

UNIVERSIDAD DE ORIENTE - CUMANÁ, VENEZUELA - VOLUMEN 22 - NUM. 1 y 2 - 1983

BOLETIN
DEL
INSTITUTO
OCEANOGRAFICO
DE
VENEZUELA



3712
Brightloom
Comand. - Venezuela
Instituto Oceanográfico de la Universidad de Oriente
Cumaná, Venezuela
1984

BOLETIN DEL INSTITUTO OCEANOGRAFICO DE VENEZUELA

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

CUMANA, VENEZUELA

JUNTA EDITORIAL

JOSÉ BENÍTEZ A., *Presidente*
LUIS J. UROSA, *Secretario*
JOSÉ CARVAJAL R., *Primer Vocal*
E. K. GANESAN, *Segundo Vocal*
GILBERTO CEDAÑO F., *Tercer Vocal*
ANÍBAL VÉLEZ, *Cuarto Vocal*
JULIO E. PÉREZ R., *Quinto Vocal*
BENITO GAMBOA, *Suplente*
ANDRÉS J. LEMUS C., *Suplente*

PUBLICACIONES DEL INSTITUTO OCEANOGRAFICO

BOLETIN DEL INSTITUTO OCEANOGRAFICO DE VENEZUELA

E. K. GANESAN, *Editor*
JOSÉ BENÍTEZ A., *Asistente*

CUADERNOS OCEANOGRAFICOS

J. M. SELLIER DE C., *Editor*
JOSÉ CARVAJAL R., *Asistente*

LAGENA

GILBERTO CEDAÑO F., *Editor*
ANÍBAL VÉLEZ, *Asistente*

BOLETIN BIBLIOGRAFICO
MARIO REVOLLO L., *Editor*

DIRECTIVOS DEL INSTITUTO OCEANOGRAFICO

JULIO E. PÉREZ R., *Director*
TAIZO OKUDA, *Jefe del Departamento de*
Oceanografía Química
ANÍBAL VÉLEZ R., *Jefe del Departamento de*
Biología Pesquera
ANDRÉS J. LEMUS C., *Jefe del Departamento de*
Biología Marina

La Universidad de Oriente fue creada por el Decreto Nº 459 del 21 de Noviembre de 1958, con el Instituto Oceanográfico como su núcleo inicial. Las actividades del Instituto Oceanográfico comenzaron el 12 de Octubre de 1959, en la ciudad de Cumaná, y han continuado ininterrumpidamente desde entonces.

El BOLETIN DEL INSTITUTO OCEANOGRAFICO DE VENEZUELA comenzó a ser publicado semestralmente en 1961. En 1962 no se publicó. A partir del Volumen 8, la portada, el formato y las normas editoriales del BOLETIN fueron modificados. La publicación ocasional CUADERNOS OCEANOGRAFICOS también presenta portada y formato nuevos. La revista LAGENA apareció por primera vez en 1964. A partir del número 25 y 26, LAGENA apareció impresa, con formato similar al BOLETIN DEL INSTITUTO OCEANOGRAFICO DE VENEZUELA y CUADERNOS OCEANOGRAFICOS. Por último, la Biblioteca del Instituto Oceanográfico publica anualmente el BOLETIN BIBLIOGRAFICO en el cual se compila el material de referencia ingresado a esa dependencia.

Para información sobre la adquisición, suscripción y canje, favor dirigirse a:

Biblioteca
Instituto Oceanográfico
Apartado Postal 245
Cumaná, Venezuela

El precio de las publicaciones del Instituto Oceanográfico es como sigue:

Revista	En Venezuela	En el Exterior
BOLETIN (volumen)	Bs. 25,00	\$ 7,00
LAGENA (número)	Bs. 10,00	\$ 2,50
CUADERNOS (número)	Precio variable	
BOLETIN BIBLIOGRAFICO	Distribución gratuita	

Los cheques deben ser remitidos a nombre del INSTITUTO OCEANOGRAFICO.

BOLETIN DEL INSTITUTO OCEANOGRAFICO DE VENEZUELA UNIVERSIDAD DE ORIENTE

VOL. 22 (Nros. 1 & 2)

1983

Página

CONTENIDO

LIÑERO ARANA, I.: <i>Dos nuevas especies de Nereidae (Polychaeta: Errantia) de la costa oriental de Venezuela</i>	3
PRIETO, A.: <i>Ecología de Tivela mactroides Born, 1778 (Mollusca, Bivalvia) en la playa Güiría (Sucre, Venezuela)</i>	7
GÓMEZ G., A. & F. LARES R.: <i>Crecimiento de pámpanos Trachinotus goodei, T. falcatus y T. carolinus alimentados en dieta seca GSCA en la Isla de Margarita, Venezuela</i>	21
PÉREZ, J. E., G. OJEDA & A. ANTÓN: <i>Blood parameters in fishes II. Oxygen affinity, Root effect, pH and the number of hemoglobins in some marine fishes of eastern Venezuela</i>	29
CIURCINA, P. & K. S. CHUNG: <i>Efectos de la temperatura ambiental y la temperatura de aclimatación sobre la tolerancia térmica en ejemplares juveniles de lisa Mugil curema</i>	35
GÓMEZ G., A.: <i>Pigmentos clorofilicos, producción primaria y abundancia planctónica en el canal de entrada a la Laguna de La Restinga, Venezuela</i>	43
GALÁN, A.: <i>Systematic studies on Erichthonius brasiliensis (Crustacea Amphipoda, Ischiroceridae) from the Caribbean Sea of Venezuela</i>	65
FLORES, C.: <i>Notas sobre Melongena melongena (Linnaeus, 1758) (Neogastropoda: Melogenidae) en las aguas costeras de Venezuela, con énfasis en las cápsulas ovígeras</i>	71
ROBAINA, G. O. & J. MILLAN Q.: <i>Efectos de diferentes niveles de estiércol de gallinas ponedoras sobre el crecimiento y sobrevivencia del camarón comercial Penaeus brasiliensis Latreille, 1817</i>	77
GARCÍA, A., J. BONILLA R. & J. BENÍTEZ A.: <i>Condiciones hidroquímicas en las aguas superficiales de la Cuenca Tuy-Cariaco</i>	87
GAMBOA, B. & J. BONILLA R.: <i>Distribución de metales pesados (Fe, Mn, Cu, y Zn) en sedimentos superficiales de la Cuenca Tuy-Cariaco</i>	103
FERRAZ-REYES, ELVIRA: <i>Estudio del fitoplancton en la Cuenca Tuy-Cariaco, Venezuela</i>	111
UROSA, L. J.: <i>Distribución del zooplancton en la Cuenca Tuy-Cariaco, área de posible actividad petrolera en Venezuela</i>	125
GANESAN, E. K.: <i>Evaluación de la flora macrobentónica (macroalgas y fanerógamas marinas) de la Cuenca Tuy-Cariaco, Venezuela</i>	145
QUEVEDO, J., J. SEGOVIA, J. E. PÉREZ & W. ZURBURG: <i>Efectos del petróleo y algunos dispersantes en juveniles del coro-coro Orthopristes ruber (Pisces: Pomadasyidae)</i>	177
HERNÁNDEZ, J. R. & K. S. CHUNG: <i>Comportamiento preferencial del coro-coro (Orthopristes ruber) y lisa (Mugil curema) sometidos al petróleo crudo y dispersantes</i>	185
GÓMEZ, G. R., BERTHA PARRA, M. F. HUG, ISIDRA RAMÍREZ-ARREDONDO & W. ZURBURG: <i>Tolerancia de juveniles de lisa Mugil curema (Pisces: Mugilidae) al petróleo y/o dispersantes y su efecto sobre la actividad de lactato deshidrogenasa en el plasma e hígado</i>	193

DOS NUEVAS ESPECIES DE NEREIDAE (*POLYCHAETA*: *ERRANTIA*) DE LA COSTA ORIENTAL DE VENEZUELA

ILDEFONSO LIÑERO ARANA

Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela

RESUMEN: Se describen dos nuevas especies de Nereidae (Polychaeta) colectadas en aguas someras de la Bahía de Mochima y Golfo de Cariaco (costa nor-oriental de Venezuela). Se proponen los nombres de *Perinereis mochimaensis* y *P. cariacensis* como referencia a las localidades-tipos.

ABSTRACT: Two new species of Nereidae (Polychaeta) based on collections from the shallow waters of Mochima Bay and the Gulf of Cariaco (northeast coast of Venezuela) are described, and the names *Perinereis mochimaensis* and *P. cariacensis*, which refer to their respective type-localities, are proposed.

INTRODUCCION

Las costas orientales de Venezuela poseen una rica fauna bentónica, especialmente en fondos rocosos y coralinos de aguas someras. Uno de los grupos faunísticos más abundantes y variados lo constituyen los poliquetos, siendo los miembros de la familia Nereidae especialmente frecuentes, y entre éstos la especie *Perinereis anderssoni* KINBERG 1866, la cual ha sido señalada para el Golfo de Cariaco (Venezuela) como la más abundante entre los nereidos (LIÑERO & REYES, 1979); habiendo sido registrada por HARTMAN (1944) para la costa de la Isla Cubagua.

En el presente trabajo se describen dos nuevas especies del género *Perinereis* (*P. mochimaensis* y *P. cariacensis*) colectadas en el litoral del Estado Sucre.

AREA DE ESTUDIO

Perinereis mochimaensis fue colectada como epibionte sobre raíz del mangle *Rhizophora mangle* a una profundidad entre la superficie y 0.5 m en la Isla Larga, Bahía de Mochima (Fig. 1) *P. cariacensis* se colectó sobre sustrato recoso a 1 m de profundidad en Ensenada Honda, Golfo de Cariaco (Fig. 2).

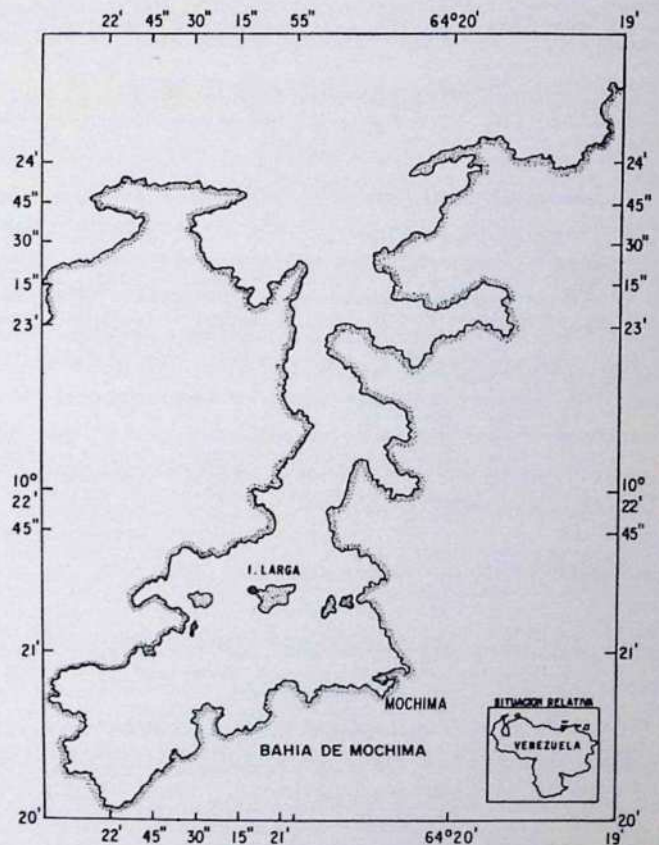


Fig. 1. Mapa de la Bahía de Mochima mostrando el sitio de colecta de la especie *Perinereis mochimaensis*.

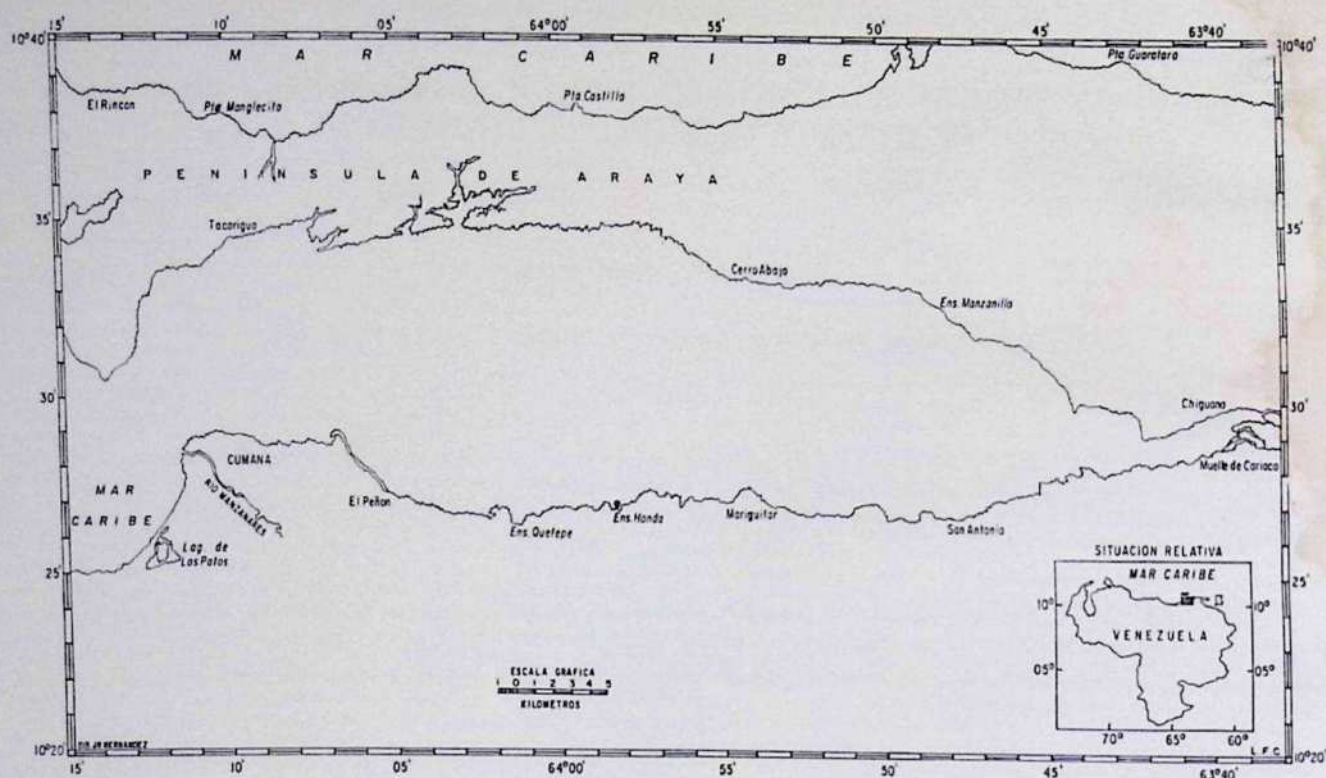


Fig. 2. Mapa del Golfo de Cariaco mostrando el sitio de colecta de la especie *Perinereis cariacensis*.

DESCRIPCION DE LAS ESPECIES NUEVAS

1. *Perinereis mochimaensis* n. sp. (Fig. 3 a-f)

Un fragmento anterior constituido por 57 segmentos setíferos, midiendo 39 mm de longitud y 3 mm de anchura incluyendo los parápodos. Prostomio (Fig. 3a) con cuatro ojos dispuestos en trapecio invertido, los anteriores con cristalino circular blanco. Palpoberos y palpostilos alargados. Cuatro pares de cirros tentaculares, los mayores alcanzan hasta el intersegmento 3-4. Antenas cónicas pequeñas de menor longitud que los palpoberos. Mandíbulas de color ámbar oscuro con seis dientes en el margen interno.

Disposición de los paragnatos (Fig. 3 b, c):

Area I: Once paragnatos cónicos formando un grupo triangular con vértice en la parte anterior.

Area II: 21 paragnatos cónicos dispuestos en 3-4 hileras curvas formando un grupo subtriangular con vértice en la parte anterior.

Area III: Grupo ovalado constituido por 17 paragnatos cónicos dispuestos en cuatro hileras transversales.

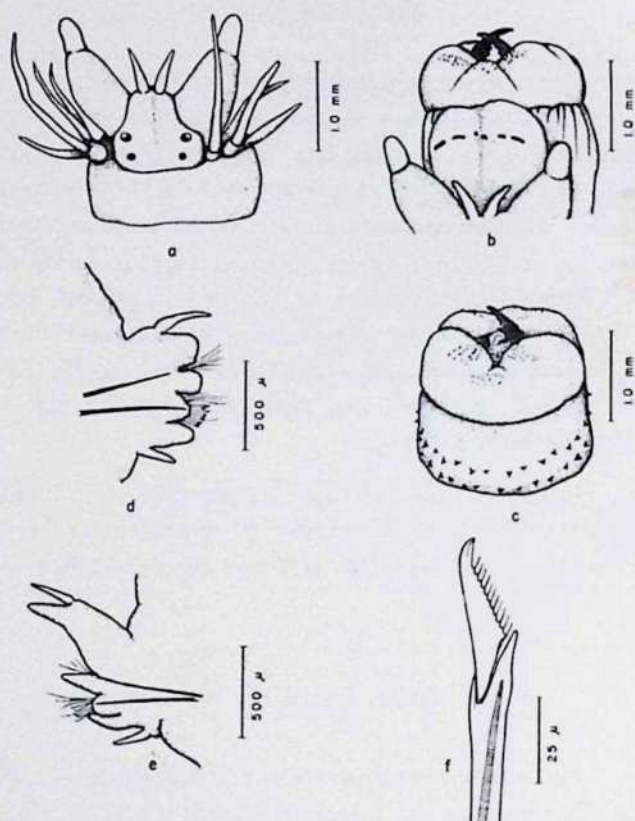


Fig. 3. *Perinereis mochimaensis*: a, prostomio en vista dorsal; b, faringe evaginada en vista dorsal; c, faringe evaginada en vista ventral; d, parápodo anterior; e, parápodo posterior; f, seta falcígera heterogonfa.

Area IV: 25 paragnatos cónicos en 4-5 hileras formando un grupo similar al de las áreas II.

Area V: Dos paragnatos cónicos gruesos, uno al lado del otro.

Area VI: En cada lado dos paragnatos transversos.

Areas VII-VIII: Dos hileras de paragnatos cónicos relativamente grandes, la hilera anterior con 18 paragnatos, la posterior con 14.

Parápodos anteriores (Fig. 3, d) con lóbulos notopodiales cortos y redondeados, entre los que emergen 5-6 setas espiníferas homogonfas; cirro dorsal cónico alargado de mayor longitud que los lóbulos. Rama neuropodial con lóbulo setífero dividido distalmente en dos lengüetas (pre y postsetal) cortas, entre las que emergen las setas; lóbulo inferior de mayor tamaño que el superior; cirro ventral corto. Setas neuropodiales superiores: espiníferas homogonfas y falcíferas heterogonfas (Fig. 3, f); inferiores: una espinífera heterogonfa y varias falcíferas heterogonfas.

Parápodos posteriores (Fig. 3, e) con lóbulo notopodial superior muy desarrollado, aproximadamente tres veces mayor que el inferior de esa misma rama; cirro dorsal corto e implantado en la región dubdistal del lóbulo, sobrepasando a éste; setas notopodiales espiníferas homogonfas. Rama neuropodial con lóbulo setífero redondeado dividido distalmente en dos lengüetas (pre y postsetal); el lóbulo inferior es cónico alargado. Setas neuropodiales superiores: espiníferas homogonfas y 1-2 falcíferas heterogonfas; inferiores: espinífera heterogonfa y falcíferas heterogonfas.

Localidad tipo: Isla Larga, Bahía de Mochima (Venezuela).

Esta especie se diferencia de las demás especies del género que poseen lóbulo notopodial superior desarrollado, por presentar dos paragnatos transversos en cada una de las áreas VI.

2. *Perinereis cariacoesis* n. sp.
(Fig. 4 a-e)

Un ejemplar completo constituido por 62 segmentos setíferos, midiendo 22 mm de longitud y aproximadamente 3 mm de anchura incluyendo los parápodos. Prostomio (Fig. 4 a) con cuatro ojos relativamente

grandes con cristalino circular de color blanco. Palpos relativamente cortos y gruesos, palpostilos esféricos. Antenas cónicas alargadas de menor longitud que los palpos. Cirros tentaculares alargados, los mayores llegan hasta el intersegmento 2-3. Mandíbulas de color ámbar oscuro con ocho dientes en su margen interno.

Disposición de los paragnatos (Fig. 4 b, c):

Area I: Grupo Triangular de aproximadamente once paragnatos cónicos.

Area II: 18 paragnatos cónicos en grupo oblicuo de 3 a 5 hileras.

Area III: Grupo transversal de 18 paragnatos en tres hileras.

Area IV: Grupo subtriangular oblicuo de 28 paragnatos.

Area V-VI: 5 paragnatos transversos semielípticos dispuestos desordenadamente.

FIGURA 4

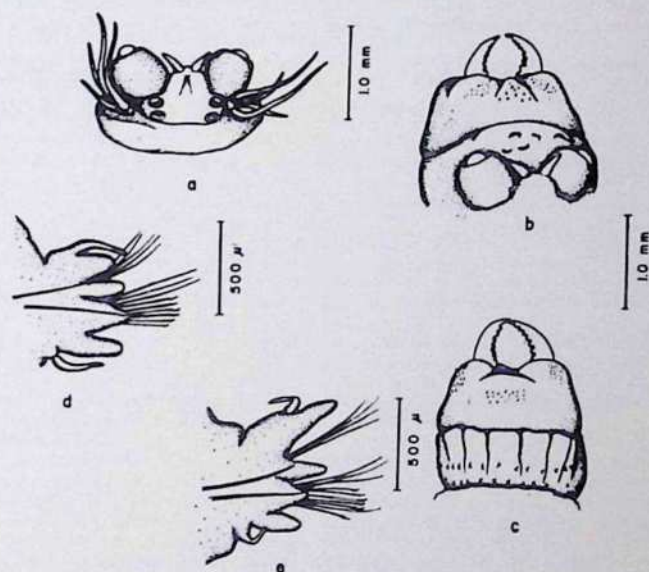


Fig. 4. *Perinereis cariacoesis*: a, prostomio en vista dorsal; b, faringe evaginada en vista dorsal; c, faringe evaginada en vista ventral; d, parápodo anterior; e, parápodo posterior.

Áreas VII-VIII: Dos hileras transversales, la anterior con 20 paragnatos y la posterior con 12.

Parápodos anteriores (Fig. 4 d) con lóbulos notopodiales redondeados, cirro dorsal alargado sobrepasando en longitud a los lóbulos; setas espiníferas homogonas. Rama neuropodial con lóbulos aproximadamente iguales en tamaño, el superior (setífero) dividido distalmente en dos lengüetas entre las que emergen las setas; cirro ventral alargado. Setas neuropodiales superiores: espiníferas homogonas y falcíferas heterogonas; inferiores espiníferas heterogonas y falcíferas heterogonas.

Parápodos posteriores (Fig. 4 e) con lóbulo notopodial superior muy desarrollado, aproximadamente dos veces mayor que el inferior; cirro dorsal implantado en la región media dorsal de dicho lóbulo; setas notopodiales espiníferas homogonas. Neuropodio con lóbulo setífero dividido distalmente en dos lengüetas, el inferior subcónico y del mismo tamaño que el superior; cirro ventral alargado. Setas neuropodiales superiores: espiníferas homogonas y falcíferas heterogonas; inferiores: espiníferas y falcíferas heterogonas.

Localidad: tipo: Ensenada Honda, Golfo de Cariaco (Venezuela)

Perinereis cariacensis se diferencia de las demás especies del género por presentar cinco paragnatos transversos en las áreas V y VI.

P. mochimaensis y *P. cariacensis* presentan gran similitud en algunas características; sin embargo las di-

ferencias relativas al número de paragnatos en las áreas V y VI, así como la diferencia de forma de los lóbulos parapodiales anteriores, y el mayor grado de desarrollo que presenta el lóbulo notopodial superior de los parápodos posteriores de *P. mochimaensis*, permiten separar estas dos especies.

Los ejemplares se encuentran depositados en el Laboratorio de Biología Marina del Instituto Oceanográfico de la Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Dr. THOMAS H. PERKINS, del Bureau of Marine Research, Department of Natural Resources, St. Petersburg, Florida, EE.UU. por la lectura crítica del manuscrito y recomendaciones formuladas.

REFERENCIAS

- HARTMANN, O. 1944. Polychaetous annelids. *Allan Hancock Atlantic Exped.*, Rep. N° 3, pp. 1-33.
- LIÑERO, I. & G. REYES. 1979. Nereidae (Polychaeta, Errantia) del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 18 (1 & 2): 3-12.

(Manuscrito recibido el 10 de mayo de 1983).

ECOLOGIA DE *TIVELA MACTROIDES* BORN, 1778 (MOLLUSCA, BIVALVIA) EN PLAYA GÜIRIA (SUCRE, VENEZUELA)

ANTULIO S. PRIETO A.

*Departamento de Biología, Escuela de Ciencias, Universidad de Oriente,
Cumaná, Venezuela*

RESUMEN: Se describen aspectos ecológicos de *Tivela mactroides* en la Ensenada de Güiria, localidad situada cerca de Carúpano, Edo. Sucre. La distribución de los bancos del bivalvo es muy heterogénea. En el sector Occidental se concentran en el estrato intermedio, mientras que en el borde Oriental, las mayores densidades se registran en el estrato cercano a la playa. Estas diferencias se deben a irregularidades de la pendiente y a la influencia del oleaje. Los sedimentos del sublitoral contienen un alto contenido de arena muy fina (60-90%) y escasa cantidad de arena gruesa, limo y arcilla. La biomasa de la especie arroja valores en algunos casos mayores de 1.500 g de peso húmedo por m² y la distribución espacial es generalmente agregada. La densidad de los juveniles aumenta con la profundidad. Los valores de diversidad malacológica oscilan entre 0,26 y 1,404 bits/ind. *Donax striatus*, *D. denticulatus*, *Clibanarius vittatus* y poliquetos no identificados desempeñan un importante rango estructural en la comunidad.

ABSTRACT: Ecological aspects of *Tivela mactroides* in the "Ensenada de Güiria", which is situated near Carúpano, Sucre State are described. The distribution of the bivalve bed was very heterogeneous. The bivalves concentrated in the intermediate layer of the occidental sector, while in the oriental border, higher densities were observed in the layer near the shore. These differences are attributable to irregularities of the slope and to the wave pattern. The sublittoral sediments contain a high quantity of very fine sand (60-90%) and scarce quantities of coarse sand, lime and mud. The biomass of the species in some cases exceeded 1,500 g of wet flesh weight/m². The spatial distribution is predominantly one of aggregation. Density of young ones increased with depth. Malacological diversity in the community oscillated between 0.26 to 1.404 bits/ind. *Donax striatus*, *D. denticulatus*, *Clibanarius vittatus* and unidentified polychaets play an important structural function in the community.

INTRODUCCION

En Venezuela se han estudiado las comunidades marinas de las playas arenosas en la Isla de Margarita, Golfo de Maracaibo (RODRÍGUEZ, 1959; 1978); y Quizandal (Edo. Carabobo) (PENCHASZADEH, 1978). En todas estas comunidades se evidencian diferentes patrones de zonación, organización y composición faunística.

En este estudio se presentan datos sobre aspectos ecológicos de una comunidad de *Tivela mactroides* en Playa Güiria, localidad situada cerca de Carúpano, Edo. Sucre. Esta especie reviste cierta importancia económica por las altas densidades que registra. NARCHI (1972), estudió sus características anatómicas y funcionales en playas de Brasil. En Venezuela se han registrado datos

sobre la evaluación de su biomasa en La Guardia, Edo. Nueva Esparta (ETCHEVERS, 1976). Igualmente se analizó la importancia de *T. mactroides* en la comunidad, distribución espacial, biomasa, variación de la densidad en sentido horizontal y vertical en el área de estudio. También se aportan datos sobre algunas características físicas del biotopo a fin de relacionarlas con la distribución de la especie y se estudia la diversidad de moluscos.

DESCRIPCION DEL AREA ESTUDIADA MATERIALES Y METODOS

La zona estudiada está situada en la costa norte del Estado Sucre aproximadamente a 10 Km de la ciudad de Carúpano. La región es topográficamente baja con

una precipitación anual menor de 750 mm y temperatura media superior a los 26°C que corresponden a un clima semiárido con una vegetación xerófila (Fig. 1).

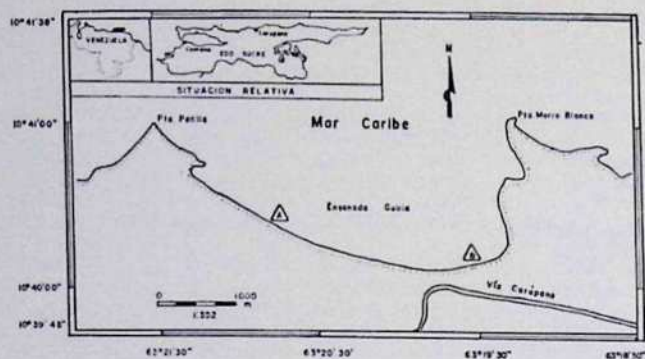


Fig. 1. Ubicación de los dos Sectores de muestreo en las playas de arena de la Ensenada de Playa Güiria (Edo. Sucre). A. Sector Occidental. B. Sector Oriental.

Toda la plataforma continental de esta área es amplia en extensión y se extiende 50 millas desde la costa. Las aguas que cubren esta área pertenecen al Mar Caribe y están influenciadas fuertemente por corrientes litorales de dirección este-oeste paralela a la costa y por vientos frontales de dirección Norte-Suroeste que erosionan temporalmente la línea costera del sector occidental de la ensenada en algunos meses del año.

Las corrientes de marea y la amplitud de estas no tienen mucha importancia de acuerdo a las observaciones realizadas. La salinidad de las masas de agua según FUKUOKA (1968) son altas en la estación seca (34,56‰, 36,5‰ y bajas en la lluviosa (29,32‰). Las observaciones realizadas indican que en las aguas superficiales litorales las salinidades son bajas desde marzo, 1978 (36‰) hasta junio, 1978 (34‰) y altas desde julio, 1978 hasta enero, 1979 (32,2‰). Las temperaturas presentan valores mínimos de enero, 1978 (22,6°C) y agosto, 1978 (24,6°C).

DENSIDAD Y BIOMASA

Los censos fueron realizados en 2 sectores de la costa con algunas diferencias topográficas. Un sector oriental localizado en el extremo oriental (Área del Balneario) de reducida longitud (500 mts) y un sector occidental más largo (3 km) (Fig. 1). En agosto

de 1978 estas dos áreas fueron muestreadas, siguiendo la técnica señalada por ETCHEVERS (1976), para ello se dividió el piso infralitoral de cada sector en 3 estratos o franjas de 20 metros de ancho cada una y paralelas a la costa. En el sector oriental se fijaron 3 estaciones separadas 80 metros entre sí; en forma de transecto y en cada una se colectaron 9 muestras en la franja I, 9 en la II y 6 en la III. Las colectas se realizaron en series de 3 de menor a mayor profundidad. En total se obtuvieron 24 muestras representativas del área. En el sector occidental se procedió de igual forma pero la distancia entre estaciones fue aumentada a 200 metros. Para la obtención de cada muestra se utilizó una draga metálica de operación manual de 25 cm de lado (0,0625 m² de área) con la cual se realizaron 4 submuestreos (0,25 m² de área total) en una superficie no mayor de 1 m. El volumen de arena colectado hasta una profundidad de 7 cm en cada submuestra fue tamizado en una zaranda con una malla metálica de 2 mm de apertura.

En marzo de 1979, se realizaron censos para la determinación de biomasa y densidad con la misma draga pero se colectaron muestras en los 3 transectos del sector oriental separados por 80 metros y en 5 del sector occidental separados por 200 metros. En cada uno de ellos se colectaron muestras a 1, 7, 14, 24, 34, 44 y 54 m de la línea del mar. Esto permitió por otra parte determinar la distribución de los juveniles en relación a la profundidad.

En agosto de 1979 se realizó otra evaluación de la biomasa en el sector occidental en 7 estaciones del estrato II separadas 200 metros cada una.

La biomasa fue calculada en gramos de peso húmedo (Ph m²), para ello, en cada fecha de colección fueron seleccionados al azar 20 individuos de diferentes tamaños. Estos organismos fueron traídos al laboratorio donde se les determinó la longitud total (Lt) con un calibrador y las partes blandas (Ph) con una balanza analítica Mettler H-31. Con estos parámetros se calculó por el método de los mínimos cuadrados, una ecuación de conversión del tipo $\text{Log Ph} = \text{Log a} + b \text{ Log Lt}$, con una correlación altamente significativa que permitió transformar los datos de Lt en peso húmedo, no incluyendo la parte orgánica de la concha.

Los valores de biomasa dentro de cada estrato se analizaron utilizando una Anova I doble y las com-

paraciones de biomásas entre estratos con una Anova doble con desigual pero con subclases y números proporcionales (SOKAL & ROHLF, 1969). La distribución de las tallas con la profundidad se analizó graficando los resultados de las frecuencias en grupos de 2 mm y analizando los histogramas en relación a la profundidad de los muestreos.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

Se estudió en ambos sectores y en diferentes estratos. Para ello fueron utilizados una draga de 0.010 m de área y un recipiente metálico de 15 cm de lado (0.0225 m²). La colecta se realizó tomando muestras equidistantes paralelas entre sí (SALT & HOLICK, 1946) y contando los individuos en cada muestreo. Un coeficiente de dispersión $F = S/X$ se utilizó para determinar dispersión, agregación o azar, y la significancia estadística de su valor se probó utilizando la distribución *t* (SOKAL & ROHLF, 1969).

DIVERSIDAD DE LA TAXOCENOSIS DE MOLUSCOS

Se determinó en la socavación de la playa, los 3 estratos del sector occidental y en la línea de marea del sector oriental. Para ello se realizaron 20 censos equidistantes en cada área utilizando un cuadrado metálico de aluminio de 50 cm de lado (0,25 m² de área). Todas las especies de moluscos contenidos en cada muestreo fueron contadas y para el cálculo se empleó la fórmula de Shannon: $H = -\lambda \sum p_i \log_2 p_i$. Un coeficiente de equitabilidad se determinó tabulando los contejos de las especies macroscópicas del megalobentos en un número de muestreos representativos, realizados en ambos sectores y calculando los parámetros comunitarios de acuerdo a BODENHEIMER (1955).

AMBIENTE FÍSICO

La granulometría del sustrato se estudió tomando muestras representativas de cada uno de los estratos de la playa. Después de homogeneizar los sedimentos obtenidos a un mismo nivel, se tomó una submuestra para la determinación de los distintos porcentajes de las diferentes categorías de partículas de arena, limo y arcilla. La materia orgánica, la proporción de Si y de CaCO₃ se determinó usando la técnica para análisis de

sedimentos señalada por el I.B.P. (BUCHANAN & KAIN, 1971). Los resultados fueron graficados en una curva de frecuencia acumulativa, a fin de calcular los parámetros granulométricos Md ϕ , QD ϕ , y SQq ϕ .

Para la denominación de las partes del ambiente físico se utilizó la nomenclatura señalada por OLIVIER, *et al* (1971).

RESULTADOS

Granulometría del sustrato:

Los sedimentos costeros del sublitoral de la zona estudiada presentan un contenido aproximado de 25,0% de CaCO₃ y una alta cantidad de minerales silíceos. En la franja supralitoral, fuera del límite del oleaje, el sedimento es muy heterogéneo y contiene grandes depósitos de conchas de animales muertos. Estos depósitos son más evidentes en el sector oriental en la Ensenada, debido a la escasa inclinación de la playa. Pueden detectarse también restos de rocas metamórficas tipo gneiss, limolitas y conglomerados provenientes de afloramientos costeros.

En la franja mediolitoral, donde ocurre normalmente la ola, los sedimentos son más homogéneos y contienen pocos restos de conchas (Fig. 2). En esta zona se encontró la mayor textura del grano de ambos sectores (Md = 1,10 ϕ . En la socavación de la playa disminuye el diámetro medio (3,06 ϕ), aunque en el

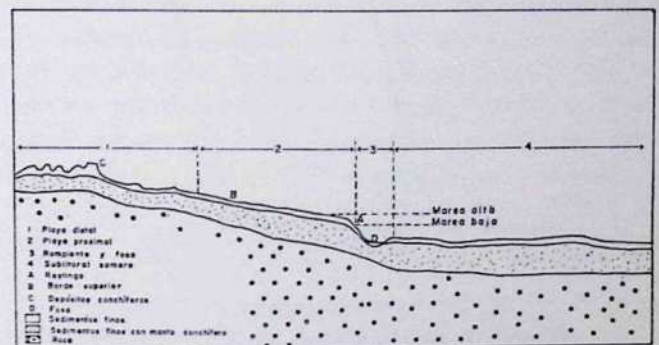


Fig. 2. Perfil técnico de la playa arenosa que corresponde a una vista transversal del sector Occidental (A) de la Ensenada de Güiria. *Tivela mactroides* es el organismo dominante en la zona 4.

sector occidental hay mayor proporción de arena gruesa, también contiene sedimentos finos producidos por la intensa turbulencia y meteorización que ocurre en ella. En estas zonas el sedimento es muy escaso en limo y arcilla (1-2,0%). (Figs. 3 y 4).

En los tres estratos del infralitoral la proporción de limo y arcilla aumenta gradualmente con la profun-

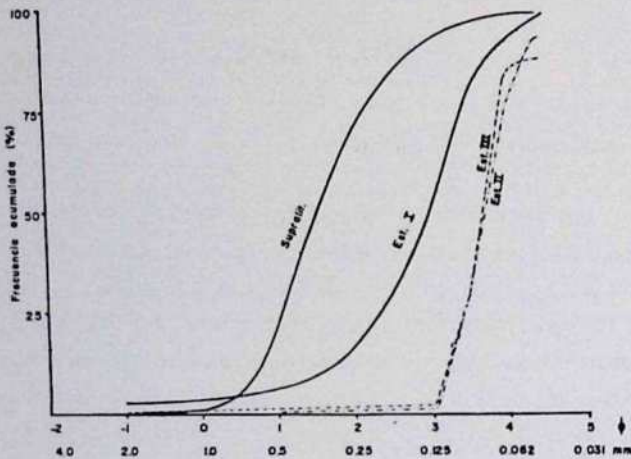


Fig. 3. Curva de frecuencia acumulativa donde se indica la composición granulométrica de los sedimentos costeros del Sector Occidental (A) de la ensenada de Güiría. El tamaño de los diferentes grados de las partículas están ploteados en la abscisa con las notaciones phi y aritmética. Los diferentes porcentajes acumulativos en orden de tamaño se representan en la ordenada.

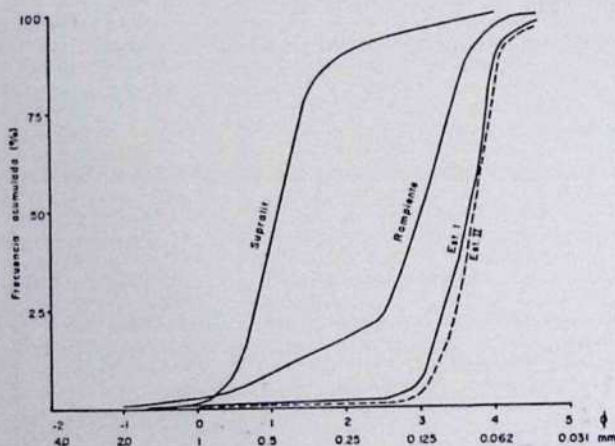


Fig. 4. Curva de frecuencia acumulativa donde se indica la composición granulométrica de los sedimentos costeros del Sector Oriental (B) de la ensenada de Güiría. El tamaño de los diferentes grados de las partículas están proteados en la abscisa con las notaciones phi y aritmética. Los diferentes porcentajes acumulativos en orden de tamaño se representa en la ordenada.

didad (20%). El diámetro medio de los sedimentos oscila entre 2,97 y 3,7Ø. En el I estrato del sector occidental siempre se observa la presencia de cierta cantidad de grava, que debe ser atribuida a una mayor influencia del choque del oleaje contra la línea costera, lo cual deriva en un mayor transporte de sedimentos gruesos y restos de conchas hacia este nivel y por consiguiente una disminución de MdØ. En general el sedimento donde predomina el bivalvo está formado en un alto grado por arena muy fina, cuyas partículas oscilan entre + 3 y + 4 Ø (60-90%) y contiene poca cantidad de arena gruesa y media (5-20%). Los análisis químicos del sedimento indican que en el sublitoral contienen alto porcentaje de sílice (70-80%) pero este tiende a disminuir en la socavación de la playa proximal. Existe una correlación negativa entre la proporción de Ca y Si. El aumento del CaCO_3 se explica por la deposición constante de conchas en la línea costera por efecto del fuerte oleaje. El máximo contenido de CaCO_3 fue encontrado en la playa proximal del sector occidental. La materia orgánica en los sedimentos es relativamente alta. La Tabla I resume las características granulométricas y químicas de los sedimentos.

RELACIÓN LONGITUD-PESO

La relación Longitud (Lt) peso de la carne húmeda (Ph) está expresada por la ecuación $\text{Ph} = 5.426$

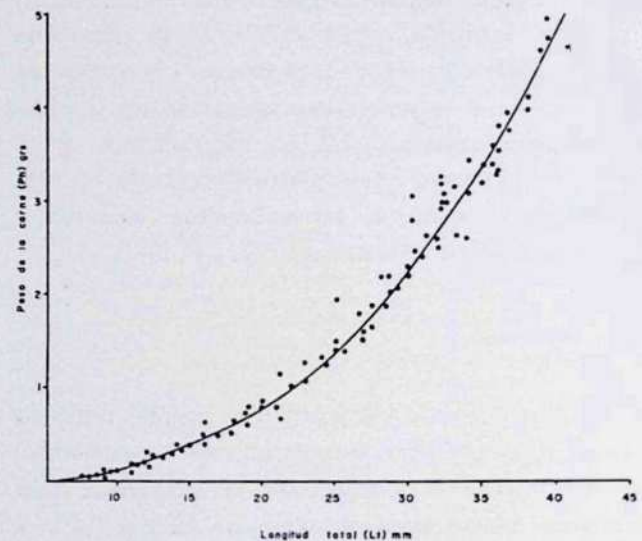


Fig. 5. Relación peso húmedo (Ph)-Longitud total (Lt) en la población *Tivela mactroides* de playa Güiría, Ecuación de conversión Lt-Ph.

$$\text{LOG}_{10} \text{Ph} = -3,2634 + 2,4597 \text{ LOG}_{10} \text{Lt.}$$

Ecología de *Tivela mactroides* en playa Güiria, Venezuela

TABLA I. CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS Y QUIMICAS DEL SEDIMENTO DE LOS ESTRATOS COSTEROS DE PLAYA GÜIRIA. A. SECTOR OCCIDENTAL. B. SECTOR ORIENTAL. I, II Y III (ESTRATOS O FRANJAS DE 20 MTS.). LOS ATRIBUTOS MD Ø = MEDIANA. QD Ø = DESVIACION STANDART O ESCOGIMIENTO Y SKq Ø = SKEWNESS O ASIMETRIA SE CALCULARON UTILIZANDO LAS FORMULAS Y LOS METODOS GRAFICOS INDICADOS POR BUCHANAN AND KAIN, 1971.

		Grava %	Arena %	Limo y arcilla %	MD Ø	QD Ø	SKq Ø	% M:O	% Si	% CaCO ₃	pH
Playa proximal	B	0,0	99,0	1	1,10	0,29	0,15	5,1	60,7	29,2	7,8
	A	0,0	99,5	0,5	1,25	0,30	0,15	2,6	70	20,0	7,6
Socavación	B	0,5	97,5	2,0	3,06	0,43	—0,10	4,6	71	25,0	7,5
	A	2,2	95,2	2,7	2,45	0,48	0,01	4,2	65	30,1	7,6
I Estrato	B	0,0	92	8,0	3,60	0,26	—0,04	4,6	71,8	21,8	7,6
	A	2,56	89	8,1	2,97	0,62	—0,01	3,1	70,0	20,8	7,4
II Estrato	B	0,0	88,5	11,5	3,68	0,23	—0,01	5,6	78,0	22,3	8,1
	A		77,02	23,28	3,75	0,29	—0,07	2,6	80,0	17,0	7,5
III Estrato	B	0,2	83,12	16,4	3,65	0,24	—0,02	3,2	72,1	16,2	7,4
	A	0,1	84,07	15,78	7,70	0,25	—0,05	2,4	75,0	16,0	7,7

$\times 10^{-4}$. Lt^{2458} con un coeficiente de correlación $r = 0,98$ altamente significativo ($t = 10,36$, $P = 0,001$). Se observó que existe una relación altamente significativa entre los parámetros y como b es menor que 3 hay alometría negativa. (Fig. 5).

BIOMASA

La biomasa de la población fue evaluada en agosto, 1978, en tres estaciones equidistantes (Tabla II).

La biomasa en el extremo occidental de la ensenada fue mayor en el estrato II. El análisis de varianza del I estrato reveló que no hay diferencias significativas con la profundidad ni en sentido horizontal. En el estrato II en cambio se comprobó que hay diferencias significativa entre los parámetros y como b es menor que 3 hay ($Fs = 18,944$, $P = 0,01$) y entre los valores de biomasa obtenidos a una misma distancia de la playa. En el III

estrato no se encontraron diferencias significativas (Tabla II). Una comparación entre los 3 estratos revela que existen diferencias muy significativas entre subgrupos ($Fs = 11,3300$, $P = 0,001$ filas ($Fs = 41,764$, $P = 0,001$) y entre columnas ($Fs = 36,581$, $P = 0,001$). En el sector oriental la biomasa fue mayor en el estrato I, muy baja en la franja más alejada y en el estrato II se obtuvieron valores intermedios. Los análisis de varianza de los tres estratos por separado indican que la biomasa es homogénea y que no existen diferencias significativas en su distribución perpendicular y paralela en relación a la línea costera. En cambio una comparación de las tres franjas revela que sí existen diferencias muy significativas entre subgrupos ($Fs = 5,10$, $P = 0,01$), filas ($Fs = 18,61$, $P = 0,001$) y columnas ($Fs = 12,71$, $P = 0,001$).

Las colecciones realizadas en el sector occidental, durante marzo, 1979, la mayor biomasa se alcanzó en los niveles entre 14-24 m de la línea de la costa, siendo

TABLA II. VALORES DE BIOMASA ($\bar{X} \pm SD$) EN GR. DE PESO HUMEDO POR MT², OBTENIDOS EN LOS MUESTREOS REALIZADOS EN AGOSTO, 1978, EN LOS DOS SECTORES DE PLAYA GÜIRIA. SE INDICAN TAMBIEN LOS RESULTADOS DE LA COMPARACION DE LOS VALORES OBTENIDOS DENTRO DE CADA ESTRATO.

Sector Occidental

	$\bar{X}$	SD	Anova II	Sin réplica
I Estrato	211,01	125,67	Columnas Filas	Fs=0,2569 N.S. Fs=1,5443 N.S.
II Estrato	601,97	302,55	Columnas Filas	Fs=7,5725 * Fs=18,944 *
III Estrato	306,99	227,72	Columnas Filas	Fs=9,15,80 N.S. Fs=7,8774 N.S.

Sector Oriental

	$\bar{X}$	SD	Anova II	Sin réplica
I Estrato	1229,29	952,18	Columnas Filas	Fs=0,626 N.S. Fs=0,7995 N.S.
II Estrato	389,29	183,80	Columnas Filas	Fs=2,456 N.S. Fs=0,2768 N.S.
III Estrato	152,743	83,36	Columnas Filas	Fs=0,783 N.S. Fs=6,0361 N.S.

nula en la socavación y disminuyendo al aumentar la profundidad. La densidad sigue el mismo patrón que la biomasa y en el sector occidental fue $788,23 \pm 510$ ind/m². En el sector oriental (Balneario) se obtuvo un promedio de 1.024 ± 420 ind/m² siendo máxima en la primera franja y disminuyendo al aumentar la profundidad.

Distribución de tallas:

Los resultados de esta distribución de intervalos de Lt son parecidos en ambos casos. En el sector occidental no se encontró bivalvos a un metro de la línea de marea en ninguna de las estaciones muestreadas, que es el área correspondiente a la socavación. Puede observarse que en las primeras 4 profundidades hay predominancia de las tallas comprendidas entre 20 y 28 mm de Lt, y hay escasa frecuencia de ejemplares juveniles, 4-8 mm. En las muestras colectadas lejos de la playa

aumenta progresivamente la proporción de juveniles. En el sector oriental se observa el mismo modelo pero con algunas variantes, ya que en el muestreo cercano a la línea de marea hay cierta densidad de bivalvos. Por otra parte el principal modo en toda la columna de agua se situó entre 20 y 22 mm de Lt. El número de juveniles aumenta en los muestreos más alejados y en una proporción mucho mayor llegando a frecuencias de hasta 23%. (Fig. 6).

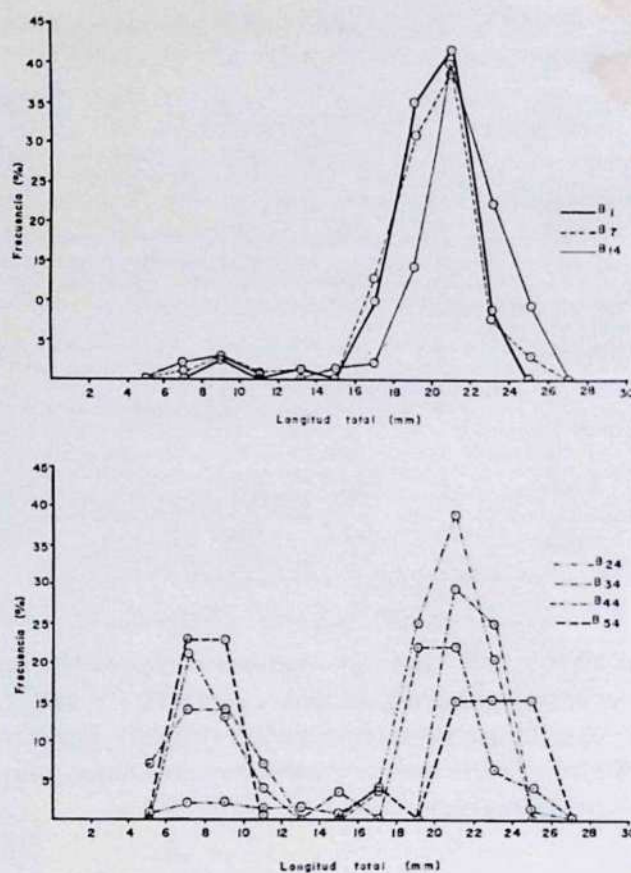


Fig. 6. Distribuciones de frecuencias de tallas de *Tivela macrotoides* agrupadas en clases de 2 mm y colectadas en marzo, 1979, en el Sector Oriental de playa Güiria. Las notaciones de B indican la distancia en metros desde la línea de marea al sitio adonde se extrajeron los bivalvos.

Distribución Espacial:

En la Tabla III se indican los resultados obtenidos en los muestreos de dispersión espacial realizados a diferentes distancias en ambos sectores. Se observa

TABLA III. RESULTADOS DE LOS CENSOS DE DISTRIBUCION ESPACIAL DE *TIVELA MACTROIDES* REALIZADOS EN DIFERENTES SECTORES DE PLAYA GÜIRIA

Sector	Nivel	Area Unidad Muestreal	Nº Unidades Muestreadas	$S^2/\bar{X}$	Fx	Fx*
Oriental	I Estrato	0,0225	65	1,38	0,90 - 1,09	1 - 1,09
Oriental	II Estrato	0,0225	61	3,35	9,69 - 1,30	1 - 1,30
Oriental	III Estrato	0,0225	18	1,13	0,34 - 1,65	1 - 1,65
Oriental	I Estrato	0,0100	16	1,05	0,51 - 1,48	1 - 1,48
Occidental	I Estrato	0,0225	39	1,82	0,61 - 1,38	1 - 1,38
Occidental	II Estrato	0,0225	52	1,31	0,67 - 1,33	1 - 1,33
Occidental	III Estrato	0,0225	46	1,92	0,64 - 1,35	1 - 1,35
Occidental	Fosa	0,0225	36	2,22	0,59 - 1,40	1 - 1,40

Fx y Fx* Límites de confianza al 5% para arreglos al azar y agregados respectivamente.

que los valores del radio de la varianza ($S/\bar{X}$) son muy variables, siendo cercanos a la unidad en los muestreos cercanos y aumentando con la distancia de separación. En forma general en los estratos de mayor densidad los valores de $S/\bar{X}$ son bajos y aumentan en los de baja densidad. No se observó distancia mínima entre especímenes.

Diversidad:

En el sector occidental, los resultados muestran una baja diversidad, la comunidad está representada por *Tivela mactroides* como organismo dominante y *Donax striatus*, *Donax denticulatus* como principales acompañantes. Los valores indican que el nivel superior (socavación) de la playa presenta la diversidad mayor, $H=1,404$, basada casi exclusivamente en la presencia de las 3 especies de pecicípodos. Este es un substrato caracterizado por sedimentos de granulometría gruesa que no permite la presencia de otras especies de bivalvos, los cuales ocasionalmente pueden llegar por acción del oleaje. Los ejemplares de *T. mactroides* capturados provienen por lo general del arrastre a que son sometidos por acción de los fuertes vientos nocturnos. En el primer estrato del infralitoral la diversidad disminuye gradualmente, $H=1,0423$. Esto se debe a un aumento de las densidades bruscas de *Tivela mactroides* y *Donax striatus*. (Tabla IV).

En el estrato posterior (III), el número de especies presente aumenta ligeramente pero la mayor densidad

de *T. mactroides* trae como consecuencia una disminución de la diversidad, $H=0,6023$. En la última franja (III) la diversidad es baja, $H=0,50$ bits/ind, a pesar del aumento del número de especies con la profundidad. En la Tabla III se indican los datos correspondientes a los cálculos de la función de información y el radio de equitabilidad (E), derivado del número de especies encontradas (S) entre el número de especies hipotéticas (S), ajustados al modelo de diversidad de MACARTHUR (1957), según MARGALEF (1974).

COMPOSICION DE LA MACROFAUNA EN LA COMUNIDAD

Estructuralmente la comunidad de *Tivela mactroides* en Playa Güiria está caracterizada por una baja diversidad específica motivado a la gran inestabilidad del medio físico que limita la supervivencia de otras especies. En los censos realizados durante 1978 se identificaron las siguientes especies de acuerdo a su abundancia. (Tabla V).

Tivela mactroides BORN, 1778

Es la especie dominante y representa desde el 80% hasta el 95% de la fauna colectada, tiende a reducir su densidad hacia la línea de marea en el sector occidental, sin embargo cerca del Balneario (Estación B) la población del primer estrato es bastante densa, debido a que la pendiente de la playa es suave y que casi no existe la fosa que limita la playa proximal con el piso sublitoral.

TABLA IV. RESULTADOS DE 20 CENSOS DE DIVERSIDAD MALACOLOGICA DE 0,25 M². REALIZADOS EN VARIOS SECTORES DE PLAYA GUIRIA. SE INDICA LA DIVERSIDAD (H) Y EL COEFICIENTE DE EQUITABILIDAD (E). A. *DONAX DENTICULATUS*. B. *DONAX STRIATUS*. C. *TIVELA MACTROIDEA*. D. *MACTRA ALATA*. E. *ANADARA BRASILIANA*. F. *NATICA CAYENENSIS* Y G. *OLIVELLA* SP. N = NUMERO DE INDIVIDUOS COLECTADOS.

$\bar{X}$ = DENSIDAD.

	A	B	C	D	E	F	G
Socavación (Sector Occidental)							
N	19	6	30	—	—	—	—
$\bar{X}$	0,95	0,30	1,50	—	—	—	—
H = 1,404							
E = 1,0							
Socavación (Sector Oriental)							
N	42	18	1.884	4	—	—	2
$\bar{X}$	2,10	0,80	94,20	0,20	—	—	0,10
H = 0,20							
E = 0,20							
Estrato I (Sector Occidental)							
N	82	582	1.592	2	—	—	—
$\bar{X}$	4,10	29,10	79,60	0,10	—	—	—
H = 1,0432							
E = 0,75							
Estrato II (Sector Occidental)							
N	64	424	4.006	6	16	—	—
$\bar{X}$	3,20	21,20	200,8	0,30	0,80	—	—
H = 0,6023							
E = 0,40							
Estrato III (Sector Occidental)							
N	19	207	1.936	4	7	3	—
$\bar{X}$	0,95	10,35	96,80	0,20	0,35	0,15	—
H = 0,58							
E = 0,33							

Donax striatus LINNE, 1767

Sigue en orden de abundancia, pudiendo alcanzar densidades de hasta 80 individuos por 0,25 mts en el estrato I, sin embargo su densidad tiende a disminuir en los estratos II y III al incrementar la profundidad.

Parece existir una competencia espacial de esta especie con *Tivela mactroides*, sin embargo *Donax striatus* se localiza siempre más superficial. Se distribuye en forma agregada en algunas zonas cerca del estrato I y ocasionalmente en algunas muestras puede ser más numeroso que *Tivela mactroides*.

TABLA V. COMPOSICION Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE PLAYA GUIRIA. LA DENSIDAD ESTA EXPRESADA EN IND/025 M² Y SE BASAN EN 30 MUESTREOS REPRESENTATIVOS. PARAMETROS COMUNITARIOS DE ACUERDO A BODENHEIMER (1955)

Especie	Nº Total	% Fauna	Rango	Densidad	Dominancia numérica	Constancia específica
<i>Tivela mactroides</i>	6.148	80,05	1	204,93	D	C
<i>Donax striatus</i>	615	8,007	2	20,50	D	C
<i>Donax denticulatus</i>	525	6,835	3	17,50	D	C
<i>Clibanarius vittatus</i>	262	3,424	4	8,73	D	C
Poliquetos	93	1,210	5	3,10	Acce	Accid
<i>Anadara brasiliana</i>	11	0,143	6	0,36	Acce	Accid
<i>Mactra alata</i>	9	0,117	7	0,30	Acce	Accid
<i>Emerita brasiliensis</i>	8	0,104	8	0,26	Acce	Accid
<i>Tellina</i> sp.	4	0,052	9	0,133	Accid	Accid
<i>Olivella</i> sp.	2	0,026	10	0,100	Accid	Accid
<i>Natica cayenensis</i>	3	0,0391	11	0,066	Accid	Accid
TOTAL	7.680					

D = Dominante, Acce = Accesorio, Accid = Accidental, C = Constante

Donax denticulatus LINNE, 1758

Es el tercer bivalvo de importancia en la zona, siendo más abundante en la zona donde rompe la ola, hábitat donde alcanza su mayor densidad, ocasionalmente muchos juveniles pueden localizarse en el sublitoral trasladados por el oleaje.

Clibanarius vittatus BOSC, 1802

Este crustáceo decápodo es constante en casi todos los muestreos y en algunos casos su abundancia puede ser mayor que *D. denticulatus* en el piso sublitoral. Es más numeroso en el sector occidental de Playa Güiria donde en muestreos realizados en agosto de 1978 alcanzó densidades de hasta 32 individuos por 0,25 m². En el sector oriental su abundancia es menor y la máxima densidad hallada fue de 5 individuos por 0,25 m². Generalmente habita en conchas vacías de los moluscos *Thais haemastoma floridana*, *Turritella variegata* y *Natica cayenensis*. No son hallados en playa proximal ni en la fosa del sector occidental y constituyen los principales predadores de *Tivela mactroides*.

Poliquetos:

Forman galerías en forma de tubos en el substrato y son muy abundantes. Se identificaron *Lumbrinereis*

sp., *Sthenelais* sp., y otra sp. de la familia Gliceridae no identificada aún.

Anadara brasiliana LAMARK, 1819

Esta especie fue localizada solamente en el estrato III del sector occidental y en pocos muestreos, sin embargo es más abundante a profundidades de 3 metros en el sublitoral; se le encuentra en grupos de 3 individuos.

Mactra alata SPENGLER, 1802

Este bivalvo es confundido con *Tivela mactroides*, con quien comparte características comunes relacionadas con la forma y la coloración de la concha. Su distribución es casual, no encontrando nunca más de 1 individuo por muestreo, sin embargo al contrario de *Anadara brasiliana* se le localiza cerca de la playa.

Emerita brasiliensis SCHMITH

Se le localiza en el estrato I en la fosa, ocasionalmente puede hallársele en la playa proximal y en los estratos sublitorales más profundos, la densidad puede ser mayor que la indicada ya que su captura se dificulta por la movilidad de la especie.

Tellina radiata LINNE, 1758

Es poco abundante y se localiza en el sector oriental cerca del Balneario, sin embargo se comprobó que es una especie occidental en la comunidad siendo más abundante a niveles profundos del sublitoral.

Natica cayenensis RECLUZ, 1858

Solamente se capturaron tres ejemplares vivos y muchas conchas vacías estaban ocupadas por crustáceos paguridos.

Olivella sp

Esta especie se capturó en la zona intermareal del sector oriental.

Todas estas especies son representantes del megabentos y del macrobentos, no se tomaron en cuenta larvas de invertebrados ni otros invertebrados pequeños sin importancia numérica. En la parte alta de la zona supralitoral (playa distal) pudo constatarse la presencia de conchas vacías de las siguientes especies: *Cymatium parthenopeum*, *Chicoreus pomun*, *Chicoreus brevifrons*, *Turritella variegata*, *Pitar dione*, *Antigona rigida*, *Thais haemastoma floridana*, *Cymatium poulsoni*, *Perna perna* y *Polinices hepaticus*.

En la Tabla V, se indica el resultado de 30 censos de 0,25 m². Se observa que *Tivela mactroides* representa el 80% de la fauna total y que conjuntamente con *Donax striatus* y *Donax denticulatus* alcanzan aproximadamente el 95% de la fauna total. La alta densidad de la especie dominante incide directamente en la baja diversidad de la comunidad. El segundo rango en importancia lo ocupa *Donax striatus* quien supera ligeramente a *Donax denticulatus*, esta particularidad puede atribuirse a que estos censos se realizaron aproximadamente a 30 mts de la orilla (Estrato II) donde aparentemente es más numerosa la primera especie.

El índice de dominancia de la comunidad basado en la abundancia de las dos especies más frecuentes es de 88,05%. Las dos especies de *Donax* ocupan el 14,83% del total de la fauna y constituyen elementos constantes de la comunidad. Los juveniles de ambas especies son difíciles de identificar y ocupan el mismo nicho trófico que *Tivela*, aun cuando parece existir se-

gregación en la distribución de estas especies. Esta separación es muy clara entre *Donax denticulatus* y *Tivela mactroides* los cuales dominan en 2 estratos diferentes de la costa.

RELACIONES TRÓFICAS

Tivela mactroides y *Donax striatus* parecen ser los bivalvos que presentan mayor competencia espacial por el alimento, sin embargo *Donax* a pesar de ser un filtrador fitoplanctónico tiene los sifones más desarrollados que *Tivela* que normalmente penetra en el sustrato más profundamente. Esto hace suponer que *Tivela* también puede alimentarse de algas fitobentónicas que normalmente viven adentro del sustrato y de materia orgánica.

Los principales predadores de *Tivela* fueron ermitaños paguridos de la especie *Clibanarius vittatus*; esta relación fue comprobada en el laboratorio. Otras especies que pudieran ser predadores potenciales son los gastrópodos *Cymatium parthenopeum*, *Chicoreus brevifrons* y *Thais haemastoma floridana* que habitan en los estratos más profundos; y los peces *Arius herzbergui* y *Cathiops spixii* que son abundantes en la misma zona y se aproximan con bastante frecuencia a la playa en busca de alimento. *Natica cayenensis* es un gasterópodo hallado muy raramente en la zona pero ha sido señalado como un especializado depredador de bivalvos en playas arenosas.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Según el resultado de los censos de *Tivela mactroides* efectuados en diversas estaciones de la Ensenada de Playa Güiría, la distribución espacial de esta especie es muy variable. El azar encontrado en algunas áreas indica que muchos factores, algunos de ellos desconocidos, actúan en diversos sentidos sobre su dispersión, y que deberían ser estudiados en mayor profundidad. Es probable que el bivalvo realice migraciones verticales y horizontales donde la dinámica del medio desempeñe un papel muy importante.

Tivela presenta sifones relativamente menos desarrollados en longitud que los *D. denticulatus* y *D. striatus*, especies asociadas pero menos abundantes. Esta característica puede facilitar la actividad de estos órganos y evitar confusión durante la actividad alimentaria aun a altas densidades.

La forma de distribución de *T. mactroides*, concuerda con la reportada para *Tellina tenuis* en Kames Bay (Inglaterra), por STEPHEN (1928) que se distribuye en forma agregada, pero no con la dispersión uniforme que presenta esta misma especie en el Estuario Exe (HOLME, 1959). Esto hace pensar que existe una variabilidad en las poblaciones de un área a otra y que las condiciones físicas y químicas del ambiente son responsables de estos cambios.

OLIVIER *et al* (1971) señalan también que la distribución de la almeja amarilla *Mesodesma mactroides* en Mar del Plata, Argentina, es al azar y agrupada. Igual tipo de distribución fue reportado para *Anomalocardia brasiliana* en playas de Ubatuba, Estado de São Paulo, donde hay tendencia a formar agregación sin ninguna relación con la inclinación de la playa, ni con la granulometría del sedimento (SHAFFER, 1978). En *Tellina agilis* los juveniles exhiben una dispersión agregada, en cambio los adultos están al azar.

Las densidades observadas (ind/m²) son muy variables y por lo general son altas en el I estrato del sector oriental y en el II Estrato del sector occidental. El máximo valor observado 2,858 (ind/m²) es mayor que el reportado para *Tellina agilis*, *Mesodesma mactroides* y *Anomalocardia brasiliana* pero muy inferior al encontrado para *Tellina tenuis* en Kames Bay por STEPHEN (1928) que fue 7.588 por m².

Las estimaciones realizadas en agosto de 1978 indican que la biomasa es mayor en el II estrato del sector occidental, sin embargo en el sector oriental la mayor densidad se observa en el I estrato. Esta variación es debida a la topografía del área y a cambios en la granulometría de la rompiente. La biomasa osciló entre 88,5 y 3111,1 gr/m², cifras menores que las reportadas para *Euomalthea rufa* (LAY, 1966) y *Mesodesma mactroides*, especies de mayor tamaño y de gran importancia económica que habitan en los ecosistemas bentónicos mediolitorales de las costas de Chile y Argentina respectivamente. *Tivela stultorum*, otra especie muy relacionada pero de mayores dimensiones, alcanza en playas de California biomasa muy altas. FITCH (1950) estima una población de 2.000.000 de ejemplares en 4 millas de playa.

La distribución de los juveniles en los estratos es característica y se indica en la Figura 6 donde se nota que su proporción es directamente proporcional a la

profundidad y al alejamiento de la costa, ya que en los primeros 22 metros la cantidad de juveniles es mínima pero aumenta con la profundidad. Esta segregación puede deberse a que en un ambiente tan inestable como éste, la acción dinámica del oleaje tendría mayor poder de arrastre sobre los reclutas fijados cerca de la orilla, los que continuamente serían llevados hacia áreas más profundas. Resultados similares han sido reportados para *Tellina tenuis* en Kames Bay (STEPHEN, 1928) y *Cardium edule* (STEPHEN, 1953). En otras especies de bivalvos como *Mya arenaria* (TURNER, 1952) y *Mesodesma mactroides* se ha señalado una situación inversa, es decir, una segregación de juveniles en canales de baja profundidad producidos por el oleaje y las mareas.

Los valores de diversidad específica de la taxocenosis de moluscos en esta comunidad son muy bajos, como corresponde a ambientes arenosos costeros de poca estabilidad, la información en la comunidad oscila entre 0,6023 a 1,404 bits/ind y está controlada por la densidad de la especie dominante. La mayor diversidad corresponde a la socavación del sector occidental, donde es muy rara la presencia de *Tivela mactroides*, en cambio en el área equivalente del sector oriental, la diversidad disminuye bruscamente (0,284 bit/ind). (Tabla IV). Las tres especies de moluscos pueden sumar en algunas colectas hasta el 100% de la fauna, aparentemente *Donax denticulatus* está segregado de las otras 2 especies, pero posiblemente haya cierta separación en los nichos ecológicos ya que el mayor desarrollo de los sifones de *D. striatus* puede indicar que sea un filtrador fitoplanctónico, en cambio *Tivela* es un eficiente filtrador de materia orgánica suspendida o contenida en los sedimentos que es relativamente alta. En la composición de la comunidad llama la atención la presencia de poliquetos minadores que alcanzan cierta abundancia y la presencia del pagurido *Clibanarius vittatus* que constituye el predador principal de *Tivela*. FERRER (1981) ha señalado las relaciones interespecíficas de *Tivela stultorum* con la galleta de mar *Dendraster excentricus* y poliquetos tubícolas en Baja California, México. La comparación de esta comunidad con otras de Sur América indica que existe cierta similitud en la composición faunística de las de *Mesodesma donacium* (Chileno-Peruana) y *Mesodesma* sp (Taria) (Comunidad malgache de *Mesodesma*), con las cuales comparte especies afines de *Donax*, *Emerita*, *Olivella* y otros decapodos. Sin embargo, hay diferencias con la comunidad argentina de *Mesodesma mactroides*, en

donde están presentes *Donax*, *Emerita*, poliquetos, pero no existen decapodos predadores, por lo que este nicho está vacío, característica reportada para otras comunidades de mesodesmátidos en otras regiones (OLIVIER, *et al.*, 1971).

RODRÍGUEZ (1959) en su estudio de comunidades arenosas de Margarita (Estación 1) cita la presencia del erizo *Mellita quinquiesperforata* y de *Donax* sp. en los niveles sublitorales. MARGALEF (1974) ha sugerido que los factores físicos tendrían alta influencia sobre los organismos de comunidades no maduras los cuales tienen un radio alto de producción biomasa que facilita en cierta forma su explotación racional. La confluencia de *Tivela* con las dos especies de *Donax* ha sido reportada por ETCHEVERS (1976) en La Guardia (Nueva Esparta) lo que puede configurar un cuadro típico de interrelación con un biotopo propio y en cierta forma especial. En cambio en las playas arenosas de Quizandal (Edo. Carabobo) PENCHASZADEH, *et al.* (1978) describe la zonación vertical hasta una profundidad de 4 metros y hace referencia en el horizonte infralitoral superior (1,50 m) a los gasterópodos *Mazatlanina aciculata*, *Olivella verreauxi*, *Terebra cinerea*, *Polinices hepaticus*, el bivalvo *Donax denticulatus*, el erizo *Mellita quinquiesperforata* y *Emerita brasiliensis*, además de isopodos, poliquetos y miscidáceos. La ausencia de *Tivela*, evidencia que se trata de una asociación más madura, debido probablemente a condiciones ambientales y granulométricas diferentes. Este mismo autor (*com. pers.*), señaló la presencia de *Tivela*, en escasas densidades, conjuntamente con *Emerita* y las dos especies de *Donax* en las comunidades costeras de Punta Morón (Edo. Carabobo).

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su agradecimiento al Prof. ADRIAN CEDEÑO por la ayuda que prestó en la identificación de las especies de crustáceos. Igualmente al Prof. CELESTINO FLORES y al Auxiliar HORACIO MÉNDEZ por la valiosa ayuda en la identificación de los moluscos. A los técnicos CARLOS CORREA del Instituto Oceanográfico y LUIS CASTILLO del Dpto. de Química, Escuela de Ciencias, por la colaboración prestada en los análisis granulométricos y químicos del sedimento. Hago también mi agradecimiento a los Sres. ROBERTO MARTÍNEZ, CARLOS PACHECO y JESÚS FIGUEROA sin cuya ayuda no hubiera sido posible realizar las labores de campo.

REFERENCIAS

- BODENHEIMER, F. (1955). *Precis d'ecologie animale* Payot. París.
- BUCHANAN, J.B. & J.M. KAIN. 1971. Measurement of the Physical and Chemical Environment. In *Methods for the Study of Marine Benthos*. (Ed. N. A. Holme & A. D. McIntire). I. B. P. Handbook., (16): 30-51.
- ETCHEVERS, S. L. 1976. Notas ecológicas y cuantificación de la población explotable de guacuco. *Tivela mactroides*, en la Ensenada de La Guardia, Isla de Margarita. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 15 (1): 57-64.
- FERRER, L. 1981. Repoblamiento Experimental de almeja pismo en Baja California Norte. En resumen VII Simposio Latin. sobre Ocean. Biolog. Acapulco, México, p. 50.
- FITCH, J.E. 1950. The pismo clam. *Calif. Fish. & Game*, 36 (3): 285-312.
- FUKUOKA, J. 1972. Evaluación de los Datos Oceanográficos del Area Costera Nororiental de Venezuela. I. O. UDO Cumaná, Editor Taizo Okuda, p. 37-48.
- HOLME, N. A. 1950. Population-Dispersion in *Tellina tenuis* da costa, *J. mar. Biol. Assoc.* 28: 189-237.
- LAY, J. 1966. Observaciones biológicas en *Eurhomalea rufa* Lam. 1818. *Est. Oceanogr. Chile* 2: 25-39.
- MARGALEF, R. 1974. *Ecología*. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. 950 pp.
- NARCHI, W. 1972. Comparative study of the functional morphology of *Anomalocardia brasiliensis* (Gmelin, 1791) & *Tivela mactroides* (Born, 1778 Bivalvia, Veneridae). *Bull. Mar. Sci.*, 22 (3): 643-670.
- OLIVIER, S., CAPEZZANI, D., CARRETO, J., CHRISTIANSEN H., MORENO, V., AIZPUN DE M., J. & PENCHASZADEH. 1971. Estructura de la Comunidad. Dinámica de la población y Biología de la almeja amarilla, *Mesodesma mactroides*. Desh, 1954, en Mar Azul. Argentina. Pub. N° 27. S. Inf. Tecn. Proyecto de Desarrollo Pesquero. Instituto de Biología Marina.
- PENCHASZADEH, P., FARACHE, V. & F. MALDONADO. 1978. Ecología de las playas arenosas de Quizandal (Edo. Carabobo). II. La comunidad. En *Resumen del V Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica*. São Paulo, Brazil, pp. 311-312.
- ROA PALMA, V. 1978. Distribución de los organismos bentónicos en relación a los sedimentos en la Bahía de Tucacas. Parque Nacional de Morrocoy. Edo. Falcón, Venezuela. En: *Resumen del V Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica*. São Paulo, Brazil, pp. 231-232.
- RODRÍGUEZ, G. 1959. The Marine Communities of Margarite Island, Venezuela. *Bull. Mar. Sci. Gulf & Carib.* 9 (3): 237-280.

- . 1973. El sistema de Maracaibo. *IVIC., INC.*, 395 p.
- SALT, G. & F.S. HOLLICK. 1946. Studies of Wire-worn populations. II Spatial distribution. *J. Exp. Biol.*, 23: 1-46.
- SCHUBERT, C. 1975. Geología de la Península de Araya. En: *Resumen del IV Congreso Geológico Venezolano*. Tomo III. *Pub. Especial N° 5*. M. Minas e Hidroc., pp. 1823-1886.
- SEIJAS, F. 1975. Geología de la Región Carúpano. En: *Memoria del IV Congreso Geológico Venezolano*. Tomo III. *Pub. Especial N° 5*. M. Minas e Hidroc., pp. 1887-1923.
- SHAFER, N.Y. 1978. Análise populacional de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin 1791) na praia do Saco da Ribeira. Ubatuba, Estado de São Paulo. En: *Resumen de V Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica*. São Paulo, Brazil, pp. 141-142.
- SOKAL, R.R. & F.J. ROHLF. 1969. *Biometry* W. H. Freeman & Company. San Francisco, Calif., USA, p. 776.
- STEPHEN, A.C. 1928. Notes on the biology of *Tellina tenuis* da Costa. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 15: 683-702.
- . 1953. Life on some sandy shores: In: *Essays in Marine Biology* (The Richard Elmhirst Memorial Lectures), pp. 50-72, 4 Figs.
- TURNER, H.J. 1952. Racconn Island set. In: *Fifth report on investigations of the shell fisheries of Massachusetts: Mass. Dep. Conservation*, pp. 30-32.
- (Manuscrito recibido el 24 de mayo de 1983).

CRECIMIENTO DE PAMPANOS *TRACHINOTUS GOODEI*,
T. FALCATUS Y *T. CAROLINUS* ALIMENTADOS CON DIETA SECA
GSCA EN LA ISLA DE MARGARITA, VENEZUELA

ALFREDO GÓMEZ G. * y FIDEL LÁREZ R.

*Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Boca de Río,
Isla de Margarita, Venezuela*

RESUMEN: En pámpanos juveniles de las especies *Trachinotus goodei*, *T. falcatus* y *T. carolinus* se ensayó la dieta seca denominada GSCA que contiene el 42,8% de proteína cruda. La experiencia se realizó durante ocho meses en un estanque de concreto con capacidad de 28.000 l provisto con filtro de arena, entrada de agua y aireación constante. La temperatura varió entre 25,0 y 29,5°C y la salinidad entre 37,0 y 39,7‰. *T. goodei* con peso inicial de 4,05 g y longitud de 56,31 mm adquirieron 282,85 g y 162,95 mm. El crecimiento mensual en peso fue de 35,37 g y en longitud de 20,4 mm. La conversión promedio fue de 3,12 y la sobrevivencia del 90%. *T. falcatus* con peso inicial de 5,64 g y 54,30 mm alcanzaron 273,25 g y 209,20 mm. El crecimiento mensual en peso fue de 33,45 g y en longitud de 19,36 mm. La tasa de conversión promedio fue de 2,85 y la sobrevivencia del 80%. *T. carolinus* con peso inicial de 4,02 g y longitud de 54,84 mm lograron 231,57 g y 211,50 mm. El crecimiento mensual en peso fue de 28,44 g y en longitud fue de 19,58 mm. La conversión promedio fue de 4,55 y la sobrevivencia del 40%. Se hacen consideraciones sobre el crecimiento de cada especie de pámpano y se sugiere que *Trachinotus goodei* es una especie adecuada para el cultivo intensivo en Venezuela.

ABSTRACT: Juveniles of *Trachinotus carolinus*, *T. goodei* and *T. falcatus* were fed with a dried diet called GSC9 (42.8% crude protein) during 8 months. The experiment was carried out in a concrete tank of 28,000 l capacity supplied with constant running seawater (salinity 37-39.7‰ and temperature 25.0-29.5°C). *T. goodei*, with a initial weight of 4.05 g, and fork length of 56.31 mm reached 282.85 g and 162.95 mm. Growth rate was 35.37 g and 20.4 mm per month. Feed conversion was 3.12 and 90% survival. *T. falcatus*, with initial weight of 5.64 g, and fork length of 54.3 mm reached 273.25 g and 209.20 mm. Growth rate was 33.45 g and 19.36 mm per month. Feed conversion was 2.85 and 80% survival. *T. carolinus*, with initial weight of 4.02 g and fork length of 54.84 mm, reached 231.57 g and 211.50 mm. Growth rate 28.44 g and 19.58 mm per month. Feed conversion was 4.55 and 40% survival. Growth rate of each pompano species is discussed and it is suggested that *T. goodei* could be an adequate species for intensive culture in Venezuela.

INTRODUCCION

En la Isla de Margarita, la Universidad de Oriente viene realizando desde 1977 cultivos experimentales de pámpanos con miras a establecer las bases científicas que en un futuro próximo sirvan para implantar la tecnología de su cultivo intensivo en Venezuela. Se ha considerado que a nivel de producción comercial, una de las posibles limitaciones del cultivo puede ser el alimento húmedo o sardina fresca que se utiliza en

las experiencias realizadas en estanques y jaulas. Es por esto que se han fabricado y probado numerosas dietas secas en el laboratorio con objeto de lograr acelerar el crecimiento de los pámpanos juveniles.

Inicialmente se elaboraron alimentos en base a ingredientes de bajo costo y se utilizaron algunos subproductos vegetales que no dieron buen resultado. Posteriormente se hicieron dietas semipurificadas a fin de aproximarse al conocimiento del rango porcentual de proteína adecuado para los pámpanos y finalmente las dietas secas se elaboraron con productos de origen ani-

* Dirección actual: Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.

mal, en especial utilizando peces engráulidos y moluscos pelecípodos como el guacuco *Tivela mactroides*, obteniendo alimentos aceptables como el denominado GSCA que en términos de crecimiento es adecuado para pámpanos *Trachinotus carolinus* y camarones de la especie *Penaeus brasiliensis* en policultivo (SCELZO & GÓMEZ 1982; GÓMEZ & SCELZO 1982). Esta misma dieta GSCA ahora la ensayamos con las tres especies de pámpanos que generalmente existen en las playas de las islas de Margarita, Coche y Cubagua.

Los alimentos elaborados en base a ingredientes animales pueden ser costosos desde el punto de vista económico, pero a nuestro juicio, en principio, lo más importante es obtener una dieta que sea óptima para los pámpanos y una vez lograda la dieta referencial, es competencia de otros especialistas (bioquímicos, fisiólogos y nutricionistas) elaborar con ingredientes de bajo costo, los alimentos secos que brinden resultados comparables a los obtenidos con las dietas de alto costo. Por lo tanto, dietas como la GSCA representan un punto de partida para otras investigaciones conducentes a la obtención de dietas óptimas y económicas, éste ha sido el camino transitado por los que se dedicaron a la elaboración de piensos artificiales, hoy en día tan exitosos.

MATERIAL Y METODOS

En playas arenosas del sureste de la Isla de Margarita, pámpanos juveniles de las especies *Trachinotus goodei*, *T. falcatus* y *T. carolinus* se capturaron utilizando un chinchorro playero con longitud de 12 m, una altura de 1,6 m y abertura de malla de 5 mm. Los pámpanos fueron trasladados a las instalaciones de la Universidad de Oriente en Boca de Río, donde se llevaron a cabo las experiencias.

Los peces fueron aclimatados durante ocho días y sembrados en un estanque de concreto de forma circular con capacidad de 28.000 l y que estaba provisto de un filtro de arena y además con flujo de agua y aireación continua. En el estanque se confinaron 140 pámpanos, para una densidad total de 5 peces por metro cúbico. Para cada especie el peso y la longitud horquilla inicial fue la siguiente: *T. goodei* con $4,05 \pm 2,20$ g y $56,31 \pm 9,26$ mm; *T. falcatus* con $5,64 \pm 3,20$ g y $54,3 \pm 11,73$ mm; *T. carolinus* con $4,02 \pm 1,10$ g y $54,84 \pm 4,69$ mm.

Los pámpanos se alimentaron con la dieta seca denominada GSCA (GÓMEZ & SCELZO 1982; SCELZO & GÓMEZ 1982) que tiene 42,8% de proteína cruda. Diariamente se suministraron dos raciones en cantidad que varió así: los primeros 60 días se administró en 10-8% de la biomasa húmeda de los peces; desde los 90 hasta los 180 días del ensayo se suministró entre el 6 y 4% y de los 180 a 240 días el 3-2,7%. Es de anotar que durante 30 días (60 a 90 de la experiencia) los pámpanos se alimentaron con sardina fresca *ad libitum* a causa de no disponer de alimento seco. A los ocho meses de iniciada la experiencia se suspendió el suministro de la dieta GSCA, pero durante otros cuatro meses se siguió el crecimiento de los pámpanos que fueron alimentados con sardina fresca. Cada 15 o 30 días el estanque se vaciaba completamente y se realizaba una limpieza cuidadosa, además se muestreaba el 50% de los peces que se anestesiaban con Tricaine metanosulfonato (Sigma Co.) a concentración de 75-100 ppm y se procedía a medir y pesar. Antes de reconfinarlos en el estanque a los pámpanos se les suministraba durante cinco minutos un baño de formol (100 ppm) en agua de mar. El crecimiento absoluto, relativo e instantáneo se calculó de acuerdo a RICKER (1975) y la conversión según SWINGLE (1966). Diariamente (cinco veces a la semana) se determinó la temperatura del agua y la salinidad con refractómetro portátil.

RESULTADOS

CRECIMIENTO

Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 2.

Trachinotus goodei: juveniles con peso inicial de $4,05 \pm 2,2$ g y talla de $56,31 \pm 9,26$ mm lograron al cabo de 240 días un peso de $286,9 \pm 20,89$ g y una longitud de $219,26 \pm 5,21$ mm. El patrón de crecimiento en peso y longitud se aprecia en la Figura 1 y 2. En ocho meses el crecimiento absoluto en peso fue de 282,85 g (1,19 g/día; 35,37 g/mes) y en longitud 162,95 mm. (0,68 mm/día; 20,4 mm/mes). El crecimiento relativo en peso fue de 7.083,95% y en longitud 389,38%. El crecimiento instantáneo en 240 días fue de 4,26 g y 1,36 mm. El crecimiento porcentual diario en peso varió entre 11,9 y 0,42 (Fig.

Crecimiento de pámpanos en la Isla de Margarita, Venezuela

TABLA 1. RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON PAMPANOS *TRACHINOTUS GOODEI*, *T. FALCATUS* Y *T. CAROLINUS* ALIMENTADOS CON DIETA SECA GSCA DURANTE OCHO MESES.

	Promedio inicial	Días	Promedio final	Crecimiento absoluto *	Crecim. relativo	Crecim. instant.	Conv.	Sobrev.
<i>Trachinotus goodei</i>								
Peso-gramos	4,05 ± 2,20	240	286,90 ± 20,89	282,85 (35,37)	7.083,95%	4,26	3,12	90%
Long. Horq. mm	56,31 ± 9,26		219,26 ± 5,21	162,95 (20,40)	389,38%	1,36		
<i>Trachinotus falcatus</i>								
Peso-gramos	5,64 ± 3,20	240	273,25 ± 65,95	267,61 (33,45)	4.844,86%	3,88	2,85	80%
Long. Horq. mm	54,30 ± 11,73		209,20 ± 18,74	154,90 (19,36)	385,27%	1,35		
<i>Trachinotus carolinus</i>								
Peso-gramos	4,02 ± 1,10	240	231,57 ± 13,10	227,55 (28,44)	5.760,45%	4,05	4,55	40%
Long. Horq. mm	54,84 ± 4,69		211,50 ± 4,95	156,66 (19,58)	385,67%	1,35		

* Crecimiento mensual absoluto.

TABLA 2. VARIACION ENTRE MUESTREOS Y CRECIMIENTO DIARIO (PUNTUAL Y PORCENTUAL) EN EL PESO DE PAMPANOS *TRACHINOTUS GOODEI*, *T. FALCATUS* Y *T. CAROLINUS* ALIMENTADOS CON DIETA SECA GSCA Y CONFINADOS EN ESTANQUE DE CONCRETO.

Días	<i>Trachinotus goodei</i>				<i>Trachinotus falcatus</i>				<i>Trachinotus carolinus</i>			
	Peso g	Aumento peso g	Crecim. diario g	%	Peso g	Aumento peso g	Crecim. diario g	%	Peso g	Aumento peso g	Crecim. diario g	%
0	4,05				5,64				4,02			
15	11,28	7,23	0,482	11,90	7,86	2,22	0,148	2,62	10,61	6,59	0,439	10,92
30	23,90	12,62	0,841	7,46	12,03	4,17	0,278	3,54	19,71	9,10	0,607	5,72
45	41,82	17,92	1,195	5,00	20,36	8,33	0,555	4,61	29,62	9,91	0,661	3,35
60	47,45	5,63	0,375	0,90	27,55	7,19	0,479	2,35	52,73	23,11	1,541	5,20
75	57,0	9,55	0,637	1,34	37,66	10,11	0,674	2,45	55,18	2,45	0,163	0,31
90	60,75	3,75	0,250	0,44	44,02	6,36	0,424	1,13	58,42	3,24	0,216	0,39
105	84,50	23,75	1,583	2,61	59,36	15,34	1,023	2,32	74,09	15,67	1,045	1,79
120	98,89	14,39	0,995	1,18	68,27	8,91	0,594	1,00	83,36	9,27	0,618	0,83
135	122,25	23,36	1,557	1,57	81,73	13,46	0,897	1,31	98,18	14,82	0,988	1,19
150	139,47	17,22	1,148	0,94	96,07	14,34	0,956	1,17	123,45	25,27	1,685	1,72
180	207,68	68,21	2,274	1,63	168,59	72,52	2,417	2,52	171,63	48,18	1,606	1,30
210	254,85	47,17	1,572	0,76	204,72	36,13	1,204	0,71	214,97	43,34	1,445	0,84
240	286,90	32,06	1,069	0,42	273,25	68,53	2,284	1,12	231,57	16,60	0,553	0,26

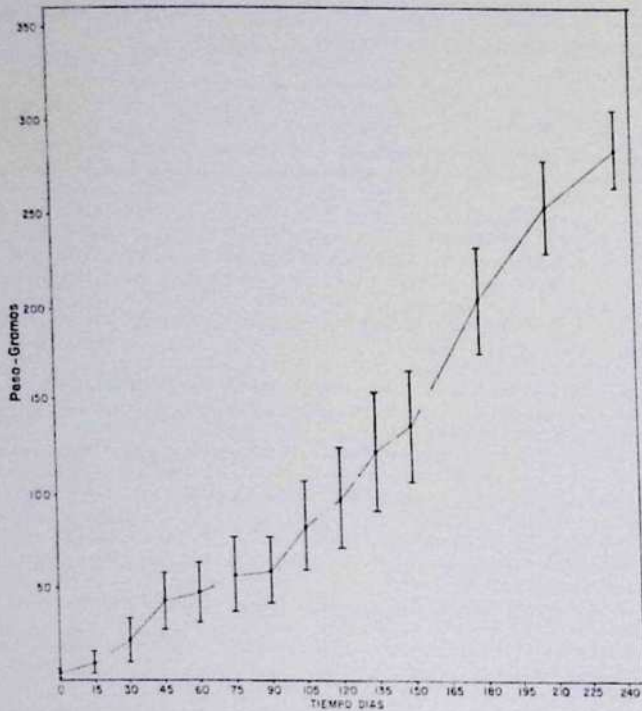


Fig. 1. Crecimiento en peso de *Trachinotus goodei* alimentados con dieta seca GSCA durante 240 días.

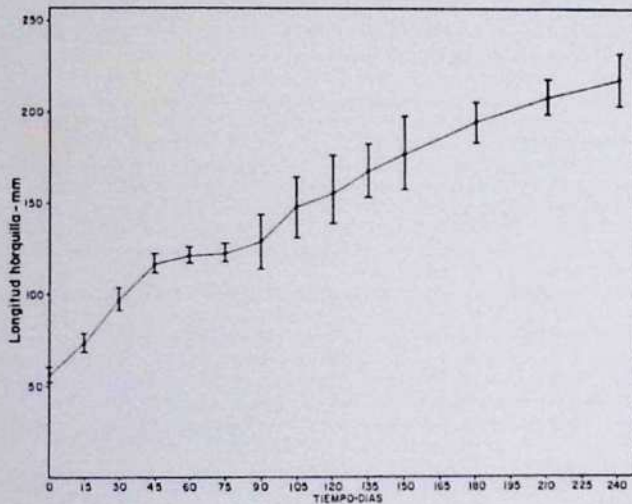


Fig. 2. Crecimiento en longitud de *Trachinotus goodei* alimentados con dieta seca GSCA durante 240 días.

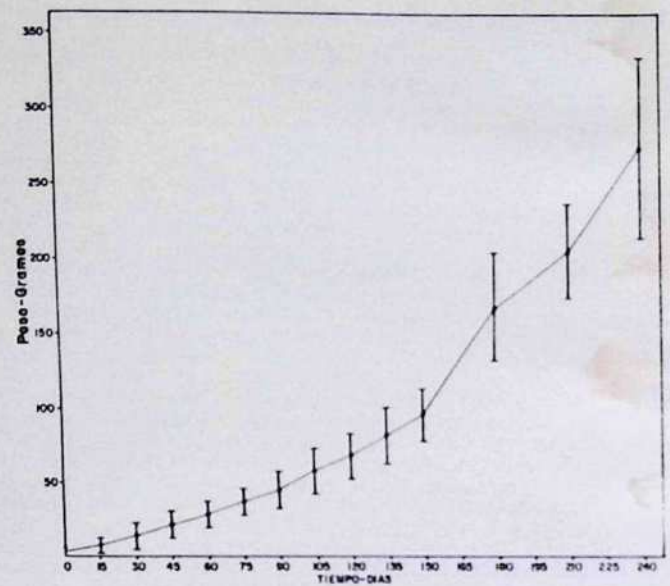


Fig. 3. Crecimiento en peso de *Trachinotus falcatus* alimentados con dieta seca GSCA durante 240 días.

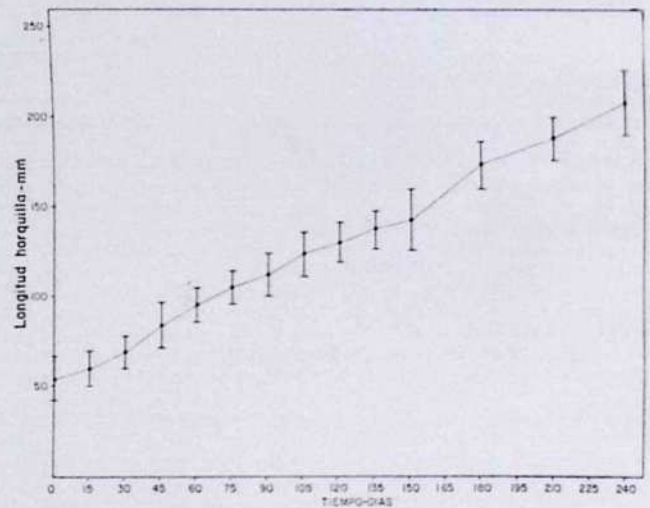


Fig. 4. Crecimiento en longitud de *Trachinotus falcatus* alimentados con dieta seca GSCA durante 240 días.

7). El índice de conversión fluctuó entre 1,23 y 8,49 con un promedio de $3,12 \pm 2,17$. La sobrevivencia fue del 90%.

Trachinotus falcatus: juveniles con peso inicial de $5,64 \pm 3,20$ g y longitud de $54,3 \pm 11,73$ mm lograron al cabo de 240 días un peso de $273,25 \pm$

$65,95$ g y una longitud de $209,20 \pm 18,74$ mm. El patrón de crecimiento en peso y longitud se indica en las Figs. 3 y 4. En ocho meses el crecimiento absoluto en peso fue de 267,61 g (1,12 g/día; 33,45 g/mes) y en longitud 154,9 mm (0,65 mm/día; 19,36 mm/mes). El crecimiento relativo en peso fue de 4.844,86% y en longitud 385,27%. El crecimiento instantáneo en 240 días fue 3,88 g y 1,35 mm. El crecimiento porcentual diario en peso varió entre 4,61 y 0,71 (Fig. 7).

Crecimiento de pámpanos en la Isla de Margarita, Venezuela

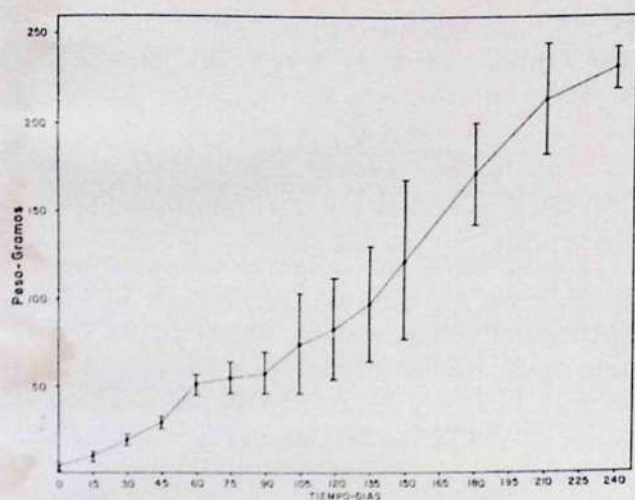


Fig. 5. Crecimiento en peso de *Trachinotus carolinus* alimentados con dieta seca GSCA durante 240 días.

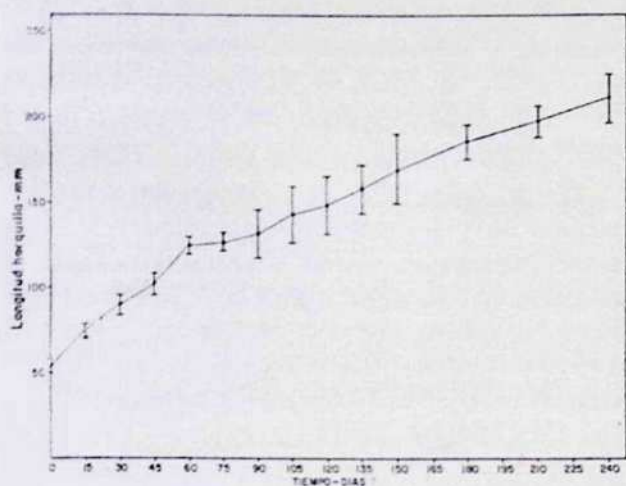


Fig. 6. Crecimiento en longitud de *Trachinotus carolinus* alimentados con dieta seca GSCA durante 240 días.

El índice de conversión fluctuó entre 1,43 y 4,32 con un promedio de $2,85 \pm 1,04$. La sobrevivencia fue del 80%.

Trachinotus carolinus: juveniles con peso inicial de $4,02 \pm 1,10$ g y longitud de $54,84 \pm 4,69$ mm lograron al cabo de 240 días un peso de $231,57 \pm 13,10$ g y una longitud de $211,5 \pm 4,95$ mm. El patrón de crecimiento en peso y longitud se observa en la Figs. 5 y 6. En ocho meses el crecimiento absoluto en peso fue de 227,55 g (0,95 g/día; 28,44 g/mes) y en longitud 156,66 mm (0,65 mm/día;

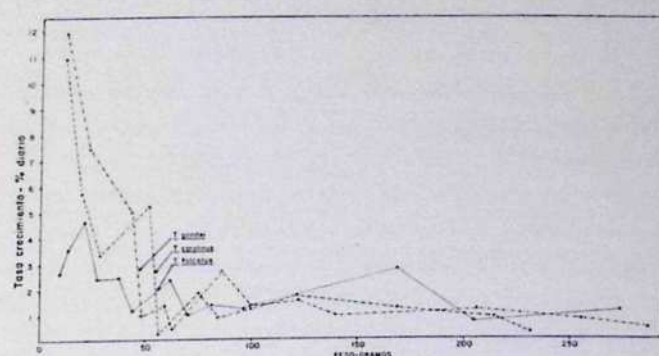


Fig. 7. Variación del crecimiento diario en relación al aumento en peso de *Trachinotus goodei*, *T. falcatus* y *T. carolinus* alimentados con dieta seca GSCA y confinados en estanque de concreto durante 240 días.

