UNIVERSIDAD DE ORIENTE - CUMANA, VENEZUELA - VOLUMEN 29 - No. 1 y 2 1990

# BOLETIN DEL INSTITUTO OCEANOGRAFICO





BOLETIN DEL INSTITUTO OCEANOGRAFICO DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE ORIENTE

Vol. 29, (Nros 1 & 2). 1990

## CONTENIDO

Página

APONTE, D. M. & E. K. GANESAN. *Centrocerocolax ubatubensis (Ceramiaceae, Ceramiales), an adelphoparasitic red alga new to the Caribbean Sea*..... 5

ROA, M.P. *La transgresión flamenca y la evolución de la Laguna de Unare, Venezuela*..... 11

BONELLS, P.D., T. OKUDA., J. BONILLA., GAMBOA & G. CEDEÑO. *Algunas características hidrográficas en la región circunvecina a la Isla de Margarita, Venezuela*..... 27

FERREZ-REYES, E. & E. FERNANDEZ. *Ciclo anual de las bacterias heterotrofas planctónicas y del fitoplancton en el Golfo de Cariaco, Venezuela*..... 43

LONGA,. I. *Hidroquímica de la superficie e interfase agua-sedimento de la Laguna de Unare, Venezuela*..... 57

BOLAÑOS, J.A., L.B. LARES, & J.E. HERNANDEZ. *Desarollo Larval de Mithrax Caribbaeus (Crustacea: Decapoda: Majidae) realizado en condiciones de laboratorio*..... 67

BASHIRULLAH, A. K. M. *Reproductive biology of Spanish Makerel Scomberomorus brasiliensis Collecte, Russo & Zavala-Camin, 1978 (FAM:SCOMBRIDAE) in eastern Venezuela*..... 91

POMPA, E.L., J. ESPINOZA & J.E. PÉREZ. *Genetic variation in Venezuelan molluscs: The mussel, Perna perna (L)*..... 97

GUTIERREZ, X.J., J. BONILLA & G. GAMBOA. *Composición Química de macroalgas representativas de la región nororiental de Venezuela*..... 103

REYES, A.O. & M.F. HUG. *Algunos aspectos reproductivos del bagre rayado Pseudoplatistoma fasciatum Linnaeus 1776 (Pisces: Pimelodidae) en la Laguna Grande, Maturín, Venezuela* 133

RAMIREZ-ARREDONDO, I. *Aspectos Biométricos de la carachana pintada Euthynnus alleteratus (Pisces: Scombridae) de los alrededores de la Isla Picua, Edo. Sucre, Venezuela*..... 141

DIAZ, J.R. & G. REYES. *Efecto de la concentración de NaCl sobre el crecimiento y la morfología de SYNECHOCOCCUS SP. A0185001PS (Cyanobacteria) Aislado de la Salina artifi cial de Araya, Venezuela*..... 153

SENIOR, W. & G. GODOY. *Estudio físico-químico del Río Manzanares, Cumaná, Venezuela*..... 160

Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente, 29 (1&2): 5-9 (1990); 7 figs., 1 tab.

# CENTROCEROCOLAX UBATUBENSIS (CERAMIACEAE, CERAMIALES), AN ADELPHOPARASITIC RED ALGA NEW TO THE CARIBBEAN SEA

MIRELLA APONTE D. & E.K. GANESAN

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

ABSTRACT: The monotypic red algal adelphoparasite *Centrocerocolax ubatubensis* Joly (Ceramiaceae, Ceramiales), has been reported only from the coasts of southern Brazil. We report it for the first time from eastern Venezuela as a new addition to the Caribbean Sea. By its host specificity to *Centroceras clavulatum* (C. Agardh) Montagne, thallus organization and reproduction, the Venezuelan plants showed a close similarity to the Brazilian plants. The present report constitutes the 9th species of a parasitic red alga from the Wider Caribbean Sea.

RESUMEN: El alga roja monotípica adelfoparasítica *Centrocerocolax ubatubensis* Joly (Ceramiaceae, Ceramiales), ha sido registrada solamente para la costa sur de Brasil. Se reporta esta especie por primera vez para el oriente de Venezuela como un nuevo registro para el Mar Caribe. Por su especificidad al hospedero *Centroceras clavulatum* (C. Agardh) Montagne, su anatomía y reproducción, las plantas venezolanas muestran una estrecha semejanza con las plantas brasileñas. El presente registro constituye la novena especie de alga roja parasítica en la amplia región del mar Caribe.

## INTRODUCTION

Although the marine red algal flora of the Caribbean Sea is known to be rich (TAYLOR, 1960; WYNNE, 1986), the generally dimunitive red algal parasites growing on larger forms receive considerably less attention. As shown in Table 1, only 8 taxa are reported so far from this area. In this paper, we report our observations on a new addition, *Centrocerocolax ubatubensis* Joly (Ceramiales, Ceramiaceae ), growing on the nearly cosmopolitan *Centroceras clavulatum* (see also GANESAN, 1990).

## MATERIALS AND METHODS

Microscopic examination of the host plants of *Centroceras clavulatum* collected from the intertidal zone of Bahia de Manzanillo, Isla de Margarita, eastern Venezuela on 1.x. 1983 showed the presence of several pustules on the surface of the host. Both the host plants and the parasite were preserved in 4 % seawater formalin. Whole mounts of *Centroceras clavulatum* containing the postules were made after staining them in 1% aqueous Aniline Blue, acidified with dilute HCL and mounted in 50 % aqueous Karo syrup. Voucher specimens (herbarium material and slides) are deposited in the Herbariun of the Institute of Oceanography, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.

## OBSERVATIONS

In contrast to the darkly pigmented filaments of *Centroceras clavulatum,* pustules of *Centrocerocolax ubatubensis* stand out as colorless or bright white warts on the host surface. Fully grown pustules ranged between 290-780 µm broad and up to 1 mm high. Pustules were generally spherical (Figs. 3,6 ) or oval and irregularly lobed (Fig. 1) or assumed a stellate appearance in senescent plants. Young pustules (Fig. 5) showed 1-3 prominent, long and unicellular basal rhizoidal cells for anchorage to the host cells. However, the establishment of secondary pit-connections showing an organic connection between the host and parasite tissue was not evident in the preparations examined by us. Growing margins showed several uniseriate filaments (Fig. 2 ), while the pustule body itself consisted of a mass of coalesced filaments without any special organization. Many of the cells from the central part of the pustules had small processes in the form of stellate cells.

Tetrasporic, female and male pustules were commonly observed on the host surface. Frequently, tetrasporic pustules were slightly larger in size and irregulary lobed compared to the female and male pustules. In the tetrasporic and female plants, a clear membrane at the growing margin of the pustules enclosing the vegetative and reproductive bodies was more evident and clearly observable than it was in the male plants (Figs. 2,7) Such a diffe-

rence was also reported earlier by JOLY (1965) for the Brazilian plants. Tetrasporangia were borne in several small verticillate stichidia towards the periphery of the pustules giving the plant an irregularly lobed appearance. Mature tetrasporangia were spherical, pyriform or oval and tetrahedrally or irregularly cruciately divided (Fig. 4), varying from 25 to 33 µm in maximum diameter. Sexual plants were dioecious. In the females, 4 celled carpogonial branches, as well as several densely grouped carposporangia embedded inside the pustules were observed. Male pustules showed abundant formation of numerous small, spherical and refringent spermatangia along the margins (Fig. 7). Each spermatangial mother cell produced 1-3 spermatangia.

## DISCUSSION

As show in Table 1, only 8 species of parasitic red algae are known so far from the wider Caribbean Sea. Of these, *Gelidiocolax desikacharyi* and *Pterocladiophila hemisphaerica* are alloparasites, while the rest are adelphoparasites. *Cetrocerocolax ubatubensis*, an adelphoparasite, is reported here for the first time as a ninth addition to the Caribbean Sea, based on material collected from eastern Venezuela.

The monotypic *C. ubatubensis* was described and illustrated for the first time in detail by JOLY (1965) based on material collected from Ubatuba, São Paulo, Brazil. Subsequently, other Brazilian phycologists (OLIVEIRA–FILHO 1969; OLIVERIA and UGADIM, 1976; UGADIM, 1976; CORDEIRO–MARINO, 1978) also reported this species from other parts of southern Brazil. Hence, the present report from the Caribbean Sea considerably enlarges its distribution range to as far north as 11º 09'30" N. Lat. In general, our observations on the Venezuelan plants agreed very closely with the descriptions and figures given for the Brazilian populations. It is well known (TAYLOR, 1955, 1960; JOLY, 1964; DIAZ–PIFERRER, 1969) that many of the Caribbean species extend southwards to Brazil and *vice versa*. Mention should also be made of the fact that the place where *C. ubatubensis* was collected in Venezuela is known to be subjected to an intense seasonal upwelling of deeper waters (PARR, 1937; RICHARDS, 1960; FUKUOKA, 1965, 1966; OKUDA *et al.* 1974), which brings about some notable changes in the marine algal compostion (DIAZ–PIFERRER, 1967). However, to associate this species with the upwelling conditions could be misleading, for, the host plant, *C. clavulatum*. a species nearly world-wide in distribution, is also frequently reported from other non-upwelling areas of Venezuela (GANESAN, 1990). Hence, careful examination of *C. clavulatum* occuring in other geographical latitudes, and from non-upwelling areas in Venezuela for the presence of *C. ubatubensis* and also laboratory culture studies on the infection of carpopores and tetraspores of the parasite on the host (to estabilish whether viable gametophytes and tetrasporophytes of the parasite are produced) would be necessary to settle this point. The recent laboratory culture study of WEST and CALUMPONG (1988) on the parasitic red alga *Dawsoniocolax bostrychiae* (Choreocolacaceae, Gigartinales), a species known to be present only in Brazil, but now reported from Australia, to establish its range of host specificity on some *Bostrychia* species isolated from Australia, Puerto Rico and Brazil is a pointer in this regard, which has given a new insight to the host/parasite association and distribution.

TABLE 1. SYNOPSIS OF THE PARASITIC RED ALGAE REPORTED CHRONOLOGICALLY FROM THE WIDER CARIBBEAN SEA.

| No. | Name of the taxon | Source |
|---|---|---|
| 1 | *Hypneocolax stellaris* BØRGESEN | BØRGESEN (1915-20) |
| 2 | *Gelidiocolax desikacharyi* GANESAN | GANESAN (1970) |
| 3 | *Meridiocolax narcissus* MORRILL | MORRILL (1976) |
| 4 | *Grateloupiocolax colombiana* SCHNETTER *et al.* | SCHNETTER *et al.* (1983) |
| 5 | *Gracilariophila gardneri* SETCHELL | LEMUS (1984) |
| 6 | *Champiocolax sarae* BULA-MEYER | BULA-MEYER (1985) |
| 7 | *Pterocladiophila hemisphaerica* FAN & PAPENFUSS | STEGENGA & VROMAN (1986) |
| 8 | *Gracilariophila oryzoides* SETCHELL & WILSON | RIOS (1987) |
| 9 | *Centrocerocolax ubatubensis* JOLY | This paper |

## ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank Dr. JOHN A. WEST, Dept. of Plant Biology, University of California, Berkeley, U.S.A. for reviewing and correcting the manuscript and for making helpful suggestions. We are also thankful to the Consejo de Investigación, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela for financial support to the second author

