total protein in dilute algal suspensions. *Annal. Biochem.* 12: 213-218.
- PIRYMACHENKO, A.D. 1983. Ecological characteristics of photosynthesis of phytoplankton and its role in the ecosystem of Dnieper Reservoirs. *Hydrobiol. J.* 522: 59-67.
- PROUSE, N.J., C. GORDON & P.D. KEIZER. 1976. Effects of low concentrations of oil accomodated in sea water on the growth of unialgal marine phytoplankton cultures. *J. Fish. Res. Board Canadá* 33: 810-818.
- SETCHELL, F.W. 1981. Particulate protein measurement in oceanography samples by dye binding. *Mar. Chem.* 10: 301-313.
- SHULYAKOVSKIY, Y.A. 1981. Experimental evaluation of the effect of petroleum derivatives on photosynthesis by phytoplankton in Courland Lagoon and in the Naltic Sea. *Oceanol.* 21 (6): 776-780.
- STRICKLAND, J. & T.R. PARSONS. 1972. A practical handbook on sea water analysis. *Fish. Res. Bd. Can. Bull.* 167.
- UTHERMOHL, H. 1958. Zur verlkommung der quantitativen phytoplankton methodik. *Mitt. Inst. Assoc. Theor. Appl. Limmol.*
- ZSOLNAY, A. 1973. Hydrocarbon and chlorophyléA correlation in the upwelling region off west Africa. *Deep Sea. Res.* 20: 923-925.

(Manuscrito recibido el 20 de mayo de 1985)