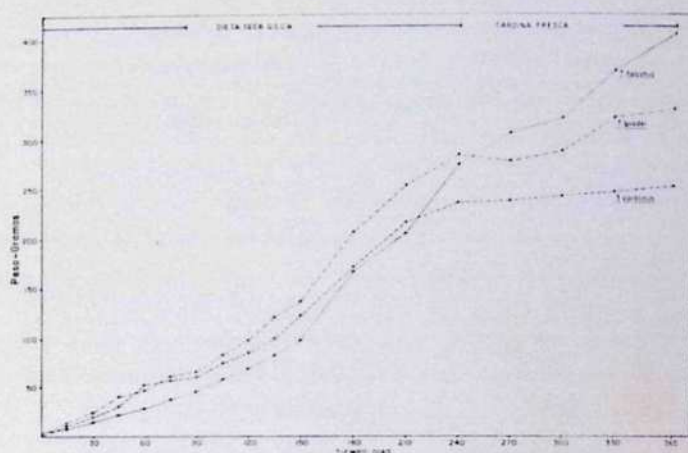


Fig. 8. Crecimiento en peso de *Trachinotus falcatus*, *T. goodei* y *T. carolinus* alimentados durante ocho meses con dieta seca GSCA y cuatro meses con sardina fresca.

19,58 mm/mes). El crecimiento relativo en peso fue de 5.760,45% y en longitud 385,67%. El crecimiento instantáneo en peso fue de 4,05 g y 1,35 mm. El crecimiento porcentual diario en peso varió entre 10,92 y 0,26 (Fig. 7). El índice de conversión fluctuó entre 1,23 y 10,10 con un promedio de $4,55 \pm 3,38$. La sobrevivencia fue del 40%.

Temperatura y salinidad

La temperatura del agua del estanque fluctuó entre 25,0 y 29,5°C. La salinidad entre 37,0 y 39,7‰. A causa de la aireación constante el agua del estanque se mantuvo con nivel de saturación de oxígeno.

DISCUSION

En esta investigación las tres especies de *Trachinotus* fueron sembradas con peso entre 4 y 6 g y al cabo de 240 días de cultivo el pámpano *T. goodei* alcanzó un peso de 286,9 g y su crecimiento diario fue de 1,18 g; *T. falcatus* logró 273,95 g y su crecimiento diario fue de 1,12 g y el pámpano *T. carolinus* obtuvo 231,67 g y el crecimiento diario fue de 0,95 g. En consecuencia la especie *T. goodei* logró el crecimiento más rápido al cabo de ocho meses de cultivo (Fig. 8) y obtuvo el mayor crecimiento relativo e instantáneo como se puede apreciar en la Tabla 1.

Es importante destacar que durante los primeros 120 días de cultivo las especies *T. goodei* y *T. carolinus* crecieron más rápidamente (0,25 a 1,58 g/día y 0,16 a 1,54 g/día respectivamente) que *T. falcatus* que aumentó entre 0,15 y 1,02 g/día, pero esta última especie a partir de los cinco meses de confinamiento y hasta finalizar la experiencia a los 240 días obtuvo un crecimiento diario de 0,95 a 2,28 g, mientras que las otras dos especies disminuyeron su ritmo de crecimiento porque en *T. goodei* varió de 0,42 a 1,14 g/día y en *T. carolinus* fluctuó entre 0,5 y 1,6 g/día (Tabla 2). También entre los 150 y 240 días de cultivo con *T. falcatus* se obtuvo una conversión hasta de 4,32 y en *T. goodei* y *T. carolinus* se tuvieron conversiones hasta de 8,49 y 10,10 respectivamente.

En consecuencia se puede inferir que durante los primeros 120 días de cultivo las especies *T. goodei* y *T. carolinus* crecen más rápidamente que *T. falcatus*, pero ésta especie acelera su crecimiento a partir de los 150 días de confinamiento y al cabo de nueve meses de cultivo ha superado el peso obtenido por las otras dos especies de pámpano como puede observarse claramente en la Fig. 8 que muestra el crecimiento obtenido por las tres especies de *Trachinotus* en 12 meses, de los cuales durante ocho meses se suministró la dieta seca GSCA y en otros cuatro meses se alimentaron con sardina fresca. Al cabo de un año *T. falcatus* tenía un peso de 406,98 g, el pámpano *T. goodei* había alcanzado 326,67 g y la especie *T. carolinus* logró un peso de 252,98 g.

También la Figura 8 sirve para verificar el crecimiento desacelerado en las tres especies a partir de los 240 días de cultivo a causa del cambio de alimento. La tesis del crecimiento rápido de *T. falcatus* a partir

de los cinco meses de cultivo, se ha verificado en los cultivos experimentales realizados en jaulas flotantes de 100 m³ (GÓMEZ & CERVIGÓN 1984).

CONVERSIÓN

En este ensayo con la dieta GSCA el pámpano *T. carolinus* tuvo una conversión promedio de 4,55 que es comparable a las obtenidas en Estados Unidos con alimento para truchas (Trout chow meal 40%) por SWINGLE (1972) y SMITH (1973). En Margarita, en ensayos de policultivo de pámpanos *T. carolinus* y camarones *P. brasiliensis* con la dieta GSCA se ha logrado conversión de 3,1 (GÓMEZ & SCILZO 1982), esta diferencia con la misma dieta puede deberse a la duración de la experiencia de policultivo y también puede ser a causa de la dieta misma, porque el alimento elaborado se hace en momentos distintos y la composición química de los ingredientes como el guacuco *Tivela mactroides* puede variar en el tiempo y reflejarse en el índice de conversión y el crecimiento obtenido por los pámpanos.

Con la especie *T. goodei* se obtuvo una conversión promedio de 3,12 y con *T. falcatus* fue de 2,85, estos valores generalmente superan a los mejores índices de conversión obtenidos con la especie *T. carolinus* en los ensayos de cultivo realizados en Estados Unidos: 3,2 (MOE, et al. 1968); 3,32 (TATUM, 1972) 2,9 a 8,9 (SMITH, 1973); 3,0 (TATUM & TRIMBLE, 1978) y 0,9 a 3,0 (TRIMBLE, 1980).

SOBREVIVENCIA

El pámpano *T. goodei* tuvo una sobrevivencia del 90%, en *T. falcatus* fue el 80% y en la especie *T. carolinus* el 40%, ésta última es la más susceptible a las enfermedades (GÓMEZ, 1980) y en este ensayo a pesar de la limpieza periódica del estanque, fue afectada por parásitos branquiales. Las otras especies de pámpano fueron más resistentes al dinoflagelado *Amyloodinium ocellatum* y el tremátodo monogenético *Bicotylophora trachinoti* que también aparecieron en las branquias pero fueron efectivamente controlados con baños de formol. En otros ensayos de cultivo los parásitos branquiales ocasionaron hasta el 50% de mortalidad de *T. goodei* cultivados en estanques (GÓMEZ, 1977).

De estos resultados se puede concluir que el pámpano *T. goodei* logró en ocho meses de cultivo el mejor crecimiento y la mayor tasa de sobrevivencia y se sugiere entonces que esta especie puede ser la más adecuada para el cultivo en Venezuela, siempre y cuando el tiempo de engorde sea inferior a un año. Si la fase de cultivo es de un año o más, la especie adecuada sería *T. falcatus*.

También comprobamos que las tres especies de pámpanos alcanzan en menos de ocho meses de cultivo un peso de 200 a 300 g, y podrían ser comercializados en el país o exportar. Porque es de señalar que en Estados Unidos, pámpanos con peso de 110 g tienen aceptación en los mercados (CUEVAS, 1978).

En las playas de la Isla de Margarita los juveniles de *T. carolinus* son abundantes, pero es la especie que tiene el crecimiento más lento, por lo menos en nuestros ensayos que se han realizado en condiciones de salinidad y temperatura muy superiores a las encontradas en otros lugares de Venezuela, en donde debería verificarse el crecimiento de esta especie.

CONCLUSIONES

1. Pámpanos de las especies *Trachinotus goodei*, *T. carolinus* y *T. falcatus* con peso de 4 a 6 g, se alimentaron durante ocho meses con dieta seca denominada GSCA y alcanzaron peso de 200 a 300 g.
2. En ocho meses de cultivo la especie *T. goodei* logró el mayor crecimiento y sobrevivencia, es la especie de pámpano adecuada para cultivar intensivamente en Venezuela, siempre y cuando el tiempo de engorde sea inferior a un año. Si la fase de cultivo es de un año o más, la especie apropiada es *T. falcatus* porque crece rápidamente a partir de los cinco meses de cultivo.
3. Los pámpanos *T. goodei* y *T. falcatus* tuvieron una conversión de 3,12 y 2,85 respectivamente. Estos valores son mejores que los índices de conversión obtenidos con la especie *T. carolinus* en los ensayos de cultivo realizados en los Estados Unidos.
4. Se recomienda verificar el crecimiento de pámpanos, en localidades donde la salinidad y especialmente la temperatura de las aguas sean inferiores a las del lugar donde se realizó el presente estudio.

AGRADECIMIENTOS

Se expresa un especial reconocimiento a los pesadores PEDRO A. VÁSQUEZ y LUIS CAMPOS por su colaboración en la colecta de pámpanos juveniles. El Sr. RÉGULO LÓPEZ suministró el alimento diario. Los dibujos fueron realizados por el Sr. JESÚS RAMOS. Gracias al Dr. F. CERVIGÓN por la crítica al manuscrito.

REFERENCIAS

- CUEVAS, H. 1978. Economic feasibility of Florida pompano, *Trachinotus carolinus* and rainbow trout, *Salmo gairdneri*, production in brackish water ponds. M. S. thesis Auburn Univ., 148 p.
- GÓMEZ, A. 1977. Crecimiento, conversión, eficiencia y mortalidad del pámpano *Trachinotus goodei* confinado en estanques de concreto. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente, 16 (1-2): 141-152.
- . 1980. Algunas enfermedades detectadas en pámpanos cultivados experimentalmente en la Isla de Margarita, Venezuela. En: *Memorias del III Simposio Latinoamericano de Acuicultura*, Cartagena. Colombia, 1980.
- GÓMEZ, A. & SCELZO, M. 1982. Polyculture experiments of pompano *Trachinotus carolinus* (Carangidae) and spotted red shrimp *Penaeus brasiliensis* (Penaeidae) in concrete tanks, Margarita Island, Venezuela. J. World Maricult. Soc., 13: 146-153.
- GÓMEZ, A. & CERVIGÓN, F. 1984. Crecimiento de *Trachinotus carolinus*, *T. goodei* y *T. falcatus* (Pisces: Carangidae) en jaulas flotantes de 100 m² en la Isla de Margarita, Venezuela. Fund. Los Roques, Contrib. N° 16: 1-42.
- MOE, M., LEWIS, R. & INGLE, R. 1968. Pompano mariculture: preliminary data and basic considerations. Fla. Bd. conserv. mar. lab., Tech. Series N° 55: 65 p.
- RICKER, W. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Fish. Res. Bd. Can., 191: 382 p.
- SCELZO, M. & GÓMEZ, A. 1982. Resultados sobre el policultivo del camarón (*Penaeus brasiliensis*) y pámpanos (*Trachinotus carolinus*) alimentados con dieta optimizada. En: *Memorias del IV Simposio Latinoamericano de Acuicultura*, Panamá, Panamá, 1982.
- SMITH, T. 1973. The commercial feasibility of rearing pompano, *Trachinotus carolinus* (Linnaeus), in cages. Ph. D. thesis Univ. Miami, 62 p.
- SWINGLE, W. 1966. Estimation of standing crops and rates of feeding fish in ponds. FAO Fish Report 3(44): III/E-10: 416-426.

- _____. 1972. Alabama's marine cage culture studies. *Proc. World Maricult. Soc.*, 3: 75-82.
- TATUM, W. 1972. Comparative growth, mortality and efficiency of pompano (*Trachinotus carolinus*) receiving a diet of ground industrial fish with those receiving a diet of trout chow. *Ibid.*, 3: 65-74.
- TATUM, W. & TRIMBLE, W. 1978. Monoculture and polyculture pond studies with pompano (*Trachinotus carolinus*) and penaeid shrimp (*Penaeus aztecus*, *P. duorarum*, and *P. setiferus*) in Alabama, 1975-1977. *Ibid.*, 9: 433-446.
- TRIMBLE, W. 1980. Production trials for monoculture and polyculture of white shrimp (*Penaeus vannamei*) or blue shrimp (*P. stylirostris*) with Florida pompano (*Trachinotus carolinus*) in Alabama, 1978-1979. *Ibid.*, 11: 44-59.
- (Manuscrito recibido el 17 de junio de 1983).

BLOOD PARAMETERS IN FISHES II. OXYGEN AFFINITY, ROOT EFFECT, PH AND THE NUMBER OF HEMOGLOBINS IN SOME MARINE FISHES OF EASTERN VENEZUELA

JULIO E. PÉREZ, GERÓNIMO OJEDA & ANGEL ANTÓN

Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela

ABSTRACT: Oxygen affinity of the blood, Root effect, blood pH and the number of hemoglobins were studied in 12 species of marine fishes. A high correlation between oxygen affinity and blood pH, activity level and pH were found. There was no significant differences in the various parameters studied between the aquatic and aerial-aquatic breathing species.

RESUMEN: En doce especies de peces marinos, se estudiaron los parámetros sanguíneos: afinidad de la sangre por el oxígeno, el efecto Root, el pH sanguíneo y el número de hemoglobinas. Se encontró una alta correlación entre la afinidad y el pH y, entre éste y el nivel de actividad. No se encontraron diferencias significativas entre los parámetros estudiados entre las especies de respiración acuática y las especies de respiración aéreo-acuática.

INTRODUCTION

Fishes represent an invaluable group of organisms to study from a physiological point of view, how these organisms are able to live in environments so different as fish do. Their distribution is limited by marked fluctuations of environmental factors such as temperature, pressure, pH, salinity and oxygen availability.

In an earlier paper of this series (PÉREZ *et al.*, 1981), we reported the hemoglobin concentration, hematocrit, number of red blood cells, mean corpuscular hemoglobin, mean corpuscular volume, and mean corpuscular hemoglobin concentration, in 12 species of marine fishes. In species with aerial aquatic respiration, large red blood cells, but fewer in number were found, and in 10 species with aquatic respiration high values of hemoglobin content were found. In the most active species, a high number of small red blood cells were found, characterized by a high concentration of hemoglobin. In this paper, we present the results of some additional blood parameters, such as oxygen affinity, Root effect, blood PH and the number of hemoglobins, in the same twelve species of marine fishes studied earlier (PÉREZ *et al.*, 1981).

MATERIAL AND METHODS

12 species of adult, unsexed marine fishes were used in this study. Two of these, *Amphychthys cryptocentrus* and *Batrachoides manglae* (Batrachoididae) present, in addition to aquatic respiration, aerial respiration. The rest of the species *Mycteroperca rubra*, *M. cidi* (Serranidae); *Lile piquitinga* (Clupeidae); *Ttrachinotus goodei* (Carangidae); *Haemulon bonariense*; *H. steindachneri* (Pomadasyidae); *Abudefduf saxatilis* (Pomacentridae); *Diplodus argenteus* (Sparidae); *Balistes vetula* (Balistidae) and *Gymnothorax moringa* (Muraenidae), have only aquatic respiration.

Fishes were collected in the Gulf of Cariaco and near Margarita Island, in eastern Venezuela; immediately after capture, blood was collected after severing the caudal peduncle. Specimens of *G. moringa* were anaesthetized using 75 mg/l of ethyl - m - amino-benzoate; the rest of the species were bled without anaesthetic.

The oxygen affinity and the Root effect of the blood were calculated employing an Aminco Hem-O-Scan oxygen dissociation analyzer, and following POWERS *et al.* (1979). The gases employed were 25%

oxygen in nitrogen, and 100% nitrogen. In order to calculate the Root effect, a gas mixture consisting of 25% oxygen and 5,6 CO₂ in nitrogen was used. The data are divided in four arbitrary categories following FARMER *et al.* (1979), based on approximated percentages: absent, less than 10% deoxygenation; low, 10-20% deoxygenation, moderate, 20-40% deoxygenation; and large, more than 40%, deoxygenation. The oxygen affinity was measured at two temperatures; 20 & 30°C. Blood pH was measured employing a Beckman microelectrode. In order to know the hemoglobin electrophoretic pattern of each species, electrophoresis in polyacrylamide, was used as given by DAVIS (1964). The samples were prepared according to FYHN & SULLIVAN (1974). The hemolysate was mixed with upper buffer which was 0.1 M in P. mercaptoethanol and a small amount of sodium hydro-sulfate, to make a final concentration of hemoglobin of about 1 mg/ml. Carbon monoxide was bubbled into this mixture, and the sample was then applied to the gel. Gels were stained with a Coomassie Brilliant Blue G250 (Sigma) in a perchloric acid solution (MCFARLAND, 1977). The method to obtain hemolysate was described by PÉREZ & MACLEAN (1974).

In order to estimate the dependence of variables, the coefficient of correlation was calculated for the oxygen affinity, Root effect, and pH of the blood, the number of hemoglobins and the activity level and

to know the variability between species, a variance analysis including the Duncan test was applied.

RESULTS AND DISCUSSION

Based on our observations, fishes used in this study were separated into 8 levels of activity, beginning with the most active species: 8 = *L. piquitinga*; 7 = *T. goodei*; 6 = *H. bonariense* and *H. steindachneri*; 5 = *A. saxatilis*; 4 = *M. rubra* and *M. cidi*; 3 = *D. argenteus*; 2 = *B. vetula* and 1 = *G. moringa*; *B. manglae* and *A. cryptocentrus*.

The results obtained for the oxygen affinity of the blood (at 20 and 30°C) are expressed as P₅₀ values. The partial pressures of oxygen at which hemoglobin is 50% saturated, are shown in Table I. The highest affinity (lower value of P₅₀) was found in *B. manglae* (at 20°C) and *A. saxatilis* (at 30°C) on the other hand, the lowest oxygen affinity (higher values of P₅₀) was found in the clupeoid *L. piquitinga*. The effect of temperature, which in generally lowers the affinity, was very small in both species of toad fish, and also in *A. saxatilis*. This effect was considerably higher both in *D. argenteus* and *G. moringa*. As RIGGS (1970) stated "The properties of fish hemoglobins reflect adaptations not only to the metabolic rate, but also to the prevailing external oxygen pressure:

TABLE I. BLOOD PARAMETERS IN TWELVE SPECIES OF MARINE FISHES: OXYGEN AFFINITY (P₅₀) AT 20 AND 30°C, ROOT EFFECT, pH AND NUMBER OF HEMOGLOBINS (Nº Hbs). THE MEAN ± SD. IS INDICATED. THE NUMBER OF SPECIMENS EXAMINED FOR EACH PARAMETER IS SHOWN IN PARENTHESIS.

Species	P ₅₀ (20°C)	P ₅₀ (30°C)	Root Effect	pH	Nº Hbs.
<i>L. piquitinga</i>	36.3 ± 1.2 (3)	51.3 ± 2.3 (3)	moderate (2)	6.78 ± 0.19 (11)	5 (49)
<i>T. goodei</i>	16.3 ± 0.4 (2)	23.8 ± 0.4 (2)	moderate (2)	7.03 ± 0.11 (6)	6 (20)
<i>H. steindachneri</i>	19.7 ± 0.8 (3)	27.7 ± 1.5 (3)	moderate (3)	7.24 ± 0.03 (4)	2 (35)
<i>H. bonariense</i>	18.7 ± 1.2 (3)	29.4 ± 2.1 (3)	moderate (3)	7.27 ± 0.02 (4)	2 (25)
<i>A. saxatilis</i>	12.9 ± 0.2 (3)	15.7 ± 0.6 (3)	moderate (2)	7.37 ± 0.06 (7)	1 (15)
<i>M. rubra</i>	21.7 ± 0.9 (2)	34.5 ± 0.7 (2)	large (2)	7.23 ± 0.10 (5)	2 (20)
<i>M. cidi</i>	22.7 ± 1.2 (2)	33.0 ± 0.7 (2)	large (2)	7.25 ± 0.07 (4)	2 (27)
<i>D. argenteus</i>	23.3 ± 0.3 (2)	42.2 ± 0.5 (2)	moderate (2)	7.30 ± 0.08 (7)	6 (15)
<i>B. vetula</i>	22.3 ± 1.1 (2)	32.1 ± 2.1 (2)	large (2)	7.40 ± 0.06 (4)	1 (21)
<i>G. moringa</i>	16.3 ± 1.8 (2)	34.5 ± 0.7 (2)	absent (2)	6.96 ± 0.16 (8)	2 (12)
<i>B. manglae</i>	12.0 ± 1.7 (6)	18.3 ± 1.5 (6)	moderate (4)	7.40 ± 0.09 (19)	4 (133)
<i>A. cryptocentrus</i>	15.9 ± 0.5 (3)	18.6 ± 0.6 (2)	moderate (3)	7.35 ± 0.07 (18)	7 (37)

the hemoglobin must not only be capable of combining with oxygen at the environmental PO_2 , but also of unloading the oxygen at pressure appropriate for the tissue metabolism". In general, it is possible to generalize that very active fishes have hemoglobins with lower oxygen affinity (high values of P_{50}) than less active fishes (RIGGS, 1970). This seems to be true in this study, but only for some species such as *L. piquitinga*, *G. moringa*, *B. manglae*, *A. cryptocentrus*, but no in others. For example, we would expect higher

values of P_{50} for *T. goodei*, *A. saxatilis* and lower P_{50} for *B. vetula*; but, it must be pointed out that we are dealing with species that belong to different phylogenetic lines and which may follow diverse adaptative strategies. As is shown in Table II, the correlation between oxygen affinity expressed as P_{50} and activity was not significant at any of the two temperatures. As one would expect, the correlation was very high between P_{50} at 20 and 30°C, and was high but negative with pH: low pH-high λP_{50} .

TABLE II. CORRELATION COEFFICIENTS BETWEEN BLOOD PARAMETERS AND THE ACTIVITY LEVEL (ART.) SYMBOLS AS SHOWN IN TABLE I. 0.05=0.576; 0.01=0.708

	P_{50} (20°)	P_{50} (30°)	Root	PH	N° Hbs.	Act.
P_{50} (20°C)	1.000					
P_{50} (30°C)	0.901**	1.000				
Root	0.251	0.007	1.000			
pH	-0.437	-0.641*	0.400	1.000		
N° Hbs.	-0.102	-0.109	0.109	-0.031	1.000	
Act.	0.431	0.225	0.110	-0.584*	-0.042	1.000

The shape of the curves, that relate the degree of oxygenation of blood hemoglobin to oxygen pressure has long been held to be very important. Mammalian oxygen equilibrium curves are sigmoidal (n , the degree of interaction heme-heme = 2.2-2.9) and it is believed that this type of curve indicates a high unloading oxygen pressure in the tissues relative to the loading pressure in gills or lungs. The curves of many fish are nonsigmoidal (GRIGG, 1974) with much lower values of n . Any value of n above 1 is taken to indicate the presence of cooperativity between at least some of the oxygen binding sites (hemes). In the present study, we did find sigmoid curves only in one species *L. piquitinga* ($n = 2.2$), but in all cases $n > 1$: *A. saxatilis* = 1.8; *A. cryptocentrus* = 1.7; *T. goodei* = 1.6; *B. vetula* and *G. moringa* = 1.5; *H. bonariense* and *H. steindachneri* = 1.4; *D. argenteus* = 1.2; *M. rubra* and *M. cidi* = 1.2.

JOHANSEN & LENFANT (1972) compared the oxygen affinity of the blood of three species of water-

breathing fish with selected air breathers and found that the affinity was lower in the last ones. However, POWERS *et al.* (1979) in a large quantity of Amazonian fishes belonging to 40 genera failed to find such difference. The obligate and facultative air-breathing fish presented blood oxygen dissociation curves that fall within the range occupied by the curves of the blood of the water breathers. As in our data, the general hypothesis that air breathers have lower oxygen affinity than water breathers as an adaptation to an aerial life was not true. As POWERS *et al.* (1979) suggested that perhaps the hypothesis is correct for amphibians as found by LENFANT & JOHANSEN (1969) but for a large variety of fish is less than compelling. JOHANSEN *et al.* (1978) indicated that in fishes the trend is not as clear, probably because of the diverse morphological adaptations for breathing air.

Temperature is a very important factor in those fishes from environments subject to either short term or seasonal temperature fluctuations. For example,

LENFANT & JOHANSEN (1968) compared the influence of temperature on the oxygen affinity of the blood of two species of fishes with aerial respiration, *Protopterus aethiopicus* and *Neoceratodus forsteri*. They found that the blood of *P. aethiopicus* that lives in a zone with stable temperature, is sensitive to changes in temperature, while in *N. forsteri*, a fish that inhabits areas with great variations in temperature, the blood is less sensitive. On the other hand PÉREZ *et al.* (1980) found that the blood of *Hoplosternum littorale*, a siluriform, with aerial respiration, presents blood even less sensitive than *N. forsteri* to changes in temperature and lives in a tropical environment. In the present research the temperature is stable. However, the responses in oxygen affinity showed great variations: the toad fish, *A. saxatilis* in one extreme with little changes; while *D. argenteus* and *G. moringa* in the other extreme with great changes.

The Root effect (ROOT, 1931), the reduction in oxygen capacity of the blood in response to CO₂ or more properly to low pH, has been assumed to be a mechanism to facilitate O₂ into the swimbladder (FANGE, 1966). WILLMER (1934) found in some South American fishes that the blood of the air breathers was less sensitive to low pH than non-air-breathing fishes; thus supporting the idea of CARTER (1931) that the evolution of aerial respiration was preceded by the evolution of blood less sensitive to the presence of CO₂ than in typical freshwater or marine fish. The results obtained by FISH (1956); JOHANSEN (1966); LENFANT *et al.* (1967); LENFANT & JOHANSEN (1968); LENFANT *et al.* (1966) showed a similar pattern: the greater the dependence of the lung fish species on air breathing, the smaller the Bohr effect (reduction of the affinity Hb-O₂ to low pH). In this study, no significant differences were found between the Root effect of fishes of aerial-aquatic and aquatic respiration. The results obtained by the R.V. Alpha Helix expedition to the Amazon River, FARMER *et al.* (1979) also revealed that Root effect in several species of air-breathing fishes not in agreement with Carter's hypothesis. Moreover, they found a positive correlation between the distribution of choroid retina mirabile in the eyes and the Root effect, but no relation was found with the presence of a swimbladder rete mirabile. Choroid rete is a vascular counter-current organ located behind the retina of the eye, and is responsible in part

for the maintenance of a high partial pressure of oxygen due to the oxygen that is liberated from the hemoglobin by acidification of the blood. The choroid rete is found widely distributed among teleosts and is nearly always present in the superorder Acanthopterygii (WITTEMBERG & HAEDRICH, 1974), which includes most of the species of this study with the exception of *L. piquitinga*, *G. moringa*, *B. manglae* and *A. cryptocentrus*. Table II shows that Root effect is not significantly correlated with the rest of the parameters, being the highest correlation (not significant) with pH.

Blood pH was correlated significantly with oxygen affinity (at 30°C), low pH was associated with high values of P₅₀. A high correlation between blood pH and the activity level was found: highly active fishes as *L. piquitinga* and *T. goodei* presented lower values of pH. In contrast, the less active fishes as *B. manglae* and *A. cryptocentrus* showed high values of pH, the exception being *G. moringa*.

The number of hemoglobins (Table I & Fig. 1), varies between 1 in *B. vetula* and *A. saxatilis* and 7 in *A. cryptocentrus*. It has been suggested that multiple hemoglobin could be related to an adaptative strategy to cope up with thermal fluctuations in the environment (SULLIVAN, 1977). However the results of PÉREZ & RYLANDER 1985) do not support this explanation for the establishment of hemoglobin heterogeneity in fishes. On the other hand, correlation between the number of hemoglobins and the rest of the parameters was very low (Table II).



Fig. 1. Hemoglobin electrophoretic phenotypes of (from left to right): *G. moringa*, *L. piquitinga*, *B. manglae*, *A. cryptocentrus*, *M. cidi*, *T. goodei*, *H. steindachneri*, *A. saxatilis*, *D. argenteus* and *vetula*. O indicates the origin.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to express their thanks to CONICIT (Proyect SI-667) and to Consejo de Investigaciones, Universidad de Oriente (Proyect 00154) for financial assistance. Thanks are also due to Drs. E.K. GANESAN and O. NUSSETTI for critically reviewing the manuscript, to Mr. E. HERNÁNDEZ for preparing the Tables.

REFERENCES

- CARTER, G. S. & L. C. BEADLE. 1931. The fauna of the swamps of the Paraguayan Chaco in relation to its environment. II. Respiratory adaptations in the fishes. *J. Linn. Soc. Lond.*, 37: 327-366.
- DAVIS, B. J. 1964. Disc electrophoresis. II. Method and application to human serum proteins. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 121: 404-427.
- FANGE, R. 1966. The physiology of the swimbladder. *Physiol. Rev.* 46: 299-322.
- FARMER, M., FYHN, H. J., FYHN, U. E. H. & R. W. NOBLE. 1979. Occurrence of Root effects hemoglobins in Amazonian fishes. *Comp. Biochem. Physiol.* 62A: 115-124.
- FISH, G. R. 1956. Some aspects of the respiration of six species of fish from Uganda. *J. Exp. Biol.* 33: 185-195.
- FYHN, U. E. H. & SULLIVAN. 1974. Hemoglobin Polymorphism fishes. I. Complex phenotypic patterns in the toad fish. *Opsanus tau*. *Biochem. Genetics*. 11: 373-385.
- GRIGG, G. C. 1974. Respiratory function of blood in fishes. In *Chemical Zoology*. (Eds. Florkin, M & Sceer, B.T.). Vol. VII: 331-368.
- JOHANSEN, K. 1966. Air breathing in the teleost *Symbranchus marmoratus* *Comp. Biochem. Physiol.* 18: 383-395.
- JOHANSEN, K. & C. LENFANT. 1972. A comparative approach to the adaptability of O_2 -Hb Affinity of Hemoglobin and Red Cell Acid Base Status. In P. Astrup and M. Rorth (eds.), *Oxygen affinity of hemoglobin and red cell acid base status*. Academic Press, Munksgaard, Copenhagen-Dinamarca.
- . MANGUM, C. P. & G. L. LYKKEBBE. 1978. Respiratory properties of the blood of Amazonian fishes. *Can. J. Zool.* 56: 898-906.
- LENFANT, C. & K. JOHANSEN. 1968. Respiration in the African Lungfish. *Protopterus aethiopicus*. *J. Exp. Biol.* 49: 437-452.
- LENFANT, C. JOHANSEN, K. & G. C. GRIGG. 1966. Respiratory properties of blood and pattern of gas exchange in the lungfish, *Neoceratodus forsteri* (Kreff). *Resp. Physiol.* 2: 1-21.
- . 1967. Respiratory adaptations in selected amphibians. *Ibid.*, 2: 247-260.
- MCFARLAND, F. 1977. The staining of starch gels with Coomassie Brilliant Blue G-250 perchloric solution. *Experientia* 33: 1688.
- PÉREZ, J. E. & N. MACLEAN, 1974. Ontogenetic changes in hemoglobins in roach, *Rutilus rutilus* (L). and rudd, *Scardinius erythrophthalmus* (L). *J. Fish Biol.* 6: 479-482.
- PÉREZ, J. E., CORTES, H., GONZÁLEZ, D. & G. OJEDA. 1981. Blood parameters in fishes I. Hemoglobin concentration, hematocrit and the number of red blood cells in some marine fishes of eastern Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 20(182): 33-38, 3 tals.
- PÉREZ, J. E. & M. K. RYLANDER. 1985. Hemoglobin heterogeneity in Venezuelan fishes. *Comp. Biochem. Physiol.* (in press).
- POWERS, D. A., FYHN, H. J. FYHN, U. E. H., MARTÍN, J. P., GARLICK, R. L. & S. C. WOOD. 1979. A comparative study of the oxygen equilibria of blood from 40 genera of Amazonian fishes. *Comp. Biochem. Physiol.* 62A: 67-85.
- RIGGS, A. 1970. Properties of fish hemoglobins. In: *Fish Physiology*. Vol. 4. (Ed. Hoar, W. S. & Randall, D. J.) 209-252. Academic Press, New York.
- . 1979. (Ed). The Alpha Helix Expedition to the Amazon for the study of fish bloods and hemoglobins. *Com. Biochem. Physiol.* 62A: 1-272.
- ROOT, R. W. 1931. The respiratory function of the blood of marine fishes. *Biol. Bull.* 61, 427-456.
- SULLIVAN, B. 1977. Hemoglobin variation and its significance in fish. US-URSS. Workshop on *Physiology and Biochemistry of aquatic animals*. Georgetown. S. C. (mimeographed).
- WILLMER, E. N. 1934. Some observations on the respiration of certain tropical freshwater fishes. *J. Exp. Biol.* 11: 283-306.
- WITTENBERG, J. B. & R. L. HAEDRICH. 1974. The choroid rete mirabile of the fish eye. II Distribution and relation to the pseudobranch and to the swimbladder rate mirabile. *Biol. Bull.* 146: 137-156.

(Manuscrito recibido el 18 de enero de 1983).

EFFECTOS DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL Y LA TEMPERATURA DE ACLIMATACION SOBRE TOLERANCIA TERMICA EN EJEMPLARES JUVENILES DE *LISA MUGIL CUREMA*

PABLO CIURCINA & K. S. CHUNG

Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela

RESUMEN: Se determinaron las temperaturas letales durante 10.000 minutos (10.000 min-TLm) de la lisa (*Mugil curema*) aclimatizada en ambiente natural (Salazar, Golfo de Cariaco, Venezuela) a lo largo de un año y aclimatada durante 12-21 días a la temperatura de 24-34°C bajo condiciones de laboratorio para establecer la relación existente entre la 10.000 min-TLm y el nivel de aclimatación. La 10.000 min-TLm de la lisa aclimatizada en ambiente natural fluctuó en una tendencia directa con la temperatura ambiental. También, la 10.000 min-TLm de la lisa aclimatada en laboratorio aumentó con el incremento de la temperatura de aclimatación y disminuyó con el descenso de la temperatura de aclimatación. La zona de tolerancia térmica a alta temperatura fue estimada en 231,3°C² basada en la última temperatura letal baja de 15°C.

ABSTRACT: The lethal temperatures for 10,000 minutes (10,000 min-TLm) of white mullet (*Mugil curema*) acclimatized in its natural environment (Salazar, Gulf of Cariaco, Venezuela) throughout the year and those acclimated for 12-21 days at 24-34°C under laboratory conditions were determined to establish the relationship between 10,000 min-TLm and acclimation level. The 10,000 min-TLm of white mullet acclimatized in its natural environment fluctuates with ambient temperature. Also, 10,000 min-TLm of those acclimated in the laboratory increased with an increase in acclimation temperature and decreased with a decrease in acclimation temperature. The upper temperature tolerance triangle area estimated was found to be 231.3°C² based on the ultimate lower lethal temperature of 15°C.

INTRODUCCION

Todo organismo está adaptado para resistir las variaciones térmicas que se pueden producir en forma natural dentro de su medio ambiente (BRETT, 1956). Dicha adaptación es particular para cada especie (DOUDOROFF, 1942; HART, 1947; FRY, 1957; SPRAAGUE, 1963), encontrándose que la diferencia entre rangos de tolerancia interespecífica es más de dos veces superior a la intraespecífica, aun cuando sean especies pertenecientes a un mismo hábitat (HEATH, 1967). Esto sugiere una adaptación genética para un hábitat térmico particular y de hecho ha sido demostrado por otros investigadores (GRAHAM, 1970).

Los cambios en la temperatura ambiental producen variaciones en la temperatura letal de una especie. Así BRETT (1944) comparó la variación anual de la temperatura letal en algunas especies del Parque Algonquin de Canadá (*Ameiurus nebulosus*, *Semotilus atromaculatus*, *Pimephales promelas*, etc.) encontrando una relación directa entre ambos parámetros; HOAR (1955) señaló diferencias en la resistencia térmica entre verano e invierno en *Carassius* sp.; TYLER (1966) obtuvo resultados similares en *Chrosomus* sp.; HEATH (1967), estudió peces del Golfo de California y discutió la relación entre su temperatura de tolerancia y la temperatura ambiental.

La resistencia a una temperatura letal, también puede variar dentro de una misma especie, dependiendo del estadio de vida. Por ejemplo el salmón del Pacífico (*Oncorhynchus* sp.) presenta diferencia entre la resistencia de huevos, juveniles y adultos (FRY, 1971), GIBSON (1954) & TSUKUDA (1960) informan sobre diferencias entre sexo, edad y gravidez en *Poecilia reticulata*. HART (1952) encontró una amplia variedad de resultados en la relación resistencia térmica y edad, enfatizando diferencias entre varias especies estudiadas. Aunque no se encontró relación entre talla y orden de

muerte en *Ictalurus punctatus* (ALLAN & STRAWN, 1967).

La aclimatación envuelve toda una serie de cambios fisiológicos, dentro de los límites genéticamente controlables de una especie y se puede producir en períodos relativamente cortos de tiempo. La temperatura de aclimatación es fácil cambiarla en el laboratorio y produce amplias variaciones en la resistencia de una especie a altas y bajas temperaturas (BRETT, 1944; ALLEN & STRAWN, 1967; WIESEPAPE, 1975). Por otro lado, el ciclo natural diario de temperatura, produce una resistencia más alta que las temperaturas constantes de aclimatación en el laboratorio (LOWE & HEATH, 1969).

Sin embargo, los efectos de la temperatura de *Mugil curema* aclimatizada en ambiente natural y aclimatada en laboratorio no han sido estudiados. Por lo tanto, en el presente estudio fueron realizadas pruebas, a lo largo de un año, en ejemplares sin un período previo de aclimatación, para determinar la variación de la temperatura letal en este lapso de tiempo y su relación con la variación de la temperatura ambiental. Por otro lado, fueron utilizados tres niveles de aclimatación, dentro de un rango amplio de temperaturas, para estimar la zona de tolerancia a altas temperaturas y la variación de la temperatura letal en relación con la temperatura de aclimatación.

MATERIALES Y METODOS

El método utilizado fue el de la temperatura letal (TLm) desarrollado por BRETT (1941), el cual consiste en colocar a los peces en acuarios previamente estabilizados a las temperaturas de prueba deseadas, determinándose el tiempo de sobrevivencia (Ts) (resistencia) individual. Una pérdida completa de los movimientos opculares y respuesta a los estímulos indican a la muerte. Cada grupo constaba de diez peces y la duración máxima de la prueba fue de 10.000 minutos (GIBSON, 1954; ALLEN & STRAWN, 1967).

Los individuos utilizados para las pruebas fueron colectados en la localidad de Salazar, Península de Araya, Estado Sucre, Venezuela (Fig. 1). El arte de pesca utilizado para la captura fue el denominado chinchorro. Una vez capturados los peces, fueron colocados en cavas de anime, para evitar cambios de la temperatura du-

rante el transporte. El promedio de la longitud estándar fue de 63.4 ± 6.3 mm.

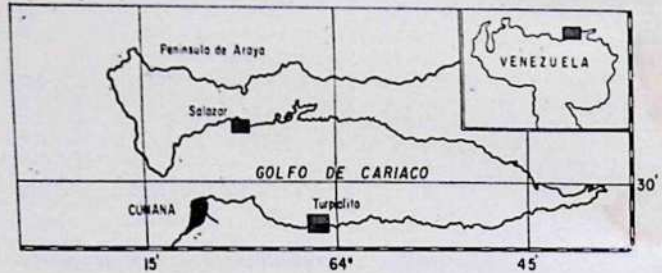


Fig. 1. Localización del sitio de colección de los juveniles de *Mugil curema* y lugares de trabajo.

A su llegada al laboratorio los peces fueron colocados en tanques de mantenimiento a la misma salinidad y temperatura registradas en el momento de captura. Cada uno de los tanques contaba con un equipo termoregulador sensible a una variación de temperatura de $0,01^{\circ}\text{C}$. La temperatura de cada tanque fue chequeada varias veces diarias con un termómetro de $0,1^{\circ}\text{C}$ de apreciación.

Los peces permanecieron en estas condiciones por un lapso de día y medio para su adaptación, permitiendo también eliminar los que por alguna u otra razón llegaron dañados al laboratorio.

Para estimar las relaciones entre la temperatura letal y la temperatura ambiental, fueron colocados los peces directamente desde este período de adaptación al período de prueba, a las temperaturas de $35,5$; $37,0$; $38,5$; $40,0^{\circ}\text{C}$ y control (temperatura medida en el momento de captura). Estas temperaturas fueron elegidas previamente con el fin de permitir un rango de sobrevivencia del 0-100% en el lapso de los 10.000 minutos preestablecidos. Las pruebas fueron realizadas en su totalidad entre las 8-10 a.m. con el fin de evitar algún efecto del ciclo térmico diario sobre la tolerancia térmica de la población. La alimentación fue suspendida en todos los casos, 24 horas antes de la prueba, para reducir algún efecto que pueda tener sobre la resistencia al calor.

Para establecer las relaciones entre la temperatura letal y la temperatura de aclimatación los peces fueron pasados desde el período de adaptación a un período de aclimatación, colocándolos a $24,0$; $29,0$ y $34,0^{\circ}\text{C}$

por un lapso variable de tiempo (12-21 días). Partiendo de estas aclimataciones conocidas se sometieron a diferentes temperaturas de prueba.

Para el análisis de los datos fueron utilizados métodos gráficos y estadísticos. La determinación de la zona de tolerancia a altas temperaturas fue hecha por medio de los triángulos de tolerancia térmica para organismos acuáticos (MCERLEAN *et al.*, 1969).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los tiempos de sobrevivencia por mes para cada temperatura de prueba fueron registrados individualmente, lo que permitió calcular los porcentajes de mortalidad en cada caso y tabularlos separadamente. A partir de estos datos y por medio de una interpolación se calculó la temperatura letal durante 10.000 minutos (10.000 min-TLm) para cada mes. En la Tabla 1 se observaron los valores de la temperatura letal acompañados por la temperatura ambiental, registrada cada mes en el momento de captura.

La figura 2 muestra que la tendencia de variación entre la temperatura letal (10.000 min-TLm) y la temperatura ambiental (T_a) a lo largo del período de prueba fue similar, observándose sus valores máximos en los meses de noviembre de 1980 y mayo y junio de 1981 (37,8°C), donde la temperatura ambiental fue elevada excepto junio. Por otro lado, el mes de enero

de 1981 donde la temperatura del agua fue más baja (24,5°C) presentó el menor valor de 10.000 min-TLm (36,3°C).

Se observa la relación existente entre la temperatura ambiental y la temperatura letal de esta especie. De hecho la temperatura del medio produce cierto grado de "aclimatación", ya que cuando varía induce a este organismo a adaptarse a esta nueva condición térmica. LOWE & HEATH (1969) demostraron que *Cypripodon macularius* posee un máximo térmico crítico (MTC) mayor en verano que en invierno y TYLER (1966) encontró una mayor tolerancia a altas temperaturas, en verano que en invierno en dos especies de género *Chrosomus*.

El rango de variación detectado para la temperatura ambiental, fue de 3,5°C durante el período de experimentación. Esta variación produjo una diferencia de 1,5°C entre la mínima y la máxima temperatura letal promedia. Se observa que la población de juveniles de lisa estudiada, tiene una capacidad adaptativa (para altas temperaturas), a pesar de ser un organismo que se encuentra en zonas donde las condiciones térmicas tienen poco rango de variación a lo largo del año. Una posible explicación de este fenómeno, es el hecho de que los ejemplares juveniles de esta especie, son capaces de vivir en zonas estuarinas, lagunas costeras e inclusive en pequeñas lagunetas que se forman a orillas de playas fangosas cuando baja la marea. El hecho de ocupar a estos cuerpos de agua, de condiciones térmicas muy variables (microhábitats), ponen en evidencia su gran adaptación genética.

Los resultados obtenidos en las pruebas para establecer las relaciones entre la temperatura letal (10.000 min-TLm) y la temperatura de aclimatación (T_a), fueron tabulados como porcentajes de mortalidad producidos por cada una de las temperaturas de prueba para cada temperatura de aclimatación (Tabla 2). En todos los casos se calculó la temperatura letal (10.000 min-TLm), interpolando la temperatura de prueba que producía un 50% de mortalidad. Las temperaturas letales obtenidas para las pruebas se promediaron, encontrándose los resultados definitivos en la última fila de esta tabla, donde puede observarse que entre la temperatura mínima de aclimatación y la máxima existe un rango de 10°C, correspondiéndose esto a una variación de 1,2°C en la temperatura letal.

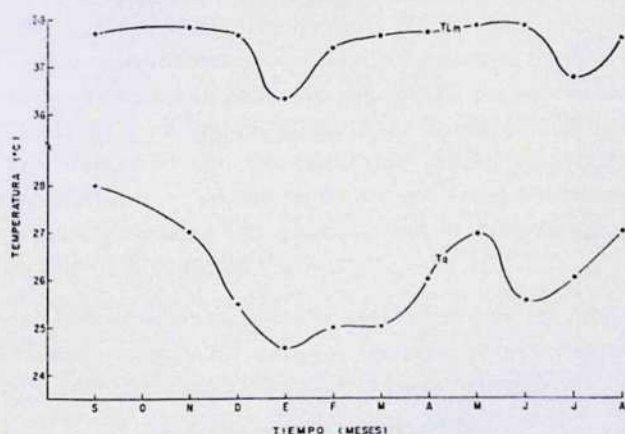


Fig. 2. Variación mensual de la temperatura letal (10.000 min-TLm) de juveniles de lisa *Mugil curema* y variación mensual de la temperatura ambiente (T_a) durante septiembre 1980 agosto 1981.

TABLA 1. VARIACION MENSUAL DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL Y LA TEMPERATURA LETAL ESTIMADA PARA 10.000 MINUTOS (10.000 MIN-TLm) Y PORCENTAJE DE MORTALIDAD EN EJEMPLARES JUVENILES DE LISA MUGIL CUREMA OBTENIDOS PARA CADA MES A DIFERENTES TEMPERATURAS DE PRUEBA DURANTE 10.000 MINUTOS

Fecha	Temperatura (°C)		Temperatura de prueba (°C)			
	Ambiente	Letal (TLm)	35,5	37,0	38,5	40,0
26-09-80	28,0	37,7	0	10	100	100
20-11-80	27,0	37,8	0	0	100	100
11-12-80	25,5	37,7	0	10	100	100
22-01-81	24,5	36,3	0	90	100	100
20-02-81	25,0	37,4	0	30	100	100
13-03-81	25,0	37,6	0	20	100	100
30-04-81	26,0	37,7	0	10	100	100
26-05-81	27,0	37,8	0	0	100	100
16-06-81	25,5	37,8	0	0	100	100
14-07-81	26,0	36,7	0	60	100	100
14-08-81	27,0	37,6	0	20	100	100

TABLA 2. PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA PROMEDIO PARA MUGIL CUREMA ACLIMATADAS DURANTE 12-21 DÍAS A TRES TEMPERATURAS Y EXPUESTAS DURANTE 10.000 MINUTOS A DIFERENTES TEMPERATURAS LETALES DE PRUEBA Y TEMPERATURA LETAL ESTIMADA (10.000 MIN-TLm).

Aclimatación			Temperatura de prueba (°C)							TLm
Temperatura (°C)	Período (Días)	Número de peces	34,5	35,5	36,5	37,5	38,5	39,5	40,5	
24	21	100	100	70	30	0	0			36,1
29	15	100		100	85	20	0	0		37,1
34	12	50			100	40	0	0	0	37,3

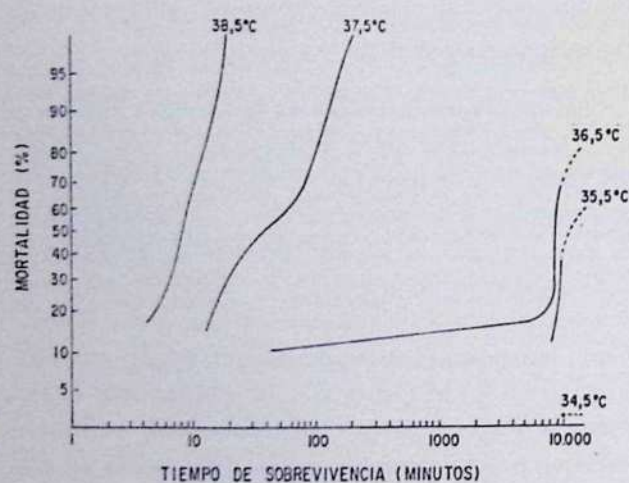


Fig. 3. Porcentaje de mortalidad de lisa *Mugil curema* aclimatada durante 21 días a la temperatura de 24°C y expuesta durante 10.000 minutos a varias temperaturas de prueba.

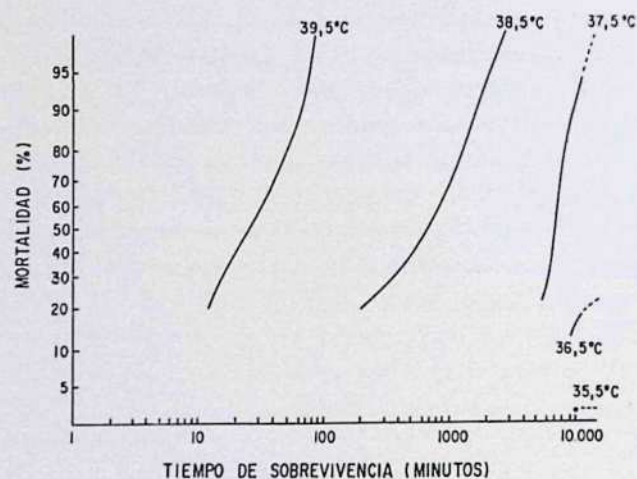


Fig. 4. Porcentaje de mortalidad de lisa *Mugil curema* aclimatada durante 15 días a la temperatura de 29°C y expuesta durante 10.000 minutos a varias temperaturas de prueba.

Las figuras 3-5 muestran un aumento en el porcentaje de mortalidad, para cada nivel de aclimatación, a medida que aumenta la temperatura de prueba. Además, el promedio del tiempo de sobrevivencia durante el período de prueba aumenta con el ascenso de la temperatura de aclimatación y la disminución de la temperatura de prueba. (Fig. 6).

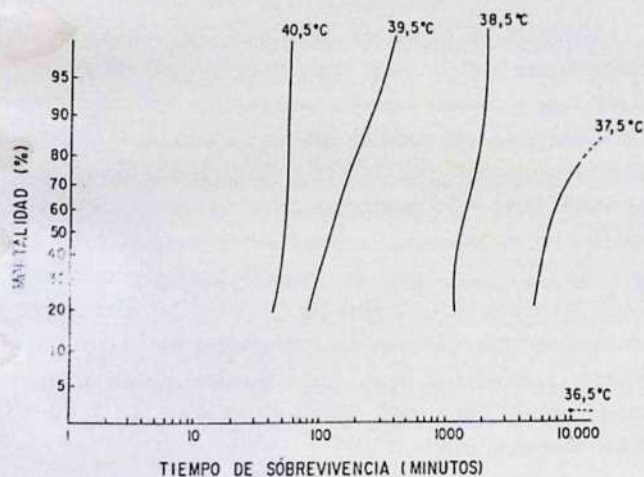


Fig. 5. Porcentaje de mortalidad de lisa *Mugil curema* aclimatada durante 12 días a la temperatura de 34°C y expuesta durante 10.000 minutos a varias temperaturas de prueba.

La relación combinada entre la temperatura de aclimatación, las temperaturas de prueba y el tiempo de sobrevivencia se muestra en la figura 7. Las barras truncadas representan las pruebas donde todos los individuos sobrevivieron más de 10.000 minutos. Tomando como referencia el promedio del tiempo de sobrevivencia, la temperatura de aclimatación presenta una relación directa con la temperatura de prueba. Es notable el incremento en el tiempo de sobrevivencia a una temperatura de prueba fija, a medida que la temperatura de aclimatación aumenta.

Las pruebas estadísticas realizadas para establecer diferencias entre los tiempos de sobrevivencia de las tres aclimataciones utilizadas, a una temperatura de prueba fija (38,5°C), indican que éstas existen y son significativas entre los grupos ($GL=2,27$; $F=123,93$). Un segundo análisis comparando tres temperaturas de prueba (38,5; 39,5 y 40,5°C) a una temperatura de aclimatación fija (34,0°C), también revela diferencias

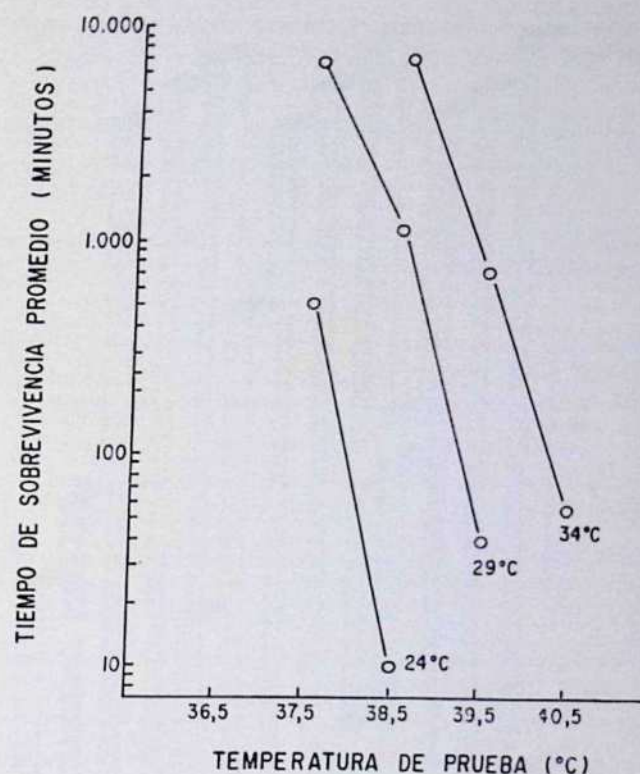


Fig. 6. Tiempo de sobrevivencia de lisa *Mugil curema* aclimatada durante 12-21 días a tres temperaturas y expuesta durante 10.000 minutos a varias temperaturas letales.

significativas entre los tiempos de sobrevivencia de los tres grupos ($GL=2,27$; $F=239,18$).

El área o zona de tolerancia calculada por el método de los triángulos de tolerancia establece una relación lineal entre T_a y la diferencia entre TL_{50} y T_a . Debido a la falta de información sobre tolerancia térmica en esta especie, la temperatura inferior utilizada para el cálculo del área fue estimada, comparando temperaturas mínimas de resistencia en otras especies de la misma (CHUNG, 1980). Se presume que la lisa puede vivir hasta 15°C, lo que produciría una zona de tolerancia de altas temperaturas de 231,3°C².

La temperatura de aclimatación más alta utilizada en el presente estudio fue de 34,0°C, obteniéndose para la misma una temperatura letal aproximada de 37,3°C. Sin embargo, esta temperatura letal observada a 34,0°C de aclimatación se encuentra por debajo de los valores máximos (37,8°C) de la temperatura letal mensual (Tabla 1), a pesar de que la temperatura ambiente media no sobrepasó los 28,0°C. Posiblemente una de las

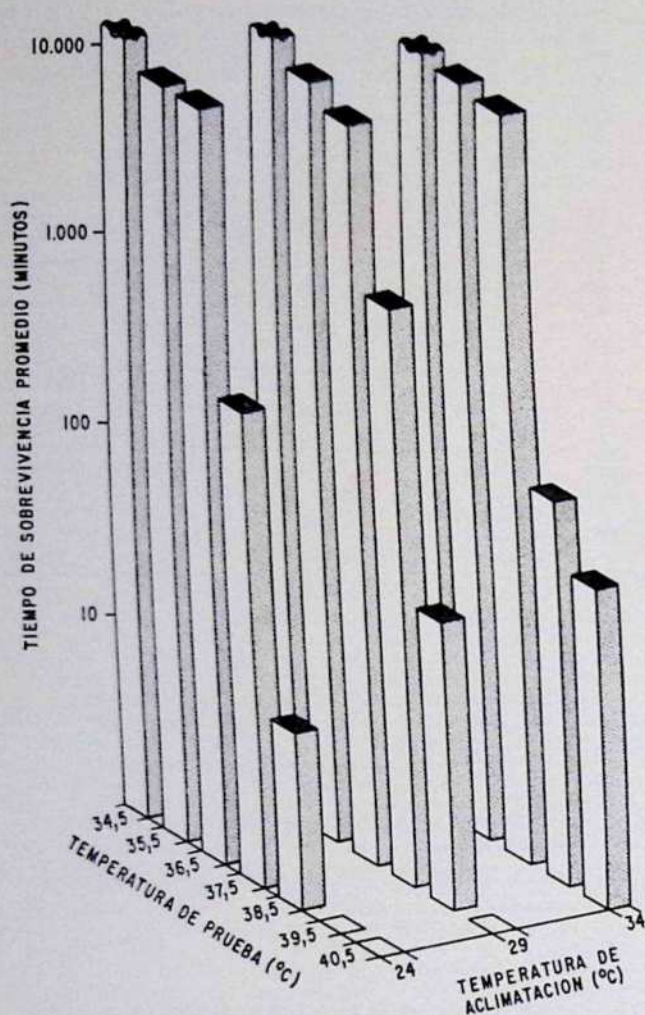


Fig. 7. Promedio del tiempo de sobrevivencia de juveniles de lisa *Mugil curema* aclimatados durante 12-21 días a tres temperaturas y expuestos durante 10.000 minutos a varias temperaturas de prueba.

razones que pudo provocar estas diferencias sea el período de aclimatación a que fueron sometidos los ejemplares. Las condiciones físicas de ellos pueden disminuir en estas temperaturas constantemente altas, ya que el gasto de energía cerca del límite térmico máximo es extremadamente grande (KINNE, 1963). Un organismo puede permanecer allí por un período de tiempo relativo. Es el caso de *Cyprinodon macularius*, para el cual se ha informado una temperatura letal de 44,6°C, la más alta registrada para peces hasta el momento. Sin embargo, su medio ambiente (desierto de Arizona) sufre una variación diaria de temperatura de hasta 18,0°C en verano. Dichos organismos soportan altas temperaturas (41,0°C) hacia las horas intermedias del día, su-

friendo un severo "stress". El período diario de temperaturas bajas es aprovechado para el reestablecimiento de sus condiciones físicas. El termoperíodo cíclico permite a las especies mantener un máximo de tolerancia, con un período de reposición (HEATH, 1963). Este hecho permitió afirmar que el ciclo diario de la temperatura ambiental produce tolerancias más altas que las temperaturas constantes de aclimatación en el laboratorio (LOWE & HEATH, 1969).

Otro factor capaz de disminuir los valores de la temperatura letal, a estas temperaturas altas de aclimatación, pudo haber sido el tiempo que los ejemplares permanecieron en condiciones de cautiverio. Los organismos utilizados para la variación mensual de la temperatura letal sólo permanecieron un lapso de día y medio, en el laboratorio antes de la prueba, mientras que los utilizados para las pruebas de aclimatación a 24,0; 29,0 y 34,0°C fueron de 21, 15 y 12 días respectivamente. Las condiciones simuladas de laboratorio (dieta, calidad del agua, etc.) pueden influir grandemente en la capacidad de los organismos para tolerar altas temperaturas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a los Drs. MARIO BELMAR ACUÑA, CARLOS MILLÁN & WOUTER ZURBURG por la lectura crítica del presente trabajo; a los Sres. SANTIAGO MÉNDEZ & JORGE HERNÁNDEZ por el trabajo de campo y a JESÚS HERNÁNDEZ & RÓMULO I. VELÁSQUEZ por la elaboración de las figuras. Al Consejo de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) por el financiamiento en parte de esta investigación.

REFERENCIAS

- ALLEN, J. O. & K. STRAWN. 1967. Heat resistance of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Proc. Ann. Conf. S. E. Assoc. Game Fish Comm.*, 21: 399-411.
- BRETT, J. R. 1941. Tempering versus aclimatacion in the planting of speckled trout. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 70: 397-403.
- . 1944. Some Lethal Temperature Relations of Algonquin Park Fishes. *Univ. Tor. Stud., Biol. Ser.* N° 52; *Publ. Ont. Fish. Res. Lab.*, 63: 1-49.

- . 1956. Some principles in the thermal requirements of fishes. *Quart. Rev. Biol.*, 31 (2): 75-87.
- CHUNG, K. S. 1980. Cold anaesthesia of tropical fish. *Bull. J. Soc. Sci. Fish.*, 46 (3): 391.
- DOUDOROFF, P. 1942. The resistance and acclimation of marine fishes to temperature changes. I. Experiments with *Girella nigricans*. *Biol. Bull.*, 83: 219-244.
- FRY, F.E.J. 1957. The lethal temperature as a tool in taxonomy. *Ann. Biol.*, 33: 205-219.
- . 1971. The effect of environmental factors on the physiology of fish. En: *Fish Physiology* (Ed. W.S. Hoar & D.J. Randall). Academic Press, New York, 6: 1-98.
- GIBSON, M.R. 1954. Upper lethal temperature relations of the guppy. *Lebistes reticulatus*. *Can. J. Zool.*, 32: 393-407.
- GRANHAM, J.B. 1970. Aspects of temperature sensitivity in some tropical inshore marine fishes, Ph.D. thesis. Univ. Calif. Berkeley; *Diss. Abs.* 31, 5112-12 (1971).
- HART, J.S. 1947. Lethal temperature relations of certain fish of the Toronto region. *Trans. Roy. Soc. Can.*, 41 (3): 57-71.
- . 1952. Geographic variations of some Physiological and morphological characters of certain fresh water fish. Univ. Tor. Stud. Biol. Ser. Nº 60; *Publ. Ont. Fish. Res. Lab.*, 72: 1-79.
- HEATH, W.G. 1963. Thermoperiodism in sea-run cutthroat trout (*Salmo clarki clarki*), *Sci.*, 142: 486-488.
- . 1967. Ecological significance of temperature tolerance in Gulf of California shore fish. *J. Ariz. Acad. Sci.*, 4: 172-178.
- HOAR, W.B. 1955. Seasonal variations in the resistance of gold fish to temperature stress. *Trans. Roy. Soc. Can.*, 49: 25-34.
- KINNE, O. 1963. The effects of temperature and salinity on marine and brackish water animal. I. Temperature. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 1: 301-340.
- LOWE, C. H. & W. G. HEATH. 1969. Behavioral and Physiological responses to temperature in the Desert Pupfish, *Gyrinodon maculatus*. *Physiol. Zool.*, 42: 53-59.
- MCEERLEAN, A. J., J. A. MIHURSKY & H. J. BRINKLEY. 1969. Determination of upper temperature tolerance triangles for aquatic organism. *Chesapeake Sci.* (3-4) 10: 293-296.
- SPRAGUE, J.B. 1963. Resistance of four fresh water crustaceans to lethal high temperatures and low oxygen. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 20 (2): 387-415.
- TSUKUDA, H. 1960. Heat and Cold tolerance in relations to Body Size in the Guppy *Lebistes reticulatus*. *Japan. J. Ecol.*, 12: 112-121.
- TYLER, A. V. 1966. Some lethal temperature relations of two minnows of the genus *Chrossomus*. *Can. J. Zool.*, 44: 349-364.
- WIESEPAPE, L. M. 1975. Thermal resistance and acclimation rate in young white and brawn shrimp, *Penaes setiferus* Linn. and *Penaes aztecus* Ieves. TAMU-SG-76-202, 195 p.

(Manuscrito recibido el 4 de julio de 1984).



PIGMENTOS CLOROFILICOS, PRODUCCION PRIMARIA Y ABUNDANCIA PLANCTONICA EN EL CANAL DE ENTRADA A LA LAGUNA DE LA RESTINGA, VENEZUELA

ALFREDO GÓMEZ GASPAR *

Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Boca de Río, Isla de Margarita, Venezuela

RESUMEN: En el canal de entrada a la laguna de La Restinga, desde el 13 de septiembre de 1978 al 24 de septiembre de 1979, dos veces por semana se colectaron muestras de agua superficial y cerca al fondo del canal (-5 m) para determinar la concentración de clorofila *a*, *b*, *c*, el índice pigmentario D430/D665 y estimar la biomasa fitoplanctónica. Quincenalmente se determinó la producción primaria con el método del oxígeno. Cada tres días se realizaron colectas de plancton utilizando red de 250 micras con el objeto de determinar el ciclo anual de la abundancia planctónica, su relación con la marea entrante o saliente de la laguna y la hora de la colecta. Además, se aportan datos de clorofilas y producción primaria determinada por método radiactivo desde febrero de 1969 a abril de 1970 y de la temperatura superficial del agua de mayo de 1972 a enero de 1974 en la parte central de la laguna. La temperatura varió entre $24,7$ y $30,8^{\circ}\text{C}$. La salinidad entre $37,0$ y $45,5^{\text{‰}}$. El oxígeno disuelto entre $3,9$ y $7,8$ ppm. En la superficie, la clorofila *a* varió entre $1,38$ y $4,38$ mg m^{-3} ; la cl. *b* entre $0,44$ y $1,04$ mg m^{-3} y la cl. *c* entre $1,61$ y $4,52$ mg m^{-3} . El índice pigmentario varió entre $2,87$ y $4,96$ y la biomasa fitoplanctónica entre $4,49$ y $183,0$ $\text{mg peso seco m}^{-3}$. En el fondo, la clorofila *a* varió entre $1,54$ y $4,10$ mg m^{-3} ; la cl. *b* entre $0,41$ y $1,04$ mg m^{-3} y la cl. *c* entre $1,88$ y $4,21$ mg m^{-3} . El índice pigmentario varió entre $3,41$ y $4,47$ y la biomasa estimada del fitoplancton fluctuó entre $43,2$ y $139,2$ $\text{mg peso seco m}^{-3}$. Las aguas que salen de la laguna tienen una temperatura, salinidad, concentración de clorofila *c*, índice pigmentario y biomasa planctónica significativamente mayor que cuando las aguas entran a la laguna. En superficie la producción primaria varió entre $302,7$ y $1.117,65$ $\text{mgC m}^{-3} \text{ día}^{-1}$ y en el fondo fluctuó entre $129,24$ y $818,67$ $\text{mgC m}^{-3} \text{ día}^{-1}$. En la parte central de la laguna desde febrero de 1969 a abril de 1970 la producción primaria (método radiactivo) varió entre $60,65$ y $179,93$ $\text{mgC m}^{-3} \text{ día}^{-1}$. En relación al zooplancton, en las aguas entrantes a la laguna el número de organismos varía entre 1.4441 y 11.420 por metro cúbico, y el promedio fue de 5.040 org. m^{-3} ; con la marea bajante el número de organismos fluctuó entre 2.657 y 17.802 por metro cúbico, y el promedio fue de 9.331 org. m^{-3} . El plancton recolectado en horas de la tarde o en la mañana fue generalmente más abundante que el colectado en las horas del mediodía. El volumen de plancton sedimentado varió entre $0,17$ y $0,87$ cc m^{-3} y la biomasa seca fluctuó entre $2,99$ y $18,42$ mg m^{-3} . Del total de organismos cuantificados, los copépodos constituyeron el $76,7\%$ y el dinoflagelado *Noctiluca scintillans* el $14,26\%$. Se plantea la tesis que la laguna de La Restinga fue más fértil y exportó a las aguas adyacentes mayor energía durante los meses de temperatura más alta (mayo a octubre de 1979) que en el período de menor temperatura (noviembre de 1978 a marzo de 1979). En consecuencia la fertilidad de las aguas próximas a La Restinga se explicaría por la componente surgente en el período "frío" y el pulso lagunar durante el período "cálido" que hace mantener durante todo el año una producción relativamente alta, manifiesta por la abundancia de peces filtradores durante todo el año.

ABSTRACT: Samples of surface (-1 m) and near bottom water (-5 m) taken every three days at the entry to La Restinga Lagoon (Venezuela) from September 13/78 to September 24/79, were analyzed for determination of chlorophyll *a*, *b* and *c*; pigment index (D430/D655) and the phytoplankton biomass estimate. Primary production was determined biweekly by the oxygen method. Every 3 days, surface plankton samples were collected with a net (pore $250 \mu\text{m}$) in order to determine the annual cycle of plankton abundance and its relations with the time of sampling and with the tidal cycle. In addition, this work includes information on chlorophylls

* Dirección actual: Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.

and primary production estimated weekly with radioactive method during 1969-1970 and daily surface temperature from May/72 to January/74 in the central area of the lagoon. The surface temperature varied between 24.7 and 30.8°C. Salinity between 37.0 and 45.5‰ and dissolved oxygen between 3.9 and 7.8 ppm. The chlorophyll *a* concentrations ranged between 1.28 and 4.38 mg m⁻³; the chlorophyll *b* between 0.44 and 1.04 mg m⁻³ and the chlorophyll *c* between 1.61 and 4.52 mg m⁻³; the pigment index between 2.97 and 4.96 and the phytoplankton biomass between 8.4 and 183.0 mg m⁻³. Near the bottom, the chlorophyll *a* concentrations varied between 1.54 and 4.10 mg m⁻³; the chlorophyll *b* between 0.41 and 1.04 mg m⁻³ and the chlorophyll *c* between 1.88 and 4.21 mg m⁻³. The pigment index ranged 3.41 to 4.47 and the phytoplankton biomass was estimated from 43.2 to 139.2 mg m⁻³. The water during the ebb tides has significantly higher temperature, salinity, chlorophyll *c*, pigmentary index and phytoplankton biomass than at the flood tides. Surface primary production varied between 302.7 and 1,117.65 mgC m⁻³ day⁻¹ and near bottom production from 129.24 to 818.67 mgC m⁻³ day⁻¹. In the central part of the lagoon from February/69 to April/70 the primary production (¹⁴C method) ranged between 60.65 and 179.93 mgC m⁻³ day⁻¹. The zooplankton density with the flood tides ranged between 1,441 and 11,420 (mean 5,040) organisms per cubic meter and with the ebb tides between 2,657 and 17,802 (mean 9,331) organisms per cubic meter. Morning and afternoon plankton samples were found to be more abundant than samples taken at midday. The displacement plankton volume ranged from 0.17 to 0.87 cc m⁻³ and the dry biomass ranged 2.99 to 18.42 mg m⁻³. Copepods represented 76.7% of the total organisms counted and the dinoflagellate *Noctiluca scintillans* 14.26%. It is suggested that La Restinga Lagoon was more fertile and exported to the adjacent sea more energy during the months of higher temperatures or "hot period" (May to October/79) than the months of less higher temperatures or "Cold period" (this study November/78 to March/79). So, the fertility of the waters near the La Restinga lagoon can be explained as a consequence of two main components: first the zonal upwelling in the east of Venezuela during the cold period and second the lagunar pulse in the hot period. These components make possible for some filtering fishes like engraulids and clupeoids to thrive all year round in the neighborhood of the entrance of La Restinga lagoon.

INTRODUCCION

En Venezuela, la laguna de La Restinga tiene importancia recreacional, pero el mayor interés es desde el punto de vista ecológico porque es una laguna de manglar que se localiza en una región típicamente xerofítica. La Restinga se une por un canal estrecho y poco profundo a las aguas fértiles que rodean a Margarita, Coche y Cubagua, islas que en el Oriente de Venezuela tradicionalmente han tenido gran importancia pesquera como lo atestiguaba el vocablo indígena "Paraguachoa" o abundancia de peces, cuya causa inicial son los vientos alisios del nordeste, que hacen posible la existencia de un fenómeno de surgencia costera que determina la riqueza de este mar (CERVIGÓN, 1978). La cercanía del laboratorio al canal que comunica la laguna con el mar próximo permitió realizar incubaciones periódicas y frecuentemente coleccionar muestras de agua y plancton para determinar el ciclo anual de abundancia planctónica, pigmentos clorofílicos y según la marea entrante o saliente pretender entender si el mecanismo de fertilización es de la laguna hacia el mar adyacente, o al revés.

Es posible que no sea adecuado el título del trabajo en lo referente a la abundancia de plancton porque para las colectas se utilizó una red de zooplancton, pero el análisis de las muestras reveló que el dinoflagelado *Noctiluca scintillans* predominó en ocasiones y fueron contabilizados. En cambio otros fitoplanctones grandes como *Rhizosolenia*, *Nitzschia* y *Ceratium* a veces fueron muy abundantes y no se cuantificaron, pero hicieron parte de las estimaciones de biomasa. Luego de muchas dudas, finalmente, se decidió por plancton pero teniendo en cuenta la limitación en las capturas que impone el arte de pesca. En la laguna de La Restinga se han realizado estudios de fitobentos, moluscos, crustáceos y peces, pero es escaso el conocimiento sobre la producción, pigmentos y biomasa del plancton. En este trabajo incluimos información no conocida hasta ahora sobre la producción primaria determinada por método radioactivo, clorofila *a* y el índice pigmentario de muestras obtenidas semanalmente de febrero/69 a abril/70, y también de la temperatura del agua superficial determinada tres veces al día desde mayo/72 a enero/74 en la parte central de la laguna. En la Isla de Margarita el desconocimiento de la ecología planctónica lagunar

contrasta acusadamente con los estudios sobre productividad y plancton realizados en áreas próximas y en especial el Golfo de Cariaco.

AREA ESTUDIO Y MUESTREOS

En la Isla de Margarita se localiza la laguna de La Restinga (Fig. 1) que tiene una área aproximada de 26 km² y es de forma triangular. Por el norte una barra arenosa la limita con el mar abierto y por el sur se comunica directamente con el mar mediante una entrada o canal que tiene una longitud aproximadamente de 600 m, una anchura entre 100-200 m y una profundidad entre 3 y 6 m. La laguna se comporta como un estuario negativo y sus aguas tienen normal-

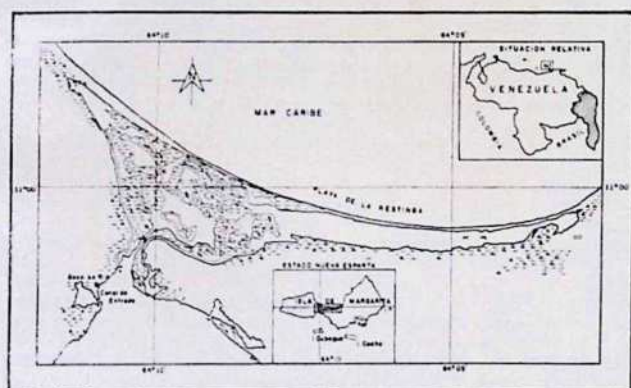


Fig. 1. Laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela.

mente una salinidad y temperatura más alta que las de aguas próximas al cuerpo lagunar. Es una laguna de manglar con fondo fangoso y tiene rodales de *Thalassia testudinum* y *Diplanthera wrightii* en lugares bien determinados. Bordeando gran parte de la laguna predomina el mangle rojo *Rhizophora mangle* y el negro *Avicennia germinans*, también se encuentran plantas de mangle blanco *Conocarpus erectus* y botoncillo *Laguncularia racemosa*. A diferencia de otras lagunas tropicales, en La Restinga las especies de mangle, no se disponen espacialmente de acuerdo a una zonación o disposición nítida, por causa del origen mismo de la laguna y al límite que han impuesto las barras arenosas que han existido durante su evolución geomorfológica (ZARZOSA, 1974). En La Restinga se han realizado estudios geológicos, hidrográficos y sobre la biología y cultivo

de especies de crustáceos, moluscos y peces (GÓMEZ, 1981, aporta numerosa bibliografía). Pero existen campos de trabajo poco abordados en especial los referentes a la producción primaria y plancton, en este último aspecto se conocen trabajos de fitoplancton (VOLTO-LINA *et al.* 1975), diatomeas bénticas (REYES, 1974) y de copépodos (CARABALLO, 1976).

En cambio en áreas próximas como los alrededores de la Isla de Margarita, la Fosa y el Golfo de Cariaco existen numerosos estudios sobre la producción primaria (CURL, 1960; RICHARDS, 1960; KATO, 1961; BALLESTER & MARGALEF, 1965; HAMMER, 1967; MARGALEF, 1969; CASTELVI & FERNÁNDEZ, 1978; MANDELLI & FERRAZ DE REYES, 1982); fitoplancton (MARGALEF *et al.* 1960; HULBURT, 1963, 1966; MARGALEF, 1965; HALIM, 1967; FERRAZ DE REYES, 1976); zooplancton (LEGARÉ, 1961 a, 1961 b; LEGARÉ & ZOPPI, 1961; ZOPPI, 1961 a, 1961 b; CERVIGON, 1962; LEGARÉ, 1964; JROMOV, 1967; MIRÓ & MARVAL, 1967; CERVIGON & MARCANO, 1968; CARVAJAL, 1969; SIMPSON & GRIFFITHS, 1971; ZOPPI, 1971; RAO & UROSA, 1974; UROSA & RAO, 1974; BASTARDO, 1975). De manera general la abundancia planctónica en las lagunas costeras del Oriente de Venezuela no se ha estudiado, a excepción de los trabajos realizados por ZOPPI (1974) & RODRÍGUEZ (1978).

Se realizaron muestreos en el canal de entrada a la laguna de La Restinga (Fig. 1) desde el 13 de septiembre/78 hasta el 24 de septiembre/79.

TEMPERATURA Y OXÍGENO DISUELTO: diariamente a las 8 - 12 y 16 horas se determinó el oxígeno disuelto empleando oxigenómetro portátil y la temperatura superficial con termómetro de mercurio.

COLECTA DE ZOOPLANCTON: tres veces por semana se realizaron arrastres (5') de plancton superficial utilizando una red con boca de 0,4 m de diámetro y abertura de malla de 200 micras y además provista con un contador de flujo digital. Se colectaron un total de 112 muestras (41 a las 9 de la mañana, 41 a las 12 horas y 30 a las cuatro de la tarde) de las cuales 60 fueron recogidas con la marea llanante y 52 con la marea bajante o saliente de la laguna. Las muestras se fijaron con formol (5%) neutralizado y en el laboratorio fueron puestas a decantar en probetas. Para los efectos del conteo de organismos, de las muestras sedimentadas se tomaron dos alícuotas de

1 cc. y se procedía a cuantificar a la lupa ($\times 25$). Para determinar el peso seco del plancton se procedió de la siguiente manera: se pesó un papel filtro Whatman N° 2, la muestra se filtró y se puso a secar en estufa ($100 - 105^{\circ}\text{C}$) hasta obtener peso constante y se colocó en desecador durante tres horas. Posteriormente se pesó en balanza analítica con precisión de 0,1 mg y por deducción se obtuvo el peso seco del plancton.

CLOROFILAS Y SALINIDAD: cada tres días se tomaron muestras de agua para determinar la concentración de clorofila *a*, *b* y *c* y el índice pigmentario D430/D665. En la superficie (-1 m) se estudiaron 93 muestras (43 con la marea llanante y 50 con la marea bajante) e igual número de muestras se extrajeron cerca del fondo (-5 m) utilizando una botella Nansen. Los 196 análisis se hicieron según lo aconsejado por Strickland y Parsons (1972) y la salinidad se determinó con salinómetro de inducción.

PRODUCCIÓN PRIMARIA: cada 15 días, en la superficie (-1 m) y a un metro de fondo del canal (-5 m) se estimó la producción primaria suspendiendo botellas (BOD) claras y oscuras durante un tiempo que varió entre cuatro y cinco horas. El oxígeno disuelto se determinó por el método de Winkler y la producción de acuerdo a STRICKLAND & PERSONS (1972). La biomasa fitoplanctónica se estimó en base a la expresión pigmentaria $(\text{D430})^3/(\text{D665})^2 \times 60$ MARGALEF, 1974).

Este trabajo incluye datos de clorofila *a*, índice pigmentario y producción primaria obtenidos semanalmente desde febrero/69 hasta abril/70 en la parte central de La Restinga, el Sr. Agustín Aguado analizó 174 muestras de agua para determinar la concentración de pigmentos clorofílicos y se realizaron 160 incubaciones "in situ", generalmente de tres horas, para estimar la producción primaria según la técnica de STEEMAN NIELSEN (1952). A cada botella incorporó 5 μCi de ^{14}C en forma de bicarbonato sódico en solución tamporada y utilizó un contador Geiger Nuclear Chicago con eficiencia del 38,5% (BALLESTER & MARGALEF, 1965).

Igualmente se incluyen datos de la temperatura superficial del agua en el centro de la laguna, realizados tres veces al día (6 - 12 - 18 horas) desde mayo/72 a enero/74, realizándose 1828 lecturas (98%) de un

total posible de 2.070. De estos datos se calcularon los valores promedios y su rango anual y se consideraron con el fin de no dejar perder esa valiosa información.

RESULTADOS

TEMPERATURA

En el canal de entrada a la laguna de La Restinga, la variación mensual de la temperatura superficial (-1 m) desde octubre/78 a agosto/79 se indica en Fig. 2. El rango varió entre $24,7^{\circ}\text{C}$ en enero/79 y $30,8^{\circ}\text{C}$ en junio/79. En la Fig. 3 se aprecia que en la

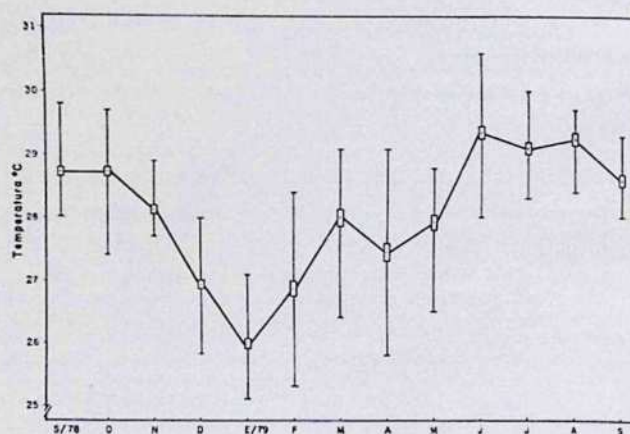


Fig. 2. Variación del valor promedio, desviación y rango mensual de la temperatura superficial en el canal de entrada a la laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela (Período septiembre/78 a septiembre/79).

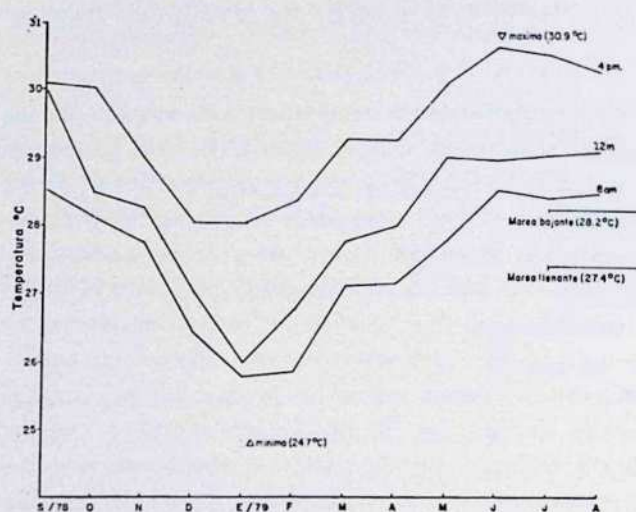


Fig. 3. Variación diurna de la temperatura superficial (-1 m) en el canal de entrada a la laguna La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela (septiembre/78-agosto/79). — Promedio anual. Δ Valor extremo.

mañana (8 horas) la temperatura es menor que a las 12 y 16 horas. Las aguas que entraron a la laguna tuvieron una temperatura promedio de $27,4^{\circ}\text{C}$ y las que salieron de la laguna tuvieron una temperatura promedio de $28,2^{\circ}\text{C}$, en consecuencia la diferencia anual promedio entre mareas fue de $0,8^{\circ}\text{C}$ y su rango entre $0,4$ y $1,6^{\circ}\text{C}$. Desde noviembre/78 a marzo/79 la temperatura del agua superficial fue más baja (rango $24,7$ a $29,3^{\circ}\text{C}$) que durante los meses de mayo a octubre/79 (rango $27,0$ a $30,7^{\circ}\text{C}$).

A pesar de su poca profundidad en el interior de la laguna son también perceptibles dos períodos determinados por la temperatura, uno "cálido" y otro "frío" como se aprecia claramente en la Fig. 4 que muestra la variación de la temperatura desde mayo/72 a enero/74 en la parte central de la laguna, el promedio mensual varió entre $25,9$ y $31,0^{\circ}\text{C}$ y de junio a octubre la temperatura es mayor que entre los meses de noviembre a mayo. Situación semejante se presentó en los extremos este y oeste de la laguna durante 1973-74, aunque en estos años el período "frío" fue de enero a abril y el "cálido" de mayo a diciembre (GÓMEZ, 1981).

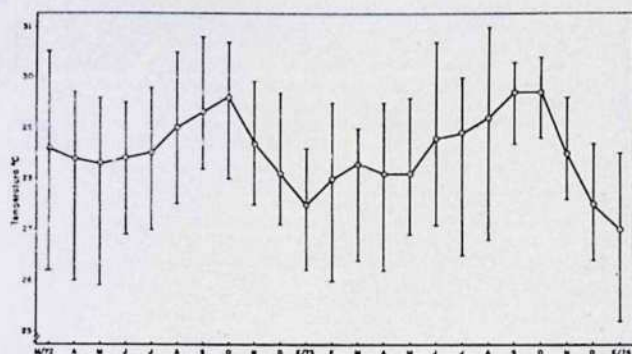


Fig. 4. Variación del valor promedio y rango mensual de la temperatura en la parte central de la laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela (Período Mayo/72 a enero/74, datos de B. Romero).

SALINIDAD

En el canal de entrada a La Restinga de octubre/79 a agosto/79 la salinidad fluctuó entre $37,4$ y $41^{\circ}/_{\text{oo}}$, su variación mensual se indica en la Fig. 5. El valor mínimo fue de $27,32^{\circ}/_{\text{oo}}$ determinado en noviembre de

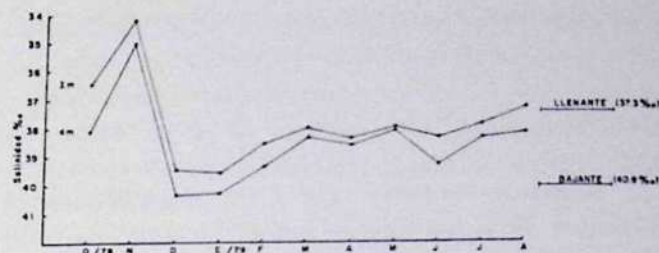


Fig. 5. Variación de la salinidad a 1 y 5 metros N5 y promedio anual según estado de la marea, en el canal de entrada a la laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela.

1978, luego de una lluvia nocturna intensa. La salinidad máxima fue de $45,5^{\circ}/_{\text{oo}}$ durante los primeros días de enero/79. Las aguas que entraron a la laguna tuvieron una salinidad promedio de $37,3^{\circ}/_{\text{oo}}$ y las aguas que salieron tuvieron una salinidad de $40,9^{\circ}/_{\text{oo}}$. Sin tener en cuenta la marea, la salinidad superficial es de $37,71 \pm 2,68^{\circ}/_{\text{oo}}$ y a los 5 m de profundidad es de $38,67 \pm 2,20^{\circ}/_{\text{oo}}$. El estadístico "t" demostró que estos promedios son significativamente diferentes al nivel de 0,01.

OXÍGENO

La variación mensual del promedio de oxígeno disuelto se indica en la Fig. 6, el rango varió entre 3,9 ppm en octubre/78 y 7,8 ppm en diciembre. Con la mar llenante el promedio en la concentración de oxígeno fue 5,7 ppm (rango 4,0 a 7,3 ppm) y con la mar bajante el promedio fue de 5,45 ppm (rango de 3,7 a 5,8 ppm). El oxígeno disuelto en el agua aumenta con las horas del día y en la tarde (4 PM) tuvo siempre valores más altos que a las 12 y 18 horas.

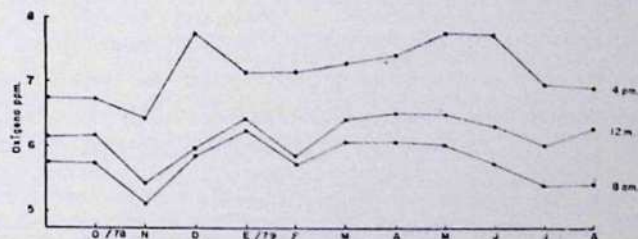


Fig. 6. Variación diaria del oxígeno disuelto (-1 m) en el canal de entrada a la laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela.

ALGUNOS PIGMENTOS DEL FITOPLANCTON
E ÍNDICE D430/D665

 Clorofila *a*

Superficie (—1 m) (Fig. 7A): de septiembre/78 a octubre/79 la clorofila *a* (mg m^{-3}) tuvo una variación mensual entre 1,28 y 4,38 (promedio anual $2,38 \pm 0,82 \text{ mg m}^{-3}$). Con la mar llenante varió entre 0,93 y 3,56 (promedio $2,15 \pm 0,64$) y con la mar bajante fluctuó entre 1,53 y 4,71 (promedio $2,44 \pm 0,95$). El estadístico "t" demostró que los promedios entre mareas fueron significativamente diferentes (Tabla 1) al nivel de 0,05 pero no al 0,01.

Fondo (—5 m) (Fig. 7): se encontró una variación mensual entre 1,54 y 4,10 (promedio anual $2,51 \pm 0,80 \text{ mg m}^{-3}$). Con la mar llenante varió entre 1,12 y 4,4 (promedio $2,23 \pm 0,60$) y con la mar bajante entre 0,81 y 4,55 (promedio $2,39 \pm 1,13$). La prueba "t" demostró que estos promedios entre mareas no fueron

estadísticamente diferentes. Considerando en conjunto la superficie y el fondo, la concentración de Cl. *a* durante la mar llenante fue de $2,19 \pm 0,61$ y con la mar bajante de $2,41 \pm 1,02 \text{ mg m}^{-3}$. Estadísticamente estos valores no son diferentes (Tabla 1).

En la Fig. 11A se muestra la variación mensual de la Cl. *a* desde febrero/69 a abril/70 en la parte central de la laguna, el rango varió entre 0,68 en febrero/69 y 2,90 en julio/69. El promedio anual fue de $1,83 \pm 0,68 \text{ mg m}^{-3}$.

 Clorofila *b*

Superficie (—1 m) (Fig. 8A) de septiembre/78 a octubre/79 la clorofila *b* (mg m^{-3}) tuvo una variación mensual entre 0,44 y 1,04 (promedio anual $0,62 \pm 0,21$). Con la marea llenante varió entre 0,39 y 0,83 (promedio $0,57 \pm 0,14$) y con la mar bajante fluctuó entre 0,19 y 1,17 (promedio $0,64 \pm 0,30$). El

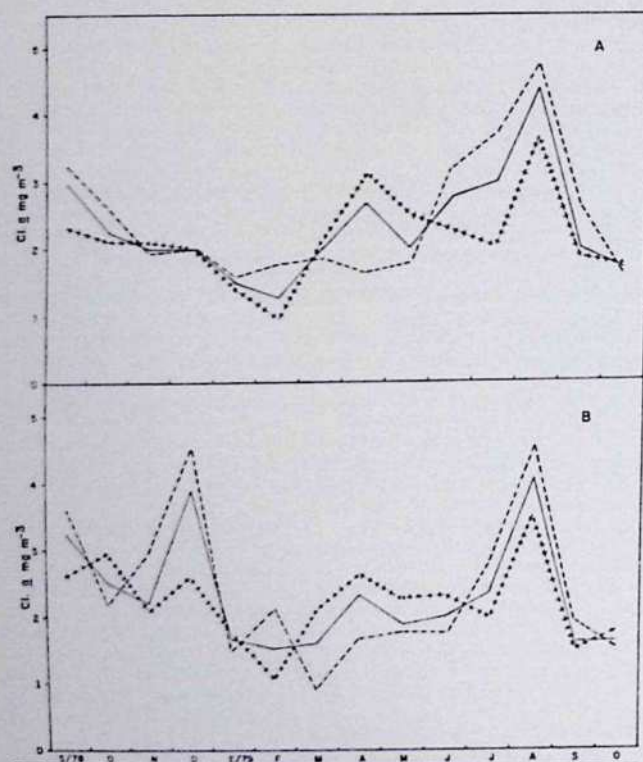


Fig. 7. Variación mensual de la clorofila *a* (mg m^{-3}) en el canal de entrada a la laguna de La Restinga.
A: Superficie (—1 m) B: Fondo (—5 m)
Marea llenante + + + + Marea bajante - - - -
Promedio ———

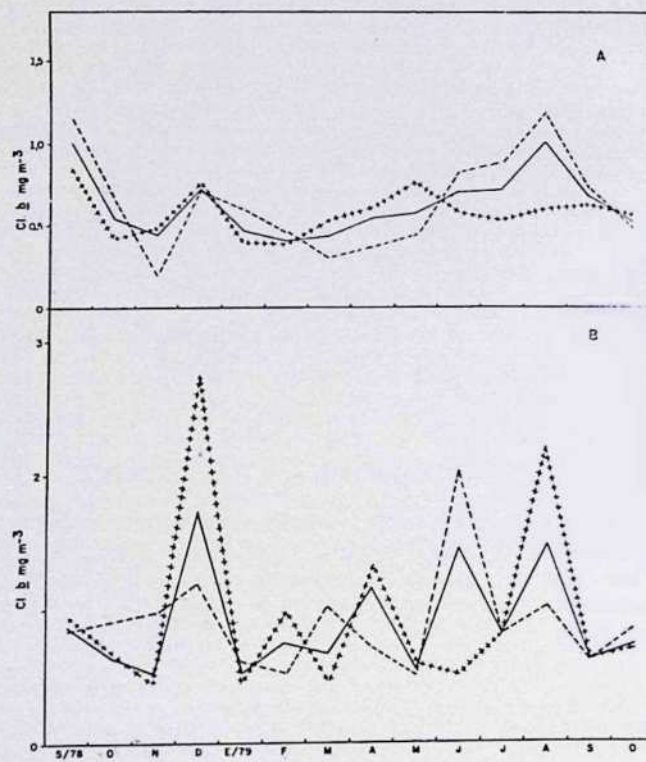


Fig. 8. Variación mensual de la clorofila *b* (mg m^{-3}) en el canal de entrada a la laguna de La Restinga.
A: Superficie (—1 m) B: Fondo (—5 m)
Marea llenante + + + + Marea bajante - - - -
Promedio ———

estadístico "t" indicó que estos promedios no fueron significativamente distintos (Tabla 1) a nivel del 0,05 pero sí al 0,1.

Fondo (— 5 m) (Fig. 8B): la variación mensual fue entre 0,41 y 1,04 (promedio anual de $0,69 \pm 0,27$ mg m^{-3}). Con la mar llenante varió entre 0,40 y 2,79 (promedio $0,93 \pm 0,70$) y con la mar bajante fluctuó entre 0,50 y 2,09 (promedio $0,86 \pm 0,41$). La prueba "t" no indicó diferencia significativa (Tabla 1) entre estos valores.

Considerando en conjunto la superficie y el fondo, la concentración promedio de Cl. *b* fue de $0,75 \pm 0,53$ en la mar llenante y de $0,75 \pm 0,37$ mg m^{-3} con la mar bajante.

Clorofila *c*

Superficie (— 1 m) (Fig. 9A): de septiembre/78 a octubre/79 la clorofila *c* (mg m^{-3}) tuvo una variación mensual entre 1,61 y 4,52 (promedio anual

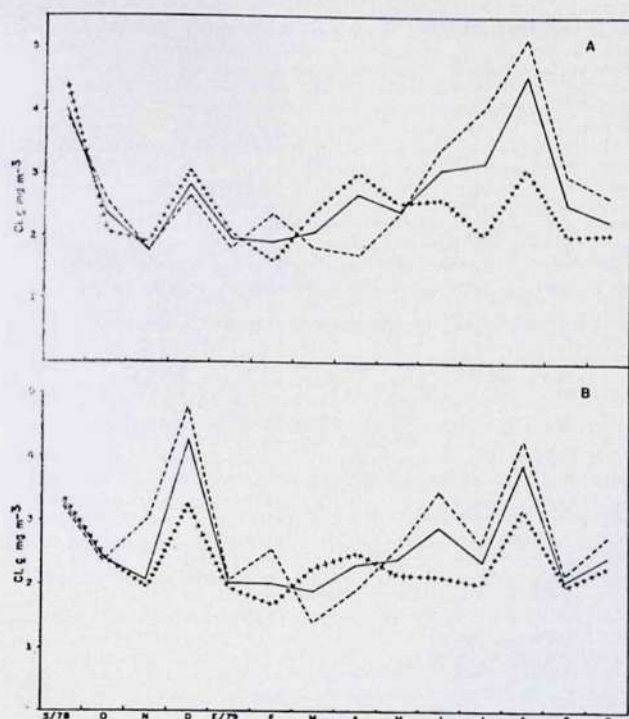


Fig. 9. Variación mensual de la clorofila *c* (mg m^{-3}) en el canal de entrada a la laguna de La Restinga. A: Superficie (— 1 m) B: Fondo (— 5 m) Marea llenante + + + + Marea bajante - - - - Promedio ———

$2,61 \pm 0,83$). Con la marea llenante la concentración de Cl. *c* varió entre 1,53 y 4,17 (promedio $2,42 \pm 0,70$) y con la mar bajante fluctuó entre 0,43 y 5,09 (promedio $2,66 \pm 1,17$). El estadístico "t" demostró que los promedios obtenidos no son significativamente diferentes (Tabla 1).