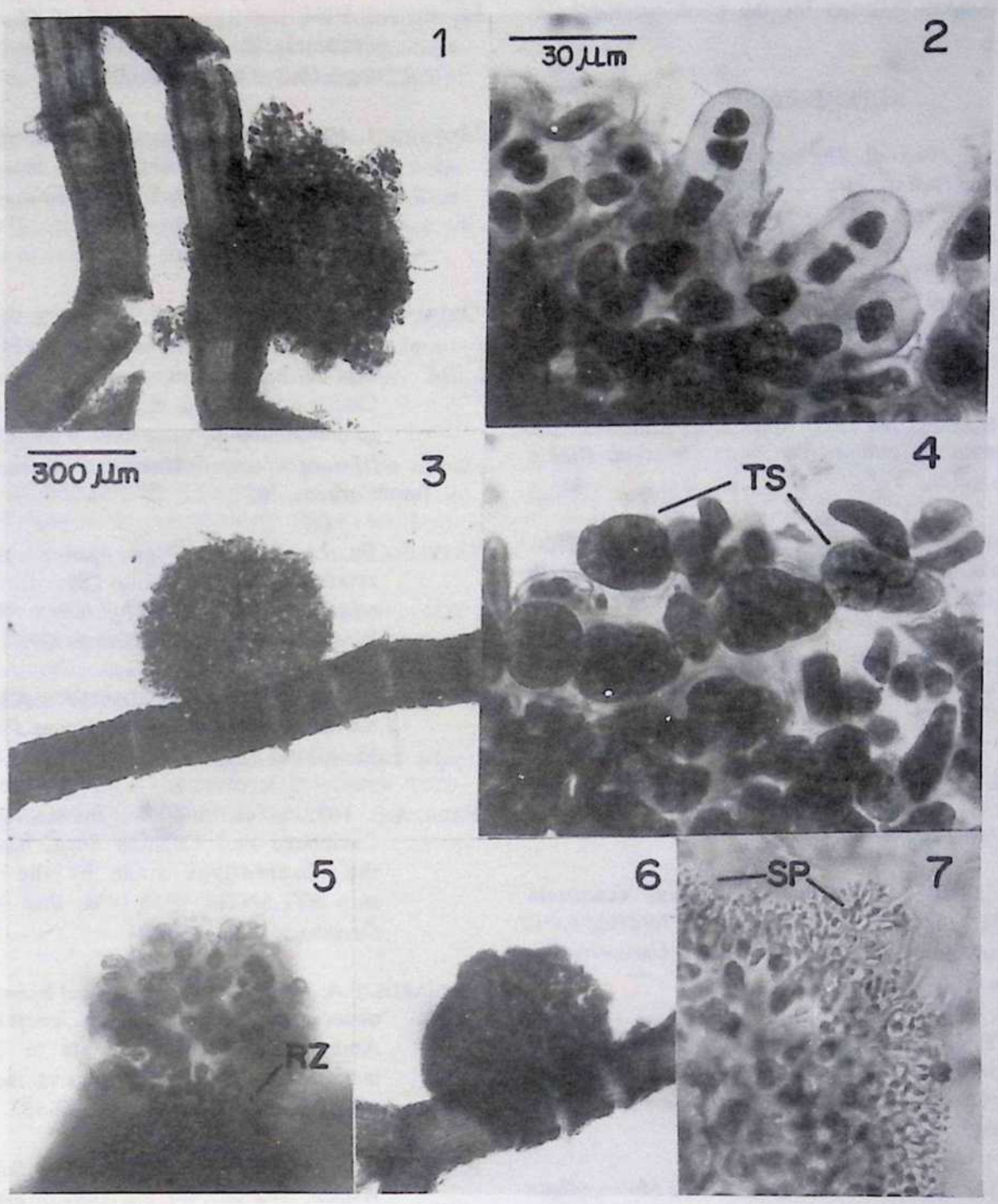



Fig. 1. Tetrasporophytic pustule attached to the host plant. Fig. 2. Marginal part of a pustule showing the uncompacted uniseriate nature of the vegetative filaments.Fig. 3. A female pustule. Fig. 4. Young and mature tetrasporangia in a squashed preparation. Fig. 5. A young pustule showing 3 basal rhizoids on the host surface. Fig. 6. A male pustule. Fig. 7. Marginal portion of a male pustule enlarged to show formation of spermatangia. Abbreviations for figures 4, 5 and 7: RZ = rhizoids: SP = spermatangia: TS = tetrasporangia. Scale in Fig. 1 is also applicable to Figs. 3 & 6. Scale in Fig. 2 is also applicable to Figs. 4, 5 & 7.

and to Mr. RAMÓN VARGAS for the photographic assistance.

## REFERENCES

BØRGESEN, F. 1915-20. *The marine algae of the Danish West Indies. vol. 2. Rhodophyceae, pp.* 2+ 1-504, figs. 1-435 + map, *Copenhagen.*

BULA-MEYER, G. 1986. *Champiocolax sarae* gen. *et* sp. nov., an adelphohemiparasite of the Champiaecae (*Rhodymeniales, Rhodophyta). Phycologia* 24 (4): 429-435.

CORDEIRO-MARINO, M. 1978. Rodoficeas bentónicas marinhas do estado do Santa Catarina. *Rickia* 7: 1-144.

DIAZ-PIFERRER, M. 1967. Efectos de las aguas de afloramiento en la flora marina de Venezuela. *Carib. J. Sci.* 7: 1-13.

DIAZ-PIFERRER, M. 1969. Distribution of the marine benthic flora of the Caribbean. *Carib. J. Sci.* 9:151-178.

FUKUOKA, J. 1965. Coastal upwelling near Venezuela (I). Year to year change of upwelling. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 4: 223-233.

FUKUOKA, J. 1966. Coastal upwelling near Venezuela (II). Certain periodicities of hydrographic conditions. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 5: 84-95.

GANESAN, E.K. 1970. A new species of *Gelidiocolax* Gardner (Choreocolacaceae, Rhodophyta) from the Caribbean Sea. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 9: 93-102.

GANESAN, E.K. 1990. *A Catalog of Benthic Marine Algae and Seagrasses of Venezuela.* Fondo Editorial, CONICIT, Caracas, 237 pp., 15 maps.

JOLY, A.B. 1964. Extensao de flora marinha tropical no sul do Brasil. *Bol. Inst. Biol. Mar.* (*Mar del Plata*). 7: 11- 15.

JOLY, A.B. 1965. *Centrocerocolax*, a new parasitic genus of the Rhodophyta. *Rickia* 2: 73-79.

LEMUS, A.J. 1984. Las algas marinas del Golfo de Paria, Venezuela II. Rhodophyta. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 23: 55-112.

MORRILL, J. 1976. Notes on parasitic Rhodomelaceace. III. *Meridiocolax narcissus.* a new red alga parasitic on *Polysiphonia ferulacea* Suhr. from the Florida Keys. *Proc. Acad. nat. Sci. Philad.*, 127: 233-248.

OKUDA, T., J. A. BENITEZ., J. M. SELLIER DE CIVRIEUX., J. FUKUOKA & B.G. GAMBOA 1974. Revisión de los datos oceanográficos en el mar Caribe suroriental, especialmente el margе continental de Venezuela. *Publ. Com. Org. III Conf. Naciones Unidas., Derecho del Mar, Caracas, 181 pp.*

OLIVEIRA FILHO, E.C. 1969. Algas Marinhas do sul do estado do Espirito Santo (Brasil). I - *Ceramiales. Bolm. Fac. Filos. Cienc. Univ. S. Pâulo,* no. 343 (bot. )no. 26: 1- 277.

OLIVEIRA FILHO, E.C. & Y. UGADIM. 1976. A survey of the marine algae of Atol das Rocas. *Phycologia* 15: 41-44.

PARR, A.E. 1937. A contribution to the hydrography of Caribbean and Cayman Seas, based upon the observations made by the research ship ATLANTIS 1933-1934. *Bull. Bingham Oceanogr. Coll.* 5: 1-110.

RICHARDS, F.A. 1960. Some chemical and hydrographical observations along the north coast of South America I. Cabo Tres Punta to Curaçao, including the Cariaco Trench and the Gulf of Cariaco. *Deep Sea Res.* 7: 163-182.

RIOS, N.R. 1987. *Gracilariophila oryzoides* Setchell *et* Wilson, una adicion a la flora de algas marinas de Venezuela. *Ernstia* 45: 16-18.

SCHNETTER, R., U. RICHTER., A. SCHESMER & G. BULA-MEYER. 1983. Lichtund elektronenmikroscopische Untersuchungen an *Grateloupiocolax colombiana* gen. *et* spec. nov. (Halymeniaceae, Rhodophyta). *Beitr. Biol. Pfl.* 58: 77-94.

STEGENGA, H. & M. VROMAN. 1986. *Pterocladiophila hemisphaerica* ( Rhodophyta, Cryptonemiales ) in the Caribbean. *Acta bot. neerl.* 35: 1-4.

TAYLOR, W.R. 1955. Marine algal flora of the Caribbean and its extension into neighbouring seas, pp. 259-270. In *Essays in the Natural Sciences in honor of Capain Allan Hancock*. xii +345 pp.,Univ. S. Calif. Press., L.A.,U.S.A.

TAYLOR, W.R. 1960. *Marine Algae of the Eastern Tropical and Subtropical Coasts of the Americas*. Univ. Mich. Press, Ann Arbor, MI., U.S.A., xi + 870 pp, 80 pls, 14 figs.

UGADIM, Y. 1976. Ceramiales (Rhodophyta) do litoral sul do Estado de Sâu Paulo e do litoral do Estado do Parana (Brasil). *Bolm. bot. Univ. S. Paulo* 4: 133-172.

WEST, J. A. & H.P. CALUMPONG. 1988. *Dawsoniocolax bostrychiae* ( Chreocolacaceae, Gigartinaes ) an alloparasitic red alga new to Australia. *Phycologia.* 27: 463-468.

WYNNE, M.J. 1986. A check-list of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic. *Can. J. Bot.* 64: 2239-2281.

Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela Univ. Oriente, 29 (1&2):11-25; 12 figs., 4 fotos.

# LA TRANSGRESION FLAMENCA Y LA EVOLUCION DE LA LAGUNA DE UNARE, VENEZUELA

PEDRO ROA MORALES

*Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias,*
*Apdo. 47058, Caracas 1041-A, Venezuela.*

RESUMEN: De acuerdo con los análisis sedimentológicos, la Laguna de Unare se formó durante el Holoceno, especialmente durante la Transgresión Flamenca de hace aproximadamente 5.000 años A.P. En sus alrededores se localizaron testimonios de la existencia de un antiguo delta representado por la formación de cantos rodados en una matriz de limo rojizo que descansan en forma discordante sobre una formación arcillo-limosa del Plioceno y que hoy forman colinas a unos 50 m sobre el nivel del mar a la altura de Clarines. Más hacia el Oeste se localizaron formaciones de "Stone Lines" o líneas de piedras, que señalan un clima seco que predominó muy posiblemente durante el Wisconsin o Wurm. En el sur de la laguna, una planicie la rodea donde se ha localizado paleosuelos de la transgresión Flamenca, cuyo nivel del mar llegó a 6-7 m. En calicatas abiertas en esa planicie de 2 a 4 m de profundidad se encontraron estratos en forma de paleosuelos de un fango negro rico en materia orgánica y en fósiles de *Crassostrea sp.* y el gastrópodo *Melongena melongena;* además de restos de erizos, madrépora y foraminíferos que muestran bien la invasión marina y los análisis de $C^{14}$ nos dió edades de 3.940 ± 60 y 2.170 ± 60 A.P. El estudio de los minerales pesados nos demostró igualmente la invasión marina con depósitos de minerales exclusivamente aportados por el mar, que son diferentes a los minerales traídos desde el continente y que recubrieron a los de origen marino. Otro fenómeno que se observó para el presente estudio es el aumento del nivel marino reflejado especialmente hacia el pueblo de la Cerca, donde el mar destruye el manglar que había crecido en el interior de la laguna y hace retroceder hacia el continente la barra litoral.

ABSTRACT: Sedimentological evidence shows that the costal Unare Lagoon was formed in Holocene, during the Flamenca Transgression, approximaty 5000 years BP. Testimonies of a former delta of Unare river were found on lagoon surroundings, a formation of rounded stones in reddish lime matriz, that discordanty lies on a siltyclay formation from Pliocene, currently forming hills of about 50 m above sea level near Clarines Town. Towards west, close to Boca de Uchire town, formations of Stone Lines were found. Southern side is surrounded by plains, in which paleosoils from Flamenca Transgression that reached 6-7 m above sea level were found. In 2-4 m depth excavation opened on these plains, paleosoils strata of rich in organic matter black mud, with fossils of *Crassotrea sp.* and gastropod *Malogena malogena* rest of urchins, coral and foraminifers were observed, evidence of an early marine invasion with $C^{14}$ data analysis ages of 3940 40 A.P. and 2170 60 A.P. Heavy mineral deposition carried on exclusively by the sea are covered by mineral deposition of continental origin. Currently sea level rise was observed near La Cerca town, where the litoral bar is moving towards the continent, reducing Lagoon surface and destroying exposed mangrove forests, formerly located in inner side of the sandy bar.