Fondo (— 5 m) (Fig. 9B): se encontró una variación mensual entre 1,88 y 4,21 (promedio anual de $2,54 \pm 0,72$ mg m^{-3}). Con la mar llenante varió entre 1,59 y 3,25 (promedio $2,31 \pm 0,52$) y con la mar bajante fluctuó entre 1,35 y 4,73 (promedio $2,76 \pm 0,91$). La prueba "t" indicó que estos promedios son significativamente diferentes (Tabla 1) a nivel mayor de 0,05.

Considerados en conjunto, la superficie y el fondo, la Cl. *c* con la mar llenante fue de $2,37 \pm 0,60$ mg m^{-3} y con la mar bajante de $2,71 \pm 1,03$. Estadísticamente los dos valores promedios son significativamente diferentes (Tabla 1) a nivel de 0,05.

Índice D430/D665

Superficie (— 1 m) (Fig. 10A): de septiembre/78 a octubre/79 el índice pigmentario varió entre 2,97 y 4,56 (promedio anual $4,08 \pm 0,37$). En marea llenante varió entre 2,82 y 4,50 (promedio $3,90 \pm 0,43$) y con la marea bajante fluctuó entre 3,05 y 4,91 (promedio $4,16 \pm 0,50$). La prueba "t" no indicó diferencia significativa (Tabla 1) al nivel de 0,01.

Fondo (— 5 m) (Fig. 10B): el índice varió entre 3,41 y 4,47 (promedio anual $4,03 \pm 0,33$). Con la mar llenante fluctuó entre 3,21 y 4,75 (promedio $3,89 \pm 0,36$) y con la marea bajante entre 3,32 y 4,81 (promedio $4,06 \pm 0,39$). El estadístico "t" no demostró diferencia significativa entre estos promedios al nivel de 0,01 (Tabla 1).

Independiente de la profundidad, el índice D430/D665 tuvo en marea llenante un promedio de $3,91 \pm 0,38$ y con marea bajante $4,11 \pm 0,46$. Estos valores son significativamente diferentes (Tabla 1).

En la Fig. 11B, se indica la variación mensual del índice pigmentario en la parte central de La Restinga desde febrero/69 a abril/70 el rango fue de 4,61 en julio/69 a 9,61 en enero/70 y el promedio anual fue de $5,82 \pm 1,45$.

TABLA 1. COMPARACION DE LA CONCENTRACION DE CLOROFILA *a*, *b* Y *c*, INDICE PIGMENTARIO, BIOMASA ESTIMADA DE FITOPLANCTON Y ABUNDANCIA ZOOPLANCTONICA, SEGUN EL ESTADO DE LA MAREA, EN EL CANAL DE ENTRADA A LA LAGUNA DE LA RESTINGA, ISLA DE MARGARITA, VENEZUELA
EN PARENTESIS EL RANGO OBTENIDO. SE INDICA LA SIGNIFICANCIA ESTADISTICA PRUEBA "T"
[+ SIGNIFICANTE — NO SIGNIFICANTE]

	Marea entrante	Marea saliente	Nivel significancia		
			0.1	0.05	0.01
Clorofila <i>a</i> (mg m ⁻³) superficie	2.15 ± 0.64 (0.93-3.56)	2.44 ± 0.95 (1.53-4.71)	+	+	—
Clorofila <i>a</i> (mg m ⁻³) fondo	2.23 ± 0.60 (1.12-3.40)	2.39 ± 1.13 (0.81-4.55)	—	—	—
Cl. <i>a</i> superficie + fondo	2.19 ± 0.61	2.41 ± 1.02	—	—	—
Clorofila <i>b</i> (mg m ⁻³) superficie	0.57 ± 0.14 (0.39-0.83)	0.64 ± 0.30 (0.19-1.17)	+	—	—
Clorofila <i>b</i> (mg m ⁻³) fondo	0.93 ± 0.70 (0.40-2.79)	0.86 ± 0.41 (0.50-2.09)	—	—	—
Cl. <i>b</i> superficie + fondo	0.75 ± 0.53	0.75 ± 0.37	—	—	—
Clorofila <i>c</i> (mg m ⁻³) superficie	2.42 ± 0.70 (1.53-4.17)	2.66 ± 1.17 (0.43-5.09)	—	—	—
Clorofila <i>c</i> (mg m ⁻³) fondo	2.31 ± 0.52 (1.59-3.25)	2.76 ± 0.91 (1.35-4.73)	+	+	—
Cl. <i>c</i> superficie + fondo	2.37 ± 0.60	2.71 ± 1.03	+	+	—
Indice D430/D665 superficie	3.90 ± 0.43 (2.82-4.50)	4.16 ± 0.50 (3.05-4.91)	—	—	—
Indice D430/D665 fondo	3.89 ± 0.36 (3.21-4.75)	4.06 ± 0.39 (3.32-4.81)	—	—	—
Indice superficie + fondo	3.91 ± 0.38	4.11 ± 0.46	+	+	+
Biomasa fitoplancton superficie peso seco m ⁻³	75.0 ± 53.4 (17.4-205.2)	93.6 ± 43.4 (32.4-190.2)	+	+	—
Biomasa fitoplancton fondo mg peso seco m ⁻³	80.4 ± 46.8 (36.0-214.8)	84.6 ± 28.8 (54.6-150.0)	—	—	—
Biomasa fito superficie + fondo	78.0 ± 49.2	88.8 ± 42.6	+	+	—
Zooplancton superficial (ind. m ⁻³)	5040 ± 3708 (1441-11420)	9331 ± 6821 (2657-17802)	+	+	+
Zooplancton sedimentado (cc. m ⁻³)	0.42 ± 0.31 (0.13-0.66)	0.38 ± 0.24 (0.06-0.79)	—	—	—
Biomasa seca zooplancton (mg m ⁻³)	9.81 ± 8.77 (2.1-23.2)	7.47 ± 5.83 (1.6-17.6)	—	—	—

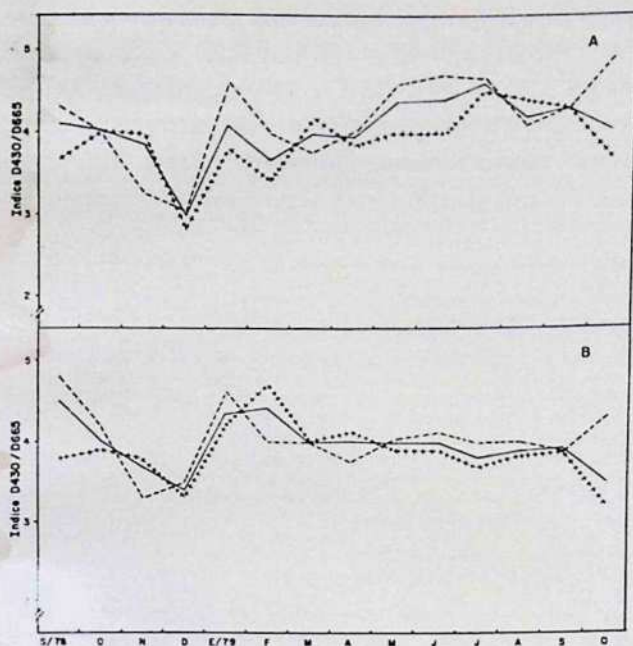


Fig. 10. Variación mensual del índice pigmentario (D430/D665) en el canal de entrada a la laguna de La Restinga.

A: Superficie (-1 m) B: Fondo (-5 m)
Marea llenante + + + + Marea bajante - - - -
Promedio ———

Producción primaria

Superficie (-1 m) (Fig. 12): De septiembre/78 a octubre/79 la producción primaria determinada por el método del oxígeno varió entre 302,7 y 1.117,65 $\text{mgC m}^{-3} \text{ día}^{-1}$ y se calculó un valor promedio de $613,28 \pm 259,46 \text{ mgC m}^{-3} \text{ día}^{-1}$. La producción anual se estimó en $223,85 \text{ gC m}^{-3}$.

Fondo (-5 m) (Fig. 13): Se encontró una variación entre 129,24 y 818,67 y se calculó un valor promedio de $286,66 \pm 192,36 \text{ mgC m}^{-3} \text{ día}^{-1}$. La producción anual se estimó en $104,63 \text{ gC m}^{-3}$. Tres veces se determinaron producciones negativas.

En la Fig. 14, se muestra la variación mensual de la producción primaria determinada por ^{14}C en la parte central de la laguna de La Restinga de febrero/69 a abril/70, en ese estudio se encontró un rango de producción entre 60,65 y 179,93 $\text{mgC m}^{-3} \text{ día}^{-1}$ y se calculó un promedio de $125,65 \text{ mgC m}^{-3} \text{ día}^{-1}$. La producción anual se estimó en $45,85 \text{ gC m}^{-3}$.

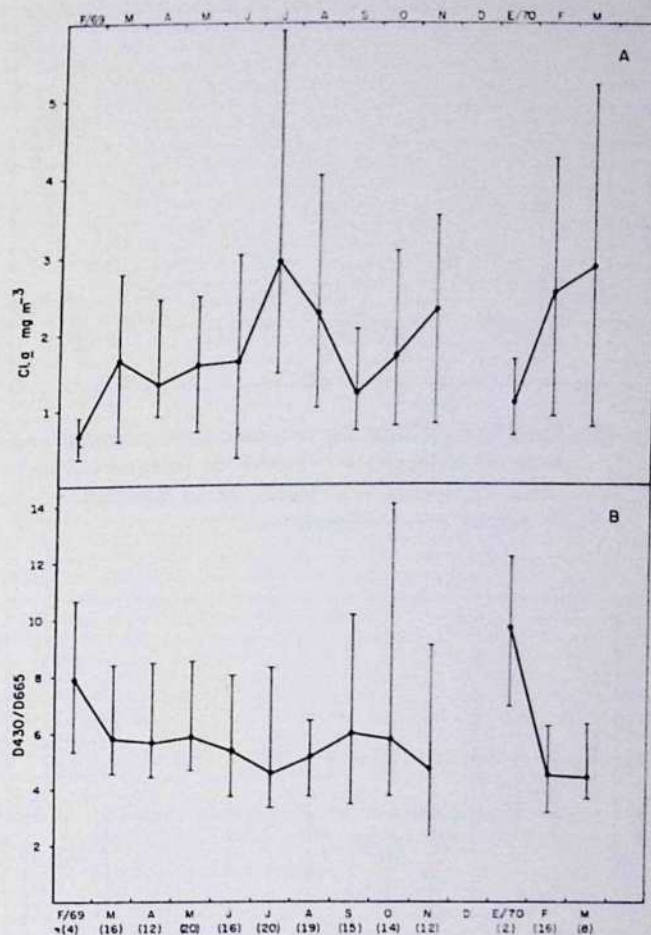


Fig. 11. Variación mensual promedio y rango de clorofila *a* e índice D430/D665, en la laguna de La Restinga. (Febrero/69 a Marzo/70, Datos A. Aguado). A: Clorofila *a*. B: Índice D430/D665.

* Número de muestras.

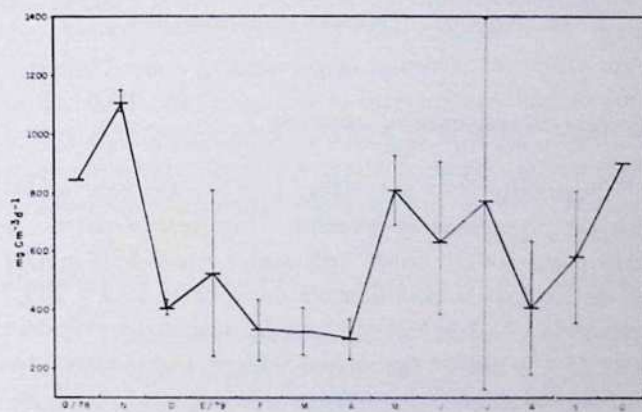


Fig. 12. Variación mensual de la producción primaria ($\text{mgC m}^{-3} \text{ d}^{-1}$) en superficie (método del oxígeno) en el canal de entrada a la laguna de La Restinga. I: Rango. —: Promedio.

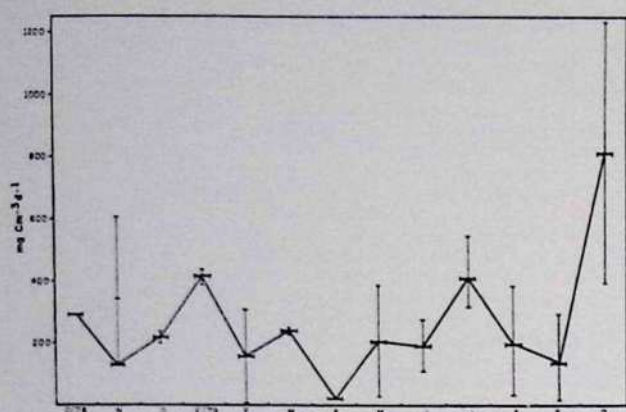


Fig. 13. Variación mensual de la producción primaria (método del oxígeno) a 5 metros de profundidad en el canal de entrada a la laguna de La Restinga. I: Rango —: Promedio.

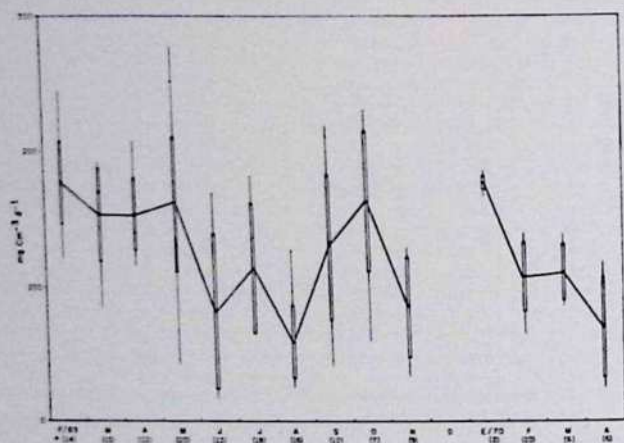


Fig. 14. Variación mensual promedio, desviación y rango de la producción primaria ($\text{mgC m}^{-3} \text{d}^{-1}$) determinada por ^{14}C en la parte central de la laguna de La Restinga de febrero/69 a abril/70 (Datos de A. Aguado). * Número de incubaciones.

Biomasa fitoplanctónica estimada

Superficie (-1 m) (Fig. 15A): En base al índice de pigmentos la biomasa ($\text{mg peso seco m}^{-3}$) varió entre 8,40 y 183,0 (promedio anual $85,8 \pm 47,4 \text{ mg m}^{-3}$). Con la mar llenante varió entre 17,4 y 205,2 (promedio $75,0 \pm 53,4$) y con la mar bajante fluctuó entre 32,4 y 190,20 (promedio $93,6 \pm 43,4$). Estos promedios son significativamente diferentes al nivel superior de 0,05 (Tabla 1).

Fondo (-5 m) (Fig. 15B): La biomasa del fitoplancton varió entre 43,2 y 139,2 (promedio anual

$84,6 \pm 29,4 \text{ mg m}^{-3}$). Con la mar llenante varió entre 36,0 y 214,8 (promedio $(80,4 \pm 46,8)$ y con la marea bajante fluctuó entre 54,6 y 150,0 (promedio $84,6 \pm 28,8$). Los valores promedios obtenidos según la marea no son estadísticamente diferentes (Tabla 1).

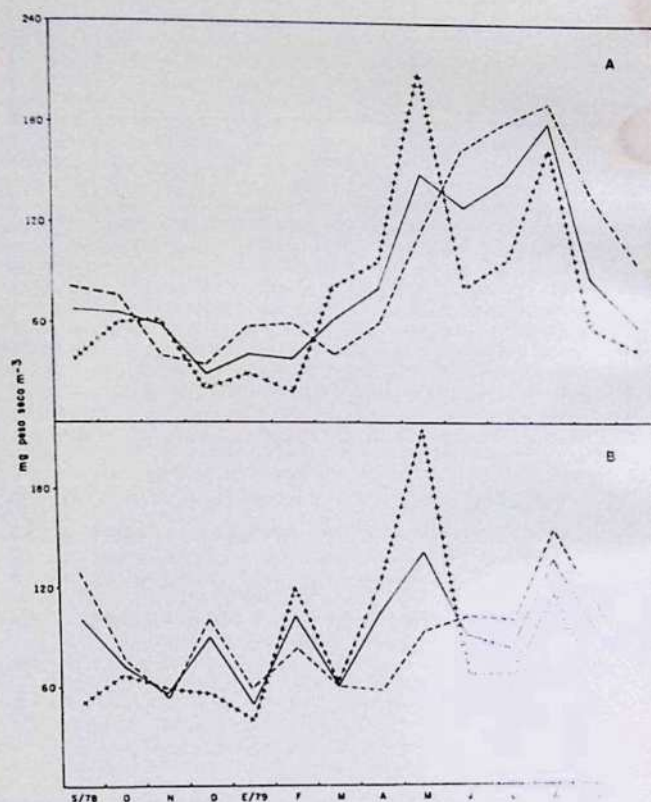


Fig. 15. Variación mensual de la biomasa (mg m^{-3}) de fitoplancton estimada por índice pigmentario, en el canal de entrada a la laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. A: En superficie. B: En fondo. Marea llenante +++++ Marea bajante ---- Promedio: —

Considerados conjuntamente superficie y fondo, la biomasa con la mar llenante tuvo un promedio de $78,0 \pm 49,2$ y en la marea bajante de $88,8 \pm 42,6 \text{ mg m}^{-3}$. Estos dos valores son significativamente diferentes (Tabla 1) a nivel del 0,05.

ZOOPLANCTON

Número de individuos por metro cúbico

Variación según la marea (Fig. 16): Con la marea llenante el número de organismos varió entre 1.441 y

11.420 (promedio 5.040 ± 3.708 ind. m^{-3}). Con la marea bajante el número de organismos fluctuó entre 2.657 y 17.802 (promedio 9.331 ± 6.821 ind. m^{-3}). Estos valores son significativamente diferentes.

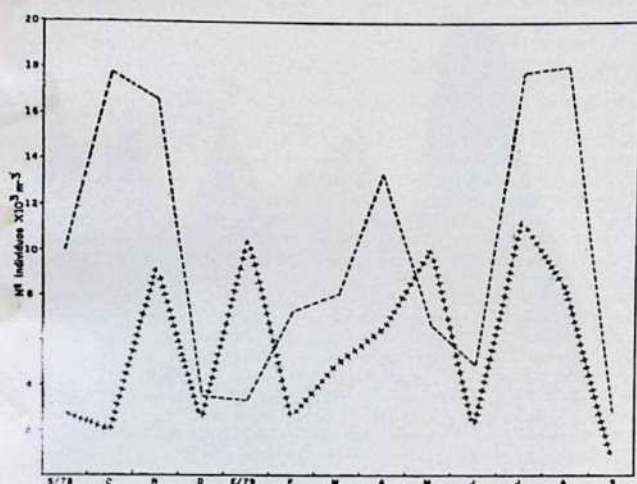


Fig. 16. Variación mensual de la densidad zooplantónica (Nº miles individuos m^{-3}) según la marea en el canal de entrada a la laguna de La Restinga.
Marea llenante + + + + Marea bajante - - - -

En relación al plancton colectado según la hora del día (Fig. 17A), en las horas de la mañana (9 a.m.) el número de individuos por metro cúbico varió entre 942 y 10.040 (promedio 5.360 ± 2.775); al mediodía fluctuó entre 886 y 8.285 (promedio 3.791 ± 2.345) y en las horas de la tarde (4 p.m.) entre 1.210 y 17.412 (promedio 6.958 ± 5.631 ind. m^{-3}). El estadístico "t" indicó que entre las 9 y 12 horas los promedios fueron significativamente distintos al nivel del 0,05. En el plancton colectado entre las 12 y 16 horas el promedio también fue significativamente diferente, pero en cambio, en el plancton recolectado a las 9 a.m. y 4 p.m. los promedios no fueron significativamente diferentes al nivel del 0,05.

Sin tener en cuenta la marea ni la hora del día, el promedio en el número de organismos por metro cúbico varió entre 1.837 y 10.193, el promedio se calculó en 5.785 ± 2.899 ind. m^{-3} . La variación mensual promedio se observa en la Fig. 17B.

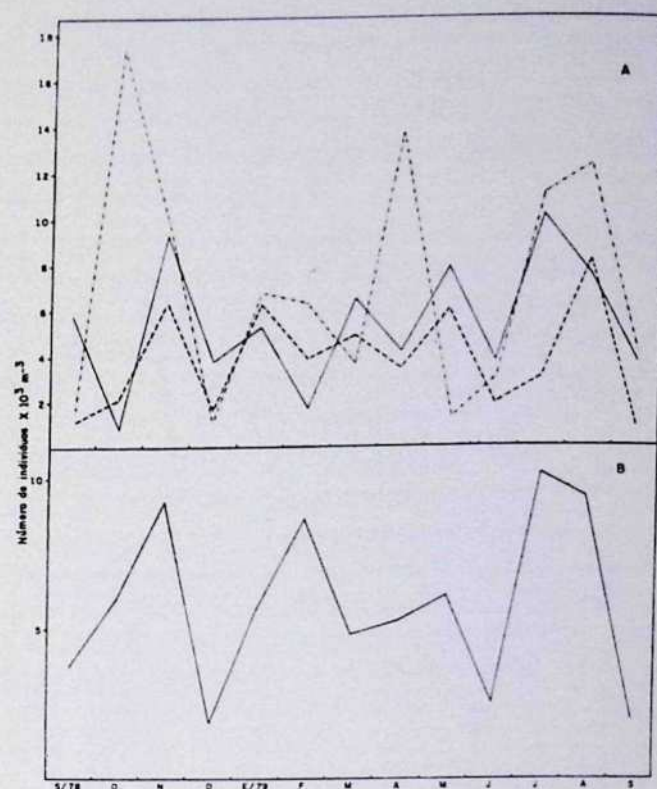


Fig. 17. Variación mensual de la densidad zooplantónica (Nº miles individuos m^{-3}) en el canal de entrada a la laguna de La Restinga.
A: Según la hora del día 9 AM — 12 M - - - - 4 PM
B: Promedio total mensual.

Volumen sedimentado (Fig. 18A)

El promedio mensual del volumen de plancton sedimentado ($cc m^{-3}$) varió entre 0,17 y 0,87 (promedio de $0,41 \pm 0,20$ $cc m^{-3}$). En relación a la marea durante la mar llenante varió entre 0,13 y 0,66 (promedio $0,42 \pm 0,31$) y con la mar bajante fluctuó entre 0,06 y 0,79 (promedio $0,38 \pm 0,24$ $cc m^{-3}$). Estos valores promedios obtenidos según la marea no son significativamente diferentes (Tabla 1).

Biomasa seca (Fig. 18B)

El promedio mensual de la biomasa seca ($mg m^{-3}$) del plancton colectado con red varió entre 2,99 y 18,42 (promedio $8,67 \pm 6,52$ $mg m^{-3}$). Con la marea llenante tuvo un rango mensual entre 2,1 y 23,2 (promedio $9,81 \pm 8,77$) y con la mar bajante fluctuó entre 1,6 y 17,6 (promedio $7,47 \pm 5,83$ $mg m^{-3}$). Estos va-

lores promedios no son significativamente distintos (Tabla 1).

scintillans el 40,5%, las larvas de ascidáceos el 1,48%, las zocas de brachiura el 0,82% y otros grupos el 2,68%.

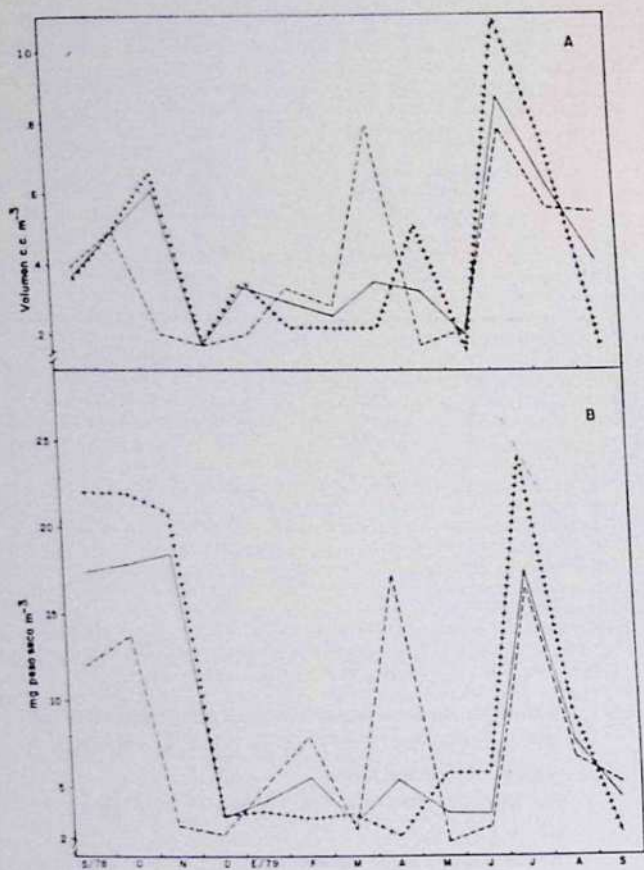


Fig. 18. Variación mensual del volumen sedimentado (cc m^{-3}) y biomasa seca (mg m^{-3}) de plancton en el canal de entrada a la laguna de La Restinga. A: Volumen sedimentado B: Biomasa seca. Marea entrante +++++ Marea saliente ---- Promedio ———

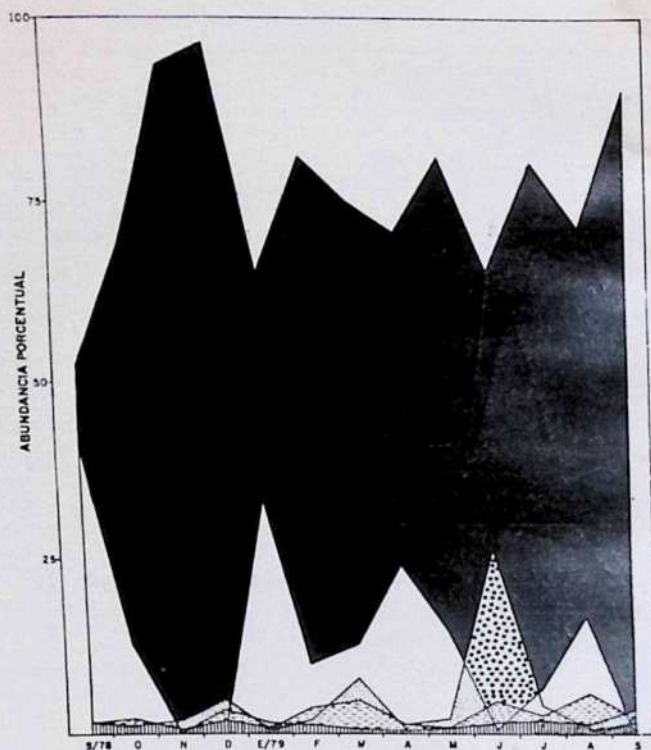


Fig. 19. Variación mensual de la abundancia porcentual de algunos grupos zooplanctónicos en el canal de entrada a la laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela.

Copepoda	<i>Noctiluca scintillans</i>
Protoconcha pelecípoda	<i>Oikopleura</i>
Protoconcha gasterópoda	Otros grupos

Variación mensual en la representación porcentual de los principales grupos zooplanctónicos (Fig. 19)

En este estudio se encontraron representantes de 22 grupos zoológicos. Del total de individuos cuantificados (658.842) los copépodos constituyeron el 76,7% (rango de representación en los muestreos del 3,37 al 98,58%) y el dinoflagelado *Noctiluca scintillans* el 14,26% (rango en los muestreos del 0,09 al 95,7%).

Septiembre/78: se identificaron representantes de 18 grupos y se contabilizaron 70.104 individuos. Los copépodos constituyeron el 54,47%, la dinoficea *N.*

Octubre/78: se identificaron 22 grupos y se cuantificaron 40.676. Los copépodos representaron el 73,87% y *Noctiluca* el 12,64%. Las apendicularias *Oikopleura* el 2,33%, los cladóceros principalmente *Penilia* y algunos *Podon* el 2,17%, las protoconchas de pelecípodos el 1,73% y otros grupos el 7,26%. En este mes el plancton fue bastante diverso. Es de notar que en un muestreo con marea saliente (25/10/78) los juveniles del ctenóforo *Mnemiopsis* constituyeron el 63,25 de los organismos contabilizados.

Noviembre/78: se cuantificaron 72.631 individuos y los copépodos constituyeron el 93,88%, el cladóceros *Penilia* el 3,93%, las protoconchas de pelecípodos el 1,15%, las apendicularias *Oikopleura* el 0,50%, *N. scintillans* el 0,15% y otros grupos el 0,39%.

Diciembre/78: se contabilizaron 59.811 individuos y los copépodos representaron el 91,96%, las protoconchas de moluscos el 4,02%, las *Oikopleura* el 1,78%, las zocas de brachiura el 0,41%, las larvas de ascidáceos el 0,30%, *N. scintillans* el 0,20% y otros grupos el 1,33%.

Enero/79: se contabilizaron 76.103 individuos, los copépodos constituyeron el 64,66%, y *Noctiluca scintillans* el 32,66%, las apendicularias *Oikopleura* el 0,81%, las protoconchas de moluscos el 0,55%, las cypris de cirrípedo el 0,19% y otros grupos 1,13%.

Febrero/79: se cuantificaron 62.776 individuos. Los copépodos constituyeron el 81,52%, *N. scintillans* el 9,15%, las *Oikopleura* el 4,17%, las protoconchas de moluscos el 2,12%, los cladóceros *Penilia* el 0,88%, las larvas de ascidia el 0,58%, las zoea de brachiura el 0,38% y otros grupos representaron el 1,20%.

Marzo/79: se contabilizaron 62.343 individuos. Los copépodos constituyeron el 74,57%, *N. scintillans* el 12,13%, las protoconchas de pelecípodos el 7,84%, las apendicularias *Oikopleura* el 4,62% y otros grupos el 0,84%.

Abril/79: se cuantificaron 47.310 individuos. Los copépodos representaron el 71,24%, *N. scintillans* el 23,7%, las *Oikopleura* el 1,53%, las protoconchas de moluscos pelecípodos el 1,12%, las larvas de ascidáceos el 0,92%, las zoea de brachiura el 0,30% y otros grupos el 1,20%.

Mayo/79: se contaron 46.755 individuos. Los copépodos constituyeron el 81,89%, *N. scintillans* el 14,84%, las apendicularias del 0,75%, los cladóceros *Penilia* el 0,60%, las larvas de brachiura el 0,23%, los huevos de peces el 0,14% y otros grupos el 1,55%.

Junio/79: se cuantificaron 35.683 individuos. Los copépodos representaron el 65,0%, las protoconchas de gasterópodos el 26,41%, las *Oikopleura* el 4,66%, las larvas de ascidácea el 1,63%, las zoea de brachiura el 0,64%, *N. scintillans* el 0,54%, y otros grupos el 1,12%.

Julio/79: se contabilizaron 42.412 individuos. Los copépodos constituyeron el 80,3% y *N. scintillans* el 11,4%, las protoconchas de gasterópodos el 3,25%, las apendicularias *Oikopleura* el 2,45%, las larvas de ascidácea el 0,73%, las cypris de cirrípedo el 0,24% y otros grupos el 1,63%.

Agosto/79: se contaron 24.091 individuos. Los copépodos representaron el 72,1%, el dinoflagelado *N. scintillans* el 15,9%, las *Oikopleura* el 5,93%, las zoea de brachiura el 3,67%, las larvas de ascidáceos el 0,58%, los huevos y larvas de peces el 0,23% las cypris de cirrípedo el 0,17% y otros grupos el 1,44%.

Septiembre/79: se cuantificaron 18.147 individuos. Los copépodos representaron el 90,32%, las zoea de brachiura el 2,2%, las apendicularias *Oikopleura* el 1,91%, las protoconchas de moluscos gasterópodos el 1,39%, las larvas de ascidáceos el 0,90%, *N. scintillans* el 0,39%, las larvas cypris de cirrípedo el 0,35% y los otros grupos representaron el 2,54%.

DISCUSION

TEMPERATURA, SALINIDAD Y OXÍGENO

Aun en las partes más internas de la Laguna de La Restinga son perceptibles dos períodos determinados por la temperatura. El período "frío" ocurre desde noviembre-diciembre a abril-mayo, y el período "cálido" desde junio a octubre-noviembre. Estos períodos tienen en promedio una diferencia de 2°C que permite insinuar que en el interior de la Laguna se refleja también lo que ocurre en áreas próximas, por lo menos en relación a la diferencia de la temperatura promedio como indicación de un fenómeno general (GÓMEZ, 1981). En la laguna, normalmente las aguas que salen con el reflujo tienen una temperatura más alta que las aguas que entran con las llenantes, la diferencia en el promedio anual es de 0,8°C que teóricamente determinaría la existencia de corrientes termohalinas en el canal de entrada a la laguna, las aguas más densas (mayor salinidad) provenientes del interior de la laguna, saldrían normalmente por el fondo del canal, y generalmente estas aguas son más cálidas que las aguas superficiales. En consecuencia, es posible que las mareas entrantes afecten solamente parte de la columna de agua. Pero en la época de las grandes llenantes de septiembre a

noviembre o durante las mayores bajantes (febrero a abril) toda la columna de agua debe ser afectada.

En el canal de entrada a La Restinga la salinidad del agua superficial varía entre 37 y 41‰. Con la marea entrante la salinidad promedio es de 37,3‰ y las aguas que salen tienen una salinidad de 40,9‰. Esta acusada diferencia de 3,6‰, debe explicarse porque en el interior de la laguna la evaporación es intensa variando de 2,4 l m⁻² día⁻¹ en las áreas sombreadas por el mangle, a valores de 7,62 l m⁻² día⁻¹ en lugares abiertos (BONILLA, 1974).

Sin tener en cuenta el estado de la marea, las aguas superficiales tienen una salinidad anual promedio de 37,71‰ y a los 5 m de profundidad es de 38,67‰, valores que tienen significación estadística.

En el canal, las aguas tienen una concentración de oxígeno con rango entre 3,9 y 7,8 ppm. Durante las pleamares la concentración promedio es de 5,7 ppm y con la mar bajante o saliente de la laguna el promedio fue 5,4 ppm, esta variación puede deberse a la abundante materia orgánica en el interior de la laguna. El oxígeno disuelto aumenta con la hora del día y las concentraciones más elevadas siempre se determinaron en horas de la tarde.

PIGMENTOS CLOROFILICOS

En relación a la clorofila *a*, las aguas que salen de la laguna tienen una mayor concentración de Cl. *a* que las aguas entrantes, pero los valores promedio no son estadísticamente diferentes. Las concentraciones más altas se encontraron en las mareas bajantes de diciembre/78, julio y agosto/79 y con las mareas llenantes en abril/79. Por otro lado, durante 1969-70 (Fig. 11) en la parte central de la laguna también se encontraron concentraciones altas de Cl. *a* en julio, noviembre y marzo/70. La existencia de los máximos desde mediados y hasta finales de año y coincidentes con las mareas bajas hacen considerar que la laguna enriquece las aguas adyacentes más intensamente en los meses de período "cálido". Aunque en el período "frío" las aguas que entraron a la laguna tuvieron más Cl. *a* que las aguas que salieron (Fig. 7A y 7B) su concentración es menor que las encontradas en los meses "cálidos", antes indicados.

Comparando los valores anuales de Cl. *a* determinados durante 1978-79 en el canal de entrada, 2,38 y 2,51 mg m⁻³ en superficie y fondo respectivamente, con los encontrados durante 1969 en la parte central de la laguna (1,83 mg m⁻³) y durante 1980-81 que fueron de 2,09 y 1,86 mg m⁻³ en las partes más internas (CASTILLO, 1983), es posible que la concentración de Cl. *a* en el interior de la laguna sea menor que en el canal, y debe explicarse por la composición fitoplanctónica que predomine en el interior de la laguna.

En la laguna de La Restinga la concentración de clorofila *a* es alta comparada con el valor promedio anual (0,51 y 0,65 mg m⁻³) obtenido en 1963 entre Margarita y Costa Firme para los 0 y 10 m de profundidad en la denominada Area III por MARGALEF (1965). Y también entre la Isla de Coche y tierra firme (Est. 12 de Ballester, 1965) en abril/65 se encontraron concentraciones de 2,5 y 1,85 mg m⁻³ en superficie y tres metros de profundidad respectivamente. En el Golfo de Cariaco (Turpialito) durante 1972-73 la concentración de Cl. *a* varió entre 3,8 y 33,7 mg m⁻³ pero en el período de afloramiento fluctúa entre 24,5 y 33,7 mg m⁻³ y de 4 a 18,5 mg m⁻³ durante el período no surgente (MANDELLI y FERRAZ DE REYES, 1982). En áreas pobres del Caribe suroccidental como Barbados, en lo que Borstad (1982) denomina pulsos fértiles, encuentra concentraciones de 0,25 a 0,35 mg m⁻³.

En consecuencia, en La Restinga la concentración de Cl. *a* es muy alta durante todo el año, pero más durante el período "cálido". Es de recordar que valores que oscilan alrededor de 0,2 mg m⁻³, puede calificar una baja cantidad de fitoplancton (MARGALEF, 1961, 1969).

En relación a la clorofila *b*, en este trabajo determinamos que la concentración anual promedio en superficie es de 0,62 mg Cl. *b* m⁻³ y en el fondo de 0,69 mg m⁻³. En diciembre/78 y agosto/79 se encontraron los valores más altos, y de manera general en el período "cálido". Aunque en el fondo del canal de entrada a La Restinga, durante la época "fría" ocurrieron altibajos acentuados (Fig. 7) los valores máximos no superan a los determinados en el período "cálido".

Las aguas que entran o salen de la laguna por la superficie (-1 m) tienen una concentración de clorofila *c* de 2,42 y 2,66 mg m⁻³ respectivamente, y estos

valores no tienen significación estadística. Pero no es así en las aguas del fondo del canal, y tampoco considerando en conjunto el agua superficial y de fondo, porque durante la marea bajante de la laguna, es mayor la concentración de Cl. *c* y los valores promedios tienen diferencia significativa.

En conclusión, respecto a los pigmentos considerados puede inferirse que en el fitoplancton que entra o sale de la laguna las concentraciones de Cl. *a* y *b* no son diferentes desde el punto de vista estadístico. En cambio, el fitoplancton que sale de la laguna tiene más concentración de Cl. *c*, lo cual podría sugerir la abundancia de productores primarios con elevadas cantidades de este tipo de clorofila, además de otros pigmentos fotosintéticos.

ÍNDICE D430/D665

Este índice, que puede indicar muchas cosas, equivale a la relación entre pigmentos amarillos y verdes (MARGALEF, 1969) o la diversidad general de pigmentos (MARGALEF, 1968). Ha sido utilizado ampliamente desde 1958 como indicador indirecto de la composición del fitoplancton (MARGALEF, 1961). En el Japón otros autores propusieron un índice muy similar (D435/D665 TANAKA *et al.* 1961, en MARGALEF, 1968). Se utiliza la longitud de onda de 430 mm porque es la banda de máxima absorción del patrón clásico de Harvey y la de 665 mm porque está muy próxima al pico de la clorofila *a* en el rojo y se ha determinado buena correlación entre la diversidad de especies y el índice de pigmentos (MARGALEF, 1968), en consecuencia, la cantidad de clorofila o de pigmentos en general del plancton, está relacionada con este cociente. De manera general, el incremento de la concentración relativa de los distintos pigmentos en relación con la clorofila *a*, causa un aumento en el cociente D430/D665 y puede significar la sustitución de poblaciones de diatomeas por dinoflagelados o en otras palabras una comunidad más compleja y que se corresponde con una etapa más avanzada en la sucesión natural del fitoplancton (MARGALEF, 1961).

En el canal de entrada a La Restinga, el índice pigmentario refleja tal vez adecuadamente lo que ocurre en relación al fitoplancton que entra y sale de la laguna. Con la marea entrante el índice es más bajo y estadísticamente significativo (Tabla 1) que cuando salen las

aguas. Lo cual podría indicar que el fitoplancton que exporta la laguna tiene más pigmentos clorofílicos distintos al de la clorofila *a*, y sugiere una mayor abundancia de plánctones como podrían ser los dinoflagelados. Ya se indicó que las aguas que salen de la laguna tienen una alta concentración de clorofila *a*, en promedio $2,41 \text{ mg m}^{-3}$, pero son inferiores a las de Cl. *c* que tuvieron un promedio de $2,71 \text{ mg m}^{-3}$. Además, no existe significación estadística en las concentraciones de Cl. *a* según la marea, pero sí hay diferencia significativa en relación a la Cl. *c*. De todas maneras, el que hipotéticamente la laguna exporte un fitoplancton con cantidades elevadas de dinoflagelados, no significa necesariamente que las aguas sean pobres porque ya anotamos que las concentraciones de clorofila son muy altas pero con diferencias significantes entre ellas. En el canal de entrada el índice mensual promedio varió entre 3,9 y 4,1, valores que son más bajos a los determinados en la parte central de la laguna en 1969-70 (promedio anual de 5,82) y a los obtenidos recientemente en 1980-81 (CASTILLO, 1983) con promedios anuales de 6,5 para el oeste de la laguna, 7,6 para el este y 6,7 en la parte central. En consecuencia también se explica porqué las aguas que salen de la laguna tienen un índice pigmentario más elevado. De manera general, en el interior de la laguna el índice pigmentario es mayor que en el canal de entrada y las cifras obtenidas en este lugar de confluencia son inferiores al promedio anual de 5,0 y 4,7 calculado a 0 y 10 m de profundidad entre la Isla de Margarita y Costa Firme o Area III de MARGALEF (1965).

BIOMASA FITOPLANCTONICA ESTIMADA

En el canal de entrada a La Restinga la biomasa fitoplanctónica fue estimada en base al índice pigmentario (MARGALEF, 1974). Las aguas superficiales que entran a la laguna tienen una biomasa anual promedio de $75,0 \text{ mg m}^{-3}$ y las que salen tienen $93,6 \text{ mg m}^{-3}$, estos valores tienen significación estadística. Al considerar en conjunto y promediar los valores obtenidos en el agua superficial y la de fondo, con la marea entrante la biomasa de fitoplancton estimada fue de $78,0 \text{ mg m}^{-3}$ que es inferior y significativa a la obtenida con las aguas que salen ($88,8 \text{ mg m}^{-3}$). Así, el fitoplancton que sale tiene más biomasa que el que entra a la laguna. Esto debe relacionarse con el aumento de clorofila *c* e índice pigmentario y en general con las carac-

terísticas de los productores primarios que "exporta" La Restinga hacia las aguas adyacentes.

En la Fig. 15 se aprecia que durante los meses del período "frío" la biomasa fitoplanctónica estimada es menor que en la época "cálida". En mayo se determinaron las mayores concentraciones y siempre con la mar llizante (¿rezago del pulso afuera?), en agosto los valores también fueron altos pero con las mareas salientes. En el fondo del canal la biomasa presentó altibajos, pero en ningún caso los valores máximos fueron superiores a los encontrados en el período "cálido" (Fig. 15B).

PRODUCCION PRIMARIA

En el canal de entrada a La Restinga de septiembre/78 a octubre/79 la producción primaria en superficie (-1 m) tuvo un valor promedio de $613,28 \text{ mgC m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ y se estimó una producción anual de $223,85 \text{ mgC m}^{-2} \text{ día}$, estos valores obtenidos con el método del oxígeno son casi cinco veces más altos que los obtenidos con ^{14}C en la parte central de la laguna durante 1969-70, con promedio de $125,61 \text{ mgC m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ y estimando una producción anual de $45,85 \text{ gC m}^{-2}$.

Durante agosto/73 en algunas determinaciones hechas en la parte central de la laguna se encontraron producciones diarias entre $2,31$ y $3,02 \text{ gC m}^{-2}$ (BONILLA, 1974).

También en Margarita, en la laguna de Las Maritas y con el método del oxígeno se indican cifras de producción diaria de $1,380$ y 975 mgC m^{-2} (BONILLA, 1973) que equivalen a $496,8$ y $351,0 \text{ gC m}^{-2} \text{ año}^{-1}$. En un área de manglar de la laguna de Punta de Piedras, con el método radioactivo se encontró una producción de $223 \text{ gC m}^{-2} \text{ año}^{-1}$ (BALLESTER & MARGALEF, 1965).

En aguas próximas a Margarita se han obtenido cifras de producción diaria entre $0,5$ y $5,7 \text{ gC m}^{-2}$, así CURL (1960) en base a la clorofila cita $3,8$; RICHARDS (1960) según los cambios de fósforo encuentra de $2,8$ a $5,7$ y KATO (1961) entre $3,5$ y $4,4$; HAMMER (1967) directamente estima una producción de $1,3$. Con el método radioactivo (^{14}C) BALLESTER & MARGALEF (1965) indican de $0,5$ a $1 \text{ gC m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ y estiman

una producción anual de 180 a 360 gC m^{-2} ; MANDELLI & FERRAZ DE REYES (1982) citan producciones diarias de $0,13$ a $2,21 \text{ gC m}^{-2}$ y estiman una producción anual de $231 \text{ gC m}^{-2} \text{ año}^{-1}$. En la fosa de Cariaco (CASTELVI & FERNÁNDEZ, 1978) obtienen una producción de $9,466$ a $0,679 \text{ mgC m}^{-3} \text{ hora}^{-1}$ entre 0 y 100 m de profundidad respectivamente.

En nuestro estudio, para estimar la producción primaria desde septiembre/78 a septiembre/79 utilizamos el método del oxígeno y somos conscientes de su inexactitud, pero cualquier otro método tampoco está libre de críticas. Así pues, en base a datos de producción obtenidos con cualquiera de los métodos es válido intentar hacer planteamientos teóricos. En el canal de entrada a La Restinga los valores o picos máximos de producción primaria superficial se obtuvieron en noviembre/78, mayo, julio y octubre/79 (Fig. 12) y la misma tendencia pero en menor grado ocurrió a 5 m de profundidad (Fig. 13). Esta situación contrasta con lo que sucede en áreas aledañas a Margarita en el sentido de que durante el período "frío" o época de surgencia (diciembre-enero a abril o mayo) la producción es mayor que durante el período "cálido". Por ejemplo, en el Golfo de Cariaco durante los meses de surgencia la producción diaria varía entre $0,13$ y $2,12 \text{ gC m}^{-2}$ (MANDELLI & FERRAZ DE REYES, 1982), mientras que en los otros meses del año varía entre $0,28$ y $0,57$ con promedio de $0,43 \text{ gC m}^{-2}$ (MANDELLI & FERRAZ DE REYES, 1982). En la laguna de La Restinga, de acuerdo a nuestros datos ocurre lo contrario, la producción es más baja en los primeros meses del año o período "frío" y aumenta desde mayo a noviembre, aunque como se aprecia en la Fig. 12 en agosto/79 la producción fue comparable a la de los primeros meses del año. La concentración de los pigmentos fotosintéticos (Figs. 7, 8 y 9) sigue la tendencia general de valores más altos en la época "cálida".

El esquema teórico sería el siguiente: durante el período "frío" o surgente la producción primaria lagunar es inferior a las de las aguas adyacentes y cuando en el período "cálido" el pulso de surgencia de aguas afuera se hace menos intenso, aparece el pulso más fértil de la laguna o lagunas comparables a La Restinga que enriquecen las zonas aledañas. Permitiendo que en proximidades de estas lagunas hipersalinas, normalmente todo el año existan recursos pesqueros como la camiguana. Este planteamiento contrasta acusadamente con MONENTE (1978), quien indicó que en

las inmediaciones de la laguna el agua es muy pobre. En consecuencia la fertilidad de las aguas próximas a La Restinga se explica por la componente surgente en el período "frío" y el pulso lagunar durante el período "cálido" que hace mantener todo el año una producción alta. También colateralmente es de tener en cuenta el efecto que tienen las ondas internas en las proximidades de las islas que enriquecen periódicamente las aguas como sucede en Barbados (KIDD & SANDER, 1979; SANDER, 1973). La situación teórica planteada también se reflejó en la variación anual de la biomasa fitoplanctónica y densidad del zooplancton como se analiza a continuación.

ZOOPLANKTON

Número de individuos por metro cúbico

En la Fig. 16 se observa que las aguas salientes de la laguna tienen mayor densidad de individuos zooplanctónicos que las aguas que entran y sus promedios de 9.331 y 5.040 ind. m^{-3} son estadísticamente significantes. Los valores máximos se obtuvieron en octubre y noviembre/78 y julio-agosto/79 durante el período "cálido". En la época "fría" el número de organismos zooplanctónicos fue menor, aunque en abril/79 en el plancton saliente de la laguna ocurrió un aumento que no sobrepasó los valores máximos obtenidos durante el período "cálido". Puede decirse entonces que La Restinga exporta hacia las aguas adyacentes más zooplancton del que entra con la marea llanante, es decir envía hacia afuera más energía, especialmente en los meses de la época "cálida". Pero en los meses de enero y mayo/79 se invirtió la situación, es decir, fue más abundante el plancton que entró a la laguna con la marea, hecho que puede explicarse si consideramos que fuera de la laguna ocurre surgencia intensa en esos meses de período "frío" y en consecuencia su efecto es perceptible en la laguna, pero como se indicó los valores obtenidos en esos meses fueron inferiores a los determinados de julio a noviembre. En la Fig. 17A se observa la variación en el número de individuos según la hora del día, es bien sabido que la abundancia zooplanctónica tiene marcados ritmos circadianos, lo que se cumple por lo menos en horas diurnas en el canal de entrada a La Restinga. El plancton colectado en las horas del mediodía fue menor y estadísticamente signi-

ficante que el plancton recolectado a las 9 de la mañana y 4 de la tarde, sin que a estas horas la concentración anual promedio sea significativamente distinta.

La Figura 17B, es interesante, porque muestra la variación mensual del número de individuos colectados por metro cúbico, sin tener en cuenta la marea ni la hora del día, el gráfico comparado con las Figs. 16 y 17A, ha dejado escapar información valiosa porque suaviza las curvas, pero aún así se aprecia la existencia de los picos de abundancia en el período "cálido" correspondiente al plancton lagunar (Fig. 16) y un pico en la época "fría" proveniente de las aguas adyacentes durante la surgencia costera.

Volumen sedimentado

En el canal de entrada a La Restinga el volumen de plancton sedimentado varió entre 0,17 y 0,87 $cc\ m^{-3}$ con un valor anual promedio de 0,41 $cc\ m^{-3}$. Con la marea llanante el promedio fue de 0,42 y con la marea bajante de 0,38 $cc\ m^{-3}$, estos dos valores no son estadísticamente diferentes. Los valores obtenidos en nuestro trabajo están dentro del rango de 0,1 a 0,8 $ml\ m^{-3}$ que cita JROMOV (1967) para los alrededores de Margarita. En el Golfo de Cariaco, RAO & UROSA (1974) para agosto y noviembre/73 citan cifras entre 64,2 y 142,6 $cc \times 1.000\ m^{-3}$ (igual a 0,06 y 0,15 $cc\ m^{-3}$); los mismos autores mencionan que ZOPPI obtiene un valor medio de 657,6 $cc \times 1.000\ m^{-3}$ (0,66 $cc\ m^{-3}$) en el año.

Es de notar que en el Nororiente de Venezuela los estudios publicados sobre zooplancton marino generalmente se han realizado durante el segundo semestre del año: mayo a noviembre (LEGARÉ, 1961, 1961b); mayo a octubre (ZOPPI, 1961b); septiembre (CERVIGÓN, 1962); agosto a noviembre (RAO & UROSA, 1974). Los pocos trabajos con duración anual (CERVIGÓN & MARCANO, 1965; SIMPSON & GRIFFITHS, 1971) no aportan cifras concluyentes sobre volúmenes de zooplancton sedimentado.

En el canal de entrada a La Restinga el promedio anual de plancton que entra a la laguna fue de 0,42 $cc\ m^{-3}$ valor que es ligeramente mayor al volumen de plancton que sale, 0,38 $cc\ m^{-3}$, pero sin que sean estadísticamente distintos. Es de interés discutir lo que acabamos de citar con lo mencionado en

relación al número de individuos por unidad de volumen cuando afirmamos que durante la mar bajante la laguna expulsa más número de individuos por m^{-3} que cuando las aguas entran al cuerpo lagunar, y ahora en relación al volumen sedimentado indicamos lo contrario, es decir más volumen de plancton con la marea entrante que con la saliente, parece incongruente pero no lo es, si consideramos que con la marea entrante penetran generalmente copépodos grandes (de mayor tamaño de los que salen) y en ciertos meses abundan organismos como *Noctiluca scintillans* que por su forma globosa hacen que el volumen sedimentado sea ligeramente mayor, tal vez falsamente. En cambio el plancton lagunar está constituido mayormente por copépodos y copepoditos, estados larvales de cirrípedos, de moluscos, de ascidiáceos y otras formas de pequeño tamaño.

En este estudio los mayores volúmenes de zooplankton sedimentado se encontraron en noviembre/78 y julio-agosto/79 (Fig. 18A) durante el período "cálido". En el Golfo de Cariaco y proximidades, en las colectas horizontales de LEGARÉ (1961, Tabla I) los volúmenes de zooplankton fueron altos de junio a septiembre y el máximo ocurrió en noviembre, concluye que inclusiones de agua rica en zooplankton se podrían originar en el Golfo mismo. Por su parte ZOPPI (1961b), menciona que el volumen de zooplankton es mayor en el Golfo que afuera, y en sus colectas verticales y horizontales los valores máximos se presentaron en mayo, junio y julio. LEGARÉ (1964) en sus muestreos horizontales de marzo encontró pocos copépodos y considera que disminuyen en la superficie porque *Noctiluca* es muy abundante. SIMPSON & GRIFFITHS (1971) aunque no dan cifras, indican que las mayores cosechas de zooplankton ocurren en la temporada de afloramiento presentándose los máximos en enero y febrero y los valores mínimos en mayo.

Biomasa seca del zooplankton

En el canal de entrada a La Restinga la variación mensual del peso seco de zooplankton es semejante a lo expresado para el volumen de zooplankton. Se encontraron valores altos de septiembre a noviembre/78 y el valor máximo se determinó en julio/79. En general la biomasa seca es menor durante el período "frío" que en el "cálido", aunque en abril/79 en las aguas bajantes o salientes de la laguna se encontraron valores de bio-

masa seca altos, que no superaron los máximos del segundo período del año.

En este estudio obtuvimos valores mensuales que oscilaron entre 2,99 y 18,42 $mg\ m^{-3}$ con un promedio anual de 8,67 $mg\ m^{-3}$, que son inferiores a los citados por RAO & UROSA (1974, Tabla 4), de 10 a 51 $mg\ m^{-3}$, en el Golfo de Cariaco. Para la corriente antillana (BÉ *et al.* 1971) citan valores de 0,1 a 3,9 $mg\ m^{-3}$.

Finalmente debe indicarse que en el canal de entrada a La Restinga la relación entre biomasa seca estimada del fitoplancton (78,0 a 88,8 $mg\ m^{-3}$) y la del zooplankton (promedio anual 8,67 $mg\ m^{-3}$) es entre 9 y 10,2: 1.

Composición general del zooplankton

En este estudio se contabilizaron directamente 658.842 individuos y los copépodos constituyeron el 76,7%, el rango muestral varió del 3,37 al 98,58% y el rango mensual del 64,66 a 93,88%. En otros estudios realizados en la zona se indica que los copépodos constituyeron el 64,7% del total de organismos (LEGARÉ, 1961b), a su vez CERVIGON & MARCANO (1965) mencionan que excluidos los copépodos, los otros organismos constituyen menos del 10% del número total, pero que hay diferencia en la composición faunística entre la época de temperatura más baja, febrero y marzo, que cuando la temperatura asciende. Lo anterior se cumple en La Restinga, porque de enero a abril/79 los copépodos constituyeron entre el 64,6 y el 71,24% del total de organismos y de mayo a diciembre varió entre el 65,0 y el 93,88%. Parece extraño que en la época surgente se colecten las concentraciones menores de zooplankton pero debe considerarse que es afuera de la laguna donde ocurre el fenómeno, aunque también es de considerar que aguas afuera no serían extraños los fenómenos de exclusión competitiva.

En el interior de La Restinga se han identificado 30 especies de copépodos (15 de calanoideos, 5 de harpacticóideos y 10 de ciclopoideos) y la más común es *Acartia tonsa*, se ha mencionado que en el zooplankton lagunar no hay especies carnívoras (copépodos depredadores, quetognatos y sifonóforos) (CARABALLO, 1976). Pero en el canal de entrada a La Restinga con las mareas entrantes penetra a la laguna zooplankton depredador como los quetognatos *Sagitta* y ejemplares del

sergéstido *Lucifer faxoni* se encuentran en todas las muestras estudiadas, y más propio de la laguna es el ctenóforo *Mnemiopsis*, que en ocasiones fue muy abundante y en un muestreo de octubre/78 los juveniles constituyeron el 63,5% del total de organismos.

Es interesante comparar la abundancia del dinoflagelado *Noctiluca scintillans* que por su comportamiento heterótrofo facultativo, es un buen indicador de la abundancia fitoplanctónica. Entra a la laguna proveniente de mar afuera y fue especialmente abundante de enero a mayo/79 constituyendo del 9 al 32,66% de individuos contabilizados, en los meses restantes su representación fue del 0,15% en noviembre al 12,64% en octubre. Las poblaciones que entran decaen prontamente, quizás debido a las condiciones de salinidad y temperatura que predominan en el interior de la laguna.

Las apendicularias siempre estuvieron representadas en las muestras y constituyeron entre el 0,50 y el 5,93% de organismos contabilizados mensualmente, la especie más común fue *Oikopleura dioica*. Las larvas de moluscos también se encontraron durante todo el estudio, las protoconchas de pelecípodos abundaron en diciembre y marzo y las de gasterópodos en junio y julio. Las larvas de ascidias y las zoea de brachiura fueron comunes todo el año y abundaron de junio a septiembre. Otros grupos como los cladóceros *Penilia* y *Podon* tuvieron entre el 2,17 y 3,93% de representación en octubre y noviembre. El tintínido *Favella* en ocasiones fue también abundante al igual que algunos foraminíferos no identificados.

En la presentación de este trabajo indicamos que tenía por objeto pretender entender algo de la interacción existente entre la laguna de La Restinga y las aguas próximas, calificadas como productivas en relación a la generalidad del Mar Caribe. La tesis propuesta en el sentido de que la laguna de La Restinga es más fértil y exporta mayor energía durante el período de temperaturas altas, cuando aguas afuera ocurre lo contrario, debe entenderse a nivel de ecosistemas como una de las posibles componentes, en este caso lagunar. Y tal vez igual sucede en otras lagunas similares o Bahías cerradas. Con las debidas reservas debemos mencionar que en base a estudios realizados en otras áreas de afloramiento, en 1973 fue sugerida la idea de mayor productividad al menos por un corto tiempo, en períodos de no surgencia (SMALL & MENZIES, 1981), como ha

sucedido en el Noroeste de Africa (HUNSTMAN & BARBER, 1977) y en Oregon (EE.UU.) donde en períodos de surgencia débil se encuentran bandas de productividad primaria que son el doble de las encontradas en período de surgencia fuerte (SMALL & MENZIES, 1981); éste autor considera que las bandas extraordinariamente productivas no habían sido determinadas a causa de la periodicidad de los muestreos. Indiscutiblemente, para la adecuada comprensión de estos ecosistemas los muestreos deben ser muy frecuentes por los cambios rápidos que suceden, por ejemplo, las clorofilas pueden variar acusadamente de un día a otro (SMALL & MENZIES, 1981) y según la intensidad del viento se puede pasar de un período surgente a uno no surgente en menos de tres días. (HALPERN, 1976). En nuestro estudio se realizaron colectas de agua y plancton cada tres días, de no haber sido así difícilmente podríamos plantear las hipótesis expuestas, que suscitarán controversias. La discusión queda abierta y serán bienvenidos otros planteamientos que puedan permitir comprender más la función de las lagunas costeras hipersalinas o algunas Bahías cerradas, inmersas en regiones xerófitas rodeadas de aguas productivas.

AGRADECIMIENTOS

Sincero agradecimiento al Sr. EULOGIO PENOTH, Técnico del laboratorio de Química del Centro de Investigaciones Científicas por realizar los análisis químicos y reconocimiento al Prof. JOSÉ PINEDA por permitir la realización de los mismos. El Sr. FIDEL LÁREZ colaboró en la colecta de las muestras de plancton. Gracias a los Sres. AGUSTÍN AGUADO & BENEDICTO ROMERO por facilitar los datos de producción primaria y temperatura superficial de la parte central de la laguna. Agradecimiento al Dr. FERNANDO CERVIGON por la lectura crítica del manuscrito, que también realizó el Prof. MARCELO SCELZO. El Sr. JESÚS RAMOS elaboró las figuras y la Sra. CARLOTA VÁSQUEZ PÉREZ el trabajo mecanográfico.

REFERENCIAS

- BALLESTER, A. & MARGALEF, R. 1965. Producción primaria. En: Estudios sobre el Ecosistema Pelágico del N.E. de Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 70, 71, 72. Tomo XXV: 207-222.

- BASTARDO, H. 1975. *Abundancia, composición relativa y biomasa del zooplancton en un área del Golfo de Cariaco, Venezuela*. Tesis de Pregrado, Universidad de Oriente, Venezuela, 35 p.
- BE, A., FORNS, J. & ROELS, O. 1971. Plankton abundance in the North Atlantic Ocean. En: *Fertility of the sea*. J.D. Costlow (Ed.) Vol. 1: 17-51.
- BORSTAD, G. 1982. The influence of the meandering Guiana Current on surface conditions near Barbados-temporal variations of *Trichodesmium* (Cyanophyta) and other plankton. *J. mar. Res.*, 40 (2): 435-452.
- BONILLA, J. 1973. Notas sobre la estimación de la productividad primaria en la Laguna de Las Marites. *Laguna* (32): 3-12.
- . 1974. Notas sobre la condición hidroquímica de la laguna de La Restinga (Isla de Margarita), Edo. Nueva Esparta, Venezuela. *Ibid.*, 34: 3-8.
- CALEF, G. & GRICE, G. 1966. Relationship between alga *Trichodesmium thiebautii* and the copepod *Macrosetella gracilis* in the plankton of Northeastern South America. *Ecology*, 47 (5): 855-856.
- CARABALLO, B. 1976. *Taxonomía y aspectos ecológicos de los copépodos de la laguna de La Restinga, Isla de Margarita*. Tesis de Grado. M. Sc., Universidad de Oriente, Venezuela. 108 p.
- CARVAJAL-ROJAS, J. 1969. Fluctuación mensual de las larvas y crecimiento del mejillón *Perna perna* (L.) y las condiciones ambientales de la ensenada de Guatapanare, Edo. Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 8 (1-2): 13-20.
- CASTELVI, J. & FERNÁNDEZ, E. 1978. Estudio microbiológico de la Fosa de Cariaco. *Ibid.*, 17 (2): 9-30.
- CASTILLO, R. 1983. *Variación estacional de las Bacillariophytas y Dinoflagellatae en la laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela*. Tesis de Pregrado, Universidad de Oriente, Venezuela. 103 p.
- CERVIGON, F. 1962. Contribución al conocimiento de los copépodos pelágicos de las costas de Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 63. Tomo XXII: 181-197.
- . 1978. Paraguachoa. Ed. Arte, Caracas.
- CERVIGON, F. & MARCANO, P. 1965. Zooplancton. En: *Estudios sobre el Ecosistema pelágico del N.E. de Venezuela*. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 70, 71, 72. Tomo XXV: 263-355.
- CURL, H. 1960. Primary production measurements in the north coastal waters of South America. *Deep Sea Res.*, 7: 183-189.
- FERRAZ DE REYES, E. 1976. Ciclo anual del fitoplancton en zonas de bancos naturales y de cultivo de mejillón *Perna perna* (L.), en el Oriente de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 15 (2): 119-132.
- GÓMEZ, A. 1981. Estudio sobre la comunidad de peces en dos localidades de la laguna de La Restinga. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 20 (1-2): 91-112.
- HALIM, V. 1967. Dinoflagellates of the South East Caribbean Sea (East Venezuela). *Int. Reven. ges. Hydrobiol.* 52 (5): 701-755.
- HALPERN, D. 1976. Structure of a coastal upwelling event observed off Oregon during July 1973. *Deep Sea Res.* 23: 495-508.
- HAMMER, L. 1967. Die Primärproduktion im Golf Von Cariaco. (Ost-Venezuela). *Int. Reven. ges. Hydrobiol.* 52: 757-768.
- HULBURT, E. 1963. Distribution of phytoplankton in coastal waters of Venezuela. *Ecology* 44: 169-171.
- . 1966. The distribution of phytoplankton and its relationship to hydrography, between Southern New England and Venezuela. *J. mar. Res.*, 24: 67-81.
- HUNTSMAN, S. & R. BARBER. 1977. Primary production off northwest Africa: The relationship to wind and nutrient conditions. *Deep Sea Res.* 24: 25-33.
- JROMOV, N. 1967. Sobre la investigación del plancton en el Golfo de México y Mar Caribe. *Investigaciones Pesqueras Soviético-Cubanas*, 3: 39-57.
- KATO, K. 1961. Oceanographic studies on the Gulf of Cariaco. I. Chemical and hydrographical observations in January 1961. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 1 (1): 49-73.
- KIDD, R. & SANDER, F. 1979. Influence of Amazonian River discharge on the marine production system off Barbados, West Indies. *J. mar. Res.*, 37 (4): 669-681.
- LEGARÉ, H. 1961 a. Algunos enfausiáceos del Golfo de Paria, Golfo de Cariaco y Delta del Orinoco, al Oriente de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 1 (1): 131-148.
- . 1961 b. Estudios preliminares del zooplancton en la región de Cariaco. *Ibid.*: 191-218.
- . 1964. The pelagic copepoda of eastern Venezuela. 1. The Cariaco Trench. *Ibid.*, 3 (1-2): 15-81.
- LEGARÉ, H. & ZOPPI, E. 1961. Notas sobre la abundancia y distribución de Chaetognatha en las aguas del Oriente de Venezuela. I (1): 149-172.
- MANDELLI, E. & FERRAZ DE REYES, E. 1982. Primary production and phytoplankton dynamics in a tropical Inlet, Gulf of Cariaco, Venezuela. *Int. Reven. ges. Hydrobiol.* 67 (1): 85-95.

- MARGALEF, R., CERVIGON, F. & YEPEZ, G. 1960. Exploración preliminar de las características hidrográficas y de la distribución del fitoplancton en el área de la Isla de Margarita (Venezuela). *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 20: 211-221.
- MARGALEF, R. 1961. Hidrografía y fitoplancton de un área marina de la costa meridional de Puerto Rico. *Inv. Pesq.*, 18: 33-96.
- . 1965. Composición y distribución del fitoplancton. En: Estudios sobre el ecosistema Pelágico del N. E. de Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 70, 71, 72. Tomo XXV: 139-206.
- . 1968. *Perspectives in Ecological Theory*. Univ. Chicago Press, Chicago. USA.
- . 1969. El ecosistema pelágico del Mar Caribe. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 82. Tomo XXIX: 1-36.
- . 1974. *Ecología*. Ed. Omega, Barcelona, España.
- MIRO DE M. & MARVAL, J. 1967. Foraminíferos planctónicos vivos de la Fosa de Cariaco y del talud continental de Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 76. Tomo XXVII: 12-34.
- MONENTIE, J. 1978. Estudio químico físico de la laguna de La Restinga. *Ibid.*, XXXVIII: 227-309.
- RAO, T. & UROSA, L. 1974. Ecología del zooplancton en el Golfo de Cariaco. Parte I. Variabilidad de la biomasa del zooplancton durante el período de agosto a noviembre de 1973. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 13 (1-2): 67-78.
- REYES, G. 1975. Diatomeas litorales de la familia Naviculaceae, de la laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Ibid.*, 14 (2): 199-225.
- RICHARDS, I. 1960. Some chemical and hydrographic observations along the North coast of South America. I Cabo Tres Puntas to Curacao, including the Cariaco Trench and the Gulf of Cariaco. *Deep Sea Res.*, 7: 163-182.
- RODRÍGUEZ, J. 1978. Distribución espacial del zooplancton, en pequeña escala, en la laguna costera de Tacarigua, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 17 (1-2): 55-68.
- SANDER, F. 1973. Internal waves as causative mechanisms of Island Mass Effects. *Carib. J. Sci.*, 13: 179-182.
- STEEMANN NIELSEN, F. 1952. The use of radioactive (^{14}C) for measuring organic production in the sea. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 18: 117-140.
- SIMPSON, J. & GRIFFITHS, R. 1971. Afloramiento y producción biológica en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Ministerio de Agricultura y Cría de Venezuela, Serie Recursos y Explotación Pesqueros*, 2 (1): 1-23.
- SMALL, L. & MENZIES, D. 1981. Patterns of primary productivity and biomass in a coastal upwelling region. *Deep Sea Res.*, 28A: 123-149.
- STRICKLAND, J. & PARSONS, T. 1972. A practical Handbook of Seawater Analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, 167: 310 pp.
- UROSA, L. & RAO, T. 1974. Distribución de quetognatos y biomasa del zooplancton en la parte occidental del Atlántico tropical, durante julio y agosto de 1968. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 13 (1-2): 53-66.
- VOLTOLINA, D.; VOLTOLINA, A. & MAZPARROTE, S. 1975. Observaciones fitoplanctológicas en la laguna de La Restinga. Enero-Diciembre 1971. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 65: 334-344.
- ZARZOSA, J. 1974. Características sedimentológicas y geomorfológicas de la laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Cuadernos Azules* 9: 1-57.
- ZOPPI, E. 1961 a. Medusas de la región este de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* I (1): 173-190.
- . 1961 b. Distribución vertical del zooplancton en el Golfo y extremo este de la Fosa de Cariaco. *Ibid.*: 219-248.
- . 1971. Apendicularias de la región oriental de Venezuela. *Studies Fauna Curacao* 38 (65): 76-110.
- . 1974. Comparación de algunas características del plancton entre las lagunas costeras de Tacarigua y Unare, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 13 (1-2): 129-146.

(Manuscrito recibido el 17 de junio de 1983).

SYSTEMATIC STUDIES ON *ERICHTONIUS BRASILIENSIS*
(CRUSTACEA, AMPHIPODA, ISCHIROCERIDAE) FROM THE
CARIBBEAN SEA OF VENEZUELA

A. GALAN

Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela

ABSTRACT: *Erichthonius brasiliensis* is recorded from the North Venezuelan seas, its taxonomy is discussed, its biology is studied and it is reported as an indicator species for the South Caribbean Sea.

RESUMEN: *Erichthonius brasiliensis* es reportado para las aguas marinas del Norte de Venezuela, se discute su taxonomía, se estudia su biología y se reconoce como especie indicadora del Sur del Mar Caribe.

INTRODUCTION

The family Ischyroceridae STEBBING (1899), comprises about 60 species in 13 genera of corophioidean amphipods, widespread in shallow marine or brackish waters, mainly in the northern hemisphere. Most are small tube-dwelling species, but may become cemented together to form extensive fouling mats on submerged surfaces.

FAMILY ISCHYROCERIDAE

Body shallow, often of small size, sexually dimorphic. Eyes small. Antenna 1-2 peduncle elongate, strong and setose, flagellum short, accessory flagellum absent. Mouthparts basic; mandible with "molar flake" (a major taxonomic character, often overlooked, which relates the Corophioidea to the Caprellida); mandibular palp with apical article short, broad and setose. Gnathopods subchelate, gnathopod 2 the largest, in male often enormous and toothed. Pereopods 3-4 basic, swollen with cement glands. Pereopods 5-7 dissimilar. Pleopods basic. Uropod 3 rami very short, inner ramus may be absent, outer uncinat bearing hooked spines. Coxal gills present on plates 2-6; gills may be absent on plate 2 in females. Ostegites present on plates 2-5.

ERICHTONIUS MILNE-EDWARDS

Erichthonius, MILNE-EDWARDS, 1830: 382.

Pyctilus, DANA, 1852: 218.

Erichthonius, SARS, 1895: 601; BOUSFIELD, 1973: 193.

Body depressed, especially in male. Coxal plates short and scarcely contiguous; plates 2 and 5 longer than rest. Head elongate, lateral lobes very large and prolonged apically acute. Mouthparts basic; upper lip entire, lower lip with inner lobes well developed; mandible with large triturative molar, palp robust, distal article broad, setose; maxillae 1-2 basic; maxilliped inner and outer plates well developed, palp slender. Antennae subequal, slender, accessory flagellum absent. Gnathopod 1 in male and 1 and 2 in female subchelate; gnathopod 2 in male very large, complexly carpochelelate. Pereopods 3-4 basis broadly oval. Uropods 1-2 biramous, spinose; uropod 3 uniramous ramus much shorter than peduncle, apex with minute reverted denticles. Telson broad, bilobed, surface minutely spinulose.

A circumtropical and northern temperate genus of about 10 tube-dwelling species, typically found in littoral habitats. Species separation is based mainly on the structure of the male second gnathopod, but it must be emphasized that the male second gnathopod exhibits marked intraspecific variation according to the size and age of the individual. Developmental



changes in gnathopod 2 morphology have been inadequately described for most species.

ERICTHONIUS BRASILIENSIS (DANA)

(Fig. 1)

Pyctilus brasiliensis, DANA, 1852: 976.

Cerapus abditus, BATE, 1862: 263.

Erichthonius abditus, SARS, 1895: 602.

Cerapus brasiliensis, BATE, 1862: 267.

Erichthonius brasiliensis, CHEVREUX & FAGE, 1925: 353; GALAN, 1976: 163.

Erichthonius brasiliensis, STEBBING, 1906: 671; BCUSFIELD, 1973: 195.

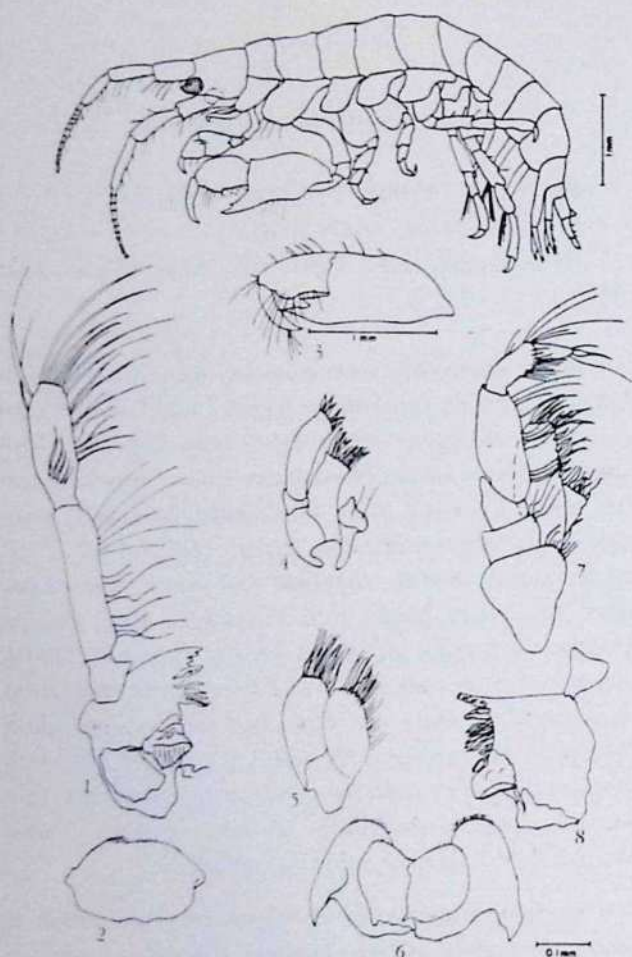


Fig. 1. *Erichthonius brasiliensis*, ♂ 5 mm, G. Cariaco, Aug. 1974.

1.-Mandible; 2.-Lower Lip; 3.-Gnathopod 2;
4.-Maxilla 1; 5.-Maxilla 2; 6.-Upper Lip;
7.-Maxilliped; 8.-Right.

MATERIAL EXAMINED

1 ♂ from Turpialito, Golfo de Cariaco, August, 1974; monthly samples with many specimens from Golfo de Cariaco through 1974; monthly samples with many specimens from Laguna de La Restinga, Isla de Margarita, 1975; several specimens from Bahía de Mochima, 7 March, 1976; several specimens from Moron, Golfo Triste, March, 1981.

DESCRIPTION

Length up to 7.2 mm (median size 5 mm), colour brown mottled with darker pigment including pair of symmetrical spots on telson; eyes red. Coxal plates contiguous except plate 2 with distal margin convex; coxal gills absent on coxal plates 2-3 in both sexes. Epimeral plate 3 distal margin rounded, minutely crenulate. Head, lateral lobes apically acute, very large;

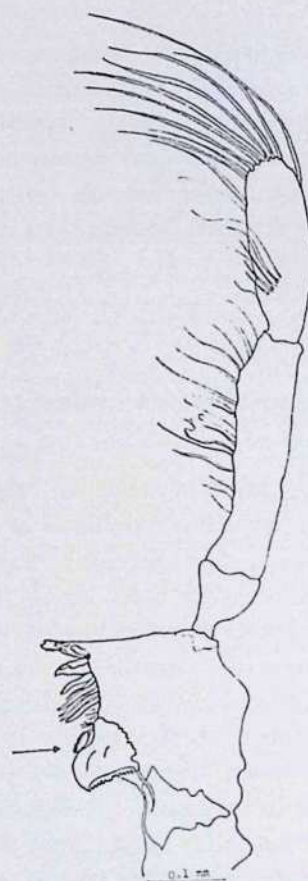


Fig. 2. *Erichthonius brasiliensis* ♂ 5 mm: Right mandible showing molar flake.

eyes anterior, protruding and rounded. Antennae subequal, little over half body length, peduncle articles elongate, setose; antenna 1 flagellum up to 13-articulate (in 30% of specimens the number of articles differs between the left and right antenna, the right antenna always having the greater number); antenna 2 flagellum up to 11-articulate, peduncle articles 4 and 5 subequal, or 5 little longer than 4. Right mandible with molar flake (Fig. 2). Gnathopod 1 propodus smaller than carpus, both triangular, setose, palm oblique delimited by obtuse angle. Gnathopod 2 ♀ carpus with narrow setose posterior lobe, propodus oval, palm convex. Gnathopod 2 ♂ very variable, merus very small, carpus very large and robust, posterodistal angle with long acute process, and small accessory tooth on inner margin, propodus much smaller with low distal tubercle, dactylus broad. Pereopods 3-4 basis broadly rounded; pereopods 5-7 basis moderately expanded. Uropods 1-2 rami subequal, weakly spinose, margins minutely serrate; uropod 3 peduncle elongate, ramus very short and curved. Telson shall, bilobed and spinulose.

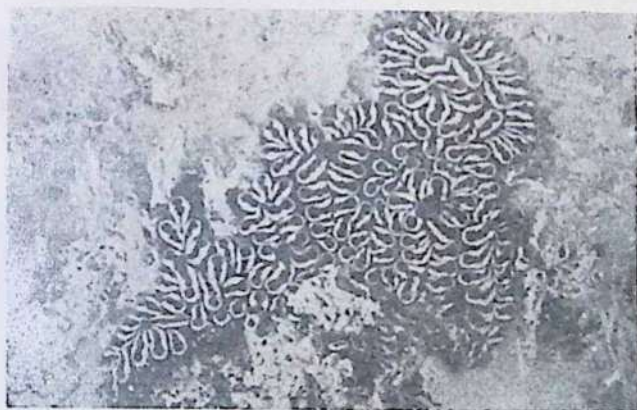


Fig. 3. The tubes of *Erichthonius brasiliensis* around a colonial ascidian *Botrylloides* sp.

ECOLOGY

Depth range from intertidal to 171 m (BARNARD, 1979). This species is a benthic tube-dweller, constructing a small tube of sand consolidated by mucus. The tubes are usually clustered together amongst algae,

hydroids, polychaete-tubes, bryozoans and colonial ascidians (Fig. 3), and may be occupied by inquilinous *Stenothoe* species. Locally *E. brasiliensis* is very common in shallow waters reaching densities of up to 5000 per square metre (at least 50 animals were found on one side of submerged plates of 100 cm² during weekly counting of specimens and tubes throughout a two year period). It feeds largely on detritus, and is preyed upon by *Gobiosoma zebrella* and *Lupinoblenius dispar*; an analysis of 50 stomachs of Gobiidae and Blenniidae yielded 1 to 4 amphipods, isopods or tanaids and up to 50 harpacticoids per gut content.

In the tropical waters of the southern Caribbean Sea, *E. brasiliensis* has a short life cycle and a relatively small body size; 12 mm for North Atlantic material (STEBBING, 1906) compared with a maximum size of 7.2 mm for Caribbean material (found by the author substrate and build a tube within the first 24 hours of 3093 adults studied). This species can settle on a virgin substrate and build a tube within the first 24 hours of submersion of the substrate (GALAN, 1976 & 1978). Juveniles were found throughout the year in a monthly sampling survey in the Gulf of Cariaco during 1974 and in a mangrove lagoon of Isla Margarita during 1975, with maximum numbers from May to September; also the end of those months revealed the mean time of recruitment in the life cycle (Fig. 4). The incidence of males expressed as percentage of the total adult population through a year was 38.86 per cent; and that of females with a brood pouch as a percentage of the total adult females was 39.15 per cent (from 1815 adults examined). The relation between length (mm) and the number of eggs (n°) in females with brood pouch was, approximately, $n^{\circ}: 1/4 \times \text{mm}^3$ between a range from 3.2 mm and 5 eggs to 6.4 mm and 68 eggs. For an estimation of age, from adult increase in body length and number of articles in first antenna, see fig 5. Still to be ascertained is the duration between moults and the total number of moults from egg to adult. This is a dominant species in the peracaridan taxocenosis of shallow waters near harbours, and is useful as an indicator of high levels of organic matter. It is tolerant of wide fluctuations in environmental factors (productivity in excess of 350 gr C/m², y⁻¹; 42‰ salinity; 30°C and 2 ml/l dissolved O₂; see GALAN, 1976), living in estuaries and also inhabits hypersaline lagoons.

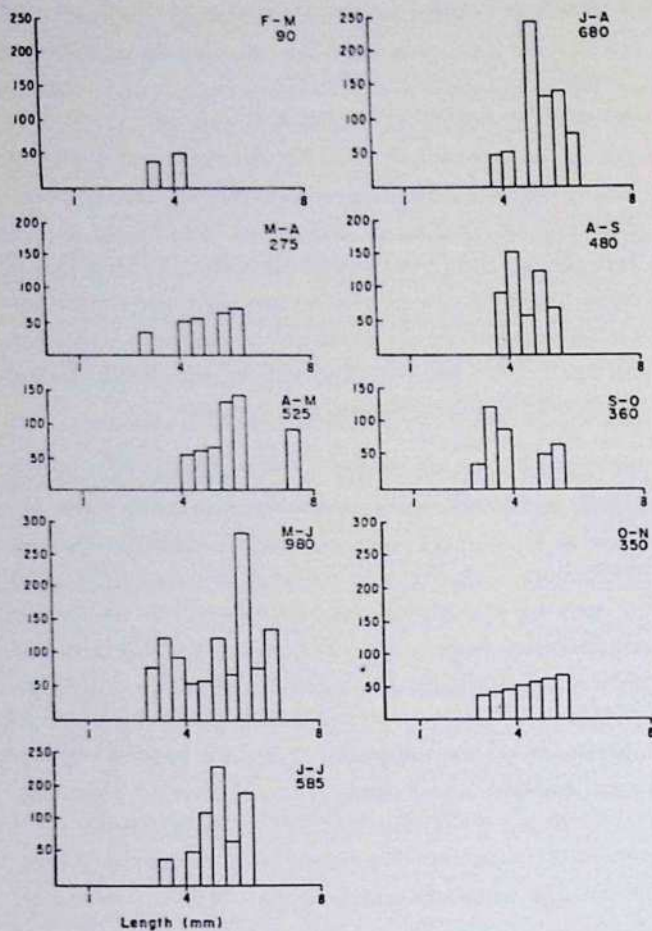


Fig. 4. *Erichthonius brasiliensis*. Length-frequency histograms of adults in G. Cariaco from Feb. to Nov. 1974. Total number of animals in each monthly period below letters.

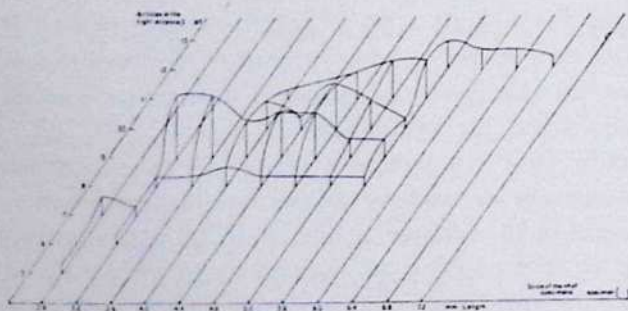


Fig. 5. The relation between length N° of articles in the right Antenna I, and N° of specimens in 80 adults of *Erichthonius brasiliensis*.

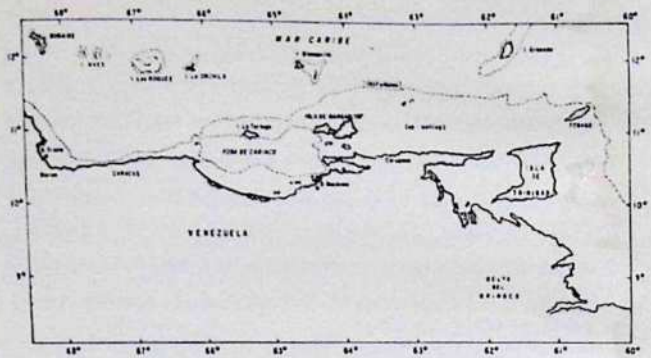


Fig. 6. Distribution of *Erichthonius brasiliensis* in Venezuela.

DISTRIBUTION

Cosmopolitan, tropical and temperate; widespread in Atlantic, Pacific and Indian Oceans (CHEVREUX & FAGE, 1925; BOUSFIELD, 1973; BARNARD, 1979).

Venezuela: Isla de Margarita (GALAN, 1976); Golfo de Cariaco; Bahía de Mochima; Golfo Triste (Fig. 6).

REMARKS

Erichthonius brasiliensis is now reported from the southern Caribbean as an useful indicator species.

REFERENCES

- BARNARD, J. L. 1979. Littoral Gammaridean Amphipoda from the Gulf of California and the Galapagos Islands. *Smiths. Contr. Zoology*, N° 271: 1-149.
- BATE, C. S. 1862. *Catalogue of the specimens of Amphipodous Crustacea in the collection of the British Museum*. London: 399 pp.
- BOUSFIELD, L. D. 1973. *Shallow-water Gammaridean Amphipoda of New England*. Cornell Univ. Press. Ithaca & London. 312 pp.
- CHEVREUX, E. & FAGE, L. 1925. Amphipodes. *Fauna Fr.* 9: 1-488.
- DANA, J. D. 1852. *Conspectus crustaceorum quae in orbis terrarum circumnavigatione, Carolo Wikles e classe reipublicae faederatae duce, lexit et descripsit Jacobus D.*

Systematic studies on *Erichthonus brasiliensis* from the Caribbean Sea of Venezuela

- Dana, Pars III (Amphipoda N° 1) *Proc. Am. Acad. Arts & Sci.* 2: 201-220.
- GALAN, A. 1976. Contribución al estudio de las incrustaciones biológicas en la laguna de la La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 15 (2): 153-169.
- . 1978. Contribución al conocimiento de la colonización en sustratos artificiales del Mar Caribe. *Resúmenes V Simposio Latinoamericano de Oceanografía biológica*. São Paulo, Brasil.
- MILNE-EDWARDS, H. 1830. Extrait de Recherches pour servir a l'histoire naturelle des Crustacés Amphipodes. *Annls. Sci. Nat.* 20: 353-399.
- SARS, G. O. 1885. *An account of the Crustacea of Norway, with short descriptions and figures of all the species*. Christiania and Copenhagen. Vol I. Parts 1 - 32: 711 pp. 248 plates.
- STEBBING, T. R. R. 1899. Revision of Amphipoda. *Ann. Mag. Nat. Hist. (Ser. 7)* 4: 20 5-21.
- (Manuscrito recibido el 10 de mayo de 1983).

NOTAS SOBRE *MELONGENA MELONGENA* (LINNAEUS, 1758)
(NEOGASTROPODA: MELONGENIDAE) EN LAS AGUAS COSTERAS
DE VENEZUELA, CON ENFASIS EN LAS CAPSULAS OVIGERAS

CELESTINO FLORES

Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela

RESUMEN: *Melongena melongena* (LINNAEUS, 1758) se define hasta el presente como el único representante de la familia Melongenidae en las aguas costeras de Venezuela. Vive en zonas euhalinas y polihalinas. Sus cápsulas ovígeras son sésiles y aplanadas; están ordenadas a manera de collar, a lo largo de un cordón coriáceo. Se evidencian diferencias significativas en el tamaño de las cápsulas ovígeras en posturas de aguas polihalinas y euhalinas. Presenta larvas velígeras planctónicas con un promedio de unas 493 larvas por cápsula. Al producirse la eclosión dichas larvas tienen 4 lóbulos bien desarrollados, son muy activas y la frágil concha presenta ornamentación axial.

ABSTRACT: *Melongena melongena* (LINNAEUS, 1758) is still the only known species of the family Melongenidae from the Venezuelan coastal waters. This species lives in euhaline and polihaline waters. The egg capsules are sessile flat and are fixed along a coriaceous string. There are significant differences in the size of the egg capsules spawned in euhaline and polihaline waters. In the egg capsules develop planktonic veliger larvae. On an average there are about 493 larvae per capsule. At the time of eclosion, the larvae present 4 well developed lobules. The larvae swim freely in the environment and are very active. The embryonic shell has axial ornamentation and is very frail.

INTRODUCCION

La especie *Melongena melongena* (LINNAEUS) se destaca hasta el presente como el único representante de la familia Melongenidae en las aguas costeras de Venezuela.

ABBOTT (1974) proporciona información sobre los caracteres diagnósticos de la especie. WORK (1969) indica una amplia distribución desde México (Tampico) hasta Surinam (América del Sur), y la región de las Antillas Mayores, excluyendo Puerto Rico. WARMKE & ABBOTT (1961) no incluyen esta especie en el amplio registro sobre los moluscos marinos del Caribe; ABBOTT (1974) destaca la distribución solo en el área del Caribe. En las zonas costeras venezolanas se le ha capturado en aguas euhalinas y polihalinas. Así, se le ha colectado en Los Roques y Golfo de Cariaco en salinidades de 35-37 por mil, y en el Golfo de Paria en salinidades de 22-25 por mil. Su tamaño varía entre 65,1 y 158,8 mm ($n = 48$; $\bar{x} = 92$).

El presente trabajo tiene por objeto informar sobre la distribución de *Melongena melongena* (LINNAEUS) en las aguas costeras de Venezuela. Se hace énfasis en sus cápsulas y masas ovígeras, por cuanto este es un aspecto poco conocido en esta especie.

MATERIALES Y METODOS

El material de estudio se obtuvo por buceo ordinario en los primeros 10 metros de profundidad que permitió la colecta de ejemplares y masas ovígeras. Se utilizó la técnica de pulmón libre con máscara común y ayuda de tubo neumático (snorkel).

En el laboratorio se utilizaron como acuarios recipientes plásticos de unos 20 litros para la incubación de masas ovígeras consideradas como frescas o recién puestas. El material estudiado de masas ovígeras se preservó en alcohol de 70%. Un abundante material de conchas forma parte de la colección del Museo del Instituto Oceanográfico de la Universidad de Oriente

(MIOUDO), así como las masas ovígeras que han formado parte de este estudio.

Los contajes larvarios se hicieron en lupa binocular LEITZ. Mediciones capsulares se realizaron con ayuda de la lupa binocular, regla y compás comunes.

MATERIAL ESTUDIADO

MATERIAL DE CONCHAS

Estado Sucre: Península de Araya-Oeste, 2 ej (v), Exp. BM-30-7-64; Punta Las Morochas (Mochima), Exp. BM-04-7-65; El Barbudo (costa sur Golfo de Cariaco), 8 ej (v), Exp. BM-27-02-66; Chiguana (N. Golfo de Cariaco), 44 ej (v), Exp. BM-19-5-66; Ensenada Concha e Coco (Sur Golfo de Cariaco), 6 ej (m), Exp. BM-17-3-66; Bahía Quetepe (Sur Golfo de Cariaco), 2 ej (m), Exp. BM-02-11-63; Punta Mangle (Bahía Guamache), 2 ej (v), Exp. BM-13-64; Punta Chupere (La Peña, Golfo de Cariaco), 3 ej (v), Exp. BM-20-5-66; Chiguana (Golfo de Cariaco), 1 ej (v), Exp. BM-19-3-66; Punta Escarceo (Península de Araya), 9 ej (m), Exp. BM-28-7-65; Chiguana (Golfo de Cariaco), 2 ej (v), Exp. BM-15-6-66; Muelle de Cariaco, 1 ej (m), Exp. BM-01-64; Boca de Chacopata, 3 ej (m) y 2 ej (v), Exp. BM-30-7-65; Ensenada Toporo (Mochima), 1 ej (v), Exp. BM-12-5-65; El Brasil, 1 ej (m), Exp. BM-26-2-65.

Estado Nueva Esparta: Coche (Pta. Conejo), 4 ej (m), Exp. BM-18-11-66; Morro de Porlamar (Sur Isla de Margarita), 80 ejemplares: Cubagua (Charagato), 1 ej (m), Exp. BM-17-11-66; Laguna Marites (Las Tejitas), 104 ej (v), Exp. BM-11-6-69; Playa Guaya-cancito (Isla de Margarita), 1 ej (m), Exp. BM-14-3-66; Laguna Marites (Pta. e Perra), 183 ej (v), Exp. BM-11-6-69.

Estado Anzoátegui: Isla Píritu Barlovento, 4 ej (m), Exp. BM-13-12-65.

Estado Falcón: San Juan de Los Cayos, 1 ej (m), Exp. BM-19-11-63.

Islas: La Tortuga, 13 ej (m), Exp. BM-26-2-65; La Orchila, 1 ej (m), Exp. BM-22-2-65; Cayo Grande (Los Roques), 2 ej (v), Exp. BM-08-63; Sparki oeste (Los Roques), 26 ej (v), Exp. BM-06-8-63.

CÁPSULAS OVÍGERAS

Ensenada Reyes, Exp. BM-20-1-72; El Peñón (aliviadero), Exp. BM-24-3-73; Concha e Coco (El Peñón), Exp. BM-17-4-66; Irapa, Exp. BM-20-4-71; Punta Mangle, Exp. BM-10-6-69; Boca de Chacopata, Exp. BM-30-7-65; La Peña, Exp. BM-22-9-66; Ensenada Matucual, Exp. BM-28-11-70; Laguna de Chacopata, Exp. BM-15-11-73; Mariguitar, Exp. BM-11-11-79; Laguna de Carenero (La Tortuga), Exp. BM-12-01-83; BM-Mochima, 1967.

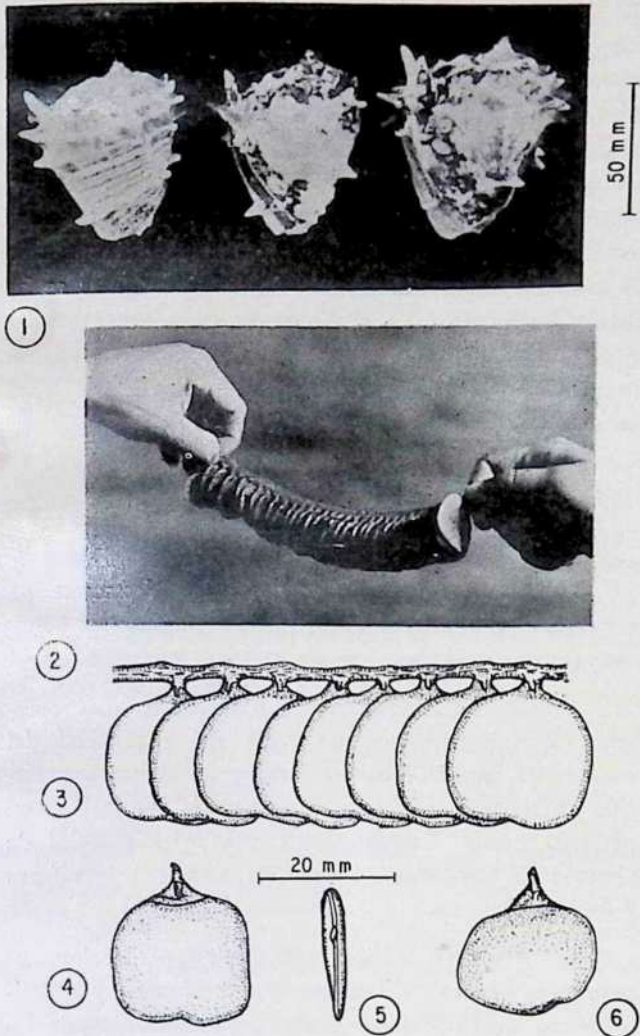
RESULTADOS Y DISCUSION

Melongena melongena (LINNAEUS) vive en substratos blandos de zonas lagunares, en áreas marinas típicas o en estuarios. El substrato blando incluye arena blanca "limpia" con abundante material esquelético, substrato arenoso-fangoso o muy fangoso característico de zonas costeras adyacentes a sectores cubiertos de manglares o inmediatos a desembocaduras de ríos. En el Golfo de Cariaco, frente a Chiguana, vive metida en el fango que subyace a menos de un metro de agua. De acuerdo con HATHAWAY (1958), su congénere *Melongena corona* Gmelin de las costas de Florida y México habita en bancos de fanerógamas marinas entre las que se destaca *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme* y otras.

El material estudiado tiene dos componentes fundamentales: el material de conchas (Lam. 1, Fig. 1) integrado por ejemplares colectados vivos (v), y ejemplares muertos (m) o conchas vacías encontradas en los ambientes naturales. Hay un registro total de 28 localidades, con un marcado predominio de localidades del Estado Sucre, nuestro centro de trabajo fundamental. En total se registraron 15 localidades con material vivo, para 404 ejemplares; y 11 localidades con material muerto, para 122 ejemplares.

El material colectado vivo (v) supera en ejemplares al material muerto (m), lo cual es evidencia de que *Melongena melongena* se encuentra en nuestras costas en su área de distribución geográfica característica, por lo menos en un área de expatriación propia.