## INTRODUCCION

Los estudios geológicos, físicos, químicos y biológicos de las lagunas litorales tropicales han cobrado cada vez más importancia, por la riqueza de sus sedimentos y aguas en materia orgánica y nutrientes que permite sostener ecosistemas de alta productividad, la fauna asociada a estas lagunas contienen recursos pesqueros tales como el lebranche, la lisa y el camarón aprovechadas hasta ahora artesanalmente, cuya potenciabilidad a través de la instrumentación de la acuicultura requiere conocimientos detallados de estos ecosistemas.

El aprovechamiento irracional de estas lagunas desde el punto de vista pesquero y turístico sin la planificación basada en el conocimiento científico puede poner en riesgo estos delicados y frágiles ambientes.

En este trabajo se presentan los resultados de la investigación en la evolución del delta del río Unare en el Plistoceno y en el Holoceno, consideraciones sobre el origen de la laguna y especialmente relacionadas con la transgresion llamada Flamenca que sucedió hace 5.000 B.P.. Los Fósiles y la mineralogía de esa transgresión y las dataciones al $C^{14}$ logradas en los paleosuelos de origen lagunar. Igual-

mente se señalan testimonios actuales del aumento del nivel del mar en la barra de la laguna.

Se aspira continuar investigando la extensión que logró esa transgresión, que ayudaría a explicar el origen de las otras lagunas litorales y las terrazas marinas donde actualmente se sitúan los puertos y poblados junto al mar Caribe.

La laguna está situada en la región Nor-Oriental en el Estado Anzoátegui entre los 8° 44 ' 00 " y 10° 06' 27 " de latitud Norte y 65° 12 '49 " y 65° 75 '40 " de longitud Oeste. Se extiende de Este a Oeste a lo largo del litoral; tiene una longitud de 22 Km y un ancho de 6 Km, durante la época de lluvias. La flecha litoral arenosa que separa del mar tiene un ancho que varía de 300 a 600 m'; tuvo dos bocas que la comunicaban con el mar, la llamada "La Boca Mora" y "La Boca Nueva", hoy

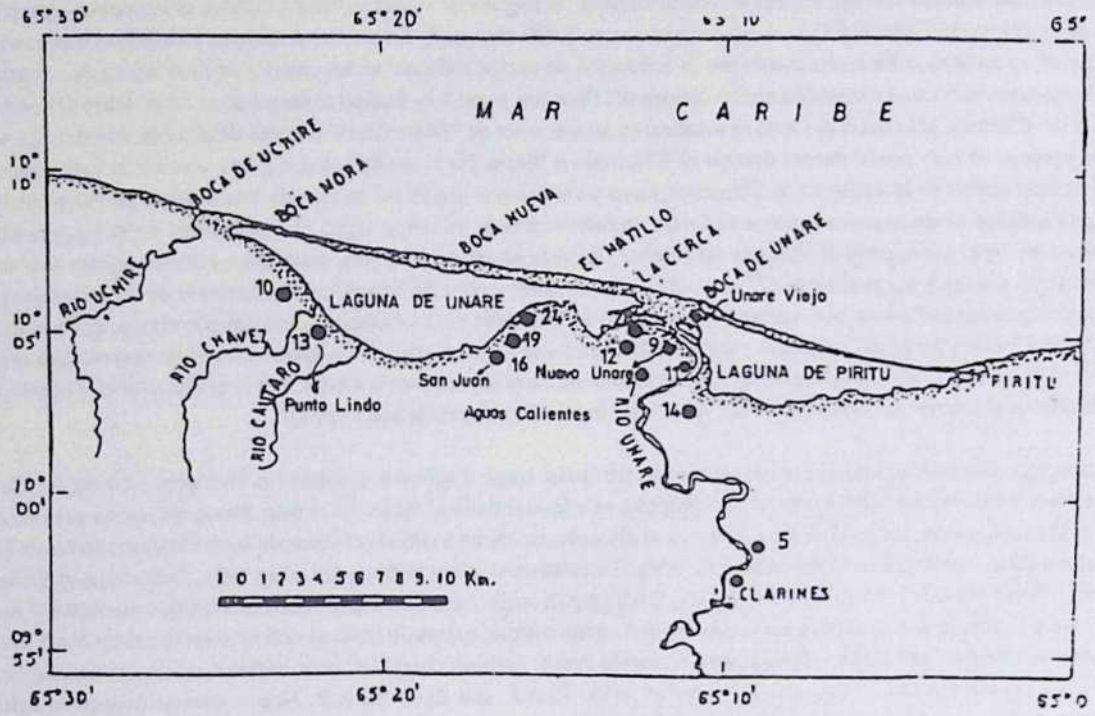



Fig. 1. Mapa general de la Laguna de Unare. Localización de Calicatas.

## CARACTERISTICAS GENERALES DE LA LAGUNA DE UNARE

Existen varias definiciones sobre lagunas litorales. Una de la más adaptadas a nuestro caso, es la dada por REINECK y SINGH (1975) "Las lagunas costeras son cuerpos de aguas someras paralelas a la línea costera y comunicadas con el mar por una barra de arena o islas de barreras".

LASSERRE (1979) las define así: " Las lagunas costeras son sectores costeros pocos profundos comprendidos entre la tierra firme y un cordón litoral, generalmente con pasos estrechos". La presencia de un cordón litoral distingue una laguna de un estuario. Unare se adapta muy bien a esas definiciones.

cerradas definitivamente por la sedimentación arenosa aportada por la corriente litoral y por la construcción de la carretera que comunica Boca de Uchire con el pueblo El Hatillo (Fig. 1).

Actualmente la laguna se comunica con el mar por intermedio de un canal que lo une con la desembocadura del río Unare, lo cual a su vez en épocas de sequía, está también cerrada al mar debido al mismo fenómeno del gran aporte arenoso del mar y sólo se abre esa comunicación cuando el río crece en la época de las lluvias.

La laguna además del aporte del Unare a través del canal mencionado recibe de la de otras dos quebradas intermitentes y muy excepcionalmente cuando hay, el desbordamiento del río Uchire al Oeste. Por el Sur colinda

con una planicie, que como veremos después, estuvo ocupada por el agua de la laguna; destrás de esta planicie se levanta una serie de colinas relativamente bajas siendo la máxima altura la que corresponde al cerro el Morro de 600 m.

La laguna hasta el año 1964 era sometida a los rigores de la estacionalidad climática originando grandes problemas ecológicos y humanos. En la época de sequía la salinidad aumentaba e iba de 5 a 90% (OKUDA, 1964) originándose una mortandad casi total de los peces y sometiendo a los pescadores a sufrir penurias económicas que derivaban su sustento de la actividad pesquera.

un problema socio-económico de los pescadores de la región, originado por la mortandad catastrófica de las poblaciones de peces y crustáceos durante la sequía.

Según dichos estudios se recomendó como solución al problema, represar el río Unare con el fin de poder surtir de agua dulce a la laguna durante los períodos de sequía, quedando así eliminados el régimen intermitente del río como a los sedimentos que le son aportados.

El proyecto del M.O.P. consistió en el represamiento de los afluentes del río Unare que presentan en su cuenca que tiene una superficie de 22.000 $Km^2$ y entre los cuales

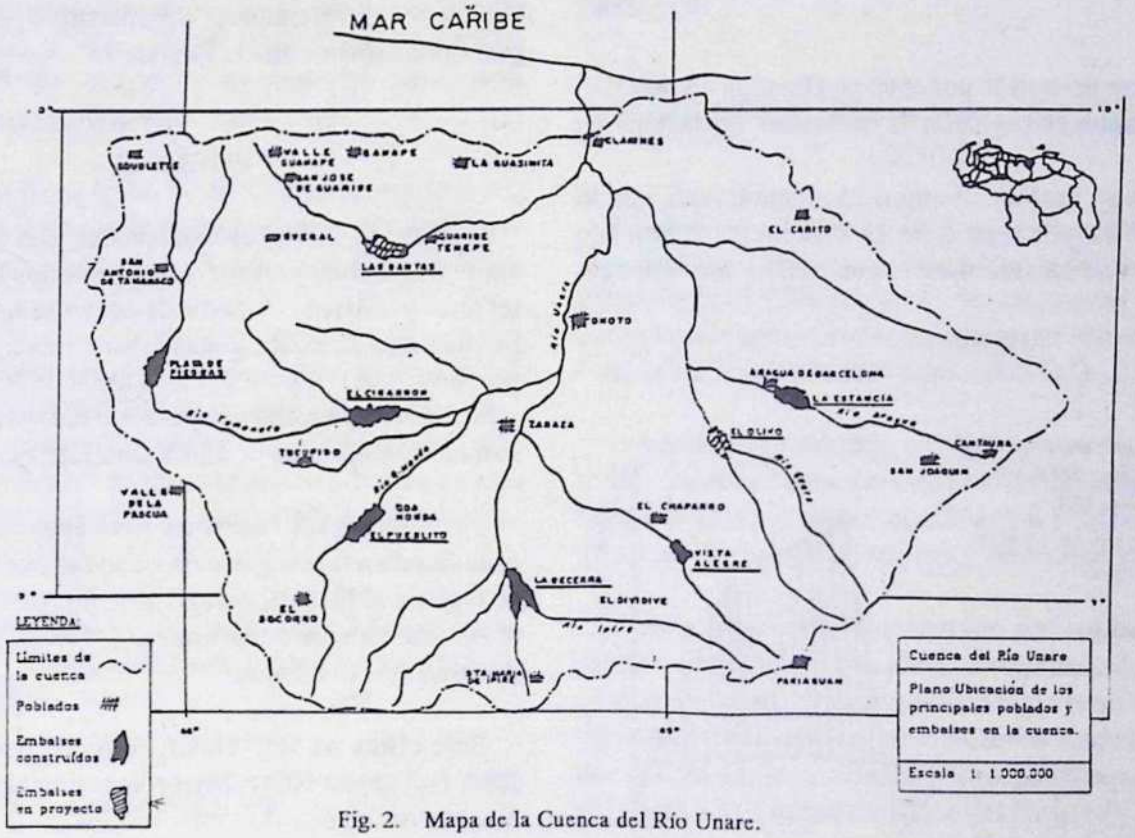



Fig. 2. Mapa de la Cuenca del Río Unare.

Con motivo de la gran mortandad de peces provocada por la prolongada sequía en 1959, el Ministerio de Obras Públicas (MOP) contrató en 1960 con el Instituto Oceanográfico de la Universidad de Oriente, realizar un estudio multidiciplinario del ecosistema y los resultados se publicaron en un informe técnico de ese Ministerio titulado: "Contribución al Estudio de la Laguna de Unare" (1964). La investigación estuvo dirigida principalmente a resolver

podemos mencionar al río Tamanaco, Ipire, Guaribe, Guere, Quebrada Honda y las presas se han construido en los ríos afluyentes y confluyentes como la de Playa de piedra sobre el río Tamanaco, La Estancia sobre el río Aragua, La Becerra sobre el río Ipire, Santa Clara sobre el Guaribote, Tabillal sobre la quebrada Jabillal, El Cigarrón en el Tucupido y Tamanaco, Guacamayal sobre el río Guanape, entre otras (Fig. 2). Las presas han servido para los fines agro-

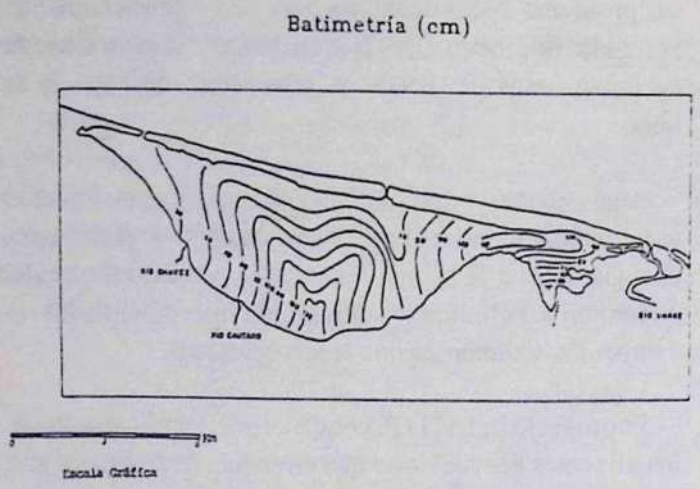



Fig. 3. Mapa batimétrico de la Laguna.

pecuarios y han permitido poner en producción 48.000 Ha. Hay para mantener regulada la salinidad de la laguna.

La laguna se comunica como ya se mencionó, con la desembocadura por medio de un canal natural llamado Caño Norte, que ha sido dragado artificialmente para garantizar el suministro permanente de agua a lo largo del año. Se encontró que la profundidad promedio de la laguna es aproximadamente de 0,70 m (Fig. 3).

Como veremos después más detalladamente, el interior de la laguna se caracteriza por poseer un fondo limo-arcilloso, cuyo bentos es muy pobre y donde el organismo más abundante es el gastrópodo Prosobranchia del género *Bittium (Brachybittium)* de la familia Cerithiidae, de distribución amplia (MARTÍNEZ, 1964).

Es en esta laguna donde se presenta esta especie de invertebrados con mayor densidad poblacional según se ha reportado y forma parte de la dieta de lisas, mojarras, bagres y lebranches cuya abundancia de tales peces posiblemente esté determinada por la enorme presencia de este gastrópodo (MARTÍNEZ, 1964).

## EL CLIMA

El régimen fluvial es monomodal. Con un período seco entre Diciembre y Abril y precipitaciones mínimas en febrero y Marzo. A partir de Mayo se inicia el período lluvioso que se extiende hasta Noviembre, durante el cual precipita más del 80% del total anual de 703,2 mm siendo julio, agosto y septiembre los meses de mayores precipitaciones, con máximo de 126,1 mm (Fig. 4).

La evaporación tiene un total anual de 2090,0 mm excediendo a la precipitación en un factor de 3. su máximo se registra al final del período seco (mayo: 216 mm) y baja al mínimo en agosto-septiembre (149 mm), para un promedio anual de 174,2 mm.

Este clima ha sido clasificado como semi-árido tipo BSA (w) según KOPPEN y seco cálido tipo DdA, según THORNTHWAITE.

El régimen de vientos está influenciado por los Alisios, con componentes dominantes de dirección NE entre noviembre y abril y por masas de aire ecuatorial durante el resto del año.

CLIMADIAGRAMA

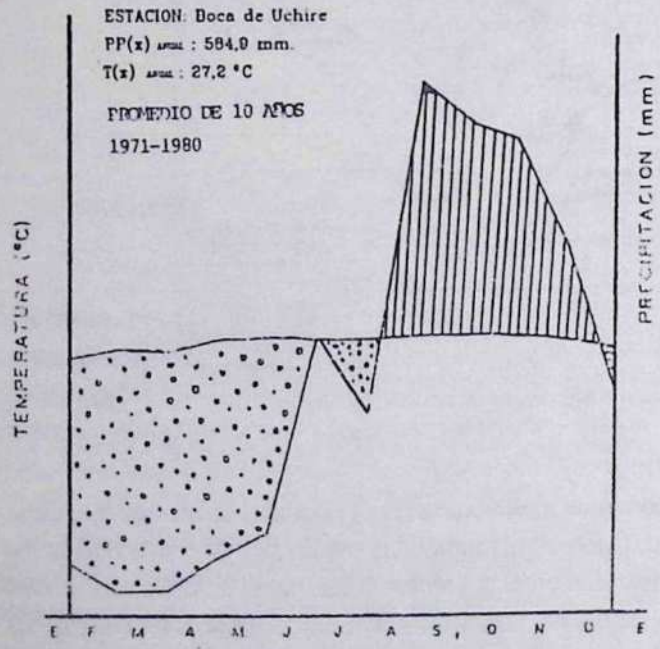



Fig. 4. Gráfico del climadiagrama, según Walter, de Boca de Uchire (1971-1980). El área punteada abarca la estación seca (enero-agosto) y el área con barras verticales representa la estación lluviosa con su exceso en Septiembre.

## CONDICIONES HIDROLOGICAS

El río Unare, que constituye el principal aporte fluvial

de la laguna, presenta una evolución anual de la escorrentía completamente independiente del régimen de precipitación monomodal descrito, en exceso en junio, julio y agosto cuando sobrepasa los 100 $m^3$/seg y puede alcanzar hasta 400 $m^3$/seg.

Este río nace al Oeste de la población de Pariaguán en la Laguna de los chicos, a 252 m.s.n.m. Sus aguas recorren una distancia de 258 Km en dirección SE-NO, generando una cuenca de unos 22.000 $Km^2$ que comprende numerosos afluentes, entre los cuales destacan los ríos Tamanaco, Aragua, Ipire, Guere, Guaribe, Quebrada Honda y Guanape (Fig. 2).

El Unare corresponde a un río de llanura. Antes de llegar a su desembocadura atraviesa las estribaciones montañosas bajas de la Serranía del interior, luego formó un delta caracterizado por un elevado camellón que cruza el cauce para llegar finalmente al mar Caribe.

En su tramo final, el cauce del Unare se mantiene con agua casi todo el año, pero en la época de sequía la boca se interrumpe por la formación de una barra de arena litoral que lo represa.

Todos los cursos de agua de la cuenca tienen un régimen intermitente, llevando agua en el período comprendido entre Mayo y Noviembre que corresponde a la época de lluvia; en el resto del año los causes permanecen secos, a excepción del bajo Unare, cerca de la desembocadura.

El delta que se forma actualmente tiene 3 Km de ancho y 8 Km de largo y ambos lados se encuentran las albuferas de Unare y Píritu.

## METODOLOGIA

Para el trabajo de campo hemos abierto calicatas manualmente de 1 $m^2$ en la superficie hasta una profundidad que dependía de la presencia del nivel freático donde se suspendía la excavación. Se medía el espesor de los estratos y se recogían las muestras directamente que se guardaban en bolsas plásticas, teniendo el cuidado de no mezclar los materiales. Así mismo se usó un barreno manual de 5 cm de ancho por 15 cm de largo que se usó para tomar las muestras superficiales de 0 a 20 cm aproximadamente. Particular atención merecieron los estratos donde aparecían los paleosuelos lagunares que demostraban la existencia de antiguos fondos de la misma y de los cuales fueron extraídas más muestras que sirvieron para los análisis de la fauna y del $C^{14}$.

En el laboratorio las muestras fueron sometidas a los análisis macro y microgranulométricos, a los estudios petrográficos a la lupa binocular y estudios mineralógicos en especial de los minerales pesados al microscopio polarizante. La fauna fósil en especial los moluscos fue estudiada taxonómicamente con la ayuda de especialista.

Los análisis del $C^{14}$ fueron realizados en el Laboratorio Centrum voor Isotopen Onolerzoek de la Universidad de Groningen.

## CONSIDERACIONES SOBRE EL DELTA DEL UNARE

El río Unare forma un Delta que ha estado sometido a vicisitudes tectónicas, es decir, que el Delta que se había formado en el Plioceno y en Pleistoceno inferior (Q4) fue sometido al realzamiento que en general sufrió toda la parte oriental en el Pleistoceno medio (Q3-Q2).

Geomorfológicamente se distingue tres partes en el Delta: El Alto Delta, con un paisaje de colinas. El Delta Medio de planicie de poca inclinación y el Delta Bajo, casi plano con presencia de cauces y meandros abandonados.

El Alta Delta está representado por colinas arcillosas-limosas que alcanzan una altura aproximada de 50 m, sobre el nivel del mar, en forma discordante estas colinas están coronadas por un manto de Cantos Rodados dentro de una matriz de limo, ricos en hierro, de color rojo y que son similares a la formación Mesa del Guárico y Anzoátegui.

Se corresponden estos cantos según nuestra apreciación al inicio del Pleistoceno (Q4).

Las colinas se ven interrumpidas al Norte, por la cadena del sistema de la costa formada de calizas del Cretáceos, llamada allí como de "El Morro", de una altura máxima de 600 m.

El río se ha visto obligado ha abrirse paso hacia el mar

por una garganta para luego formar un gran abanico en el Pleistoceno Superior y del Holoceno se presenta en una superficie baja y de pendientes muy suaves, que llega hasta el mar (Fig. 5).

El Alto Delta del Plioceno está formado por arcilla y limo de color amarillo pero que se intercambian con estratos de arcillas de color rojo donde se encuentran placas de evaporitas (yeso) y fósiles de ostrácodos. Esto nos demuestra que el río desembocaba a nivel de Clarines en una bahía en aguas de tipo estuarino.




Fig. 5. Mapa en el curso inferior de Unare. A 3 km hacia el norte de Clarines se señalan las colinas que figuran en la Fig. 6, y se localizan las Calicatas U-26; U-9; U-8; U-5.

La figura 6 representa un dibujo de las colinas del Plioceno situada al norte de Clarines erosionadas y recubiertas por los cantos mesa que también han sido erosionados y sólo quedan relictos pocos profundos.

El cambio climático que se presentó al inicio del Pleistoceno, primero seco durante la primera glaciación y después muy húmedo al pasar a la primera desglaciación originó una gran lluviosidad, se depositaron en toda esta región del Oriente de Venezuela los sedimentos gruesos que por correlación se le ha fijado la misma edad de la formación Mesa de Guárico y Anzoátegui (ROA, 1981; SCHUBERT, 1988).

La medición que se hizo en los cantos, del largo, ancho y espesor de cada uno y el hecho de no presentar ninguna estratificación, revela que el depósito se hizo de una sola vez, sin solución de continuidad.

Se utilizó un análisis de agrupamiento de casos, usando el método centroide; la distancia Euclidiana como medida de dismilaridad y las variables largo, ancho y espesor de los cantos rodados.

Se observó un solo agrupamiento (solo dos casos no incluían a este agrupamiento) lo que indica que el material está heterogeneámente diseminado en el lugar (Fig. 7).

Como un fenómeno parecido lo encontamos en la desembocadura del río Manzanares en Cumaná (Edo. Sucre), cuyas formaciones Délticas, de cantos bien rodados y en matriz limosa rojisa se presentan actualmente realzados hasta alturas de unos 20 a 30 m.

Como un hecho que confirmaría el período seco, seguido después de un período húmedo, lluvioso, lo encontramos en Boca de Uchire, vía el Caserío El Guapo en el Edo. Miranda donde se presenta un estrato formado por una arcilla-limo blanco mate entre la formación de cantos y limos rojizos infrayecentes del Pleistoceno inferior y otra formación limosa rojiza superficial del Holoceno.

En base discordante de ese estrato una línea de cantos rodados "Stone Line" (Foto Nº 1) que generalmente se ha considerado como testimonio de un clima seco, casos que se han encontrado también en Amazonas (Brazil) (AB' SABER, 1972).

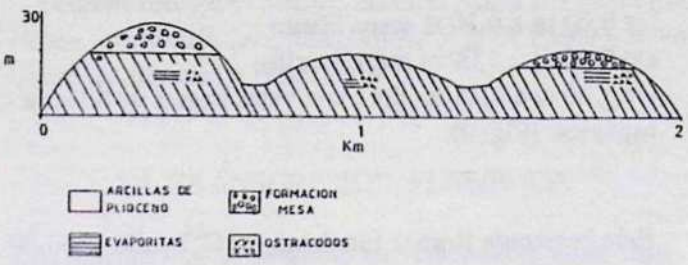



Fig. 6. Dibujo de las colinas del Plioceno, al norte de Clarines.

Fig. 6. Dibujo de las colinas del Plioceno, al norte de Clarines.

Al pasar la montaña Cretácea al Norte, se nos presenta el Delta Medio, en un glacis de explayamiento cuya superficie es ligeramente inclinada con pendiente media de 2,5 y 3%.

Se presentan aún meandros abandonados y forman lagunas como la de Sorosoro en el margen derecho, hacia la laguna de Píritu. Los materiales aquí son finos limo-arcillosos de color amarillento (Fig. 5).