Otro tipo de material está representado por cápsulas y masas ovígeras (Lám. 1, Fig. 2, 3, 4, 5, 6), con 11 localidades en las aguas costeras del Estado Sucre



Lam. 1: Fig. 1. Vista de ejemplares de *Melongena melongena*. Fig. 2. Aspecto del conjunto de cápsulas ovígeras con su natural ordenamiento a lo largo de un cordón coriáceo. Fig. 3. Dibujo sobre la disposición de las cápsulas ovígeras mostrando algunos detalles, en particular, el carácter sésil de las cápsulas y su forma. Figs. 4, 5, 6. Vista de cápsulas individuales por tres planos diferentes. Fig. 5. Muestra el opérculo, ubicado en la costura capsular y situación opuesta al sitio de unión de la cápsula ovígera con el cordón coriáceo.

y una localidad en la Isla La Tortuga (Laguna de Carretero). Además, se tiene evidencia de oviposición en las costas del Estado Nueva Esparta (Prof. Aljadys R. González, *com. per.*). Nuestro material ha sido recolectado en aguas euhalinas y polihalinas del Estado Sucre.

En las aguas polihalinas se incluyen las del Golfo de Paria.

La presencia relativamente extendida de cápsulas y masas ovígeras significa que nuestras aguas costeras no son solamente áreas de expatriación, es decir, de distribución geográfica estéril, sino que al menos las áreas costeras de Sucre, Nueva Esparta y La Tortuga constituyen un centro genético activo o centro de reproducción de *Melongena melongena*.

Las cápsulas ovígeras de *Melongena melongena* son de forma más o menos subcuadrada y dispuestas en hileras. El conjunto tiene aspecto de collar o sarta. Cada cápsula u ooteca está unida a un cordón coriáceo o fibroso, al cual está establecida de manera sésil. Dicho cordón sirve de soporte a todo el conjunto capsular (Lám. I, Figs. 2 y 3).

Se han encontrado entre 26 y 42 cápsulas por masa ovígera ($n=14$; $\bar{x}=34,14$). La oviposición se realiza posiblemente en forma individual, de acuerdo con las características de masa ovígera; pero se encuentra material ovígero en forma más o menos masiva en ciertas épocas del año. Existen alrededor de 1.500 huevos por cápsula. Las cápsulas de la parte terminal son más pequeñas que las del resto de la sarta. Dos conteos de cápsulas del Golfo de Cariaco obtenidas frente a Cumaná (03-9-78) dieron por resultado 950 y 1.047 larvas velígeras planctotróficas con 4 lóbulos bien desarrollados. Dichas larvas presentaron gran actividad natatoria.

Hay masas ovígeras con cápsulas más pequeñas que otras. En masas de cápsulas pequeñas se registró una media de 14,7 mm de longitud ($n=23$), en un intervalo de 11 a 18 mm. En masas ovígeras de cápsulas de mayores dimensiones se registró una media aritmética de 26,5 mm ($n=37$) en un intervalo de 20 a 30 mm. Este fenómeno puede estar relacionado con el tamaño mismo de los ejemplares y/o con las condiciones ambientales. Las masas de cápsulas más pequeñas proceden de aguas del Golfo de Paria de carácter polihalino de acuerdo con el sistema de clasificación de Segerstraele (1959), mientras las cápsulas de mayores dimensiones proceden en general de aguas euhalinas. RATHAWAY & WOBBURN (1961) hacen señalamientos similares con respecto a *Melongena corona* GMELIN, destacando las correspondientes diferencias en el número de huevos por cápsula. Del estudio comparativo

se desprende que la diferencia de tamaño entre cápsulas de las dos áreas estudiadas es significativa.

Ya se ha indicado que la cápsula tiene forma subcuadrada (Lám. 1, Figs. 4 y 6); esta se conecta directamente al cordón común por el eje de menor anchura. Esta conexión es sésil, en lo cual acusa diferencia con respecto a su congénere del Pacífico *Melongena patula* BRODERIP & SOWERBY. En 1970, C.N. D'Asaro señala que en esta especie la unión con el cordón común es pendunculada.

El borde libre de la cápsula, que corresponde a la zona de mayor anchura, tiene una pequeña zona diferenciada que acusa una ligera depresión, la cual contiene el opérculo, es decir, el sitio por donde la larva sale al medio ambiente al momento de producirse la eclosión capsular (Lám. 1, Fig. 5). A la salida, las larvas presentan 4 lóbulos bien desarrollados, son muy activas y su concha tiene ornamentación axial en la región del labro; en esa zona es particularmente frágil.

La coloración aparente de la cápsula varía según el grado de desarrollo. A medida que avanza el desarrollo embrionario, la cápsula se va tornando de blanquecina y más o menos transparente a pardo. El tamaño también varía, no solo en la misma masa ovígera como ya se ha señalado. Observaciones de campo evidencian que en masas ovígeras procedentes de zonas estuarinas (polihalinas) las cápsulas son más pequeñas que las procedentes de zonas euhalinas; tal es el caso de nuestra observación con respecto al material obtenido en el Golfo de Paria en salinidades de 22-25 por mil, en donde las cápsulas son de menores dimensiones que las procedentes de aguas típicamente marinas.

También el tamaño varía dentro del mismo collar. Las cápsulas de la porción terminal son más pequeñas que las cápsulas del resto de la sarta. En algunos casos las cápsulas de la parte central son un poco más grandes. En general la reducción de tamaño es progresiva, desde la parte proximal hacia la distal. La última cápsula de la sarta tiene generalmente aspecto deforme, probablemente abortiva.

No se han encontrado ejemplares en desove. Sin embargo, por el aspecto de la cápsula creemos haber encontrado material puesto muy reciente. Llevado al acuario y mantenido allí, se ha observado la ruptura de las cápsulas y liberación de larvas planctónicas a los 40, 42, 50 y 59 días, respectivamente. La larva sale con

su concha embrionaria y estructuras natatorias tales como coronas ciliadas. En un conteo de 27 cápsulas se registraron 13.321 larvas, cuya salida se realizó a los 40 días para un promedio de 493 larvas velíferas por cápsula. Esto sugiere un importante aporte de la especie al menos al enriquecimiento del zooplancton nerítico. A pesar de la limitación de los datos, puede indicarse que *Melongena melongena* desova durante todo el año. La mayor abundancia de masas ovígeras se ha detectado en abril, en el Golfo de Paria. Esta apreciación se basa en la muy destacada presencia de masas ovígeras en las arribazones de los alrededores de Irapa en una salinidad de 22 por mil.

CONCLUSIONES

Dos aspectos importantes pueden destacarse en torno a la presencia de esta especie en nuestras aguas costeras nororientales e insulares.

1) *En lo económico*, la parte musculosa representa aproximadamente un 30% del peso total del cuerpo del animal y ha constituido un alimento preferido en las zonas costeras, hasta niveles comerciales en pequeña escala, conjuntamente con otras especies de Gastropoda tales como *Chicoreus pomun*, *C. brevifrons* y *Fasciolaria tulipa*.

Es oportuno ratificar que *Melongena melongena* puede ser objeto de estudios más profundos y constituirse en un importante componente faunístico de las aguas costeras de Venezuela con perspectivas dentro de los programas de acuicultura en base a recursos naturales autóctonos (FLORES, 1972).

2) *En lo ecológico*, la producción de larvas, como diásporas en elevadas cantidades por cápsula ovígera, contribuye de manera efectiva en la dispersión de la especie, que vale decir, ocupación de nuevos espacios y hasta desarrollar áreas de expatriación y reproducción cada vez más extensas. *Melongena melongena* mediante sus larvas planctónicas también desempeña un papel importante en el enriquecimiento del zooplancton nerítico de nuestras aguas costeras. Esto significa un aporte específico en la red trófica pelágica y, en consecuencia, a la riqueza pesquera de la región, junto con otras especies de moluscos con larvas planctónicas que forman parte del bentos animal fijo o sedentario en su etapa adulta (BEKLEMISHEV, et al. 1972).

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al señor HORACIO MÉNDEZ su valiosa ayuda en la realización del trabajo de campo y de laboratorio. Asimismo al señor ADONAY PERNÍA (Fotógrafo) y al señor EPIFANIO HERNÁNDEZ (Dibujante) por su aporte en la preparación de las ilustraciones. Particular reconocimiento a la Institución Universitaria por las facilidades proporcionadas a través de los diferentes servicios para la culminación del presente estudio.

REFERENCIAS

- ABBOTT, R. T. 1974. *American Seashells*. Van Nostrand Reinhold Company, 663 p.
- BERLEMISHEV, C. W., A. A. NEYMAN, N. W., PARIN & H. J. SERINA. 1972. Le biotopo dans le milieu marine. *Marine Biology*, 15: 57-73.
- D'ASARO, C. N. 1970. Egg capsules of some Prosobranchs from the Pacific Coast of Panamá. *The Veliger*, 13 (1): 37-43.
- FLORES, C. 1972. La maricultura y su futuro en Venezuela. *Lagena*, 30: 4356, 19 figs. 1 Lám.
- HATHAWAY, R. R. 1958. The crown conch *Melongena melongena* Gmelin; its habits, sex ratios, and possible relations to the oysters. *Proc. Nat. Shellfish. Assoc.* 48: 89-194.
- RATHAWAY, R. A. & K. D. WOODBURN. 1961. Studies on the crown conch *Melongena corona* Gmelin. *Bull. Mar. Sci. Gulf & Carib.*, 11 (1): 45-65.
- SEGERSTRAELE, S. G. 1959. Brakish water clasification, a historical survey. *Arch. Oceanogr. Linnol.* 11: 7-33 (Suplemento).
- WARMKE, G. & R. T. ABBOTT. 1961. *Caribbean Seashells*. Livingston Publishing Company, xi + 346 p.
- WORK, R. C. 1969. Systematics ecology and distribution of the mollusks of Los Roques, Venezuela. *Bull. Mar. Sci., Guef. A. Caribe*, 19 (3): 614-711.

(Manuscrito recibido el 25 de abril de 1983).

EFFECTOS DE DIFERENTES NIVELES DE ESTIERCOL DE GALLINAS PONEDORAS SOBRE EL CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DEL CAMARON COMERCIAL *PENAEUS BRASILIENSIS* LATREILLE, 1817

GERMÁN O. ROBAINA & JOSÉ MILLÁN Q.

*Centro de Investigaciones Científicas. Universidad de Oriente, Porlamar,
Isla de Margarita, Venezuela*

RESUMEN: En el presente trabajo se realiza un análisis del efecto que diferentes niveles de estiércol de gallinas ponedoras poseen sobre el crecimiento y sobrevivencia del camarón comercial *Penaeus brasiliensis* LATREILLE, 1817. Buscando así la incorporación directa del estiércol de gallinas en la alimentación de los camarones peneidos y contribuir al abaratamiento de los costos operacionales en el cultivo de estas especies, estableciendo además, una vía para el reciclaje de las heces. Los resultados en experiencias realizadas durante 106 días, fueron bastante satisfactorias en comparación con la dieta control y una concentración de 30% de estiércol (T_{30}) fue la que ofreció mejores resultados en sobrevivencia y crecimiento, acompañada en este último caso con la dieta de 20% de estiércol (T_{20}).

ABSTRACT: This paper deals with the effects of different levels dung of egg laying hens in the rearing and survival of the commercial shrimp *Penaeus brasiliensis* LATREILLE, 1817. In this way, hen manure is not only incorporated to peneid shrimp foodstuff, but also leads to lowering the operation cost in the culture of this species. Also, this process establishes a way to recycle faeces. Data gathered over 106 days set trails yield promising values when compared with control diets. A concentration of 30% (T_{30}) manure showed better results and 30% (T_{20} and T_{30}) were more effective on promoting growth.

INTRODUCCION

En Venezuela, al igual que en la mayoría de los países latinoamericanos, uno de los factores más costosos en el cultivo acuícola es la alimentación, ya que la mayoría de los ingredientes utilizados para elaborar las raciones son importados, estableciéndose la necesidad económica de incorporar componentes locales o residuos para manufacturar dietas regionales.

Por otra parte, el aumento del costo de los alimentos naturales como granos, harinas de pescado y aceites de torta, crean la urgente necesidad de buscar sustitutos (MOAV *et al.*, 1977).

El aprovechamiento de residuos de animales ha sido practicado por la industria agrícola, lo que ayuda a mantener la fertilidad de los suelos y asegura cambios convenientes de los desechos, poniendo los nutrientes a disposición de las plantas. Igualmente, el potencial de reciclaje de los residuos animales por los peces ha

sido demostrado por los chinos, quienes usan estiércol para mantener fertilizados los cultivos acuícolas, recolectando las heces diariamente de villas y ciudades (EDWARDS, 1980).

Según BHATTACHARYA & TAYLOR (1975), en los últimos años los problemas de la disposición de desperdicios en áreas concentradas están aumentando por las operaciones de alimentación, existiendo grandes problemas interrelacionados con la producción de alimento, como lo son el uso de energía, la contaminación, el desempleo y el urbanismo; sugiriendo EDWARDS (1980), que el reciclaje de desechos orgánicos tiene gran factibilidad.

HICKLING (1962, citado por BEHREND *et al.*, 1980) reporta que aguas cloacales domésticas y heces de animales son tradicionalmente utilizados como fertilizantes en tanques de ciudades de Asia y Europa, logrando así el acuicultor fertilizar los estanques, aumentando el crecimiento y producción tal como lo citan

SCHROEDER & HERPHER (1976) quienes, en experiencias de tres años utilizaron bosta de bovinos en forma extensiva a razón de 250 a 400 l/día/t. de pez con el objeto de reemplazar parte o todo el suplemento alimenticio, obteniendo un gran incremento de peso y disminución del coeficiente de conversión al obtener un aumento de la biomasa íctica de 500 a 400 kg/ha mejorando además la capacidad de tratamiento de los estanques.

En estas experiencias, el fluido de las heces de ganado aumentó los nutrientes para el alimento natural y para el crecimiento del zooplancton, siendo 10 veces mayor el desarrollo en estanques con estiércol que en los estanques donde las heces estaban ausentes. Aumento este que se debió al efecto de 3 cadenas básicas: 1) La fracción mineral de las heces que suministra nutrientes para el crecimiento de fitoplancton; 2) La fracción no mineral, es el alimento base para bacterias y protozoos y 3) El zooplancton, de acuerdo con SCHROEDER & HERPHER (1976), ingiere partículas de estiércol y algunas bacterias.

Entre otros, se han reportado ensayos sobre la utilización de residuos en la alimentación acuática por KEHLER & PAGAN-FONT (1978), quienes utilizaron residuos de manufactura de ron y sus productos farmacéuticos en el cultivo de peces, sin encontrar efectos adversos aparentes. MANN (1978) evaluó el crecimiento y mortalidad de *Mytilus edulis* en aguas de estiércol reciclado, sin encontrar diferencias entre éstas y los cultivados en aguas normales. MOAV *et al.* (1977), aplicaron estiércol de vacas lecheras sin suplementación alimentaria en experiencias piscícolas, obteniendo una producción de 31,5 a 32,7 kg/ha/día. SHAW & MARCK (1980) citan que el estiércol de aves ayuda al desarrollo de larvas para la alimentación de peces, y BUCK *et al.* (1976) realizaron trabajos de reciclaje de estiércol de cerdo en estanques piscícolas, obteniendo una elevada producción íctica, debido a la alta calidad de las raciones, con incrementos en biomasa del orden de 2.971 kg/ha en estanques de 0,127 ha y 3.834 kg/ha en 0,121 ha.

Finalmente, el uso de estiércol como ingrediente de las raciones para el cultivo de camarones se basa en lo reportado por EDWARDS (1980), quien menciona que estas heces contienen entre 72 y 79% de nitrógeno, 67 a 87% del fósforo, y 81 a 92% del potasio de la ración de los animales. Destacando además, entre sus

ventajas: 1) El nitrógeno, el fósforo y los elementos trazas estimulan la producción del fitoplancton, de igual manera que los fertilizantes inorgánicos, en un proceso que está limitado por la autodegradación (HEPHER, 1962); 2) Las pequeñas partículas de residuos orgánicos en el agua proveen de alimento al zooplancton y al bentos, este proceso no tiene limitación de la luz en la producción de materia orgánica por el fitoplancton y las partículas grandes las aprovechan los peces y las bacterias. 3) El uso directo del material.

El presente trabajo tiene como objeto evaluar el efecto que diferentes niveles de estiércol de gallinas ponedoras poseen sobre el crecimiento y sobrevivencia del camarón *P. brasiliensis*. Buscando así contribuir al conocimiento y abaratamiento de los costos operacionales en el cultivo de esta especie, al ofrecer como fuente de alimentación materia prima de muy bajo costo y buen valor alimenticio.

MATERIALES Y METODOS

Ejemplares juveniles del camarón rosado con manchas *P. brasiliensis* fueron capturados en la Laguna de Manglar La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. Mediante el uso de un chinchorro playero de cuatro (4) metros de largo por uno (1) de ancho y colocados en recipientes con agua de mar provenientes del lugar de captura, para ser trasladados a las instalaciones del Centro de Investigaciones Científicas de la Universidad de Oriente (CIC). En donde se depositaron en un estanque rectangular de 500 litros de capacidad con circuito abierto de agua de mar, salinidad de 38 a 39 partes por mil, temperatura fluctuante según el medio ambiente (25 a 28 °C) y aireación constante a través de piedra porosa, para someterlos a un período de aclimatación de una semana.

Las experiencias se llevaron a cabo en doce (12) acuarios rectangulares de vidrio de 50 litros cada uno abastecidos con agua de mar de circulación abierta y aireación constante, utilizando diferentes niveles de estiércol de gallinas ponedoras elaborados por mezcla manual de los ingredientes, presentada en forma de bala de 2 a 3 mm de longitud y 0,5 a 1,0 mm de diámetro, y comparado con una dieta control a base de harina de guacuco-camarón-sardina (Tabla 1).

TABLA I. COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES UTILIZADAS DURANTE EL DESARROLLO DE LAS EXPERIENCIAS

Ingredientes	PORCENTAJES					
	C	O	10	20	30	40
Trucharina	—	96	82	68	54	40
Aceite Vegetal	—	—	4	8	12	16
Estiércol	—	—	10	20	30	40
Vitaminas y Min.	4	4	4	4	4	4
Harina de Sardina	32	—	—	—	—	—
Harina de Guacuco	32	—	—	—	—	—
Harina de Camarón	32	—	—	—	—	—
Kcal/Kg.	4.000	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500

En cada acuario se asignaron veinte (20) ejemplares de 0,61 a 0,71 g a una densidad de 138 ej/m² (285 ej/m³). Todos los ejemplares fueron alimentados diariamente suministrándoseles dos raciones equivalentes al diez por ciento (10%) del peso húmedo de la biomasa total de cada acuario.

Se realizaron muestreos a los 14, 29, 42, 56, 70, 84 y 106 días, para hacer el ajuste de cantidad de alimento a suministrar en cada período.

El incremento en peso se determinó por pesaje individual de cada uno de los ejemplares de los acuarios, utilizando un recipiente con agua de mar oxigenada y una balanza electrónica de 0,01 g de apreciación.

Los resultados se expresan en valores de media aritmética ($\bar{X}$), desviación standard (d), incrementos de valores absolutos (g) y relativos (%) y, la sobrevivencia, en valores absolutos (número de ejemplares) y relativos (%). Para el análisis de los resultados obtenidos se utilizó el análisis de varianza, la prueba de Duncan y t-student.

RESULTADOS

La Tabla I ofrece la composición porcentual de las dietas experimentales utilizadas en el desarrollo de las experiencias, y los valores totales de energía en kcal/kg que posee cada una de ellas.

El valor promedio del peso total de los camarones asignados a cada tratamiento en el momento de la siembra, osciló entre 0,65 (T_{10} – T_{40}) y 0,70 (C y T_0), no existiendo diferencias significativas entre ellas.

Los valores de peso promedio en gramos y la desviación estandar obtenidos para cada una de las réplicas realizadas, se ofrecen en la Tabla II para los 106 días de experiencia. En base a éstas se elaboró la Fig. 1, donde se observa el crecimiento obtenido, para cada dieta con el nivel de estiércol utilizado.

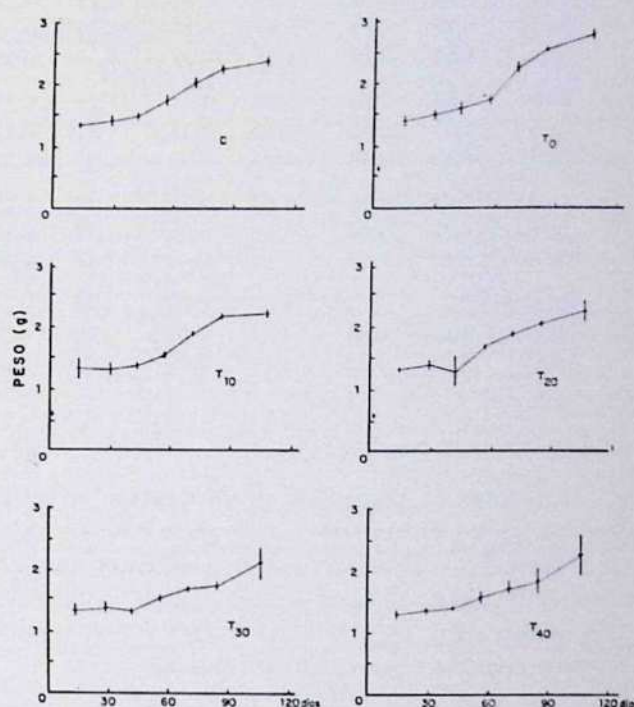


Fig. 1. Pesos promedios (g) y desviaciones de juveniles del camarón *P. brasiliensis*, alimentados con raciones que contenían diferentes niveles de estiércol de gallinas ponedoras.

Los mayores valores de incremento en peso logrados durante el desarrollo de las experiencias, corresponden a la dieta control (C) con 1,69 g y a la dieta T_0 con 2,17 g. Sin embargo, no se encontró diferencia significativa entre estos valores y los logrados para cada una de las demás dietas utilizadas (T_{10} = 1,60; T_{20} = 1,68; T_{30} = 1,42 y T_{40} = 1,68).

TABLA II. PESOS PROMEDIOS (GRAMOS) DE JUVENILES DEL CAMARON COMERCIAL *PENAEUS BRASILIENSIS* ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE ESTIERCOL DE GALLINAS PONEDORAS

TIEMPO DE EXPERIENCIA (DIAS)

	$\bar{X}$ 0	$\bar{X}$ 14	d	$\bar{X}$ 29	d	$\bar{X}$ 42	d	$\bar{X}$ 56	d	$\bar{X}$ 70	d	$\bar{X}$ 84	d	$\bar{X}$ 106	d
C	0,70	1,35	0,31	1,35	0,31	1,47	0,30	1,68	0,35	1,96	0,46	2,22	0,52	2,35	0,68
	0,71	1,38	0,35	1,50	0,27	1,55	0,26	1,84	0,28	2,15	0,30	2,32	0,41	4,44	0,32
	0,70	1,36	0,33	1,42	0,30	1,51	0,28	1,76	0,31	2,05	0,38	2,27	0,46	2,39	0,50
T ₀	0,65	1,35	0,32	1,49	0,34	1,56	0,31	1,73	0,37	2,26	0,39	2,58	0,48	2,77	0,58
	0,71	1,53	0,30	1,61	0,34	1,75	0,32	1,85	0,26	2,40	0,32	2,63	0,37	2,90	0,53
	0,66	1,44	0,31	1,55	0,34	1,65	0,34	1,79	0,31	2,33	0,35	2,60	0,42	2,83	0,55
T ₁₀	0,65	1,18	0,34	1,25	0,31	1,35	0,35	1,60	0,41	1,94	0,52	2,18	0,47	2,31	0,56
	0,65	1,48	0,25	1,41	0,27	1,44	0,35	1,56	0,29	1,92	0,34	2,24	0,26	2,19	0,32
	0,65	1,33	0,29	1,33	0,29	1,39	0,35	1,58	0,35	1,93	0,43	2,21	0,49	2,25	0,44
T ₂₀	0,69	1,36	0,26	1,50	0,24	1,15	0,21	1,74	0,33	1,93	0,45	2,15	0,37	2,20	0,15
	0,68	1,35	0,42	1,40	0,41	1,59	0,23	1,76	0,22	2,02	0,20	2,17	0,28	2,52	0,36
	0,68	1,35	0,34	1,45	0,32	1,37	0,22	1,75	0,27	1,97	0,32	2,16	0,32	2,36	0,25
T ₃₀	0,71	1,45	0,30	1,47	0,29	1,37	0,22	1,58	0,29	1,68	0,35	1,80	0,33	1,87	0,61
	0,70	1,29	0,26	1,36	0,36	1,32	0,31	1,52	0,36	1,73	0,43	1,71	0,45	2,38	0,43
	0,70	1,37	0,28	1,41	0,32	1,34	0,26	1,55	0,32	1,70	0,39	1,75	0,39	2,12	0,52
T ₄₀	0,70	1,37	0,24	1,43	0,26	1,46	0,22	1,69	0,24	1,88	0,31	2,08	0,53	2,65	0,44
	0,61	1,29	0,41	1,36	0,33	1,41	0,27	1,53	0,35	1,68	0,40	1,73	0,35	2,01	0,59
	0,65	1,33	0,32	1,39	0,29	1,43	0,24	1,61	0,29	1,78	0,35	1,90	0,44	2,33	0,51

Los valores de porcentaje de incremento en peso obtenidos en los ejemplares, osciló entre 302 y 438% para la dieta T₃₀ y T₀ respectivamente. Mientras que los valores de incremento diario y porcentaje de incremento diario oscilan entre 13,39 y 20,47 y 1,05 y 1,38 respectivamente como se observa en la Tabla III.

La Tabla IV ofrece los valores de sobrevivencia obtenidos para cada una de las réplicas y tratamientos durante los 106 días de experiencias. Los análisis estadísticos realizados permitieron comprobar que no existen diferencias significativas entre los tratamientos para los 0, 14 y 29 días, pero sí entre los otros muestreos.

La Tabla V muestra los datos de biomasa obtenidos para cada una de las réplicas realizadas y los valores promedios obtenidos para cada uno de los tratamientos durante los distintos períodos de muestreo.

Los valores de biomasa obtenidos oscilaron para los 106 días de experiencia entre 14,35 con la dieta T₄₀ y 34,40 g con la dieta control (C) siendo la dieta

TABLA III. INCREMENTO EN PESO TOTAL, PORCENTAJES DE INCREMENTO TOTAL (%), INCREMENTO DIARIO (I. DIA) Y PORCENTAJE DE INCREMENTO DIARIO (%D) OBTENIDOS EN LOS JUVENILES DE *PENAEUS BRASILIENSIS* ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE ESTIERCOL DE GALLINAS PONEDORAS

Tratamiento	Incremento total (gr)	%	Incremento diario (gr)	%D
C	1,69	341	15,94	1,16
T ₀	2,17	428	20,47	1,38
T ₁₀	1,60	346	15,94	1,17
T ₂₀	1,68	347	15,84	1,18
T ₃₀	1,42	302	13,39	1,05
T ₄₀	1,68	358	15,84	1,21

T₃₀ la que mejor biomasa produjo entre las que contenían estiércol (26,45 g).

En la biomasa no se encontraron diferencias significativas entre los tres primeros muestreos realizados

Efectos del estiércol de gallinas sobre el crecimiento y sobrevivencia del camarón comercial

(14, 29 y 42 días) pero a partir de esta fecha, las diferencias de biomasa se hacen estadísticamente significativas (56, 70, 84 y 106 días).

Los valores de oxígeno disuelto, salinidad y temperatura que prevalecieron durante el tiempo de desarrollo de las experiencias oscilaron entre las $3,57 \pm 0,67$ ppm para el oxígeno; $38,70 \pm 0,35$ ppm para la salinidad y $27 \pm 1^\circ\text{C}$ para la temperatura, mientras que

la máxima concentración de amonio detectado fue de 0,117 mg/l en el tratamiento correspondiente a 40% de estiércol (T_{40}).

La Tabla VI ofrece los resultados obtenidos en las pruebas de anova realizados para el crecimiento, sobrevivencia y biomasa de las diferentes réplicas realizadas para cada tratamiento.

TABLA IV. SOBREVIVENCIA ABSOLUTA (Nº) Y PORCENTUAL (%) DE JUVENILES DEL CAMARON *PENAEUS BRASILIENSIS* ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE ESTIERCOL DE GALLINAS PONEDORAS EN ACUARIOS EXPERIMENTALES DURANTE 106 DIAS.

TIEMPO DE EXPERIENCIAS (DIAS)

		0		14		29		42		56		70		84		106	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
C	I	20	100	20	100	18	90,0	18	90,0	17	85,0	16	80,0	16	80,0	15	75,0
	II	20	100	20	100	19	95,0	18	90,0	17	85,0	15	75,0	15	75,0	15	75,0
	I+II	40	100	40	100	37	92,5	36	90,0	34	85,0	31	77,5	31	77,5	30	75,0
T_0	I	20	100	20	100	15	75,0	15	75,0	11	55,0	10	50,0	8	40,0	7	35,0
	II	20	100	20	100	16	80,0	16	80,0	9	45,0	9	45,0	9	45,0	9	45,0
	I+II	40	100	40	100	31	77,5	31	77,5	20	50,0	19	45,5	17	42,5	16	40,0
T_{10}	I	20	100	20	100	20	100,0	16	80,0	13	65,0	11	55,0	9	45,0	9	45,0
	II	20	100	20	100	18	90,0	17	85,0	12	60,0	10	50,0	10	50,0	9	45,0
	I+II	40	100	40	100	38	95,0	33	82,5	25	62,5	21	52,5	19	47,5	18	45,0
T_{20}	I	20	100	20	100	14	70,0	13	65,0	10	50,0	7	35,0	6	30,0	6	30,0
	II	20	100	20	100	18	90,0	14	70,0	12	60,0	10	50,0	9	45,0	9	45,0
	I+II	40	100	40	100	32	80,0	27	67,5	22	55,0	17	42,5	15	37,5	15	37,5
T_{30}	I	20	100	20	100	19	95,0	15	75,0	15	75,0	13	65,0	13	65,0	13	65,0
	II	20	100	20	100	16	80,0	15	75,0	13	65,0	13	65,0	12	60,0	12	60,0
	I+II	40	100	40	100	35	90,0	30	75,0	28	70,0	26	65,0	25	62,5	25	62,5
T_{40}	I	20	100	20	100	20	100,0	17	85,0	13	65,0	12	60,0	5	25,0	4	20,0
	II	20	100	20	100	17	85,0	16	80,0	15	75,0	15	75,0	11	55,0	9	45,0
	I+II	40	100	40	100	37	92,5	33	82,5	28	70,0	27	67,5	16	40,0	13	32,5

DISCUSION

Para la realización del presente trabajo se elaboraron dietas utilizando ingredientes de origen animal y de origen vegetal, predominando estos últimos que poseen un inadecuado contenido de aminoácidos esenciales y dependiendo los organismos en cultivo de suplementación de proteína animal para lograr un adecuado crecimiento.

Entre los beneficios de la utilización de las heces en la producción acuícola está la estimulación del desarrollo del fitoplancton. Asimismo, las heces de gallinas ponedoras, aunque son de composición química variable, principalmente en lo que a contenido proteico se refiere (FLEGAL, SHEPPARD & DORN, 1972), son de bajo porcentaje de humedad (10%) y ricas en calcio (8,8%) y fósforo (2,5%), factores básicos en el crecimiento y formación del exoesqueleto de los camarones.

TABLA V. BIOMASA (G) DE JUVENILES DEL CAMARON *PENAEUS BRASILIENSIS* ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE ESTIERCOL DE GALLINAS PONEDORAS

TIEMPO DE EXPERIENCIAS (DIAS)

Tratamientos	0	14	29	42	56	70	84	106
C	I	14,05	27,22	24,40	26,50	28,60	31,40	35,20
	II	14,10	27,20	28,50	28,00	31,30	32,30	34,20
	I+II	28,15	54,90	52,90	54,50	59,90	63,70	69,40
T ₀	I	12,45	35,10	22,30	23,50	19,10	22,60	23,30
	II	14,15	29,29	25,80	28,00	16,70	21,60	23,70
	I+II	26,60	65,00	48,10	51,50	35,60	44,20	47,00
T ₁₀	I	12,90	25,00	26,00	21,60	20,90	21,30	19,30
	II	13,20	29,20	25,30	24,50	18,80	19,20	22,40
	I+II	26,10	54,20	51,30	46,10	39,70	40,50	41,70
T ₂₀	I	13,70	27,50	21,00	19,70	17,40	13,50	12,90
	II	13,50	27,20	25,80	22,30	21,20	20,20	19,60
	I+II	27,20	54,70	46,80	42,00	36,60	33,70	32,50
T ₃₀	I	14,30	29,00	28,00	20,60	23,70	21,80	23,50
	II	13,90	25,70	21,70	19,90	19,80	22,50	20,60
	I+II	28,20	54,70	49,70	40,50	43,50	44,30	44,10
T ₄₀	I	13,90	27,60	28,60	24,90	22,00	22,50	10,40
	II	12,20	26,50	23,10	22,50	23,00	25,20	19,10
	I+II	26,10	54,10	51,70	47,40	45,00	47,70	29,50

TABLA VI. ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA LOS DATOS DE CRECIMIENTO EN PESO (A), SOBREVIVENCIA (B) Y BIOMASA (C) DEL CAMARON COMERCIAL *PENAEUS BRASILIENSIS* ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE ESTIERCOL DE GALLINAS PONEDORAS

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc
"A"	Dietas	5	1,7	0,3
	Muestras	7	27,2	3,9
	D X T	35	2,3	0,1
	Error	48	3,0	0,1
	TOTAL	95	34,2	
"B"	Dietas	5	5.145,8	1.029,2
	Muestras	7	36.265,5	5.180,8
	D X T	35	4.487,5	128,2
	Error	48	2.125,0	44,3
	TOTAL	95	48.024,0	

"C"	Dietas	5	774,7	154,9	21,26
	Muestras	7	1.439,0	205,6	28,70
	D X T	35	838,2	23,9	3,30
	Error	48	343,9	7,2	
	TOTAL	95	3.395,7		

El uso del estiércol para reemplazar parte del suplemento alimenticio, permitió un aumento del peso y conservación de la sobrevivencia de los ejemplares, lo que se transforma en un aumento de la biomasa.

CRECIMIENTO

El crecimiento en peso de los ejemplares utilizados para el desarrollo de estas experiencias no fue afectado significativamente por los diferentes niveles de estiércol utilizados en la elaboración de las dietas. A excepción de la dieta con 30% de estiércol se observa que existió

un aumento en el peso total de los ejemplares a medida que se aumenta el porcentaje de estiércol incorporado a la dieta. Sin embargo, los crecimientos logrados aun cuando sobrepasa a los crecimientos obtenidos con la trucharina (341% de incremento total) no llegan a alcanzar al obtenido con la dieta control (428% de incremento total) de quien difieren significativamente.

Los incrementos en peso diario obtenidos en el desarrollo de las experiencias variaron entre un 1,05% para la dieta T_{30} y 1,38% para la dieta control T_0 y, como es de esperarse, su comportamiento general fue similar al descrito para el incremento total en peso.

El análisis de varianza realizado para los 106 días de experiencia (Tabla VI) y los tratamientos estudiados no presentaron diferencias significativas entre sí ($C = 2,39$; $T_0 = 2,38$; $T_{10} = 2,25$; $T_{20} = 2,36$; $T_{30} = 2,12$ y $T_{40} = 2,33$) para el incremento en peso de los ejemplares.

SOBREVIVENCIA

El efecto de los diferentes niveles de estiércol sobre la sobrevivencia de los ejemplares sometidos a cultivo se encontró diferente significativamente a partir de los 29 y 42 días de experiencia y se mantiene a lo largo de toda la experiencia.

La sobrevivencia obtenida con la dieta control (C) a los 106 días de experiencias fue de 75%, superando

a todos los otros tratamientos estudiados. La dieta con 30% de estiércol (T_{30}) logró una sobrevivencia promedio de 62,5% y supera estadísticamente ($P \leq 0,05$) a todas las otras dietas ($T_0 = 40\%$; $T_{10} = 45\%$, $T_{20} = 37,5\%$ y $T_{40} = 32,5\%$). Sin embargo, la principal causa de mortalidad proviene de la trucharina utilizada como elemento base en la elaboración de las dietas ya que, como cita ROBAINA (1980), ésta debe ser descartada para ser utilizada en experiencias de larga duración por las altas mortalidades que produce, tanto en peces como en camarones.

El análisis de varianza realizado para evaluar el efecto de los diferentes niveles de estiércol en la sobrevivencia del camarón *P. brasiliensis*, se observa en la Tabla VI. Aun cuando la prueba Duncan realizada a estos datos (Tabla VII) señala que la réplica A y B de la dieta T_{30} se comportan estadísticamente diferentes, las observaciones realizadas y una prueba t-student, confirman lo contrario, lo que podría deberse a la bondad de cada uno de los métodos estadísticos utilizados.

BIOMASA

El aumento de la biomasa observado en las experiencias desarrolladas, mostró diferencias significativas entre los tratamientos utilizados, según se pudo observar a partir de la prueba de anova realizada.

Para los 106 días de experiencia, el tratamiento control ($C = 69,40$) y la dieta con 30% de estiércol

TABLA VII. PRUEBAS DE DUNCAN REALIZADAS PARA DETECTAR LAS DIFERENCIAS EXISTENTES EN LAS DIETAS PARA SOBREVIVENCIA (A) Y BIOMASA (B)

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
"A"	40a	20a	0a	0b	10a	10b	20b	40b	30b	30a	Ca	Cb
	A						B					
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
"B"	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
	40a	20a	40a	0a	10b	10a	20b	30a	0b	30b	Cb	Ca
	A						B					

($T_{30} = 52,90$) superan significativamente ($P \leq 0,05$) a los demás tratamientos ($T_0 = 45,50$; $T_{10} = 40,50$; $T_{20} = 35,90$; $T_{40} = 28,70$). El aumento de biomasa observado en estos dos tratamientos, corresponde más a un aumento en la sobrevivencia de los ejemplares, que a un aumento en el peso de los ejemplares, crecimiento este que se comprobó como no significativo para las diferentes dietas.

Las pruebas de Duncan realizadas para diferenciar el comportamiento de cada uno de los tratamientos utilizados (Tabla VII) nuevamente indican que la réplica A y B de la dieta T_{30} difieren significativamente entre sí, siendo sus valores muy semejantes.

ALLEN & HEPHER (1976) señalan que es posible que los nutrientes provenientes de aguas de desagües pueden ser aprovechados por los crustáceos cultivados, como lo hacen los anfípodos para producir su quitina, ya que los residuos hacen aumentar los organismos fotosintéticos que pueden remover el nitrato debido a la competencia y alta productividad. Así, alta productividad de invertebrados en tanques que reciben altos niveles de fertilizantes corresponden a altos niveles de remoción de nitratos.

BHATTACHARYA & TAYLOR (1975), aseguran que muchos organismos patógenos como bacterias, virus y hongos son capaces de desarrollar enfermedades en los humanos, pero, aunque no se ha negado que una gran concentración de heces puede representar un obstáculo para los peces durante los primeros días de aplicación como lo reportan DE CLERCK, VAN DE VELDE & VYNCKE (1973). En peces comerciales y camarones no se han encontrado efectos negativos, ni ninguna influencia en la calidad de los ejemplares cultivados. Quizás, como señala DE CLERCK, VAN DE VELDE & VYNCKE (1973), debido a que el estiércol como alimento no se queda en la superficie del agua, sino que se hunde rápidamente y se dispersa por los movimientos de aireación y corriente de agua y sólo pequeñas partículas inertes precipitan, sin producir ningún efecto negativo en la población de camarones, ni alterar su calidad organoléptica y química, elementos éstos que según ALLEN & HEPHER (1976) son comunes en este tipo de experiencia.

Igualmente ALLEN & HEPHER (1976), señalan que para que el uso de residuos sea fructífero, es necesario disponer de información de la dinámica físico-

química del medio ambiente de los estanques en relación a las necesidades fisiológicas de la especie cultivada, técnicas de manejo de los estanques y función de las algas. Señalando además, que las mayores concentraciones de amonio corresponden también a las mayores concentraciones de residuos haciéndose entonces también necesario conocer el grado de tolerancia al amonio para la especie en estudio.

Debido, quizás, al sistema de circulación continua utilizado que permite la constante renovación del agua, la oxigenación y la eliminación de sustancias tóxicas, en este ensayo se encontraron niveles de amonio de 0,0117 mg/litro, inferiores a los reportados por WICKINS (1976) en estudios realizados con *Penaeus japonicus*, *P. occidentalis*, *P. schmitti*, *P. semisulcatus* y *P. setiferus* que poseen rangos de tolerancia al amonio bastante diferentes y una concentración de 0,22 a 0,69 mg de NH_3 n/L puede reducir el crecimiento en un 50%. Evitando además los obstáculos observados por SCHROEDER & HEPHER (1976) durante el desarrollo de las experiencias con peces, quienes destacan que altas mortalidades encontradas se deben a la presencia de sustancias tóxicas en el agua, bajos niveles de oxigenación en los estanques y un inadecuado intercambio de agua en el sistema.

REFERENCIAS

- ALLEN, G. H. & B. HEPHER. 1976. Recycling of wastes through Aquaculture and Constraints to Wider application. In: *Advances in Aquaculture*. F. A. O. (Fishing News Books LTD): 478-487.
- BEHREND, L. L., J. J. MADDOX, C. E. MADEWELL & R. S. PILE. 1980. Comparison of two methods of using liquid swine manure as an organic fertilizer in the production of filterfeeding fish. *Aquaculture* 20: 147-153.
- BHATTACHARYA, A. N. & J. C. TAYLOR. 1975. Recycling animal waste as a feedstuff: A review. *J. Animal Sci.* 41 (5): 1438-1457.
- BUCK, D. H., R. J. BAUR & C. R. ROSE. 1976. Experiments in recycling swine manure in fishponds. In: *Advances in Aquaculture*. F. A. O. (Fishing News Books LTD): 489-492.
- DE CLERCK, R., J. VAN DE VELDE & W. VYNCKE. 1973. On the effects of dumped organic industrial waste deriving from the production of proteolytic enzymes on density, distribution and quality of fish and shrimps. *Aquaculture* 2: 323-335.

Efectos del estiércol de gallinas sobre el crecimiento y sobrevivencia del camarón comercial

- EDWARDS, P. 1980. A review of recycling organic wastes in to fish, with emphasis on the tropics. *Ibid.*, 21: 261-279.
- FLEGAL, C. J., C. C. SHEPPARD & D. A. DORN. 1972. The effect of continuous recycling and storage on nutrient quality of dehydrated poultry waste. *Proc. Cornell Agr. Waste Manage. Conf.* p. 245.
- HEPHER, B. 1962. Primary production in fish ponds and its application to fertilization experiments. *Limnol & Oceanogr.* 7 (2): 131-136.
- KOHLER, C. C. & F. A. PAGAN-FONT. 1978. Evaluations on rum distillation wastes Pharmaceutical wastes and chicken feed for rearing *Tilapia aurea* in Puerto Rico. *Aquaculture* 14: 339-347.
- MANN, R. 1978. Growth of *Mytilus edulis* L. in a waste recycling aquaculture system. *Ibid.*, 13: 351-354.
- MOAV, R., G. WOHLFARTH, G. L. SCHROEDER, G. HULATA & H. BARASH. 1977. Intensive polyculture of fish in freshwater ponds. I substitution of expensive feeds by liquid cow manure. *Ibid.*, 10: 25-43.
- ROBAINA, G. 1980. Efectos de la salinidad y la temperatura en la sobrevivencia y ritmo de crecimiento de juveniles del camarón *Penaeus (Farfantepenaeus) brasiliensis* Latreille (Crustacea: Decapoda Penaeidae) en condiciones controladas de laboratorio. Universidad de Oriente, Sucre. 91 pp.
- SCHROEDER, G. & B. HEPHER. 1976. Use of Agricultural and Urban wastes in fish Culture. In: *Advances in Aquaculture*. FAO. (Fishing News Books LTD): 487-489.
- SHAW, P. C. & K. K. MARK. 1980. Chironomid farming of recycling farm manure and potentially reducing water pollution in Hong Kong. *Aquaculture* 21: 155-163.
- WICKINS, F. J. 1976. Prawn biology and culture. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 14: 435-507.

(Manuscrito recibido el 13 de enero de 1983).

CONDICIONES HIDROQUIMICAS EN LAS AGUAS SUPERFICIALES DE LA CUENCA TUY-CARIACO

ANGEL J. GARCÍA G., JAIME BONILLA R. & JOSÉ BENÍTEZ ALVAREZ

Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela

RESUMEN: En este estudio se describen las condiciones hidroquímicas de las aguas comprendidas entre las capas de 0 a 100 m de profundidad, en 26 estaciones de la cuenca Tuy-Cariaco, con el fin de aportar un conocimiento más actualizado de las características ambientales del área de la presente investigación. Las observaciones hidroquímicas que sirven de base al presente trabajo se efectuaron durante los cruceros realizados por el Departamento de Oceanografía Química, del Instituto Oceanográfico de la Universidad de Oriente, a bordo del B/I Guaiquerí II; del 14 al 18 de junio de 1982 (época de transición), del 22 al 26 de noviembre del mismo año (época de lluvia) y del 21 al 26 de febrero de 1983 (época de sequía). Se encontró que las condiciones hidroquímicas de la cuenca Tuy-Cariaco presentan características similares a las encontradas en años anteriores. Es un fenómeno destacable la presencia de surgencia en la zona costera durante los meses de mayor intensidad de los Vientos Alisios (junio y febrero). En noviembre se nota una disminución apreciable de la surgencia, aunque se observan valores altos en ciertas zonas de la región costera, quizás producidos por una alta tasa de remineralización de la materia orgánica, favorecida por las altas temperaturas y débil difusión. En junio se observa en la capa de 20 m la posible acumulación de aguas superficiales a nivel de la estación E-14 y un ascenso de las aguas subsuperficiales alrededor de la estación E-17. En febrero se presenta un fenómeno semejante al anterior, pero con ascenso del agua en la estación E-14 y hundimiento en la estación E-17. Se aprecian salinidades relativamente bajas, al Noroeste de la Isla de Margarita en los tres meses de estudio, suponiéndose que estas aguas de relativa baja salinidad (36,20 a 36,40‰) provengan de los ríos de Sudamérica.

ABSTRACT: With the object to contribute to a more recent knowledge on the environmental characteristic of the Tuy-Cariaco basin, hydrochemical conditions of the water column between 0-100 m deep in 26 stations are described in the present study. Hydrochemical observations, which serve the basis of the present study, were made during 3 cruises on board R/V Guaiquerí II between 14-18 June, 1982 (transition period); between 22-26 November, 1982 (rainy season) and between 21-26 February, 1983 (dry season). It was found that hydrochemical conditions in the Tuy-Cariaco basin show characteristics similar to the preceding years. A notable phenomenon is the presence of upwelling in the coastal zone during the months of greater intensity of Trade Winds (June-February). In November, an appreciable decrease in the upwelling was noted, although high values in certain coastal zones were observed, perhaps produced by a high rate of remineralization of the organic material favored by high temperatures and weak diffusion. In June it was observed in the 20 m layer, a possible accumulation of surface waters in the station E-14 and a rise of the subsurface waters around the station E-17. In February a similar phenomenon was observed, but with a rising of the waters in station E-14 and a sinking in station E-17. Relatively low salinity values were observed to the northwest of Margarita Island in the 3 months of study. It is presumed that the waters of relatively low salinity (36.20 - 36.40‰) come from the South American rivers.

INTRODUCCION

Las condiciones oceanográficas, en especial las propiedades físicas y químicas de las aguas de la región Nororiental de Venezuela, han sido estudiadas por di-

versos investigadores; se pueden citar entre otros a RICHARDS & VACCARO (1956) quienes reportan condiciones anaeróbicas por debajo de los 375 m de profundidad en la Fosa de Cariaco. RICHARDS (1960) estudia las características químicas e hidrográficas a lo

largo de la costa Caribe de Venezuela en las que incluye la Fosa y el Golfo de Cariaco; estima que la surgencia es la principal fuente de nutrientes en la zona fótica, la cual, según explica, es la causa de la alta producción biológica en la región. Determina la producción primaria en base a la fijación de fosfato en las aguas de surgencia costera al Norte de Puerto La Cruz, encontrando que ésta es de $0,14 \text{ grC/m}^2/\text{día}$. Por el mismo método determina la producción en el Golfo de Cariaco la que dice alcanza de $2,8$ a $5,7 \text{ grC/m}^2/\text{día}$. FUKUOKA (1965) observa también la surgencia costera cerca de Venezuela y basándose en datos obtenidos en un período de 2 años, concluye que las variaciones de los movimientos ascendentes de las aguas corresponden al sistema de vientos en el área. FUKUOKA (1966) continúa el estudio de la surgencia costera de Venezuela tomando en cuenta ciertas periodicidades de las condiciones hidrográficas y propone el estudio de posibles periodicidades en la Fosa de Cariaco como son: mareas, temperatura del agua y presión del aire. BALLESTER (1969) menciona la ausencia de oxígeno en los niveles profundos de la Fosa de Cariaco como su carácter más destacado y señala que esto es la consecuencia de una gran actividad bacteriana que se produce a expensas de la energía aportada por las poblaciones fotosintetizadoras de los niveles fóticos; en relación a los nutrientes señala el fuerte carácter estacional en su distribución comparando los valores integrados de la clorofila *a* en la zona iluminada en una época de vientos fuertes (marzo) y otra de vientos calma (julio y agosto). OKUDA *et al.* (1969) a través de observaciones realizadas desde 1965 hasta 1967 muestran las variaciones mensuales de las condiciones hidrográficas en la Fosa de Cariaco, y encuentran una gran variación estacional de los parámetros solamente entre la superficie y los 200 m de profundidad. Los valores extremos observados en los parámetros hidrográficos fueron: baja temperatura, densidad alta y bajo contenido de oxígeno en marzo y condiciones opuestas en octubre. OKUDA & BENÍTEZ (1974) observaron las condiciones hidrográficas de las capas superiores de la Fosa de Cariaco y áreas adyacentes durante la época lluviosa, encontrando que la variación de las condiciones hidrográficas en esta área dependen del cambio de la intensidad de la surgencia y sugieren además un posible intercambio entre el agua superficial (oxigenada) y el agua medio profunda (anóxica). OKUDA *et al.* (1974) estudiaron algunos procesos bioquímicos tales como: nitrificación,

desnitrificación y reducción de sulfatos de la Fosa de Cariaco en abril de 1970, marzo y agosto de 1971 y septiembre de 1972, determinando que el proceso de nitrificación se produce desde la capa superficial a 175 m, con una concentración de oxígeno entre 3,0 y 4,0 ml/l. FEBRES & HERRERA (1975) insinuaron la advección de aguas hacia la Fosa durante el mes de octubre, en la capa de 0 a 30 m estimando que esta advección se produjo esencialmente entre las islas de Margarita y la Tortuga, con entrada menor entre Cabo Codera y la Tortuga. A pesar de las diversas investigaciones que se han efectuado en el área de la Cuenca Tuy-Cariaco, creemos necesario aportar más información acerca de esta región con la finalidad de actualizar el conocimiento de las condiciones hidrográficas y químicas en la Fosa de Cariaco, ya que los trabajos publicados hasta ahora están basados en datos obtenidos hace más de 10 años.

MUESTREO Y METODOS ANALITICOS

Las observaciones hidroquímicas del presente trabajo se efectuaron durante los cruceros realizados por el Departamento de Oceanografía Química del Instituto Oceanográfico de la Universidad de Oriente, a bordo del B/I Guaiquerí II, desde el 14 al 18 de junio de 1982 (época de transición), del 22 al 26 de noviembre del mismo año (época de lluvia) y del 21 al 25 de febrero (época de sequía).

Para ilustrar la distribución vertical de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y nutrientes se tomaron tres perfiles con dirección norte-sur: perfil I (al este), a lo largo de $64^\circ 40' \text{ long W}$, estaciones 11-7; perfil II (centro), a lo largo de $65^\circ 20' \text{ long W}$, estaciones 19-16 y perfil III (oeste), a lo largo de $66^\circ 00' \text{ long W}$, estaciones 26-24.

Se colectaron las muestras en 26 estaciones localizadas en la zona de estudio (Fig. 1 y 2) Cuenca Tuy-Cariaco, comprendida entre la Península de Chacopata en el Estado Sucre y Cabo Codera en el Estado Miranda. Las profundidades de muestreo se ubicaron entre los 0 y 100 m, siguiendo la modalidad establecida internacionalmente y las mediciones oceanográficas se realizaron por métodos estandarizados: el oxígeno disuelto por el método de WINKLER; la salinidad, por conductividad eléctrica utilizando un salinómetro inductivo

marca Plessey Environmental Systems modelo 6230-N y los nutrientes según los métodos descritos por STRIKLAND & PARSONS (1972). El oxígeno disuelto fue medido a bordo inmediatamente después de la recolección de las muestras, mientras que las muestras de agua para los análisis de nutrientes fueron congelados y llevados al laboratorio del Departamento de Oceanografía para sus mediciones posteriores.

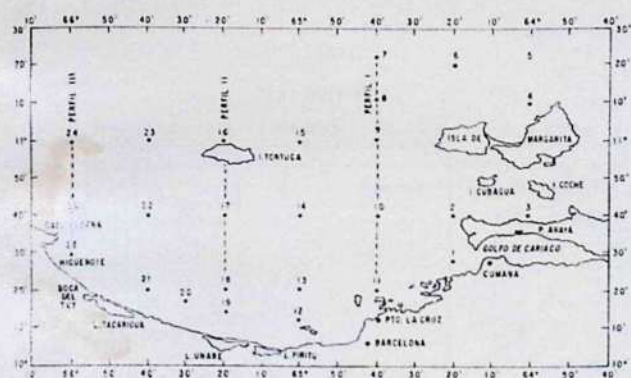


Fig. 1. Mapa del área de estudio mostrando la situación geográfica de las estaciones y perfiles observados.

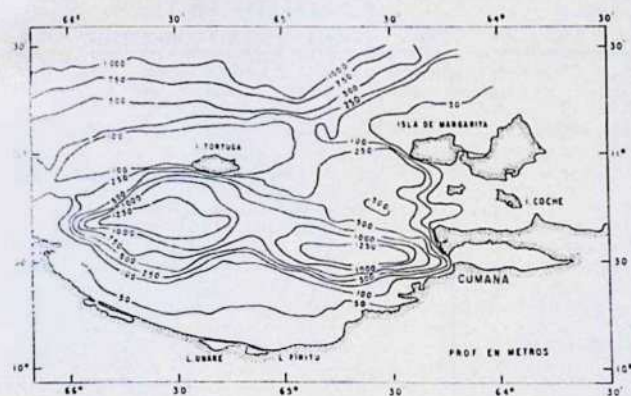


Fig. 2. Mapa batimétrico de la Fosa de Cariaco.

RESULTADOS

DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE LA TEMPERATURA, SALINIDAD Y OXÍGENO

Temperatura

Las aguas por encima de los 100 m de profundidad de la Cuenca Tuy-Cariaco, han sido consideradas por

varios investigadores como las que experimentan los mayores cambios temporales y espaciales, en sus propiedades físicas y químicas debido en gran parte al régimen de los vientos alisios. Estos cambios están relacionados con los procesos de surgencias, ocasionados por los vientos, que con una periodicidad muy marcada se producen en la región Nororiental de las costas venezolanas y que se manifiestan con una bien definida intensidad en los meses de enero a junio de cada año.

En las Figs. 3, 4 y 5 se aprecia durante los meses de junio de 1982 y febrero de 1983 que se presenta en los tres perfiles con dirección norte-sur un indicio de surgencia en las zonas costeras, observándose que la aparición de esta surgencia costera en los tres perfiles, varía estacionalmente.

En el perfil I (Fig. 3) en junio y en febrero, las isotermas de 22 y 23°C se hallan en la capa más superficial (0-10 m) en la estación E-11, cerca de la costa, presentando luego un declive hacia la estación E-7 donde se sitúan por debajo de los 30 m en junio y los 50 m en febrero; en noviembre se evidencia una disminución en el mezclamiento vertical del agua notándose como un rasgo muy particular que en la zona de la estación E-9 del perfil I, y en la estación E-17 del perfil II (Figs. 3 y 4), las isotermas de 25°C en el perfil I y las isotermas de 25 y 26°C en el perfil II se hunden.

La temperatura en el perfil II (Fig. 4) presenta en junio en la estación E-17 la isoterma de 22°C a una profundidad de 20 a 30 m, mientras que en febrero, en la misma estación, se ubica a 50 m; también las isotermas de 21, 23 y 25°C siguen esta tendencia de descenso o hundimiento.

En el perfil III (Fig. 5) es interesante notar que en la E-25 en junio la isoterma de 22°C, lo mismo que en el perfil II en febrero (Fig. 4), en la E-17, se inclina llegando hasta casi los 75 m de profundidad. En febrero por el contrario en el perfil II, de la E-8 ascienden aguas más frías a los 30 m, siguiendo una distribución similar las isotermas de 21, 23 y 24°C. Una débil mezcla vertical semejante a los otros dos perfiles puede observarse en este perfil en el mes de noviembre. Este fenómeno indica una complejidad del cambio estacional y espacial de las condiciones hidrográficas en el área de estudio. Las características térmicas diferentes en los tres perfiles en estudio muestran aguas más cá-

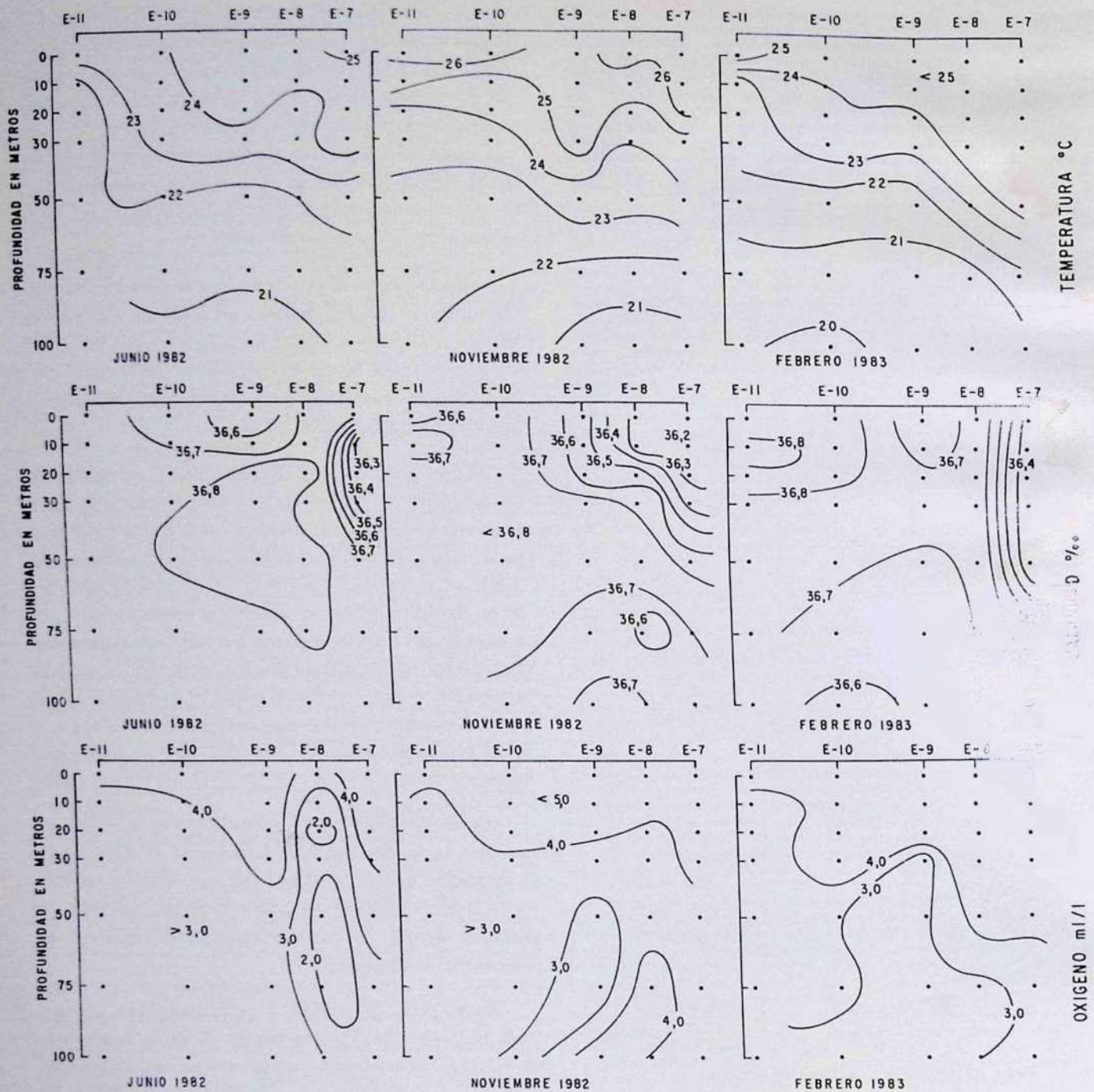


Fig. 3. Distribución vertical de la temperatura, salinidad y oxígeno en el perfil I.

lidas en la región occidental (perfil III) en comparación con la parte central (perfil II) y oriental (perfil I), señalando fenómenos típicos de advección, convergencia o divergencia, los cuales han sido ampliamente investigados por OKUDA *et al.* (1969), FEBRES & HE-

RRERA (1975); también estos autores señalan que los movimientos ascendentes y descendentes de las masas de agua de la fosa, pueden originarse por el transporte a través del borde de la plataforma de Unare.

Condiciones hidroquímicas en las aguas superficiales de la cuenca Tuy-Cariaco

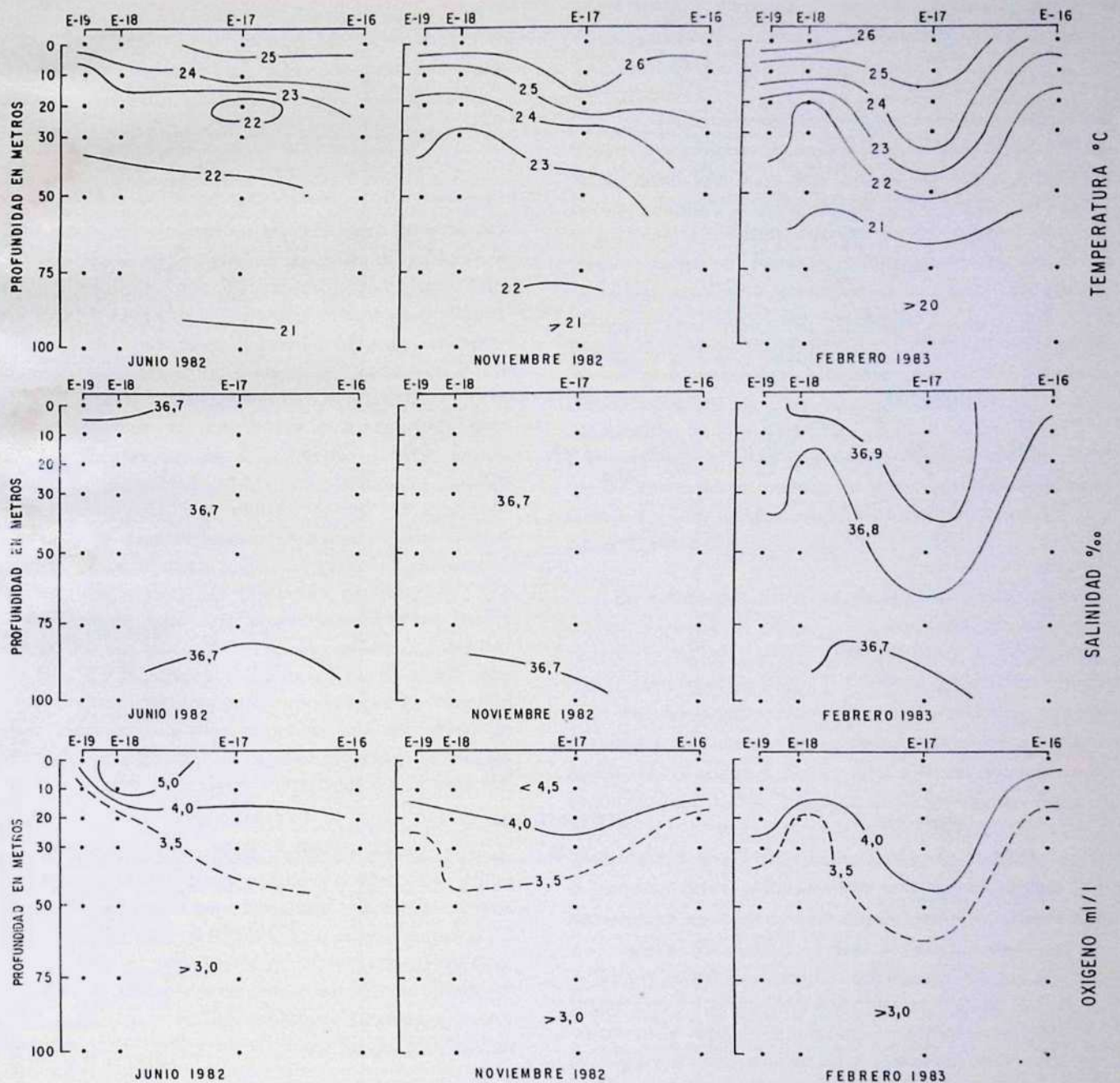
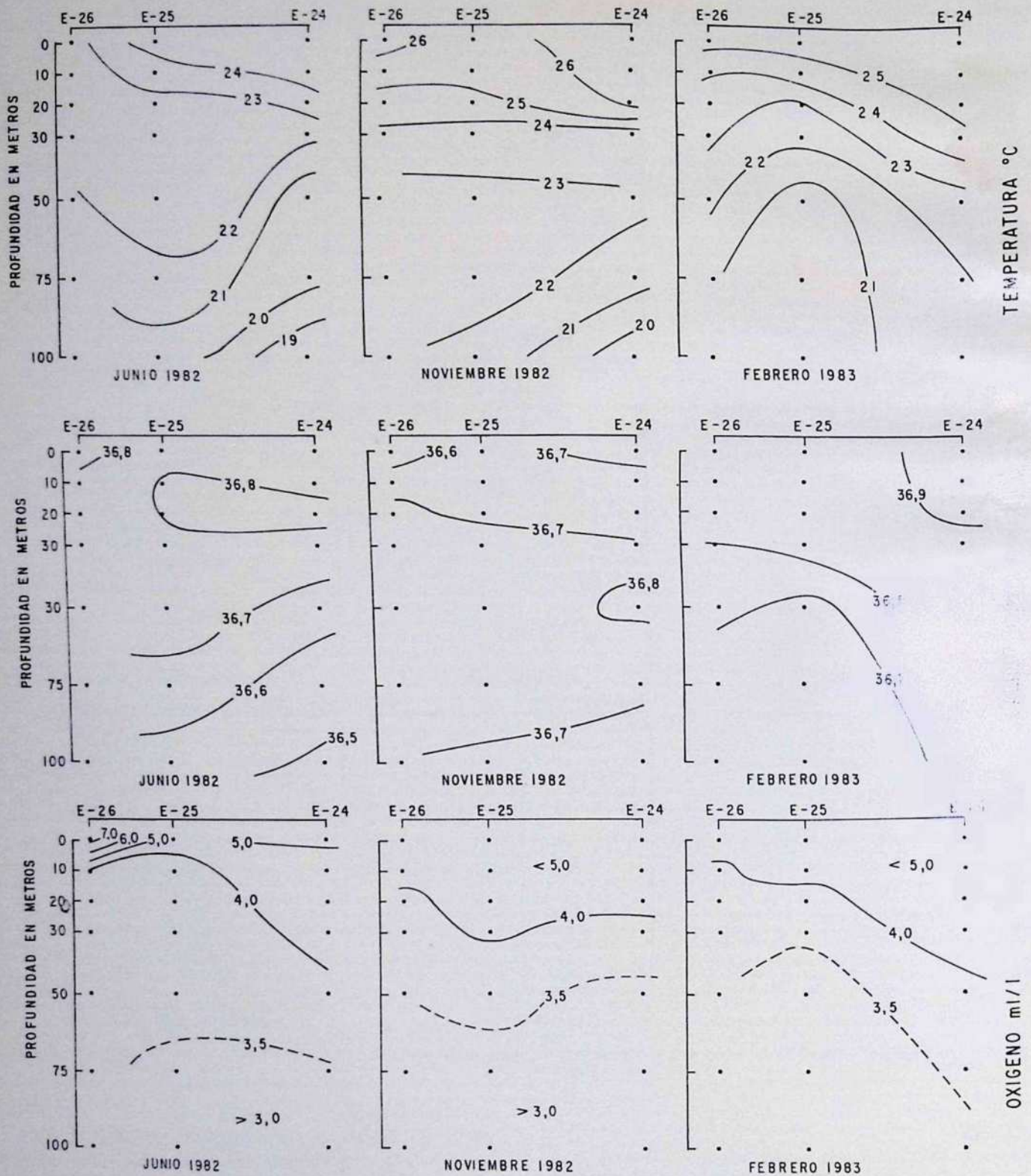


Fig. 4. Distribución vertical de la temperatura, salinidad y oxígeno en el perfil II.

Salinidad

En gran medida la totalidad de las masas de agua del área estudiada, presentan hasta 100 m poca variación en la salinidad, con valores que oscilan de 36,60 a 36,80‰. En los perfiles II (Fig. 4) y III (Fig. 5) esta

propiedad se destaca marcadamente, sin embargo, en el perfil I (Fig. 3) se nota un gradiente que va desde 36,20‰ a 10 m de profundidad a 36,80‰ en la capa intermedia (50-75 m). Este gradiente se presenta entre las estaciones E-7 y E-9 durante las tres épocas de observación. OKUDA & BENÍTEZ (1974) demuestran la



aparición de una baja salinidad en el área Noroeste de la Isla de Margarita, así mismo HERRERA & FEBRES (1975) han reportado estas masas de agua de relativa baja salinidad, 36,20‰ para esta misma área.

Oxígeno

La columna de agua en las estaciones de cada perfil (Figs. 3, 4 y 5), exhibió en todo el período de estudio concentraciones de oxígeno del orden de los 3 a 5 ml/l (Fig. 4), pero como característica importante se pudo apreciar en el perfil I (Fig. 3), en junio, concentraciones de 2 ml/l entre las estaciones E-7 y E-8. Es de hacer notar que OKUDA & BENÍTEZ (1974) también reportan para esta misma zona, concentraciones de oxígeno que van de 3 a 0,8 ml/l dentro de un espesor de solamente 50-75 m, considerando que se debe posiblemente a la mezcla vertical de agua por ascenso de la masa de agua causada por algunas fuerzas externas. En este mes (junio) se observan así mismo los máximos valores del contenido de oxígeno (5 a 7 ml/l) en la capa más superficial (0-10 m) en la estación 26 del perfil III (Fig. 5), próxima a las poblaciones de Higuerote y Carenero, en el estado Miranda. Esta circunstancia parece indicar que los ríos que desembocan en esta zona, propician un alto grado de desarrollo de organismos fotosintetizadores y de allí los elevados valores de oxígeno detectados en la estación E-26.

La distribución vertical de oxígeno pone de manifiesto, al igual que la temperatura, la aparición de una surgencia que alcanza una intensidad apreciable durante los meses de junio y febrero, lo que se demuestra al constatar que en estos meses la mayor parte de las estaciones de la región costera, muestran valores inferiores a los encontrados en las estaciones situadas a mayor distancia de la costa y menor también que noviembre.

DISTRIBUCIÓN VERTICAL DEL NITRÓGENO INORGÁNICO Y FOSFATO

Las concentraciones de nitrógeno inorgánico representadas gráficamente en las Fig. 6, 7 y 8 corresponden a la suma de los nitratos y nitritos.

En el perfil I (Fig. 6) las isopletras de 1,0 y 4,0 $\mu\text{g. at/l}$ de nitrógeno inorgánico descienden desde las

capas de 0 y 20 m en la estación costera a los 50 m de profundidad, a nivel de la estación E-9 en junio y E-10 en febrero.

En noviembre se observan las más altas concentraciones de nitrógeno inorgánico, pero por debajo de los 50 m, notándose a la vez que en las capas superiores a esta profundidad los valores disminuyen hasta presentar concentraciones menores de 1,0 $\mu\text{g. at/l}$. En este mismo perfil, el fosfato, con algunas diferencias, se distribuye en forma semejante al nitrógeno inorgánico tanto en las épocas de transición y lluvia como de sequía. Un rasgo particular del fosfato en este perfil es que se observa ocasionalmente una relativa alta concentración entre los 30 y 50 m de profundidad aproximadamente, en las estaciones E-11 y entre las E-9 y E-8; por debajo de la capa de 50 m en la mayor parte de las estaciones aumenta progresivamente, registrándose a los 100 m concentraciones del orden de los 0,8 $\mu\text{g. at/l}$, entre las estaciones E-9 y E-10.

En general, la distribución vertical de los nutrientes en el perfil II (Fig. 7) no discrepa mucho de lo observado en el perfil I, no obstante, es importante hacer notar que en junio y febrero presenta un contenido de nitrógeno inorgánico más homogéneo que en el perfil I, alcanzando las aguas concentraciones aproximadas de 40 $\mu\text{g. at/l}$. En la zona que corresponde a la fosa (estación E-17) las isopletras de nitrógeno inorgánico de 1,0, 2,0 y 4,0 $\mu\text{g. at/l}$ se hunden ligeramente desde la superficie a las capas subsuperficiales llegando la isopletra de 4 $\mu\text{g. at/l}$ a 50 m de profundidad, en noviembre; en febrero este hundimiento es más fuerte y la isopletra de 4,0 $\mu\text{g. at/l}$ se sitúa muy cerca de los 100 m. Concentraciones de nitrógeno inorgánico que llegan casi al límite de detección del método, se observaron en la capa de 0 a 20 m, en noviembre y febrero. En junio, en esta misma capa el contenido de este nutriente fue un poco mayor. El fosfato presenta las más elevadas concentraciones (0,5 $\mu\text{g. at/l}$) de junio en la estación E-17, a una profundidad de 50 m. En febrero, en la misma estación, los valores de 0,5 $\mu\text{g. at/l}$ se observan a 10 m y en las capas más profundas la concentración de fosfato varía apreciablemente presentando aproximadamente 0,1 $\mu\text{g. at/l}$. El mes de menores concentraciones fue noviembre, oscilando éstas entre 0,1 $\mu\text{g. at/l}$ en la superficie y 0,3 $\mu\text{g. at/l}$ en las aguas profundas.

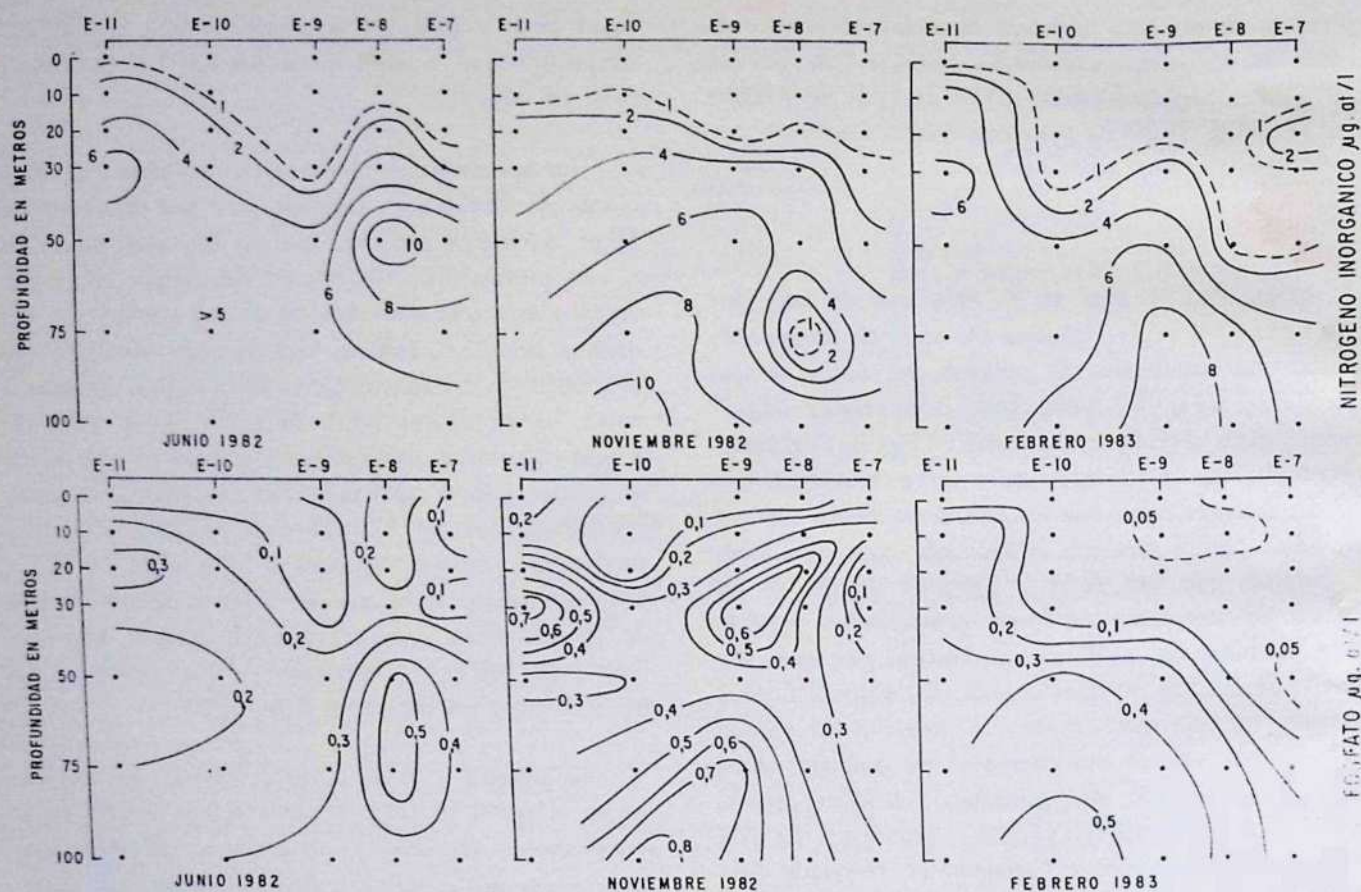


Fig. 6. Distribución vertical del nitrógeno inorgánico y fosfatos en el perfil I.

Verticalmente el nitrógeno inorgánico en el perfil III (Fig. 8) presenta mucha más similitud con el perfil II. En junio, las estaciones costeras exhiben la isopleta de $4,0 \mu\text{g. at/l}$ a 8 m ; en la estación E-24 esta isopleta desciende hasta los 30 m ; sin embargo, las aguas en la mayor extensión de este perfil, muestran concentraciones que van de $4,0$ a $6,0 \mu\text{g. at/l}$. En noviembre, toda la capa de agua comprendida entre 0 y 30 m , muestra concentraciones menores de $2,0 \mu\text{g. at/l}$ desde la estación E-26 (próxima a la costa) a la estación E-24 (mar afuera); en las capas profundas se observan valores de $2,0$ a $8,0 \mu\text{g. at/l}$. En febrero se encuentran concentraciones inferiores a $1,0 \mu\text{g. at/l}$ de los 20 a 50 m aproximadamente y a todo lo largo del perfil; debajo de este nivel las concentraciones de nitrógeno inorgánico aumentan hasta un poco más de $2,0 \mu\text{g. at/l}$. Lo anterior nos lleva a considerar que en general las concentraciones de nitrógeno inorgánico pre-

sentan una notable diferencia entre los tres meses de observación, siendo los valores bastante inferiores en febrero. Aunque las isopletas del fosfato tienen una configuración muy diferente a las del nitrógeno inorgánico, se puede observar que la distribución vertical de ambos nutrientes en sí, presentan ciertas semejanzas. Así, puede verse que en el mes de febrero ambos parámetros muestran sus distribuciones considerablemente homogéneas, tanto horizontal como verticalmente, es decir, se hace más evidente que en la mayor extensión del perfil predominan los valores de fosfato que van de menos $0,1 \mu\text{g. at/l}$ a $0,2 \mu\text{g. at/l}$. En noviembre, lo mismo que el nitrógeno inorgánico, el fósforo muestra valores bajos en las capas superficiales (0 a 30 m), en especial en las estaciones alejadas de la costa; a mayor profundidad se observan altas concentraciones de fosfato alcanzando $0,8 \mu\text{g. at/l}$.

Condiciones hidroquímicas en las aguas superficiales de la cuenca Tuy-Cariaco

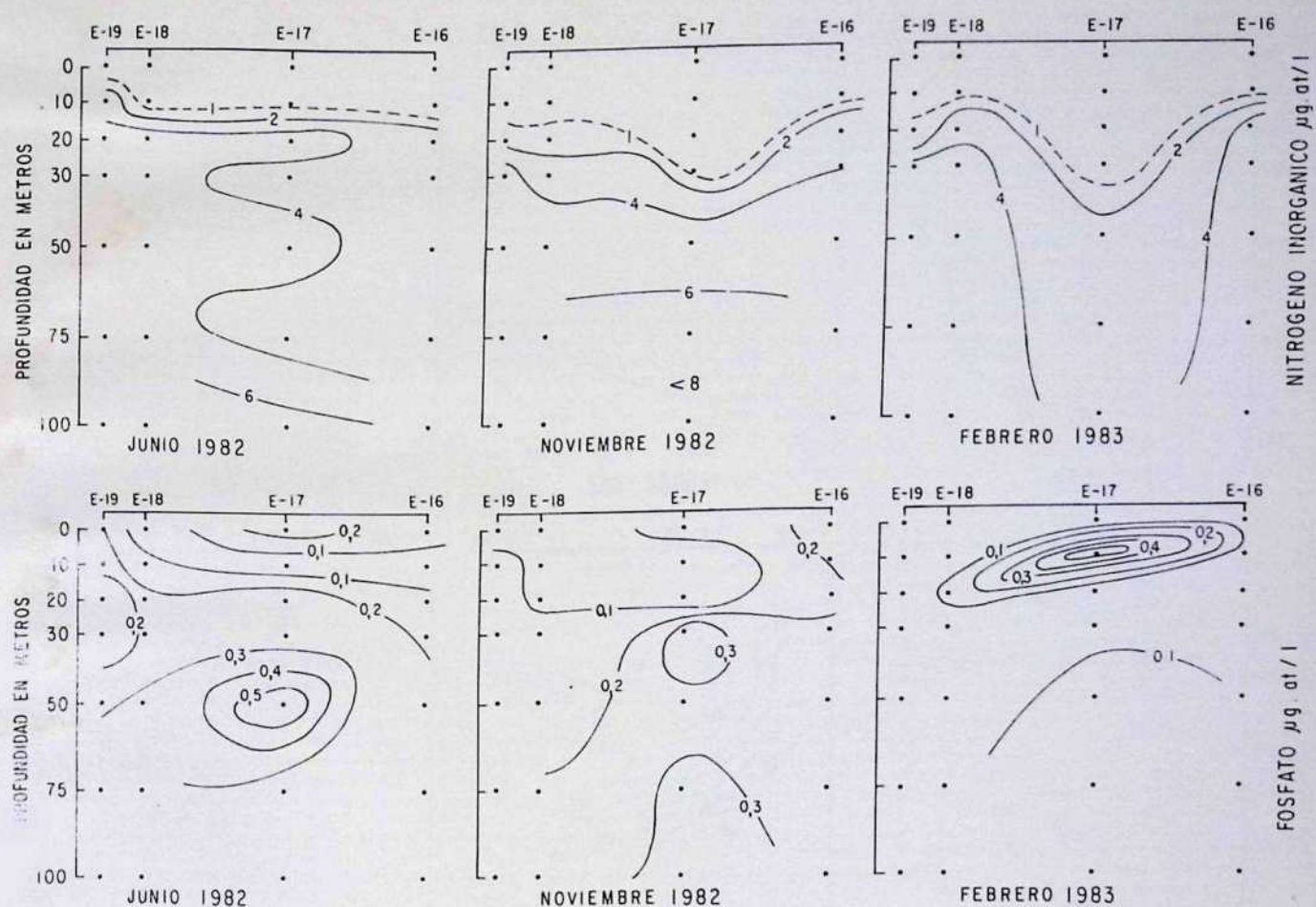


Fig. 7. Distribución vertical de nitrógeno inorgánico y fosfato en el perfil II.

DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL DE LA TEMPERATURA, SALINIDAD Y OXÍGENO

Debido a que este estudio contempla la observación de las condiciones hidroquímicas en las aguas superficiales de la Cuenca del Tuy-Cariaco, comprendidas entre las capas que van de 0 a 100 m de profundidad, se ha seleccionado el nivel de los 20 m para ilustrar la distribución horizontal de los diferentes parámetros considerando que los procesos de diferente naturaleza que se producen en el área son bastante factibles de realizarse en las mejores condiciones de observación y detección, a esta profundidad.

JUNIO 1982

Temperatura

Coincidiendo con lo encontrado en la distribución vertical, se puede notar (Fig. 9) que las isotermas de agua más frías se evidencian claramente en las zonas cercanas a las costas, presentando temperaturas de 22,5°C. Mar afuera y en la región correspondiente a la E-14 se aprecia una posible acumulación de aguas superficiales. Un poco hacia el Oeste y a la misma latitud aparece un domo de agua menos cálida alrededor de la estación E-17; es posible que esto indique el desarrollo o la producción de un proceso de convergencia en el primer caso, y de divergencia en el segundo.

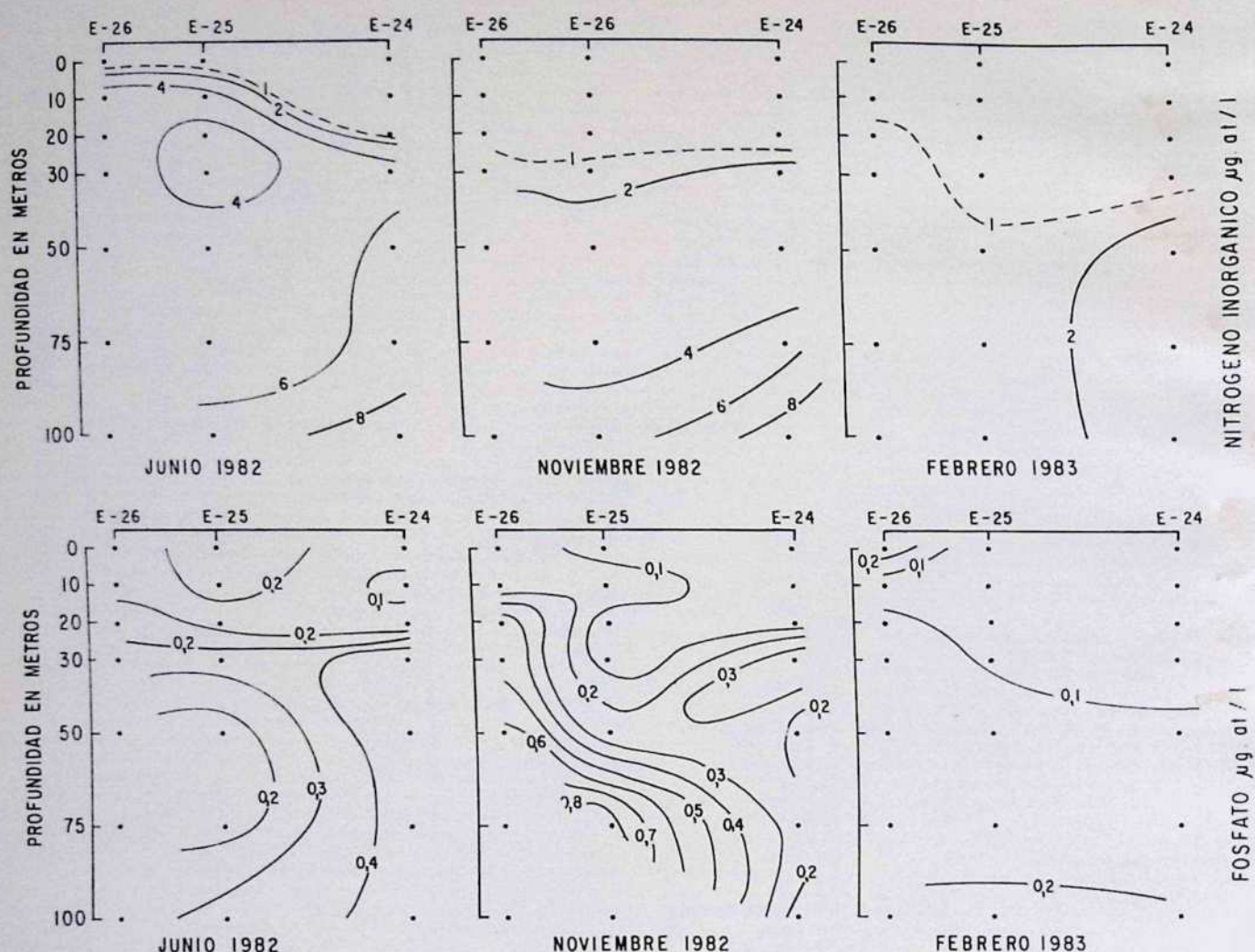


Fig. 8. Distribución vertical del nitrógeno inorgánico en el perfil III.

Salinidad

Las características resaltantes horizontalmente de la salinidad (Fig. 9) son coincidentes con las ya anotadas en la distribución vertical, haciendo especial énfasis en las salinidades relativamente bajas (36,20 a 36,40) que se presentan al Noroeste de la Isla de Margarita.

Oxígeno

Las concentraciones de oxígeno (Fig. 9) son menores en las áreas costeras reflejando así la intensidad de la surgencia.

NOVIEMBRE 1982

Temperatura

El rango de temperatura que se observa en esta capa de los 20 m (Fig. 9) es de 23,5 a 26,0°C y a diferencia de la época anterior se puede notar que a este nivel predominan las temperaturas de 24,0 y 25,0°C. A diferencia del mes de junio, no se observa la acumulación de aguas cálidas en la estación E-14 y las aguas ligeramente frías en la estación E-17.

Condiciones hidroquímicas en las aguas superficiales de la cuenca Tuy-Cariaco

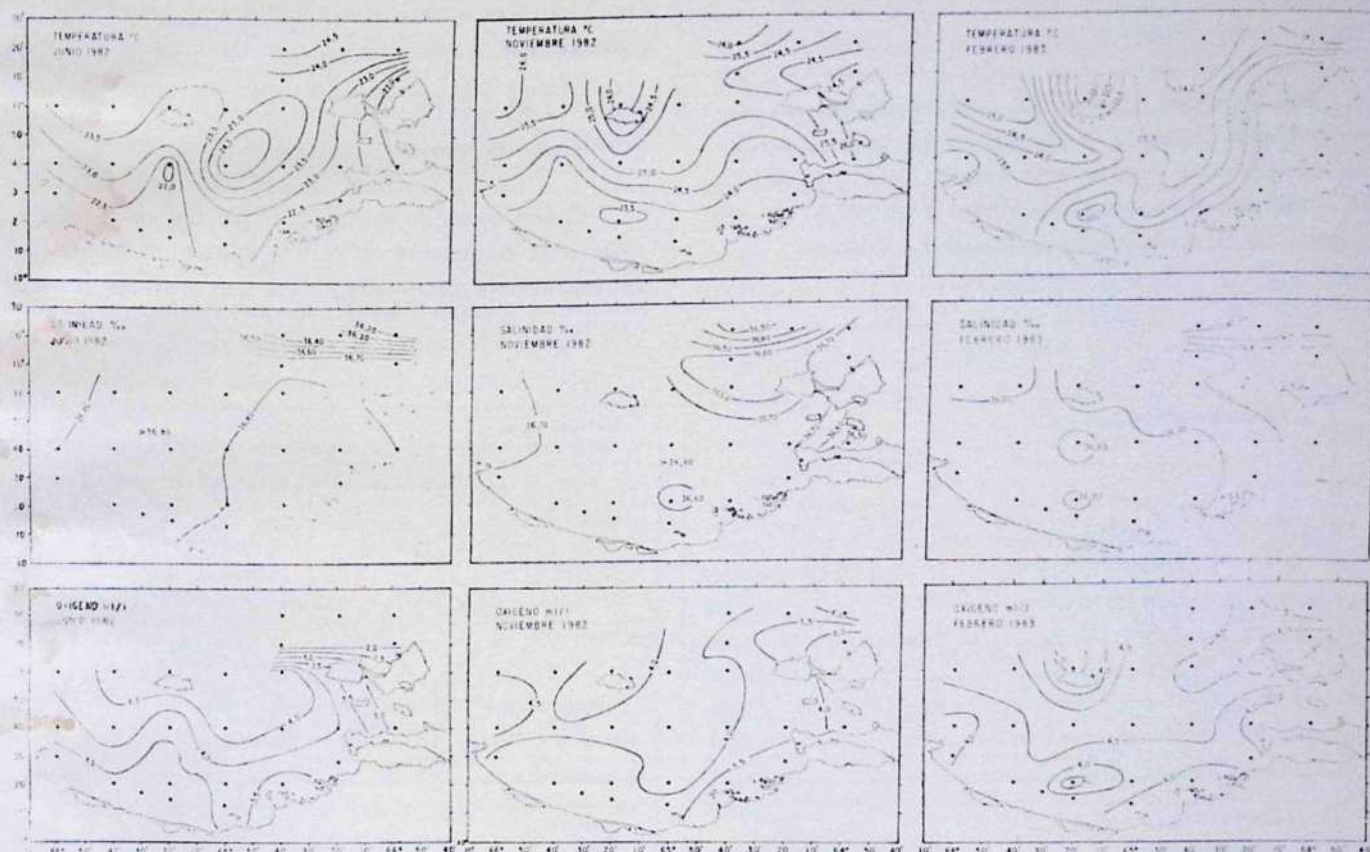


Fig. 9. Distribución horizontal de la temperatura, salinidad y oxígeno en la capa de 20 m.

Salinidad

Igual que la temperatura, registra pocas variaciones, sin embargo, se presenta este mes un fenómeno idéntico a junio, es decir, la presencia de aguas relativamente menos salinas (36,30‰) al Noroeste de la Isla de Margarita.

Oxígeno

Presenta pocas variaciones. Se notan concentraciones de 3,0 a 4,5 ml/l, con valores más bajos en las aguas al Norte de la Isla de Margarita y desde la Península de Araya hasta las proximidades de la Laguna de Píritu.

FEBRERO 1983

Temperatura

La distribución horizontal de la temperatura este mes (Fig. 9) presenta algunos rasgos interesantes en

comparación con los meses anteriores; así encontramos que al contrario del mes de noviembre las aguas vuelven a ser tan frías como en junio, pero a diferencia de éste aparecen aguas más frías (23,5°C) en la región de la estación E-14, en cambio alrededor de la estación E-17 aparecen aguas más cálidas (24,0 a 24,5°C). También se observa que la isoterma de 22,0°C recorre la región Suroriental del área de estudio (a lo largo de la zona costera).

Salinidad

El carácter escasamente variable de la salinidad se mantiene igual que en otras épocas, a pesar de ello, resalta en este mes la aparición de aguas con algunas salinidades de 36,90‰ que no se habían registrado anteriormente, las aguas con salinidades de 36,40‰ aparecen hacia el Noroeste de la Isla de Margarita.

Oxígeno

En las zonas costeras, las concentraciones de oxígeno disuelto son por lo general de 4,0 ml/l. Los valores de 4,5 ml/l abarcan una amplia zona mar adentro. El contenido de oxígeno más bajo (3,5 ml/l) se encuentra en la costa Norte de la Isla La Tortuga.

DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL DEL NITRÓGENO INORGÁNICO Y FOSFATO

JUNIO 1982

Nitrógeno inorgánico

El fenómeno de surgencia imperante en el área, se manifiesta claramente en la distribución horizontal del nitrógeno inorgánico (Fig. 10). Las mayores concen-

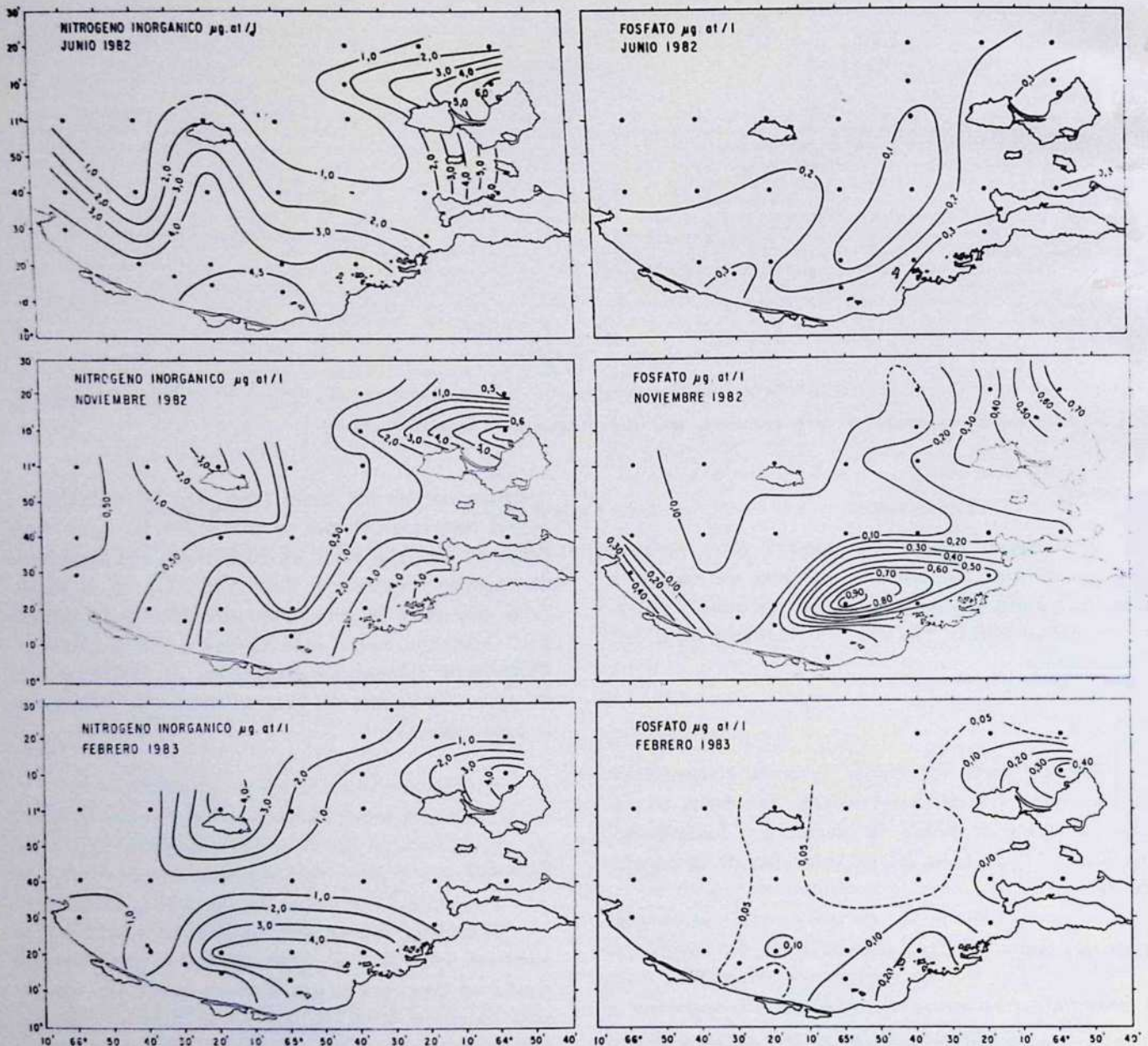


Fig. 10. Distribución horizontal del nitrógeno inorgánico y fosfato en la capa de 20 m.

traciones de este parámetro (5,0 y 6,0 $\mu\text{g.at/l}$) se observan en la parte Este, es decir, la correspondiente a las costas de los estados Nueva Esparta y Sucre.