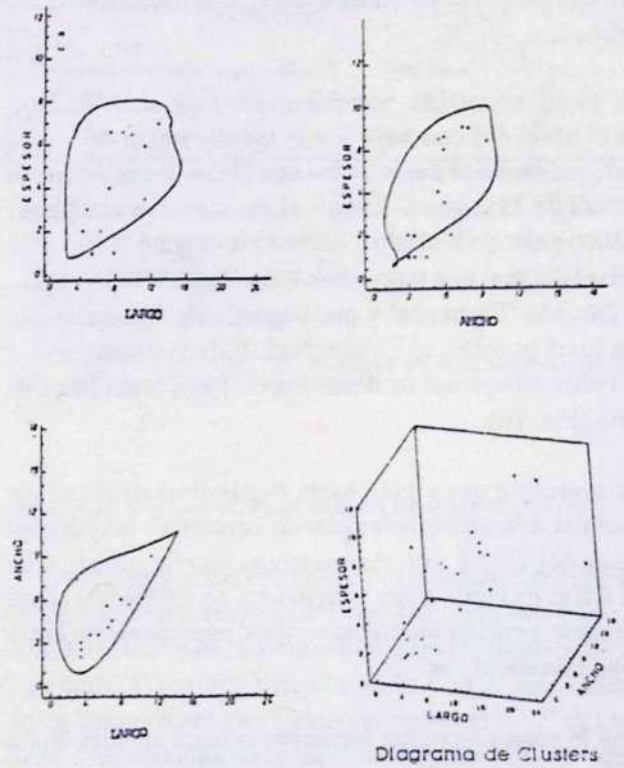



Fig. 7. Análisis de agrupamiento de casos, método centroide en los cantos encontrados.

Ya hacia el limite Norte, donde comienza el bajo delta los materiales son arenosos. Cerca de Unare viejo, caserío abandonado a causa de las inundaciones, se hizo una calicata que llegó hasta 1,23 m de profundidad, y no se pudo continuar debido a la presencia del nivel freático y en todos los horizontes aparece solo arena y únicamente en la parte superior de 0,00 m a 0,40 m en una arena limosa ( Fig. 8, calicata $C^{14}$ ).

Del lado izquierdo del río Unare a partir del pie de monte de la cordillera Cretácea (en la Fig. 5 aparece la Pedrera), el glacis se amplia y suavemente desciende hasta



FOTO 1.- La línea de cantos (Stone Lines) testimonio de clima seco localizada entre Boca de Uchire y El Guapo

de Pto. Unare.

Hemos constatado, que el límite entre el Delta medio y el Bajo se deduce del hecho de presentarse los sedimentos en el Delta bajo más arenoso-limoso, que en el Medio que es más arcilloso.

En este Bajo Delta se presenta la planice aluvial de desborde. En la parte del Este, hacia la laguna de Píritu se presenta varios caños naturales que han llevado agua del río a la laguna, cuando el río crecía como caño Camarones y caños Canga.

El caño Camarones ha sido dragado para asegurar la

corriente de agua, ya que habría sido interrumpido por la sedimentación. Lo mismo sucede en la parte Occidental hacia el pueblo de la Cerca, donde se presenta el caño llamado principal que luego se divide en Caño Sur y Caño Norte y este último ha sido dragado para asegurar el surtimiento de agua dulce a la laguna de Unare.

Cuando se cerraron las bocas que habían en la barra de arena natural, este caño ha servido como única comunica-

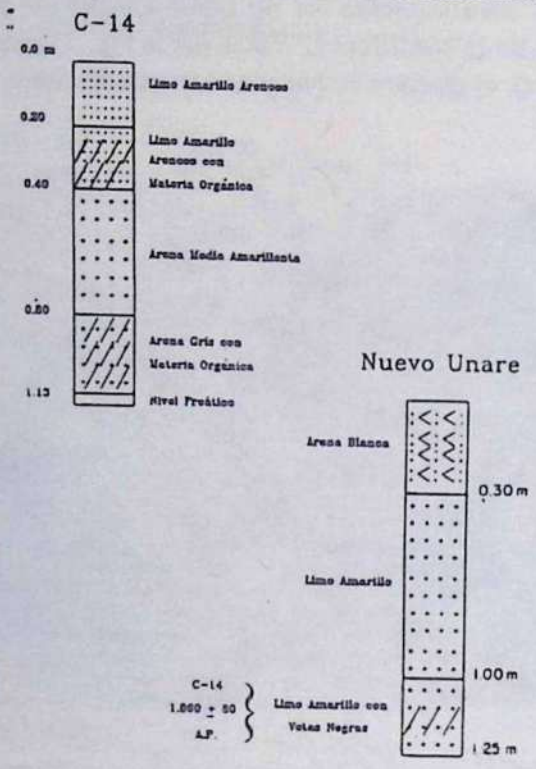



Fig. 8. Gráfica de la Calicata marcada C14.
Fig. 9. Gráfica de la Calicata Nuevo Unare.

Fig. 8. Gráfica de la Calicata marcada C14.
Fig. 9. Gráfica de la Calicata Nuevo Unare.

ción de la laguna con el mar, cuando en época de lluvias, el río aumenta su caudal y rompe la barra de arena que se forman en su desembocadura durante el período de sequía.

Esta comunicación ha tenido una gran importancia porque a través del caño se ha establecido la migración de larvas, peces demersales, como el lebranche, la lisa y los camarones. En la calicata abierta en el Nuevo Unare como a 2 Km al Oeste del pueblo llegó hasta 1,25 m de profundidad, cuando aparece el agua nos dió lo siguiente:

De 0,00 m a 0,30 m arena blanca.
De 0,30 m a 1,00 m limo amarillo.
De 1,00 m a 1,25 m limo con vetas negras de materia orgánica (Fig. 9).

Este horizonte limoso fue datado al $C^{14}$ y dió 1860-80 años A.P. lo cual demuestra bien la evolución de esta llanura de la cual se mencionará más adelante.

## CONSIDERACIONES SOBRE LA EVOLUCION GEOLOGICA DE LA LAGUNA

Al igual que las lagunas de Píritu y Tacarigua geomorfológicamente pertenece a la cuenca sedimentaria Tuy-Caribe. Por el Sur limita con la cordillera del interior representada aquí por la montaña de El Morro de Cretáceo y por una serie de colinas formadas por lutitas y areniscas de ambiente marino o deltaico de Mioceno que representan a las formaciones Vidoño, Guárico, Quebradón y Naricual con fluctuaciones o intervalos frecuentes continentales (base de la formación Quiamare) y edades que varían desde el Mioceno Inferior al Medio (GONZÁLEZ DE JUANA *et al*, 1980).

Se tiene entendido que durante la regresión Wisconsiana el nivel del mar bajó por lo menos 100 m de la cota actual quedando al descubierto una planicie que ocuparía la actual de la laguna. Luego al presentarse al cambio climático pasando a cálido y húmedo se originó el aumento del nivel del mar que trajo como consecuencia la Transgresión llamada "Flamenca" y que llegó el nivel generalmente hasta los 5 m sobre el nivel actual. Existió entonces una gran bahía comprendida desde Puerto Píritu hasta Boca de Uchire (Fig. 10).

La regresión que siguió hasta llegar al nivel actual fue dejando al descubierto planicies de pendientes muy suaves (menos del 1%) y que tiene extensiones importantes de hasta 8 Km de Norte a Sur, desprovista de vegetación o con vegetación xerófila en algunos sitios, especialmente hacia la zona situada al Sur.

Con la regresión se fue formando la barra arenosa litoral con el aporte de sedimentos de la corriente marina que viene del Este (Corriente de Guayana) el del río Unare, que cerró la bahía formando una gran laguna.

Posteriormente el avance hacia el Norte del Delta del Unare, la dividió individulizándose la de Píritu y la de Unare en el reciente Holoceno.

## LA TRANSGRESION FLAMENCA

Esta transgresión se presentó universalmente y fue estudiada por primera vez en Holanda y de ahí el origen de su nombre. Luego se localizó igualmente al Norte de Francia y Bélgica donde le dieron el nombre de FLANDRIEN, pero el de FLAMECA se aceptó mundialmente.

Esta transgresión originada por un movimiento eustático que presentó después del cambio climático hace unos 10.000 años, cuando terminó el período frío de Wisconsin y se entró al período actual u Holoceno y con el aumento de la temperatura en el planeta. Subió el nivel del mar y llegó a su máximo, hace unos 5.000 años A.P. y alcanzó un promedio de altura mundial de unos 5 m sobre el nivel actual del mar (Fig. 10).

Ahora bien, en los limites Sur de la laguna se presenta en algunos sitios hasta unos 6-7 m de altura, tal y como se observa en una pequeña colina cercana del Caserío San Juan por donde pasa actualmente la autopista de Oriente en construcción, donde se localizó un estrato superior de un limo rico en fósiles con ostras, erizos y restos de Madréporas.

Hemos hechos varias calicatas en la planicie límites con el pie de Monte en el Sur y abierta una en la parte baja limite con la colina anterior cercano al caserío San Juan (Fig. 11) y dió el siguiente resultado:

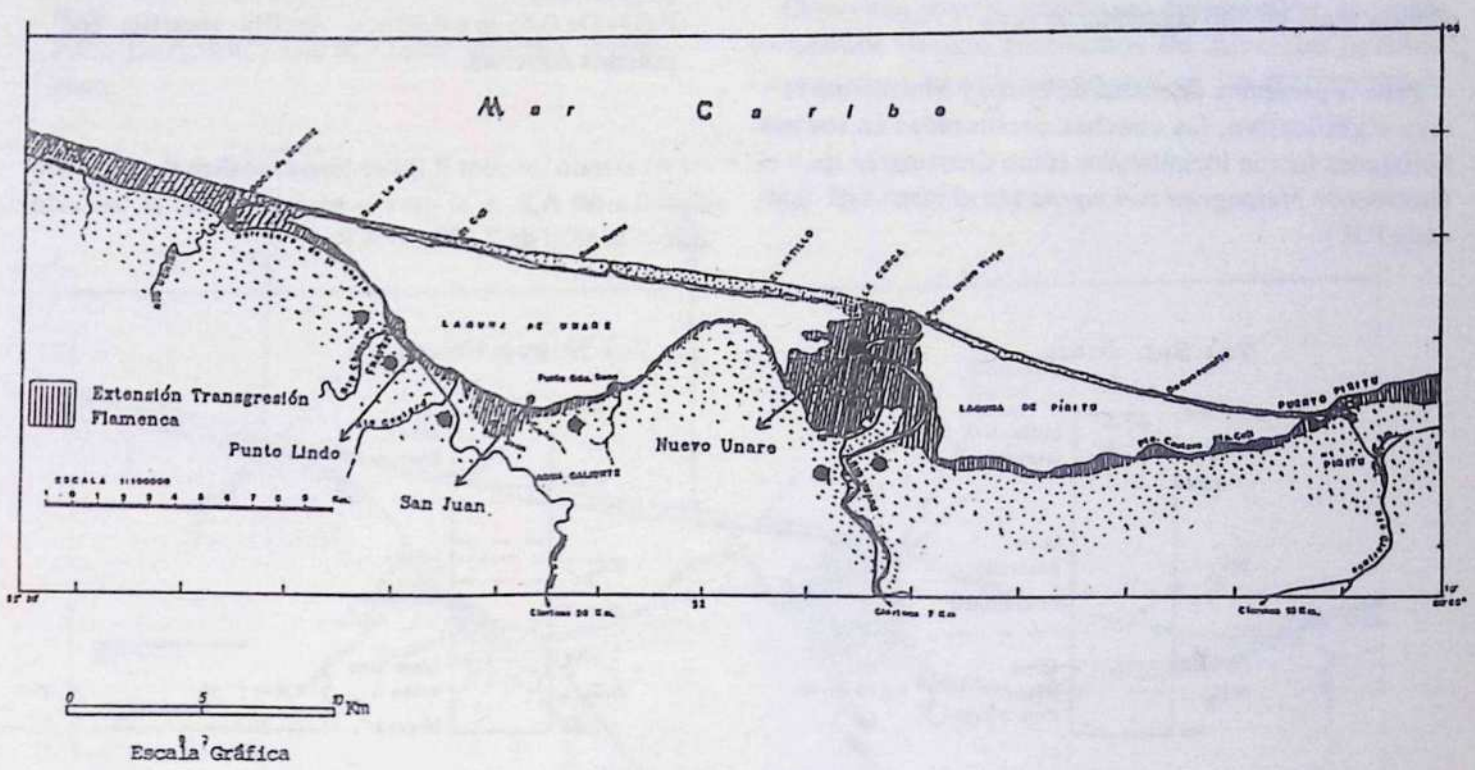



Fig. 10. Extensión de la Transgresión Flamenca. Se señalan los sitios con paleosuelos datados al C14.