Fosfato

A través de la distribución del fosfato y del nitrógeno inorgánico (Fig. 10) también son notorios los rasgos característicos de una posible aparición de convergencias y divergencias en la parte central del área de estudio. Los valores del fosfato concuerdan con los del nitrógeno inorgánico, y así encontramos sus concentraciones mayores a lo largo de las zonas costeras y particularmente hacia la región Norte de la Isla de Margarita.

NOVIEMBRE 1982

Nitrógeno inorgánico

En base a lo que hemos observado y descrito anteriormente, la intensidad de la surgencia en el mes de noviembre fue muy débil, no obstante, es interesante hacer notar que se presentan valores significativamente altos al Norte de la Isla de Margarita y entre la Península de Araya y las proximidades de la Laguna de Píritu; estas concentraciones concuerdan con bajos contenidos de oxígeno disuelto en estas mismas zonas. Estos valores aparentemente anómalos para esta época pueden asignarse a una elevada tasa de remineralización especialmente entre la Península de Araya y la Laguna de Píritu favorecida tal vez, por las altas temperaturas y a una posible baja tasa de difusión.

Fosfato

La distribución horizontal de las concentraciones de fosfato guardan gran similitud con las de nitrógeno inorgánico, sin embargo, son más elevados sus valores entre la Península de Araya y la Laguna de Píritu, así como también entre Cabo Codera y la Laguna de Tacarigua; esto vendría a reforzar lo arriba señalado.

FEBRERO 1983

Nitrógeno inorgánico

Si tomamos en cuenta las concentraciones de oxígeno y los valores de temperatura (particularmente

esta última) que se registra en este mes cerca de la costa, podemos considerar que el fenómeno de surgencia característico de la primera mitad del año posee cierta intensidad, como en junio. La distribución de nitrógeno inorgánico concuerda bastante bien con lo postulado arriba, pero se observa que los valores altos de este nutriente (4,0 $\mu\text{g.at/l}$) se presentan más circunscritos en algunas zonas, por ejemplo, en la parte Norte de la Isla de Margarita, la región comprendida dentro de proximidades de la Bahía de Mochima, las cercanías de la Laguna de Píritu y la costa Norte de la Isla de La Tortuga.

Fosfato

Como si existiera alguna diferencia entre los procesos metabólicos del nitrógeno y del fósforo, la distribución horizontal de los concentraciones de fosfato aunque se presentan semejantes al nitrógeno inorgánico en algunas zonas del área de estudio, como son: la parte Norte de la isla de Margarita y las proximidades de la Laguna de Píritu, se encuentran valores muy bajos (0,05 $\mu\text{g.at/l}$) en la mayor parte de la Cuenca Tuy-Cariaco.

DISCUSION

Mediante el análisis de los resultados encontramos que las condiciones hidroquímicas de la Cuenca Tuy-Cariaco, presenta características similares a las encontradas por otros investigadores hace más de una década; así, observamos que en junio de 1982 y en febrero de 1983 se detecta la presencia de surgencia, mejor definida en la parte Suroriental del área de estudio. La periodicidad de este fenómeno es bien conocida y ha sido reportada por muchos investigadores. RICHARDS (1960) señala que el transporte de nutrientes por las surgencias depende de la magnitud del transporte de las aguas superficiales inducido por el viento hacia el Norte. HERRERA & FEBRES (1975) han demostrado el carácter anemogénico de la surgencia; ellos postulan que los vientos alisios que alcanzan celeridades de 4,5 m/s son suficientes para producir el ascenso de las masas de agua en esta región, además añaden que como génesis de este ascenso se puede agregar la velocidad del transporte de las aguas provocadas por el transporte de Ekman, producidas por el efecto friccional del viento

sobre las aguas superficiales. Dicho ascenso ha sido calculado por HERRERA & FEBRES (1975) y estiman que se produce en menos de tres meses, desde profundidades de 70 a 100 m.

Los valores de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, así como los de nitrógeno inorgánico y fosfato encontrados en junio de 1983 y en febrero, en la zona costera, indican que el proceso de surgencia alcanzó para esos meses una magnitud apreciable, pero además los datos también revelan que este fenómeno fue más intenso al Norte de la Isla de Margarita y en esta misma zona aparece agua de relativa baja salinidad ($36,20\text{‰}$). Este tipo de masa de agua fue observada por RICHARDS (1960) quien establece que existe una tendencia general por parte de las salinidades superficiales a decrecer desde la costa al Norte y señala citando a BÖHNECKE (1936) y a PARR (1937, 1938) que esta tendencia se halla claramente expuesta en el atlas Meteor de salinidades y temperatura; agrega que esta distribución es el resultado de surgencias que traen aguas frías y más salinas a lo largo de las costas de Venezuela y que imponiéndose a esta distribución general de la salinidad superficial existen lenguas de agua dulce proveniente del Caribe. También RICHARDS (1960), citando a VAN ANDEL & POSTMA (1954), dice que las aguas de baja salinidad fluyen a lo largo de la costa de Sudamérica y que su origen son los ríos Orinoco y Amazonas. Por otra parte OKUDA & BENÍTEZ (1974) observan salinidades mayores de $37,7\text{‰}$ en la parte Noreste de la Isla de La Tortuga y explican que esta agua se extiende hacia el Sur atravesando el área entre la Isla de Margarita y la Tortuga, reemplazando una masa de agua superficial con temperatura relativamente alta y baja salinidad hacia ambos lados (Este y Oeste). En la distribución horizontal de la salinidad en septiembre de 1972 a 30 m de profundidad, OKUDA & BENÍTEZ (1974) encontraron aguas con salinidades de $36,60$ a $36,30\text{‰}$ al Norte de la Isla de Margarita; esto se corresponde bastante bien con lo obtenido en nuestras observaciones. El origen de esta agua, como lo asevera RICHARDS (1960) y OKUDA & BENÍTEZ (1974), anteriormente citados, serían los ríos de América del Sur. Es de hacer notar, que esta agua de relativa baja salinidad se observó en los tres perfiles tanto en junio y noviembre de 1982 como en febrero de 1983.

Otro fenómeno importante de destacar es que en junio se nota el posible hundimiento de aguas super-

ficiales alrededor de la estación E-14 y un ascenso de aguas subsuperficiales en la región de la estación E-17. Esta particularidad se deduce mejor de la distribución horizontal de la temperatura (Fig. 9), aunque también la distribución de los nutrientes lo confirman. En febrero se nota el mismo fenómeno en forma inversa siendo el hundimiento producido en la estación E-17 y el ascenso del agua subsuperficial en la estación E-14, MARCANO (1984) menciona este mismo fenómeno en los años que corresponden a este estudio explicándolo como producido por la retención de las aguas superiores de las fosas y calentadas por la atmósfera, debido a la presencia de un giro ciclónico en algunas áreas de la fosa, sobre todo en la oriental.

REFERENCIAS

- BALLESTER, A. 1969. Periodicidad en la distribución de nutrientes en la Fosa de Cariaco. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*. 29 (83): 122-141.
- FEBRES, G. & L. E. HERRERA B. 1975. Interpretación dinámica de algunas características oceanográficas de la Fosa de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 14 (1): 3-29.
- FUKUOKA, J. 1965. Coastal upwelling near Venezuela. (1) Year to year change of upwelling. *Ibid.*, 4 (2): 223-227.
- . 1966. Coastal upwelling near Venezuela. (2) Certain periodicities of hydrographical conditions. *Ibid.*, 5 (1-2): 84-95.
- HERRERA, L. E. & G. FEBRES O. 1975. Procesos de surgencia y renovación de aguas en la Fosa de Cariaco, Mar Caribe. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 14 (1): 31-44.
- MARCANO, L. S. 1984. Características termohalinas de las aguas superiores de la Fosa de Cariaco. Trabajo presentado para obtener la categoría de profesor Asociado. Univ. de Oriente.
- OKUDA, T., J. BENÍTEZ & A. J. GARCÍA. 1969. Seasonal variations of hydrographic conditions in the Cariaco Trench. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 8 (1-2): 21-27.
- OKUDA, T. & J. BENÍTEZ. 1974. Condiciones hidrográficas de las capas superiores en la Fosa de Cariaco y áreas adyacentes, durante la época lluviosa. *Ibid.*, 13 (1-2): 147-162.
- OKUDA, T., J. R. BONILLA & A. J. GARCÍA. 1974. Algunas características bioquímicas en el agua de la Fosa de Ca-

Condiciones hidroquímicas en las aguas superficiales de la cuenca Tuy-Cariaco

- riaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 13 (1-2): 163-174.
- RICHARDS, F. A. & R. F. VACCARO. 1956. The Cariaco Trench, an anacrobic basin in the Caribbean Sea. *Deep-Sea Res.* 8: 214-228.
- RICHARDS, F. A. 1960. Chemical and hidrographic observations along the north coast of South America, I. Cabo Tres Puntas-to Curaçao, including the Cariaco Trench and the Gulf of Cariaco. *Ibid.*, 7 (3): 163-182.
- STRICKLAND, J. P. & T. R. PARSONS. 1972. A practical handbook of sea water analysis. *Fisheries Res. Board Canada. Bull.* 167. 310 p.
- (Manuscrito recibido en diciembre de 1983).

DISTRIBUCION DE METALES PESADOS (Fe, Mn, Cu, y Zn) EN SEDIMENTOS SUPERFICIALES DE LA CUENCA TUY-CARIACO

BENITO R. GAMBOA & JAIME BONILLA RUIZ

Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela

RESUMEN: El presente trabajo tiene como objetivo fundamental la determinación y distribución de hierro, manganeso, cobre y cinc en los sedimentos superficiales de la Cuenca Tuy-Cariaco. En general los sedimentos son del tipo arena (arena fina, arena fina arcillosa, arcilla, arcilla limosa y limo). La determinación de los metales fue realizada mediante absorción atómica, previa digestión de las muestras con ácido nítrico 8N. Las concentraciones de hierro oscilaron entre (1166 a 3176 ppm), manganeso (11,6-3888 ppm), cinc (13-100 ppm) y cobre (1,05-26,55 con un promedio de 12,11 ppm). La distribución de estos metales es irregular, con una tendencia a aumentar de concentración desde el área costera hacia la parte noroccidental de la Cuenca. Altas concentraciones de cinc se determinaron desde la Bahía de Barcelona hasta la entrada del Golfo de Cariaco. Los sedimentos reductores de la depresión occidental de la Fosa de Cariaco exhiben concentraciones elevadas de hierro y manganeso. En la depresión oriental de la Fosa de Cariaco se encontraron valores altos de cobre, manganeso y cinc. Los sedimentos costeros muestras contenido elevado de cobre, cinc y manganeso (Est. 26). El tratamiento estadístico no señala correlación entre los metales, indicando un comportamiento independiente.

ABSTRACT: The main object of this paper is to determine the distribution of iron, manganese, copper and zinc in the surface sediments of the Tuy-Cariaco basin. Sediment samples in general were sandy, fine-clayey sand, clay and muddy. Determination of the metals was made by means of atomic absorption and by digesting first the samples in 8N nitric acid. The iron concentration ranged between 1166 and 3.176 ppm; manganese (11.6-3888 ppm), zinc (13-100 ppm); and copper (1.05 and 26.55 ppm with an average of 12.11 ppm). The distribution of these metals is irregular, and tend to increase their concentration from the coastal area to the north western part of the basin. High concentrations of zinc were found from the Barcelona Bay to the entrance of the Cariaco Gulf. The reduced sediments in the western depression of the Cariaco trench showed high concentrations of iron and manganese, while in the eastern depression high values of copper, manganese and zinc were found. The coastal sediments showed high contents of copper, zinc, and manganese. Statistical analysis did not show any correlation among the metals, thus showing an independent behaviour.

INTRODUCCION

El impacto contaminante en los ecosistemas acuáticos debido a la introducción de materiales extraños, especialmente de metales pesados, como resultado de las actividades humanas, industriales y el crecimiento urbano de centros poblados ubicados en áreas costeras, ha venido aumentando en los últimos años. Numerosos investigadores han trabajado en la determinación y distribución de metales pesados: BREWER (1969); TOPPING (1969); RILEY & TAYLOR (1972); CARMODY *et al* (1973); FORSTNER & WITTMAN (1979); AKIRA *et al* (1978) quienes han analizado el grado de

deterioro o degradación a que han sido sometidos los bioecosistemas acuáticos.

En las zonas costeras y estuarinas, la introducción de metales se realiza principalmente a través de las aguas de los ríos, depositándose en la interfase agua-sedimento. Actualmente, son vertidos al ambiente marino por aguas servidas generadas en áreas industriales altamente pobladas, sin un tratamiento adecuado y al entrar en contacto con el medio marino altera sus condiciones naturales y lo degrada.

Dentro de los contaminantes metálicos de cuidado se encuentran el Hg, Pb, Cu y Zn, los cuales revisten

alta peligrosidad debido a su poder tóxico. Elevadas concentraciones de estos metales se han encontrado en el ambiente marino (agua-sedimento-organismos). La determinación de metales en los sedimentos marinos reviste gran importancia debido a que estos elementos pueden ser acumulados en organismos bentónicos donde se ponen de manifiesto sus propiedades tóxicas e inhibitorias que pueden afectar a la cadena trófica. Por otra parte, la posibilidad de que los fondos oceánicos se conviertan en fuente inagotable de minerales, la construcción de puertos e instalaciones fijas en el mar, como consecuencia de las exploraciones y perforaciones petroleras costa afuera y otras labores de interés económico, han contribuido a que el estudio de los sedimentos marinos se haya convertido en una de las partes más importantes de las investigaciones geológicas y oceanográficas. Además de la utilidad económica que pudiera tener el estudio de las características físico-químicas y propiedades biogeoquímicas de los sedimentos marinos, y el conocimiento de los procesos sedimentarios y diagenéticos que los originan y modifican, ayudará a comprender mejor la génesis de los metales y los innumerables fenómenos que ocurren en las interfases aire-agua-sedimentos. Entre los estudios sobre contenido de metales pesados, en los sedimentos marinos, se pueden citar los realizados por: CARMODY *et al* (1973) quienes determinaron niveles de Pb, Ni, Cu y Zn, en la ensenada de Nueva York. CHESTER & STONER (1975) analizaron el contenido de Mn, Fe, Cu, Ni y Zn, en sedimentos del Estuario de Savern en el canal de Bristol. JONES (1973) señaló la concentración de Pb, Cu, Zn y Cd, en sedimentos superficiales de la Bahía de Cardigan (Wales); BISCAYNE (1968); WEIJDEN (1970) estudiaron la distribución de metales pesados en los sedimentos del Océano Atlántico.

En Venezuela, la bibliografía disponible reporta muy pocos trabajos sobre el conocimiento y distribución de metales pesados, señalándose los realizados por GAMBOA & NORIEGA (1978); GAMBOA & BONILLA (1981); RONDÓN & TRILLO (1981); SOSA (1982) y SALAZAR (1983).

El presente trabajo forma parte de un proyecto institucional del estudio Bioecológico de la Cuenca Tuy-Cariaco y el impacto ambiental relacionados con las operaciones de explotación petrolera en el área, y tiene como objetivo fundamental determinar el nivel actual

de concentración de los metales pesados en los sedimentos superficiales del área.

AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra comprendida entre los 63° 42' 30" y los 66° 00' longitud occidental en dirección este-oeste. Se extiende en dirección suroeste-noroeste, desde la depresión de Santa Lucía (Estado Miranda), hasta las islas de Margarita y Coche. El límite norte está delimitado por el paralelo de 11° 00' N. El límite sur es la zona costera de la cordillera de la costa, comprendida entre Cabo Codera y Cumaná, y en las que se encuentran situadas las albuferas de Tacarigua, Unare y Píritu; Golfo de Santa Fe, y bahía de Mochima. La Fosa de Cariaco es la depresión geomorfológica más notable del área Tuy-Cariaco y fue descrita por MALONEY (1976); esta Fosa está formada por dos depresiones de más de 1.340 metros de profundidad, separadas por un umbral que se extiende al sur desde la Isla de la Tortuga.

El área investigada está sometida a la influencia de la corriente de Guayana, que procede del Océano Atlántico, penetra en el Mar Caribe entre Trinidad y Granada; se desplaza paralelamente a la costa Norte de Venezuela, y sus ramales afectan toda la plataforma continental. Las características climatológicas de la zona de estudio corresponden a un clima semi-árido, con un régimen de viento característico, predominantemente del noreste, que determina las condiciones oceanográficas peculiares del área, caracterizadas por la presencia de afloramientos de masas de agua subsuperficiales, y que ocasionan el desplazamiento de agua de baja salinidad lejos de la costa.

RECOLECCION DE MUESTRAS Y METODOS DE ANALISIS

En la Fig. 1, se señala la localización de las estaciones seleccionadas para la recolección del sedimento superficial que sirve de base al presente estudio. Para la obtención de las muestras se utilizó una draga, Kalisco 425-2 Wabo tipo 316.

Los sedimentos se colocaron en bolsas plásticas y conservadas en refrigeración hasta su procesamiento y

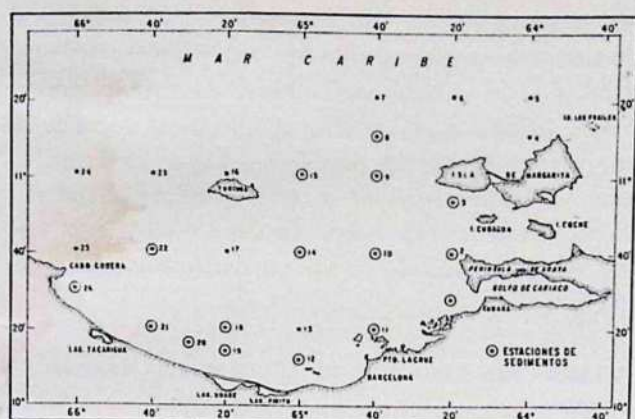


Fig. 1. Área de Estudio y Estaciones de Muestreo.

posterior análisis. En el laboratorio se realizó el secado de los sedimentos mediante liofilización por 72 horas a -50°C (liofilizador Virtris UniTrap, modelo 10-100), y pulverizadas con mortero eléctrico (FISHER). Se pesó $\pm 1,0$ grs. de muestra por duplicado y se sometieron a digestión con ácido nítrico 8N, siguiendo el método propuesto por CARMODY *et al* (1973). La concentración de los elementos trazas (hierro, cobre, manganeso y cinc) fueron determinados por espectrofotometría de absorción atómica, utilizando un espectrofotómetro Perkin-Elmer modelo 403.

RESULTADOS Y DISCUSION

TIPOS DE SEDIMENTOS

En general, los sedimentos superficiales de la Cuenca Tuy-Cariaco son finos y poco calcáreos (arena fina, arena fina arcillosa, arcilla, arcilla limosa y limo), presentando el material sedimentario una coloración verde oliva-oscura y gris. También se observa que el contenido de agua está en relación directa con el tamaño del grano, oscilando entre 26,75-72,63% (Tabla 1). Los fondos arenosos están circunscritos al área de la plataforma de Unare, frente a la desembocadura de los ríos Unare y Tuy (Estaciones 19, 20 y 21) y a zonas donde las corrientes e irregularidades topográficas no permiten la sedimentación del material fino, como ocurre en el área comprendida entre las islas de la Tortuga y Margarita (Estaciones 8, 9 y 15) y en la parte noroccidental de la península de Araya (Estación 2). Los sedimentos limos arcillosos se encuentran distribuidos en el área de la Fosa de Cariaco (Estaciones 10, 14 y 22) y en la cercanía de las Islas de Chimana (Estación 11) y suroeste de la Isla de Margarita.

METALES PESADOS

La concentración de los metales pesados Fe, Cu, Zn y Mn en los sedimentos superficiales de la Cuenca

TABLA 1. ALGUNAS CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS DE LOS SEDIMENTOS SUPERFICIALES

Estación	Tipo de Sedimento	Color	H ₂ O (%)
1	Limo-arcilloso	verde oliva-gris	50,61
2	Arena fina-conchas	gris	27,89
3	Arcilla-limosa	verde-oliva	56,48
8	Arena fina	gris	26,75
9	Limo-arena fina	verde-oliva	36,34
10	Limo-arcilla	verde-oliva oscuro	51,00
11	Arcilla limosa	verde-oliva oscuro	58,14
12	Arcilla limosa	verde-oliva oscuro	46,89
14	Limo	verde oscuro	72,63
15	Arena fina	gris	30,76
18	Arcilla-arenosa	verde oscuro	36,23
19	Arcilla-arena fina-conchas	verde oscuro	39,76
20	Arcilla-arena fina-conchas	verde oscuro	30,04
21	Limo-arcilloso-conchas	verde oscuro	52,16
22	Limo-arcilloso	verde oliva	41,01
26	Arcilla-limosa	verde oscuro	54,76

Tuy-Cariaco son más elevados que las aguas (GAMBOA & BONILLA, en prensa). La distribución de los mencionados metales es bastante variable en toda el área (Fig. 2). Los sedimentos de la estación 26 presentan elevado contenido de Mn, Zn y Cu, y caracterizan el área frente a la desembocadura del Río Tuy. Esta elevada concentración se debe, posiblemente, a los aportes del drenaje continental, acarreado por el Río Tuy. Los sedimentos correspondientes a la estación 22, ubicada en la Cuenca Oeste de la Fosa de Cariaco, se caracterizan por ser limos arcillosos con alto contenido de materia orgánica como una característica de su condición óxido-reductora, y presentan elevadas concentraciones de hierro, manganeso y cinc. Las condiciones anóxicas de la Fosa de Cariaco, con fuerte olor a ácido sulfhídrico (H_2S) en las aguas por debajo de los 350 metros y en los sedimentos constituyen el ambiente propicio para la formación de sulfuros, que evidencia la existencia de un ambiente reductor de los mencionados sedimentos. Concentraciones moderadamente altas de Mn, Zn y Cu se encontra-

ron en los sedimentos de la estación 1, igualmente, se aprecian valores elevados de Mn, Cu y Zn, en las estaciones 10, 11 y 12. Las elevadas concentraciones se pueden atribuir a los posibles aportes de material terrígeno arrastrado por el río Neverí y por las contribuciones de las descargas de las numerosas industrias establecidas en el área de Puerto La Cruz y Barcelona, vertidas en el mencionado río sin un tratamiento adecuado.

DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE LOS METALES TRAZA

Hierro: Las concentraciones de hierro oscilaron entre 1.166,9 y 3.176,5 ppm con un promedio de 1.605,9 ppm que se mantiene aproximadamente constante en toda la zona (Tabla 2). En la Fig. 3 se aprecia una fluctuación especial muy irregular del Fe, con altos valores en el área de la depresión occidental de la Fosa de Cariaco, y con una tendencia a aumentar de concentración hacia la parte occidental de la Cuenca Tuy-Ca-

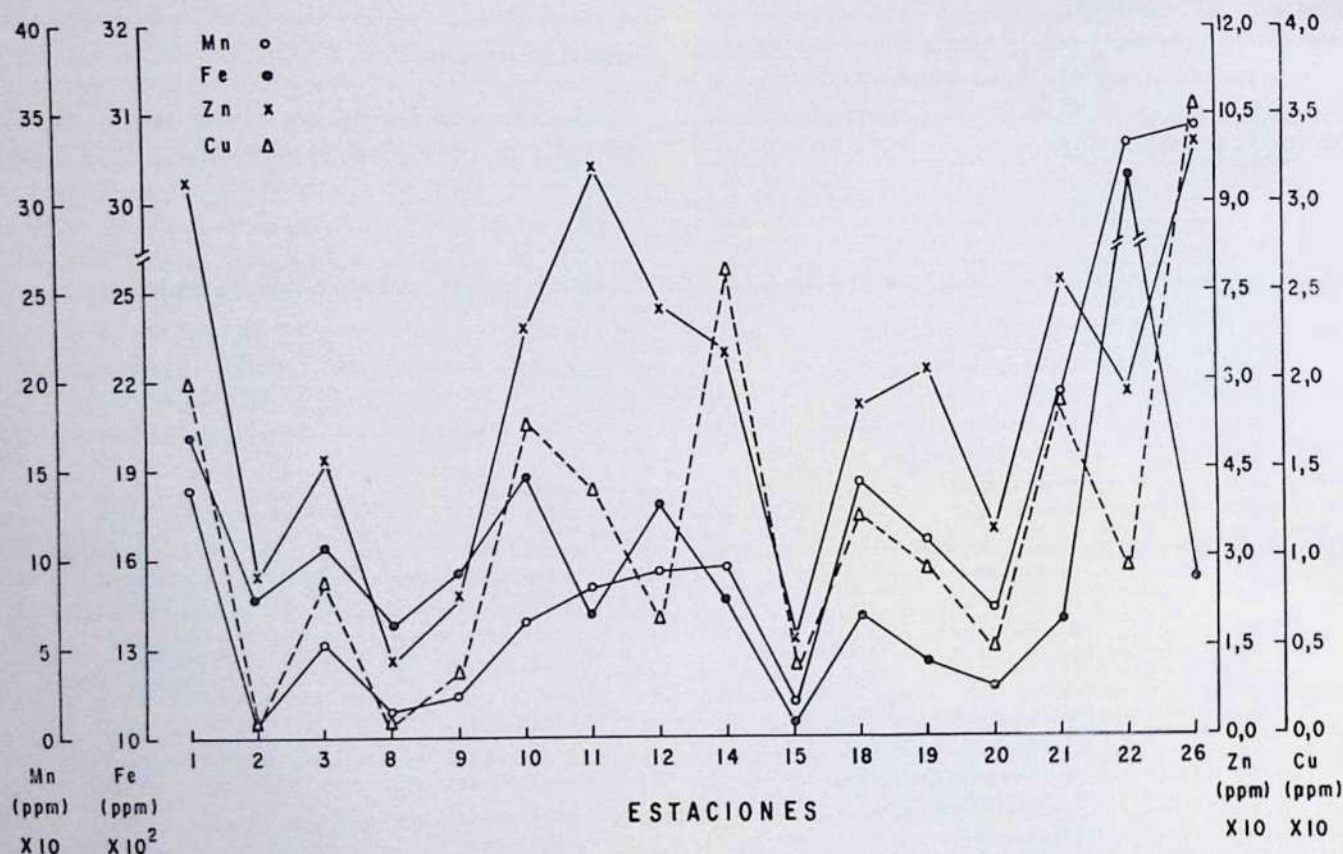


Fig. 2. Variación de los Metales por Estaciones.

TABLA 2. CONCENTRACION DE METALES (ppm) EN SEDIMENTOS SUPERFICIALES DE LA CUENCA TUY-CARIACO

Est.	Lat.	Long.	Prof. (m)	Fe	Mn	Zn	Cu
1	10° 20'	64° 20'	914	1997,32	142,99	90,30	19,96
2	10° 40'	64° 20'	59	1451,40	11,56	28,41	1,32
3	10° 55'	64° 20'	60	1627,07	51,57	46,15	8,13
8	11° 10'	64° 40'	75	1378,12	14,80	13,22	1,05
9	11° 00'	64° 40'	195	1572,77	18,00	25,20	3,07
10	10° 40'	64° 40'	320	1898,26	67,88	67,08	17,58
11	10° 20'	64° 40'	62	1443,35	81,88	99,72	14,77
12	10° 12'	65° 00'	33	1839,43	91,16	72,58	6,66
14	10° 40'	65° 00'	840	1466,06	94,08	64,46	26,55
15	11° 00'	65° 20'	68	1039,44	16,76	15,17	4,01
18	10° 20'	65° 20'	70	1446,40	146,99	55,07	12,99
19	10° 14'	65° 20'	42	1249,14	112,28	61,86	9,57
20	10° 16'	65° 30'	60	1166,87	73,39	40,07	5,07
21	10° 20'	65° 40'	65	1399,68	191,43	76,35	19,05
22	10° 40'	65° 40'	1370	3176,53	372,70	58,41	8,39
26	10° 30'	66° 00'	30	1542,83	388,06	100,81	35,58
Promedio				1605,92	117,22	57,18	12,11

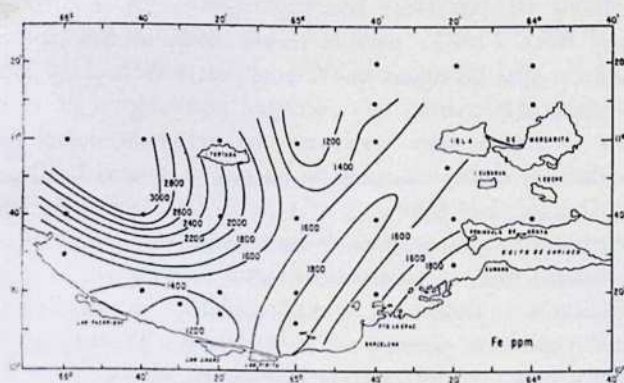


Fig. 3. Variación Espacial de Hierro.

riaco, en dirección noroeste. Concentraciones relativamente bajas se observaron en áreas de fondos arenosos, es decir, en la zona próxima a la Isla de la Tortuga y en la parte noroccidental de la Isla de Margarita (Banco de la Tortuga), donde la concentración tiende a disminuir en dirección norte hacia el talud continental; igualmente, se registraron bajas concentraciones en el área costera de la depresión de Unare, frente a las lagunas de Tacarigua y Unare.

Elevadas concentraciones de hierro se encuentran en el área de Puerto La Cruz y Barcelona. Las concentraciones tienden a aumentar hacia la depresión orien-

tal de la Fosa de Cariaco y están circunscriptas entre la parte noroccidental de la Isla de Margarita y la depresión de Barcelona.

Cobre: Para el cobre el intervalo de variación fue de 1,05 a 35,58 ppm con un promedio de 12,11 ppm. Presenta una distribución horizontal uniforme (Fig. 4). Las mayores concentraciones se encuentran en el área de Cabo Codera (parte occidental de la Cuenca Tuy-Cariaco) y los valores tienden a decrecer hacia afuera de la costa en dirección suroeste-noroeste, desde la depresión de Santa Lucía hacia la Isla de Margarita, con excepción de las elevadas concentraciones

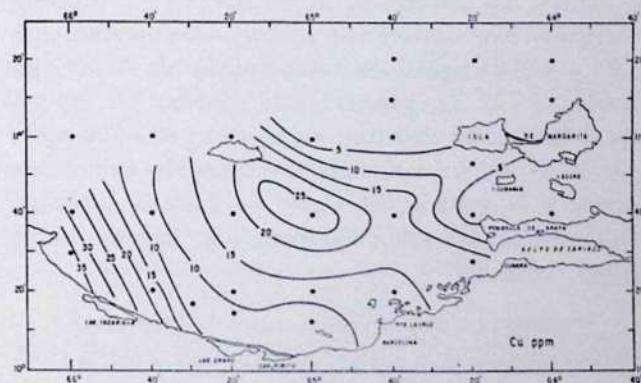


Fig. 4. Distribución Horizontal de Cobre.

registradas en la Fosa de Cariaco. También se observa alta concentración de cobre en los sedimentos del área de Puerto La Cruz y Barcelona con un fenómeno similar al observado para el Fe, posiblemente influenciada por las descargas continentales y el aporte de la corriente de Guayana.

Manganeso: Los valores encontrados de manganeso fluctúan entre 11,56 y 388,06 ppm, con un promedio de 117,22 ppm (Tabla 2). La distribución de manganeso es más uniforme que la registrada para los otros metales. Se evidencia, además, que en el área de Cabo Codera (en la cuenca occidental de la Fosa de Cariaco) y en la Plataforma frente a la Laguna de Unare y Píritu, la concentración de Mn es mayor que en el resto del área (Fig. 5), sin embargo se observan concentraciones relativamente altas de Mn en el área de Puerto La Cruz a Cumaná.

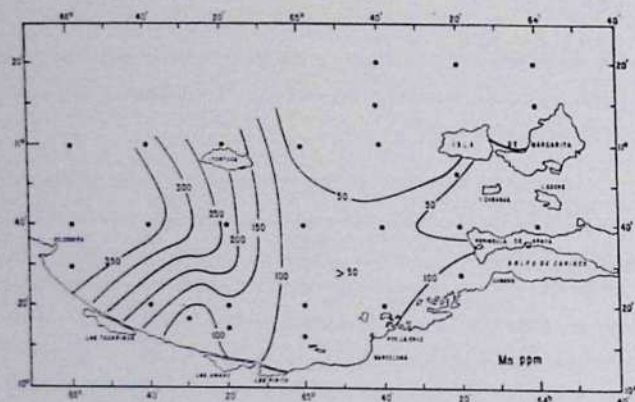


Fig. 5. Variación Espacial de Manganeseo.

Cinc: La concentración de cinc en los sedimentos superficiales de la Cuenca Tuy-Cariaco, osciló entre 13,22 a 100,81 ppm, con un promedio de 57,18 ppm (Tabla 2). El Zn presenta una distribución especial bien definida, con altas concentraciones (60 a 100 ppm) a lo largo del área costera, comprendida entre Cabo Codera, y la entrada del Golfo de Cariaco, principalmente en la zona entre Carenero y la Laguna de Tacarigua (Fig. 6).

Se observa cierta relación entre la disminución de la concentración y la distancia hacia afuera de la costa, es decir, mayor concentración en la zona costera y disminución progresiva hacia afuera. Las áreas de mayor

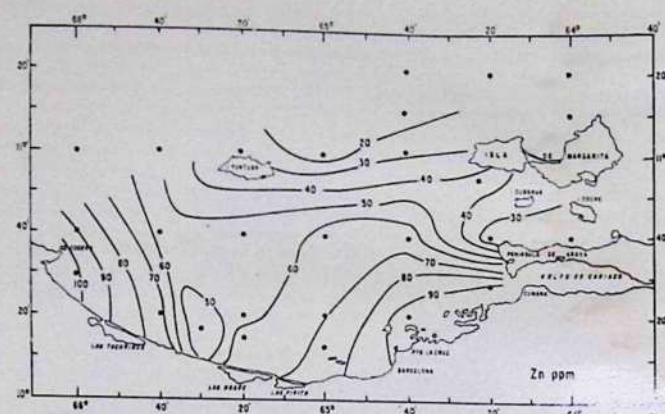


Fig. 6. Distribución Horizontal de Zinc.

concentración de Zn parecen estar relacionadas con las descargas de los Ríos Tuy, Unare, Neverí y Manzanares, los cuales transportan, posiblemente, concentraciones elevadas de cinc en sus sedimentos. Los valores de cinc en el área costera de Barcelona y Puerto La Cruz (Bahía de Pozuelos) son superiores a los encontrados por SOSA (1982) para la misma zona, lo que puede indicar que las aguas que drenan hacia dicha área han venido ocasionando una creciente acumulación de cinc en el área costera, producto del accionar industrial de las ciudades de Barcelona, Puerto La Cruz y Guanta. Las figuras 7, 8 y 9 señalan la correlación entre las concentraciones de los metales analizados, evidenciándose que no muestran ninguna correlación, lo que indica que tienen un comportamiento independiente, aun cuando se observa cierta tendencia a la correlación entre hierro y cinc, y entre manganeso y cinc.

Estos resultados nos hacen suponer que, debido a las causas señaladas, la concentración de los metales pesados en los sedimentos superficiales de la Cuenca Tuy-

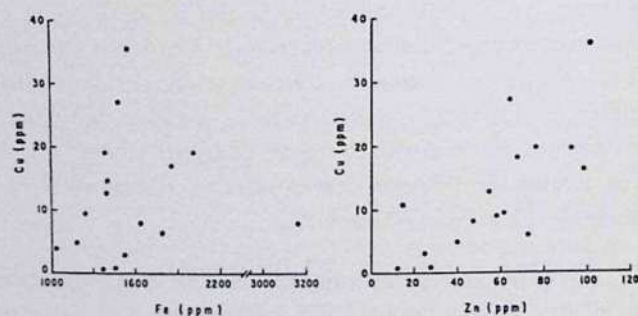


Fig. 7. Correlación de Cobre con Hierro y Zinc.

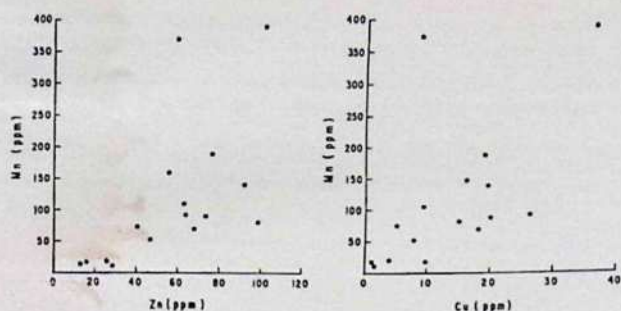


Fig. 8. Correlación de Manganeseo con Zinc y Cobre.

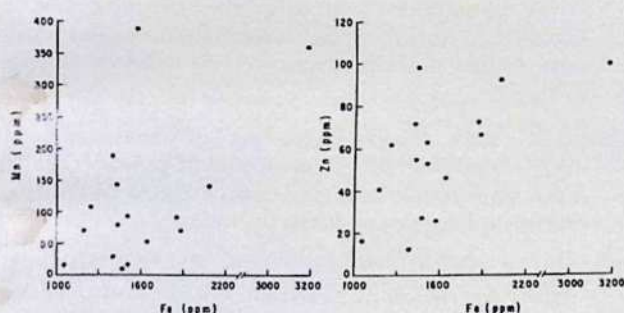


Fig. 9. Correlación de Hierro con Manganeseo y Zinc.

Cariaco, tienen diferentes orígenes. CHESTER & VOUTSINO (1981) señalan que los elementos trazas en los sedimentos, pueden ser de origen residual y no residual, siendo los residuales los localizados en las estructuras reticulares de los componentes minerales de los sedimentos, y los no residuales, los que se han ido incorporando a los sedimentos por procesos de absorción, intercambio iónico y complejación química.

El hierro y el manganeso tienen una solubilidad muy limitada en un medio alcalino y oxidado, como es el agua de mar, por lo tanto tienden a separarse, fenómeno que ocurre principalmente a través de reacciones inorgánicas, con la consiguiente formación de hidróxido y óxidos insolubles, y posterior deposición en el fondo en forma de diminutas partículas.

Por otra parte, es necesario considerar que ciertos metales pueden ser absorbidos del agua marina por organismos vivientes, tanto planctónicos como bentónicos. Al morir estos organismos, los metales quedan liberados en la interfase agua-sedimentos, donde se depositan y pasan a incorporarse a los fondos marinos. En los sedimentos del área de la Fosa de Cariaco, se han encon-

trado concentraciones importantes de Diatomeas y Foraminíferos planctónicos cuyo origen se ha atribuido a poblaciones planctónicas locales, debido a la elevada concentración de materia orgánica. Los altos valores de metales traza encontrados en el área de la Fosa de Cariaco puede tener su origen en los procesos mencionados y en las condiciones intrínsecas de este medio.

En general, la concentración de hierro, cobre, cinc y manganeso en los sedimentos de la Cuenca Tuy-Cariaco, se encuentran en los niveles obtenidos para sedimentos continentales y marinos reportados por algunos investigadores. La elevada concentración de manganeso encontrada en los sedimentos de la Fosa de Cariaco y en el área de Puerto La Cruz, concuerda con los valores observados en áreas profundas. CHESTER & MESSINAHANNA (1970) reportan valores elevados de Mn en la fracción litogénica de los sedimentos profundos del Océano Atlántico norte. JONES (1973) encontró en sedimentos marinos costeros concentración de Zn y Cu, comparables a los obtenidos en el presente trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a la EMPRESA MARAVÉN S. A. filial de Petróleos de Venezuela por el financiamiento del presente subproyecto.

Especial reconocimiento al Prof. JOSÉ BENÍTEZ, por la lectura crítica del manuscrito, al señor CARLOS CORREA, a las Señoras: LOURDES DE PÉREZ & PROVIDENCIA MORA, por su colaboración en los análisis; al personal técnico del Departamento de Oceanografía Química por su cooperación. Al señor EPIFANIO HERNÁNDEZ, por sus ilustraciones; a la señora LOURDES DE RIVERO por la preparación mecanográfica del manuscrito, y a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

- AKIYA, H. O. TAKIMURA. 1978. Vertical Distribution of particulate Manganese and Iron in Beppu Bay. *J. Oceanogr. Soc. Japan*. 34: 261-264.
- BREWER, P. B. D. SPENCER & C. SMITH. 1969. Determination of trace metals in seawater by atomic absorption spectroscopy. *American Society for Testing and Materials*: 70-77.

- BISCAYNE, P.E. 1965. Mineralogy and sedimentation of recent deep sea clay in the Atlantic Ocean and adjacent sea and Oceans. *Geology Soc. Am. Bull.* 76: 803-832.
- CARMODY, D. J. J., B. PEARCE & YASSO. 1973. Trace metals in sediments of New York Bight. *Mar. Poll. Bull.* 4 (9): 132-135.
- CHESTER, R. & J. STONER. 1975. Trace elements in sediments from lower Sayerns in Estuary and Bristol Channel. *Ibid.* (6): 92-95.
- CHESTER, R. & F. VOUTSINOV. 1981. The initial assesment of trace metal pollution in coastal sediments, *Ibid.*, 12 (3): 84-91.
- CHESTER, R. & R.G. MESSINA-HANNA. 1970. Trace element partition patterns in North Atlantic deep sea sediments. *Geochimica et Cosmochimica acta*, 34: 1121-1128.
- FORNSTNER, V.G.T. WITTMAN. 1979. *Metal pollution in aquatic environment Springer - Verlag*, Berlin, 486.
- GAMBOA, B.R. & J. NORIEGA. 1978. Distribución de Fe, Mn y Zn en sedimentos superficiales del Golfo de Paria durante las expediciones oceanográficas LS-7302 y LS 7303. Resumen XXVII Convención Nacional de AsoVac. Puerto la Cruz.
- GAMBOA, B.R. & J. BONILLA. 1981. Distribución de algunos metales pesados en Núcleos de Sedimentos de la Plataforma Oriental de Venezuela. XXX Convención Nacional de AsoVac. Resumen. Maracaibo.
- JONES, A.S. 1973. The concentration of Cu, Pb, Zn and Cd in Shallow marine sediments, Cardigan Bay (Wales). *Mar. Geology*. 14: M1-M9.
- MALONEY, N.J. 1976. Geomorphology of Continental margin of Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 5: 38-53.
- RONDÓN, R. & C. TRILLO. 1981. Estudio sobre contaminación química y biológica en aguas recreacionales del Río Neverí. Barcelona, Edo. Anzoátegui. Tesis de Grado. Departamento de Física Química Aplicada.
- RILEY, J.P. & D. TAYLOR. 1968. Chelating Resin for concentration of trace elements from sea water and their analytical use in conjunction with atomic absorption spectrophotometry. *Chem. Acta*. 40: 479-485.
- RILEY, J.P. & D. TAYLOR. 1972. Concentration of cadmiun, copper, iron, manganese, nickel and zinc in part of tropical northeast atlantic Ocean. *Deep Sea Res.* 19: 307-317.
- SALAZAR, J.S. 1983. Contenido de algunos metales pesados y materia orgánica en los sedimentos superficiales de la Laguna Las Maritas, Edo. Nueva Esparta. Asesor Asistente, Núcleo de Nueva Esparta, Universidad de Guayana, p. 66.
- SOSA, C.P. 1982. Algunos metales pesados y contenido de la materia orgánica en los sedimentos superficiales de la Bahía de Pozuelos, Edo. Anzoátegui. Trabajo de Grado. Núcleo de Anzoátegui, UDO.
- SPENCER, D. & P.G. BREWER. 1969. The distribution of copper, zinc and nikel in sea water of the Gulf of Mexico and the Sargasso Sea. *Geochim. Cosmochim. Acta* 33: 325-339.
- TOPPING, G. 1969. Concentration of copper, zinc, lead, Zn, in the northern Indian Ocean. *J. Mar. Res.* 27: 318-326.
- WEIJDEN, C.H. 1970. Some geochemical characteristics of sediments from nort Atlantic Ocean. *Mar. Geology* 14: 1-10.

(Manuscrito recibido en diciembre de 1983).

ESTUDIO DEL FITOPLANCTON EN LA CUENCA TUY-CARIACO, VENEZUELA

ELVIRA FERRAZ-REYES

Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela

RESUMEN: Las investigaciones sobre la comunidad fitoplanctónica en relación a la estructura termal de las masas de agua en Fosa de Cariaco en el año 1982, revelaron la existencia de diferencias significativas a través del año de estudio. Dos estaciones, seca y lluviosa, y un período de transición entre ellas. Durante la estación seca, temperaturas relativamente bajas ($\bar{x} = 22,3^{\circ}\text{C}$) se observaron desde la superficie hasta los 100 m de profundidad, debido a la surgencia. Como resultado se desarrolló una alta concentración de biomasa ($\bar{x} = 0,65 \text{ mg clorofila } a \text{ m}^{-3}$). Las diatomeas fueron los organismos dominantes durante este período. La estabilidad termal aumentó durante el período de transición y la biomasa fitoplanctónica disminuyó ($\bar{x} = 0,35 \text{ mg clorofila } a \text{ m}^{-3}$). Las diatomeas y dinoflagelados fueron codominantes. La más alta temperatura media ($\bar{x} = 25,0^{\circ}\text{C}$) ocurrió durante la estación lluviosa, se desarrolló una fuerte estabilidad termal y ocurrió una baja concentración de biomasa ($\bar{x} = 0,26 \text{ mg clorofila } a \text{ m}^{-3}$). Flagelados y algas verdeazules también se encontraron presentes en las aguas superficiales durante este período. En algunas localidades la mayor densidad de organismos y máximo de biomasa ocurrió por debajo de los 30 m de profundidad, asociado o por debajo de la termoclina.

ABSTRACT: Investigations on phytoplanktonic communities in relation to the thermal vertical structure of the water masses, in the Cariaco Trench during 1982, revealed the existence of significant differences throughout the year. Two seasons, dry and rainy, and a transition period between them were distinguished. During the dry season, relatively low temperatures (mean = 22.3°C) were observed between surface and 100 m depth, due to upwelling. As a result, high biomass ($0.65 \text{ mg chlorophyll } a/\text{m}^3$), developed. Diatoms were the dominant organisms during this period. Thermal stability increased during the transition period, while biomass decreased ($0.35 \text{ mg chlorophyll } a/\text{m}^3$). Diatoms and dinoflagellates became codominant organisms. The highest mean temperature (25.0°C), in the area occurred during the rainy season; strong thermal stability and low biomass ($0.26 \text{ mg chlorophyll } a/\text{m}^3$), also occurred. Flagellates and blue-green algae were present in the surface water during this period. At some localities, the highest density of organisms and maximum biomass occurred below 30 m depth, associated with the thermocline or below it.

INTRODUCCION

En años recientes la Fosa de Cariaco ha sido objeto de numerosos estudios debido al interesante hecho de poseer condiciones anóxicas por debajo de los 400 m y a la surgencia estacional de aguas subyacentes por efecto de los Vientos Alisios del noreste en la región.

Una recopilación de los estudios hidroquímicos y físicos que se han realizado en el área, se encuentra en el Informe Final del Proyecto UDO-MARAVEN (1983). En cuanto al aspecto planctónico, UROSA (1983) ha cubierto la parte de zooplancton; del fito-

plancton, que ha sido poco estudiado, vamos a citar las observaciones realizadas por CURL (1960), quien realizó determinaciones de clorofila *a* en la costa de Venezuela obteniendo en la Fosa de Cariaco concentraciones de $2,30 \text{ gC}/\text{m}^2/\text{día}$; RICHARDS (1960) basándose en el método de la tasa de agotamiento de fosfatos encontró resultados similares en el área, BALLESTER & MARGALEF (1965); GARCÍA (1976) han realizado determinaciones de biomasa en regiones costeras adyacentes a la Fosa durante el período de surgencia; en cuanto a la composición florística los trabajos realizados por MARGALEF (1965); HALIM (1967); BRE-

WER (1977), han contribuido a su conocimiento y dinámica. Los trabajos realizados por el autor del presente trabajo en zonas adyacentes, relacionados con la dinámica fitoplanctónica, han arrojado más información acerca del fitoplancton de la región. En un trabajo reciente, MANDELLI & FERRAZ-REYES (1982), reseñan las investigaciones realizadas en el Golfo de Cariaco. CASTELLVÍ & FERNÁNDEZ (1978) realizaron mediciones de productividad primaria y de heterotrofia en la Fosa, detectando altos valores en la tasa de incorporación de carbono marcado, en general se han observado variaciones entre un año y otro y entre diferentes investigaciones.

No existiendo información continuada para la Cuenca Tuy-Cariaco, sobre la dinámica fitoplanctónica ni su composición específica, en esta oportunidad fue necesario realizar un estudio preliminar, en áreas álgidas como la desembocadura del río Tuy, y en áreas oligotróficas y profundas.

Un mejor conocimiento de las características generales de la biomasa fitoplanctónica en la Cuenca Tuy-Cariaco, servirá para delimitar aquellas áreas productivas que son de interés pesquero o que pueden ser aprovechadas para otros fines.

En el presente artículo se darán a conocer los resultados obtenidos en tres campañas oceanográficas realizadas a bordo de la M/N GUAQUERI II durante los meses de marzo, mayo y octubre de 1982.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

La Cuenca Tuy-Cariaco se encuentra situada en la plataforma continental de Venezuela, entre la tierra firme y $11^{\circ} 00' 00''$ Lat. N en sentido sur norte y entre $64^{\circ} 35' 00''$ y $66^{\circ} 00' 00''$ Long. oeste. UROSA (1983) presenta una descripción detallada del área de estudio, y expresa: "En el área Tuy-Cariaco se encuentran profundidades someras inferiores a 100 m cerca de la costa continental entre Cabo Codera y Cumaná y en la plataforma generada por la costa norte de Isla Tortuga. Entre estas dos franjas de baja profundidad se encuentra la Fosa de Cariaco, descrita por RICHARDS & VACCARO (1959), que presenta dos cuencas de unos 1.400 m de profundidad, situadas una al oeste, frente a la Laguna Tacarigua y otra al este, frente a la población de Puerto La Cruz, separadas una de la otra por un umbral sub-

marino de 900 metros de profundidad, todo lo cual conforma un área de 30.883 km^2 para el sector Tuy-Cariaco que se estudia en este trabajo. La Fosa tiene gran interés para la Oceanografía por el hecho de contener aguas anóxicas a partir de los 300 metros de profundidad, lo que genera condiciones hidrográficas y químicas características.

La zona costera está afectada por la desembocadura del río Tuy en Higuerote, río Guapo que cae en la Laguna Tacarigua, río Cúpira que desemboca en Machurucuto, río Unare, en la Laguna de Unare y río Neverí, cerca de Barcelona. Es decir, estas lagunas costeras citadas constituyen medios de drenaje de estos ríos y forman sistemas estuarinos de interés para la cría de camarones y otras especies comestibles".

MATERIALES Y METODOS

Se fijaron 15 estaciones en la Cuenca Tuy-Cariaco (Fig. 1) que se visitaron durante los meses de marzo, mayo y octubre de 1982, a bordo del B/O "Guaqueri II". En cada estación se tomaron muestras, con botellas de material no tóxico, desde la superficie hasta los 100 m de profundidad, en aquellas donde era factible hacerlo, utilizando los estratos clásicos en oceanografía, para pigmentos (clorofila *a*) y fitoplancton. Paralelamente se hicieron mediciones de temperaturas, transparencia y estado del tiempo. También se hicieron arrastres horizontales en el estrato superficial durante 10 min.

Los pigmentos se determinaron utilizando la técnica de RICHARDS & THOMPSON descrita por STRICKLAND & PARSON (1972) y para la cuantificación de la clorofila *a*, se empleó la fórmula de Lorenzen citada por STRICKLAND & PARSON (*op. cit.*). Las muestras de fitoplancton se tomaron siguiendo las indicaciones del Manual de Fitoplancton de UNESCO (SOURNIA, 1978), y fueron cuantificadas en el microscopio de plancton de acuerdo a UTERMÖHL (1958). Para estudios cualitativos se tomaron muestras de red con diámetro de poro de $60 \mu\text{m}$. La transparencia fue calculada con el Disco de Secchi y para medir la temperatura se utilizaron termómetros reversibles.

RESULTADOS

Los datos recolectados en las tres expediciones oceanográficas citadas provienen de aproximadamente 200

Estudio del fitoplancton en la cuenca Tuy-Cariaco, Venezuela

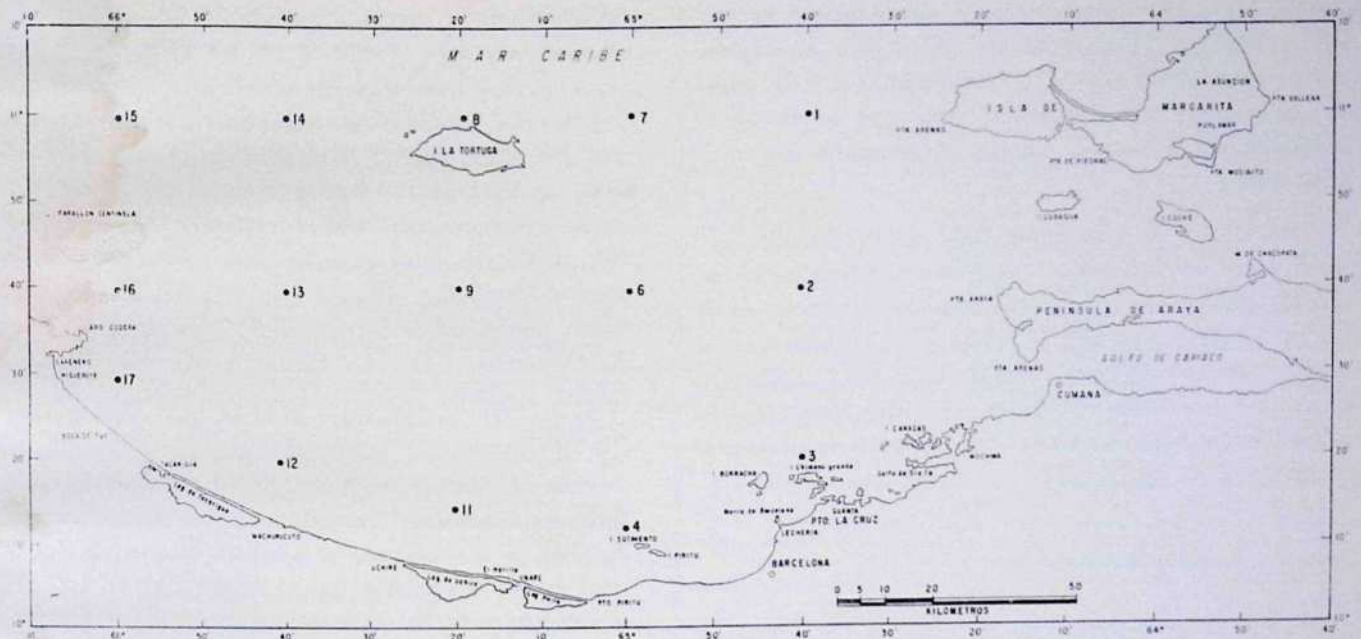


Fig. 1. Mapa del área de estudio y ubicación de las Estaciones.

muestras. En muchos casos se hizo difícil la identificación de organismos fijados y su posterior conteo, además la presencia de hongos aun en muestras preservadas fue un problema con el cual, aparentemente, han tenido que encararse otros investigadores en esta área. Las concentraciones encontradas de otros pigmentos, además de la clorofila *a* no arrojaron ninguna luz para la caracterización del fitoplancton. Sin embargo, es posible tener una información general acerca de la dinámica fitoplanctónica en esta zona en base a los datos obtenidos.

Por lo general, se observa el desarrollo de la termoclina entre los 10 y los 50 m de profundidad en las estaciones de profundidades mayores, mientras que en las más someras comienza a desarrollarse desde la superficie hasta el piso marino.

La transparencia del agua generalmente está asociada con la concentración del plancton y así ocurrió en casi toda la Cuenca; sin embargo, en las estaciones costeras en la época de lluvias, también estuvo asociada a las descargas continentales. De acuerdo con las determinaciones realizadas puede estimarse que la zona eufótica es de un espesor doble al de la profundidad del Disco de Secchi (PARSONS *et al.* 1977) por lo tanto, en las estaciones costeras la capa fótica alcanzó hasta

el piso marino, lo cual unido a la turbulencia puede determinar la presencia de especies de la microflora bentónica, las cuales pueden integrarse a las especies fitoplanctónicas contribuyendo a la productividad de la zona.

En las estaciones de mayor productividad el piso de la capa fótica determinó niveles de clorofila de hasta 0,20 mg clorof. *a*. m⁻³, aun cuando también se observaron concentraciones mayores por debajo del 1% de luz incidente en superficie en el mes de octubre, en especial en las estaciones oceánicas occidentales.

A continuación se expresan los resultados obtenidos en la Cuenca Tuy-Cariaco:

Temperatura

La distribución de la temperatura durante el mes de marzo mostró sus máximos valores hacia la región occidental-oceánica (Est. 8-13 y 14) en tanto que la zona cercana a la costa, hacia el este, presentó los valores más bajos. La estación N° 3 presentó un promedio de 21,61°C (la temperatura más baja) y la estación 14 la más elevada: 24,79°C.

El mes de mayo presentó en general un aumento de la temperatura en la columna de agua, con incre-

mentos hacia la región central y alrededor de la Isla de La Tortuga (Estaciones 4-11-17 y 8). La región oriental oceánica y central (estaciones 1-2-6 y 7) mostró los valores más bajos, en tanto que en las otras estaciones el promedio de la temperatura fue más homogéneo.

En el mes de octubre de 1982, de una manera general, hubo un incremento de valores; los máximos se encontraron en las estaciones oceánicas, alrededor de la Isla de La Tortuga (Este 8 y 14) y los mínimos en la región cercana a la costa oriental de la Fosa de Cariaco (Ests. 2-3-4-6-11-12 y 13), el resto del área presentó valores intermedios. La estación 3 presentó un promedio de temperatura de 25,48°C y la estación 9 de 28,50°C.

Sucesión fitoplanctónica

Durante el período de muestreo el fitoplancton mostró la sucesión típica de la plataforma nor-oriental, estudiada previamente por MARGALEF (1965) y FERRAZ-REYES (1977).

Durante el mes de marzo de 1982, las diatomeas constituyeron el elemento dominante en toda el área; las especies más representativas fueron *Nitzschia seriata* con elevadas concentraciones en las estaciones orientales y cercanas a la costa, *N. closterium* especialmente abundante en la Estación 4, *Thalassionema nitzschioides*, *Skeletonema costatum* y *Thalassiosira* sp. presentes en todas las estaciones, especialmente en la zona costera; diversas especies de *Rhizosolenia* y *Chaetoceros*, así como *N. longissima*, *Navicula membranacea*, *Eucampia zoodiacus* en muy bajo número, pero presentes regularmente.

Los flagelados, en menor número, estuvieron representados por microflagelados, dinoflagelados y cocolitofóricos. Entre los dinoflagelados, *Glenodinium inaequale* en todas las estaciones, *Oxytoxum scolopax*, *Exuviaella marina* y *Gymnodinium* sp. en mayor número en la zona occidental, así como en las estaciones oceánicas (Est. 7-8 y 14). Los cocolitofóricos estuvieron presentes en todos los estratos, pero hubo mayor densidad por debajo de los 30 m de profundidad.

En mayo de 1982, se observó un período de transición tanto en densidad de organismos como en distribución geográfica, en esta oportunidad las diatomeas se encontraron representadas por *Leptocylindrus danicus*,

Nitzschia seriata, diversas especies de *Chaetoceros* y de *Rhizosolenia* sp. y *Cyclotella* sp. en las zonas costeras, pero en muy bajo número. Los flagelados fueron más importantes en todas las estaciones; los dinoflagelados más frecuentes fueron *Prorocentrum gracile*, *Amphidinium* sp., *Exuviaella marina*, diversas especies de *Ceratium*, *Prorocentrum maximo*, *Oxyrris* sp., *Exuviaella baltica*, diversas especies de *Ceratium*, *Prorocentrum micans*, *Glenodinium inaequale*; los microflagelados mostraron una distribución más homogénea con abundancia de Criptomonadales; los cocolitofóricos con *Emiliania huxleyi* desde la superficie hasta los 75-100 m de profundidad.

En octubre de 1982, continuó disminuyendo el número de organismos, sin embargo, en algunas estaciones se observó un repunte de las diatomeas, como fue el caso de *N. seriata* que resultó importante en las estaciones cercanas a la costa, pero a profundidades de más de 30 m y en el área occidental también a profundidades de 50-100 m, es de hacer notar que estas células se observaron saludables. Otras diatomeas presentes fueron *N. closterium*, *L. danicus*, *Rhizosolenia alata*, *Thalassiosira* sp., *R. imbricata*, diversas especies de *Chaetoceros* y a profundidades de más de 50 m *Eucampia zoodiacus*, *Navicula* sp.

Los flagelados predominaron en todas las muestras de una manera evidente, entre los dinoflagelados se observó una mayor diversidad, siendo las especies más representativas, *Glenodinium inaequale*, *Prorocentrum maximum*, *Gymnodinium splendens*, *Oxyrris longipes*, *O. ecolopax*, *Exuviaella marina*, *Ceratium* sp., *Scripsiella trochoidea*. Muy importante en densidad fueron los microflagelados presentes en todas las estaciones, así también los Criptomonadales presentes, principalmente en las zonas oriental y occidental de la Fosa. Silicoflagelados y cocolitofóricos estuvieron presentes ocasionalmente a profundidades mayores de 30 m.

Las euglenofitas se hicieron presentes en las estaciones surorientales (Est. 2-3) cerca de la desembocadura del río Tuy, y cerca de la Isla La Tortuga.

Otro grupo característico de aguas tropicales oligotróficas, las cianobacterias también se hicieron presentes en esta época, algunas especies cocoidales coloniales del tipo de *Agmenellum* y *Anacystis* fueron frecuentes en el área oceánica, así como formas filamentosas de los géneros *Oscillatoria* y *Spirulina*.

Biomasa fitoplanctónica

La concentración de clorofila *a* da una idea del estado fisiológico o de la edad de una población de fitoplancton, ya que en poblaciones en desarrollo la concentración de este pigmento aumenta progresivamente, para decaer cuando la población se toma senescente.

La clorofila *a* medida en superficie osciló entre 0,01 y 4,00 mg m^{-3} con un valor medio de 0,62 $\text{mg clorofila } a \text{ m}^{-3}$. Los valores correspondientes al mes de marzo de 1982, oscilaron entre 0,01 y 4,00 mg m^{-3} con una media de 0,86 mg m^{-3} . El promedio de los primeros 50 m de profundidad mostró un incremento de la concentración de pigmentos fotosintéticos en las zonas orientales y cercanas a la costa. (Est. 1-2-3-4-6 y 11) con núcleos mayores en las estaciones 1 y 11 (Fig. 2-a, b, c), las otras zonas mostraron mayor pobreza en cuanto a la biomasa fitoplanctónica. La distribución espacial de la clorofila *a* en los primeros 30 m de profundidad, mostró núcleos de alta concentración en la región oriental y costera, con valores de 4,00 y 3,07 m^{-3} en las estaciones 1 y 6 respectivamente. La estación 11, presentó un máximo de 4,94 mg m^{-3} a 10 m de profundidad. Las estaciones de la Cuenca Occidental y entre isla de La Tortuga y Cabo Codera, mostraron valores inferiores a 0,5 mg m^{-3} . La distribución vertical (Fig. 3) indicó que la mayor concentración de clorofila *a* estuvo entre la superficie y los 20 m en la mayoría de las estaciones, salvo la de la Isla de La Tortuga o muy cercanas a la costa; por otro lado, las estaciones occidentales mostraron máximos a los 50 m de profundidad.

En mayo de 1982, la biomasa fitoplanctónica mostró un comportamiento diferente al mes de marzo, los valores oscilaron entre 0,01 y 1,99 con un valor promedio de 0,35 $\text{mg clorofila } a \text{ m}^{-3}$. La estratificación vertical (Fig. 4) mostró un hundimiento de los valores máximos y se observaron dos picos en casi toda el área, uno de menor concentración ubicado en los primeros 20 m y otro entre los 30 y 50 m de profundidad. La distribución espacial (Fig. 5-a, b c) mostró en la región oriental y costera los valores mínimos de clorofila *a*, en tanto que el área cercana a la Isla de La Tortuga fue más productiva. La distribución horizontal de la biomasa (Fig. 5a) a 10 m de profundidad, mostró dos núcleos de producción fitoplanctónica, uno de mayor

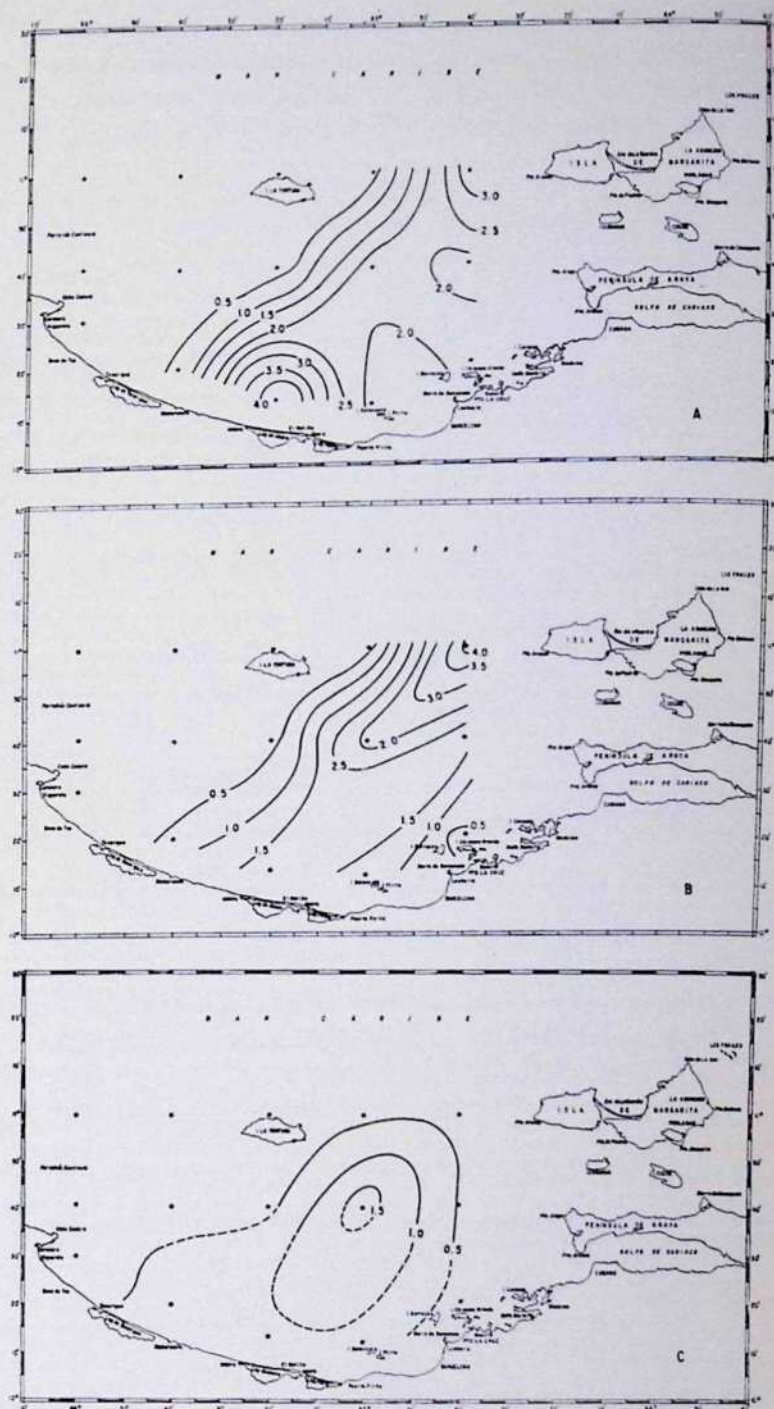


Fig. 2. Distribución horizontal de la Biomasa Fitoplanctónica en el mes de marzo de 1982 (mg m^{-3})
A = 10 m; B = 20 m; C = 30 m.

fuerza ($0,75 \text{ mg m}^{-3}$) proveniente de las estaciones ubicadas entre las islas de Margarita y La Tortuga con mayor contenido de clorofila *a* y la otra de menor con-

centración de clorofila *a* ($0,50 \text{ mg m}^{-3}$) y cuyo efecto solo llega a sentirse hasta la Cuenca Occidental; en tanto que a 20 m (Fig. 5b) las mayores concentraciones del área más rica ($0,75 \text{ mg m}^{-3}$) se encontraron

justamente entre Cabo Codera e Isla de La Tortuga mostrándose una situación diferente a los 30 m (Fig. 5c) de profundidad, con los núcleos de concentración de biomasa ubicados alrededor de la Isla de La Tortuga.

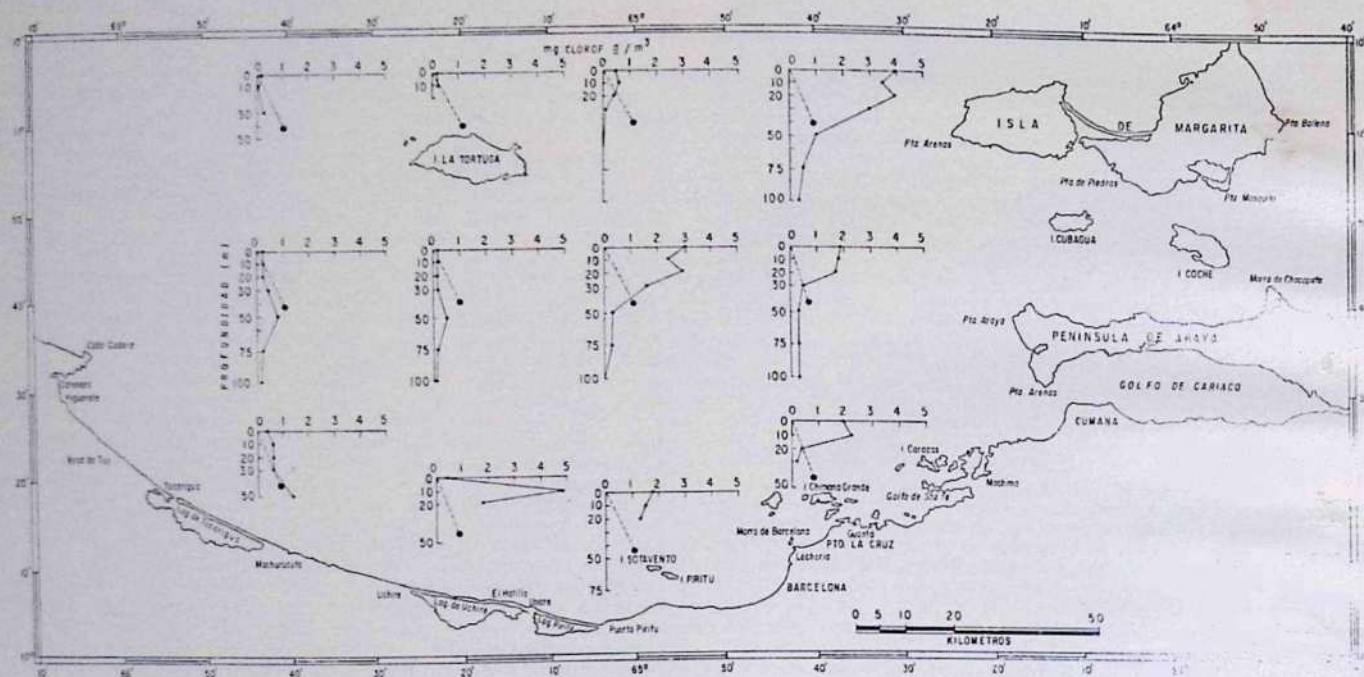


Fig. 3. Distribución vertical de la Biomasa Fitoplanctónica en el mes de marzo de 1982 (mg. m^{-3}).

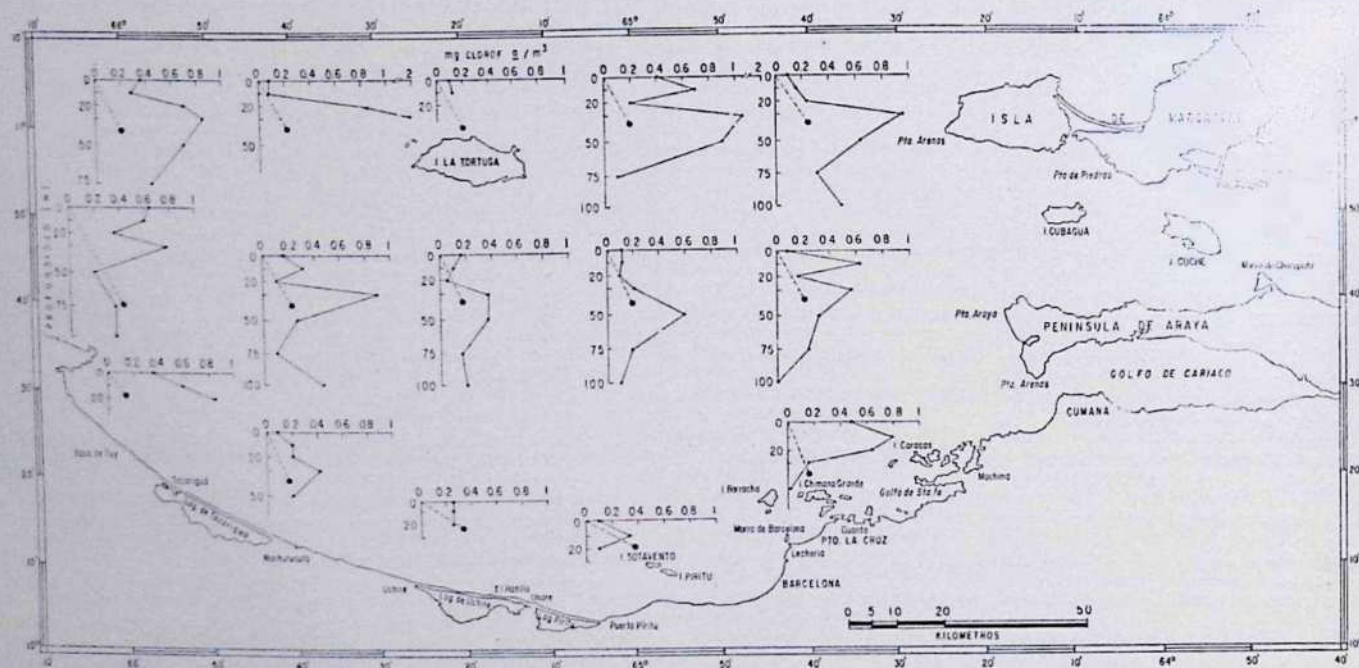


Fig. 4. Distribución vertical de la Biomasa Fitoplanctónica en el mes de mayo de 1982 (mg. m^{-3}).

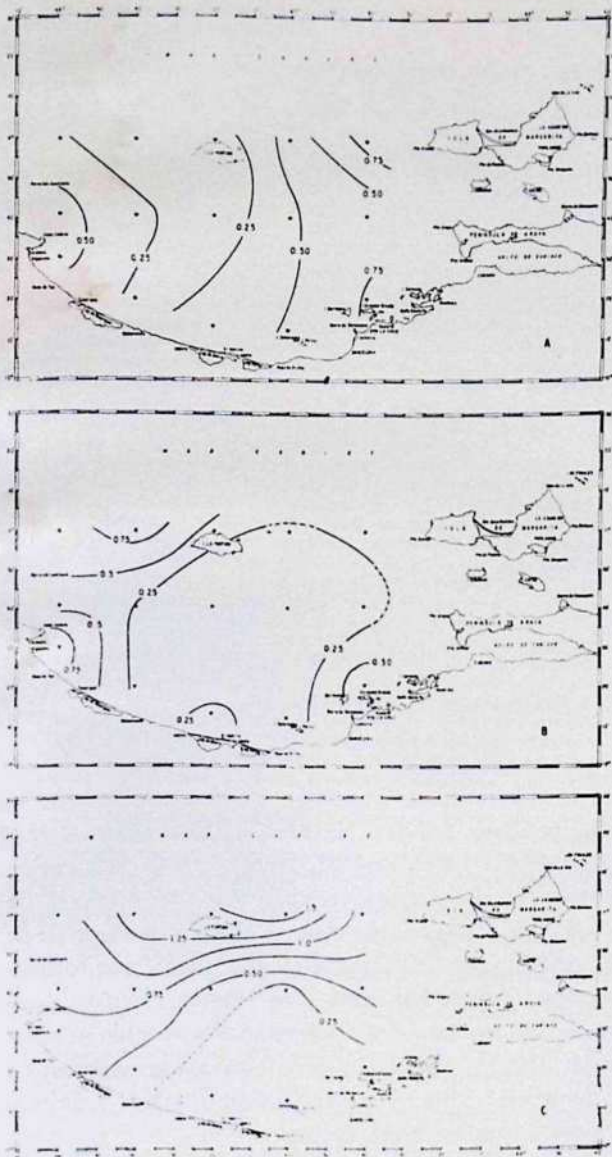


Fig. 5. Distribución horizontal de la Biomasa Fitoplanctónica en el mes de mayo de 1982 (mg. m^{-3}) A = 10 m; B = 20 m; C = 30 m.

En general durante esta campaña se apreció menor biomasa fitoplanctónica.

En el mes de octubre de 1982, las aguas de la Cuenca Tuy-Cariaco presentaron concentraciones muy bajas de pigmentos fotosintéticos con valores máximos en el área costera (Fig. 6-a, b, c) y la región occidental, oscilando entre 0,01 y 1,0 mg clorofila a m^{-3} con una media de 0,26 mg m^{-3} . La distribución vertical

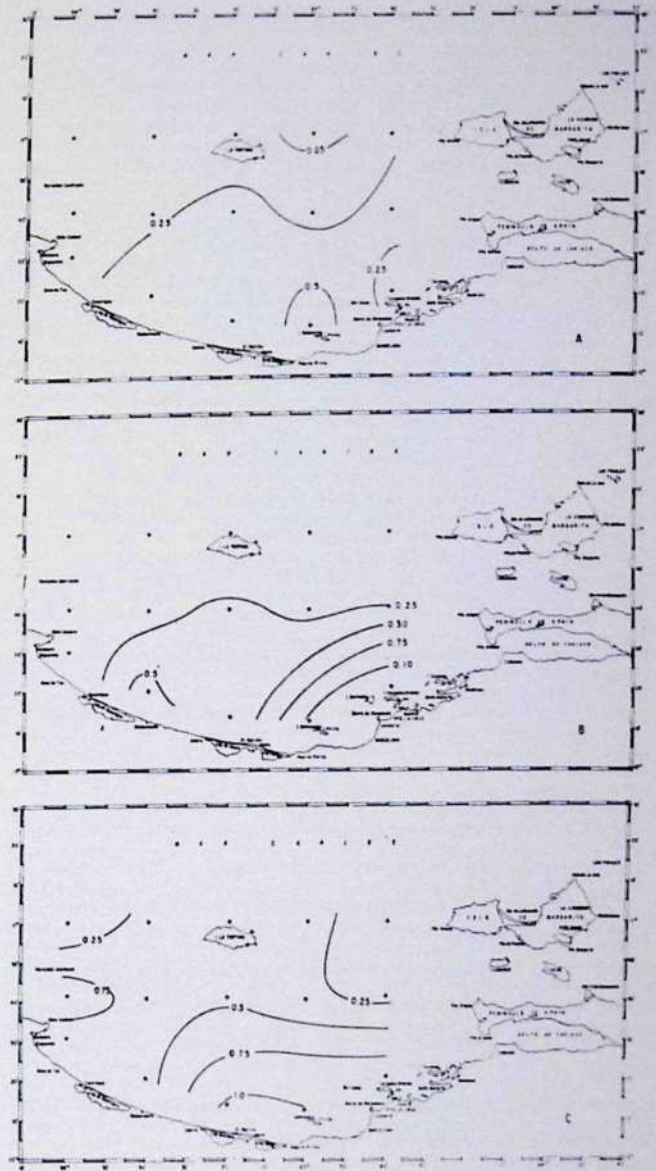


Fig. 6. Distribución horizontal de la Biomasa Fitoplanctónica en el mes de octubre de 1972 A = 10 m; B = 20 m; C = 30 m.

(Fig. 7), fue bastante irregular con máximos entre los 10 y 75 m; en este período se observó una buena estratificación. La distribución horizontal mostró cierta regularidad en los primeros 20 m de profundidad (Fig. 6-a y b) con zonas relativamente más ricas ubicadas hacia la costa oriental (Ests. 2-3 y 4). Aunque a los 30 m (Fig. 6c) también hubo pequeños repuntes hacia las estaciones ubicadas cerca a Cabo Codera.

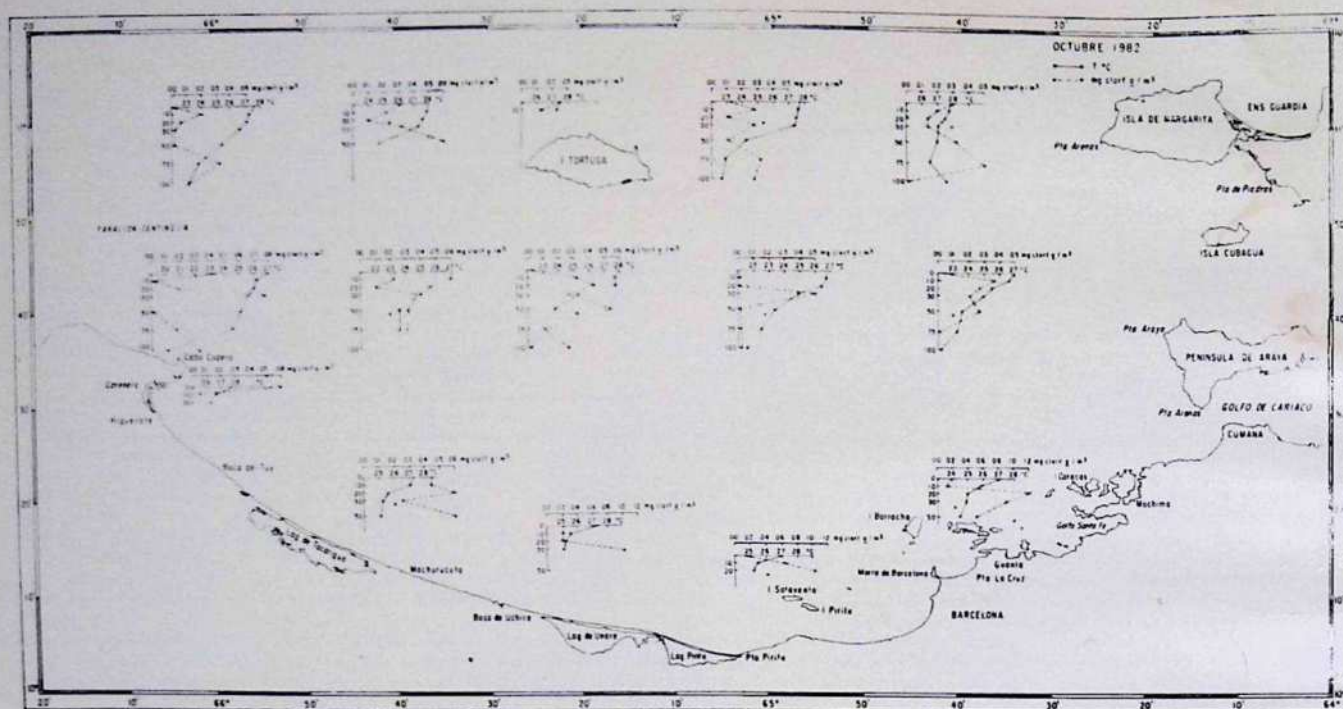


Fig. 7. Distribución vertical de la Biomasa Fitoplanctónica (mg m^{-3}) y la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) durante el mes de octubre de 1982.

DISCUSION

El estudio de la distribución vertical de la concentración de clorofila *a* y de la temperatura en las aguas superficiales oceánicas contiene información sobre los procesos fundamentales que determinan la estructura vertical de la abundancia de fitoplancton y, a su vez, muchos de los aspectos dinámicos del ecosistema pelágico y provee un punto de partida para la mejor comprensión de la dinámica fitoplanctónica.

Para explicar el patrón de distribución vertical del fitoplancton se han realizado muchos modelos que arrojan más luz y demuestran que los mecanismos de formación y mantenimiento de capas de máxima concentración de clorofila *a* difieren de acuerdo a la localidad geográfica; y debido a la heterogeneidad del fitoplancton, se ha demostrado que a determinadas profundidades algunos fitoplanctones se concentran (CULLEN & EPPLEY, 1981).

Los resultados obtenidos durante esta investigación reflejan además el efecto de los procesos de surgencia que ocurren a lo largo de la plataforma nor-oriental de Venezuela, y que se hacen más evidentes durante los

primeros meses del año (FEBRES, 1974; OKUDA *et al.*, 1974). Así la estructura del fitoplancton viene acentuada por la existencia de un área muy productiva, que se ubica alrededor de la Isla de Margarita y en el Golfo de Cariaco, que persiste en la estación favorable y se contrae cuando disminuye la intensidad del afloramiento. De acuerdo a GARGALEF (1965), los máximos de biomasa se trasladan en la corriente, y con el tiempo puede originar máximos de producción en áreas vecinas.

La distribución de la temperatura y la clorofila *a* (Fig. 8-a, b, c) en el mes de marzo es característica de la época de surgencia; en esta oportunidad, se observó la irrupción del agua subsuperficial en la Cuenca Oriental de la Fosa (Fig. 8b), agua ligeramente más fría proveniente del estrato de 30-50 m, lo cual conllevó a un aumento de la concentración de clorofila, así como también del zooplancton (UROSA, 1983). La distribución horizontal nos muestra la presencia de una alta concentración de fitoplancton hacia el noreste. Las masas de agua adyacentes a esta Cuenca aparentemente con diferente tiempo de permanencia en la superficie, deducido esto de las concentraciones de clorofila que se

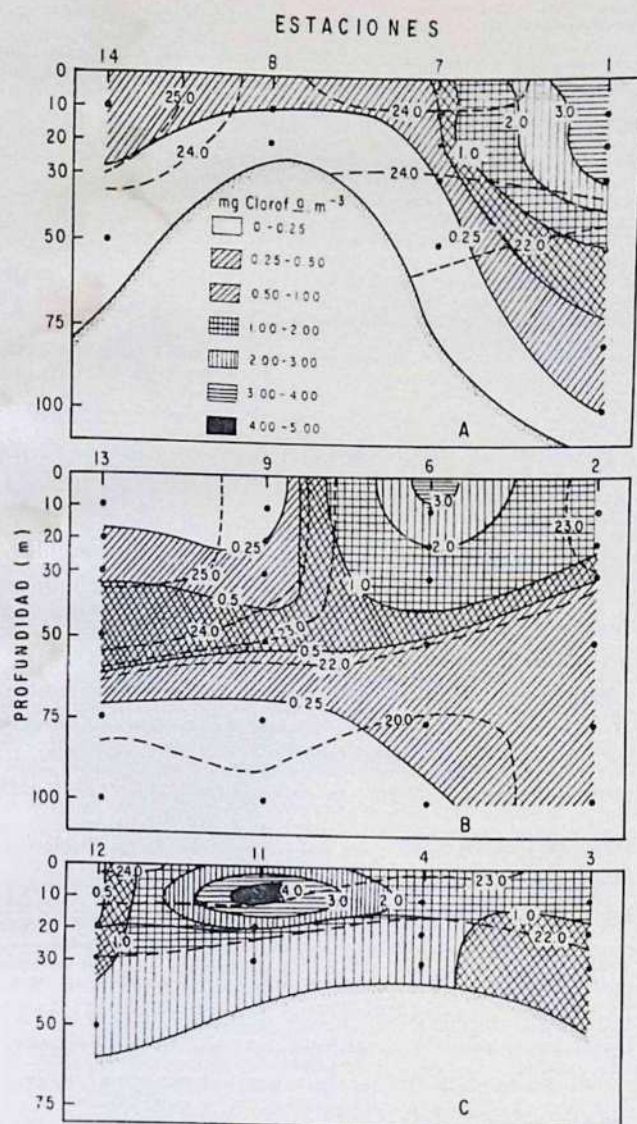


Fig. 8. Distribución vertical de la temperatura (--- °C) y la concentración de Clorofila *a* (—mg m⁻³) durante el mes de marzo de 1982.

observó en ellas; la proveniente de la región nor-oriental, la zona de procesos de surgencia más activa y probablemente con mayor contenido de elementos nutritivos, de acuerdo a los estudios realizados por OKUDA *et al.* (1969-1974 a, b), poseía una mayor concentración de clorofila *a* y una flora típica de aguas de afloramiento; diatomeas de rápido crecimiento de los géneros *Nitzschia*, *Chaetoceros*, *Skeletonema*, *Thalassionema*. La masa de agua de la Cuenca Occidental por otra

parte, con temperaturas superiores a los 25°C y escaso contenido de clorofila *a*, con una mayor diversidad en cuanto a la flora presente, ya que además de individuos de los géneros nombrados, se observaron flagelados más característicos de aguas tropicales caribeñas.

De acuerdo a FEBRES (1974) durante esta época se observa que la termoclina está más cerca de la superficie en la Cuenca Oriental que en la Occidental, como puede observarse en las estaciones ubicadas en la Fosa propiamente dicha (profundidades mayores de 100 m) y entre las Islas de Margarita y La Tortuga. La presencia del giro ciclónico al cual hace referencia el mencionado autor, puede haber originado la surgencia de estas aguas subsuperficiales.

La Cuenca Occidental y el área comprendida entre la isla de La Tortuga y el Farallón Centinela, presentan aguas de mayor temperatura y menor contenido de clorofila *a*, debido, posiblemente, a mayor tiempo de permanencia de estas aguas en la superficie con el subsiguiente calentamiento y agotamiento de nutrientes.

Las estaciones ubicadas cerca de la costa también presentaron las características de la surgencia (Fig. 8c) con menores temperaturas superficiales hacia el este; la isoterma de 23°C llegó a la superficie, mientras que en el suroeste se hundió y se observaron mayores temperaturas superficiales; esta estructura térmica y el movimiento de las masas de agua hacia el oeste, van a determinar la formación de un núcleo de alta producción fitoplanctónica frente a la Laguna de Unare que disminuyó bruscamente hacia el oeste, mientras que hacia el este la concentración de clorofila *a* se mantenía encima de 1 mg m⁻³. En esta zona también se presentó la flora dominante en toda la Cuenca Tuy-Cariaco. Debido a su cercanía a la costa son estaciones someras y de acuerdo a las mediciones de transparencia realizadas, la luz debe penetrar fácilmente hasta el piso del lecho marino. En determinadas oportunidades debido al aporte terrestre (eólico o fluvial), o la resuspensión de sedimentos, las relaciones esperadas entre penetración de la luz, profundidad de la zona eufótica y concentración de clorofila *a* pudieran no encontrarse, tal como lo describe SMITH (1982) para la costa occidental africana; sin embargo, nuestros resultados del mes de marzo muestran más concordancia con los de LORENZEN (1972), quien analizó datos de otros sistemas oceánicos.

Como este fenómeno de afloramiento no se manifestó de manera continua, a medida que avanza el año, va disminuyendo de intensidad y puede o no presentar repentes a mediados de año, por ello estos meses intermedios se consideran de transición entre la época de mayor surgencia y la de estancamiento de la columna de agua.

Durante el mes de mayo (Fig. 9-a, b y c) las condiciones imperantes mostraron un calentamiento gradual en los primeros 50 m con una mayor estratificación de la masa de agua con una diferencia de hasta $5,0^{\circ}\text{C}$ en la Cuenca Occidental.

El área comprendida entre las islas de Margarita y La Tortuga y la Cuenca Oriental mostraron tempera-

turas más bajas y particularmente en la Cuenca Oriental la termoclina comenzó a formarse más cerca de la superficie. La concentración de clorofila *a* fue menor que en el mes de marzo con máximos de biomasa desplazados hacia la Isla de La Tortuga y la Cuenca Occidental y en su distribución vertical ubicados hacia la termoclina o por debajo de ella.

HOLLIGAN (1978) describe este ambiente como favorable en términos lumínicos y de nutrientes, para el desarrollo del fitoplancton. De nuestras observaciones de transparencia para esa época del año, la penetración de la luz alcanzó hasta más de 50 m de profundidad en las zonas profundas y llegó hasta el piso del fondo marino en las más someras. De aquí que en esta oportunidad las máximas concentraciones de clorofila *a* se encuentran por debajo de los 30 m de profundidad. Como resultado de la mayor estabilidad en la columna de agua los nutrientes disminuyeron en las capas superficiales y la biomasa fitoplanctónica fue menor; se observó un cambio florístico gradual que aparentemente comenzó en la región oriental y costera con diatomeas como *Leptocylindrus danicus*, diferentes especies de *Nitzschia*, *Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, *Cyclotella*.

Los flagelados fueron más importantes en las estaciones y entre ellos los dinoflagelados *Tamarex gracilis*, diversas especies de *Ceratium*. En la distribución horizontal de la biomasa durante este mes, hubo aparentemente la intrusión de aguas subsuperficiales por el Cañón Centinela, tal como ha sido descrito por FERRAZ & FEBRES (1975); estas aguas presentaron características diferentes en cuanto a su contenido de nutrientes, densidad y flora planctónica a las que penetraron a la Cuenca Tuy-Cariaco entre las Islas de Margarita y La Tortuga (GARCÍA, *com. pers.*).

La estructura térmica vertical del área costera determinó también la distribución de la biomasa fitoplanctónica; frente a Machurucuto se observó un hundimiento de la masa de agua que determinó una zona de mínima concentración de clorofila *a* extendida hacia el este, en tanto que frente a la desembocadura del Tuy se encontró un núcleo de biomasa fitoplanctónica.

Estos núcleos de relativa alta concentración de biomasa fitoplanctónica, tanto en la Isla de La Tortuga como en la desembocadura del río Tuy coincidieron con máximos de zooplancton herbívoro (UROSA, 1983).

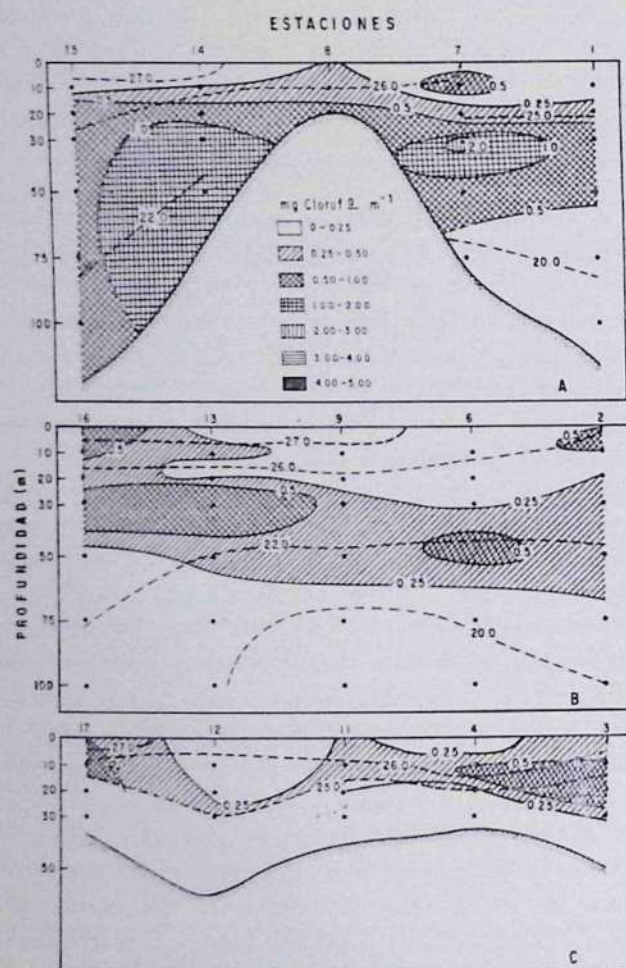


Fig. 9. Distribución vertical de la temperatura (--- $^{\circ}\text{C}$) y la concentración de Clorofila *a* (mg. m^{-3}) durante el mes de mayo de 1982.