La profundidad total fue de 1,80 m.

P.D1- De 0,00 m a 0,50 m = Limo marrón oscuro con resto de conchas de ostras.

P.D2- De 0,50 m a 1,00 m = Limo amarillo con muchas conchas.

PD3- De 1,00 m a 1,80 m = Arcilla-limosa con muchas conchas, pero hay ostrácodos, foraminíferos

bentónicos *Globigerinas* (Fig. 11).

Al estrato de 1,00 a 1,80 m se le ha hecho el análisis de $C^{14}$ y dió 4,340 ± 40 A.P. De las dataciones hechas, ésta fue la más antigua, sin embargo en esta misma calicata se introdujo un barreno manual 12 cm más abajo y apareció una arena gris con mucha agua y se presentan igualmente las conchas de ostras y melongénas pero en mayor cantidad que en las anteriores, con muchos ostrácodos, restos de erizos, restos de Madréporas y foraminíferos. Este estrato no se analizó con $C^{14}$ porque fue sacado con el barreno, cuya muestra se contaminaba con los estratos superiores y además tenía un alto contenido de agua.

Pero la presencia de restos de erizos y Madréporas es muy significativo, las conchas encontradas en los tres horizontes fueron identificados como *Crassostrea sp.* y el Gastrópodo *Melongena melongena* (en el mapa está marcada P.H.).

Un poco más al Oeste entre las quebradas Cántaros y Chávez, se abrió otra calicata en un peque;o valle que penetraba hacia la colina, hoy en día interrumpidos por la carretera que va hacia Oriente por un relleno para el paso de la misma.

Se llama el sitio "Punto Lindo", (Fig. 11) aquí encontramos los siguientes horizontes:

P.B1- De 0,00 m a 0,30 m = Arena blanca mate.
P.B2- De 0,30 m a 0,65 m = Limo negro con cochas (Paleosuelo).
P.B3- De 0,65 m a 0,80 m = Arcilla amarilla con muchas conchas.

Al estrato inferior P.B4 se hizo el análisis de $C^{14}$ y dió 3,940 ± 60 A.P. y el estrato superior P.B2, la datación arrojó la edad de 2,170 60 A.P.

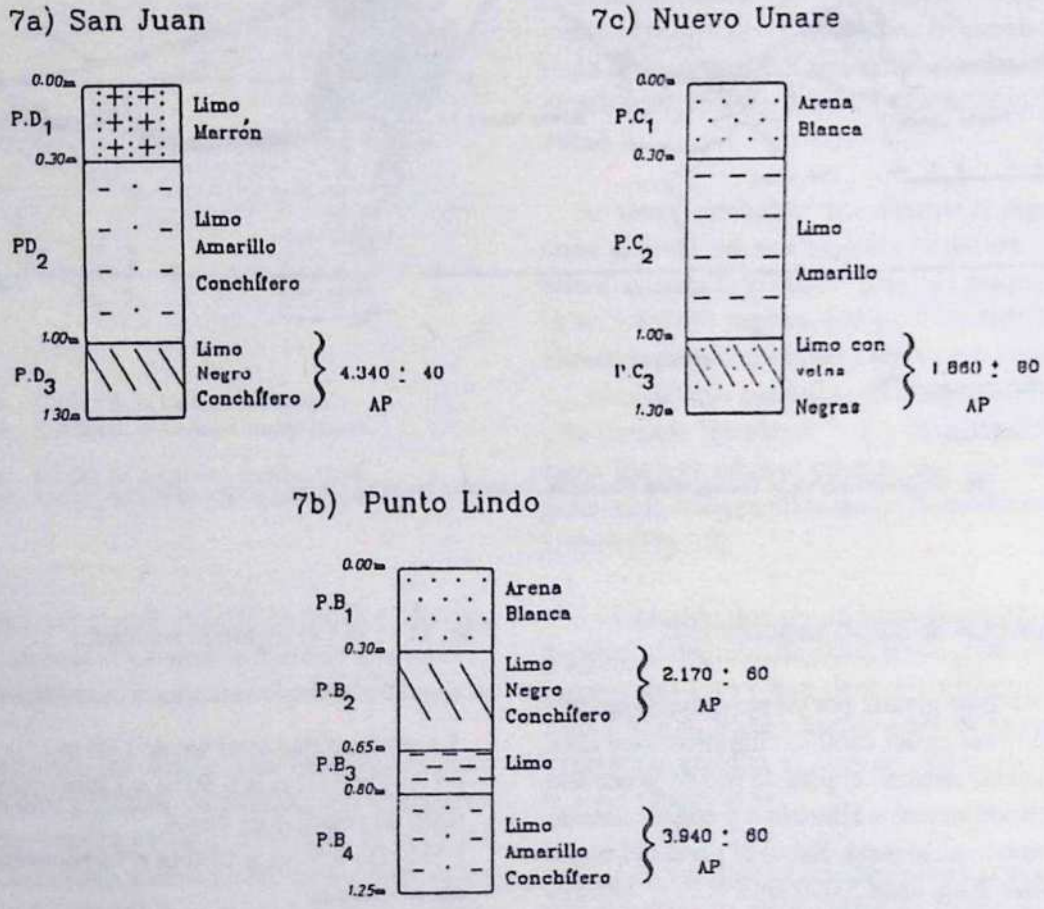



Fig. 11. Estratigrafía de las Calicatas San Juan, Punto Lindo y Nuevo Unare con indicación de las edades logradas con los análisis al C14.

Estas dataciones junto con la recolección de los fósiles muestran la presencia de la Transgresión y aparecen además poliquetos de origen marino. Entre 0,65 y 0,80 m el sedimento limoso está sin conchas y esto sugiere que la transgresión todavía se hacía presente hacia los 2.170 años A.P.. En el gráfico señalado como P. B. (Fig. 11).

Más al norte de la planicie Holocénica hacia el pueblo de Nuevo Unare a unos 2 Km al Oeste y en un bosque xerófilo otra calicata nos dió lo siguiente:

P.C1- De 0,00 m a 0,30 m = Arena limosa blanco mate.
P.C2- De 0,30 m a 1,00 m = Limo amarillo marrón claro.
P.C3- De 1,00 m a 1,25 m ) Limo arcilloso con vetas negras de materia orgánica.

A esta vetas negras a profundidad de 1,20 m, también se dataron al $C^{14}$ y dieron la edad de 1.860 ± 80 A.P.. Esta datación posiblemente da a entender el retiro del mar a ese nivel de Nuevo Unare, el mar iba en regresión (Fig. 11).

## LOS MINERALES PESADOS Y LA TRANSGRESION

Como una prueba más de esa transgresión, la hemos encontrado cuando analizamos los minerales pesados. En efecto se ha encontrado que en los sedimentos de

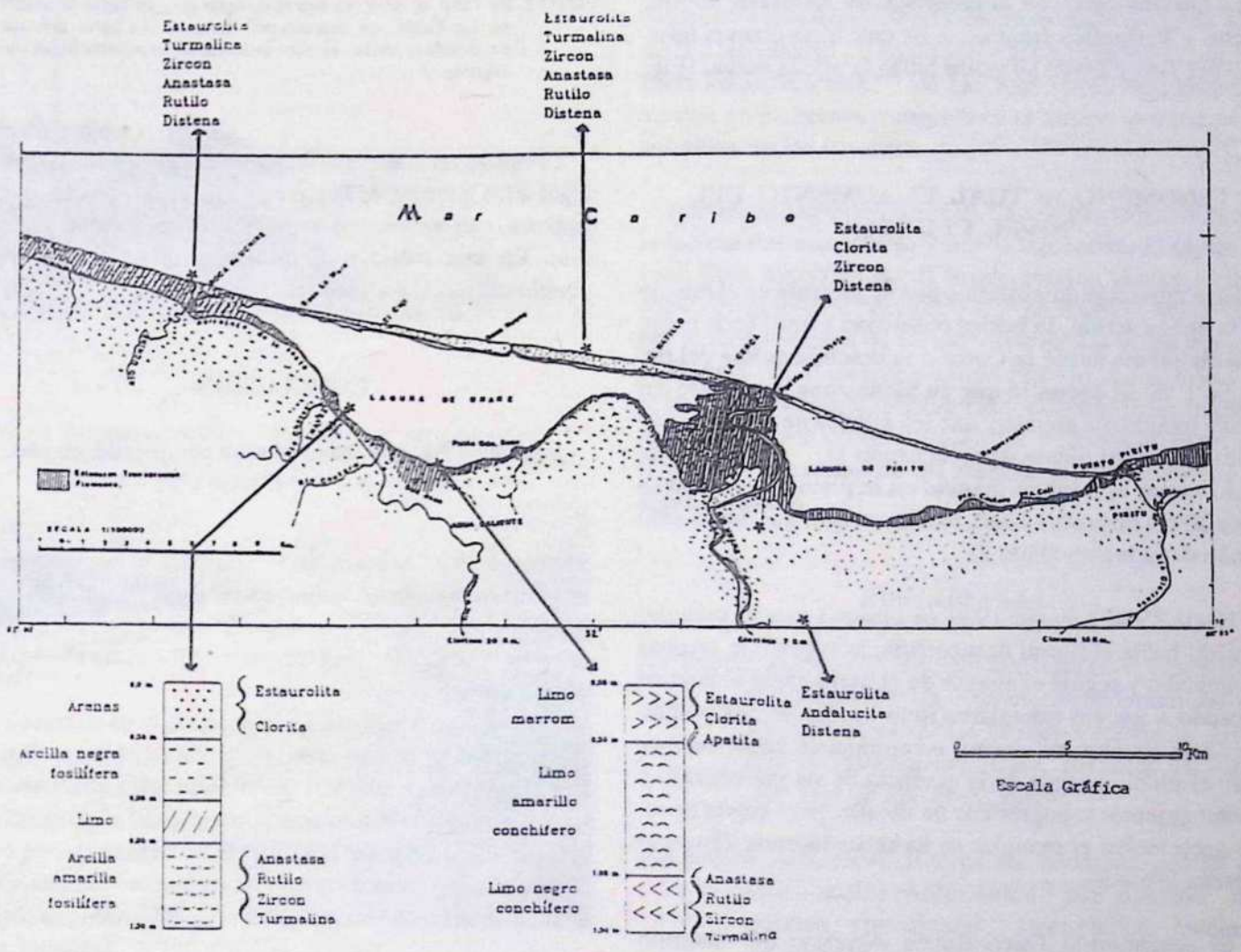



Fig. 12. Mapa mostrando los diferentes cortejos de minerales aportados por el mar y los traidos por las aguas continentales.

origen netamente marinos como en las arenas que forman la barra litoral, el cortejo de minerales está formado por minerales Anastasa, Rutilo, Turmalina, Zircón mientras que el estrato superior arenoso P.B1, los minerales encontrado sólo fueron Estaurolitas y Clorita (Fig. 12).

En la muestra de barra tomada hacia el centro de la misma, los minerales encontrados fueron Anastasa, Rutilo, Turmalina y Zircón un poco contaminado por el aporte del río Unare, los minerales son Esturolita, Clorita, Distena (influencia continental) y Zircon (influencia marina).

Caso especial de consideración lo constituye la desembocadura del río Uchire en la barra, donde el cortejo está formado por una gran abundancia de Estaurolita (continental) y Distena pero con la presencia de Anastasa, Rutilo, Zircón y Turmalina (marinos). Se cree tener claro la invasión del mar y luego su retiro hasta la época actual (Fig. 12).