BIRD (1983) indica que la distribución del fitoplancton, zooplancton, y la estructura física de la columna de agua están estrechamente relacionadas, así la termoclina podría constituir una barrera al movimiento vertical de los organismos, y daría origen a un aumento temporal en concentración cerca de la termoclina.

La época de lluvia marcó un evidente descenso de la biomasa fitoplanctónica, y un aumento de la temperatura (Fig. 10a, b, y c), así como un cambio de la composición florística en la Cuenca Tuy-Cariaco.

De acuerdo a FEBRES & HERRERA (1975) la circulación de las masas de agua en la Fosa de Cariaco presentan un componente neto hacia el este entre la superficie y los 30 m; en tanto que por debajo de los 30 m hasta aproximadamente 100 m de profundidad,

penetran por el Canal Centinela y son transportados de oeste a este. En este mes (Fig. 10) la termoclina se encontró bien desarrollada con un notable hundimiento de la masa de agua en la Cuenca Occidental, donde según estos autores se produce un giro anticiclónico debido a la dinámica de las corrientes en esa zona. También se encontraron hundimientos en las estaciones ubicadas entre la isla de Margarita y La Tortuga, y entre ésta y el Farallón Centinela. La zona costera mostró una mayor estabilidad vertical que en los meses anteriores, con un ligero hundimiento hacia el occidente.

Los giros anticiclónicos originan hundimientos de la masa de agua, de acuerdo a FEBRES & HERRERA (*loc. cit.*), en tanto que los giros ciclónicos dan lugar a surgencia de aguas desde niveles inferiores; la presencia casi continua de un giro ciclónico en la Cuenca Oriental dio origen también en este mes a un leve movimiento ascendente de aguas muy cercanas a la superficie.

La estructura vertical de la clorofila *a* está fuertemente influenciada por la estabilidad termal, los máximos se observaron asociados a la termoclina o por debajo de ella. Las estaciones norteñas entre la isla de La Tortuga y el Farallón Centinela mostraron mayores concentraciones por debajo de la termoclina; en las estaciones de mayor profundidad la biomasa se observó concentrada en la termoclina con ligeros repuntes justo por debajo de ella. En tanto que en las estaciones costeras hubo un aumento de la biomasa fitoplanctónica, tanto en la región oriental como en la desembocadura del río Tuy, posiblemente debido al enriquecimiento por efecto de las descargas de agua dulce en la región; en la zona oriental a profundidades mayores de 20 m, se observó una flora rica en diatomeas típicas de la época de surgencia; las estaciones restantes presentaron una mayor diversidad, con abundancia de dinoflagelados y la presencia de euglenofitas, cianobacterias y coccolitofóridos. Mención aparte requiere la estación situada frente a la desembocadura del río Tuy por el alto número de especies de dinoflagelados presentes, entre ellos, se destaca *Gymnodinium splendens*, con 2.250 org/l. el cual es causante de mareas rojas en otras latitudes. En las estaciones occidentales también se observó la presencia de *Nitzschia seriata* a profundidades mayores de 30 m que es un componente típico de la flora de afloramiento de la región.

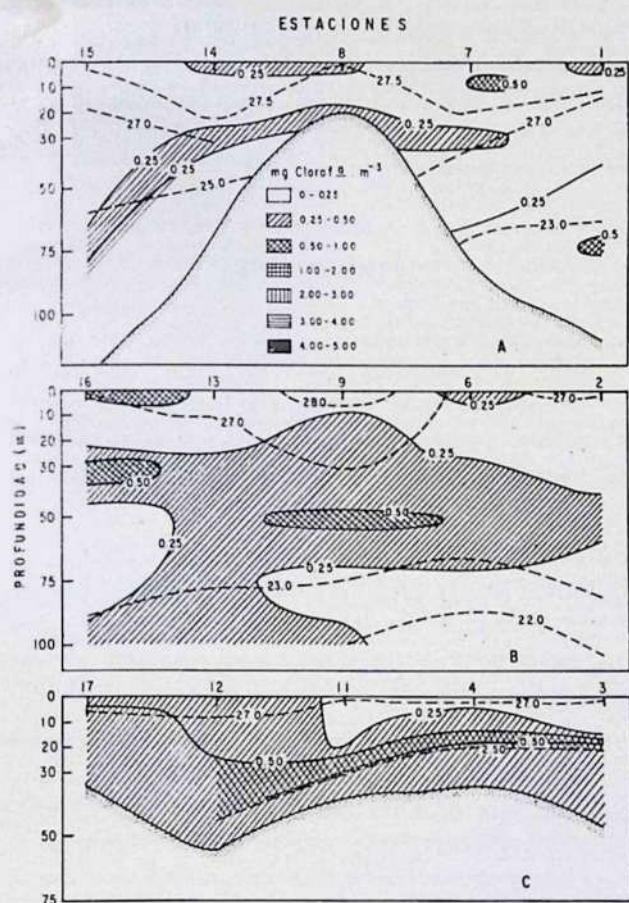


Fig. 10. Distribución vertical de la temperatura (--- °C) y la concentración de Clorofila *a* (—mg m⁻³) durante el mes de octubre de 1982.

En otras regiones de surgencia como la del Perú, se observó una sucesión similar a la de la Cuenca Tuy-Cariaco, aun cuando la biomasa fitoplanctónica presenta mayores concentraciones en esa región (OCHOA & GÓMEZ, 1981; GUILLÉN & CALIENES, 1981). En la plataforma nororiental de Venezuela esta se inicia con un aumento del número total de organismos encontrándose la dominancia de diatomeas de los géneros *Nitzschia*, *Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, en casi todo el área, además de la presencia de organismos de pequeño tamaño de los géneros *Procentrum*, *Exuviaella*, *Glenodinium* y diversas especies de cocolitofóridos; a medida que avanza la sucesión hay una disminución en el número total de organismos y un cambio de la composición florística, mostrándose una variedad de especie de los géneros *Prorocentrum*, *Ceratium*, etc., además de pequeños flagelados.

Al emprobrearse más el área, continuó disminuyendo el número de organismos y aparecieron formas más versátiles como son las cianobacterias, muchas de ellas capaces de fijar el Nitrógeno molecular, las euglenofitas que pueden utilizar sustancias orgánicas como sustrato para obtener energía, debido a su tipo de nutrición y los dinoflagelados que al ser de reproducción lenta y poseer en muchos casos nutrición heterotrofa pueden fácilmente sobrevivir en estas aguas oligotróficas, además de que son capaces de migrar a capas más profundas y aprovechar las aguas más ricas en nutrientes (EPPLEY *et al.*, 1968).

De acuerdo a UROSA (1983) el zooplancton y el fitoplancton mostraron buenas correlaciones en la superficie cuando se tomaron las muestras durante el día, en tanto que durante la noche no hubo ninguna correspondencia; una situación similar ha sido descrita por MACKAS *et al.* (1981), en la zona de surgencia del Perú, donde el zooplancton se encontró en aguas superficiales y justo por debajo hubo el máximo de clorofila.

La velocidad y dirección de los vientos determinan la velocidad de la surgencia; de acuerdo a HUNSTMAN & BARBER (1977) vientos muy fuertes o muy débiles pueden reducir la productividad primaria en un sistema de surgencia, los fuertes porque producen una profunda capa mezclada y una población fitoplanctónica limitada de luz. Los débiles, si son prolongados, rompen los procesos de surgencia y la renovación de nutrientes en la capa superficial, induciendo la limitación de los nutrientes; la surgencia de la plataforma nooriental de

Venezuela, siendo de naturaleza eólica, responde a este postulado de los autores antes nombrados, con una época de relativa alta concentración de biomasa durante los primeros meses del año cuando soplan persistentemente los Vientos Alisios del noreste y luego un período de pobreza fitoplanctónica acompañado del calentamiento de la masa de agua, de la estabilidad térmica y de la consiguiente limitación de nutrientes dentro de la zona fótica.

Los cambios de la temperatura del agua en la zona de estudio son más relevantes que los cambios observados en la salinidad (GARCÍA, *com. pers.*); por lo tanto, la estructura vertical de la temperatura es más importante en la distribución de los organismos planctónicos que ningún otro factor; este fenómeno ha sido observado en otras latitudes geográficas (WANDSCHNEIDER, 1979; BIRD, 1983).

La distribución de los organismos fitoplanctónicos y de pigmentos fotosintéticos indican la existencia de un complejo patrón de circulación en el área de estudio, tanto en el sentido espacial como temporal, lo cual tendría que ser corroborado mediante estudios batimétricos más detallados.

CONCLUSIONES

1. Los valores máximos obtenidos de la densidad fitoplanctónica como para concentración de clorofila *a*, están asociados a la época de afloramiento (surgencia), en el área. En tanto que los valores mínimos están asociados a la época de lluvias.
2. Las poblaciones fitoplanctónicas de las regiones cercanas a la costa resultan más influenciadas por los aportes de nutrientes proporcionados por aguas continentales y sus fluctuaciones están en relación con las variaciones en dichos aportes.
3. La secuencia época de surgencia-cese de surgencia determina una sucesión que se inicia con diatomeas y se continúa con un aumento en la diversidad específica, con predominio de flagelados y cianobacterias con mayor versatilidad nutricional.
4. Durante la época de surgencia el máximo de la biomasa fitoplanctónica se alcanza en los primeros 20 m, generalmente por encima de la termoclina.

El aumento de la estabilidad de la columna de agua determina la formación de dos máximos de abundancia, uno entre la superficie y los 20 m de profundidad, y otro aún mayor entre los 30 y 50 m de profundidad, localizado dentro o por debajo de la termoclina durante la estación lluviosa.

5. La abundante biomasa fitoplanctónica en la región occidental de la Cuenca y su alta diversidad específica, es el resultado del efecto de las corrientes y del aporte fluvial.

AGRADECIMIENTOS

A los Profesores ESTHER FERNÁNDEZ & GREGORIO REYES por la lectura crítica del manuscrito. Al Personal del B/O "Guaiquerí II" por la colaboración prestada en la realización de las campañas oceanográficas. A la señorita ROSAURA SILVA por el trabajo mecanográfico a los señores MIGUEL GÓMEZ, BRICILLO MARCANO, FRANCISCO MÉNDEZ & HORACIO MÉNDEZ por su colaboración en la recolección de muestras, al señor JOSÉ JESÚS GARCÍA por su ayuda en el laboratorio, a los señores EPIFANIO HERNÁNDEZ & JESÚS HERNÁNDEZ, dibujantes, al señor ADONAY PERNÍA por el trabajo fotográfico y a todos aquellos que de una forma u otra hicieron posible la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

- BALLESTER, A. & R. MARGALEF. 1965. Producción primaria. En: Estudios sobre el ecosistema pelágico al N. E. de Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*. 25: 207-222.
- BIRD, J. L. 1983. Relationships between Particle-grazing Zooplankton and Vertical Phytoplankton Distribution on the Texas Continental Shelf. *Estuar. Coast & Shelf Sci.* 16 (2): 131-144.
- BREWER DE RAMÍREZ, J. 1977. Estudio taxonómico y distribución del fitoplancton del Golfo de Santa Fe y áreas adyacentes durante los años 1973-1974. Ms. Sci. Tesis UDO, 1977.
- CASTELLVÍ, J. & E. FERNÁNDEZ. 1978. Estudio microbiológico de la Fosa de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 17 (1-2): 9-29.
- CULLEN, J. J. & R. W. EPPLEY. 1981. Chlorophyll maximum layers of the Southern California Bight and possible mechanisms of their formation and maintenance. *Oceanol. Acta* 4 (1): 22-32.
- CURL, M. 1960. Primary production measurement in the North coastal water of South America. *Deep-Sea Res.* 7: 183-189.
- EPPLEY, R. W., HOLM-HANSEN, O., STRICKLAND & D. M. 1968. Some observations in the vertical migration dinoflagellates. *J. Phycol.* 4: 333-340.
- FEBRES, C. 1974. Circulación de las aguas superiores de la Fosa de Cariaco en abril de 1974. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 13 (1-2): 79-86.
- FERRAZ-REYES, E. 1977. Estudio sinóptico de la productividad en aguas del Golfo de Cariaco. Ms. Sci. Tesis UDO.
- GARCÍA, A. 1976. Distribución y variación mensual de los elementos nutritivos y clorofila *a* en el Golfo de Santa Fe y áreas adyacentes. Ascenso a Agregado, UDO.
- GUILLÉN, O. & R. CALIENES. 1981. Productividad y afloramiento frente a las aguas costeras peruanas. *Bol. Inst. Mar Perú. Boletín Extraordinario*. 130-143.
- HALIM, I. 1967. Dinoflagellates of the South-East Caribbean (East Venezuela). *Inst. Rev. Ges. Hydrobiol.* 52: 701-755.
- HERRERA, L. E. & G. FEBRES ORTEGA. 1975. Procesos de surgencia y renovación de aguas en la Fosa de Cariaco, Mar Caribe. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 14 (1): 31-44.
- HOLLIGAN, P. M. 1978. Patchiness in Subsurface Phytoplankton Populations on the Northwest European Continental Shelf. En: *Spatial Pattern in Plankton Communities* (Ed.) J. Steele: 221-2137 pp.
- HUNTSMAN, S. & R. BARBER. 1977. Primary production off northwest Africa: The relationship to wind and nutrient condition. *Deep. Sea Res.* 24: 25-34.
- INFORME FINAL DEL PROYECTO UDO-MARAVEN. 1983. Estudio Bioecológico de la Cuenca Tuy-Cariaco y el Impacto Ambiente en relación con las operaciones petroleras en el área. 1-128 pp.
- LORENZEN, C. J. 1972. Extinction of light in the ocean by phytoplankton. *J. Cons. Cons. Int. Explor. Mer.* 34: 262-267.
- MACKAS, D. L., C. M. BOLD, S. SMITH & H. SANTANDER. 1981. Vertical distributions of plankton in the upper 35 m of the Peruvian upwelling zone. Application of a shipboard electronic plankton counting system. *Bol. Inst. Mar Perú. Boletín Extraordinario*. 130-143.
- MANDELLI E. & E. FERRAZ-REYES. 1982. Primary production and phytoplankton dynamics in a tropical inlet, Gulf of Cariaco, Venezuela. *Inter. Rev. ges. Hydrobiol.* 67: 85-95.
- MARGALEF, R. 1965. Composición y distribución del fitoplancton. En: Estudios sobre ecosistema pelágico al N. E.

- de Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*. 25: 139-206.
- OCHOA, N. & O. GÓMEZ. 1981. Variaciones del fitoplancton en el área de Chimbote durante 1977. *Bol. Inst. Mar Perú. Boletín Extraordinario*. 119-129 pp.
- OKUDA, T. & J. BENÍTEZ. 1974a. Condiciones hidrográficas de las capas superiores en la Fosa de Cariaco y áreas adyacentes durante la época lluviosa. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 13: 147-162.
- OKUDA, T., J. BENÍTEZ, J. SELLIER DE CIVRIEUX, J. FUKUOKA & B. GAMBOA. 1974b. Revisión de los datos oceanográficos en el Mar Caribe Sur-oriental, especialmente el margen continental de Venezuela. *Cuad. Azul*. N° 15 Oceanogr. III. Conf. N. U. Der. Mar. Caracas. 1-177 p.
- OKUDA, T., J. BENÍTEZ & E. FERNÁNDEZ. 1969. Vertical distribution of inorganic and organic nitrogen in the Cariaco Trench. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 8: 28-34.
- PARSONS, T. R. M. TAKAHASHI & B. HARGRAVE. 1977. *Biological Oceanographic Processes*. Pergamon Press. New York. i-xi+332 pp.
- RICHARDS, E. A. & R. F. VACARO. 1959. The Cariaco Trench and anaerobic basin in the Caribbean Sea. *Deep-Sea Res.*, 3: 214-228.
- RICHARDS, F. 1960. Some chemical and hydrographic observations along the north coast of South America. I. Cabo Tres Puntas to Curacao, including the Cariaco Trench and the Gulf of Cariaco. *Ibid.*, 7: 163-182.
- SMITH, W. O. JR. 1982. The relative importance of chlorophyll dissolved and particulate material and seawater to the vertical extinction of light. *Estuar. Coast & Shelf Sci.* 15 (4): 459-466.
- SOURNIA, A. 1978. *Phytoplankton Manual* (Ed). Monogr. on Oceanogr. Methodol. 6 UNESCO I-XVI 1-337 pp.
- STRICKLAND, J. D. H. & T. PARSONS. 1972. A practical handbook of Seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.* 167: 1-310 (Second Edition).
- UROSÁ, L. J. 1983. Estudio del zooplancton en la Cuenca Tuy-Cariaco, Venezuela. Trabajo de Ascenso para Profesor Asociado. UDO, Venezuela.
- UTERMÖHL, H. 1958. Zur vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton Methodik. *Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.* 9: 1-38.
- WALKER, T. S. 1980. A correction to the Peckol and Atkins Secchi Disc/light attenuation formula. *J. Great Lakes Res.* Y. K. 60: 769-771, Tab., 1 fig.
- WANDSCHNEIDER, K. 1979. Vertical Distribution of Phytoplankton During Investigations of a Natural Ecosystem. *Mar. Biol.* 52: 105-111.

(Manuscrito recibido en diciembre de 1987)

DISTRIBUCION DEL ZOOPLANKTON EN LA CUENCA TUY-CARIACO, AREA DE POSIBLE ACTIVIDAD PETROLERA EN VENEZUELA

LUIS J. UROSA

Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela

RESUMEN: Se estudió la biomasa y composición del zooplancton en 86 muestras provenientes de caladas horizontales hechas en la termoclina y en los estratos superior (superficie) e inferior en el sector comprendido entre la costa nororiental de Venezuela y el paralelo $11^{\circ} 00' N$, área de posible actividad petrolera. Las caladas se hicieron durante diez minutos usando un colector de plancton Clarke-Bumpus de 12" con red de $210 \mu m$ de poro y medidor de flujo integrado. En cada estación se midió la transparencia del agua, mediante disco de Secchi y se leyó la temperatura en los estratos de interés. Se observó mayor densidad de zooplancton en la termoclina en relación con los estratos adyacentes, especialmente en las aguas costeras comprendidas entre la Laguna de Unare y Carenero. El grupo de los copépodos resultó dominante, seguido de los apendiculados. La biomasa fue mayor en el mes de marzo, probablemente como consecuencia de la surgencia que ocurre en esta época del año. Se encontró una alta correlación positiva entre biomasa zooplanctónica y clorofila "a" en el estrato superficial, durante todo el año.

ABSTRACT: Zooplankton composition and biomass were studied in 86 samples taken from surface, thermocline and subthermocline layers in northeastern Venezuelan waters from coastline to $11^{\circ} 00' N$, where oil activities are feasible to occur. Tows were made during ten minutes using a Clarke-Bumpus 12" quantitative sampler with a No 7 net. Secchi transparency was measured in each station. Temperature was recorded from different conventional depths. Higher density values of zooplankton were found in thermocline layer in relation to adjacent layers and in waters along the venezuelan coast from Laguna Unare to Carenero. Copepods were dominant all over the area, followed by larvaceans. Higher biomass values in March were probably consequence of the upwelling season in the area. A positive correlation was found between zooplankton biomass and chlorophyll "a" in the surface layer.

Las modificaciones importantes de la flora y fauna marina pueden ocasionarse por alteración de las condiciones fisicoquímicas del medio ambiente, debida a ciertos fenómenos naturales, como la incursión de masas de agua de características diferentes o el desarrollo de "mareas rojas"; o bien originarse por actividades del hombre, en cuyo caso se acepta que se produce una contaminación del medio. Ejemplos de este último caso sería la introducción al ecosistema marino de desechos industriales como mercurio, cobre, plomo, detergentes y pesticidas o la contaminación crónica producida por residuos de petróleo arrojados a las aguas costeras por refinerías y plantas petroquímicas. De tipo esporádico, serían los derrames originados durante la explotación y transporte de hidrocarburos.

La Compañía MARAVÉN S. A., filial de Petróleos de Venezuela S. A., ha suscrito un convenio con la Universidad de Oriente para que esta última, a través de su Instituto Oceanográfico, efectúe un estudio de la flora y fauna que facilite conocer el impacto ambiental resultante de las diversas operaciones petroleras que se hagan en el área de la Cuenca Tuy-Cariaco. A tal efecto se incluyó en dicho contrato un subproyecto sobre zooplancton con los objetivos siguientes:

- a) Determinar la composición de las comunidades planctónicas en tres estratos seleccionados en la columna de agua superior.
- b) Determinar la densidad de los grupos presentes y sus fluctuaciones horizontales y verticales, co-

relacionando estas fluctuaciones con los factores físico-químicos del medio y con el fitoplancton.

c) Determinar la biomasa del zooplancton en cada uno de los estratos.

Normalmente en el mar se encuentran concentraciones pequeñas de hidrocarburos en forma disuelta o particulada, observándose que tanto de una forma, como de la otra, se encuentran en la superficie (GORDON *et al.*, 1974). En el zooplancton también se detectan en forma natural algunos hidrocarburos como el pristano, un subproducto de la clorofila que se encuentra en los copépodos herbívoros; y otros del tipo n-alcano y n-heptadecano. Los cicloalcanos y compuestos aromáticos, característicos del petróleo crudo y sus productos refinados, no se encuentran presentes en forma natural, por lo cual se usan como índice de contaminación en el medio marino (CORNER & HARRIS, 1976). Así la presencia de hidrocarburos aromáticos en la biocenosis, implicaría altos niveles de contaminación en el biotopo.

Si bien la contaminación por hidrocarburos puede ser dañina para el zooplancton, especialmente en la etapa larvaria, la presencia de organismos filtradores como los copépodos, puede ayudar eficazmente a la dispersión del aceite (CONOVER, 1971; FREEGARDE, HATCHARD & PARKER, 1971). Estos crustáceos filtradores que conforman más de un 50% del total de organismos presentes en las muestras de zooplancton marino en el oriente venezolano, pueden ingerir el petróleo suspendido (CANNONE, 1976) y excretarlo posteriormente sin modificación aparente, ayudando de esta manera a la dispersión y haciendo con ello más eficaz la acción degradante de los microorganismos. Los huevos y alevinos recién nacidos, son especialmente vulnerables a la contaminación por hidrocarburos, por el hecho de ser formas flotantes del plancton asociadas con la superficie. Muchos autores han escrito sobre la toxicidad del petróleo, especialmente la de sus compuestos aromáticos como benceno, tolueno y naftaleno, en el zooplancton marino (BARNETT & KONTOGIANNIS, 1975; MIRONOV, 1969; LEE, WINTERS & NICOL, 1978; LEE & NICOL, 1978; LEE, 1975; POLAK, *et al.*, 1978; KUHNHOLD, 1978).

Los derrames eventuales de hidrocarburos, como el ocurrido el 15-12-76 en Nantucket Island (Rhode Island), al encallar el tanquero "Argo Merchant" que descargó al mar 7.700.000 galones de petróleo venezolano

Nº 6, constituyen grave amenaza para la vida marina y para las aves que buscan sus fuentes de alimentación en el mar. Otro tipo de contaminación por hidrocarburos lo constituye la introducción periódica de desechos provenientes de la exploración y explotación de yacimientos petroleros submarinos que terminan ocasionando un malestar crónico en la ecología acuática.

El Instituto Oceanográfico de la Universidad de Oriente ha publicado más de dos centenares de trabajos relacionados con la flora y fauna marina del oriente del país y con las condiciones físico-químicas del agua, muchos de los cuales tienen relación con el plancton del sector. LEGARÉ (1961) comparó la biomasa volumétrica del zooplancton en la Fosa de Cariaco con la del Golfo, en el período mayo-noviembre de 1960. ZOPPI (1961) estudió la distribución vertical en Golfo y Fosa de Cariaco; UROSA (1977) analizó la biomasa del zooplancton en Golfo y Fosa de Cariaco entre septiembre de 1975 y agosto de 1976.

En lo concerniente a la taxonomía de la fauna zooplanctónica, los copépodos, apendiculados, misidáceos, anfípodos, pterópodos, quetognatos y sifonóforos, han sido estudiados en el área (CERVIGÓN, 1962; LEGARÉ, 1964; CERVIGÓN & MARCANO, 1965; UROSA, 1978; ZOPPI, 1971).

CONDICIONES EXISTENTES

Entre la plataforma somera cercana a la costa centro-oriental del país y la situada al norte de Isla Tortuga se encuentra la Fosa de Cariaco, depresión descrita por RICHARDS & VACCARO (1956), que presenta dos cuencas de unos 1.400 m de profundidad, situada una al oeste, frente a la Laguna de Tacarigua y otra al este, frente a la población de Puerto La Cruz, separadas una de la otra por un umbral submarino de unos 900 metros de profundidad. La superficie ocupada por la Fosa y las plataformas señaladas conforma un área total de unos 12.000 Km² en el sector Tuy-Cariaco que se estudia en este trabajo. La Fosa tiene gran interés para la Oceanografía por el hecho de contener aguas anóxicas a partir de los 300 m de profundidad, lo que genera condiciones hidrográficas y químicas características.

La zona costera está afectada por la desembocadura del río Tuy en Higuerote, río Guapo que cae en la Laguna Tacarigua, río Cúpira que desemboca en Machurucuto, río Unare, en la Laguna de Unare y río Ne-

verí, cerca de Barcelona. Es decir, las lagunas costeras citadas constituyen medios de drenaje de estos ríos y forman sistemas estuarinos de interés para la cría de camarones y otras especies comestibles.

MATERIALES Y METODOS

Se situaron trece estaciones en el área de estudio (Fig. 1) que fueron visitadas en marzo, mayo y octubre de 1982, meses que corresponden a: período seco de alta producción, período intermedio y período húmedo de escasa producción, respectivamente. En las estaciones de profundidad suficiente se hicieron tres

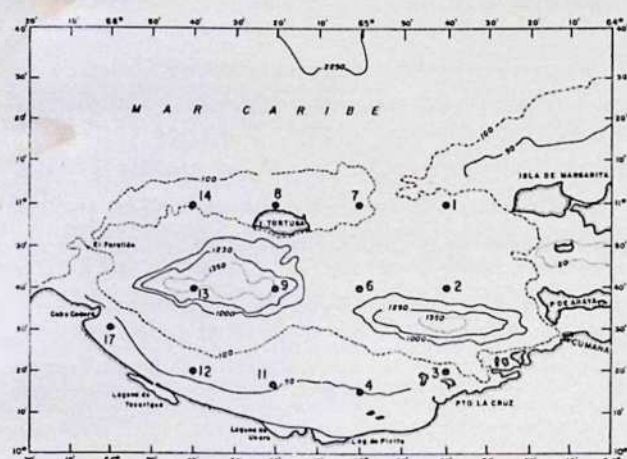


Fig. 1. Área de estudio.

caladas horizontales: una superficial, otra en la termoclina y una tercera a mayor profundidad. En algunos casos se omitió la calada inferior, como en las Estaciones 3, 4, 7, 11, 12 y 14; en otras se hizo solamente la calada superficial, como en las Estaciones 8 y 17, debido a lo somero de las aguas.

La determinación de la termoclina se hizo en forma previa, mediante la medición de temperaturas a profundidades de 0, 10, 20, 30, 50, 75 y 100 m, usando termómetros reversibles de 0,01 grado de apreciación. Cuando la porción media de la termoclina, nivel escogido para la calada, se encontraba en profundidades no coincidentes con las profundidades convencionales seleccionadas para los termómetros, se extrapolaban los valores vecinos para calcular la temperatura en el nivel de calada, como se hizo en las Estaciones 1, 2, 3, 6, 7, 9, 12, 13 y 14 (Tabla 1).

Las estaciones se hicieron coincidir con puntos geográficos escogidos de común acuerdo con los responsables de otros subproyectos del Programa UDO-MARAVEN tratando de cubrir áreas costeras, Fosa de Cariaco, mar abierto y plataforma de Isla Tortuga. La transparencia se midió con un disco Secchi de 45 cm de diámetro.

Las caladas se hicieron con un equipo Clarke-Bumpus de 12 pulgadas, dotado de medidor de flujo en la abertura, y con una red de 210 micras de poro, estableciéndose la profundidad de calada mediante medición del ángulo del cable con un clinómetro y aplican-

TABLA 1. TEMPERATURA (°C) EN NIVELES DE CALADA

Estación N°	1	2	3	4	6	7	8	9	11	12	13	14	17	Promedio
MARZO 82														
Superficie	24.5	23.1	22.3	23.3	22.8	24.4	24.2	24.9	23.7	24.4	25.6	26.0	—	24.1
Termoclina	23.0	21.9	20.5	22.3	22.0	22.6	—	23.2	21.8	23.2	23.4	24.3	—	22.6
Inferior	20.3	20.2	—	—	19.9	—	—	20.3	—	21.0	20.3	—	—	20.3
MAYO 82														
Superficie	25.5	26.4	27.0	26.9	26.6	26.0	26.2	27.3	27.0	26.8	27.0	27.2	27.4	26.7
Termoclina	21.5	22.5	23.1	25.2	22.2	21.8	—	22.7	23.7	23.6	23.8	22.3	—	22.9
Inferior	20.3	21.2	—	—	20.3	—	—	19.7	—	—	20.7	—	—	20.4
OCTUBRE 82														
Superficie	27.9	27.0	27.2	27.4	26.7	27.7	27.5	28.5	27.6	27.3	27.2	28.0	27.8	27.5
Termoclina	24.2	25.0	25.8	25.2	24.9	24.4	—	24.6	26.6	25.2	24.3	26.0	—	25.1
Inferior	20.0	23.2	—	—	22.5	—	—	22.9	—	—	23.6	—	—	22.4

— No hubo calada.

do la fórmula del coseno. El volumen del cilindro de agua filtrada se calculó mediante el uso del medidor de flujo del equipo Clarke-Bumpus, excepto en las caladas hechas en marzo en Estación 8, donde se obtuvo la distancia recorrida según el tiempo y la velocidad de la embarcación.

En las estaciones 2, 3 y 6, últimas del crucero de marzo, se usó un medidor de flujo TSK N° 3595 incorporado al Clarke-Bumpus, por ruptura ocurrida en el contador principal.

Las muestras obtenidas eran fijadas inmediatamente con formol, pero después eran limpiadas y preservadas en formol al 2,2%, usando como solvente agua de mar filtrada (Unesco, 1976), tamponada con bicarbonato de sodio. La biomasa volumétrica y húmeda se determinaba posteriormente, después de drenar, usando el método de volumen desplazado en el primer caso y pesando la muestra sobre cartón secante, en el segundo.

El conteo de organismos se hizo en cámaras de Bogorov, usando una alícuota apropiada, según la concentración.

En la mayoría de las tablas el promedio de valores por mes se calculó tomando como base los datos de superficie y termoclina, ya que en esos estratos se encuentra la mayor abundancia de zooplancton y porque en ocho de las trece estaciones, no se obtuvo la muestra del estrato inferior. Las estaciones se agruparon en sectores: Carenero, costero, Fosa, mar afuera y La Tortuga, para facilitar la determinación de áreas productivas o de sensibilidad ambiental.

Los valores de clorofila que se señalan provienen de REYES (1983).

RESULTADOS Y DISCUSION

BIOMASA ESTACIONAL

Se observó que los valores de biomasa húmeda siguen la misma tendencia y son semejantes a los de biomasa volumétrica, por lo cual se escogió la biomasa húmeda (Tabla 2) como índice para discutir la riqueza planctónica, por constituir un valor más precisamente determinado. Así se observa que el promedio de

TABLA. 2. BIOMASA HUMEDA (g/100 m³)

Estación N°	1	2	3	4	6	7	8	9	11	12	13	14	17	Promedio
MARZO 82														
Superficie	42.1	27.6	21.8	5.9	65.1 ¹	20.6	9.5	18.2	11.7	11.5	8.4	3.8	—	20.5
Termoclina	45.7	47.7	7.8	18.6	29.4 ¹	1.0	—	19.0	23.2	21.0	36.9	48.5	—	27.2
Inferior	9.4	19.6	—	—	4.2	—	—	2.4	—	4.1	9.4	—	—	8.2
Promedio	32.4	31.6	14.8	12.3	32.9	10.8	9.5	13.2	17.5	12.2	18.2	26.2	—	23.9 *
MAYO 82														
Superficie	10.5	2.1	29.3	14.4	2.8	18.1	27.6	3.5	26.4	4.4	1.1	1.3	32.1	13.4
Termoclina	2.9	16.0	19.1	22.6	22.4	24.3	—	26.0	12.5	57.2	28.9	9.6	—	22.0
Inferior	11.0	3.5	—	—	6.8	—	—	15.5	—	—	1.8	—	—	7.7
Promedio	8.0	7.2	24.2	18.5	14.6	21.2	27.6	15.0	19.5	30.8	10.6	5.5	32.1	17.7 *
OCTUBRE 82														
Superficie	12.8	1.2	2.9	13.4	1.7	11.8	12.7	6.0	26.8	1.4	0.5	1.1	105.0	15.2
Termoclina	20.9	8.0	16.3	10.0	6.6	8.9	—	7.6	13.9	19.3	13.1	5.8	—	11.9
Inferior	1.2	3.6	—	—	3.0	—	—	2.3	—	—	3.8	—	—	2.8
Promedio	11.6	4.3	9.6	11.7	3.8	10.4	12.7	5.3	20.4	10.4	5.8	3.5	105.0	13.6 *
Prom. Estac.														
Sup. y Term.	22.5	17.1	16.2	14.2	21.3	14.1	16.6	13.4	19.1	19.1	14.8	11.7	52.5	

¹ Algas abundantes.

* Promedio del mes (Superficie y Termoclina).

valores superficie-termoclina en marzo fue superior al de los meses restantes (23,9 17,7 13,6 g/100 m³), confirmando que la mayor producción corresponde a los primeros meses del año, como consecuencia del fenómeno de surgencia que se presenta en las aguas costeras. Si se analizan los diferentes estratos se aprecia que la biomasa también tiende a ser mayor en marzo, en superficie (20,5 13,4 15,2 g/100 m³), en termoclina (27,2 22,0 11,9 g/100 m³), y en estrato inferior (8,2 7,7 2,8 g/100 m³). La notable pobreza del zooplancton en el mes de octubre y los bajos valores de clorofila (REYES, 1983) se deben probablemente a que la época corresponde a un período de estratificación cuando se encuentran agotadas las capas superiores productivas.

Sectorizando los diferentes ambientes en costero (Est. 3, 4, 11, 12), Fosa (Est. 2, 6, 9, 13), mar afuera (Est. 1, 7, 14) y La Tortuga (Est. 8) se observa en Figura 2 que en la Fosa y mar afuera, la biomasa se muestra decreciente de marzo a octubre con valores en marzo de 24,0-23,1, en mayo de 11,9-11,6 y en octubre de 4,8-8,5 g/100 m³. La concentración de clorofila muestra un comportamiento similar con valores de .770-.915 en marzo; .226-.649 en mayo y .226-.268 mg/m³ en octubre (REYES, *op. cit.*). La Estación de La Tortuga señala biomasa más alta en mayo, pero la concentración de clorofila tiende a permanecer constante durante el año. Las aguas someras (profundidad = 18 m) de La Tortuga solamente permitieron la obtención de una muestra en cada visita para la biomasa y dos para la clorofila, de aquí que el azar debió influir en la aparente riqueza de mayo. Una situación similar se observa en Carenero, una estación situada en aguas de apenas 30 metros de profundidad, donde solamente se hizo una calada en mayo y otra en octubre, obteniéndose valores excepcionalmente altos de biomasa zooplanctónica (Fig. 2), aunque no así de clorofila, que estuvieron influenciados por la presencia de un gran número de cladóceros de la especie *Penilia avirostris*, crustáceos que, por alimentarse de microalgas, pudieron haber agotado el fitoplancton presente. Además de cladóceros se encontró en mayo gran número de apendiculados, quetognatos, larvas de gasterópodos y copépodos de los géneros *Temora*, *Centropages* y *Paracalanus*; así como quetognatos, apendiculados, larvas de crustáceos y copépodos de los géneros *Centropages*, *Temora*, *Eucalanus* y *Oncaea*, en octubre.

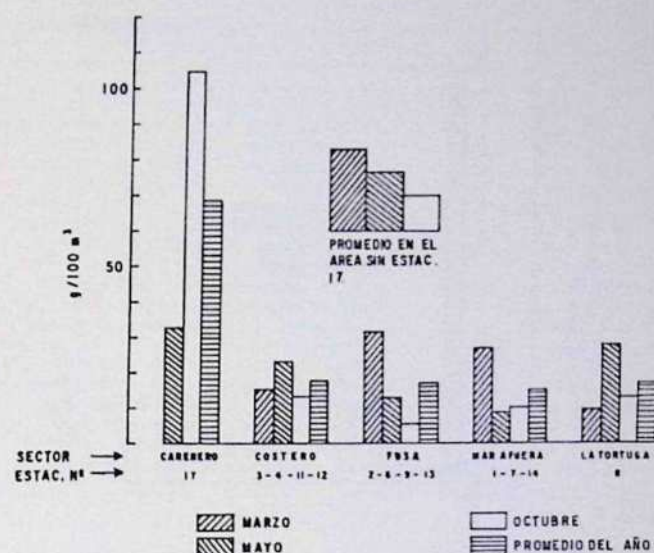


Fig. 2. Biomasa húmeda. Promedio de valores en superficie y termoclina.

La Estación 17 corresponde a un área influenciada por las descargas del río Tuy, lo que probablemente justifica la abundancia planctónica en sus aguas. Aunque las caladas de plancton superficial de Carenero se hicieron a medianoche en ambos casos, la presencia masiva del zooplancton en la capa superior no puede justificarse por efectos de la migración vertical, ya que la columna de agua es de apenas 30 m. *Penilia avirostris*, un herbívoro de superficie que contribuyó con más de un 40% a la abundancia de octubre, se encuentra cerca de las costas y prolifera en forma inesperada bajo ciertas condiciones. La inversión de los valores de clorofila con la profundidad que se observa en mayo, en esta Estación, pudiera atribuirse al pastoreo mayor de superficie.

Debido a esta particularidad de la Estación 17 (Carenero), se han omitido sus valores al representar por barras el promedio anual en las Figuras 2, 3, 4 y 5, dándosele la categoría de sector, igual que La Tortuga.

También el azar tiene mucho que ver al analizar el ambiente costero y sector La Tortuga. En el sector costero se encuentra una mayor biomasa en mayo, como producto del alto valor encontrado en la termoclina (57,2 g/100 m³) de la Estación 12, donde también se leyó el valor más alto de clorofila (.427 mg/m³) de la columna de agua. El análisis reveló que la alta biomasa en la termoclina de la Estación 12 se debió a los copépodos *Clausocalanus arcuicornis*, *C. furcatus* y *Eucalanus*

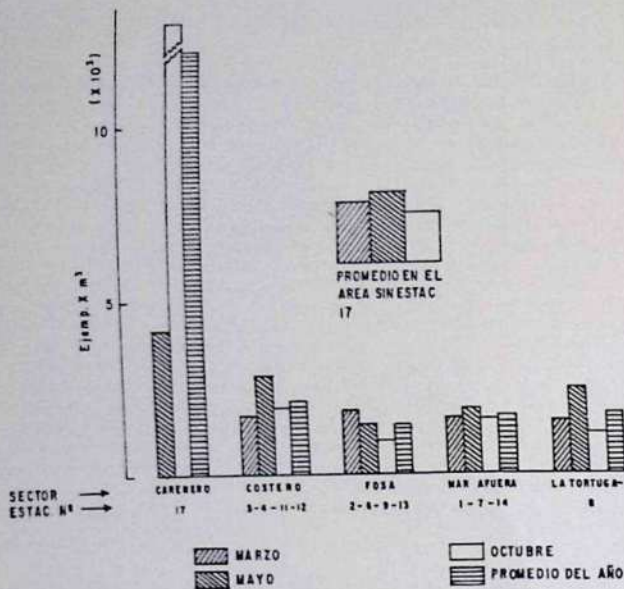


Fig. 3. Zooplancton. Número promedio de organismos por m^3 en superficie y termoclina.

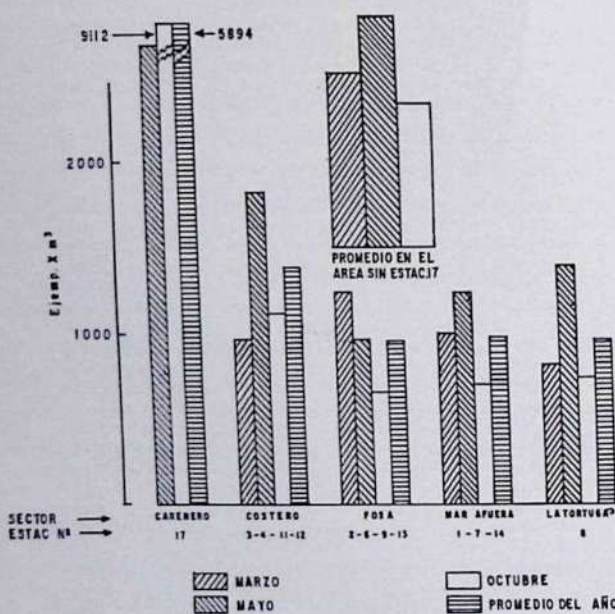


Fig. 4. Copépodos. Número promedio de organismos por m^3 en superficie y termoclina.

attenuatus, especies comunes en toda el área Tuy-Cariaco.

Si en la Tabla 2 se omiten los datos de la Estación 17, se obtiene una relación entre marzo, mayo y octubre de 2,5: 1,7: 1,0 que resulta de más contraste que la relación 1,7: 1,3: 1,0 que se obtiene incluyendo la Estación 17.

Los valores de biomasa húmeda fueron correlacionados con los de clorofila "a" (REYES, 1983) en todas las Estaciones y se encontró una alta correlación en superficie en los tres meses estudiados; en marzo $r=0,72$ válida en un 99,9%; en mayo $r=0,66$ válida en un 99% y en octubre $r=0,69$ válida en un 99%. La correlación en termoclina y en estrato inferior no fue significativa.

Las curvas señaladas en la Fig. 6 muestran una distribución alta de biomasa en el área costera, que se inicia frente a la Laguna Unare hacia el occidente y en la parte oriental de la Fosa hasta la Estación 1, con valores de 19-30 $g/100 m^3$. La mayor biomasa se observa hacia la parte occidental por influencia de la Estación 17, cuya producción ya se ha comentado.

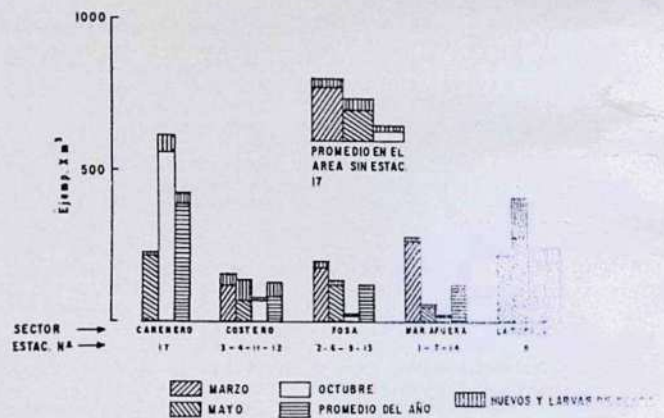


Fig. 5. Larvas (incluyendo huevos y larvas de post-larva). Número promedio de organismos por m^3 en superficie y termoclina.

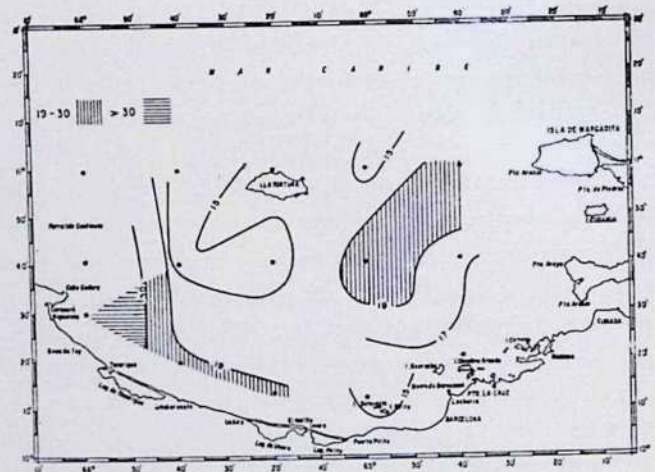


Fig. 6. Biomasa húmeda. Curvas de abundancia ($g/100 m^3$) según promedio del año en superficie y termoclina.

Distribución del zooplancton en la cuenca Tuy-Cariaco, Venezuela

TABLA 3. CLADOCEROS (EJEMP./m³)

Estación N°	1	2	3	4	6	7	8	9	11	12	13	14	17	Promedio
MARZO 82														
Superficie	562	525	0	0	276	23	0	0	8	28	3	2	—	118
Termoclina	117	4	0	4	22	8	—	2	39	24	103	7	—	30
Inferior	7	1	—	—	2	—	—	0	—	1	2	—	—	2
Promedio	228	176	0	2	100	15	0	1	23	17	36	4	—	74 *
MAYO 82														
Superficie	267	37	139	176	232	283	24	24	2096	10	3	1	838	318
Termoclina	14	17	35	143	1	2	—	0	449	160	2	0	—	75
Inferior	12	0	—	—	1	—	—	0	—	—	0	1	—	2
Promedio	97	18	87	159	78	142	24	8	1272	85	1	1	838	196 *
OCTUBRE 82														
Superficie	73	127	57	1802	44	8	0	378	29	24	16	33	9763	950
Termoclina	25	19	475	636	2	0	—	6	163	25	3	0	—	123
Inferior	1	1	—	—	1	—	—	1	—	—	0	—	—	1
Promedio	33	49	266	1219	15	4	0	128	96	24	6	16	9763	537 *
Prom. Estac. Sup. y Term.	176	122	118	460	96	54	4	68	464	46	22	7	5301	—

* Promedio del mes (Superficie y Termoclina).

TABLA 4. COPEPODOS (EJEMP./m³)

Estación N°	1	2	3	4	6	7	8	9	11	12	13	14	17	Promedio
MARZO 82														
Superficie	1364	737	180	289	638	631	817	1000	448	1309	1067	385	—	738
Termoclina	1839	2346	846	1425	788	54	—	1119	1732	1477	2195	1672	—	1408
Inferior	532	460	—	—	98	—	—	63	—	659	621	—	—	405
Promedio	1245	1181	513	857	508	342	817	727	1090	1148	1294	1028	—	1073 *
MAYO 82														
Superficie	126	432	2671	678	647	1855	1394	400	1786	216	56	466	2676	1031
Termoclina	2259	975	1379	1819	1957	1998	—	1828	1497	4499	1508	643	—	1851
Inferior	805	349	—	—	302	—	—	730	—	—	105	—	—	458
Promedio	1063	585	2025	1248	968	1926	1394	986	1641	2357	556	555	2676	1441 *
OCTUBRE 82														
Superficie	148	143	299	1533	310	819	739	97	1696	218	20	172	9112	1177
Termoclina	1347	764	1394	993	1083	794	—	627	1275	1544	2192	940	—	1177
Inferior	63	244	—	—	221	—	—	173	—	—	219	—	—	184
Promedio	519	383	846	1263	538	806	739	299	1485	881	810	556	9112	1177 *
Prom. Estac. Sup. y Term.	1180	899	1128	1122	904	1025	983	845	1405	1544	1173	713	5894	—

* Promedio del mes (Superficie y Termoclina).

TABLA 5. VALOR PROMEDIO POR ESTACION. SUPERFICIE Y TERMOCLINA. (EJEMP./m³)

Estación N°	1	2	3	4	6	7	8	9	11	12	13	14	17	Promedio
ZOOPLANCTON														
Marzo 82	3331	2214	923	1722	2116	597	1494	1199	2112	1997	1868	1604	—	1765
Mayo 82	1601	940	2458	1939	1984	2761	2438	1672	3406	3531	1027	710	4130	2200
Octubre 82	2721	663	1450	2793	999	1206	1139	804	2183	1159	1321	707	20158	2869
COPEPODOS														
Marzo 82	1602	1542	513	857	713	343	817	1060	1090	1393	1631	1029	—	1050
Mayo 82	1193	704	2025	1249	1302	1927	1394	1114	1642	2358	782	555	2676	1456
Octubre 82	748	454	847	1263	697	807	739	362	1486	881	1106	556	9112	1466
APENDICULADOS														
Marzo 82	276	69	44	408	397	161	235	96	388	260	105	288	—	227
Mayo 82	126	151	59	315	178	434	447	276	164	780	172	35	135	251
Octubre 82	159	58	150	48	174	290	193	189	437	138	151	26	230	172
QUETOGNATOS														
Marzo 82	168	41	36	104	29	9	44	15	143	72	7	127	—	66
Mayo 82	4	10	105	39	30	37	97	20	24	9	21	14	163	33
Octubre 82	18	3	49	91	15	28	31	9	19	38	13	12	280	47

TABLA 6. APENDICULADOS. (EJEMP./m³)

Estación N°	1	2	3	4	6	7	8	9	11	12	13	14	17	Promedio
MARZO 82														
Superficie	320	100	62	248	453	303	235	151	544	198	116	109	—	227
Termoclina	232	38	25	567	340	18	—	40	231	321	93	467	—	276
Inferior	42	2	—	—	13	—	—	1	—	8	23	—	—	15
Promedio	198	47	44	408	269	161	235	64	388	176	77	288	—	227 *
MAYO 82														
Superficie	116	134	111	238	194	592	447	247	0	234	26	35	135	193
Termoclina	135	167	7	392	162	275	—	305	328	1326	318	35	—	314
Inferior	90	6	—	—	16	—	—	351	—	—	34	—	—	99
Promedio	114	102	59	315	124	434	447	301	164	780	126	35	135	254 *
OCTUBRE 82														
Superficie	101	28	78	32	112	431	193	195	561	39	12	35	230	157
Termoclina	216	87	220	63	235	149	—	182	312	236	290	16	—	182
Inferior	4	56	—	—	41	—	—	28	—	—	29	—	—	32
Promedio	107	57	149	48	129	290	193	135	437	138	110	26	230	170 *
Prom. Estac. Sup. y Term.	187	92	84	257	249	294	292	187	329	392	142	116	182	—

* Promedio del mes (Superficie y Termoclina).

mayor parte del sector costero oriental y las aguas vecinas a Isla Tortuga presentan valores bajos de biomasa, si se comparan con el sector costero occidental, sin embargo, datos obtenidos en aguas tropicales cerca de Barbados ($13^{\circ} 15' N$ y $59^{\circ} 42' W$) por MOORE & SANDER (1977) revelan biomasa volumétrica de $20 \text{ ml}/1000 \text{ m}^3$ que son bastante más bajas que las registradas en el oriente venezolano. El promedio de octubre, período improductivo en las aguas venezolanas del oriente, es de $95 \text{ ml}/1000 \text{ m}^3$, sin incluir los datos de Carenero que se omitieron por ser anormalmente altos. KINZER (1966) encontró $113,4 \text{ ml}/1000 \text{ m}^3$ en aguas ecuatoriales y subecuatoriales de Ghana. En Tuy-Cariaco se encontraron promedios de $239 \text{ ml}/1000 \text{ m}^3$ en marzo, $172 \text{ ml}/1000 \text{ m}^3$ en mayo y $132 \text{ ml}/1000 \text{ m}^3$ en octubre, el primero de los cuales representa diez veces los valores de MOORE & SANDER (*op. cit.*) en Barbados, además de ser notablemente superior a los citados por KINZER en Ghana. RAO & UROSA (1974) habían encontrado en el Golfo de Cariaco un promedio de $126,0 \text{ ml}/1000 \text{ m}^3$ en la época menos productiva. Cifras comparables con las más altas detectadas en aguas influenciadas por nutrientes fluviales de Ghana, se encontraron en las Estaciones 1, 2, 6, 13 y 14 de la Cuenca Tuy-Cariaco durante el mes de marzo y en las Estaciones 4, 9, 12 y 13 en mayo. CUSHING (1971) cita valores de $75 \text{ ml}/1000 \text{ m}^3$ en zonas de surgencia tropical cerca de Islas Marquesas, 10° al sur de Polinesia; $315 \text{ ml}/1000 \text{ m}^3$ en Guinea, costa africana a $10^{\circ} N$ del ecuador; $50 \text{ ml}/1000 \text{ m}^3$ en Andamán, Golfo de Bengala a $12^{\circ} N$ del ecuador Indico y $117 \text{ ml}/1000 \text{ m}^3$ en Java, Indonesia, a $8^{\circ} S$ del ecuador. Se observa así que los registros de Tuy-Cariaco son similares o superiores a los encontrados en otras regiones tropicales productivas en períodos de surgencia.

BIOMASA EN LA COLUMNA DE AGUA

En la mayoría de las Estaciones, los números más altos de biomasa se obtuvieron en la termoclina durante todo el año, especialmente en las Estaciones de la Fosa: 2, 9, 13 y en muchas caladas hechas en la noche (Est. 2, 9, 12). Mayor abundancia en superficie se encontró en marzo en las Estaciones 3, 6, 7, mayo en las Estaciones 1, 3, 11 y octubre en las Estaciones 4, 7, 11, lo cual se atribuye, en el caso de las Estaciones 6, 7 de marzo, 11 de mayo y 4, 7, 11 de octubre, al hecho de haberse realizado estas caladas en horas de la noche,

cuando muchos zooplanctobios migran a la superficie, desde estratos inferiores.

La biomasa de la capa inferior fue menor, en la mayoría de los casos, a la de capas superiores (Tabla 2), sin embargo, debe tomarse en cuenta que la calada inferior solamente se hizo en cinco de las trece Estaciones.

DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL DE LA BIOMASA

Tratando de establecer diferencias entre una y otra Estación desde el punto de vista de la biomasa, se encuentra que, exceptuando la Estación 17 de Carenero y la Laguna Unare, las demás presentan valores notablemente bajos en octubre. En marzo, los valores altos se encontraron en las Estaciones 1, 2, 6, 14 que corresponden a Estaciones oceánicas y en mayo en las Estaciones 3, 8, 12, 17 que corresponden a Estaciones costeras; así las Estaciones ricas de marzo estaban pobres en mayo y viceversa.

En la Figura 2 se aprecia que la biomasa de Carenero es notablemente mayor debido probablemente a los nutrientes acarreados por el Río Tuy que desemboca unas pocas millas hacia el sureste. El sector costero y La Tortuga presentan valores más altos que los sectores oceánicos pero muy bajos en relación a los de Carenero, observándose también un contraste entre marzo, cuando son más ricas las aguas oceánicas, y mayo, cuando son más ricas las aguas costeras.

TEMPERATURA

En la Tabla 1 se ha calculado la temperatura en la termoclina y estrato inferior extrapolando entre los estratos convencionales vecinos. A la capa inferior se le hizo coincidir con el estrato térmico convencional de 75 m, excepto en la Estación 12 de marzo y la Estación 1 de octubre, cuando fue necesario hacer la calada inferior a 40 y 120 m, respectivamente.

La temperatura superficial promedio del sector costero en marzo ($23,4^{\circ}C$) resultó menor que la leída en Fosa ($24,1^{\circ}C$) y en mar afuera ($25,5^{\circ}C$), lo que viene a corroborar la presencia de aguas subsuperficiales surgentes hacia la costa en esa época del año. La temperatura de las Estaciones 12 (costera), 2, 6, 9 (Fosa) y 7 (mar afuera) se midió en horas de la noche. En mayo las temperaturas de $26,9$, $26,8$, $26,2^{\circ}C$ en

los sectores costeros, Fosa y mar afuera respectivamente, no difieren mucho unas de otras. La época de estratificación de las aguas en octubre se caracteriza por temperaturas similares en la capa superficial, tanto en las aguas costeras, como en las oceánicas (27,4; 27,4 y 27,9°C).

La temperatura superficial más alta de marzo, 26,0°C, se leyó en horas del mediodía en la Estación 14 al oeste de La Tortuga, y la más baja, 22,3°C en la Estación de Islas Chimanas, al amanecer. En mayo la mayor (27,4°C) se encontró en la Estación 17, cerca de la medianoche y la menor (25,5°C) en la Estación 1 al oeste de Margarita en horas del mediodía. En octubre, la más alta (28,5°C) se encontró en la Estación 9 en la Fosa de Cariaco entre las 15 y 16 horas, y la más baja, 26,7°C, en la Estación de la Fosa, al amanecer.

En las Estaciones costeras la termoclina se encontraba entre 5 y 15 metros, pero en las oceánicas se encontró a 40 metros en marzo y entre 15 y 40 m en los otros meses.

TRANSPARENCIA

Los promedios de transparencia que presenta la Tabla 11 indican que las aguas de las Estaciones 1, 2, 6, 9, 13, 14 son más claras que las demás, lo cual era de esperarse, ya que corresponden a los sectores de Fosa y mar afuera. El promedio bajo de marzo no puede justificarse por la turbulencia de las aguas, que en esta época era bastante evidente, sino más bien por el hecho de no haberse efectuado en horas del día las caladas de las Estaciones 2, 6, 7, 9, que por ser oceánicas hubieran podido aportar valores altos. Las Estaciones 1, 13, 14 que también corresponden al área oceánica, fueron visitadas durante el día y ofrecen altos índices de transparencia en marzo. Las aguas de las Estaciones 3, 4, 11 se encontraban agitadas y turbias. En octubre había menos turbulencia por no ser época de vientos fuertes, lo que condujo a una mayor estratificación de las aguas. En mayo se midió la transparencia en diez de las trece Estaciones (Tabla 13); en octubre se midió en nueve. Se calculó la correlación entre la biomasa superficial y la transparencia (m), obteniéndose una alta correlación negativa válida para un 95-99% en el mes de mayo; esta correlación debe atribuirse a influencia de sedimentos costeros y no a interferencia de organismos

planctónicos, porque si se toman en cuenta solamente los valores oceánicos, no se encuentra correlación alguna.

VOLUMEN DE AGUA FILTRADA

Se observó gran dispersión de los valores con una media de 34,0 m³, una varianza de 107,7 y una desviación standard de 10.5. Todas las caladas tuvieron una duración de diez minutos, pero debía esperarse que las caladas hechas en contra de la corriente aportaran un volumen mayor, lo que sustentaría el fenómeno de dispersión observado.

Algunos hechos imprevistos producidos durante las operaciones ocasionaron ruptura del dispositivo contador de revoluciones del medidor de flujo CLARKE-BUMPUS, por lo cual se usó un volumen aproximado de agua filtrada, basándose en la velocidad del buque según se explicó en Materiales y Métodos. El valor obtenido de 33,5 m³, basándose en una velocidad de dos nudos, resultó ser notablemente coincidente con el promedio, 33,8 m³, de todos los demás valores calculados con el medidor de flujo.

COPÉPODOS

Tal como ocurrió con la biomasa, en la termoclina se observaron valores más altos de copépodos (Tabla 4), excepto en octubre, cuando la gran cantidad de zooplanctobios encontrada en la Estación 17 de Carenero modificó los promedios superficiales del resto de las Estaciones.

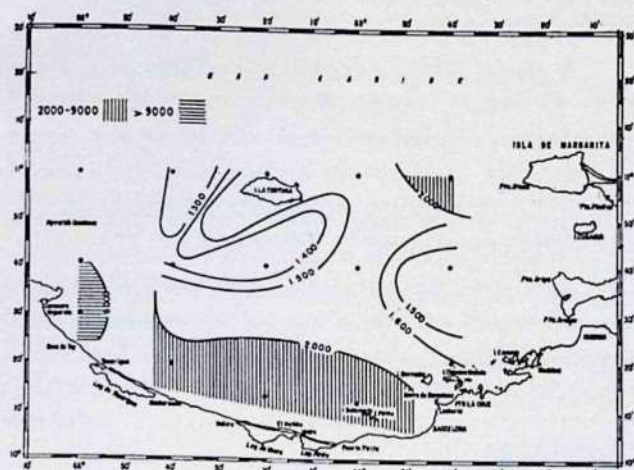
El análisis de las Figuras 3-4 en forma conjunta, permite distinguir diferencias en la proporción de copépodos en cada uno de los sectores. En la Estación 17 del sector Carenero se encontró un número excepcionalmente alto de zooplanctobios, y los copépodos representaron un 48,5% del total. En el sector costero representan un 60,8%, en la Fosa un 69,1%, en mar afuera un 60,1% y en La Tortuga un 58,2%, todo lo cual dice que, exceptuando el caso Carenero, los copépodos están siempre representados por porcentajes superiores a un 55% de los organismos presentes en la muestra. La Estación de Carenero presenta un porcentaje bajo, no por deficiencia del número de copépodos, sino por la abundancia notable del número de cladóceros que conforman un 43,7% del total de organismos.

Distribución del zooplancton en la cuenca Tuy-Cariaco, Venezuela

TABLA 7. QUETOGNATOS. (EJEMP./m³)

Estación N ^o	1	2	3	4	6	7	8	9	11	12	13	14	17	Promedio
MARZO 82														
Superficie	78	38	30	159	26	4	44	22	61	29	6	97	—	50
Termoclina	258	44	42	49	32	14	—	8	225	115	7	156	—	86
Inferior	5	3	—	—	6	—	—	1	—	4	9	—	—	6
Promedio	114	28	36	104	21	9	44	10	143	49	7	127	—	67 *
MAYO 82														
Superficie	0	2	149	53	46	12	97	16	27	2	1	2	163	44
Termoclina	7	17	61	24	13	61	—	23	21	15	41	25	—	28
Inferior	10	23	—	—	7	—	—	37	—	—	2	—	—	16
Promedio	6	14	105	39	22	37	97	25	24	9	15	14	163	37 *
OCTUBRE 82														
Superficie	16	1	10	148	10	26	31	6	25	5	1	1	280	43
Termoclina	19	4	88	33	20	30	—	11	13	70	24	23	—	30
Inferior	5	7	—	—	12	—	—	16	—	—	8	—	—	10
Promedio	13	4	49	90	14	28	31	11	19	38	11	12	280	37 *
Prom. Estac.														
Sup. y Term.	63	13	63	78	25	25	57	14	62	39	13	51	222	—

* Promedio del mes (Superficie y Termoclina).

Fig. 7. Zooplancton. Curvas de densidad (ejmp/m³) según promedio del año en superficie y termoclina.

Aunque las barras revelan que la menor densidad de copépodos se encontró en la Fosa (Fig. 4), los porcentajes indican que ese número representa el 69,1% de los organismos presentes por metro cúbico, ya que

también la densidad del zooplancton (Fig. 3) fue menor en la Fosa que en otros sectores.

La abundancia, cuando se interpreta por el número de organismos, resulta a veces con un patrón diferente al de la biomasa, en el sentido que a una biomasa baja puede corresponder un número alto de organismos, lo cual es debido generalmente a la presencia de gran cantidad de organismos pequeños de poca masa corpuscular. Un número pequeño de organismos en una muestra de biomasa alta, se presenta cuando en la calada hay un considerable número de organismos gelatinosos o larvas de peces de gran volumen corpuscular. La presencia de cianofíceas y otras algas que no son registradas numéricamente en el zooplancton, o de restos grandes de organismos gelatinosos, también puede ocasionar que los valores de biomasa no se correlacionen significativamente con los datos numéricos. Así se encuentra que en la Fig. 7 la abundancia numérica no se extiende hacia la porción oriental de la Fosa, donde hay un alto valor de biomasa (Fig. 6); sin embargo, la abundante biomasa de la Estación 1 y sector costero, incluyendo Estación 17 de Carenero, se correlaciona significativamente con el zooplancton numéricamente abundante

que aparece señalado por las curvas de la Fig. 7; la curva que encierra un área de biomasa pobre al suroeste y oeste de La Tortuga, coincide con la correspondiente a la representación numérica del zooplancton y con el número de copépodos (Fig. 9). Por otro lado, el número de ejemplares totales por metro cúbico es mayor en octubre que en los meses más productivos de marzo y mayo, como consecuencia de la gran abundancia de organismos en la Estación 17, la cual no fue visitada en el mes de marzo.

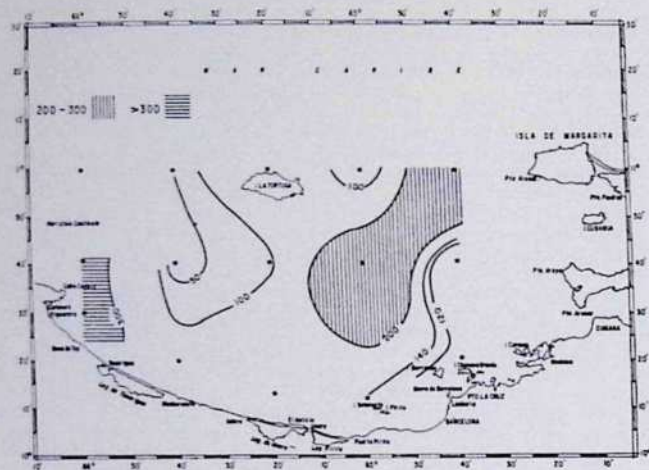


Fig. 8. Larvas (incluyendo huevos y larvas de peces). Curvas de densidad (ejmp/m³) según promedio del año en superficie y termoclina.

La alta biomasa de la Estación 8 de La Tortuga en mayo estaba representada por copépodos, quetognatos, apendiculados, juveniles de copépodos y huevos de peces. El haber hecho solamente una calada en cada visita, dada la poca profundidad, introdujo un alto grado de incertidumbre en la cuantificación. Razones similares pudieron privar para que en la Estación 17, donde se caló el estrato superficial solamente, el número de organismos de octubre quintuplicara lo encontrado en mayo.

Durante el período de estudio los copépodos presentaron un porcentaje mayor en la termoclina, obteniéndose un 49,2% en la superficie y un 72,5% en la termoclina, lo que indicaría que la riqueza en este nivel de discontinuidad térmica se debe en gran parte a los copépodos. Los copépodos ocupan el mayor porcentaje (69,1%) en la Fosa, y el menor (48,5%) en Carenero (Figs. 3-4).

El número de copépodos por metro cúbico es más alto en el sector de costa (Fig. 4), probable consecuencia de la surgencia que tiende a ser más evidente en la costa, según se vio al analizar la temperatura. En el mes de mayo, cuando todavía el fenómeno surgente no ha desaparecido, se encuentra también una densidad alta de copépodos en el área costera.

Los copépodos abundan más en mayo que en marzo, no obstante ser marzo un mes de alta producción de biomasa. Esto se explica por la abundancia de copépodos pequeños de los géneros *Oncaea*, *Temora* y *Paracalanus*, que se encuentran principalmente en el sector costero. La barra que señala el promedio de copépodos de octubre se muestra bastante corta, en concordancia con la de biomasa del mismo mes. La alta densidad de copépodos en mayo debió haber influido para que la barra de zooplancton (Fig. 3) presente una mayor altura en ese mes.

APENDICULADOS

Los apendiculados constituyen el segundo grupo más numeroso en el área Tuy-Cariaco, pero por su talla tan pequeña contribuyen poco a valorizar la biomasa.

El mayor número de ellos se encontró en la termoclina (Tabla 6), muchas veces superando los valores de superficie, observándose además que en mayo y octubre el porcentaje es mayor en la capa inferior, lo que indica que se encuentran significativamente presentes en la columna de agua de 75 metros.

En cuanto a su distribución horizontal, el sector costero y La Tortuga presentan las cifras de mayor abundancia, especialmente en el mes de mayo.

CLADÓCEROS

La mayor concentración de cladóceros se encontró en la Estación 17 de Carenero, especialmente en octubre (Tabla 3), mes durante el cual las densidades fueron también altas en superficie de las Estaciones 11 y 4, lo que ocasionó un promedio alto en ese mes. Los cladóceros responden a estímulos muy localizados para su reproducción, razón por la cual no siguen patrones, excepto el de preferir la superficie, como buenos herbívoros; así se encuentra que en todos los meses la mayor

concentración se produjo en superficie, y la menor en el estrato inferior, donde muchas veces estuvieron ausentes. Constituye uno de los grupos más comunes del plancton, especialmente en el Golfo de Cariaco, donde se encuentra dominando en muchas oportunidades, especialmente en los meses de calma (UROSA, 1978).

Su afinidad con el estrato superficial se puede comprobar por las cifras obtenidas al relacionar los cladóceros con el número total de organismos, según se aprecia seguidamente:

		Cladóceros	Tot. organ.	%
Marzo	Superficie	118	1.565	7,5
	Termoclina	30	2.006	1,5
	Inferior	2	508	0,3
Mayo	Superficie	318	1.796	17,7
	Termoclina	75	2.479	3,0
	Inferior	2	637	0,3
Octubre	Superficie	950	2.728	34,8
	Termoclina	123	1.621	7,6
	Inferior	1	213	0,4

Se observa que el porcentaje de cladóceros va disminuyendo a medida que la calada se aleja de la superficie y que en mayo y octubre la proporción es notable por efectos de la abundancia en la Estación 17 de Carenero.

QUETOGNATOS

Los quetognatos ocupan generalmente el segundo o tercer lugar en abundancia en el plancton de las aguas venezolanas orientales, donde los copépodos, que constituyen su presa más frecuente, ocupan el primero. En la Cuenca Tuy-Cariaco, los quetognatos ocupan el cuarto lugar en el año 1982, después de los apendiculados y cladóceros.

Se han hecho experimentos con *Sagitta hispidula*, especie que representa el 62% de las especies de quetognatos en el oriente del país (UROSA, 1978), alimentándola con *nauplii* de *Artemia salina* (REEVE, 1964) y se ha encontrado que puede consumir hasta 50 *nauplii* por día, lo que representa un 65% de su propio peso. La especie se alimenta principalmente de copépodos de los géneros *Corycaeus* y *Calanus*. Otras especies presentes en nuestras aguas, como *S. friderici*, también se alimentan de copépodos, especialmente de los géneros

Paracalanus, *Clausocalanus*, *Oncaea*, *Oithona*, *Temora*, *Corycaeus* y *Centropages* (NAGASAWA & MARUMO, 1976), todos comunes en las aguas venezolanas.

La mayor cantidad de quetognatos se encontró en la Estación 17 de Carenero y en las Estaciones 3, 4, 12 de la zona costera. Hubo mayor abundancia en el mes de marzo, pero no se observan diferencias grandes entre uno y otro mes. Estuvieron presentes en todas las caladas, lo que indica su grado de frecuencia en el plancton. Se observa también que tienden a encontrarse en mayor cantidad en los estratos superficiales (Tabla 7).

CARNÍVOROS

Siendo que los quetognatos son carnívoros, se les ha agrupado con otros elementos planctónicos, como sifonóforos y medusas (Tabla 8), que cumplen funciones similares en la red trófica. Tanto los sifonóforos, como las medusas, se encontraron más abundantes en el mes de marzo y más frecuentes en las capas de superficie y termoclina.

En la Estación de Carenero los carnívoros se encontraron en forma abundante, pero si se prescinde de los valores de esta Estación, se encuentra que están asociados con la termoclina, igual que los copépodos, de los cuales se alimentan.

Los carnívoros representan un 3% de los organismos totales durante el año, valor que resulta inferior al encontrado en el Golfo de Cariaco (5,65%) por ESPINOZA-ESTABA (1977). La Estación 17 de Carenero y el sector costero, aportan la mayor concentración de carnívoros; el promedio más alto se obtiene en el mes de marzo. La medusa *Pelagia noctiluca* se encontró en forma abundante en toda el área durante los meses de marzo y mayo. No se registró en la Tabla 8 porque no se calan en las muestras de plancton, pero eran fácilmente visibles desde la embarcación.

LARVAS (INCLUYENDO HUEVOS Y LARVAS DE PECES)

Comprende larvas de grupos tales como cirrípedos, peces, copépodos, bivalvos, crustáceos, poliquetos, bryozoarios y gasterópodos. También se incluyen los huevos de peces.

El número de larvas representó un porcentaje bastante pequeño del número total de zooplanctobios (Ta-

TABLA 8. CARNIVOROS: QUETOGNATOS - SIFONOFOROS - MEDUSAS. (EJEMP./m³)

Estación N°	1	2	3	4	6	7	8	9	11	12	13	14	17	Promedio
MARZO 82														
Superficie	122	41	96	161	32	15	45	26	64	45	10	9	—	56
Termoclina	283	81	49	50	34	14	—	11	225	144	14	163	—	97
Inferior	10	14	—	—	6	—	—	1	—	8	11	—	—	8
Promedio	138	45	73	106	24	15	45	13	145	66	12	86	—	75*
MAYO 82														
Superficie	1	2	149	59	47	13	98	16	31	5	1	2	186	47
Termoclina	7	24	62	31	13	61	—	28	24	61	47	26	—	35
Inferior	10	24	—	—	8	—	—	41	—	—	3	—	—	17
Promedio	6	17	106	45	23	37	98	28	28	33	17	14	186	41*
OCTUBRE 82														
Superficie	18	1	14	177	12	47	56	6	32	15	1	2	352	56
Termoclina	42	9	114	53	34	30	—	28	32	163	36	25	—	51
Inferior	2	30	—	—	19	—	—	17	—	—	9	—	—	15
Promedio	21	13	64	115	22	39	56	17	32	89	15	14	352	37*
Prom. Estac. Sup. y Term.	79	26	81	89	29	30	66	19	68	72	18	38	269	

* Promedio del mes (Superficie y Termoclina).

TABLA 9. LARVAS (INCLUYENDO HUEVOS Y LARVAS DE PECES). (EJEMP./m³)

Estación N°	1	2	3	4	6	7	8	9	11	12	13	14	17	Promedio
MARZO 82														
Superficie	1407	179	229	88	1085	27	226	44	100	125	19	34	—	297
Termoclina	111	100	94	270	75	9	—	17	179	137	70	81	—	104
Inferior	40	38	—	—	12	—	—	5	—	37	42	—	—	29
Promedio	519	105	161	179	390	18	226	22	139	99	43	57	—	200*
MAYO 82														
Superficie	6	4	177	99	21	37	412	4	147	333	5	25	226	115
Termoclina	14	57	24	131	518	128	—	414	69	156	57	118	—	153
Inferior	22	32	—	—	26	—	—	133	—	—	15	—	—	46
Promedio	14	31	100	115	188	82	412	183	108	244	25	71	226	134*
OCTUBRE 82														
Superficie	7	9	111	172	9	19	100	16	93	24	1	4	615	91
Termoclina	46	59	48	58	37	13	—	28	33	62	42	45	—	43
Inferior	8	25	—	—	11	—	—	5	—	—	12	—	—	12
Promedio	20	31	79	115	19	16	100	16	63	43	18	24	615	67*
Prom. Estac. Sup. y Term.	388	68	114	136	291	39	246	87	104	139	32	51	421	

* Promedio del mes (Superficie y Termoclina).

Distribución del zooplancton en la cuenca Tuy-Cariaco, Venezuela

TABLA 10. HUEVOS Y LARVAS DE PECES. (EJEMP./m³)

Estación N°	1	2	3	4	6	7	8	9	11	12	13	14	17	Promedio
MARZO 82														
Superficie	3	32	88	11	47	3	65	26	26	20	2	5	—	27
Termoclina	25	15	108	6	5	1	—	3	13	9	30	6	—	20
Inferior	8	1	—	—	3	—	—	1	—	13	7	—	—	6
Promedio	12	16	98	9	28	2	65	15	20	14	13	6	—	24*
MAYO 82														
Superficie	0	0	55	24	5	7	131	1	17	323	1	17	8	45
Termoclina	7	35	4	26	1	14	—	2	14	68	14	0	—	16
Inferior	13	15	—	—	4	—	—	10	—	—	7	—	—	10
Promedio	7	17	30	25	3	11	131	4	16	195	7	9	8	30*
OCTUBRE 82														
Superficie	1	1	20	8	2	5	13	2	10	6	1	2	43	9
Termoclina	7	2	11	5	13	3	—	8	9	7	7	0	—	7
Inferior	1	1	—	—	5	—	—	1	—	—	1	—	—	2
Promedio	3	1	16	7	7	4	13	4	10	7	3	1	43	8*
Prom. Estac. Sup. y Term.	7	14	48	13	12	6	70	7	15	72	9	5	26	

* Promedio del mes (Superficie y Termoclina).

TABLA 11. TRANSPARENCIA (m)

Estación N°	1	2	3	4	6	7	8	9	11	12	13	14	17	Promedio
Marzo	27	—	8	5	—	—	—	—	9	—	27	30	—	18
Mayo	21	24	13	21	25	20	—	27	—	16	27	29	—	22
Octubre	27	28	14	—	27	—	16	30	—	16	25	30	—	24
Promedio	25	26	12	13	26	20	16	29	9	16	26	30	—	—

— Noche.

TABLA 12. DATOS DE CAMPO

Est. N°	Día	Posición		Sonda (m)	Hora	Fitoplancton Prof. (m)								Zooplancton Prof. (m)		Secchi (m)
		Lat. N	Long. W													
MARZO 1982																
1	09	11° 00'	64° 40'	180	17:45-19:02	0	10	20	30	50	75	100	0	40	75	27
2	12	10° 40'	64° 40'	320	04:47-05:41	0	10	20	30	50	75	100	0	40	75	N
3	12	10° 20'	64° 40'	65	08:44-09:12	0	10	20	30	—	—	—	0	40	—	8
4	11	10° 12'	65° 00'	33	11:38-12:08	0	10	20	—	—	—	—	0	10	—	5
6	12	10° 40'	65° 00'	900	00:08-01:03	0	10	20	30	50	75	100	0	40	75	N
7	09	11° 00'	65° 00'	80	23:00-23:32	0	10	20	30	50	75	—	0	40	—	N
8	10	11° 00'	65° 20'	18	03:45-03:55	0	10	—	—	—	—	—	0	—	—	N
9	11	10° 40'	65° 20'	1300	19:32-20:24	0	10	20	30	50	75	100	0	40	75	N
11	11	10° 14'	65° 20'	42	14:45-15:14	0	10	20	—	—	—	—	0	20	—	9
12	10	10° 20'	65° 40'	60	21:20-22:10	0	10	20	30	50	—	—	0	10	40	N
13	10	10° 40'	65° 40'	1370	16:40-17:31	0	10	20	30	50	75	100	0	40	75	27
14	10	11° 00'	65° 40'	60	12:50-13:20	0	10	20	30	—	—	—	0	30	—	30

N = Noche

TABLA 13. DATOS DE CAMPO

Est. Nº	Día	Posición		Sonda (m)	Hora	Fitoplancton								Zooplankton			Secchi (m)
		Lat. N	Long. W			Prof. (m)								Prof. (m)			
MAYO 1982																	
1	11	11° 00'	64° 40'	180	13:33-14:25	0	10	20	30	50	75	100	0	40	75	21	
2	14	10° 40'	64° 40'	320	14:18-15:03	—	10	20	30	50	75	100	0	40	75	24	
3	14	10° 20'	64° 40'	65	17:33-17:59	0	10	20	30	50	—	—	0	40	—	13	
4	14	10° 12'	65° 00'	33	06:27-06:50	0	10	20	—	—	—	—	0	20	—	21	
6	14	10° 40'	65° 00'	900	10:15-11:00	0	10	20	30	50	75	100	0	40	75	25	
7	11	11° 00'	65° 00'	80	17:08-17:36	0	10	20	30	50	75	—	0	40	—	20	
8	11	11° 00'	65° 20'	18	20:18-20:28	0	10	—	—	—	—	—	0	—	—	N	
9	13	10° 40'	65° 20'	1300	15:25-16:35	0	10	20	30	50	75	100	0	40	75	27	
11	13	10° 14'	65° 20'	42	19:35-20:00	0	10	20	—	—	—	—	0	20	—	N	
12	13	10° 20'	65° 40'	60	09:25-09:53	0	10	20	30	50	—	—	0	40	—	16	
13	13	10° 40'	65° 40'	1370	12:11-12:58	0	10	20	30	50	75	100	0	30	75	27	
14	12	11° 00'	65° 20'	60	13:24-13:52	0	10	20	30	50	—	—	0	40	—	25	
17	12	10° 30'	66° 00'	30	21:00-21:10	0	10	20	—	—	—	—	0	—	—	20	

N = Noche

TABLA 14. DATOS DE CAMPO

Est. Nº	Día	Posición		Sonda (m)	Hora	Fitoplancton								Zooplankton			Secchi (m)
		Lat. N	Long. W			Prof. (m)								Prof. (m)			
OCTUBRE 1982																	
1	19	11° 00'	64° 40'	180	15:15-16:05	0	10	20	30	50	75	100	0	40	120	27	
2	22	10° 40'	64° 40'	320	11:09-11:55	0	10	20	30	50	75	100	0	40	75	28	
3	22	10° 20'	64° 40'	65	14:02-14:25	0	10	20	30	50	—	—	0	10	—	14	
4	21	10° 12'	65° 00'	33	21:53-22:20	0	10	20	—	—	—	—	0	20	—	N	
6	22	10° 40'	65° 00'	900	07:55-08:40	0	10	20	30	50	75	100	0	40	75	27	
7	19	11° 00'	65° 00'	80	18:45-19:10	0	10	20	30	50	75	100	0	50	—	N	
8	20	11° 00'	65° 20'	18	06:45-06:55	0	10	—	—	—	—	—	0	—	—	16	
9	21	10° 40'	65° 20'	1300	15:15-16:00	0	10	20	30	50	75	100	0	40	75	30	
11	21	10° 14'	65° 20'	42	18:38-19:05	0	10	20	30	—	—	—	0	20	—	N	
12	21	10° 20'	65° 40'	60	08:20-08:44	0	10	20	30	50	—	—	0	40	—	16	
13	21	10° 40'	65° 40'	1370	12:00-12:44	0	10	20	30	50	75	100	0	40	75	25	
14	20	11° 00'	65° 40'	60	12:48-13:18	0	10	20	30	50	—	—	0	40	—	30	
17	20	10° 30'	66° 00'	30	20:35-20:45	0	10	—	—	—	—	—	0	—	—	N	

N = Noche

blas 5, 9), especialmente en octubre, cuando solamente alcanzó el 3%. En marzo, sin embargo, el grupo ocupó el 11,2% del total, lo que indica que el período de surgencia es especialmente apropiado para la reproducción. El análisis de la Tabla 9 revela que, a pesar de la influencia de la Estación 17 en mayo y octubre, los valores tienden a decrecer de marzo hacia el período de estancamiento en octubre. En marzo y octubre el promedio por Estaciones favorece al estrato superficial, pero en mayo se obtuvo un mayor promedio en la termoclina, como consecuencia de los valores altos de larvas de copépodos encontrados en las Estaciones 6 y 9 de la

Fosa. En marzo se encontraron valores altos de larvas de copépodos en la Estación 1 (mar afuera) y 6 (Fosa). En mayo se observó abundancia de huevos de peces en la Estación 12 del sector costero, así como larvas de crustáceos, bivalvos y poliquetos en Estación 17 de Carenero. En octubre, solamente en Estación 17 de Carenero se observó un alto valor de larvas, especialmente de crustáceos bentónicos.

A continuación se citan los grupos larvarios (incluyendo huevos de peces) más abundantes en cada Estación.

Est.	Crust.	Gaster.	Poliq.	Copép.	Bival.	Cirríp.	H. de pez.
1	X	X		X			
2	X		X	X			
3	X	X	X				X
4							
6				X			
7		X					
8	X			X		X	X
9	X	X		X			
11	X	X					
12	X	X	X	X			X
14	X			X			
17	X	X	X		X		

Puede observarse que las larvas de peces, poliquetos, bivalvos y cirrípedos, solamente se encontraron en las estaciones costeras, incluyendo La Tortuga y Carenero. Las larvas de copépodos se encontraron mayormente en las Estaciones de Fosa y mar afuera.

Los huevos y larvas de peces representan un porcentaje exiguo del total de organismos planctónicos, no llegando al 1% en octubre, ni a 1,5% en marzo y mayo (Tabla 10), sin embargo, del análisis se desprende que hubo mayor abundancia en superficie en todos los meses y que solamente las Estaciones 3 (costera), 8 (La Tortuga) y 12 (costera), presentaron abundancia de huevos.

La mayoría de los huevos de peces detectados en la Estación 12 en el mes de mayo, corresponde a huevos de la familia Engraulidae.

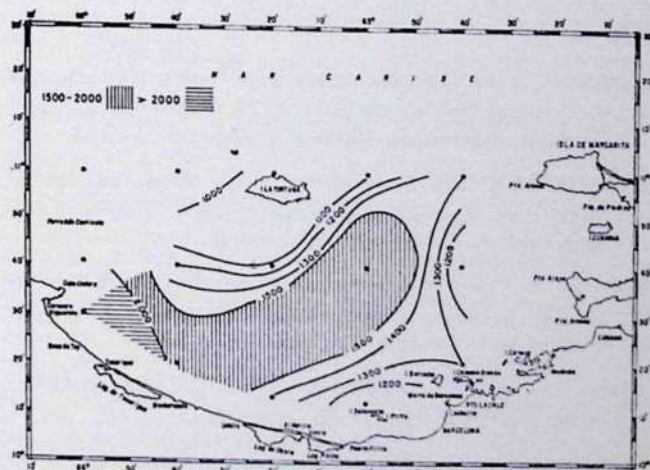


Fig. 9. Copépodos Curvas de densidad (ejmp/m³) según promedio del año en superficie y termoclina.

Para calar huevos y larvas de peces se usan redes de poro grande (500 μm) a velocidad de 4-5 nudos, así que, al utilizar una red de zooplancton (210 μm) a una velocidad de calada de dos (2) nudos, como ha sido el caso en este trabajo, no se logra una pesca efectiva de esta fracción tan importante del plancton, debido a la evasión de las larvas y a que la obstrucción rápida de los poros impide una captura eficiente de los huevos.

Las curvas de la Fig. 8 están altamente influenciadas por los valores altos de larvas de copépodos de las Estaciones 1 y 6 de Fosa y mar afuera y las larvas de crustáceos, gasterópodos, poliquetos y bivalvos de la Estación 17 de Carenero; así quedaron subestimadas en la representación gráfica las estaciones del sector costero que aportaron el mayor número de larvas de organismos bentónicos y de huevos de peces.

AGRADECIMIENTOS

Se reconoce la colaboración del Técnico FRANCISCO MÉNDEZ en el trabajo de campo y análisis de muestras, así como la del personal de la sala de dibujo del Instituto Oceanográfico por la diligencia demostrada en la elaboración de gráficos y tablas. Este trabajo se hizo gracias al soporte económico brindado por la Compañía MARAVEN, S.A., filial de Petróleos de Venezuela, S.A., y por el Instituto Oceanográfico de la Universidad de Oriente.

REFERENCIAS

- BARNETT, C. J. & J. E. KONTOGIANNIS. 1975. The effect of crude oil fraction on the survival of a tidal pool copepod, *Tigriopus californicus*. *Environ. Pollut.* (8): 45-54.
- CANNONE, M. P. 1976. La pollution de la mer par les hydrocarbures. Enquête documentaire. *Ann. Hydrogr. 5me Série*, Vol. 4. Fasc 3, N° 745, 109 p.
- CERVIGON F. 1962. Contribución al conocimiento de los copépodos pelágicos de las costas de Venezuela. *Mem. Soc., Ciencias Nat. La Salle* 22: 181-197.
- . & P. J. MARCANO. 1965. Zooplancton. *Ibid.*, Tomo XXV, N° 70, 71, 72: 263-358.
- CONOVER, R. J. 1971. Some relations between zooplankton and Bunker C oil in Chadabucto Bay following the wreck of tanker Arrow. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 28 (9): 1327-1330.
- CORNER, E. D. S. & R. P. HARRIS. 1976. Hidrocarbons in marine zooplankton fish. In: *Effects of pollutants on aquatic organisms*. Eds. A.P.M. Lockwood, Cambridge University Press. Cambridge, London, viii + 193 p.
- CUSHING, D. H. 1971. Upwelling and the production of fish. *Adv. Mar. Biol.* 9: 255-334.
- ESPINOZA-ESTABA, A. 1977. Plancton carnívoro del Golfo de Cariaco y su abundancia relativa. *Tesis de Grado*, 1977. UDO.
- FREEGARDE, M., C. G. HATCHARD & C. A. PARKER. 1971. Oil spill at sea; its identification, determination and ultimate fate. *Laboratory Practice*, 20: 35-40.
- GORDON, D. C., P. D. KEIZER & J. DALE. 1974. Estimates using fluorescence spectroscopy of the present state of petroleum hydrocarbon contamination in the water column of the North West Atlantic Ocean. *Mar. Chem.* 2: 251-61.
- KINZER, J. 1966. Proceedings of the symposium of the Oceanography and Fisheries Resources of the Tropical Atlantic. Abidjan, Oct. 1966: 231-240.
- KUHNHOLD, W. W. 1978. Effects of the Water Soluble Fraction of a Venezuelan Heavy Fuel Oil (N° 6) on Cod Eggs and Larvae. In: *In the wake of the Argo Merchant*. Proceedings of a Symposium Held January 11-13, 1978 at the Center for Ocean Management Studies, University of Rhode Island: 126 + 30.
- LEE, R. F. 1975. Fate of petroleum hydrocarbons in marine zooplankton. *Proc. 1975. Conf. Prevention & Control of oil Pollution*.
- LEE, W. Y. & J. A. C. NICOL. 1978. Individual and combined toxicity of some petroleum aromatics to the marine amphipod *Elasmopus pecteniscus*. *Mar. Biol.* 48 (3): 211-222.
- LEE, W. Y., K. WINTERS & J. A. C. NICOL. 1978. The biological effects of the water soluble fraction of a N° 2 fuel oil on the planktonic shrimp *Lucifer faxoni*. *Envir. Pollut.* 15: 167-183.
- LEGARÉ, J. E. H. 1961. Estudios preliminares del zooplancton en la región de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 1 (1): 191-218.
- . 1964. The pelagic copepoda of eastern Venezuela. The Cariaco Trench. *Ibid.*, 3 (1-2): 15-81.
- MIRONOV, O. G. 1969. Effect of oil pollution upon some representatives of Black Sea zooplankton. *Zoologicheskii Zhurnal*, 48: 980-4.
- MOORE, EUNA & F. SANDER. 1977. A study of the offshore zooplankton of Tropical Western Atlantic near Barbados. *Ophelia* 16 (1): 77-96.
- NAGASAWA, S. & R. MARUMO. 1976. Further studies on the feeding habits of *Sagitta nage* Alvarinho in Siruga Bay, Central Japan. *J. Oceanogr. Soc. Japan*. 32: 209-218.

Distribución del zooplancton en la cuenca Tuy-Cariaco, Venezuela

- POLAK, R., A. FILION, S. FORTIER, J. LANIER & K. COOPER. 1978. Observations on Argo Merchant Oil in Zooplankton of Nantucket Shoals. In: In the Wake of Argo Merchant. Proceedings of Symposium Held January 11-13, 1978 at the Center for Ocean Management Studies University of Rhode Island.
- RAO, T. S. S. & L. J. UROSA. 1974. Ecología del zooplancton en el Golfo de Cariaco. Parte I. Variabilidad de la biomasa del zooplancton en el período de agosto a noviembre de 1973. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*: 13 (1-2): 67-78.
- REEVE, M. R. 1964. Feeding of Zooplankton, with Special Reference to some Experiments with *Sagitta*. *Nature* 4915: 211-213.
- REYES, ELVIRA DE. 1983. Diversidad, Clorofila *a*, *b*, *c* y Producción Primaria del Fitoplancton en la Cuenca Tuy-Cariaco. *Informe Final. UDO-MARAVEN*. Subproyecto N° 7.
- RICHARDS, F. A. & R. F. VACCARO. 1956. The Cariaco Trench, an anaerobic basin in the Caribbean Sea. *Deep Sea Res.* 3: 214-228.
- UNESCO. 1976. *Zooplankton fixation and preservation*. The Unesco Press, París, 350 p.
- UROSA, L. J. 1977. Distribución horizontal de la biomasa del zooplancton en el Golfo de Cariaco y su relación con el fenómeno de surgencia. *IV Simposio Latinoamericano de Oceanografía Biológica*. Guayaquil, Ecuador, Nov., 1977.
- . 1978. Fluctuación cualitativa y cuantitativa del Phylum Chaetognatha en el Golfo de Cariaco entre 1976 y 1977 y su relación con aspectos hidrográficos. (*Tesis de Grado Ms. Sci.* 1978, UDO).
- ZOPPI, EVELYN. 1961. Distribución vertical del zooplancton en el Golfo y extremo este de la Fosa de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 1 (1): 219-248.
- . 1971. Apendicularios de la región oriental de Venezuela. *Studies Fauna Curaçao* 38 (65): 76-115.
- (Manuscrito recibido en diciembre de 1983).

EVALUACION DE LA FLORA MACROBENTONICA (MACROALGAS Y FANEROGAMAS MARINAS) DE LA CUENCA TUY-CARIACO, VENEZUELA

E. K. GANESAN

Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela

RESUMEN: Se realizó una evaluación de la flora macrobentónica (i.e. macroalgas y fanerógamas marinas) en la Cuenca Tuy-Cariaco entre enero de 1982 y junio de 1983 como parte de un estudio básico interdisciplinario del Instituto Oceanográfico para determinar el posible impacto ambiental de cualquiera explotación futura de petróleo en grandes escalas y por otras actividades relacionadas con esta industria en la zona. A este tipo de evaluaciones taxoecológicas se les usan en muchas partes del mundo como (i) información de línea básica y a la vez para suministrar señales anticipadas de advertencia de problemas biológicos y sociales que se puede presentar y (ii) para evaluar estudios de post-desastres y la rata de recuperación después de un derrame de petróleo. Los resultados presentados en este informe constituyen el primero de esta índole para Venezuela. En base a las seis (6) expediciones realizadas a las diferentes áreas representativas y de acuerdo con la información anterior disponible, un número total de 385 especies de plantas macrobentónicas se citan para la Cuenca Tuy-Cariaco, mostrando así una considerable o alta riqueza en la diversidad de las especies. Muchas de las formas ecológicamente sensitivas son endémicas en esta área y probablemente para todo el mar Caribe. Algunas especies nuevas para la ciencia también han sido descritas anteriormente de esta área. La presente evaluación también reveló un número de adiciones, las cuales no habían sido reportadas anteriormente para la flora marina venezolana. La mayor concentración ("Standing Crop") y la diversidad bentónica se encontraron restringidos esencialmente a las aguas costeras menos profundas i.e. intermareal y hasta una profundidad de 30 m mientras que profundidades mayores no mostraron flora bentónicas significativas. Las áreas de gran diversidad y abundancia son las de la Isla de La Tortuga, costa noreste y sur de la Isla de Margarita, Islas Coche y Cubagua y la costa norte de la Península de Araya. La diversidad bentónica se puede atribuir a las condiciones ambientales favorables (físicas e hidrográficas) existentes en estas áreas. Las costas insulares y la parte norte de la Península de Araya, desde el punto de vista de plantas macrobentónicas, son ecológicamente áreas de alta sensibilidad. En contraste la larga costa de tierra firme, especialmente entre Guanta y Boca de Tuy carece de una flora bentónica significante. Factores tales como (i) largas extensiones de playas arenosas que constituyen sustratos inhóspitos para la fijación y crecimiento de algas marinas (ii) actividades petroleras por MENEVEN y el Puerto de Guanta a las costas de Anzoátegui (iii) desembocaduras de ríos tales como Neverí, Tuy, que traen abundantes sedimentos resultando en alta turbidez y baja penetración de luz (iv) descarga de desechos industriales y domésticos y (v) actividades urbanísticas y de turismo son en su mayor parte responsables por esta falta de diversidad.

ABSTRACT: An evaluation of the benthic flora (macroalgae and marine angiosperms) of the Tuy-Cariaco Basin was made between January 1982 and June 1983 as part of an interdisciplinary study by the Institute of Oceanography to determine the environmental impact, before any large scale oil exploration and related activities are attempted in this area. This type of marine taxo-ecological surveys are used in many parts of the world as base-line information and to provide early warning signals of potential biological problems and (ii) to assess any post-disaster evaluation and recuperation studies following oilspills. The results presented in this report constitute the first of its kind for Venezuela. On the basis of the six exploratory field trips to six different representative areas and on the basis of earlier available information, a total number of 385 species of benthic plants are shown to exist in the Tuy Cariaco Basin, thus showing a remarkable benthic diversity. Many of the ecologically sensitive forms are endemic to this area and several new species to science have also been described earlier from this area.

The present evaluation also revealed a number of new additions, which were not known earlier for the Venezuelan marine flora. Major concentration ("Standing Crop") and benthic diversity were found to be Isla La Tortuga, northeastern coast of Isla de Margarita. Islas Coche and Cubagua while deeper waters were devoid of any appreciable flora. The areas of diversity and abundance were found to be Isla La Tortuga, costa norte-este de Isla de Margarita. Islas Coche and Cubagua and the northern coast of Araya Península. The benthic diversity in these areas can be attributed essentially to certain favorable environmental conditions (both physical and hydrographic). These insular areas and parts of the Araya Peninsula, from the point of view of benthic plants are ecologically vulnerable and sensitive. In contrast, the long coast line of "Tierra Firme", particularly between Guanta and Boca de Tuy are devoid of any significant benthic flora. Several factors such as (i) long stretches of sandy beaches, which are inhospitable substrate for attachment and growth of marine algae (ii) petroleum activities by MENEVEN and the Puerto of Guanta along the the coasts the Anzoátegui (iii) river discharges like Neverí, Tuy which bring sediments resulting in high turbidity and low light penetration (iv) discharge of industrial and domestic wastes and (v) urban development and tourism, are responsible for this lack of diversity. As a supplement to the base-line information presented in this report, bibliographic compilations of recent studies regarding hydrocarbons and marine benthic plants carried out essentially in the developed countries is included. Some possible future lines of investigation both in the field and in the laboratory, which should yield very interesting data to assess more critically release of oil and its relation to benthic plants are also suggested.

INTRODUCCION

La creciente demanda mundial de una importante fuente de energía como lo es el petróleo, ha inducido al hombre a buscar nuevos yacimientos de crudo, llevándolo a instalar plataformas marinas para la explotación y perforación de nuevos pozos. Como consecuencia grandes cantidades de aceite se bombean cada año del piso marino y son transportados a diferentes países en supertanques. Se calcula que aproximadamente un 0,1% de este aceite extraído se pierde cada año por derrames en el mar. Este derrame de petróleo constituye un problema de gran magnitud periódico y forma una amenaza permanente a la ecología costera en todas partes. No es una exageración cuando decimos que el aceite, sus derivados y los efectos de los dispersantes son un hecho común aceptado hoy en día en el ambiente marino. Este nuevo elemento i.e. contaminación por petróleo ha recibido naturalmente una considerable atención por parte de los cuerpos gobernantes, sociales, industriales y científicos de los países marítimos del mundo. Existe hoy día una creciente preocupación y conciencia para la explotación racional del recurso de tal manera de no alterar y/o dañar el delicado equilibrio ecológico de los diversos ecosistemas marinos a corto o largo plazo. En esta dirección, una de las medidas o gestiones básicas logradas recientemente es de acuerdo mutuo y firma de convenios entre los países costeros. Por ejemplo dentro del "Plan de Acción del Caribe" realizado en marzo de 1983, en Colombia, fue

firmado El Convenio para la protección y el Desarrollo del Medio Marino de la Región Caribeña en Cartagena de Indias el 14 de mayo de 1983 en una Conferencia de plenipotenciarios. Este convenio obliga a los estados del Caribe a tomar las medidas necesarias para prevenir, reducir y controlar la contaminación y asegurar una gestión ambiental adecuada de sus recursos naturales.

Bosquejo General de los Estudios anteriores realizados en Venezuela sobre contaminación de hidrocarburos en el ambiente marino y la importancia del presente trabajo

El botánico PETTIER (1928, citado por RODRÍGUEZ, 1972) describió el primer derrame de petróleo ocurrido hacia el año 1922 en la Rosita (Cabimas) cuando erupcionó el sondaje y produjo una columna (100 m de alto y 30 cm de ancho) perdiendo en 4 días 400.000 barriles de petróleo, formándose una mancha de petróleo sobre el Lago que se extendió desde allí hasta Maracaibo. Los informes de "Battelle Pacific Northwest Laboratories" (1972, 1974, 1976) tratan por primera vez de manera científica y organizada el tema de la contaminación en el Lago de Maracaibo por los efluentes de aceite, desechos industriales y domésticos sobre las pesquerías en dicho Lago. Los informes elaborados en dos partes por PARRA y sus colaboradores (1977, 1979) sobre un estudio integral de la contaminación en el estrecho de Maracaibo y la Bahía de Tablazo (parte

I) y la evaluación del proceso de eutroficación (parte II) también constituyen aportes importantes. El trabajo de TEMPLETON *et al.*, (1975) trata sobre la contaminación por aceite en el Lago de Maracaibo.

En los años recientes, tomando en consideración las actividades y/o refinerías petroleras de MENEVEN y de movimiento de numerosos barcos de diferentes tipos (tanqueros, cargueros, mercantes, pesqueros, etc.) en el Puerto de Guanta en las costas del Estado Anzoátegui, el Instituto Oceanográfico inició ciertos estudios sobre la contaminación de hidrocarburos en la Bahía de Pozuelos. CEDEÑO (1979) desarrolló una técnica sencilla y rápida por cromatografía en capa fina para la cuantificación de hidrocarburos en sedimentos contaminados por efluentes de refinería del petróleo. Este mismo autor (CEDEÑO, 1980, 1981) evaluó concentraciones de hidrocarburos (en el orden de 800 mg/l) en áreas costeras de la Bahía de Bergatín, Bahía de Pertigalete, Guanta y desembocadura del río Neverí. Otras zonas alejadas del área de influencia de esta región indicaron valores altos de hidrocarburos que posiblemente se deben a la acción de corrientes superficiales que actúan como dispersantes de estos contaminantes. CORRREA (1981) realizó un estudio sobre la acumulación y eliminación de naftaleno en la lisa *Mugil curema* V. Recientemente, DUMAS (1980, 1982) determinó los hidrocarburos alifáticos en comunidades de algas y medio ambiente en la Bahía de Pozuelos en el Estado Anzoátegui. Por otra parte, las consecuencias biológicas de aceite en el ambiente marino al nivel internacional han sido tratadas en un gran volumen de literatura i.e. libros (BAKER, 1976, OLSON & BURGESS, 1967; COWELL, 1973); artículos extensivos (NELSON-SMITH 1970, 1972); simposios y talleres. Algunas revistas recientes (e.g. *Marine Pollution Bulletin*) dedican mayor parte de su informaciones a la contaminación del aceite en el mar. Escapa al alcance de esta parte introductoria tratar con detalles los diferentes aspectos de este tema.

Con respecto a la importancia de la vegetación macrobentónica, en el ambiente marino, podemos decir que junto con las inmensas nubes fitoplanctónicas, las algas bentónicas y fanerógamas marinas, constituyen los productores principales de la materia orgánica en el mar. Aunque la mayor proporción de la síntesis de materia orgánica se logra por fitoplancton, en ciertas áreas costeras la densa vegetación de algas y praderas de fanerógamas marinas juegan un papel muy impor-

tante (en la producción primaria) donde la mayoría de los animales dependen para su sobrevivencia de manera directa o indirecta de este grupo de plantas como alimento principal. Las algas, con la concentración de diferentes hidrocarburos, pueden pasar a través de varios miembros de la cadena trófica sin alteraciones mayores hasta quedar concentrados en organismos que son usados para consumo humano. Algunos productos hidrocarburos tienen propiedades carcinogénicas, por lo tanto, las consecuencias de una concentración considerable en la alimentación humana es seria.

Investigaciones sobre el efecto de la contaminación por aceite sobre la vegetación macrobentónica, de acuerdo con las literaturas pertinentes revisadas, tienen diferentes enfoques. Para mayor información, se debe consultar con las excelentes reseñas dadas por NELSON-SMITH, de los trabajos recientes de O'BRIEN & DIXON (1976) "The effects of oils and oil components on algae: A Review" y del informe de FAO/OIVC "Impact of oil in the marine environment" (ANON, 1977) que contienen bibliografías extensivas sobre este tema. En una revisión de la literatura, el siguiente aspecto que se resaltó muy evidente con respecto a este tipo de estudios para Venezuela es que no existe en Venezuela una información básica o datos que puedan servir como punto de referencia sobre la contaminación de petróleo en el ambiente marino. Paradójicamente la mayoría de los trabajos realizados sobre este tema corresponden a otras latitudes elevadas geográficas de países desarrollados. Los pocos trabajos realizados en Venezuela tratan de Lago de Maracaibo y en particular a las pesquerías.

En este contexto, el proyecto de MARAVEN nos dio la oportunidad de realizar el presente estudio que tendrá mucha relevancia para Venezuela, no sólo como país productor de petróleo sino que los resultados y las referencias bibliográficas señaladas servirán como punto de referencia para mostrar rumbos a los estudios futuros en el país.

El objetivo principal de este trabajo es para realizar un inventario de la flora macrobentónica existente en la Cuenca Tuy-Cariaco.

AREA DE ESTUDIO, MATERIALES Y METODOS DE TRABAJO

La ubicación del área de estudio se encuentra comprendida entre Tierra Firme y el paralelo 11° 00' 00"

Lat. N, en sentido sur-norte y entre $63^{\circ} 42' 30''$ y $66^{\circ} 00''$ Long. W, en sentido este-oeste; más la zona norte de la Isla de Margarita, situada entre $11^{\circ} 00' 00''$ y $11^{\circ} 12' 30''$ Lat. N, y $63^{\circ} 42' 30''$ y $64^{\circ} 27' 30''$ Long. W. Las diversas características tales como geográficas, climatológicas, hidrográficas y químicas, sociodemográficas y el estado de contaminación del área se analizan en amplios detalles en el Informe Final del Proyecto UDO-MARAVEN 91983, (pp. 5-24).

De acuerdo con la información suministrada por MARAVEN con respecto a los pozos localizados y futuras zonas de exploración de hidrocarburos, se seleccionaron 6 áreas representativas de muestreo para la presente evaluación. En vista de que las algas marinas bentónicas no pueden crecer a profundidades mayores de 150-200 m por la ausencia de luz como el factor limitante, se hicieron los muestreos dentro de la isóbata de 100 brazos (Fig. 1).

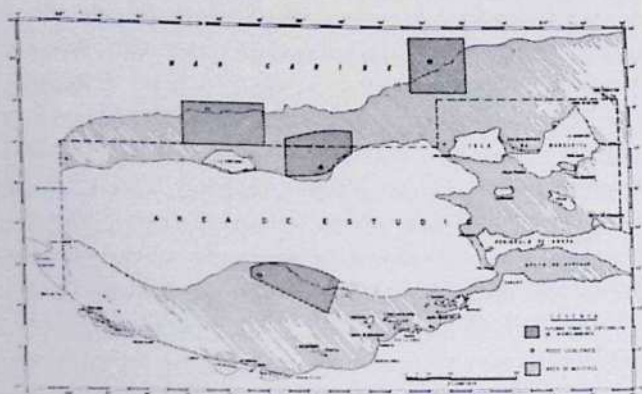


Fig. 1. Zona de estudio (Cuenca Cariaco-Tuy) indicando los pozos localizados, futuras zonas de exploración hidrocarburos y áreas generales de muestreo de macroalgas y fanerógamas marinas hasta la línea de isóbata de 100 brazos.

Todas las salidas fueron realizadas a bordo del Barco M/N "Guaiquerí II".

Las fechas de trabajos de campo y el área muestreada son como sigue:

Campaña N° 1. Isla La Tortuga (costa sur) 13, 14 y 15 de enero de 1982. La ubicación de los 10 sitios muestreados se señalan en la Fig. 2.

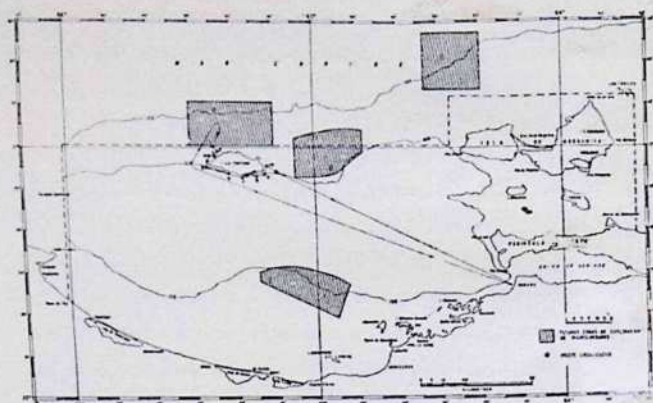


Fig. 2. Estaciones de muestreo de la campaña N° 1. (Isla de La Tortuga. 13-I-82 - 15-I-82).

Campaña N° 2. Isla de Margarita, Coche y Cubagua, 13, 14, 15, 16, 17 y 18 de abril de 1982. La ubicación de las 29 estaciones muestreadas se señalan en la Fig. 3.

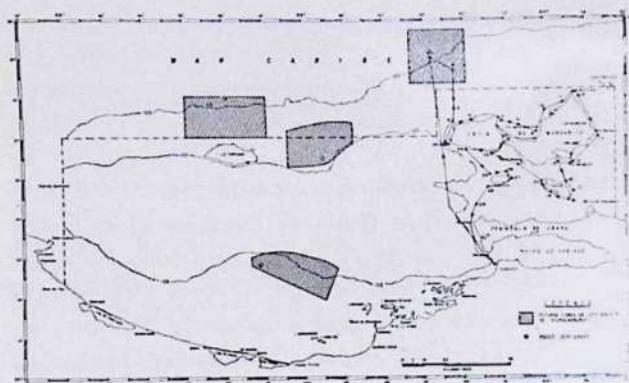


Fig. 3. Estaciones de muestreo de la campaña N° 2. (Isla de Margarita, Coche y Cubagua. 13-IV-82 - 18-IV-82).

Campaña N° 3. Isla La Borracha, Isla Píritu y Unare, 8, 9, 10, 11 y 12 de junio de 1982. La ubicación de las estaciones muestreadas se señalan en la Fig. 4.

Campaña N° 4. Islas las Chimanas, Islas Caracas y Golfo de Santa Fé, 7, 8 y 9 de julio de 1982. La ubicación de las diferentes estaciones muestreadas se señalan en la Fig. 5.

Campaña N° 5. Carenero, Higuerote, Uchire y La Tortuga, 11, 12, 13, 14 y 15 de enero de 1983.

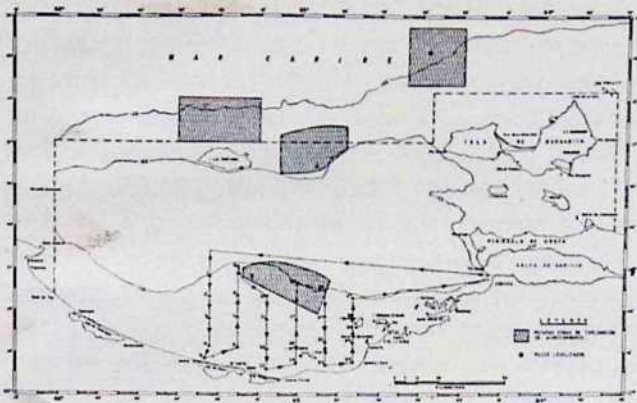


Fig. 4. Estaciones de muestreo de la campaña N° 3. (Unare-Píritu-Isla Borracha. 8-VI-82 - 12-VI-82).

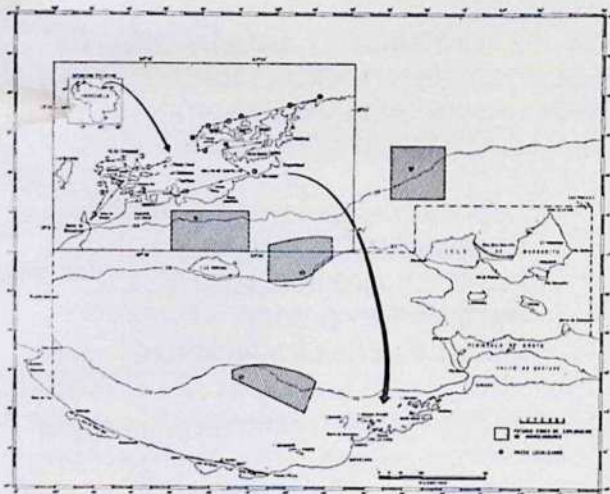


Fig. 5. Estaciones de muestreo de la campaña N° 4 (Islas Chimanas, Isla Caracas. 7-VII-82 - 9-VII-82).

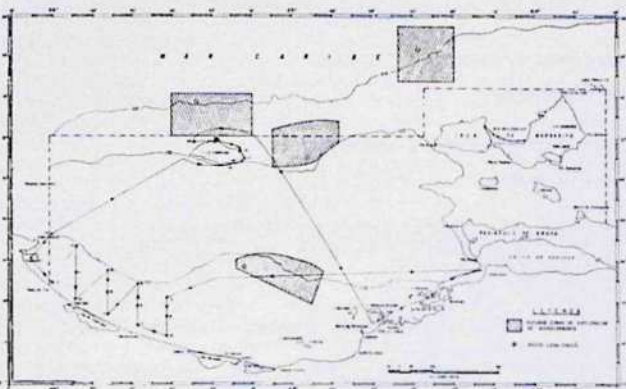


Fig. 6. Estaciones de muestreo de la campaña N° 5 (Careño-Higuerote-Uchire-La Tortuga. 11-I-83 - 15-I-83).

La ubicación de las diferentes estaciones muestreadas se señalan en la Fig. 6.

Campaña N° 6. Península de Araya, Golfo de Cariaco, 23, 24 y 25 de marzo de 1983. Las estaciones muestreadas se señalan en la Fig. 7.

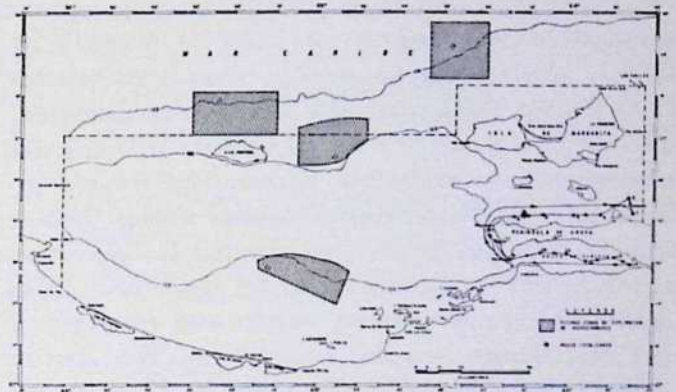


Fig. 7. Estaciones de muestreo de la campaña N° 6. (Península de Araya, Golfo de Cariaco. 23-III-83 - 25-III-83).

En cada una de estas salidas de campo, se hicieron recolecciones de macro-algas y fanerógamas marinas, no solamente en las orillas, por buceo sencillo con snorkel o bombona de aire, sino también por arrastre y dragados para profundidades mayores. En las costas accesibles, diferentes substratos como rocas, raíces de manglares, formación de arrecifes coralinos pequeños fueron revisados así como también arribazones de algas en las playas. De acuerdo con las condiciones meteorológicas existentes durante el trabajo en el campo, con los números de muestras y con la naturaleza del substrato en el primer muestreo, el número de arrastres varió entre 1-3. Las coordenadas, número de estaciones muestreadas, naturaleza del substrato y profundidad se señalan en las Tablas 1-6. Una parte del material recolectado fue preservado en 4% de formalina en agua de mar y otra parte montada en seco (en cartulinas) para ser depositado en la Ficoteca del Instituto Oceanográfico como material comprobante. La mayor parte del tiempo de este trabajo se dedicó a la difícil tarea de identificación de las muestras haciendo cortes, tinción con diferentes colorantes. La identificación de las algas se logró con los libros de TAYLOR (1960), JOLY (1967) y la lista de las especies reportadas para Venezuela anteriormente (GANESAN, 1978). Formas microscópicas

o filamentos, material estéril (ie. que carecen de los estados reproductivos) y algas calcáreas no fueron identificadas. Sólo colecciones adicionales pueden resolver estas especies difíciles taxonómicamente.

RESULTADOS

Como señalamos en la introducción, el propósito principal de este trabajo es para hacer un inventario de la flora bentónica de las algas y fanerógamas marinas en la Cuenca Tuy-Cariaco que servirá como "Baseline" information y también a la vez analizar las literaturas pertinentes relacionadas con la contaminación por petróleo y la vegetación macrobentónica marina. Debido a la necesidad de la luz para efectuar la fotosíntesis, el crecimiento y distribución de las algas como de las fanerógamas en el ambiente marino está restringido a una delgada capa llamada la zona fótica. Esta zona de acuerdo con la intensidad y la calidad de la luz que penetra, está delimitada generalmente a una capa superior de 0-150 m (-250 m) aún en las aguas muy claras. Para las plantas bentónicas, el sustrato adecuado se hace otro factor importante, por lo tanto, la vegetación bentónica está presente esencialmente en las aguas costeras poco profundas, o a las orillas de la plataforma continental. Por estas razones, no se realizaron muestreos en la Cuenca Tuy-Cariaco a profundidades mayores de 100 brazas (Fig. 1). Para una mayor información sobre la importancia de las diferentes condiciones ecológicas y la distribución de las plantas en el ambiente marino, se puede referir al libro reciente de DAWES (1981).

En base a los muestreos realizados en las 6 expediciones exploratorias en la Cuenca Tuy-Cariaco y evaluadas todas las informaciones anteriores existentes para la zona, se puede concluir que existen un total de aproximadamente 385 diferentes formas de algas y fanerógamas marinas distribuidas de la siguiente manera:

Algas azules (Cianobacteria)	6
Fanerógamas marinas	5
Algas verdes amarillentas	3
Algas verdes (Chlorophyta)	95
Algas pardas (Phaeophyta)	64
Algas rojas (Rhodophyta)	212
	385

Se debe señalar el hecho de que esta evaluación, de ningún modo pretende ser exhaustiva o completa por las siguientes razones: i) Ciertos grupos de algas taxonómicamente difíciles como las algas calcáreas rojas y formas filamentosas microscópicas, cianobacterias y algas incrustantes no fueron incluidas por falta de literatura y tiempo. ii) Es bien conocido que las algas bentónicas exhiben una extraordinaria periodicidad o estacionalidad en las diferentes épocas del año, así uno puede reconocer flora del período de "sequía" y flora del período de "lluvias". Durante la duración del presente estudio, cada área fue visitada una sola vez, así que no tenemos informaciones sobre la estacionalidad de la flora en la Cuenca Tuy-Cariaco.

LISTA TAXONOMICA O INVENTARIO DE LA VEGETACION BENTONICA (MACRO ALGAS Y FANEROGAMAS MARINAS) EXISTENTES EN LA CUENCA TUY-CARIACO

DIVISION CYANOPHYTA CLASE CYANOPHYCEAE ORDEN NOSTOCALES FAMILIA OSCILLATORIACEAE

Microcoleus chthonoplastes (MARTENS) ZANARDINI *et* GOMONT.

Laguna de Unare.

Porphyrosiphon fuscus GOMONT *ex* FREMY.
Isla Cubagua.

Lyngbya majuscula (DILLWYN) HARVEY
Isla Chimana Grande; Isla Borracha.

Celothrix crustacea THURET.
Isla Borracha.

Schizothrix rubella GOMONT.
Isla Cubagua.

Scytonema ocellatum BORNET *et* FLAHAULT
Isla Cubagua.

DIVISION XANTHOPHYTA (Alga verde-amarillentas)

CLASE XANTHOPHYCEAE

ORDEN VAUCHERIALES

FAMILIA VAUCHERIAEAE

GENERO *Vaucheria* DE CONDOLLE

Vaucheria bermudensis TAYLOR et BERNATOWICZ
Isla Picuda Grande, Edo. Sucre; Guanta, Edo. Anzoátegui; Isla de Margarita.

Vaucheria dichotoma (LINNAEUS) C AGARDH
Bahía de Mochima; Isla Picuda Grande, Edo. Sucre; Isla Chimana del Sur, Edo. Anzoátegui; Península de Araya.

Vaucheria piloboloides THURET.
Bahía de Mochima.

DIVISION ANTHOPYTA (Plantas con flores)

SUB-DIVISION ANGIOSPERMAE

CLASE MONOCOTYLEDONAE

ORDEN NAJADALES

FAMILIA POTAMOGETONACEAE

SUB-FAMILIA CYMODOCEOIDEAE

Halodule wrightii ASCHERS.
(= *Diplanthera wrightii* ASCHERS).
Isla Coche; Bahía de Buche, Carenero.

Syringodium filiforme KÜTZING.
(= *Cymodocea manatorum* ASCHERS).
Isla de Margarita; Coche y La Tortuga.

Ruppia maritima LINNAEUS
Laguna de Unare.

Halophila Sp.
Peñoncito, Cumaná.

SUB-FAMILIA THALLASSIOIDEAE

Thallasia testudinum BANKS ex KONIG.

Es el fanerógama más común que forma praderas inmensas en aguas bajas costeras en el área de estudio con una diversa flora y fauna asociada.

DIVISION CHLOROPHYTA (Algas verdes)

CLASE CHLOROPHYCEAE

ORDEN ULOTRICHIALES

FAMILIA CHAEOTPHORACEAE

GENERO *Ulvella* P. L. et H. M. CROUAN.

Ulvella lens P. L. et H. M. CROUAN.
Golfo de Cariaco.

FAMILIA GOMONTIACEAE

GENERO *Gomontia* BORNET et FLAHAULT

Gomontia polyrbiza (LAGERHEIM) BORNET et FLAHAULT.
Isla de Margarita.

ORDEN ULVALES

FAMILIA PERCURSARIAEAE

GENERO *Percursaria* BORY

Percursaria percusa (C. AGARDH) BORY.
Bahía de Mochima.

FAMILIA ULVACEAE

GENERO *Enteromorpha* LINK (nom. cons.)

Enteromorpha chaetomorphoides BORGESSEN.
Península de Araya (Laguna de Chacopata).

Enteromorpha clathrata (ROTH) J. AGARDH.
Cumaná.

Enteromorpha compressa (LINNAEUS) GREVILLE.
Golfo de Cariaco: Isla La Tortuga; Chimana Grande.

Enteromorpha erecta (LYNGBYE) J. AGARDH.
Isla Picuda Grande, Edo. Sucre; Guanta, Edo. Anzoátegui.

Enteromorpha flexuosa (WULFEN) J. AGARDH.
Isla Cubagua; Bahía de Mochima; Golfo de Cariaco.

Enteromorpha intestinalis (LINNAEUS) GREVILLE
Bahía de Mochima; Guanta, Edo. Anzoátegui; Golfo de Cariaco.

Enteromorpha lingulata J. AGARDH.
Isla Cubagua; Golfo de Cariaco.

Enteromorpha linza (LINNAEUS) J. AGARDH.
Golfo de Cariaco; Isla de Margarita.

Enteromorpha plumosa KÜTZING.
Bahía de Mochima.

GENERO *Ulva* LINNAEUS (*nom. cons.*)

Ulva fasciata DELILE.
Isla La Tortuga; Isla Cubagua.

Ulva lactuca LINNAEUS.
Isla La Tortuga; Chimana Grande.

Ulva rigida C. AGARDH.
Isla Cubagua.

Ulva sp.
Isla de Margarita; Cumaná; Península de Araya.

ORDEN CLADOPHORALES

FAMILIA CLADOPHORACEAE

GENERO *Chaetomorpha* KÜTZING (*nom. cons.*)

Chaetomorpha aérea (DILLWYN) KÜTZING.
Isla Coche.

Chaetomorpha antennina (BORY) KÜTZING.
Isla La Tortuga; Isla de Margarita; Chimana Grande.

Chaetomorpha brachygona HARVEY.
Bahía de Mochima; Península de Araya.

Chaetomorpha clavata (C. AGARDH) KÜTZING.
Isla Coche; Isla Borracha.

Chaetomorpha crassa (C. AGARDH) KÜTZING.
Golfo de Cariaco.

Chaetomorpha gracilis KÜTZING.
Isla de Margarita; Bahía de Mochima.

Chaetomorpha linum (O.F. MÜLLER) KÜTZING.
Bahía de Mochima; Isla Coche.

GENERO *Cladophora* KÜTZING (*nom. cons.*)

Cladophora albida (HUDSON) KÜTZING.
Isla Cubagua.

Cladophora braziliana MERTENS.
Bahía de Mochima.

Cladophora catenata (LINNAEUS) KÜTZING.
Bahía de Mochima.

Cladophora crispata (ROTH) J. AGARDH.
Bahía de Mochima.

Cladophora crispula VICKERS.
Bahía de Mochima (Isla Larga).

Cladophora crystalina (ROTH) KÜTZING.
Bahía de Mochima.

Cladophora expansa (MERTENS) KÜTZING.
Bahía de Mochima.

Cladophora fascicularis (MERTENS ex C. AGARDH) KÜTZING.
Isla La Tortuga; Isla Cubagua; Bahía de Mochima; Golfo de Cariaco.

Cladophora luteola HARVEY.
Bahía de Mochima.

GENERO *Rhizoclonium* KÜTZING

Rhizoclonium africanum KÜTZING.
Bahía de Mochima; Isla Caracas (El Corral), Edo. Sucre; Golfo de Cariaco.

Rhizoclonium kernerii STOCKMAYOR.
Bahía de Mochima.

FAMILIA ANADYOMENACEAE

GENERO *Microdictyon* DECAISNE

Microdictyon boergesenii SETCHEL.
Bahía de Mochima.

ORDEN SIPHONOCLODALES

FAMILIA SIPHONOCLODACEAE

GENERO *Cladophoropsis* BØRGESSEN (*nom. con.*)

Cladophoropsis membranacea (C. AGARDH) BØRGESSEN.
Bahía de Mochima; Isla Coche.

GENERO *Siphonocladus* SCHMITZ

Siphonocladus tropicus (P.L. ex H.M. CROUAN) J. AGARDH.
Isla La Tortuga (Punta Arenas).

FAMILIA BOODLEACEAE

GENERO *Boodlea* MURRAY et DETONI

Boodlea composita (HARVEY) BRAND.

Isla Chimana Grande, Edo. Anzoátegui; Isla Cubagua.

GENERO *Struvea* SONDER (nom. cons.)

Struvea anastomosans (HARVEY) PICCONE et GRUNOW.

Bahía de Mochima; Golfo de Cariaco; Isla Coche.

Struvea ramosa DICKIE.

Bahía de Mochima; Isla de Margarita (Punta Cazonero).

FAMILIA VALONIACEAE

GENERO *Dictyosphaeria* DECAISNE ex
ENDICHLER

Dictyosphaeria cavernosa (FORSSKAL) BØRGESSEN.

Isla Coche; Higuerote.

GENERO *Ernodesmis* BØRGESSEN

Ernodesmis verticillata (KÜTZING) BØRGESSEN.

Bahía de Mochima; Isla Coche; Santa Fe, Edo. Sucre.

GENERO *Valonia* C. AGARDH

Valonia aegagropila C. AGARDH.

Bahía de Mochima.

Valonia macrophysa KÜTZING.

Isla Coche; Isla Cubagua.

Valonia ocellata HOWE.

Isla Coche.

Valonia ventricosa J. AGARDH.

Bahía de Mochima; Santa Fe, Edo. Sucre.

ORDEN DERBESIALES

FAMILIA DERBESIACEAE

GENERO *Derbesia* SOLIER

Derbesia vaucheriaeformis (HARVEY) J. AGARDH.

Isla Picuda Grande; Isla de Margarita.

ORDEN CODIALES

FAMILIA BRYOPSIDACEAE

GENERO *Bryopsis* LAMOUROUX

Bryopsis duchassaingii J. AGARDH.

Isla de Margarita.

Bryopsis harveyana J. AGARDH.

Golfo de Cariaco.

Bryopsis hypnoides LAMOUROUX.

Isla de Margarita; Golfo de Cariaco; Isla de Píritu.

Bryopsis pennata LAMOUROUX.

Bahía de Mochima; Isla La Tortuga.

Bryopsis pennata var. *leprieurii* (KÜTZING) COLLINS
et HERVEY.

Golfo de Cariaco.

Bryopsis pennata LAMOUROUX var. *segunda* (HARVEY)
COLLINS et HERVEY.

Golfo de Cariaco.

Bryopsis plumosa (HUDSON) C. AGARDH.

Bahía de Mochima.

GENERO *Pseudobryopsis* BERTHOLD ex
OLTMANN

Pseudobryopsis sp.

Cumaná (Playa Los Chivos).

FAMILIA CODIACEAE

GENERO *Boodleopsis* A. et E. S. GEPP

Boodleopsis pusilla (COLLINS) TAYLOR, JOLY et
BERNATOWICZ.

Bahía de Mochima; Isla Chimana del Sur, Edo. Anzoátegui; Golfo de Santa Fe, Edo. Sucre; Isla Cubagua.

GENERO *Codium* STACKHOUSE

Codium decorticatum (WOODWARD) HOWE.

Isla La Tortuga; Isla de Margarita; Bahía de Mochima;
Isla Coche; Isla Cubagua.

Codium intertextum COLLINS et HERVEY.

Isla Cubagua.

Codium isthmocladum VICKERS.

Isla La Tortuga; Isla de Margarita; Isla Coche; Isla Cubagua.

Codium taylorii SILVA.

Isla La Tortuga; Chimana Grande; Isla Cubagua; Golfo de Cariaco.

ORDEN CAULERPALES
FAMILIA CAULERPACEAE
GENERO *Caulerpa* LAMOUROUX

Caulerpa ambigua OKAMURA.

Golfo de Cariaco.

Caulerpa ambigua OKAMURA var. *luxurians* TAYLOR.
Golfo de Cariaco.

Caulerpa cupressoides (WEST) C. AGARDH.
Bahía de Mochima; Higuerote.

C. cupressoides var. *flabellata* BØRGESSEN.
Isla La Tortuga.

Caulerpa fastigiata MONTAGNE.
Golfo de Cariaco.

Caulerpa mexicana SONDER ex KÜTZING.
Isla La Tortuga; Isla de Margarita; Bahía de Mochima.

Caulerpa microphysa (WEBER VAN BOSSE) J. FELD-
MANN.
Isla La Tortuga.

Caulerpa peltata LAMOUROUX.
Bahía de Mochima; Golfo de Cariaco.

Caulerpa prolifera (FORSSKAL) LAMOUROUX.
Isla La Tortuga; Isla de Coche; Golfo de Cariaco; Bahía de Mochima.

Caulerpa racemosa (FORSSKAL) J. AGARDH.
Isla La Tortuga; Bahía de Mochima; Golfo de Cariaco.

Caulerpa racemosa (FORSSKAL) J. AGARDH f. *clavifera*
TURNER) WEBER VAN BOSSE.
Isla de Margarita; Isla Cubagua.

Caulerpa racemosa (FORSSKAL) J. AGARDH var. *laetephysa* (KÜTZING) TAYLOR.
Isla Cubagua.

Caulerpa racemosa (FORSSKAL) J. AGARDH var. *macrophysa* (KÜTZING) TAYLOR).
Golfo de Cariaco; Isla La Tortuga; Chimana Grande.

Caulerpa racemosa (FORSSKAL) J. AGARDH var. *occidentalis* (J. AGARDH) BØRGESSEN.

Isla de Margarita; Higuerote; Golfo de Cariaco.

Caulerpa racemosa (FORSSKAL) J. AGARDH var. *uvifera*
(TURNER) WEBER VAN BOSSE.
Golfo de Cariaco; Isla La Tortuga.

Caulerpa serrulata (FORSSKAL) J. AGARDH.
Bahía de Mochima.

Caulerpa sertularioides (GMELIN) HOWE.
Bahía de Mochima. Golfo de Cariaco.

Caulerpa sertularioides (GMELIN) HOWE f. *brevipes*
(J. AGARDH) SVEDELIUS.
Isla La Tortuga; Chimana Grande; Golfo de Cariaco.

Caulerpa sertularioides (GMELIN) HOWE var. *longisetosa*
(BORY) SVEDELIUS.
Golfo de Cariaco.

Caulerpa taxifolia (VAHL) C. AGARDH.
Isla Coche.

Caulerpa verticillata J. AGARDH.
Bahía de Mochima; Higuerote.

FAMILIA UDOTEACEAE
GENERO *Avrainvillea* DECAISNE

Avrainvillea nigricans DECAISNE
Isla de La Tortuga; Península de Araya.

GENERO *Halimeda* LAMOUROUX (nom.
cons.)

Halimeda discoidea DECAISNE
Isla La Tortuga; Isla Coche.

Halimeda monile (SOLANDER) LAMOUROUX
Isla La Tortuga.

Halimeda opuntia (LINNAEUS) LAMOUROUX var.
opuntia.
Isla La Tortuga; Isla de Margarita; Golfo de Cariaco;
Chimana Grande; Carenero.

Halimeda tuna (SOLANDER) LAMOUROUX.
Isla Cubagua.

GENERO *Penicillus* LAMARCK

Penicillus capitatus LAMARCK
Isla La Tortuga.

GENERO *Udotea* LAMOUROUX

Udotea flabellum (SOLANDER) LAMOUROUX.
Bahía de Mochima. Isla Coche.

ORDEN DASYCLADALES

FAMILIA DASYCLADACEAE

GENERO *Acetabularia* LAMOUROUX (nom. cons.)

Acetabularia calyculus QUOY et GAIMARD.
Península de Araya.

Acetabularia crenulata LAMOUROUX.
Bahía de Mochima.

Acetabularia shenckii MOBIUS.
Golfo de Cariaco. Bahía de Mochima.

Acetabularia sp.
Golfo de Cariaco.

GENERO *Batophora* J. AGARDH

Batophora oerstedii J. AGARDH.
Higuerote.

GENERO *Dasycladus* C. AGARDH

Dasycladus vermicularis (SCOPALI) KRASSER.
Bahía de Mochima.

DIVISION PHAEOPHYTA (ALGAS PAR-DAS)

CLASE PHAEOPHYCEAE

SUB-CLASE PHAEOPHYCIDAE

ORDEN ECTOCARPALES

FAMILIA ECTOCARPACEAE

GENERO *Acinetospora* BORNET

Acinetospora crinita (CARMICHAEL) KORNMAN.
Isla de Margarita.

GENERO *Bachelotia* (BORNET) KUCKUCK
ex HAMEL

Bachelotia antillarum (GRUNOW) GERLOFF
Isla Coche; Bahía de Mochima.

GENERO *Ectocarpus* LYNGBYE (nom. cons.)

Ectocarpus breviarticulatus J. AGARDH.
Bahía de Mochima; Golfo de Cariaco; Isla La Borracha;
Isla de Margarita.

Ectocarpus elechistaeformis HEYDRICH.
Bahía de Mochima; Península de Araya.

Ectocarpus siliculosus (DILLWYN) LYNGBYE.
Isla de Margarita.

Ectocarpus variabilis VICKERS (non *Ectocarpus variabilis* (SANDERS) SMITH.
Cumaná.

Ectocarpus sp.
Bahía de Mochima.

GENERO *Feldmannia* HAMEL

Feldmannia irregularis (KÜTZING) HAMEL
Isla Picuda Grande, Edo. Sucre; Golfo de Cariaco; Isla de Margarita.

GENERO *Giffordia* BATTERS

Giffordia conifera (BØRGESSEN) TAYLOR
Golfo de Cariaco.

Giffordia indica (SONDER) PAPENFUSS et CHIHARA.
Isla Coche; Bahía de Mochima.

Giffordia mitchelliae (HARVEY) HAMEL.
Isla La Tortuga. Chimana Grande. Isla Píritu. Bahía de Mochima. Golfo de Cariaco.

Giffordia rallsiae (VICKERS) TAYLOR.
Isla de Margarita; Bahía de Mochima; Golfo de Cariaco; Chimana Grande.

GENERO *Herponema* J. AGARDH

Herponema rhodochoortonoides (BØRGESSEN) LEVRING.
Bahía de Mochima.

ORDEN SPHACELARIALES

FAMILIA SPHACELARIACEAE

GENERO *Sphacelaria* LYNGBYE

Sphacelaria furcigera KÜTZING.
Bahía de Mochima.

Sphacelaria fusca (HUDSON) C. AGARDH
Bahía de Mochima.

Sphacelaria novae-hollandiae SONDER.
Isla La Tortuga; Golfo de Cariaco.

Sphacelaria tribuloides MENEGHINI.
Isla La Tortuga; Isla Píritu; Bahía de Mochima.

ORDEN RALFSIALES
FAMILIA RALFSIACEAE
GENERO *Ralfsia* BERKELEY.

Ralfsia expansa J. AGARDH.
Bahía de Mochima; Santa Fe; Golfo de Cariaco.

ORDEN DICTYOTALES
FAMILIA DICTYOTACEAE
GENERO *Dictyopteris* LAMOUROUX

Dictyopteris delicatula LAMOUROUX.
Isla La Tortuga; Isla de Margarita; Península de Araya.

Dictyopteris boytii TAYLOR.
Isla de Margarita (Costa nor-este).

Dictyopteris justii LAMOUROUX.
Isla La Tortuga.

Dictyopteris plagiograma (MONTAGNE) VICKERS.
Isla La Tortuga (Punta Arenas).

GENERO *Dictyota* LAMOUROUX

Dictyota adnata ZANARDINI *sensu* WEBER VAN BOSSE.
Bahía de Mochima; Isla La Tortuga.

Dictyota bartayresii LAMOUROUX *sensu* TAYLOR.
Bahía de Mochima; Isla Coche; Bahía de Los Totumos.

Dictyota bartayresii LAMOUROUX *sensu* VICKERS.
Bahía de Mochima; Chimana Grande.

Dictyota cervicornis KÜTZING.
Isla La Tortuga; Bahía de Mochima; Golfo de Cariaco.

Dictyota ciliolata KÜTZING.
Isla La Tortuga; Bahía de Mochima; Isla Coche.

Dictyota ciliolata var. *bermudensis* TAYLOR.
Isla La Tortuga; Golfo de Cariaco.

Dictyota dichotoma (HUDSON) LAMOUROUX.
Isla Cubagua; Isla Píritu; Bahía de Mochima; Golfo de Cariaco; Higuerote; Península de Araya.

Dictyota divaricata LAMOUROUX.
Isla La Tortuga; Isla Cubagua; Bahía de Mochima.

Dictyota jamaicensis TAYLOR.
Golfo de Cariaco.

Dictyota linearis (C. AGARDH) GREVILLE.
Golfo de Cariaco.

Dictyota mertensii (MART.) KÜTZING.
Isla La Tortuga; Golfo de Cariaco.

Dictyota volubilis KÜTZING *sensu* VICKERS.
Isla La Tortuga; Bahía de Mochima; Península de Araya.

GENERO *Dilophus* J. AGARDH

Dilophus guineensis (KÜTZING) J. AGARDH.
Isla La Tortuga.

GENERO *Lobophora* J. AGARDH

Lobophora variegata (LAMOUROUX) WOMERSLEY.
Isla de Margarita; Isla Coche.

GENERO *Padina* ADANSON (nom. cons.)

Padina gymnospora (KÜTZING) VICKERS.
Isla La Tortuga; Bahía de Mochima; Península de Araya.

Padina sanctae-crucis (BØRGESSEN).
Golfo de Cariaco. Isla Coche.

Padina vickersiae HOYT.
Isla La Tortuga; Isla de Margarita; Chimana Grande;
Golfo de Cariaco; Península de Araya; Cumaná.

GENERO *Spatoglossum* KÜTZING

Spatoglossum schroederi (MERTENS) KÜTZING.
Isla Coche; Península de Araya.

GENERO *Stypopodium* KÜTZING

Stypopodium zonale (LAMOUROUX) PAPENFUSS.
Isla La Tortuga.

ORDEN CHORDARIALES
FAMILIA CHORDARIACEAE
GENERO *Cladosiphon* KÜTZING

Cladosiphon zosterae (J. AGARDH) KYLIN.
Isla La Tortuga; Golfo de Cariaco.

GENERO *Levringia* KYLIN

Levringia brasiliensis (MONTAGNE) JOLY.
Isla de Margarita.

FAMILIA SPERMATOCHNACEAE
GENERO *Stilophora* J. AGARDH

Stilophora rhizoides (TURNER) J. AGARDH.
Península de Araya.

ORDEN DICTYOSIPHONALES
FAMILIA PUNCTARIACEAE
GENERO *Colpomenia* (ENDLICHER) DERBES
et SOLIER

Colpomenia sinuosa (MERTENS ex ROTH) DERBES et
SOLIER.
Isla Cubagua; Isla La Tortuga; Golfo de Cariaco; Bahía
de Mochima, Isla de Margarita.

GENERO *Rosenvingea* BØRGESSEN

Rosenvingea sanctae-crucis BØRGESSEN.
Isla La Tortuga; Golfo de Cariaco; Bahía de Mochima.

FAMILIA CHNOOSPORACEAE
GENERO *Chnoospora* J. AGARDH

Chnoospora minima (HERRING) PAPENFUSS.
Isla de Margarita.

SUB-CLASE CYCLOSPORIDAE
ORDEN FUCALES
FAMILIA SARGASSACEAE
GENERO *Sargassum* C. AGARDH

Sargassum acinarium (LINNAEUS) C. AGARDH.
Isla La Tortuga; Golfo de Cariaco.

Sargassum bermudense GRUNOW.
Golfo de Cariaco.

Sargassum cymosum C. AGARDH.
Península de Araya; Isla de Margarita.

Sargassum desfontainesii (TURNER) C. AGARDH.
Golfo de Cariaco; Península de Araya.

Sargassum filipendula C. AGARDH.
Isla Cubagua; Isla La Tortuga; Isla Coche; Golfo de
Cariaco.

Sargassum filipendula var. *montagnei* (BAILEY)
GRUNOW.
Isla de Margarita.

Sargassum furcatum KÜTZING.
Bahía de Mochima; Golfo de Cariaco.

Sargassum hystrix J. AGARDH.
Golfo de Cariaco.

Sargassum hystrix J. AGARDH var. *buxifolium*
(CHAUVIN) J. AGARDH.
Golfo de Cariaco.

Sargassum polyceratium MONTAGNE.
Isla de Margarita.

Sargassum polyceratium MONTAGNE var. *ovatum*
(COLLINS) TAYLOR.
Chimana Grande; Bahía de Mochima.

Sargassum pteropleuron GRUNOW.
Isla Cubagua.

Sargassum rigidulum KÜTZING.
Isla de Margarita; Isla Cubagua.

Sargassum stenophyllum MARTINS.
Isla de Margarita.

Sargassum vulgare C. AGARDH.
Isla La Tortuga; Bahía de Mochima; Isla Coche; Golfo
de Cariaco.

Sargassum vulgare C. AGARDH var. *foliosissimum*
(LAMOUROUX).
Isla Los Lobos.

DIVISION RHODOPHYTA (algas rojas)
CLASE BANGIOPHYCEAE
ORDEN PORPHYRIDIALES
FAMILIA GONIOTRICHACEAE
GENERO *Asterocytis* GOBI

Asterocytis ramosa (THWAITES) GOBI.
Golfo de Cariaco.

GENERO *Goniotrichum* KÜTZING

Goniotrichum alsidii (ZANARDINI) HOWE.
Cumaná; Isla La Tortuga.

ORDEN BANGIALES

FAMILIA ERYTHROPELTIDACEAE

GENERO *Erythrocladia* ROSENVINGE

Erythrocladia subintegra ROSENVINGE.
Golfo de Cariaco; Chimana Grande.

GENERO *Erythrotrichia* J.E. ARESCHOUG
(*nom. cons.*)

Erythrotrichia carnea (DILLWYN) J. AGARDH.
Cumaná; Islas Caracas (Isla del Este).

Erythrotrichia vexillaris (MONTAGNE) HOWE.
Isla La Tortuga; Golfo de Cariaco.

FAMILIA BANGIACEAE

GENERO *Porphyra* C. AGARDH (*nom. cons.*)

Porphyra umbilicalis (LINNAEUS) J. AGARDH.
Isla de Margarita.

Porphyra sp.
Isla Borracha.

CLASE FLORIDEOPHYCEAE

ORDEN NEMALIONALES

FAMILIA ACROCHAETIACEAE

GENERO *Acrochaetium* NAGELI

Acrochaetium flexuosum VICKERS.
Laguna de Chacopata.

Acrochaetium gracile BØRGESEN.
Bahía de Mochima.

Acrochaetium phacelorhiyun BØRGESEN.
Península de Araya.

Acrochaetium sagraeanum (MONTAGNE) BORNET.
Golfo de Cariaco.

Acrochaetium sargassi BØRGESEN.
Isla Chimana del Sur.

Acrochaetium seriatum BØRGESEN.
Bahía de Mochima.

Acrochaetium sp.
Isla La Tortuga.

GENERO *Kylinia* ROSENVINGE

Kylinia crassipes (BØRGESEN) KYLIN.
Golfo de Cariaco. Isla Chimana Grande.

FAMILIA HELMINTHOCLADIACEAE

GENERO *Helminthocladia* J. AGARDH

Helminthocladia calvadossi (LAMOUROUX) SETCHELL
Isla de Margarita.

GENERO *Liagora* LAMOUROUX

Liagora ceranoides LAMOUROUX.
Isla Testigo Grande; Isla Píritu.

Liagora farinosa LAMOUROUX.
Bahía de Mochima.

Liagora pinnata HARVEY.
Isla La Tortuga.

GENERO *Liagoropsis* YAMADA

Liagoropsis schrammi (MAZA et SCHRAMM) DOTY et
ABBOTT.
Isla de Margarita.

GENERO *Trichogloea* KÜTZING

Trichogloea requienii (MONTAGNE) KÜTZING.
Isla Picuda Grande.

FAMILIA CHAETANGIACEAE

GENERO *Galaxaura* LAMOUROUX

Galaxaura elongata J. AGARDH.
Golfo de Cariaco.

Galaxaura squalida KJELLMAN.
Isla de Margarita. Bahía de Mochima.

Galaxaura frutescens KJELLMAN.
Golfo de Cariaco.

Galaxaura lapidescens (SOLANDER) LAMOUROUX
Península de Araya. Bahía de Mochima.

Galaxaura marginata (SOLANDER) LAMOUROUX.
Isla La Tortuga; Bahía de Mochima; Golfo de Cariaco.

Galaxaura obtusata (SOLANDER) LAMOUROUX.
Bahía de Mochima; Península de Araya.

Galaxaura subverticillata KJELLMAN.
Bahía de Mochima; Península de Araya; Isla Cubagua.

GENERO *Scinaia* BIVONA

Scinaia complanata (COLLINS) COTTON.
Isla La Tortuga; Isla Coche.

Scinaia forcillata BIVONA.
Isla Coche.

GENERO *Pseudogloiophloea* LEVRING

Pseudogloiophloea caribaea (TAYLOR) JOLY et
CORDEIRO-MARINO.

Isla de Margarita.
Pseudogloiophloea halliae (SETCHELL) JOLY et
CORDEIRO-MARINO.
Isla de Margarita.

ORDEN BONNEMAISONIALES
FAMILIA BONNEMAISONIACEAE
GENERO *Asparagopsis* MONTAGNE

Asparagopsis taxiformis (DELILE) TREVISAN.
Isla La Tortuga; Isla Cubagua.

ORDEN GELIDIALES
FAMILIA GELIDIACEAE
GENERO *Gelidium* LAMOUROUX (nom.
cons.)

Gelidium americanum (TAYLOR) SANTELICES.
Isla Cubagua; Golfo de Cariaco.

Gelidium corneum (HUDSON) LAMOUROUX.
Isla de Margarita.

Gelidium microdenticum TAYLOR.
Cumaná.

Gelidium pusillum (STACKHOUSE) LEJOLIS.
Isla La Borracha.

Gelidium serrulatum J. AGARDH.
Isla de Margarita.

GENERO *Pterocladia* J. AGARDH

Pterocladia bartlettii TAYLOR.
Isla Coche.

Pterocladia pinnata (HUDSON) PAPENFUSS.
Bahía de Mochima.

Pterocladia sp.
Isla de Margarita.

FAMILIA GELIDIELLACEAE
GENERO *Gelidiella* FELDMANN et HAMEL

Gelidiella trinitatis TAYLOR.
Bahía de Mochima.

FAMILIA WURDEMANNIACEAE
GENERO *Wurdemannia* HARVEY

Wurdemannia miniata (DUBY) FELDMANN et HAMEL.
Bahía de Mochima.

ORDEN CRYPTONEMIALES
FAMILIA RHIZOPHYLLIDACEAE
GENERO *Contarinia* ZANARDINI

Contarinia magdae WEBER VAN BOSSE.
Isla La Tortuga.

FAMILIA PEYSSONELIACEAE
GENERO *Peyssonelia* DECAISNE

Peyssonelia polymorpha (ZANARDINI) SCHMITZ.
Isla La Tortuga.

Peyssonelia rubra (GREVILLE) J. AGARDH.
Bahía de Mochima; Chimana Grande.

FAMILIA HILDENBRANDIACEAE
GENERO *Hildenbrandia* NARDO

Hildenbrandia prototypus NARDO
Ensenada El Tigrillo; Golfo de Santa Fe.

FAMILIA CORALLINACEAE
SUB-FAMILIA MELOBESIOIDAE
GENERO *Lithothamnium* PHILIPPI

Lithothamnium sp.
Golfo de Cariaco.

GENERO *Melobesia* LAMOUROUX

Melobesia membranacea (ESPER) LAMOUROUX.
Isla La Tortuga.

SUB-FAMILIA LITHOPHYLLOIDAE
GENERO *Dermatolithon* FOSLIE

Dermatolithon pustulatum (LAMOUROUX) FOSLIE.
Isla de Margarita.

SUB-FAMILIA MASTOPHOROIDEAE
GENERO *Fosliella* HOWE

Fosliella farinosa (LAMOUROUX) HOWE.
Isla La Tortuga; Bahía de Mochima; Golfo de Cariaco.
Muy abundante sobre hojas de *Thalassia*.

GENERO *Heteroderma* FOSLIE

Heteroderma lejolisii (ROSANOFF) FOSLIE.
Isla La Tortuga.

SUB-FAMILIA AMPHIROIDEAE
GENERO *Amphiroa* LAMOUROUX

Amphiroa fragilissima (LINNAEUS) LAMOUROUX.
Bahía de Mochima; Isla Coche; Golfo de Cariaco.

Amphiroa rigida LAMOUROUX var. *antillana* BØRGESSEN.
Golfo de Cariaco.

Amphiroa sp.
Golfo de Cariaco; Isla de Margarita.

SUB-FAMILIA CORALLINOIDEAE
GENERO *Corallina* LINNAEUS

Corallina cubensis (MONTAGNE) KÜTZING.
Isla de Margarita; Golfo de Cariaco.

Corallina officinalis LINNAEUS.
Isla de Margarita.

GENERO *Jania* LAMOUROUX

Jania adherens LAMOUROUX.
Golfo de Cariaco.

Jania capillacea HARVEY.
Bahía de Mochima; Isla La Borracha; Isla Coche; Isla de Aves.

Jania rubens (LINNAEUS) LAMOUROUX.
Bahía de Mochima.

FAMILIA CRYPTONEMIACEAE
GENERO *Cryptonemia* J. AGARDH

Cryptonemia crenulata J. AGARDH.
Isla de Margarita.

Cryptonemia delicatula JOLY et CORDEIRO-MARINO
subsp. venezuelensis GANESAN.
Cumaná.

Cryptonemia luxurians (C. AGARDH) J. AGARDH.
Isla de Margarita.

GENERO *Grateloupia* C. AGARDH

Grateloupia cuneifolia J. AGARDH.
Isla de Margarita; Isla La Borracha; Golfo de Cariaco.

Grateloupia cutleriae KÜTZING forma *máxima*
GARDNER.
Isla de Margarita.

Grateloupia dichotoma J. AGARDH.
Golfo de Cariaco; Isla Picuda Grande, Edo. Sucre; Isla Coche.

Grateloupia filicina (WULFEN) C. AGARDH.
Isla La Tortuga; Isla Cubagua; Bahía de Mochima; Isla Coche.

Grateloupia gibbesii HARVEY.
Bahía de Mochima; Isla Coche.

GENERO *Halymenia* C. AGARDH

Halymenia agardhii DE TONI.
Bahía de Mochima; Isla de Margarita; Isla Coche.

Halymenia bermudensis COLLINS et HOWE.
Isla Coche.

Halymenia floresia (CLEMENTE) C. AGARDH.
Isla La Tortuga; Isla Coche.

Halymenia floridana J. AGARDH.
Bahía de Mochima; Isla de Margarita.

Halymenia pseudofloresia COLLINS et HOWE.
Isla de Margarita.

FAMILIA KALLYMENIACEAE
GENERO *Kallymenia* J. AGARDH

Kallymenia perforata J. AGARDH.
Isla Coche.

Kallymenia westii GANESAN.
Isla de Margarita.

FAMILIA CHOREOCOLACACEAE
GENERO *Gelidiocolax* GARDNER

Gelidiocolax desikachariae GANESAN.
Isla de Margarita.

ORDEN GIGARTINALES
FAMILIA GYMNOPLHLOEACEAE
(= NEMASTOMATAACEAE)
GENERO *Predaea* G. DE TONI

Predaea feldmannii BØRGESSEN.
Isla de Margarita.

Predaea pusilla (BERTHOLD) J. AGARDH.
Isla de Margarita.

FAMILIA GRACILARIACEAE
GENERO *Gelidiopsis* SCHMITZ

Gelidiopsis gracilis (KÜTZING) VICKERS.
Isla de Margarita.

GENERO *Gracilaria* GREVILLE (nom. cons.)

Gracilaria cervicornis (TURNER) J. AGARDH.
Isla Cubagua; Isla Coche.

Gracilaria cuneata J. E. ARESCHOUG.
Isla Coche.

Gracilaria curtissiae J. AGARDH.
Isla Coche; Isla de Margarita.

Gracilaria damaecornis J. AGARDH.
Isla La Tortuga.

Gracilaria debilis (FORSSKAL) BØRGESSEN.
Isla La Tortuga; Isla de Margarita.

Gracilaria domingensis SONDER.
Isla La Tortuga; Isla Píritu; Isla Coche; Isla Cubagua.

Gracilaria ferox J. AGARDH.
Isla de Margarita; Isla Coche; Isla Cubagua.

Gracilaria folifera (FORSSKAL) var. *angustissima*
(HARVEY) TAYLOR.
Isla de Margarita; Golfo de Cariaco; Isla La Tortuga.

Gracilaria mammillaris (MONTAGNE) HOWE.
Isla de Margarita; Isla La Tortuga; Isla Cubagua; Isla
Coche.

Gracilaria ornata J. E. ARESCHOUG.
Isla Coche.

Gracilaria sjoestedii KYLIN.
Isla Cubagua, Golfo de Cariaco.

Gracilaria venezuelensis TAYLOR
Isla Cubagua.

Gracilaria verrucosa (HUDSON) PAPENFUSS.
Isla La Tortuga; Isla Cubagua; Golfo de Cariaco.

Gracilaria sp.
Isla La Tortuga

FAMILIA PLOCAMIACEAE
GENERO *Plocamium* LAMOUROUX

Plocamium coccineum HARVEY.
Isla de Margarita.

Plocamium sp.
Isla de Margarita.

FAMILIA SOLIERIACEAE
GENERO *Euheuma* J. AGARDH

Euheuma acanthocladum (HARVEY) J. AGARDH.
Isla Coche.

Euheuma echinocarpum J. E. ARESCHOUG.
Isla de Margarita.

Euheuma gelidium (J. AGARDH) J. AGARDH.
Isla de Margarita.

Eucheuma isiformes (C. AGARDH) J. AGARDH.
Bahía de Mochima.

Eucheuma schrammii (P.L. et H.M. CROUAN)
J. AGARDH.
Isla de Margarita.

Eucheuma sp.
Isla de Margarita; La Tortuga.

GENERO *Neoagarbiella* WYNNE et TAYLOR

Neoagarbiella baileyi (HARVEY ex KÜTZING) WYNNE
et TAYLOR.
Cumaná.

Neoagarbiella ramosissima (HARVEY) WYNNE et
TAYLOR.
Isla La Tortuga; Isla Cubagua.

Neoagarbiella ramosissima var. *harveyana* (J. AGARDH)
WYNNE et TAYLOR.
Bahía de Mochima.

GENERO *Solieria* J. AGARDH

Solieria tentra (J. AGARDH) WYNNE et TAYLOR.
Isla Cubagua; Bahía de Mochima; Isla Coche.

FAMILIA RHABDONIACEAE
GENERO *Catenella* GREVILLE

Catenella impudica (MONTAGNE) J. AGARDH.
Golfo de Cariaco; Bahía de Mochima.

Catenella repens (LIGHTFOOT) BATTERS.
Bahía de Mochima.

FAMILIA HYPNEACEAE
GENERO *Hypnea* LAMOUROUX

Hypnea cervicornis J. AGARDH.
Isla La Tortuga; Bahía de Mochima; Chimana Grande;
Isla Cubagua; Isla Caribe.

Hypnea cornuta (LAMOUROUX) J. AGARDH.
Isla de Margarita; Bahía de Mochima; Isla Cubagua.

Hypnea musciformis (WULFEN) LAMOUROUX.
Isla Cubagua; Isla La Tortuga; Isla de Margarita; Isla
Piritu; Bahía de Mochima; Golfo de Cariaco.

Hypnea spinella (C. AGARDH) KÜTZING.
Isla Cubagua; Chimana Grande; Bahía de Mochima.

FAMILIA PHYLLOPHORACEAE
GENERO *Gymnogongrus* MARTIUS

Gymnogongrus griffithsiae (TURNER) MARTIUS.
Golfo de Cariaco; Isla Cubagua.

Gymnogongrus tenuis (J. AGARDH) J. AGARDH.
Golfo de Cariaco.

FAMILIA GIGARTINACEAE
GENERO *Gigartina* STACKHOUSE

Gigartina acicularis (WULFEN) LAMOUROUX.
Golfo de Cariaco; Isla Coche.

Gigartina teedii (ROTH) LAMOUROUX.
Isla Cubagua, Isla Coche.

ORDEN RHODYMENIALES
FAMILIA RHODYMENIACEAE
GENERO *Botrycladia* (J. AGARDH) KYLIN
(*nom. cons.*)

Botrycladia occidentalis (BØRGESSEN) KYLIN.
Isla de Margarita; Isla Coche.

Botrycladia papenfussiana GANESAN et LEMUS.
Cumaná; Isla de Margarita.

Botrycladia pyriformis (BØRGESSEN) KYLIN.
Isla de La Tortuga.

GENERO *Chrysomenia* J. AGARDH.

Chrysomenia enteromorpha HAGVEY.
Bahía de Mochima.

Chrysomenia ventricosa (LAMOUROUX) J. AGARDH.
Isla La Tortuga.

GENERO *Coelarthrum* BØRGESSEN

Coelarthrum albertisii (PICCONE) BØRGESSEN.
Isla La Tortuga.

GENERO *Coelothrix* BØRGESSEN

Coelothrix irregularis (HARVEY) BØRGESSEN.
Península de Araya.

GENERO *Weberella* SCHMITZ ex ENGLER &
PRANTL

Weberella peltata (TAYLOR) SCHNEIDER.
Isla La Tortuga.

GENERO *Leptofauchoa* KYLIN

Leptofauchoa sp.
Península de Araya.

FAMILIA CHAMPIACEAE
GENERO *Champia* DESVAUX

Champia compressa HARVEY.
Isla de Margarita.

Champia feldmannii DÍAZ-PIFERRER.
Isla de Margarita.

Champia parvula (C. AGARDH) HARVEY.
Isla Cubagua.

Champia salicornioides HARVEY.
Isla de Margarita.

Champia sp.
Isla de Margarita.

GENERO *Lomentaria* LYNGBYE

Lomentaria baileyana (HARVEY) FARLOW.
Cumaná.

ORDEN CERAMIALES
FAMILIA CERAMIACEAE
GENERO *Callithamnion* LYNGBYE

Callithamnion byssoides ARNOTT ex HARVEY en
HOOKER.
Bahía de Mochima.

GENERO *Centroceras* KÜTZING

Centroceras clavulatum (C. AGARDH) MONTAGNE.
Isla La Tortuga; Isla Borracha; Isla Píritu; Bahía de
Mochima; Golfo de Cariaco.

GENERO *Ceramium* ROTH (nom. cons.)

Ceramium byssoideum HARVEY.
Isla La Tortuga; Bahía de Mochima; Golfo de Cariaco.

Ceramium fastigiatum (ROTH) HARVEY.
Bahía de Mochima; Isla Chimana Grande; Ensenada de
Machuelito, Edo. Anzoátegui; Isla de Margarita.

C. fastigiatum var. *flaccidum* H. E. PETERSEN.
Isla La Tortuga.

Ceramium floridanum J. AGARDH.
Isla La Tortuga; Isla Cubagua.

Ceramium strictum (DILLWYN) ROTH.
Península de Araya.

Ceramium tenuissimum (ROTH) J. E. ARESCHOUG.
Bahía de Mochima.

Ceramium sp.
Isla Píritu.

GENERO *Dobrniella* FUNK

Dobrniella antillarum (TAYLOR) FELDMANN-MAZO-
YER.
Cumaná (Playa Manzanillo, Peñoncito).

GENERO *Griffithsia* C. AGARDH

Griffithsia barbata (SMITH) C. AGARDH.
Isla de Margarita; Isla Testigo Grande (Playa Real).

Griffithsia globulifera HARVEY.
Isla La Tortuga.

Griffithsia opuntiioides J. AGARDH.
Isla de Margarita.

GENERO *Haloplegma* MONTAGNE

Haloplegma duperreyi MONTAGNE.
Isla Coche.

GENERO *Spermothamnion* J. E. ARESCHOUG.

Spermothamnion investiens (P. L. ex H. M. CROUAN)
VICKERS.
Bahía de Mochima.

Spermothamnion macromeres COLLINS et HERVEY.
Bahía de Mochima.

GENERO *Spyridia* HARVEY.

Spyridia clavata KÜTZING.
Isla Cubagua.

Spyridia complanata J. AGARDH.
Isla Coche.

Spyridia filamentosa (WULFEN) HARVEY.
Bahía de Mochima; Isla Arapo (Playa del Farallón),
Edo. Anzoátegui; Golfo de Cariaco; Isla Cubagua;
Chimana Grande.

Spyridia hypnoides (BORY) PAPENFUSS.
Isla La Tortuga; Isla Cubagua; Bahía de Mochima; Isla
Borracha.

GENERO *Tiffaniella* DOTY et MEÑEZ

Tiffaniella saccorbiza (SETCHELL et GARDNER) DOTY
et MEÑEZ.
Isla de Margarita; Península de Araya.

GENERO *Wrangelia* C. AGARDH

Wrangelia argus MONTAGNE.
Isla La Tortuga; Golfo de Cariaco; Isla Borracha; Chi-
mana Grande; Isla Píritu.

Wrangelia penicillata C. AGARDH.
Isla de Margarita.

FAMILIA DELESSERIACEAE
GENERO *Acrosorium* ZANARDINI

Acrosorium uncinatum (J. AGARDH) KYLIN.
Isla de Margarita.

GENERO *Caloglossa* (HARVEY) J. AGARDH

Caloglossa leprieurii (MONTAGNE) J. AGARDH.
Bahía de Mochima; Golfo de Cariaco.

GENERO *Calonitophyllum* AREGOOD

Calonitophyllum media (HOYT) AREGOOD.
Isla de Margarita; Península de Araya.

Haraldia sp. Isla La Tortuga.

GENERO *Grinnellia* HARVEY

Grinnellia americana (C. AGARDH) HARVEY Var. *ca-
ribaea* TAYLOR.
Isla Cubagua.

GENERO *Hypoglossum* KÜTZING

Hypoglossum tenuifolium (HARVEY) J. AGARDH.
Isla La Tortuga; Península de Araya.

GENERO *Nitophyllum* GREVILLE (nom.
cons.)

Nitophyllum punctatum (STACKHOUSE) GREVILLE.
Isla La Tortuga.

Nitophyllum wilkinsoniae COLLINS & HERVEY.
Isla de Margarita.

GENERO *Taenioma* J. AGARDH

Taenioma nanum (KÜTZING) PAPENFUSS.
Bahía de Mochima.

FAMILIA DASYACEAE
GENERO *Dasya* C. AGARDH (nom. cons.)

Dasya ballionuviana (GMELIN) MONTAGNE.
Isla La Tortuga; Isla Coche.

Dasya corymbifera J. AGARDH.
Isla Coche.

Dasya rigidula (KÜTZING) ARDISSONE.

GENERO *Dictyurus* *occidentalis* BORY

Dictyurus occidentalis J. AGARDH.
Isla de Margarita.

GENERO *Heterosiphonia* MONTAGNE (nom.
cons.)

Heterosiphonia gibbesii (HARVEY) FALKENBERG.
Isla La Tortuga, Golfo de Cariaco; Isla Coche.

Heterosiphonia wurdemanni (BAILEY ex HARVEY) Fal-
kenberg.
Isla La Tortuga.

FAMILIA RHODOMELACEAE

GENERO *Acanthophora* LAMOUROUX

Acanthophora spicifera (VAHL) BØRGESSEN.

Isla Cubagua; Isla de Margarita; Higuerote; Bahía de Mochima; Golfo de Cariaco.

GENERO *Amansia* LAMOUROUX

Amansia multifida LAMOUROUX.

Isla La Tortuga.

GENERO *Bostrychia* MONTAGNE

Bostrychia binderi HARVEY.

Isla Borracha; Isla de Margarita.

Bostrychia calliptera MONTAGNE.

Isla Cubagua.

Bostrychia moritziana (SONDER) J. AGARDH.

Cumaná; Tacarigua.

Bostrychia radicans MONTAGNE.

Bahía de Mochima; Golfo de Cariaco.

Bostrychia tenella (VAHL) J. AGARDH.

Isla de Margarita; Bahía de Mochima; Isla Cubagua.

GENERO *Bryocladia* SCHMITZ

Bryocladia cuspidata (J. AGARDH) DE TONI.

Isla Cubagua.

Bryocladia thyrsgera (J. AGARDH) SCHMITZ.

Isla La Tortuga.

GENERO *Bryothamnion* KÜTZING

Bryothamnion seaforthii (TURNER) KÜTZING.

Golfo de Cariaco.

Bryothamnion triguetrum (GMELIN) HOWE.

Isla La Tortuga.

GENERO *Chondria* C. AGARDH (nom. cons.)

Chondria atropurpurea HARVEY.

Isla La Tortuga.

Chondria cnicophylla (MELVILL ex G. MURRAY) DE TONI.

Isla de Margarita.

Chondria dasyphylla (WOODWARD) C. AGARDH.

Golfo de Cariaco.

Chondria floridana (COLLINS) HOWE.

Isla La Tortuga.

Chondria polyrhiza COLLINS et HERVEY.

Isla Cubagua.

Chondria sedifolia HARVEY.

Isla de Margarita.

Chondria tenuissima (GOODENOUGH et WOODWARD) C. AGARDH.

Isla La Tortuga.

GENERO *Cladhymenia* HOOKER & HARVEY

Cladhymenia ? lanceifolia TAYLOR.

Isla de Margarita.

GENERO *Digenea* C. AGARDH

Digenea simplex (WULFEN) C. AGARDH.

Bahía de Mochima; Isla La Tortuga.

Digenea sp.

Golfo de Cariaco.

GENERO *Enantiocladia* FALKENBERG

Enantiocladia duperreri (C. AGARDH) FALKENBERG.

Isla de Margarita.

GENERO *Falkenbergia* SCHMITZ

Falkenbergia hillebrandii (BORNET) FALKENBERG.

Península de Araya; Isla La Blanquilla; Isla Píritu.

GENERO *Herposiphonia* NAGELI

Herposiphonia pecten-veneris (HARVEY) FALKENBERG.

Bahía de Mochima.

Herposiphonia tenella (C. AGARDH) AMBRONN.

Bahía de Mochima; Isla La Tortuga.

Herposiphonia sp.

Bahía de Mochima.

GENERO *Laurencia* LAMOUROUX (nom. cons.)

Laurencia intricata LAMOUROUX.

Bahía de Mochima; Isla Chimana Grande.

Laurencia microcladia KÜTZING.

Isla Cubagua.

Laurencia nana HOWE (non *L. nana* (C. AGARDH) GREVILLE).

Bahía de Mochima.

Laurencia obtusa (HUDSON) LAMOUROUX.

Bahía de Mochima, Golfo de Cariaco.

Laurencia papillosa (C. AGARDH) GREVILLE.

Isla Cubagua; Isla de Margarita; Isla La Tortuga; Chimana Grande; Bahía de Mochima.

Laurencia poitei (LAMOUROUX) HOWE.

Isla La Tortuga.

Laurencia scoparia J. AGARDH.

Isla La Tortuga.

GENERO *Lophocladia* (J. AGARDH) SCHMITZ

Lophocladia trichoclados (MERTENS ex C. AGARDH) SCHMITZ.

Isla La Tortuga; Isla Coche.

GENERO *Murrayella* SCHMITZ

Murrayella periclados (C. AGARDH) SCHMITZ.

Bahía de Mochima; Isla Cubagua; Golfo de Cariaco.

GENERO *Polysiphonia* GREVILLE (nom. cons.)

Polysiphonia binneyi HARVEY.

Isla La Tortuga.

Polysiphonia denudata (DILLWYN) GREVILLE ex HARVEY en HOOKER.

Bahía de Mochima.

Polysiphonia exilis HARVEY.

Bahía de Mochima.

Polysiphonia havanensis MONTAGNE.

Golfo de Cariaco.

Polysiphonia havanensis MONTAGNE var. *mucosa* J. AGARDH.

Bahía de Mochima.

Polysiphonia sphaerocarpa BØRGESSEN.

Bahía de Mochima.

Polysiphonia synderae KYLIN.

Isla de Margarita; Isla La Tortuga; Isla Píritu.

Polysiphonia sp.

Isla Píritu.

GENERO *Vidalia* LAMOUROUX

Vidalia obtusiloba (MERTENS) J. AGARDH.

Isla La Tortuga; Higuerote; Península de Araya.

DISCUSION

En un trabajo anterior (GANESAN, 1978) se reportó un total de aproximadamente 442 formas diferentes de algas marinas bentónicas y fanerógamas marinas para toda la costa Venezolana. En la Cuenca Tuy-Cariaco se encuentran un total de aproximadamente 384 taxa, las cuales constituyen 87,1% de las especies reportadas para el país. La presencia de tan elevado número de diferentes especies de algas y fanerógamas marinas en la Cuenca Tuy-Cariaco, señala, sin duda alguna, que dicha zona sostiene una alta diversidad o riqueza de especies. Como una confirmación de esto, durante la presente evolución se hallaron las siguientes especies las cuales, no han sido reportadas anteriormente para Venezuela, así que constituyen informaciones nuevas para el país.

Cladhymenia lanceifolia (Rhodomelaceae, Rhodophyta), (Isla de Margarita).

Nitophyllum wilkinsoniae (Delesseriaceae, Rhodophyta), (Isla de Margarita).

Botryocladia pyriformis (Rhodymeniaceae, Rhodophyta), (Isla La Tortuga).

Calothrix crustacea (Cyanobacteria), Isla Píritu.

Grallatoria reptans (Ceramiaceae, Rhodophyta), (Isla de Margarita).

La descripción taxonómica, ilustraciones y los datos ecológicos de las especies señaladas arriba serán publicadas en otro trabajo (GANESAN, 1985).

Se han establecido que la parte oriental de Venezuela, especialmente la costa nor-este de la Isla de Margarita y las áreas adyacentes son singulares desde el punto de vista de las condiciones hidrográficas, que afectan a su vez la composición de la biota marina. Por los trabajos de RICHARDS (1960), MARGALEF, CERVIGÓN & YÉPEZ (1960) y LOJEN & HERRERA (1965) se sabe que ocurre surgencia general de aguas profundas (upwelling) con una temperatura superficial que oscila entre 9° y 23°C la cual afecta la costa venezolana y sus efectos se hacen sentir con mayor intensidad hacia la costa norte de la Isla de Margarita. DÍAZ-PIFFER (1967) y BULA-MEYER (1977) analizan con amplios detalles los efectos de afloramiento sobre la flora marina de la costa nor-este de la Isla de Margarita y las áreas circunvecinas, lo que se considera que constituyen un enclave ecológico de los mares templados dentro de una zona tropical. Además las aguas costeras bajas de las áreas insulares ofrecen innumerables nichos ecológicos, tales como raíces de manglares, formaciones coralinas, sustratos rocosos y grandes formaciones de praderas de *Thalassia* para el crecimiento de una gran diversidad de especies. Es interesante señalar que además de las especies indicadoras de afloramiento, tales como *Levringia*, *Porphyra*, *Dictyopteris* y los patrones ecológicos de distribución de *Sargassum*, el hallazgo de algunos géneros tales como *Grinnellia*, *Colonitophyllum*, *Nitophyllum* y *Cladhymania* hacen énfasis en la abundancia de especies en esta área. Muchos de estos géneros son básicamente elementos presentes en aguas subtropicales, como por ejemplo en Carolina del Norte, localizándose además restringidos a esta parte del Mar Caribe. Algunas especies nuevas (*Gelidiocolax desikachariae* GANESAN, 1970; *Champia feldmannii* DÍAZ-PIFERRER, 1977) han sido descubiertas del material recolectado en esta área.

Cabe señalar el hecho de que en la Isla de Margarita en la costa noreste en el sitio llamado Cabo Negro, se observó durante el mes de abril de 1983, una enorme mancha de petróleo de casi 2 m de altura, extendiéndose desde la zona de rocíos (supralitoral) en la costa hasta el nivel del agua y las comunidades bentónicas de las rocas estaban completamente bañadas de petróleo. Esta densa mancha de crudo, llamada "Marea Negra",

puede tener su origen por lavado de tanques de barcos, siendo arrastrada hasta la orilla y depositado allí por las acciones de corriente y vientos. Sería muy interesante obtener datos sobre la frecuencia de estas manchas de petróleo en esta área (i.e. si está contaminación es esporádica o crónica y aguda) y estudiar la ecología de las comunidades para saber el nivel de tolerancia, recuperación, concentración de hidrocarburos en el medio, etc.

De acuerdo con los datos obtenidos no solamente de las algas y fanerógamas marinas en la orilla, sino también por numerosos arrastres (ver Tabla 1-5) en áreas representativas de la Cuenca Tuy-Cariaco, se puede concluir que la gran mayoría de las especies están restringidas esencialmente a las aguas bajas de las áreas insulares y la parte norte de la Península de Araya. Estas áreas son biológicamente importantes y ecológicamente sensitivas.

En contraste a la alta diversidad de las áreas insulares, la larga y variada costa de la Tierra Firme, especialmente entre el Golfo de Santa Fe, Guanta, Laguna de Unare, Píritu y Tacarigua son de playas arenosas, sustratos inestables e inhóspitos para el crecimiento de algas. En áreas rocosas y otros sustratos la flora es monótona y con alta biomasa con formas ecológicamente tolerantes (i.e. euritéricas y eurihialinas) tales como *Ulva*, *Enteromorpha*, *Centroceros clavulatum* y el alga verde azul *Lyngbya majuscula*. La zona intermareal de las islas pequeñas Los Caracas, Chimana Grande, sin embargo, mostraron cierta diversidad por la presencia de formas tales como, *Porphyra*, *Bostrychia* y sobre *Thalassia* en aguas sumergidas el género *Liagora*. Las Tablas 2, 3 y 4 señalan los datos para la flora de aguas profundas de Unare, Píritu, Isla Borracha, Islas Chimanas e Islas Caracas y Carenero-Higuerote-Uchire respectivamente. El sustrato en la mayor parte de estas áreas es fangosa y carece de una flora significativa. Factores adicionales tales como la desembocadura de los ríos Tuy, Neverí que traen abundantes sedimentos originando una alta turbidez y baja penetración de luz, descarga de desechos industriales, domésticos y las actividades petroleras por MENEVEN y el Puerto de Guanta en las costas de Anzoátegui, también contribuyen a la falta de una diversidad en la flora bentónica. Se puede concluir que, en comparación con las áreas insulares, la mayor parte de Tierra Firme, con la excepción de la Bahía de Mochima, es de baja sensibilidad ecoló-

TABLA 1. ISLA DE MARGARITA, COCHE, CUBAGUA (15.IV.82 - 18.IV.82)

Estación Nº	Latitud (N)	Longitud (W)	Profundidad		Tipo-Color Sustrato	Observaciones Algas presentes (+) Ausentes (—)
			Bz	M		
1	11° 25' 50" N	64° 28' 00" W	393	215	La draga no trajo nada.	Aparentemente por la fuerte acción de los vientos y corrientes, la draga no tocó el piso. Es una estación en el mar abierto.
2	11° 17' 57" N	64° 28' 00" W	85	40	Arena fangosa, estrellas de mar, conchas de caracoles pequeñas, tubos de poliquetos.	—
3	11° 08' 05" N	64° 23' 42" W	30	17	Fangoso de color verde.	+
4	11° 02' 07" N	64° 23' 42" W	60	33	Areno-fangoso.	—
5	10° 57' 45" N	64° 23' 42" W	15	8,5	Calcáreo-blanco.	+
6	11° 03' 57" N	64° 19' 00" W	11	6	Fango-arenoso con conchas.	+
7	11° 02' 30" N	64° 13' 00" W	13	7	Lodoso con olor de H ₂ S.	—
8	11° 01' 55" N	64° 07' 05" W	18	10	Conchíferos de moluscos grandes.	+
9	11° 0' 00" N	64° 03' 00" W	10	6	Fangoso.	+
						Arribazón de algas en la playa.
10	11° 05' 00" N	63° 59' 15" W	12	7	Conchífero, calcáreo y arena de color gris.	+
11	11° 07' 45" N	63° 50' 15" W	9	16	Lodoso.	—
12	11° 10' 00" N	63° 52' 00" W	10	18	Conchas de pepitonas.	Abundantes algas de gran diversidad sobre pepitonas y arribazones de algas en la playa.
13	10° 59' 00" N	63° 47' 15" W	10	18	Conchas, rocas.	+
						Abundantes algas sublitorales.
14	10° 52' 30" N	63° 53' 28" W	7	12	Conchas, estrellas de mar.	+
15	10° 53' 00" N	63° 57' 30" W	5	9	Arenoso, conchas.	+
16	10° 48' 30" N	63° 54' 45" W	5	9	Conchíferos, estrellas de mar.	+
17	10° 47' 30" N	63° 54' 45" W	5	9	Praderas de <i>Thalassia</i> .	+
18	10° 43' 15" N	63° 54' 23" W	4	7	Praderas de <i>Thalassia</i> .	+
19	10° 45' 40" N	63° 58' 10" W	4	7	Por fuertes vientos se reventó la guaya y se perdió la rastra.	
20	10° 49' 20" N	64° 00' 35" W	2	3		
21	10° 53' 15" N	64° 06' 25" W	3	5	Lodoso.	+
22	10° 55' 30" N	61° 12' 30" W	4	7	Arenoso.	+
23						Colecciones en aguas bajas de la Laguna "La Restinga".

Evaluación de la flora macrobentónica de la cuenca Tuy-Cariaco, Venezuela

Estación Nº	Latitud (N)	Longitud (W)	Profundidad		Tipo-Color Sustrato	Observaciones
			Bz	M		Algas presentes (+) Ausentes (—)
24	10° 56' 10" N	64° 17' 07" W	6	11	Areno-rocoso corales.	+
25	10° 50' 00" N	64° 08' 30" W	20	36	Lodoso-fangoso de color gris.	—
26	10° 51' 30" N	64° 12' 50" W	20	36	Fangoso.	—
						Se hicieron colecciones cerca de la costa de Cubagua (El Faro).
27	10° 51' 00" N	64° 10' 00" W	3	5	Areno-fangoso.	+
28	10° 50' 00" N	64° 08' 30" W	35	64	Fangoso-gris.	—
29	10° 40' 37" N	64° 19' 12" W	14	25	Arenoso.	—

TABLA 2. UNARE-PIRITU-ISLA BORRACHA (08/VI/82 - 12/VI/82)

Estación Nº	Latitud (N)	Longitud (W)	Profundidad		Sustrato	Algas ausentes (—)
			Br.	M		
1	10° 28' 05"	65° 22' 00"	100	182,9	Arenoso	—
2	10° 24' 00"	65° 22' 00"	50	91,45	Conchífero	—
3	10° 18' 05"	65° 22' 00"	35	64,015	Fangoso	—
4	10° 11' 05"	65° 22' 00"	12	21,948	Fangoso	—
5	10° 11' 00"	65° 15' 05"	12	21,948	Fangoso	—
6	10° 18' 05"	65° 15' 05"	34	62,186	Fangoso	—
7	10° 24' 00"	65° 15' 05"	47	85,963	Fangoso-conchífero	—
8	10° 31' 02"	65° 15' 05"	100	182,9	Fangoso-conchífero	—
9	No se realizó					—
10	10° 24' 00"	65° 08' 00"	42	76,81	Areno-fangoso	—
11	10° 18' 05"	65° 08' 00"	37	67,67	Fangoso	—
12	10° 11' 00"	65° 08' 00"	15	27,43	Fangoso	—0—
13	10° 16' 00"	65° 08' 00"	6	10,97	Fangoso-conchífero	—
14	10° 17' 00"	65° 00' 08"	8	14,63	—0—	—
15	10° 11' 06"	65° 00' 08"	18	32,92	Arenoso-fangoso	—
16	10° 19' 00"	65° 00' 08"	40	73,16	Fangoso	—
17	10° 27' 00"	65° 00' 08"	100	182,9	Fangoso (compacto)	—
18	10° 25' 06"	64° 53' 05"	100	182,9	Fangoso (verde)	—
19	10° 18' 08"	64° 53' 05"	40	73,16	Fangoso	—
20	10° 12' 02"	64° 53' 05"	20	36,58	Fangoso	—
21	10° 07' 00"	64° 53' 05"	7	12,80	Fangoso (compacto)	—
22	10° 07' 05"	64° 46' 06"	4	7,31	Fangoso-Arenoso	—
23	10° 12' 05"	64° 46' 06"	19	34,75	Fangoso-Arenoso	—
24	10° 18' 02"	64° 46' 06"	31	56,69	Fangoso-compacto	—
25	10° 23' 02"	64° 46' 06"	100	182,9	Arenoso	—

Nota: Se realizaron varias colecciones representativas de macroalgas bentónicas en las Islas Píritu y Borracha por buceo libre y por arrastres en aguas bajas costeras (2-10 mts. de profundidad) y caminando por la playa para las muestras amontonadas en la orilla. Estas áreas muestreadas se ubican alrededor de las estaciones 15 y 25 respectivamente señaladas en el mapa anexo.

TABLA 3. LAS CHIMANAS - ISLA CARACAS (07.VII.82 - 09.VII.82)

Estación Nº	Latitud (N)	Longitud (W)	Profundidad		Tipo y Color del Sustrato	Observaciones
			Bz	M		Algas presentes (+) Ausentes (-)
1	10° 18' 28"	64° 34' 10"	45	82,30	Fangoso (verde).	—
2	10° 17' 50"	64° 35' 40"	36	65,84	Fangoso (verde).	—
3	10° 18' 40"	64° 36' 55"	47	85	Fangoso (verde).	—
4	10° 17' 28"	64° 37' 40"	30	5,5	Tubos de poliquetos.	— *
5	10° 18' 25"	64° 38' 50"	33	60	Fangoso.	—
6	10° 18' 30"	64° 40' 30"	30	54	Fangoso.	—
7	10° 16' 45"	64° 39' 59"	18	32	Fangoso.	—
8	10° 17' 30"	64° 39' 39"	11	20	Fangoso.	—
9	10° 15' 32"	64° 39' 59"	13	23	Lodoso.	—
10	10° 16' 35"	64° 38' 05"	17	31	Lodoso.	—
11	10° 17' 34"	64° 39' 38"	11	20	Fangoso.	-- *
12	10° 15' 20"	64° 38' 25"	11	20	Fangoso gris.	—
13	10° 15' 19"	64° 36' 37"	13	23	Fangoso gris.	--
14	10° 14' 20"	64° 32' 26"	36	65	Fangoso gris.	—
15	10° 15' 20"	64° 35' 00"	31	56	Fangoso gris.	—
16	10° 17' 30"	64° 26' 00"	47	86	Fangoso.	—
17	10° 19' 26"	64° 32' 00"	40	37	Fangoso verde.	—
18	10° 20' 33"	64° 30' 32"	26	47	Rocoso.	No se tomó muestras, se pegó el arrastre.
19	10° 24' 15"	64° 30' 45"	66	120	Fangoso verde.	—
20	10° 24' 00"	64° 26' 59"	36	65	Tubos de poliquetos, algas calcáreas.	+ Algas calcáreas rojas.
21	No se realizó. Se perdió el arrastre en el mar.					

* Corresponden a la colección de macro-algas las aguas bajas costeras y las orillas del nor-este (4) y sur (11) en la costa de Isla Chimana Grande.

TABLA 4. CARENERO - HIGUEROTE - UCHIRE - LA TORTUGA (11.I.83 - 15.I.83)

Estación Nº	Latitud (N)	Longitud (W)	Profundidad		Tipo y Color del Sustrato	Observaciones
			Bz	M		Algas presentes (+) Ausentes (—)
1	10° 24' 00"	65° 31' 00"	55	100		Con la fuerte acción de vientos y olas se reventó el cable y se perdió el arrastre.
2	10° 20' 08"	65° 31' 00"	37	53	Fangoso-fino de color marrón.	
3	10° 15' 08"	65° 21' 00"	25	47	Fangoso-fino de color marrón.	—
4	10° 11' 08"	65° 31' 00"	5	9	Lodo grueso marrón.	—
5	10° 13' 05"	65° 35' 05"	8	15	Lodo fino marrón oscuro.	—
6	10° 19' 00"	65° 38' 05"	33	60	Lodo fino.	—
7	10° 24' 00"	65° 25' 65"	5	9	Lodo fino.	—
8	10° 16' 05"	65° 46' 00"	45	8,5	Arenoso-marrón.	—
9	10° 22' 00"	65° 46' 00"	34	62	Marrón.	—
10	10° 27' 05"	65° 46' 00"	no se muestreó			
11	10° 33' 00"	65° 54' 00"	no se muestreó			
12	10° 27' 00"	65° 54' 00"	27	50	Marrón.	—
13	10° 25' 05"	65° 54' 00"	30	55	Marrón.	—
14	10° 24' 05"	66° 00' 00"	4	7	Marrón.	—

TABLA 5. PENINSULA DE ARAYA, GOLFO DE CARIACO. (23.III.83 - 25.III.83)

Estación Nº	Latitud (N)	Longitud (W)	Profundidad		Tipo de Sustrato	Observaciones
			Bz	M		Algas de aguas profundas presentes (+) Ausentes (—)
1	10° 41' 40"	63° 47' 16"	9	16	Conchas.	+
2	10° 41' 45"	63° 45' 00"	10,5	19	Conchas.	+
3	10° 40' 30"	63° 52' 30"	6	11	Fangoso.	—
4	10° 40' 15"	63° 47' 50"	13	23,5	Arenoso-fino.	—
5	10° 40' 14"	64° 05' 44"	19	34	Areno-fangoso conchas.	+
6	10° 40' 07"	64° 11' 45"	16	29	Areno-fangoso conchas.	+
7	10° 36' 56"	64° 18' 34"	33	60	Fangoso suave.	—
8	10° 34' 08"	64° 17' 05"	15,5	28	Arenoso con conchas pequeñas.	+
9	10° 30' 15"	64° 15' 12"	13	23	Arenoso.	—
10	10° 32' 22"	64° 12' 00"	15	27	Limo-arenoso.	—
11	10° 33' 30"	64° 07' 33"	18	32	Limo-arcilloso.	—
12	10° 33' 45"	63° 57' 31"	35	60	Arcilloso.	—
13	10° 31' 45"	63° 50' 20"	15,5	28	Arcilloso.	—
14	10° 28' 45"	64° 44' 08"	36	20	Arena gruesa.	—

gica. Las áreas de alta y baja sensibilidad ecológica se señalan en la Fig. 8.

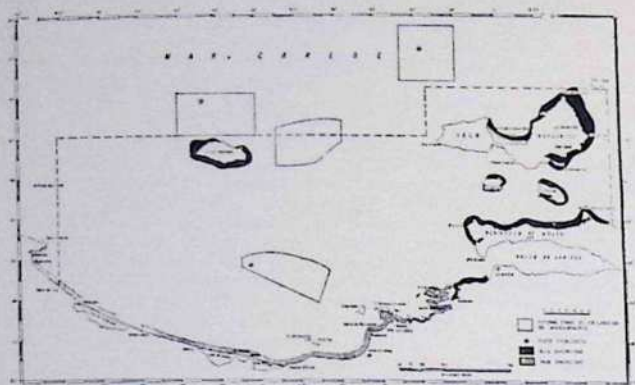


Fig. 8. Mapa de sensibilidad ambiental en la zona de estudio.

La evaluación de la biota marina en aguas profundas (i.e. a más de 30 m) en relación al derrame por petróleo tiene cierta importancia en el sentido de que residuos pesados, muchas veces, por la incorporación de H_2O en las formaciones de emulsiones tiende a hundirse depositándose eventualmente en los sedimentos de los fondos y allí pueden persistir por mucho tiempo. La mayor parte del crudo, sin embargo, generalmente está restringido a una película delgada que aflora sobre la superficie y no hace contacto con la vegetación a una profundidad mayor de 1/2 m debajo de la superficie. De acuerdo con los numerosos dragados y arrastres hechos para evaluar la flora de aguas profundas, podemos concluir que la Cuenca Tuy-Cariaco, no apoya una flora comparable con las de áreas intermareales y sublitorales hasta una profundidad de 20-30 m. Se puede decir que cualquier efecto por un derrame de petróleo en el área tendría su mayor impacto en las comunidades expresadas en la orilla y muy poco en las comunidades bentónicas de aguas profundas.

La importancia de hacer una evaluación comparativa de los diversos organismos bentónicos en relación con las actividades petroleras en el área no simplemente constituye un interés académico, sino aporta información básica (base line information) y punto de referencia para cualquier estudio en el futuro. Varios autores (NELSON-SMITH, 1970; BELLAMY *et al.*, 1967; O'BRIEN & DIXON, 1976; MITCHELL *et al.*, 1970) hacen mucho énfasis en la necesidad de obtener este tipo de infor-

mación. En otras palabras, en la opinión de estos autores, evaluación posterior o estudios post-desastres se hacen muy difíciles donde no existen informaciones documentadas anteriores. Estudios comparativos de los ecosistemas contaminados y no contaminados dentro del área de desastre deben darnos pruebas corroborativas si hubiese ocurrido un daño. Por ejemplo, en base de las informaciones bien documentadas, se concluyen que después de 14 años la Ensenada contaminada por el tanquero "Tampico Maru" no ha recuperado completamente su composición biológica de pre-derrame (NORTH *en* NEUSHULL, 1970). 90% de su biota se recuperó después de 3 a 4 años (MITCHELL *et al.*, 1970).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Con respecto a la flora macrobentónica, la Cuenca Tuy-Cariaco, mostró una gran diversidad de especies, particularmente en las áreas insulares de agua costeras de poca profundidad, donde existen aproximadamente unas 385 especies. Si consideramos las condiciones físicas e hidrográficas favorables propias de la zona, suponemos que exploraciones futuras deben revelar una diversidad aún más variada que la señalada en el presente informe. Por otro lado las profundidades mayores no mostraron ninguna flora significativa, por lo tanto, si ocurre un supuesto derrame de petróleo, el mayor impacto lo sufrirían las comunidades intermareales expuestas, teniendo muy poco afecto a las comunidades sumergidas. En este sentido BELLAMY *et al.* (1967); FOSTER *et al.* (1971) observaron resultados similares en su estudio de las costas de Inglaterra y California (Santa Bárbara) respectivamente. Debido a la gran extensión del área de estudio Cuenca Tuy-Cariaco (aproximadamente 19.000 Km²) y el muestreo limitado a 6 expediciones representativas durante un año que duró el proyecto, las informaciones florísticas presentadas son necesariamente exploratorias y básicas.
2. Hasta el presente en la Cuenca Tuy-Cariaco no ha sido reportado ningún accidente por derrame de petróleo de cierta magnitud para calificarlo como dramático o catastrófico, por lo tanto muchos de los datos presentados aquí se pueden considerar como un "Base-line Information" de un ecosistema no expuesto previamente a un derrame de petró-

- Estos datos y la bibliografía anexa deben servir como punto de referencia comparativa para los estudios futuros después que se realice un derrame de crudo en el área.
3. Es imprescindible en el futuro establecer en la zona un total de 6-8 ESTACIONES PERMANENTES de áreas críticas representativas para hacer estudios biológicos cualitativos y cuantitativos periódicos para tener datos de manera secuencial y precisa. En otras palabras, informaciones sobre áreas tan extensas, como la cuenca Tuy-Cariaco muchas veces son incompletas, dispersas y diluidas, mientras que observaciones en un área restringida son mucho más precisas para cualquier análisis, evaluación y conclusiones posteriores. Además, en las estaciones establecidas, se debe hacer énfasis en las comunidades bentónicas en áreas costeras rocosas, en comparación con las formas planctónicas que tienden a ser trasladadas de una manera dinámica dependiendo de las condiciones y movimientos de la masa de agua, datos sobre comunidades fijas son sumamente válidas (MITCHELL *et al.*, 1970).
 4. Establecer organismos bentónicos e indicadores de contaminación por petróleo. Para llevar a cabo este tipo de trabajo, se pueden determinar los niveles de concentración de hidrocarburos en (i) especies representativas de algas i.e. una alga verde *Ulva* o *Enteromorpha*; una alga parda *Sargassum* o *Dictyota*; una alga roja *Hypnea* o *Gracilaria* y la fanerógama marina *Thalassia testudinum*. (ii) en los sedimentos costeros y (iii) en el medio.
 5. Los numerosos factores físicos, químicos y biológicos que influyen en la naturaleza y extensión de un derrame de petróleo hacen que cada incidente sea un problema ecológico muy singular. No existe en la literatura revisada un método "standard" para analizar una determinada situación. O'BRIEN & DIXON (1976) mencionan que para evaluar las consecuencias biológicas de un derrame, se debe tomar en cuenta (i) tipo de petróleo (ii) dosis de petróleo (iii) factores físicos ambientales (iv) condiciones meteorológicas reinantes (v) tipo de biota (vi) factores estacionales (vii) si el área ha sido afectada anteriormente por derrame de petróleo (viii) presencia de otros contaminantes (ix) tipos de acciones para la limpieza de la zona.

AGRADECIMIENTOS

Al personal de B/I *GUAQUERI II* por su valiosa colaboración prestada en la realización de las campañas oceanográficas. Al Lic. ANDRÉS J. LEMUS por su colaboración en el laboratorio. A los señores BRICILIO MARCANO, MIGUEL GÓMEZ, JOSÉ JESÚS GARCÍA y HORACIO MÉNDEZ por su ayuda en la recolección de muestras, a los señores EPIFANIO HERNÁNDEZ y JESÚS HERNÁNDEZ dibujante y a todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron posible la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

- ANONYMOUS. 1972. *Oil pollution of the sea and shore. A study of remedial measures*. Her Majesty's Stationery Office 32 pp.
- . 1977. Impact of oil on the marine environment IMC/FAO/UNESCO/WMO/AEA. In: *Joint group of experts on the scientific aspects of marine pollution. Reports and studies* N° 6. FAO. 250 pp.
- BAKER, J. M. 1976. *Marine ecology oil pollution*. John Wiley & Sons. N. Y.
- BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE. 1972. La ecología del Lago de Maracaibo, Venezuela. *Pac. N. W. Lab.* 16 pp.
- . 1974. Study of effects of oil discharges and domestic and industrial waste water in the fisheries of Lake Maracaibo, Venezuela, *Pac. N. W. Lab. Rep.* 99 pp.
- BATTELLE PACIFIC NORTHWEST LABORATORIES. 1976. Investigación de las condiciones ecológicas del sitio adyacente al complejo petroquímico del Tablazo en Puerto Miranda Venezuela.
- BELLAMY, D. J., CLARKE P., JOHN, D. M., JONES, D., WHITHIER, A. & DARKE, T. Some effects of pollution from the "Torrey Canyon" disaster on littoral and sublittoral ecosystems dominated by attached macrophytes *Nature, London*. 216: 1170-1173.
- BLUMER, M. 1969. Oil pollution of the ocean. pp. 5-13. In D. P. Hoult. (Ed.) *Oil in the Sea*. Plenum Press. N. Y.
- . 1971. Oil contamination and living resources of the sea. *FAO Fisheries report* 99: 101.
- BONEY, A. D. 1974. Aromatic hydrocarbons and the growth of marine algae. *Mar. Poll. Bull.* 5 (2): 185-186.
- BULA-MEYER, G. 1977. Algas marinas bénticas indicadoras de un área afectada por aguas de surgencia frente a la costa Caribe de Colombia. *Ann. Inst. Inv. Mar. Punta Betin*. 9: 45-71, 1 Tab; 2 Fig.