## FENOMENO ACTUAL. EL AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR

Este movimiento eustático que se presenta en el mundo en la época actual, lo hemos observado a nivel de la barra, especialmente desde la Cerca a la desembocadura del río. Hacia 1980 se encontró que en plena zona rompiente del oleaje totalmente arenoso, que los árboles de mangle eran atacados por el oleaje, aprovechando la marea baja se pudo meter el barreno manual en la playa y se encontró unos 20 cm de profundidad, el fango negro que había sido fondo de la laguna (Foto 2).

Hacia 1980 y luego 1989 se observa que el manglar situado hacia el litoral desaparecía, la superficie arenosa aumentaba y seguía el avance de la barra hacia el interior secando a nuevos manglares(Foto 3). No hemos podido medir en cuantos milímetros o centímetros había aumentado el nivel, a causa de la carencia de un mareógrafo y levantamientos topográficos de detalle, pero según nuestra apreciación el manglar se ha retirado unos 250 m al interior (Foto 3).

El oceanógrafo físico Rubén Aparicio del Instituto Oceanográfico de la U.D.O., ha calculado según los datos obtenidos en el Mareógrafo de Barcelona, que aquí el nivel aumenta en un promedio de 2 mm por año.



FOTO 2. En 1980 se observó que el manglar situado hacia el litoral en La Cerca era atacado por la marea. La barra arenosa se desplaza hacia el sur reduciendo la superficie de la laguna.

El estado ha construido malecones con el fin de proteger a los pueblos de la Cerca y el Hatillo situados sobre la barra, que se sienten amenazados por la invasión del mar. En una solución transitoria y en el futuro estos pueblos tendrán que mudarse (ver foto 4).

## CONCLUSION

Este estudio nos ha ayudado a comprender en parte la



FOTO 3. Fotografía tomada en 1990, desde el mismo sitio de la anterior, el manglar había desaparecido y reemplazado por una extensa playa arenosa.

evolución que ha tenido el delta y la laguna de Unare. Hemos constatado que existió un delta en los inicios del Pleistoceno representado por una formación de cantos rodados en una matriz de limo rojizo que reposa en forma discordante sobre arcillas del Pleistoceno, ésta a su vez nos muestran que fueron depositadas en un medio estuarino-lacustre a juzgar por la presencia de evaporistas y de ostrácodos.

Ya durante el Pleistoceno medio la zona sufrió un realzamiento que se calcula en unos 50 m aproximadamente. En los alrededores de la laguna se localizó la extensión que logró la transgresión Flamenca donde obtuvo altitudes



FOTO 4. El malecón construido para salvar al pueblo La Cerca construido hace ocho años. Actualmente ha sido superado por el mar y el pueblo está seriamente amenazado.

de 6 a 7 m sobre el nivel del mar, como se ha observado en los sitios de San Juan donde un paleosuelo lagunar dió una edad de 4.340 æ 40 A.P. y Punto Lindo cuyas edades fluctuaron entre 3.940 60 y 2.170 æ 60 A.P..

Creemos en consecuencia que durante la transgresión lo que existió fue una gran bahía que se extendía desde Puerto Píritu a Boca de Uchire. Luego durante la regresión se formaría la barra arenosa que originó la laguna. Como una posible prueba en el retiro del mar podríamos señalar el paleosuelo obtenido en Nuevo Unare que arrojó una edad de 1.800 ± 60 A.P. reflejando así el retiro del mar en esa localidad.

El estudio de los minerales pesados nos muestra igualmente que el cortejo de minerales traídos por el mar aparecen en los paleosuelos antes mencionados, mientras que el cortejo de las formaciones netamente continentales que recubren a aquellas es muy diferente. Igualmente hemos localizado testimonios de períodos seco hacía Boca de Uchire con la presencia de "Stone Lines" y el aumento del nivel del mar actual haciendo retroceder a la barra litoral y destruyendo el manglar que creía en la superficie lagunar.

## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis agradecimientos al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela, proyecto No. 03-31-1743-88, al Prof. THOMAS VAN DER HAMMEN del laboratorio Hugo de Vries de la Universidad de Amsterdam por su valiosa ayuda para hacer los análisis de $C^{14}$. Al Lic. JOSÉ GREGORIO MONSALVE con quién hemos trabajado en el campo para el análisis del polen en las muestras.

Igualmente agradezco al Lic. GREGORIO COLOMINE por la lectura del manuscrito y por la traducción al inglés, al Prof. EDIE MONTIEL por la interpretación al computador con el diagrama de "cluster", al Prof. RAFAEL MARTÍNEZ por la identificación de los moluscos fósiles. A los técnicos y. FERMÍN, W. VÁSQUEZ y LUISA FERMÍN por su ayuda en el trabajo de campo, laboratorio y elaboración de mapas. A los Brs. MARIALCIRA GONZÁLEZ y RODOLFO FERNÁNDEZ por la transcripción del manuscrito y elaboración de algunas figuras.

## REFERENCIAS

AB'SABER, A.N. 1979. Reumos dos trablhos apresentados ao 5 Simposio Da Associacao International de biologia tropical. La Guaira-Venezuela. *Instituto de Biociencias. Univ. Estadual Paulista Sao José de Rio Preto, Brasil.*

AB. SABER, A.N. 1980. Razões da retomada parcial de semi-acidez holocénica por ocasión do ötimum climaticum", Inter-Facies. *Instituto de Biociencias. Univ. Estdual Paulista. Sâo José do Río Preto, Brasil.*

BALDA, F.& G.A. SEIGLIE *1964. Geología de los alrede–*

dores de la laguna de Unare. Informe Técnico. M.O.P. pp: 206-314.

BEARD, J.H., J.B. SANGREE & L.A. SMITH. Quaternary chronology, Paleoclimate depositional se- and eustalic cycles. *Am. assoc. petrol. Geol. Bull.* 66: 158-169.

CARABALLO, *L.F.* 1964. Granulometría de los sedimen tos de la barra de la laguna de Unare. *Informe Técnico del Inst. Oceanográfico* U.D.O. al *M.O.P. Cumaná.* pp. 276-284.

CHACARTEGUI, F. & BALDY, P. 1978. Consideraciones preliminares sobre la sedimentación de la laguna de Tacarigua, Edo. Miranda. *Inf. Téc. Ministerio de energía y Minas. Dirección de Geología.* 44 pp.

DAMUTH, J.E. & FAIRBRIDGE, R. W. 1970. Equatorial Atlantic. Deepsea Arkosic Sands and ice agearity in Tropical South America. *Bull. Geol. Soc. Amer.* 81: 189–206

DILLON, W.P., TERENCE E., SCANTON K. & KEITGORD E.D. 1987. *Oceanus*. 30, (4):20

FAIRBRIDGE, R . W. 1970. World paleoclimatology of the Quaternoire. *Rev. Geog. Phys. et Géol.* Dym. 12: 97-104.

GUILCHER, A. 1957. *Morfología Litoral y Submarina.* Ediciones Omega. Barcelona. España. pp: 36-74.

GONZÁLEZ DE JUANA CLEMENTE, ITURRALDE DE AROŻENA J.M. y PICARD X. 1980. Geolog ía de Venezuela y de sus Cuencas Petrolíferaras. Tomo I. Edicciones FONINVES. Caracas. 407 pp.

LASSERRE, P. 1979. Las lagunas Costeras: ecosistemas de refugio, foco de cultivo y objetivos de expansión económica. *UNESCO la naturaleza y sus recursos.* 15, (4): 2-21.

MARNR- *Informe t écnico - DCSPOA/IT/30-1970. Estudios de Embalses ubicados en la cuenca del Unare con fines de riego y abastecimiento.* pp: 1-80.

MARTÍNEZ, R. 1964. Ecología de *Bittium caraboboen* se (Weisbord, 1962), gastrópodo Prosobranquia béntico de la Laguna de Unare. *Inf. Téc. del inst. oceanogr. U.D.O. al M.O.P.* 1:126-141.

MAUL, *G.A.* 1989. Implication of climatic changes in the Wider Caribbean Region. A report by the task team Experts-Inter-United Nations Environment programme. *Governamental Oceanographic Commission. Miami-Florida. U.S.A.* pp: 1-248.

OKUDA, T., A. J. GARCÍA & J. BENÍTEZ. 1964. Variación estacional de los elementos nutriti– en el agua de la Laguna y Río Unare. *Contribución al estudio de La Laguna de Unare, inst. Oceanogr. U.D.O.,* 2: 162-180.

OTTMANN, F. 1967. *Introducción a la geología marina y litoral*. EUDEBA. 279 pp.

REINECK, H.E. & SINGH I. B. 1975. *Depositional sedimentary environments. 2 Edition, Springer Ver lag.* 439 pp.

ROA, M.P. & J.A. BERTHOIS *L.* 1975, *Manual de sedimentología. Edit. Socoraima. Caracas.* 288 pp.

ROA, M.P. & J.A. BAEZ 1981. Algunas características físico- Químicas de la Laguna de Unare. Simposio Internacional sobre Lagunas Costeras. *IABO-SCOR Univ. de Bordeunx-Oceanológica Acta. Vol. Special Supplement.* Vol 4.

ROA, M.P. 1988. Las Lagunas Costeras de Tacarigua, Unare y Píritu. Síntesis de las características generales. *Convenio FAO Univ. Simón Bolívar. Proyecto Aguila-Caracas.* 62 pp.

ROA, M.P. 1988. Estudio preliminar de las condiciones físico - químicas y geológicas de la Laguna de Unare. Ponencias II, *Reunión de Geologos. Escuela de Geografía.* U. C. V. pp: 72-91.

ROYO–GOMEZ, J.1956. Cuaternario en Venezuela. Léxico Estratiográfico de Venezuela. *Boletin Especial, Boletin de Geología, Ministerio de Minas e Hidrocarburos. 728 pp.*

SHUBERT, C. 1988. Climatic changes during the last glacial maximum in Northern South America and the Caribbean: A review. *Interciencia*. 13 (3): 128-137.

Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente, 29 (1&2): 27-41 (1990); 14 figs.

# ALGUNAS CARACTERISTICAS HIDROGRAFICAS EN LA REGION CIRCUNVECINA A LA ISLA DE MARGARITA, VENEZUELA.

BONELLS P.D., T. OKUDA, J. BONILLA, B. GAMBOA & G. CEDEÑO.

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

RESUMEN: En base a un programa de monitoreo hidrográfico mensual realizado durante 1976 en la región circunvecina a la Isla de Margarita, se describen las fluctuaciones temporales y espaciales de los parámetros oceanográficos primarios: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y densidad para aquella región de reconocida productividad. Las características hidrográficas del estrato superficial del área bajo estudio presentan una gran variabilidad durante todo el año, consecuencia de los diversos factores que la influyen (surgencia inducida por el viento, aporte de los Ríos suramericanos). Observándose una notable variación de la temperatura, densidad y oxígeno en los períodos de: enero-mayo(T=20,0-25,0 °C; $\sigma_t$ = 25,5 - 26 y $O_2$ = 2,5 - 5 ml/l), abril-septiembre (T= 24,0 - 28,0 °C;$\sigma_t$ = 25,5 y $O_2$ = 3 - 4,5 ml/l) y octubre - noviembre (T = 26,0 - 29,6 °C; $\sigma_t$ = 23,5 - 24,0 y $O_2$ = 3,5 - 5,0 ml/l). Similar comportamiento mostró el régimen de salinidad superficial durante todo el período de muestreo, con valores ocupando el rango de 33 ‰ (septiembre- octubre) a 37‰ (marzo-abril). La caracterización de las masas de agua tipificando la región, según investigaciones anteriores fue confirmada para esta zona analizando diagramas S-T.

ABSTRACT: Based on monthly hydrographical survey during 1976, a description of the seasonal and spatial variation of the fundamental oceanographical parameters (Salinity, Temperature, Dissolved Oxygen and Density) around the Margarita Island is presented in the paper. Hydrographical properties of the surface layer show a notable variation during the whole year, in response to variability of the wind induced coastal upwelling process and freshwater discharge coming from the South American rivers (Orinoco and Amazona). Specifically, bigger fluctuations correspond to the sea water surface temperature pattern, with values ranging from 20 to 25 °C during the period octuber-november. Similar behaviour is showen by the surface regime, with values ranging in general from 33‰. (september-octuber) to 37,4‰ (march-april). Water mass analysis, using T-S the diagramas, confirm the results of earlier investigations.