- CEDEÑO, F. G. 1979. Un método sencillo para la determinación de hidrocarburos en sedimentos. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. Vol. 18 (1 & 2): 109-113, 3 figs, 2 tabs.
- . 1980. Estudio preliminar sobre contaminación por hidrocarburos aromáticos en la Bahía de Pozuelos. *ASOVAC. Mérida*, p. 111.
- . 1981. Contaminación por petróleo en costas del Estado Anzoátegui, Venezuela, VII Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía biológica, Acapulco, México, p. 80.
- CORREA, M. C. 1981. Estudio sobre la acumulación y eliminación del naftaleno en *Mugil curema*. Tesis Univ. Oriente. *Inst. Oceanogr.*
- COWELL, E. B. 1971. The ecological effects of oil pollution on littoral communities. *Proc. Symp. Inst. Petroleum. Zool. Soc. London*. 30 Nov. - 1 Dec. 1970. *Appl. Sci. Publ. Inst. Petroleum, U. K.*
- CHASSE, C. 1978. The ecological impact on and near shores by the Amoco Cadiz oil spill. *Mar. Poll. Bull.* 9 (11): 298-301.
- DAWES, C. J. 1981. *Marine Botany*, John Wiley & Sons. N. Y. 628 pp.
- DIAZ-FERRER, M. 1962. The effects of an oil spill on the shore of Guanica, Puerto Rico. *Asoc. Isl. Mar. Lab. 4th meeting* 12-13.
- . 1967. Efectos de las aguas de afloramiento en la flora marina de Venezuela. *Carib. J. Sci.* 7 (1-2): 1-13.
- . 1977. *Champia feldmannii*, a new species of Rhodophyta from Venezuela. *Bull. Soc. Phycol. France*. N° 22, pp. 40-46, 2 Figs, 1. tab.
- DUMAS, C. J. 1980. Hidrocarburos en comunidades de algas. *ASOVAC. Mérida*. p. 110. (Resumen).
- . 1982. Hidrocarburos alifáticos en comunidades de algas y medio ambiente, 76 pp. Tesis de Grado. Escuela de Ciencias. Dept. de Biología. Univ. de Oriente.
- EDWARDS, P. 1972. Benthic Algae in polluted estuaries. *Mar. Poll. Bull.* 4: 55-60.
- EISSER, R. 1975. Toxic, sublethal and latent effects of petroleum on Red Sea macrofauna 1975. Conference on prevention and control of oil pollution. pp. 535-540.
- FERGUSON WOOD, E. J. & R. E. JOHANNES. 1975. *Tropical marine pollution*. Elsevier oceanography series 12. 192 pp ill. Elsevier, Amsterdam.
- FOSTER, M., NEUSHAL, M. & ZINGMARK, R. 1971. The Santa Barbara oil spill part 2: Initial effects on intertidal and kelp bed organisms. *Envir. Pollut.* 2: 115-134.
- FOYN, E. 1965. Disposal of waste in the marine environment and the pollution of the sea. *Oceanogr. & Mar. Biol. Ann. Rev.* 3: 95-114.
- GANESAN, E. K. 1970. A new species of *Gelidiocolox* Gardner (Choreocolacaceae, Rhodophyta) from the Caribbean Sea. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 9 (1-2): 93-102, 18 figs. 1 map.
- . 1978. *Reseña histórica, catálogo, bibliografía y distribución de las macroalgas bentónicas y fanerógamas marinas citadas para Venezuela*. 226 pp. Univ. Oriente. Cumaná.
- GANESAN, E. K. 1985. Studies on the marine algal flora of Venezuela IX. Some little known and new additions. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* (en prensa).
- GEZA, A. 1974. Contaminación del Lago de Maracaibo. *Revista El Lago*. 43: 936.
- GOLUBLIC, S. 1970. Benthic algae in polluted estuaries. *Mar. Poll. Bull.* 4: 55-60.
- HUMM, H. J. & T. M. BERT. 1979. The benthic marine algae of Timpalier Bay, Louisiana *Rice Univ. studies*. 379-399
- IKARD, N. F. 1967. Oily wastes at sea *Science* 157: 625.
- JOHNSTON, R. 1976. *Marine Pollution* Academic Press. N. Y.
- JOLY, A. B. 1967. *Generos de algas marinhas da Costa Atlântica Latino-Americana* pp. 461, pes. 1-227, Editora da Universidade de São Paulo, Brazil.
- LARA MADRID, C. & RAZETTI, E. N. 1971. Sea water pollution in Venezuela. *FAO Fisheries Reports* N° 99. Dpto. de Estudios y Proyectos, Instituto Nacional de Obras Sanitarias, Caracas.
- LA ROCHE, G., GEISLER & C. M. TARZWELL. 1970. Bioassay procedures for oil and oil dispersant toxicity evaluation. *J. Wat. Pollut. Control. Fed.* 42: 1981-1989.
- LJOEN, R. & L. E. HERRERA. 1965. Some oceanographic conditions of the coastal waters of eastern Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. UDO*. 4 (1): 7-50.
- MARGALEF, R., F. CERVIGON & G. YÉPEZ. 1960. Exploración preliminar de las características hidrográficas y de la distribución del fitoplancton en el área de la Isla de Margarita (Venezuela) *Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle*. 20 (57): 211-221.
- MITCHELL, C. T., E. K. ANDERSON; L. G. JONES & W. J. NORTH. 1970. What oil does to ecology. *J. Water. Poll. Cont. Fede.* 42 (5): 912-818.
- NELSON-SMITH, A. 1963. A classified bibliography on oil pollution. In *the biological effects of oil pollution on littoral communities*. London: Carlthy and Arthur.
- . 1967. Oil, emulsifiers and plant life. *J. Devon Trust. Nat. Conserv. July* (suppl): 20-33.

- . 1970. The problem of oil pollution of the Sea. *Adv. Marine Biol.* 8: 215-306.
- . 1970. Effects of oil on marine plants and animals. Seminar on water pollution by oil, Avienore, Scotland, May 1970.
- . 1972. Oil pollution & marine ecology. Elek, London.
- NORTH, W. J., B. C. STEPHENS & B. B. NORTH. 1971. Marine algae and their relations to pollution problems. *FAO. Fisheries report* 99: 106.
- NORTH, W. J., M. NEUSHUL & K. A. CLENDENNING. 1964. Successive biological changes observed in a marine cave exposed to a large spillage of mineral oil: *Comm. Inst. Explor. Sci. Mer. Medit. Mónaco April* 1964: 335-354.
- NORTH, W. J., G. C. STEPHENS & B. B. NORTH. 1972. Marine algae and their relations to pollution problems. *Mar. Pollution & Sea life. FAO.* 330-340.
- . 1973. Position paper. Effects of acute oil spills workshop on inputs, Fates & effects of petroleum in the marine Environment. *Ocean. Affairs Bd. Natl. Acad. Sci.*, 2: pp. 758-777.
- O'BRIEN P. Y. & P. S. DIXON. 1976. The effects of oils and oil components in algae. a review *Br. Phycol. J.* 11 (2): 115-142.
- OLSON, T. A. & F. J. BURGESS (Ed) 1967. *Pollution & marine ecology.* John Wiley & Sons, Inc; N. Y.
- PARKER, et al. 1974. Effects of pollution on marine organisms *Nat. Sci. Foundation.* 46 pp.
- PARRA, G. 1977. Estudio integral sobre la contaminación del Lago de Maracaibo y sus afluentes. Parte I. Estrecho de Maracaibo y Bahía de Tablazo. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. DISCA, Caracas.
- . Estudio integral sobre la contaminación del Lago de Maracaibo y sus afluentes. Parte II. Evaluación del proceso de eutroficación. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. DISCA, Caracas.
- PITTIER, H. 1928. Exploraciones botánicas y otras en la Cuenca del Lago de Maracaibo. Caracas.
- POTTS, G. 1968. Unwanted oil. *Sea Frontiers* 14: 221-233.
- RICHARDS, F. A. 1960. Some chemical and hydrographic observations along the north coast of South America. I Cabo Tres Puntas to Curazao, including the Cariaco Trench and the Gulf of Cariaco. *Deep Sea Res.* 1 (3): 163-182.
- RODRÍGUEZ, G. 1972. El Sistema de Maracaibo. IVIC. Caracas.
- RUIVO, M. (Ed) 1972. *Marine pollution & sea life.* Ruivo, wext by fleet, Surrey, U. K. Fishing News (Books) Ltd. p. 315-317.
- SCHRAMM, W. 1972. The effects of oil pollution on gas exchange in *Porphyra umbilicalis* when exposed to air. *Proc. VII Inter. Seaweed symp.* 309-315.
- SMITH, J. E. (Ed). 1968. "Torrey Canyon" *Pollution and marine life.* A report by the plymouth Laboratory of the Marine Biological Association of the U. K. Cambridge Univ. Press. N. Y. 196 pp.
- TAYLOR, W. R. 1960. *Marine Algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas.* XI + 870 pp; 14 Text-photos, 80 pls. Ann Arbor. Michigan.
- TEMPLETON, W. L., W. A. SUTTON; R. M. BEAN; R. C. ARNERR; J. W. BLAYBOCK, R. E. WILDING & H. J. MORE. 1975. Oil pollution studies on Lake Maracaibo, Venezuela. 1975. *Conf. Prevention & control of oil pollution.* pp. 489-496.

(Manuscrito recibido en diciembre de 1984).

EFFECTOS DEL PETROLEO Y ALGUNOS DISPERSANTES EN JUVENILES DEL COROCORO, *ORTHOPRISTIS RUBER* (PISCES: POMADASYIDAE)

JOSÉ QUEVEDO, JESÚS SEGOVIA, JULIO E. PÉREZ & WOUTER ZURBURG

Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela

RESUMEN: Con la finalidad de conocer la toxicidad de un tipo de petróleo liviano, de 5 dispersantes y de la mezcla de uno de ellos con el petróleo, se realizaron bioensayos estáticos de toxicidad, empleando ejemplares juveniles de la especie de corocoro *Orthopristis ruber*. Los resultados señalan para el petróleo una concentración letal media en 96 horas ($LC_{50} \cdot 96 h$) de 680,0 ppm; para los dispersantes A, B, C, D y E de 72,0; 49,0; 12,5; 41,6 y 40,8 ppm respectivamente, y para la mezcla de petróleo y dispersante A de 74,0 ppm. Con el fin de conocer efectos subletales, se expusieron ejemplares a las $LC_{50} \cdot 96 h$ de algunos tóxicos y los sobrevivientes se sometieron a análisis hematológicos y enzimáticos. Se discute la utilidad de estos análisis.

ABSTRACT: Juvenile corocoros (*Orthopristis ruber*) were exposed to a light Venezuelan crude oil, 5 different oil dispersants and the mixture of oil and one dispersant to compare the toxicity of the contaminants to fish. The results showed a median lethal concentration for 96 h (CL_{50}) of 680.0 ppm for oil, of 172.0; 49.0; 12.5; 41.6 and 40.8 ppm for the respective dispersants and of 74.0 ppm for the mixture of the first dispersant with oil. Sublethal effects of exposure to the mentioned contaminants were investigated by taking animals surviving the CL_{50} for subsequent hematological and enzymatic analysis. Changes in several hematological parameters and activities of blood enzymes indicate injuries at sublethal level. The utility of such analyses is discussed.

INTRODUCCION

La frecuencia y el volumen de los derrames petroleros han incentivado una serie de investigaciones, para conocer los efectos que los aceites fósiles y sus derivados, provocan en los organismos acuáticos.

El empleo de mezclas químicas (dispersantes), compuestas por un detergente o emulsión y un solvente, que penetran las masas de petróleo y las dividen en pequeñas gotas, reduciendo teóricamente el daño, ha sido la respuesta de la industria petrolera ante los peligros a la flora y fauna marina, por los continuos derrames de petróleo. Sin embargo, numerosas investigaciones (KUHNHOLD, 1972; PERKINS, 1968; NELSON-SMITH, 1973; LA ROCHE, *et. al.*, 1970) han demostrado que la toxicidad de los dispersantes y de sus mezclas con crudos, es mayor que la del petróleo solo. PORTMAN (1972), señaló que esta elevada toxicidad se debe prin-

cipalmente al solvente, constituido generalmente por compuestos aromáticos.

La forma ideal para evaluar, cuantificar y prevenir el efecto de los polutantes, en los ecosistemas acuáticos es experimentar en el propio medio (bioensayos *in situ*). Sin embargo, existen inconvenientes como la imposibilidad de controlar las condiciones ambientales, dificultad de conseguir individuos en número suficiente, etc. Una alternativa son los bioensayos de flujo continuo, pero requieren de un complejo y oneroso conjunto de aparatos, grandes espacios para su montaje, y sitios especiales para la deposición de importantes volúmenes de desechos tóxicos. Otra posibilidad es usar pruebas estáticas con renovación de la solución que, aunque tiene sus ventajas, presentan dificultades en mantener idénticas las concentraciones durante los experimentos y el "stress" que se causa a los organismos por el manipuleo continuo al renovar las concentraciones.

Tomando en consideración estas dificultades y basados en las características de simplicidad, poco espacio requerido, rapidez en la comparación de diferentes químicos, y posibilidad de ser utilizado con mezclas multifásicas (agua-petróleo, agua-dispersante-petróleo) se escogió el test estático de toxicidad letal; aunque presenta problemas de posible acumulación de desechos metabólicos, pobre estimación de aquellas sustancias fácilmente degradables biológica o fotolíticamente, posible subestimación de los compuestos volátiles, etc. Algunos de estos inconvenientes fueron superados por cuanto se tomaron ciertas precauciones, a saber: aireación suficiente pero no exagerada para evitar la excesiva evaporación de compuestos, agitación constante para mantener la mezcla homogénea y simular las condiciones dinámicas del océano.

El conocimiento del deterioro orgánico ocasionado por el petróleo, los dispersantes y otros tóxicos en los organismos marinos ha sido posible gracias a los conocimientos desarrollados en el campo de la medicina, especialmente de la fisiopatología. Dichos conocimientos nos permiten percibir alteraciones de los estados normales de los animales marinos, aun a concentraciones aparentemente inocuas o subletales.

Un tipo de análisis muy usado para estimar el daño provocado por diversos tóxicos son los hematológicos. Así, numerosos investigadores (HALSBAND & HALSBAND, 1963; WALUGA, 1966; DiMICHELLE & TAYLOR, 1978 y SWIFF, 1981), empleando petróleo o derivados aromáticos del petróleo, han determinado variaciones en los componentes sanguíneos en diversas especies de peces.

Los estudios enzimáticos, usados en los seres humanos para detectar estados patológicos, también han sido extrapolados para detectar daños en los organismos marinos. Entre las investigaciones relacionadas con el efecto de diversos contaminantes en organismos marinos, podemos citar los de BELL (1968), HODSON *et al.* (1977), KRAJNOVIC, *et al.* (1980).

La perforación de pozos en la plataforma continental de la zona nororiental del país y la potencial explotación de 529.000 millones de barriles de crudos pesados y arenas bituminosas de la faja petrolífera del Orinoco (MEYER, 1982), justifican investigaciones orientadas hacia la evaluación de las consecuencias causadas por los hidrocarburos en la fauna ictícola de

Venezuela, especialmente en la zona nororiental, asiento y soporte de las pesquerías más importantes del país.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar los efectos del petróleo y los dispersantes en juveniles de corocoro, *Orthopristis ruber*, especie muy distribuida y abundante a lo largo de las costas venezolanas. Esta evaluación se efectuó mediante bioensayos estáticos de toxicidad letal en 96 horas, complementadas por análisis hemetológicos y enzimáticos a fin de establecer daños, no solo a nivel letal sino también a nivel subletal.

MATERIALES Y METODOS

Para la ejecución del presente trabajo, se escogieron peces juveniles de la especie *Orthopristis ruber* "corocoro" (entre 80 y 130 mm de longitud standard). La selección de esta especie se hizo en base a que presenta buena adaptación a las condiciones del laboratorio, facilidad de captura, abundancia durante casi todo el año, amplia distribución en los mares venezolanos, e importancia como alimento, la captura se llevó a cabo, mediante nasas colocadas en la ensenada de Turpialito (Estado Sucre), desde noviembre de 1982 a diciembre de 1983.

Los peces, una vez capturados, se trasladaron al laboratorio donde se colocaron en acuarios de aclimatación de 200 l, durante 5 días. Tanto en los tanques de aclimatación como en los acuarios de experimentación se empleó agua de mar ("Instant Ocean") mantenida a $22,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, y con salinidad de $34,0^{\circ}/_{\infty} \pm 1,0$. La calidad del agua en los estanques de habituación, fue conservada filtrándola cada 48 horas a través de tierra de diatomeas y carbón activado.

El uso de agua salada artificial, filtrada y deionizada, respondió al hecho de garantizar su pureza en cuanto a plancton y sustancias extrañas. La sal sintética "Instant Ocean", se ha empleado satisfactoriamente en otros trabajos, entre ellos el de ANDERSON, *et al.* (1974). Su empleo nos permitió estar seguros, que los efectos producidos por petróleo y dispersantes, no se debían a otros compuestos.

Luego de culminado el período de aclimatación, se colocaron 5 peces en acuarios con 25 l de agua a la cual se añadió el contaminante: petróleo, los diferentes dispersantes, petróleo-dispersante y tóxico de refe-

rencia, Sodio Dodecil Sulfato (SDS). El tóxico de referencia se empleó para comparar la resistencia a la contaminación de la especie usada, con las empleadas en laboratorios de otros países.

La alimentación se suministró 2 veces al día, y fue suspendida 48 horas antes y durante los experimentos.

El cálculo de las concentraciones letales medias en 96 horas (LC_{50} , 96 h) para los contaminantes se hizo mediante la técnica de los bioensayos estáticos de toxicidad letal, siguiendo básicamente a LA ROCHE *et al.* (1970). Inicialmente se hicieron pruebas exploratorias con 4 concentraciones diferentes más los controles. Obtenidos los valores entre los cuales se producía un 50% de mortalidad se afinó la experimentación. Para ello se emplearon 8 acuarios con el mismo volumen de agua, con 5 peces por acuario, empleando 4 concentraciones diferentes (dos acuarios para cada concentración), las que se expresaron como partes por millón, volumen sobre volumen (ppm v/v). El petróleo (tipo liviano 40 APT) y los dispersantes A, B, C, y E, fueron suministrados por MARAVEN S. A. Los dispersantes A, B y C se usaron concentrados.

Para mantener la homogeneidad de las mezclas petróleo-agua y petróleo-dispersante-agua, se utilizaron agitadores cuyas aspas fueron protegidas con redes plásticas para no dañar los peces. Al respecto, es de señalar que no se logró homogeneidad total en las emulsiones agua-petróleo ni en agua-petróleo-dispersante, pero ésta emulsión total tampoco ocurre en condiciones naturales, aún más, la estimación que se hace no es sobre la cantidad de tóxico presente en la columna de agua, sino de la cantidad agregada inicialmente, de allí que siempre nos referiremos a concentración letal media y no a dosis letal media, a nuestro criterio este último término es más apropiado cuando es referido a cantidades de sustancias inoculadas dentro de un organismo.

Para conocer el poder de dispersión se hicieron mezclas de crudo con el dispersante en diversas proporciones, en presencia de idénticas cantidades de agua salada. Luego se agitaron los recipientes vigorosamente durante 15 minutos. Se encontró que la proporción 7:3 fue la más eficiente tomando como criterio la menor cantidad de dispersante capaz de emulsificar la mayor cantidad de crudo. De la proporción escogida, se tomaron los volúmenes a vaciar en los acuarios experimentales. En todos los casos las observaciones y anotaciones

de la mortalidad en los acuarios se hicieron a las 1-2-3-4-8-14-24-72 y 96 horas, después de montados los experimentos. Con los datos obtenidos en los diferentes bioensayos, se procedió a la estimación de las LC_{50} 96 h., por interpolación gráfica de la línea recta, siguiendo los lineamientos generales de la American Public Health Association (1963).

Una vez determinadas las LC_{50} 96 h., se expidieron por lo menos 80 peces durante 96 horas, a cada una de las concentraciones letales medias de los diferentes contaminantes. En cada prueba se emplearon 40 peces como controles. A los sobrevivientes (como máximo se usaron 20) a los contaminantes y a los controles, se les extrajo sangre mediante punción en la arteria dorsal, la cual fue empleada para realizar los diferentes análisis hematológicos y enzimáticos.

La metodología para la determinación de la concentración de la hemoglobina, el hematocrito, el número de glóbulos rojos y leucocitos, el volumen corpuscular medio (en peso y en porcentaje) ha sido previamente descrita (PÉREZ, 1980).

Los exámenes enzimáticos en la plasma de 5 individuos, consistieron en la determinación de los cambios en la absorbancia del *nicotinamida adenina dinucleotido* reducido (NADH) y del *nicotinamida adenina dinucleotido fosfato* reducido (NAPDH) a 366 nm, mediante un espectrofotómetro Beckman 25, con registrador gráfico incorporado. Las enzimas estudiadas fueron Glutamato piruvato transaminasa (G.P.T.); Glutamato oxaloacetato transaminasa (G.O.T.) lactato deshidrogenasa (L.D.H.) sorbitol deshidrogenasa (S.D.H.); Glucosa-fosfato deshidrogenasa (G.6P-D.H.).

Antes de iniciar las pruebas definitivas, se modificaron los valores de pH, cantidades de sustrato y de los otros componentes de la reacción, a fin de encontrar las mejores condiciones para la determinación de las actividades. Para ello se tomaron en cuenta los trabajos de D'APOLLONIA & ANDERSON (1980) y CASILLAS *et al.* (1982).

Para la determinación de las actividades se siguieron las siguientes metodologías: Sorbitol deshidrogenasa, GERLACH, 1963; Glucosa-6-fosfato deshidrogenasa, LOHR & WALTER, 1974; Lactato deshidrogenasa, BERGMAYER *et al.*, 1974; Glutamato piruvato transaminasa, BERGMAYER & BERNT, 1974a y Glutamato oxaloacetato transaminasa, BERGMAYER & BERNT, 1974b.

Para la detección de diferencias significativas tanto de los parámetros hematológicos como enzimáticos entre contaminados y controles, se empleó el test de student.

RESULTADOS Y DISCUSION

Como se señala en la Tabla I, la concentración media letal para petróleo, resultó ser de 680,0 ppm v/v. Este resultado es difícil de comparar con los obtenidos en otros laboratorios, debido al gran número de variables tales como: tipos de pruebas (estática o de flujo continuos), organismos empleados, temperatura, tiempo de aclimatación y de experimentación, y por supuesto tipo de contaminante usado. Sin embargo, en líneas generales si consideramos valores obtenidos en otras especies de peces por EISLER & KISSIL (1975), LA ROCHE, *et al.* (1970), MORI & MASUDA (1982), con los nuestros podemos afirmar que la toxicidad del petróleo analizado es elevada. Por otra parte, nuestra especie es menos resistente (LC_{50} 96 h para SDS = 1,5 ppm) que *Fundulus heteroditus*, la especie usada por LA ROCHE, *et al.* (1970) en sus estudios (LC_{50} 96 h 4,0 ppm).

TABLA I. VALORES DE LC_{50} · 96 H (EN PPM) PARA LOS DIFERENTES CONTAMINANTES

CONTAMINANTE	LC_{50} 96 H
Petróleo	680,0
Petróleo + Dispersante A	74,0
Dispersante A	172,0
Dispersante B	49,0
Dispersante C	12,5
Dispersante D	41,6
Dispersante E	40,8
SDS	1,5

Como lo señala ANDERSON (1977), la toxicidad del petróleo se debe principalmente a los compuestos aromáticos, especialmente los diaromáticos como el nafaleno, nuestros resultados se explicarían si este último tipo de compuestos fuera muy abundante en el petróleo analizado.

En relación a los dispersantes, el menos tóxico fue el A (LC_{50} 96 h = 172,0, siendo el C el más dañino (LC_{50} 96 h = 12,5). Los dispersantes D y E, de la misma familia que el C, fueron empleados diluidos en un solvente aromático (D) y acuoso (E); de todas formas su toxicidad fue bastante elevada (Tabla I).

Por las razones expuestas anteriormente, es difícil comparar nuestros resultados, con los obtenidos en otros laboratorios, sin embargo, podemos citar que PORTMAN (1972), señala valores de LC_{50} 96 h desde 10 hasta 3 = 300 para cuatro tipos de dispersantes; BP 1002 (10 a 33 ppm), Polycomplec A (33 a 100 ppm) y los menos tóxicos Corexit 7664 y BP 1,100 (1000 a 3300 ppm). Estos resultados se obtuvieron en peces de las especies *Agonus cataphractus* y *Pleuronectes limanda*. Para un dispersante similar al A, PORTMAN (1972) no aporta datos en peces pero sí para el camarón *Crangon crangon* y para el bivalvo *Cardium edule*, con valores para LC_{50} 96 h de 3,3 a 10 y de 10 a 33 ppm, respectivamente. EISLER & KISSIL (1975) analizaron el efecto de dispersantes ST5, compuesto por un 15% de surfactante (óxido de etileno, alcoholes lineales, C₁₁-C₁₅, impurezas orgánicas y aguas) y 85% del solvente (compuestos aromáticos y alifáticos de alto punto de ebullición), sobre peces de la especie *Siganus rivulatus*. El LC_{50} 96 h encontrado fue de 533 ppm para el solvente y de 10 ppm para el dispersante total. Este dispersante resultó mucho más tóxico que el empleado en nuestros experimentos. Por su parte, MORI & MASUDA (1982) analizaron el efecto del dispersante NEOS-AB 3000, determinando una LC_{50} 96 h que varió desde 480 a 33900 ppm de acuerdo a la especie de pez estudiada.

En el caso de la mezcla petróleo-dispersante (proporción 7:3), la toxicidad aumentó hasta valores de 74,0 ppm. Aparentemente hay un "refuerzo" de la acción tóxica del dispersante con la del petróleo. EISLER & KISSIL (1975) encontraron que las mezclas de petróleo de Irán y de Sinaí con el dispersante ST-5 aumentaron la toxicidad desde 2100 y 17500 ppm a 190 ppm en ambos casos. MORI & MASUDA (1982) observaron aumentos de toxicidad desde 32.000 ppm a valores inferiores a 1000 ppm para los crudos livianos, y desde valores superiores a 100.000 a 400 ppm para los pesados. Este aparente refuerzo en efecto tóxico se debe a un aumento en la solubilidad del petróleo, y una mayor cantidad de hidrocarburos libres en la columna de agua,

TABLA II. COMPARACION DE PH, CONCENTRACION DE LA HEMOGLOBINA (HB), HEMATOCRITO (HEM), NUMERO DE GLOBULOS ROJOS (Nº G.R.) Y BLANCOS (Nº G.B.), VOLUMEN CORPUSCULAR MEDIO (VCM), HEMOGLOBINA CORPUSCULAR MEDIA (HbCM), CONCENTRACION DE LA HEMOGLOBINA CORPUSCULAR MEDIA (CHbM) DE PECES SOMETIDOS A LOS CONTAMINANTES (LC₅₀ 96 H) RESPECTO A SUS CONTROLES SE SEÑALAN LAS MEDIAS (X ± SD), EL NUMERO DE EJEMPLARES ESTUDIADOS (N) Y LOS VALORES DE PRUEBA DE STUDENT (Ts). LOS ASTERISCOS INDICAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ($\infty < 0,05$).

PARAMETROS	PETROLEO		DISPERSANTE (A)		PETROLEO + DISPERSANTE (A)	
	Controles N = 15	Ts	Contaminados N = 20	Ts	Controles N = 15	Contaminados N = 20
pH	7,22 ± 0,07	1,36	7,25 ± 0,06	7,40 ± 0,11	7,66 ± 0,20	7,70 ± 0,07
Hb (g/100 ml)	6,91 ± 1,49	0,67	6,54 ± 1,72	7,03 ± 1,54	5,70 ± 1,29	6,96 ± 1,44
Hem (%)	34,53 ± 4,63	6,43	25,85 ± 3,36	35,00 ± 9,99	25,80 ± 4,63	36,00 ± 6,64
Nº g·r (X10 ⁶ /mm ³)	1,87 ± 0,28	0,86	1,77 ± 0,38	2,21 ± 0,50	2,13 ± 0,50	2,17 ± 0,35
Nº g·b (X10 ⁴ /mm ³)	1,35 ± 0,15	1,26	1,44 ± 0,25	1,36 ± 0,20	1,92 ± 0,33	1,31 ± 0,23
VCM (µ ³)	185,49 ± 18,17	2,72	152,84 ± 43,55	158,43 ± 32,36	126,63 ± 34,26	172,09 ± 42,31
HbCM (µg)	37,25 ± 8,26	0,19	37,90 ± 11,33	32,51 ± 6,55	27,74 ± 6,76	32,76 ± 8,30
CHbCM (%)	20,07 ± 4,02	2,87	25,37 ± 6,24	21,24 ± 5,77	22,36 ± 4,36	19,48 ± 4,67

PARAMETROS	DISPERSANTE (B)		DISPERSANTE (C)		DISPERSANTE (D)	
	Controles N = 20	Ts	Contaminados N = 10	Ts	Controles N = 10	Contaminados N = 10
pH	7,43 ± 0,22	0,30	7,46 ± 0,13	4,24	7,32 ± 0,09	7,41 ± 0,09
Hb (g/100 ml)	6,66 ± 0,65	1,10	4,96 ± 1,26	0,35	5,52 ± 1,92	7,27 ± 3,04
Hem (%)	26,80 ± 5,91	0,04	29,60 ± 5,18	1,20	28,20 ± 7,43	23,50 ± 5,22
Nº g·r (X10 ⁶ /mm ³)	1,89 ± 0,47	2,52	1,31 ± 0,50	1,63	1,65 ± 0,44	2,21 ± 0,57
Nº g·b (X10 ⁴ /mm ³)	—	—	—	—	—	—
VCM (µ ³)	149,72 ± 55,08	1,92	208,94 ± 80,10	155,63 ± 26,62	180,24 ± 56,51	109,51 ± 19,10
HbCM (µg)	36,33 ± 11,95	1,45	45,71 ± 5,26	27,97 ± 9,55	35,33 ± 19,54	32,72 ± 11,16
CHbCM (%)	25,63 ± 9,13	0,99	22,33 ± 5,34	17,42 ± 6,07	19,88 ± 6,92	30,24 ± 9,39

lo que determina un mayor contacto con los organismos. Por su parte EISLER & KISSIL (1975) señalaron que el efecto de la mezcla petróleo-dispersante en lo que a toxicidad se refiere, refleja principalmente las propiedades del dispersante, pero debemos añadir a este efecto el provocado por el petróleo. Existe también la posibilidad de una alteración de las propiedades físico-químicas del dispersante.

Como se ha señalado, gran parte de los daños sufridos por los organismos al estar expuestos a diversos contaminantes, han sido posibles de detectar gracias al traslado de conocimientos desde el campo de la medicina a la Biología Marina. Estos conocimientos han permitido evaluar daños provocados por concentraciones muy bajas, a niveles subletales. En este contexto, los análisis hematológicos podrían permitir evaluar la acción de sustancias tóxicas en los peces. Los resultados de los organismos sometidos a los respectivos LC_{50} 96 h de los diferentes contaminantes, en relación a sus controles, se señalan en la Tabla II, para diversos parámetros sanguíneos. Para el PH, solamente los dispersantes A y B determinaron cambios significativos, sin embargo en todos los casos se apreció un aumento en pH. La concentración de la hemoglobina varió significativamente solo con la mezcla de petróleo y dispersante A.

Sin embargo, este parámetro no parece ser de utilidad para detectar los efectos de los contaminantes, los que a veces aumentaron, otras bajaron la concentración (Tabla II).

La mezcla también determinó cambios en el hematocrito, que también se vio afectado significativamente por el petróleo. Este parámetro es uno de los más empleados en el estudio de efectos provocados por contaminantes. Sin embargo, como lo señala SPRAGUE (1971), el significado de su variación es oscuro, un aumento puede indicar una aclimatación exitosa ante el "stress" a significar que el organismo está bajo condiciones adversas. Existen autores que no han encontrado diferencias al exponer peces al petróleo, así PAYNE *et al.* (1978) sometieron peces *Tautoglabrus adspersus*, a la exposición de crudos venezolanos, pero no encontraron variaciones en el hematocrito, en relación a los controles, BOESE *et al.* (1982) fallaron en detectar diferencias significativas en los valores del hematocrito al someter a peces de la especie *Leptocottus armatus*, a aguas de desecho de dos refineries de petróleo. En nuestro estudio, el petróleo determinó un descenso, y la mezcla un aumento del hematocrito; con los otros contaminantes, aun cuando las diferencias no fueran significativas, la conducta fue también errática,

TABLA III. ACTIVIDADES ENZIMATICAS DE PECES SOMETIDOS A LOS CONTAMINANTES (LC_{50} · 96 h) RESPECTO A SUS CONTROLES SE SEÑALAN MEDIAS, LAS DESVIACIONES ESTANDAR Y LOS VALORES DE LA PRUEBA DE *t*-STUDENT (T_s , $\alpha = 0,05$). LOS ASTERISCOS INDICAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS.

	Controles N = 6	Petróleo N = 4	Dispersante (A) N = 4	Mezcla N = 4
IDH	2,18 ± 1,24	2,66 ± 0,44 $T_s = 0,73$	3,83 ± 0,13 $T_s = 2,59 *$	3,98 ± 0,08 $T_s = 2,81 *$
GPT	0,042 ± 0,011	0,093 ± 0,002 $T_s = 3,11$	0,068 ± 0,001 $T_s = 5,06 *$	0,067 ± 0,003 $T_s = 4,75 *$
GOT	0,095 ± 0,069	0,162 ± 0,019 $T_s = 0,6$	0,212 ± 0,026 $T_s = 1,03$	0,390 ± 0,052 $T_s = 2,61 *$
G6PDH	0,0039 ± 0,0019	0,0069 ± 0,0007 $T_s = 1,7$	0,0025 ± 0,0004 $T_s = 1,42$	0,0067 ± 0,0006 $T_s = 2,41 *$
SDH	0,031 ± 0,0008	0,044 ± 0,0012 $T_s = 2,07$	0,0045 ± 0,0005 $T_s = 3,07 *$	0,0042 ± 0,0006 $T_s = 2,32 *$

bajó con los dispersantes B, C y D y subió con el A. Así, no parece ser un carácter útil para este tipo de estudios.

En relación al número de glóbulos rojos, los resultados son contradictorios, en el grupo contaminado con el dispersante B el número de eritrocitos fue menor que el del grupo control, mientras que el dispersante D, aparentemente determinó un aumento en el número.

Los glóbulos blancos no se contaron para los grupos contaminados con los dispersantes B, C y D; en los grupos restantes se apreciaron diferencias significativas en los grupos con el dispersante A y la mezcla; otra vez el efecto fue diferente, en el primer caso el número aumentó y en el segundo disminuyó.

El volumen corpuscular promedio se vio modificado en forma significativa en el grupo con petróleo, la mezcla, y con el dispersante D; en los casos de los contaminantes aislados el volumen disminuyó, mientras que aumentó en el caso de la mezcla. El dispersante A fue el único en afectar la relación hemoglobina corpuscular media, mientras que el petróleo y el dispersante D lo hicieron con la concentración de la hemoglobina corpuscular promedio.

El número mayor de cambios, como era de esperarse, se observó en los peces sometidos a la mezcla petróleo-dispersante, cambios significativos en la concentración de la hemoglobina, el hematocrito, el número de leucocitos y el VCM. Estos cambios, aparentemente, se deben más a la acción del dispersante que a la del petróleo, así por ejemplo en la Tabla II se puede apreciar la siguiente situación: a) La concentración de la hemoglobina disminuyó en el grupo "petróleo" de 6,91 en los controles a 6,54 en los contaminados; la modificación fue la opuesta en los sometidos a dispersantes A, donde se produjo un aumento desde 7,03 a 7,91; siendo el aumento mayor en los sometidos a la mezcla en relación a sus controles 5,70 a 6,96; b) El hematocrito sufrió una disminución estadísticamente significativa de 34,53% en los peces controles a 25,85% en los contaminados con petróleo; sin embargo, otra vez el efecto es contrario en los peces contaminados; c) En relación al volumen de los eritrocitos, éste disminuyó significativamente en los peces sometidos al petróleo; para los sometidos a dispersantes y a la mezcla, la reacción fue similar y, totalmente diferente a los contaminados por petróleo; vale decir el volumen aumentó (de 158,43 a

183,39 en el dispersante y de 126,63 a 172,09 en la mezcla).

Como se puede apreciar, con la única excepción de pH, el resto de los parámetros sanguíneos no mostró una conducta uniforme ante los contaminantes. Su empleo, no parece ser de utilidad para conocer daños a niveles subletales.

Con anterioridad hemos expresado las razones que justifican el empleo de la determinación de modificaciones en las actividades enzimáticas en la sangre, para apreciar daños causados por tóxicos. Las técnicas para detectar estos cambios han sido empleadas desde hace algunos años para conocer el estado funcional de algunos órganos. Así, por ejemplo, el análisis de la enzima lactato deshidrogenasa es importante para determinar la posibilidad de ocurrencia de un infarto al miocardio. Desgraciadamente nuestro conocimiento en cuanto a modificaciones en la actividad de algunos sistemas enzimáticos, provienen casi exclusivamente de la medicina, poco es lo que se conoce en otros animales y menos aún en peces. Sin embargo, este tipo de análisis, al contrario del estudio de los parámetros señalados en la Tabla II, parece ser prometedor. En casi todas las enzimas estudiadas y tanto para petróleo, dispersante A y la mezcla de ambos, se observó un aumento en la actividad enzimática (Tabla III) que en los casos de LDH para dispersante y la mezcla; de GOT y G6P-DH para la mezcla y de GPT para los tres contaminantes, resultaran significativamente diferentes a los controles.

REFERENCIAS

- ANDERSON, J. W. 1977. An assessment of knowledge concerning the fate and effects of petroleum hydrocarbons in the marine environment. En: *Fate and Effects of Petroleum in Marine Ecosystems*. (Ed. Wolfe). pp. 3-21. Pergamon Press, Oxford.
- ANDERSON, J. W., J. M. NEFF; B. S. COX; H. E. TATUM & G. M. HIGHTOWER. 1974. The effects of oil on estuarine animals: Toxicity, uptake, depuration and respiration, p. 285-310. In: *Pollution and Physiology of Marine Organisms*. (Eds. F. J. Vernberg & W. B. Vernberg). Academic Press, Inc. New York.
- APHA. 1963. *Métodos para exámenes de aguas de desecho* (Trad. P. J. Caballero). Ed. Interamericana, S. A. México. 463 p.
- BELL, G. R. 1968. Distribution of transaminases (amino-transferases) in the tissues of Pacific Salmon (*Oncorhynchus*).

- chus), with emphasis on the properties and diagnostic use of glutamic oxalacetic transaminase. *J. Fish. Res. Bd. Canada* 25: 1247-1268.
- BERGMEYER, H. U., E. BERNT & B. HESS. 1974. Lactic dehydrogenase. En: *Methods of Enzymatic Analysis*. (Ed. H. U. Bergmeyer) pp. 574-579. Academic Press Inc, New York.
- BERGMEYER, H. U. & E. BERNT. 1974a. Glutamate-pyruvate transaminase. En: *Methods of Enzymatic Analysis*. (Ed. H. U. Bergmeyer) pp. 752-758. Academic Press Inc. New York.
- BERGMEYER, H. U. & E. BERNT. 1974b. Glutamate-pyruvate transaminase. En: *Methods of Enzymatic Analysis*. (Ed. H. U. Bergmeyer) pp. 727-733. Academic Press Inc. New York.
- BOESE, B. L., V. G. JOHNSON, D. E. CHAPMAN, J. W. RIDLINGTON & R. RANDALL. 1982. Effects of petroleum refinery wastewater exposure on gill ATPase and selected blood parameters in the Pacific Staghorn sculpin (*Leptocottus armatus*). *Comp. Biochem. Physiol.* 71C: 63-67.
- CASILLAS, E., M. SUNDQUIST & W. JAMES. 1982. Optimization of assay conditions and the selected tissue distribution of alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase of the English sole, *Parophrys vetulus*. *J. Fish Biol.* 21: 197-204.
- DI MICHELE, L. & M. H. TAYLOR. 1978. Histopathological and physiological responses of *Fundulus heteroclitus* to naphthalene exposure. *J. Fish. Res. Bd. Canada* 35: 1060-1066.
- EISLER, R. & F. W. KISSIL. 1975. Toxicities of crude oils and oil-dispersant mixtures to juvenile rabbitfish, *Siganus rivulatus*. *Trans. Am. Fish. Soc.* 3: 571-578.
- GERLACH, U. 1963. Sorbitol dehydrogenase. En: *Methods of Enzymatic Analysis*. (H. U. Bergmeyer Ed.), pp. 761-764. Academic Press Inc. New York.
- HALSBAND, E. & I. HALSBAND. 1963. Veränderungen des Blutbildes von Fischen infolge toxischer Schaden. *Arch. Fish. Wiss.* 14: 78-94.
- HODSON, P. V., B. R. BLUNT, D. J. SPRY & K. AUSTEN. 1977. Evaluation of erythrocyte delta amino levulinic acid dehydratase activity as a short-term indicator in fish of harmful exposure to lead. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 34: 501-508.
- KRAJNOVIC, M., C. OZRETIC & B. OZRETIC. 1980. Ala-D activity test in lead exposed grey mullet *Mugil auratus*. *Mar. Ecol. Prog. Serv.* 3: 187-191.
- KUHNHOLD, W. W. 1972. The influence of crude oils on fish fry. En: *Marine Pollution and Sea Life*. (Ed. M. Ruivo), pp. 315-318. Fishing New Book Ltd. FAO. Londres.
- LA ROCHE, G., R. EISLER & C. M. TARZWELL. 1970. Bioassay procedures for oil dispersant and oil toxicity evaluation. *J. Water Poll. Control*, 42: 1981-1989.
- LOHR, G. W. & H. D. WALLER. 1974. Glucose-6-phosphate dehydrogenase. En: *Methods of Enzymatic Analysis*. Ed. H. U. Bergmeyer), pp. 636-641. Academic Press Inc. New York.
- MEYER, R. F. 1982. La Faja Petrolífera del Orinoco. (Información de prensa, *El Nacional*, 09.02.82, p. D8).
- MORI, K. & M. MASUDA. 1982. Effects of toxicity of mineral oil and solvent emulsifier upon sea fishes. *Bull. Fac. Fish. Mie Univ.* 9:11-22.
- NELSON-SMITH, A. 1973. *Oil Pollution and Marine Ecology*. Plenum Press. New York, 243 p.
- PAYNE, J. F., J. W. KICENIUK & W. R. SQUIRES. 1978. Pathological changes in a marine fish after 6 month exposure to petroleum. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 35: 655-667.
- PÉREZ, J. E. 1979. Respiración aérea y acuática en peces de la especie *Hoplosternum littorale*. I. Parámetros sanguíneos. *Acta Cient. Venezolana*, 30: 314-317.
- PERKINS, E. J. 1968. The toxicity of oil emulsifiers to some inshore fauna. *Field Studies* 2 (suppl.), 81-90.
- PORTMAN, J. E. 1972. Results of acute toxicity test with marine organisms, using a standard method. En: *Marine Pollution and Sea Life*. (M. Ruivo Ed.), pp. 212-217. Fishing New Book Ltd. FAO. Londres.
- SPRAGUE, J. B. 1971. Measurement of pollution toxicity to fish. III. Sublethal effects and safe concentrations. *Water Res.* 5: 245-266.
- SWIFF, D. T. 1981. Changes in selected blood components concentrations of rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson, exposed to hypoxia or sublethal concentrations of phenol or ammonia. *J. Fish Biol.* 19: 45-61.
- WALUGA, D. 1966. Phenol effects on the anatomo-histopathological changes in bream *Abramis brama* L. *Acta Hydrobiol. Krakow*, 8: 55-78.
- WILSON, D. P. 1968. Long-term effects of low concentrations of an oil-V-Spill remover (Detergent): studies with the larvae of *Sabellaria spinulosa*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 48: 177-186.

(Manuscrito recibido en diciembre de 1983).

OBSERVACIONES SOBRE LA DISTRIBUCION PREFERENCIAL DEL COROCORO (*ORTHAPRISTIS RUBER*) Y LISA (*MUGIL CUREMA*) SOMETIDOS AL PETROLEO CRUDO Y DISPERSANTE

JESÚS R. HERNÁNDEZ & K. S. CHUNG

Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela

RESUMEN: Se realizaron bioensayos preliminares para determinar el comportamiento preferencial de los peces, corocoro (*Orthopristis ruber*) y lisa (*Mugil curema*) expuestos a diferentes concentraciones de petróleo crudo liviano (40 API), dispersante (A) y mezcla de petróleo/dispersante. Para los experimentos se empleó un tanque circular con compartimientos internos que permite individualizar las concentraciones ensayadas. De acuerdo a la distribución preferencial de los peces en el presente ensayo, las concentraciones límites evitadas por los peces fueron, en corocoros: 100 ppm de petróleo crudo solo y dispersante solo y 1.000 ppm de petróleo/dispersante; mientras que en lisas fue de 1.000 ppm de petróleo crudo, 350 ppm de dispersante y 3.500 ppm de petróleo/dispersante. Respecto a la evolución en la distribución de los peces durante el transcurso del bioensayo, en ambas especies se observó la mayor preferencia por el tratamiento control, sin ningún tratamiento. En general, en los corocoros se notó un comportamiento de individualidad y en los primeros minutos del ensayo penetraban en casi todos los tratamientos ensayados pero, en los últimos minutos evitaban entrar a los tanques con elevadas concentraciones, tanto de petróleo como de la mezcla petróleo/dispersante. Además, algunos ejemplares presentaron signos de pérdida de equilibrio y sofocación. Las lisas, en cambio, formaban pequeños grupos y se distribuían de una manera uniforme en los tratamientos ensayados durante el tiempo de experimentación.

ABSTRACT: Preliminary bioassays have been carried out to determine preferential behaviour of 2 fishes, croaker (*Orthopristis ruber*) and white mullet (*Mugil curema*), exposed to different concentrations of light crude petroleum (40 API), dispersant (A), and the mixture of petroleum and dispersant. For the experiments a circular tank was used, which has eight internal compartments and can individualize the flow of each bioassay concentration. According to preferential distribution of the fishes, avoidance concentration limits of the croaker were 100 mg/l each for petroleum only and dispersant only and 1,000 mg/l for the mixture of petroleum and dispersant, while those of the mullet were 1,000 mg/l for petroleum, 350 mg/l for dispersant, and 3,500 mg/l for the mixture of petroleum and dispersant. Both species showed a high preference for the control, without any treatment, with respect to evolution in distribution of the fishes during bioassay period. In general, the croaker showed individual behaviour and penetrated to almost all compartments of the tank during early period of bioassay; however, they avoided to enter the compartments of elevated concentrations of petroleum, dispersant, and the mixture of petroleum and dispersant during later period of experiment. Furthermore, some fish showed symptom of equilibrium loss and suffocation. On the contrary the white mullet formed small groups and distributed somewhat uniform pattern in bioassay compartment during the times of experiment.

INTRODUCCION

Los contaminantes del petróleo y sus productos refinados en aguas costeras pueden ser debido a cualquiera de las siguientes fuentes: Filtración natural de yacimientos geológicos de petróleo, pérdida accidental en

operaciones de sondeo en alta mar, accidentes por manejo inadecuado durante las tareas de carga y descarga de petróleo, colisiones y naufragios con la consiguiente pérdida del cargamento de petróleo o derivados, limpieza de buques petroleros en el agua de mar y transporte atmosférico de los componentes más volátiles del

petróleo y sus derivados (SKINNER & TUREKIAN, 1976).

El efecto de un derrame de petróleo sobre el ambiente marino depende tanto de factores físicos como de la composición química del petróleo en la columna de agua. Varios investigadores han estudiado impactos biológicos en el ambiente por diferentes derrames, los cuales varían grandemente; esto puede ser debido, en parte, a las diferencias en las condiciones ambientales y geográficas donde se produce el derrame y a la naturaleza del petróleo derramado (ANDERSON *et al.*, 1974). Muchas veces las medidas correctivas empleadas para inactivar el petróleo derramado, tales como la utilización de disolventes han llegado a ser más catastróficas que el derrame mismo, y así lo revela lo sucedido en el caso de "Torrey Canyon" (SKINNER & TUREKIAN, 1976). MOORE (1974) informa que los efectos de los hidrocarburos sobre las especies marinas pueden ser catastróficas de la forma siguiente: toxicidad letal directamente; subletal, con desorganización de las actividades fisiológicas y de comportamiento; efectos directos de recubrimiento; incorporación de hidrocarburos y finalmente, alteraciones de hábitat.

Estudios experimentales sobre el grado de toxicidad de diferentes tipos de petróleo o su mezcla con dispersantes han sido realizadas en diversos organismos marinos. HEITZ *et al.* (1974) señalan que el efecto inmediato del petróleo es de tipo físico, probablemente involucrando un desorden en la actividad del intercambio gaseoso de las branquias como resultado del recubrimiento de las mismas, lo cual produce sofocamiento en los peces. MCKEOWN (1958) demostró que el efecto del dispersante es permitir el movimiento del petróleo a través de las branquias, mientras que KICENIUK *et al.* (1978) indicaron que los dispersantes causan bradicardia en los peces, dependiendo de la duración de la exposición. MCAULIFFE *et al.* (1975) señalaron que los huevos, larvas y estados juveniles de los organismos marinos son más sensibles que los adultos al petróleo y dispersantes.

Igualmente se han realizado diversos trabajos sobre acumulación de hidrocarburos en diversos tejidos de organismos marinos. MCKEOWN (1978) demostró que en los peces la mezcla de petróleo-dispersante se acumula más rápidamente y en mayor cantidad en el riñón y en el hígado que el petróleo crudo, el cual se acumula por igual cantidad en el riñón, hígado y bran-

quias; mientras que THOMAS *et al.* (1980) indicaron que en *Mugil cephalus* los naptalenos se acumularon rápidamente en el hígado pero en mayor cantidad en el cerebro. CORREA (1980) señaló que el naftaleno tiende a acumularse en el bazo en mayor proporción que en los demás tejidos y órganos, y que el proceso de depuración es mucho más lento que el de acumulación en *Mugil curema*.

Por otra parte, son de gran importancia los cambios de comportamiento que pueden ocurrir en los organismos marinos expuestos a concentraciones subletales (CAPUZZO, 1981; MALINS & HODGINS, 1981). Se ha encontrado que en los peces, el comportamiento alimenticio y la reproducción pueden ser afectados por algunos contaminantes (SPRAGUE, 1971; MOORE, 1974).

Es conocido que la adición de hidrocarburos afecta la recepción de estímulos químicos, importantes para propósitos de alimentación, localización de compañeros, escape de predadores, selección del hábitat, etc. (SNOW & SCOTT, 1975). ATEMA (1977) en estudios realizados en langostas, observó cambios en el comportamiento alimenticio y en el movimiento de algunos químicos sensores relacionados con las apéndices, cuando estos organismos fueron expuestos a una concentración de 10 ppm de petróleo crudo.

Venezuela es un país exportador de petróleo; en los últimos años ha producido un promedio diario de 1.800.000 barriles de petróleo, los cuales comercializa a diversos países, utilizando como medio de transporte el marítimo. Esto trae como consecuencia derrames o bien, alto riesgo de que éstos puedan ocurrir; sin embargo, los efectos del petróleo crudo venezolano y dispersante sobre el comportamiento preferencial en los organismos marinos pocos han sido estudiados. Por considerar de suma importancia los posibles cambios de comportamiento a nivel subletal, el objeto del presente trabajo es presentar un método de estudio para el comportamiento de los organismos acuáticos y demostrar de forma preliminar los efectos de diversas concentraciones del petróleo crudo, dispersante y una mezcla de petróleo/dispersante, en lisas (*Mugil curema*) y corocoros (*Ortopristis ruber*).

MATERIALES Y METODOS

En la realización del presente ensayo se utilizaron juveniles de lisas *Mugil curema* (entre 72 y 90 mm de

longitud estandar) y corocoros *Ortopristis ruber* (entre 78 y 96 mm de longitud estandar), los cuales fueron colectados utilizando un chinchorro playero en el sector de Carenero, localidad ubicada aproximadamente a 3 Km en la vía nacional Cumaná-Carúpano. Una vez colectados los peces, se transportaron en cavas aireadas desde el sitio de captura hasta el laboratorio de Ecología Marina del Instituto Oceanográfico de la Universidad de Oriente; allí fueron colocados para su aclimatación, en acuarios de 60 litros, dotados de aireación constante, los cuales contenían agua de mar artificial "Instant Ocean" con una salinidad de 35‰ y una temperatura de 22°C. El tiempo de aclimatación fue de 7 días y durante ese período de tiempo los peces fueron alimentados diariamente con comida en hojuelas "Wardley's" para peces.

Para las pruebas de comportamiento preferencial, los bioensayos se realizaron en un equipo diseñado para tal fin (Fig. 1) el cual consta de un tanque circular con 8 divisiones internas abiertas hacia la parte central, en donde queda el desagüe. Las divisiones internas están colocadas de tal forma, que permite individualizar los diferentes tratamientos a ensayar. Cada división o tanque interno, está conectado con un depósito plástico de 60 litros de capacidad mediante una manguera plástica de 1/4 de pulgada de diámetro. Estos depósitos plásticos están dotados de aireación constante.

No se conocen investigaciones referentes a concentraciones de petróleo y dispersante que puedan influir en la distribución o escape de los peces durante un derrame de petróleo y sus derivados. Por lo tanto, las concentraciones de petróleo y dispersante de los diferentes tratamientos utilizados en el presente ensayo

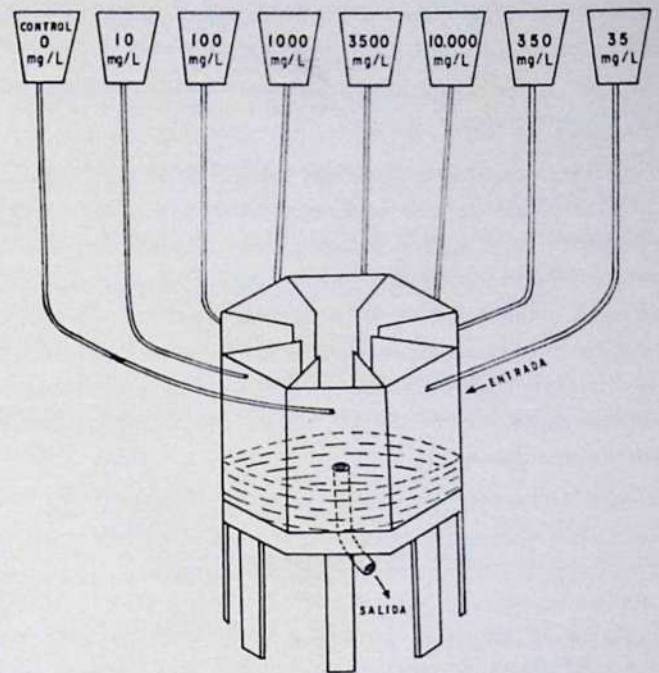


Fig. 1. Diagrama del tanque circular con ocho compartimentos para bioensayos.

fueron de 10, 35, 1.000, 3.500 y 10.000 ppm de petróleo y dispersante. Sesenta litros de agua en los respectivos envases plásticos fueron agitados brevemente y medidos contenidos de oxígeno disuelto y su pH (Tabla 1).

Se realizaron tres tipos de ensayos preliminares con las mencionadas especies y las concentraciones antes señaladas; primero se ensayó utilizando petróleo crudo venezolano liviano de Maravén (40 API); en segundo lugar, se ensayó utilizando dispersante (A), y por úl-

TABLA 1. OXIGENO DISUELTO (PPM) Y PH DE LOS TRATAMIENTOS EMPLEADOS EN CADA ENSAYO

Tratamientos (mg/l)	Petróleo crudo		Dispersante		Petróleo/Dispersante	
	Oxígeno	pH	Oxígeno	pH	Oxígeno	pH
Control	6,20	8,00	6,20	8,00	6,20	8,00
10	6,20	8,00	4,95	8,20	4,95	8,20
35	5,50	8,10	4,95	8,20	4,95	8,20
100	5,20	8,15	4,85	8,20	4,85	8,20
350	5,10	8,20	4,80	8,25	4,80	8,30
1.000	5,00	8,30	4,45	8,30	4,40	8,30
3.500	4,85	8,30	4,40	8,30	4,40	8,30
10.000	4,50	8,35	4,35	8,35	4,30	8,30

timo, una mezcla de 70% de petróleo crudo liviano Maravén y 30% de dispersante. En cada uno de los ensayos se utilizó un control que no contenía ninguno de los contaminantes.

Antes de iniciar cada uno de los ensayos se calculó que cada una de las concentraciones y el control tuvieran un flujo más o menos igual (1 litro/minuto) a su correspondiente compartimiento. Seguidamente se colocaron cinco peces de la misma especie en el compartimiento control, se esperó cinco minutos y luego se hicieron observaciones cada minuto de la ubicación de los peces. El tiempo de ensayo fue de aproximadamente una hora.

RESULTADOS

En las pruebas de comportamiento con petróleo, los ejemplares de corocoro mostraron una máxima preferencia (26,92%) por el compartimiento control (Fig. 2). Los compartimientos que siguieron en preferencia,

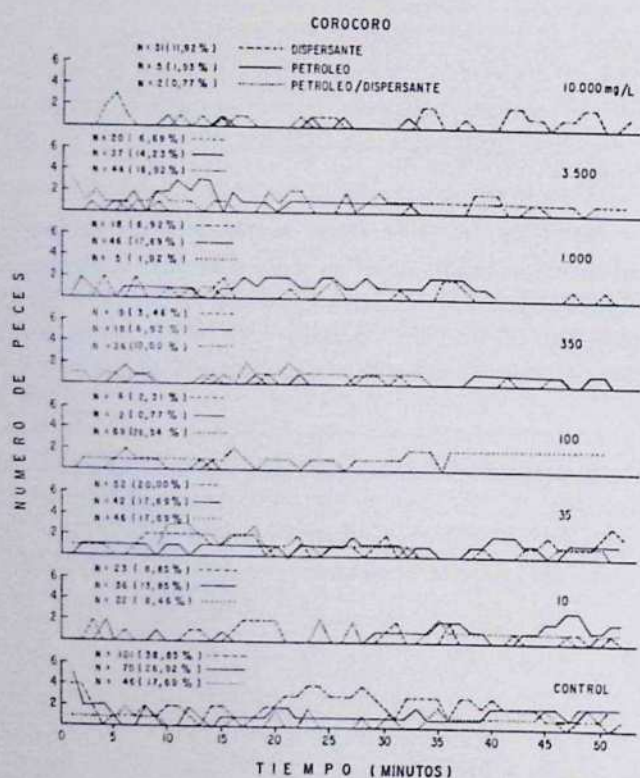


Fig. 2. Comportamiento preferencial de *Orthopristis ruber* sometidos a diferentes concentraciones del petróleo, dispersante y mezcla del petróleo y dispersante.

fueron los que contenían concentraciones de 35 y 1.000 ppm con una frecuencia de 17,69% (Fig. 2). El mínimo porcentaje de ocurrencia (0,77%) se obtuvo en el compartimiento que contenían 100 ppm de petróleo; este 0,77% correspondió a 2 ejemplares que entraron antes de los 15 minutos. Para los compartimientos con 3.500 y 10.000 ppm se obtuvieron ocurrencias de 4,23 y 1,93% respectivamente.

Para el dispersante (A), los corocoros mostraron el siguiente comportamiento: una marcada preferencia por el compartimiento control (38,85%), luego siguiendo en preferencia 35 ppm con 20,00%; 10.000 ppm con 11,92%, 10 ppm con 8,85%, 3.500 ppm con 6,92%, 350 ppm con 3,46% y 100 ppm con 2,31% (Fig. 2).

En el caso de la mezcla petróleo y dispersante, la mayor preferencia no la mostró el control sino el compartimiento con 100 ppm de la mezcla (26,54%). El control y la concentración 35 ppm, presentaron una frecuencia de 17,69%, seguida por la concentración 3.500 con un 16,92% de ocurrencia. Para las concentraciones 350 y 10 ppm, las ocurrencias fueron intermedias, de 10,00 y 8,46%, respectivamente (Fig. 2). Para las concentraciones mayores de 1.000 y de 3.500 ppm, los porcentajes de ocurrencia fueron muy bajos, de 1,92% y 0,77%, respectivamente.

Los resultados obtenidos con lisas, se ilustran en la Fig. 3, en la cual se puede apreciar que para el petróleo, las preferencias guardan una relación con las concentraciones empleadas: a mayor concentración, menor porcentaje de ocurrencia.

Para el dispersante (A), los resultados no muestran una tendencia definida, como es el caso anterior. La ocurrencia mayor de peces, con un 34,61% se presentó en la concentración de 100 ppm, superior a los controles (Fig. 3); por otra parte, la menor frecuencia apareció en la concentración de 10 ppm (0,17%).

En la mezcla petróleo-dispersante, la preferencia mayor la presentó el control (26,92%) seguido de las concentraciones 350 (20,77%) y 1.000 (14,23%), las concentraciones 35, 10 y 100 ppm mostraron ocurrencias intermedias de 9,24; 8,46; 8,08%, respectivamente. En el extremo de menor preferencia, se ubicaron las concentraciones mayores de petróleo-dispersante: 3.500 ppm con 7,31% y 10.000 ppm con 5,00%. Entonces la distribución preferencial de los peces ensaya-

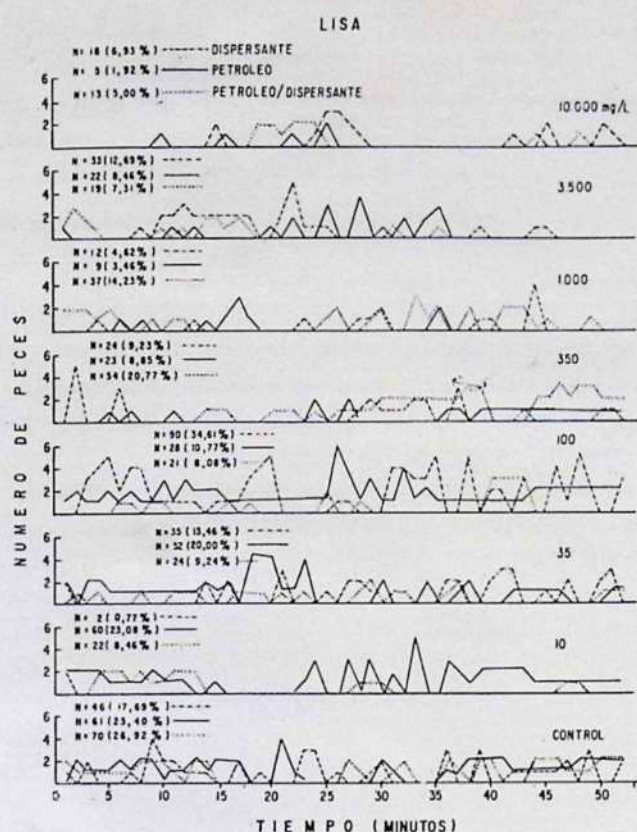


Fig. 3. Comportamiento preferencial de *Magil curema* sometidos a diferentes concentraciones del petróleo, dispersante y mezcla del petróleo y dispersante.

dos con las contaminantes fue significativamente diferente en ocho compartimientos experimentales (Tabla 2).

DISCUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se puede observar que tanto las lisas como los corocoros, al ser sometidos a tratamientos con diferentes concentraciones de petróleo, seleccionaron preferentemente el compartimiento correspondiente al tratamiento control. En ambos grupos de peces se observa igualmente que, en los últimos 25 minutos del ensayo antes mencionado, evitan entrar en aquellos compartimientos que contenían los tratamientos correspondientes a 1.000, 3.500 y 10.000 ppm de petróleo. Este comportamiento pudiera ser consecuencia de que a medida que transcurre el tiempo de permanencia del petróleo en el

agua, aumenta la estabilización de la fracción hidrosoluble.

MAHIEU *et al.* (1981), han señalado que a las 24 horas de agregar petróleo crudo al agua, la fracción hidrosoluble parece equilibrarse, y que la composición de la misma dependerá del método que se utilice para agregar el petróleo al agua, de la concentración inicial del petróleo agregado y del tiempo de permanencia en el sistema. Varios investigadores, entre ellos ANDERSON *et al.* (1974) & THOMAS *et al.* (1980), han comprobado que la fracción hidrosoluble del petróleo crudo y de los refinados causa toxicidad sobre crustáceos, moluscos y peces.

En el caso de las lisas, el comportamiento estuvo de acuerdo con lo esperado: menor frecuencia de ocurrencia en los compartimientos de mayor concentración, así en el control hubo un 23,40%, luego vino el de 10 ppm con 23,08%, en segunda 35, con 20,00%, etc. Esto evidentemente, no ocurrió en el caso de los corocoros.

Por otra parte, se observó que generalmente las lisas, cuando entraban a los tanques lo hacían en pequeños grupos, mientras que los corocoros lo hacían individualmente. Esto puede ser debido a los hábitos de comportamiento de estas especies; las lisas son organismos pelágicos costaneros y tienden a formar grupos, mientras que los corocoros son peces de fondo que no forman cardúmenes.

De igual forma, es de hacer notar que cuando los ejemplares de corocoro eran sometidos a las diferentes concentraciones de petróleo crudo, algunos ejemplares perdían parcialmente el equilibrio al entrar en aquellos tanques con concentraciones de petróleo superiores a 1.000 ppm; esto se evidenciaba porque los peces tomaban una posición vertical. En relación a esta observación, se puede señalar que DIXIT & ANDERSON (1977) han indicado que en peces de las especies *Fundulus similis*, se producía pérdida del equilibrio y observaron además otros comportamientos anómalos debido a la acumulación de naftalenos en el cerebro. MALINA & HODGIN (1981), haciendo una revisión bibliográfica de varias investigaciones, señalaron que el petróleo afecta en los peces, el equilibrio, la natación, la alimentación y la reproducción.

Los corocoros sometidos a tratamientos que contenían diferentes concentraciones de dispersantes, mostraron mayor preferencia por los compartimientos con-

trol, seguido luego por el de 35 ppm y el de 10.000; en el caso de las lisas, la situación fue similar, aunque en ellas el comportamiento preferencial no fue el de penetrar en el compartimiento control, sino en el de 100 ppm. En todo caso, en ambas experiencias el comportamiento no correspondió a lo esperado y se pudo observar preferencias por compartimientos con altas concentraciones del dispersante. Esto puede ser debido a que el comportamiento del dispersante en el agua es más homogéneo. Con respecto al comportamiento de los corocoros ante los diferentes tratamientos, se pudo observar que mostraban cierta sofocación como signo de hipoxia, cuando penetraban en aquellos tratamientos con concentraciones superiores a 350 ppm de dispersante. KICENIUK *et al.* (1978) encontraron bradicardia en peces expuestos a dispersantes y señalan que los síntomas son parecidos a la hipoxia.

El grado de toxicidad para las especies marinas de la mezcla petróleo-dispersante varía de acuerdo al tipo de petróleo o derivado y al dispersante empleado (PERKINS *et al.*, 1973). El comportamiento de corocoros y lisas para las mezclas de petróleo y dispersante no fue, al igual que el esperado con los dispersantes, hubo preferencias por altas concentraciones en algunos casos, incluso en corocoros se mostró preferencia por 100 ppm y no por el control. Podemos sí afirmar, que el comportamiento de las lisas fue más cercano a lo esperado: prefirieron el control (26,92%) y casi no entraron en los tratamientos mayores de 3.500 y 10.000 ppm. (Figs. 2-3; Tabla 2).

En el presente ensayo también se observó, que a medida que se incrementa la concentración de petróleo crudo, dispersante y mezcla de petróleo-dispersante en

el agua, se producen variaciones en ciertos parámetros; así, se observa que la concentración de oxígeno disuelto en el agua disminuye, en tanto que el pH se incrementa, aun cuando estas variaciones no parecen críticas o limitantes durante el bioensayo. (Tabla 1).

CONCLUSIONES

En las pruebas de comportamiento se encontró una tendencia de los peces a ubicarse en los compartimientos con menor cantidad de los contaminantes; sin embargo, las excepciones a esta tendencia son muy frecuentes debido a la pérdida parcial del equilibrio y signo de hipoxia en altas concentraciones de contaminantes y nos indican la necesidad de realizar más pruebas, a fin de conocer la utilidad de estos ensayos.

AGRADECIMIENTOS

A la Compañía Maravén, S.A. por el financiamiento de esta investigación. Al Dr. JULIO E. PÉREZ R. por la lectura crítica del manuscrito. Al Lic. J. ESPINOZA y Sr. SANTIAGO MÉNDEZ por su valiosa colaboración en la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

- ANDERSON, J. M., J. M. NEFF, B. A. COX, H. E. TATE & G. M. HIGHTOWER. 1974. Characteristics of dispersions and water-soluble extracts of crude and refined oil and their toxicity to estuarine crustaceans and fish. *Mar. Pollut. Bull.* 7: 75-88.
- ATEMA, J. 1977. The effects of oil in lobsters. *Oceanus*, 20.
- CAPUZZO, J. M. 1981. Predicting pollution effects in the marine environment. *Oceanus*, 24 (1): 25-33.
- CORREA, M. 1980. Estudio sobre la acumulación y eliminación de naftaleno en *Mugil curema* V. M. Sc. Tesis. Inst. Oceanogr., Univ. Orient, Cumaná, Venezuela. 51 pp.
- DIXIT, D. & J. W. ANDERSON. 1977. Distribution of naphthalenes within exposed *Fundulus similis* and correlations with stress behaviour. *Proc. Conf. Prevention and Control of Oil Spill*. pp. 633-636.
- HEITZ, J. R., L. LEWIS, J. CHAMBERS & J. D. YARBROUGH. 1974. The acute effects of empire mix oil on enzymes in oysters, shrimp and mullet. In: *Pollution and Physiology of Marine Organisms* (Ed., F. J. Vernberg and

TABLA 2. RESULTADOS DE LA PRUEBA CHI CUADRADO (χ^2) SOBRE LA DISTRIBUCION DE EJEMPLARES EN OCHO COMPARTIMIENTOS EXPERIMENTALES

Especie	Tratamiento	Valor de χ^2
Corocoro	Petróleo	113,84 **
	Dispersante	208,80 **
	Petróleo/Dispersante	112,86 **
Lisa	Petróleo	107,07 **
	Dispersante	157,78 **
	Petróleo/Dispersante	85,10 **

** : 1% de significación.

- W. R. Vernberg). Academic Press. New York, pp. 311-328.
- KICENIUK, J. W., PENROSE & W. R. SQUIRES. 1978. Oil spill dispersants cause bradycardia in marine fish. *Mar. Poll. Bull.*, 9 (2): 42-44.
- MAHIEU, G., G. MASCITTI & K. JAFFE. 1981. Efectos del petróleo crudo sobre moluscos comerciales litorales, *Donax denticulatus* y *Crassostrea rhizophorae* en Venezuela. *Proc. Ann. Gulf. Carib. Fish. Inst.*, 33: 125-139.
- MALINS, D. C. & H. O. HODGINS. 1981. Petroleum and Marine Fishes: A. Review of uptake, disposition and effects. *Envir. Sci. Technol.*, 15 (11): 1272-1280.
- MCAULIFFE, C. D., A. E. SMALLEY, R. D. GROOVER, W. M. WELSH, W. S. PICKLE & G. E. JONES. 1975. Chevron Main Pass Block 41 Oil Spill: Chemical and Biological Investigations. *Proc. Conf. Prevention and Control of Oil Pollution*, pp. 555-566.
- MCKEOWN, B. A. 1978. The effects of bunker C oil and oil dispersant: Part 2. Effects on the accumulation of chlorine-labelled bunker C oil in various fish tissues. *Mar. Envir. Res.* (1): 119-123.
- MOORE, S. F. 1974. Effects of oil on marine organisms: A critical assessment of published data. *Water Res.*, 8: 819-827.
- PERKINS E. J., E. GRIBBON & J. W. M. LOGAN. 1973. Oil dispersant toxicity. *Mar. Poll. Bull.* 4 (6): 90-93.
- SKINNER, B. J. & K. K. TUREKIAN. 1976. *El hombre y el Océano*. Editora Omega, España. 150 pp.
- SNOW, N. B. & B. F. SCOTT. 1975. The effect and fate of crude oil spilt on two Arctic Lakes. *Proc. Conf. on Prevention and Control of Oil Pollution*, pp. 527-534.
- SPRAGUE, J. B. 1971. Measurement of pollutant toxicity to fish. III Sublethal effects and "Safe" concentrations. *Water Res.* 5: 245-266.
- THOMAS, P., B. R. WOODIN & J. M. NEFF. 1980. Biochemical responses of the striped mullet *Mugil cephalus* to oil exposure. I. Acute Responses-Interrenal Activations and Secondary Stress Responses. *Mar. Biol.* 59: 141-149.

(Manuscrito recibido en diciembre de 1983).

TOLERANCIA DE JUVENILES DE LISA *MUGIL CUREMA*. V. (*PISCES MUGILIDAE*) AL PETRÓLEO Y/O DISPERSANTE Y SU EFECTO SOBRE LA ACTIVIDAD DE LACTATO DESHIDROGENASA EN PLASMA E HÍGADO

G. R. GÓMEZ, B. PARRA, M. F. HUQ, I. RAMÍREZ & W. ZURBURG

Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela

RESUMEN: Se investigó el efecto de exposición de cuatro tóxicos en lisas juveniles, *Mugil curema*: petróleo, dispersante, mezcla petróleo/dispersante y sodio dodecil sulfato (SDS). Este último se utilizó como tóxico de referencia para valorar la susceptibilidad de la especie. En cada caso se determinó la concentración letal media (CL_{50}) para un período de 96 horas y el efecto de exposición a concentraciones subletales sobre la actividad de lactato deshidrogenasa en plasma e hígado. Las CL_{50} estimadas fueron para petróleo: 230 ppm, dispersante: 168 ppm, mezcla petróleo/dispersante: 41 ppm y SDS: 2,12 ppm. Fue notable el efecto agudamente tóxico que tuvo la mezcla más que sus componentes por separados. En cuanto a la actividad enzimática sólo se determinó LDH debido a la poca cantidad de sangre obtenida y a la baja actividad de otras enzimas indicadoras de stress. Se incrementó la actividad de LDH en el plasma de los peces expuestos a petróleo y/o dispersante con respecto a sus controles, significativamente para el dispersante. Por el contrario, en el hígado hubo tendencia a la disminución, aunque no significativa.

ABSTRACT: The effects of exposure to a crude oil, an oil dispersant, oil/dispersant mixture and dodecyl sodium sulphate (DSS) were investigated in juvenile individuals of *Mugil curema*. DSS was utilized as reference to know the sensitivity of the species. The mean lethal concentration (LC_{50}) and the effects of exposure to sublethal concentrations on the lactate dehydrogenase activity in plasma and liver were determined during periods of 96 hours. The LC_{50} for crude oil, oil dispersant, mixture of both and DSS were 230, 168, 41 and 2.12 ppm respectively. The mixture was more toxic than its respective components. Concerning activities of enzymes that can be indicators of stress, only LDH activity could be determined, due to the small quantity of blood obtained from juvenile fish and the low activity of other enzymes. Plasma LDH activity increased after exposure to oil and/or dispersant with respect to the control groups, significantly only for the dispersant. Liver LDH activity decreased in the experimental groups, although not significantly.

INTRODUCCION

La zona nororiental de Venezuela representa el área de mayor importancia pesquera del país. Las capturas registradas en el año 1970 alcanzaron a 1.324 T (60% de la producción nacional). Esta zona se extiende desde los 61° 50' hasta el meridiano 65° 20', incluyendo un área de plataforma de 60 millas de ancho que va desde el Delta del Orinoco hasta el Oeste de la Isla de Margarita. Las compañías petroleras actualmente están realizando en esta área perforaciones de pozos exploratorios, los cuales no dejan de representar un peligro para la fauna marina y estuarina. Por tal

razón, la industria pesquera nacional estaría expuesta a un peligro potencial, haciéndose necesario el estudio de los posibles efectos que el petróleo puede provocar en los peces.

Debido a la urgente necesidad de establecer normas para el control de la contaminación de cuerpos de aguas, se han incrementado los estudios acerca de métodos de laboratorio que permitan medir los niveles letales y subletales de algunos residuos industriales en peces. Estos principios se basan en métodos de bioensayos, los cuales se han venido utilizando en la determinación de niveles de "seguridad" de los contaminantes,

predicción de efectos ambientales, regulación de descargas (American Public Health Association *et al.*, 1968). Las pruebas de bioensayos han servido como referencia para responder las innumerables preguntas acerca del impacto que sobre la biota pudieran tener los contaminantes (BUIKEMA *et al.*, 1982). Así las pruebas de bioensayos serán un aporte esencial en el desarrollo de estrategias preventivas en las cuales deberán enfocarse futuras investigaciones.

A pesar de los factores ambientales que pueden variar la toxicidad de los contaminantes al entrar al medio marino, la información generada por las pruebas de bioensayo pueden aprovecharse para predecir efectos ambientales sin causar daños a los ecosistemas, cuantificar la agudeza tóxica de diferentes dispersantes petroleros, evaluar la sensibilidad de especies comerciales, etc. Por esto urge la necesidad de brindar información sólida y científica para estimular criterios oficiales sobre la calidad del agua, tal como se está haciendo en los E.U.A. y Europa (BUIKEMA *et al.*, 1982).

Se han publicado numerosos trabajos referentes a los efectos de derrames petroleros en ecosistemas marinos; sin embargo, existe poca información acerca de ecosistemas tropicales.

Los mayores efectos del petróleo han sido informados en larvas y juveniles de especies pelágicas. Según SMITH (1970) murieron más de 50% de las sardinas, *Sardinella pilchard*, próximas a los derrames del Torrey Canyon y además sus juveniles escasearon. Por otro lado, se atribuyeron mortalidades masivas de peces pelágicos a aquellos hidrocarburos del petróleo solubles en agua de mar (ANÓNIMO, 1977). CHAN (1977) estudió los efectos del petróleo en comunidades del litoral tropical de Florida (E.U.A.), observando que algunos peces exhibieron síntomas de stress. NADEAN & BERQUIST (1977) informaron los efectos de un derrame de petróleo venezolano en una comunidad marina tropical cerca de Cabo Rojo (Puerto Rico), observando la alta toxicidad del crudo a pesar de ser bajo en elementos aromáticos.

TEMPLETON *et al.*, (1975) realizaron estudios sobre la contaminación petrolera en el Lago de Maracaibo, determinando el contenido de hidrocarburos en los tejidos de los peces. Estudios recientes sobre la tolerancia de la lisa, *Mugil curema*, a ciertos petróleos venezolanos han demostrado que los crudos livianos son más

tóxicos que los medianos y pesados (AQUILERA & HUQ, 1982).

Para estudiar los efectos a corto plazo de concentraciones subletales de los contaminantes sobre la ictiofauna, se ha demostrado la utilidad de la medición de la actividad enzimática en el plasma sanguíneo (GAUDET *et al.*, 1975; RACICOT *et al.*, 1975; WEBER *et al.*, 1979). La actividad de ciertas enzimas en el plasma refleja el estado metabólico de los peces, en muchos casos de modo similar a lo que sucede en los mamíferos. De esta manera, puede esperarse que agentes o factores tóxicos que conducen al deterioro crónico del metabolismo del animal, produzcan cambios tales como incrementos en la actividad de ciertas enzimas en el plasma (WIESER & HINTERLEITNER, 1982). CASILLAS *et al.*, (1982) comprobaron que ciertas enzimas en el plasma son indicadoras del funcionamiento del hígado.

En este trabajo se utilizaron juveniles de la lisa, *Mugil curema* V. Se escogió esta especie debido a que constituye un eslabón importante de la cadena trófica la cual conduce al hombre. Se consume tanto en fresco como en salado, es muy resistente y fácil de manipular y existe suficiente información de su descripción, ecología y fisiología. Por último es muy abundante en los mares venezolanos, formando grandes cardúmenes de juveniles cerca de la costa.

Los objetivos del presente trabajo fueron los siguientes:

1. La determinación de las concentraciones letales y subletales de cuatro contaminantes en lisas juveniles: un petróleo liviano, un dispersante, la mezcla petróleo-dispersante y sodio dodecil sulfato (SDS). Este último se utilizó como tóxico de referencia, para valorar la susceptibilidad de la especie. Se determinó la concentración letal media (CL_{50}) para un período de exposición de 96 horas.
2. El estudio del efecto de exposición a concentraciones subletales de cada contaminante sobre la actividad de la enzima lactato deshidrogenasa (LDH) en el plasma como indicador de "stress" y la actividad de la misma en el hígado.

MATERIALES Y METODOS

Se recolectaron juveniles de lisas, *Mugil curema*, entre 8 y 12 cm de longitud estandar mediante un

chinchorro de playa de 30×3 m y malla de $1/4$ de pulgada, en la Laguna Grande del Obispo (Golfo de Cariaco, Edo. Sucre, Venezuela). Luego fueron transportadas vivas al laboratorio en cavas de anime y aclimatadas a condiciones similares (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y fotoperíodo). Después de tres días de aclimatación se iniciaron los bioensayos en acuarios de 25 l durante un período de 96 horas, debido a que la acción letal aguda cesa después de este período (American Public Health Association, 1968; SPRAGUE, 1969).

Se utilizó como más simple y útil criterio de toxicidad la CL_{50} (concentración letal para un 50% de los individuos sometidos durante 96 horas al contaminante).

Tanto en el campo como en el laboratorio se midieron la salinidad, temperatura y oxígeno disuelto, empleando un refractómetro Goldberg T/S (American Optical Instruments Co.), un termómetro Thomas y un oxígenoímetro de campo (Yellow Spring Co.), respectivamente.

Tanto el agua de aclimatación como la del bioensayo fue preparada sintéticamente a partir de agua de chorro filtrada (Filtros Fanafil C.A.), deionizada (Ionxchanger model 2, IWT), salinizada a 36‰ (Instant Ocean, Aquarium Systems), mantenida a 24°C y aireada hasta saturación (concentración de oxígeno = 6 ppm). El agua de aclimatación fue filtrada cada 24 h mediante filtros de diatomeas (Diatom Filters, Universal Electric Co.).

En cada acuario se mantuvo una relación aproximada de 2 g de peso de pez/l de agua (NEGLISKI, 1975), para un total de 6 peces por acuario. Cada acuario se dotó de: una manguera de aireación acoplada a una piedra porosa, un sistema de agitación suave (aparato ventilador acoplado al molinillo de una superbatidora doméstica protegida con rejilla plástica) con el fin de mantener homogéneamente distribuido el contaminante en toda la columna de agua.

De cada una de las concentraciones de petróleo, dispersante, mezcla petróleo/dispersante (1:1, v/v) y SDS se hicieron seis réplicas para luego obtener promedios. Igualmente, hubo un número similar de controles (sin contaminante). Más de un 17% (un pez) de muertes en los controles fue suficiente para eliminar la prueba y efectuar ajustes.

Durante el período de bioensayos se escogieron horas de observación en forma logarítmica para retirar

los peces muertos. La CL_{50} se obtuvo por interpolación gráfica en papel log-probita (BUKEMA *et al.*, 1982).

La actividad de la enzima lactato deshidrogenasa (LDH) en plasma e hígado fue determinada según BERGMAYER *et al.*, (1974), en peces sometidos a concentraciones subletales de los contaminantes.

Preparación de las muestras: finalizadas las 96 h de exposición a los contaminantes, se extrajo aproximadamente 1 ml de sangre por punción caudal con jeringa heparinizada. La sangre se mantuvo en baño de hielo por 10 min. Luego se centrifugó a 1.000 g a 4°C por 10 min en centrífuga refrigerada (CRU-5.000, Damon/IEC Div.). Posteriormente se tomó el sobrenadante (plasma) y se mantuvo en baño de hielo.

En cuanto al hígado, las muestras fueron pesadas y homogeneizadas en frío con un buffer de extracción: 100 mM Tris-HCl (2 mM EDTA, 1 mM ditiotritol) a pH 7,5. El homogeneizado se centrifugó por 15 min a 4°C . Luego el sobrenadante se mantuvo en baño de hielo, hasta el momento del análisis.

Las determinaciones se realizaron en un espectrofotómetro Beckman 25, con registrador gráfico acoplado siguiendo los cambios en absorbencia de NADH (nicotinamida adenina dinucleótido reducido) a 366 nm según BERGMAYER *et al.* (1974).

Siguiendo los trabajos de D'APOLLONIA & ANDERSON (1980) y CASILLAS *et al.*, (1982), se establecieron las mejores condiciones para la determinación de la actividad, en cuanto a pH, concentración de sustrato y cofactor. La única modificación del método de BERGMAYER *et al.*, (1974) fue un cambio de pH de 7,5 a 7,0.

RESULTADOS Y DISCUSION

Para un período de 96 h de exposición las concentraciones letales medias (CL_{50}) estimadas a partir de gráficas log-probita fueron de 230, 180, 41 y 2,12 ppm para petróleo, dispersante, mezcla petróleo-dispersante y SDS respectivamente (Tabla I).

Es notable el efecto letal agudo que tuvo la mezcla más que sus componentes por separados: 6 veces superior al petróleo y 4 veces superior al dispersante, aproximadamente. El dispersante reacciona agudamente en comparación con el petróleo. Esto sucede debido a

que el petróleo tiene que disociarse en el agua antes de que adquiera toxicidad a diferencia del dispersante, el cual es tóxico al contacto. Cuando el petróleo se pone en contacto con el agua, las materias alquitranosas se aglutinan y forman pequeñas masas esferoidales, mientras que las aceitosas se extienden sobre la superficie del agua formando una película uniforme. Esto se evitó parcialmente mediante agitación y aireación suave. En la mezcla, las fracciones ligeras y medias del petróleo las cuales contienen entre otros: azufre, fenoles y compuestos aromáticos (benceno, tolueno, naftaleno) se disuelven en el agua rápidamente inducido por la acción del dispersante. La toxicidad del crudo se ha asociado a la cantidad de compuestos aromáticos que contienen (ANÓNIMO, 1977).

TABLA I. CONCENTRACION LETAL MEDIA (CL_{50}) A LAS 96 H DEL PETRÓLEO, DISPERSANTE, MEZCLA PETRÓLEO-DISPERSANTE (1:1) Y SDS, EN JUVENILES DE *M. CUREMA*

Contaminante	CL_{50} (ppm)
Petróleo	230
Dispersante	168
Petróleo-dispersante (1:1)	41
SDS	2,12

El tóxico de referencia (SDS) mostró la más grande letalidad. Su toxicidad superó al petróleo, dispersante y mezcla de ambos en aproximadamente 100, 80 y 20 veces respectivamente. En un estudio similar realizado por QUEVEDO *et al.*, (1984) en juveniles de corocoro, *Orthopristis ruber*, se encontró que esa especie era más resistente al petróleo y la mezcla (proporción 7:3): CL_{50} = 680 y 72 ppm, respectivamente, que juveniles de lisa, pero menos resistente al SDS: CL_{50} = 1,5 ppm. Esta aparente contradicción puede explicarse por el hábito pelágico de la lisa y el bentónico del corocoro. Es muy probable que la lisa haya estado más expuesta a las fracciones insolubles del petróleo a nivel superficial que el corocoro de hábito cercano del fondo. El hábito alimenticio filtrador de la lisa frente al carnívoro del corocoro también debe tomarse en cuenta. Sin embargo, en el dispersante, el cual se distribuyó uniformemente en la columna de agua, se observaron resistencias semejantes (CL_{50} lisa = 180 ppm y CL_{50} corocoro = 172 ppm).

Ambas especies son más sensibles para el SDS que la especie utilizada por LAROCHE *et al.*, (1970), *Fundulus heteroclitus*, la cual mostró una CL_{50} de 4,5 ppm en comparación con los valores de 2,12 y 1,5 ppm para la lisa y el corocoro respectivamente. Una posible razón es que se utilizaron juveniles en este estudio, los cuales probablemente son más sensibles que adultos a factores adversos.

Así como concluyeron QUEVEDO *et al.*, (1984) en el presente trabajo la toxicidad del petróleo (de tipo liviano) parece ser bastante elevada en comparación con otros estudios, probablemente por un alto contenido en compuestos aromáticos.

La Tabla II muestra la actividad de lactato deshidrogenasa (LDH) en plasma e hígado de la lisa expuesta a concentraciones subletales de los contaminantes. Si comparamos los controles de ambos tejidos, podemos observar que el hígado representa aparentemente una mayor fuente de actividad de LDH, conteniendo más del doble de actividad del plasma, cuando la expresamos en unidades por g de peso fresco y por ml, respectivamente.

TABLA II. ACTIVIDAD DE LDH EN PLASMA E HÍGADO (U/ml Y U/g PESO FRESCO)* DE JUVENILES DE *M. CUREMA* EXPUESTAS A CONCENTRACIONES SUBLETALES DE PETRÓLEO, DISPERSANTE Y MEZCLA PETRÓLEO-DISPERSANTE. SE INCLUYEN LOS CONTROLES

Contaminante	Plasma (U/ml)	Hígado (U/g peso fr.)
Control (0 ppm)	6,55 ± 0,49 (14)	14,13 ± 3,22 (14)
Petróleo (180 ppm)	7,75 ± 0,30 (5)	11,98 ± 1,11 (5)
Petróleo-dispersante (24 ppm)	9,11 ± 1,08 (8)	10,77 ± 0,64 (6)
Dispersante (100 ppm)	18,04 ± 3,64 (8)	15,72 ± 1,32 (6)

* $\bar{X} \pm S_x$ (n)

El efecto ocasionado por concentraciones subletales de los contaminantes en el plasma se traduce por una cierta tendencia al incremento de la actividad de LDH. Por el contrario, en el hígado la tendencia es disminuir a excepción del grupo sometido al dispersante. Ambos tejidos guardan una relación inversa, es decir: a me-

didada que aumenta la actividad en el plasma, ésta disminuye en el hígado.

Sin embargo, en el plasma de las lisas expuestas a petróleo por sí solo o mezclado, no se encontraron diferencias significativas con respecto al control. El dispersante, por el contrario, provocó un aumento significativo de la actividad de LDH.

Los efectos de los contaminantes sobre la actividad de esta enzima en el hígado no fueron significativos. (Tabla II).

En la Tabla II se observa que al parecer LDH obedece a la presencia del dispersante aun a concentraciones subletales (135 ppm). Los dispersantes son, por lo general, productos a base de detergentes, los cuales se utilizan para eliminar la evidencia visible de los derrames de petróleo. El dispersante utilizado en este estudio, Dasic Slickgone, tiene como constituyentes principales: ésteres de poliglicol, ésteres de sorbitol, glicol dialquileño y agua. Se conoce que los detergentes disuelven las membranas celulares de ciertos tejidos provocando así una necrosis masiva.

Si bien es cierto que el plasma representa una fuente de menor actividad para LDH, también es cierto que en este tejido los contaminantes ejercen cierta tendencia de aumentar dicha actividad, principalmente el dispersante. Por el contrario, la actividad en el hígado de los peces contaminados, tiende a disminuir o se mantiene sin diferencias significativas. Estos resultados respaldan el hecho de que los contaminantes, principalmente el dispersante, ocasionan una necrosis masiva en los tejidos expuestos directamente, lo cual se traduce en un aumento significativo de la actividad de LDH en el plasma. D'APOLLONIA & ANDERSON (1980) encontraron que la necrosis masiva de los músculos de *Salmo gairdneri* reflejaba un aumento considerable de la actividad de glutamato piruvato transaminasa (GPT) en el suero. WIESER & HINTERLEITNER (1980) probaron esta hipótesis midiendo las actividades de dos transaminasas: GPT y GOT (glutamato oxaloacetato transaminasa) en el suero de *S. gairdneri*, encontrándose en un ambiente contaminado por amonio. Los niveles excesivamente altos de GOT y GPT indicaron cambios en el metabolismo del pez, los cuales podían servir como "herramienta" en el diagnóstico de la calidad del agua. GINGERICH (1982) encontró que a largo plazo, los detergentes ocasionaban lesiones fisiológicas aún en

concentraciones subletales, las cuales tienen que ver con una respuesta hepatotóxica.

La mayoría de los efectos patológicos en peces expuestos a agentes tóxicos han sido daños a nivel del tejido hepático. GINGERICH (1982) mencionó que la principal característica de esta respuesta incluye vacuolización de las células parenquimáticas y frecuentes cambios degenerativos de los hepatocitos los cuales se manifestaban como focos o zonas de necrosis. GAUDET *et al.*, (1975) probaron que altos niveles de GPT y GDH (glutamato deshidrogenasa) en el plasma de *S. gairdneri* parecían estar relacionados con el funcionamiento del hígado como en vertebrados superiores. CASILLAS *et al.*, (1982) al estudiar el pez marino *Parophrys vetulus* llegaron a las mismas conclusiones al asegurar que como en mamíferos el uso de la actividad enzimática serológica sirve como indicador del funcionamiento del hígado y del riñón.

Es obvio que el hígado de los peces juega un papel importante en el proceso de biotransformación y eliminación de compuestos xenobióticos.

Aunque la aplicabilidad de las determinaciones de actividad enzimática en organismos acuáticos para evaluar la toxicidad de medios ambientes contaminados aún está en progreso, se puede adelantar que los daños ocasionados a nivel subletal en plasma e hígado de juveniles de *M. curema* se reflejan en el plasma como una respuesta hepatotóxica a un ambiente contaminado.

REFERENCIAS

- AGUILERA, A. M. & M. F. HUQ. 1982. Tolerancia de la lisa, *Mugil curema* V. (Pisces: Mugilidae) a varios niveles de crudos venezolanos. *Bol. Inst. Oceanogr. UDO* 21: (en prensa).
- American Public Health Association (APHA), American Waste Water Association (AWWA) and Water Pollution Control Federation (WPCF) (1968). Métodos estándar para el examen de aguas de desecho. Interamericana S. A., México, pp. 448-459.
- ANÓNIMO. 1977. Impact of oil on the marine environment. IMC; FAO; UNESCO, WMO; AEA; UN; joint group of experts on the scientific aspects of marine pollution. *Reports & studies* FAO. 6: 22-28.
- BERGMEYER, H. U., E. BERNT & B. HESS. 1974. Lactic dehydrogenase. En: *Methods of enzymatic analysis* (Ed. H. U. BERGMEYER), pp. 574-579. Academic Press, New York.

- BUIKEMA, A. L., B. R. NIEDERLEHNER & J. CAIRNS JR. 1982. Biological monitoring. Part IV. Toxicity testing. *Water Res.* 15: 239-262.
- CASILLAS, E., J. SUNDQUIST & W.E. AMES. 1982. Optimization of assay conditions for, and the selected tissue distribution of alanine aminotransferase of English sole, *Parophrys vetulus* Girard. *J. Fish Biol.* 21: 197-204.
- CHAN, E. I. 1977. Oil pollution and tropical littoral communities. Biological effects of 1975 Florida Keys oil spill. 1977 Oil Spill Conference., pp. 539-542.
- D'APOLLONIA, S & P. D. ANDERSON. 1980. Optimal assay conditions for serum and liver glutamate oxaloacetate transaminase, glutamate pyruvate transaminase and sorbitol dehydrogenase from the rainbow trout, *Salmo gairdneri* R. *J. Fish Biol.* 7: 505-512.
- GINGERICH, W. H. 1982. Hepatic toxicology of fishes. *Aquat. Toxicol.* 1: 55-105.
- LAROCHE, G., R. EISLER & C. M. TARZWELL. 1970. Bioassay procedures for oil and oil dispersant toxicity evaluation. *J. Water Poll. Contr. Fed.* 42: 1982-1989.
- NADEAN, R. J. & E. T. BERQUIST. 1977. Effects of the March, 18 1973 oil spill near Cabo Rojo, Puerto Rico, on tropical marine communities. 1977 Oil Spill Conference., pp. 535-538.
- NEGLISKI, D. 1975. Fundamentals of aquatic bioassays. *Proc. Roy. Chem. Inst.*, pp. 50-54.
- QUEVEDO, J., J. SEGOVIA, J.E. PÉREZ & W. ZURBURG. 1984. Efectos del petróleo y algunos dispersantes en juveniles del corocoro, *Orthopristis ruber* (Pisces: pomacanthidae). *Bol. Inst. Oceanogr. UDO.* 22: (en prensa)
- RACICOT, J. C., M. GAUDET & C. LERAY. 1975. Blood and liver enzymes in rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.) with emphasis in their diagnostic use: study of CCI toxicity and a case of *Aeromonas* infection *J. Fish Biol.* 7: 825-835.
- SMITH, J. E. 1970. *Torrey Canyon, pollution and marine life.* Cambridge University Press. pp. 110-111.
- SPRAGUE, J. B. 1969. Measurement of pollutant toxicity to fish. I. Bioassay methods for acute toxicity. *Water Res.* 3: 793-821.
- TEMPLETON, W. L., E. A. SUTTON, R. M. BEAN, R. C. ARNETT, J.W. BLAYLOCK, R.E. WILDUNG & H.J. MOORE. 1975. Oil pollution studies on Lake Maracaibo, Venezuela, 1975. *Conference on prevention and control of oil pollution.* pp. 489-496.
- WEBER, L. J., W. H. GINGERICH & K. F. PFEIFER. 1979. Alterations in rainbow trout liver function and body fluids following treatment with carbon tetrachloride and monochloride benzene. *Am. Chem. Soc. Symp. Ser.* 99: 401-413.
- WIESER, W. & S. HINTERLEITNER. 1980. Serum enzymes in rainbow trout as tools in the diagnosis of water quality. *Bull. Environm. Contam. Toxicol.* 15: 188-193.

(Manuscrito recibido en diciembre de 1983).