## INTRODUCCION

Las condiciones hidrográficas de las aguas superficiales del área costera nororiental de Venezuela están afectadas por la surgencia y muestran variaciones en el tiempo como consecuencia del cambio de la intensidad de la surgencia y por efecto de las aguas provenientes de los ríos suramericanos durante la época de julio a noviembre; particularmente en la zona este de la Isla de Margarita, favoreciendo la fertilidad de las masas de aguas, mediante los procesos biológicos. Por éstas razones, científicos nacionales y extranjeros han realizado numerosas investigaciones en ésta área, con la finalidad de conocer la dinámica de las aguas, las características ambientales y el potencial de fertilidad orgánico, así tenemos a: VAN ANDEL y POSTMA (1954); RICHARDS, (1960); GADE, (1961); LJOEN & HERRERA (1965); GAMBOA & OKUDA (1969) quienes reportaron la existencia de un núcleo de baja salinidad, desplazándose desde Boca Dragón hacia el noroeste a lo largo del borde de la plataforma continental, coincidiendo con el flujo de la Corriente del Caribe.

La surgencia en el área del Mar Caribe fué reportada por primera vez por PARK (1937) basado en las observaciones hidrográficas del "R/V ATLANTIS" en los años 1933-1934. Posteriormente, RICHARDS (1960) FUKUOKA (1963,1964); FUKUOKA y BALLESTER (1963); OKUDA, *et al* (1969 b, 1974) señalaron una intensa surgencia en la Costa Nororiental de Venezuela, siendo más marcada en la época de sequía (feb-mayo)

Investigaciones más recientes (FEBRES, 1974; NORIEGA 1974, MARCANO, 1984 y APARICIO, 1990), sugieren que la distribución de la temperatura y la salinidad son afectadas por la surgencia que puede presentar dos períodos de máxima intensidad en condiciones favorables de Vientos

Alisios (enero–abril y julio–agosto).

Tomando en consideración la variación estacional de la magnitud de la surgencia y el afecto de las masas de aguas límnicas provenientes de los Ríos Orinoco y Amazonas, que se extiende laminalmente en el Mar Caribe a más de 100 km de la costa (MULLER-KAGER *et al*, 1989; BONILLA *et al*, 1990), en este trabajo se intenta una caracterización de las condiciones ambientales en base a los resultados obtenidos durante once expediciones oceanográficas con frecuencia mensual, desde enero a noviembre de 1976, a bordo de la "M/N Golfo de Cariaco", mediante el convenio realizado entre el Centro de Investigaciones Pesqueras del Ministerio de Agricultura y Cría y el Instituto Oceanográfico de Venezuela. También se analizó la ocurrencia de la surgencia inducida por el viento en las áreas que circundan a la Isla de Margarita y su efecto en las condiciones hidrográficas.

## AREA DE ESTUDIO

En el área de estudio comprendida entre los 63° 00' y 64° 50' long W y entre los 10° 06' y 11° 30' lat. N. (Fig. 1), se ubican cuatro depresiones: la Depresión oriental de la Fosa de Cariaco ( ~ 1350 m ) y al noreste de ésta, la Depresión de Margarita ( ~ 350 m ) y la Depresión de Araya ( ~ 500 m).

La plataforma entre Cumaná y Pto. La Cruz es muy irregular, incluye tres archipiélagos, las Bahías de Pozuelos y mochima y el Golfo de Santa Fé. Al norte de la plataforma se encuentra la Depresión oriental de la Fosa de Cariaco, con una longitud de 85 km en dirección este-oeste.

Al este de las Depresiones de Margarita y Araya se encuentra la península de Araya y la Isla de Margarita, e incluye los valles submarinos de Araya y Margarita, con

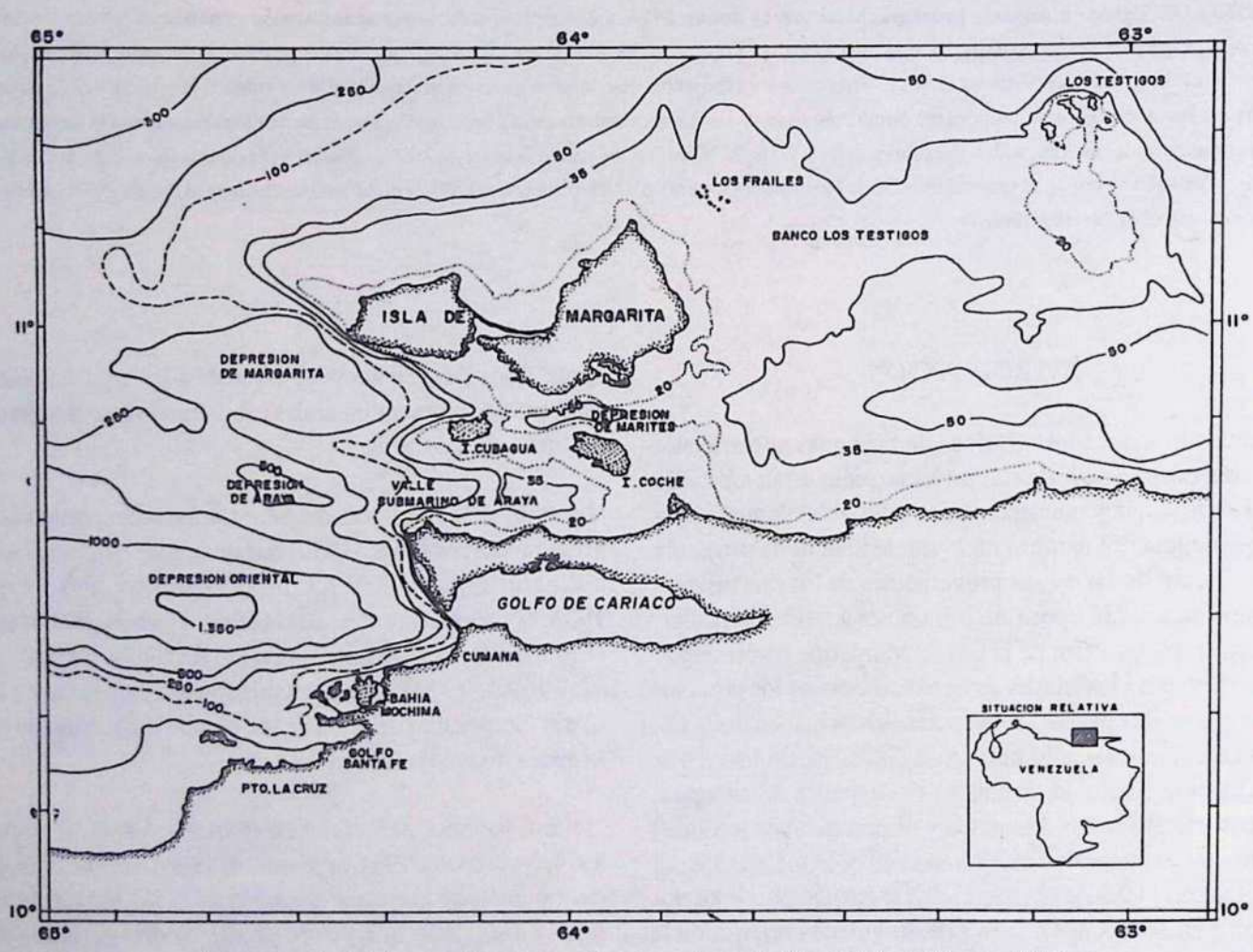



Fig. 1.- Mapa batimétrico de la Isla de Margarita y áreas adyacentes (Según Febres y Herrera, 1975).

inclinación ascendente hacia el este, separados entre sí por un banco, de arena en el que se sitúan las Islas de Coche y Cubagua. Entre las Islas de Margarita y Coche se ubica la Depresión de Marites.

Al noreste de Margarita está el Banco de los Testigos, el cual es parte de la Plataforma de los Testigos, que incluye las Islas de los Frailes y los Testigos.

Al norte de Margarita se extiende una plataforma relativamente amplia, con inclinación suave, extendiéndose unos 50 km hacia el norte (MALONEY, 1966, 1967; GINES,1972, SELLIER, 1974).

## MUESTREO Y METODOS DE ANALISIS

Las muestras de agua se colectaron con botellas Niskin a diferentes profundidades, se fijaron inicialmente 40 estaciones (Fig. 2) y se redujeron a 34 estaciones entre marzo y noviembre. Las medicioens oceanográficas se realizaron por los métodos estandarizados; la temperatura se midió con termómetros de inmersión, la salinidad con un salinómetro inductivo marca Autolab modelo 601 MK y el oxígeno disuelto por el método de WINKLER modificado por CARPENTER y CARRITT (1966).

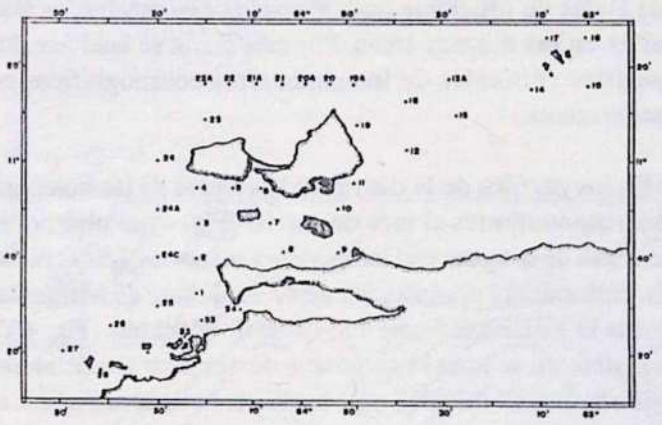


Fig. 2.- Situación de las estaciones oceanográficas

## RESULTADOS

Para conocer los rangos característicos superficiales de las condiciones hidrográficas del área de estudio se analizaron la distribución horizontal en la superficie del mar para cada mes, y la distribución vertical de los parámetros oceanográficos: temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno, durante el período enero- noviembre de 1976, según las Figs. 3 a 14. En las secciones verticales (Fig. 4,5,7,8,13,y 14) se ubican cuatro zonas: norte y este de Margarita, desde el sur de Margarita hasta el norte de la Península de Araya y desde el oeste de Margarita hasta el norte de la Bahía de Mochima.

*Temperatura:*

En la figura 3 se aprecia la distribución horizontal de temperatura en la superficie del agua. En general las temperaturas más bajas se observan en el área cercana a la Costa y al norte de Margarita, durante los primeros meses del año, indicio de la surgencia costera y de agosto a noviembre las temperaturas más altas se observan en la zona costera, dando señales de una disminución del fenómeno.

Las aguas cálidas se acercan al continente por el noreste de la Isla de Margarita.

En el mes de enero las isotermas de 23 y 23,5 °C se hallan cercanas a la zona costera y al sur y noreste de Margarita con un incremento en las isotermas en dirección norte. La temperatura (22,6 °C) se observó al oeste de la Península de Araya (Est. 1) y norte de Pta. Playa (Est. 8). Un núcleo de aguas cálidas con temperatura mayor a 25 °C y una disminución de sus isotermas en dirección suroeste, es observada, desde los Testigos hacia los Frailes.

En febrero (Fig. 3), Las masas de agua que ocupan el área están más cálidas (24,0-25,5 °C) sí se las compara con las del mes de enero (22,60-24,80 °C), decreciendo la temperatura en el mes de marzo (20,01-23,93 °C), evidenciando que las isotermas de aguas más frías 21 y 22 °C se encuentran en el área continental con un núcleo concéntrico al norte de la Bahía de Mochima (20,01- 20,50 °C), lo cual es indicativo de un posible incremento en la intensidad del fenómeno de surgencia costera. Las aguas más cálidas (>25 °C) al igual que los meses anteriores, se ubican al este de Los Frailes.

De abril a octubre (Fig. 3) se aprecia un calentamiento continuo del agua superficial quizás, debido a una mayor

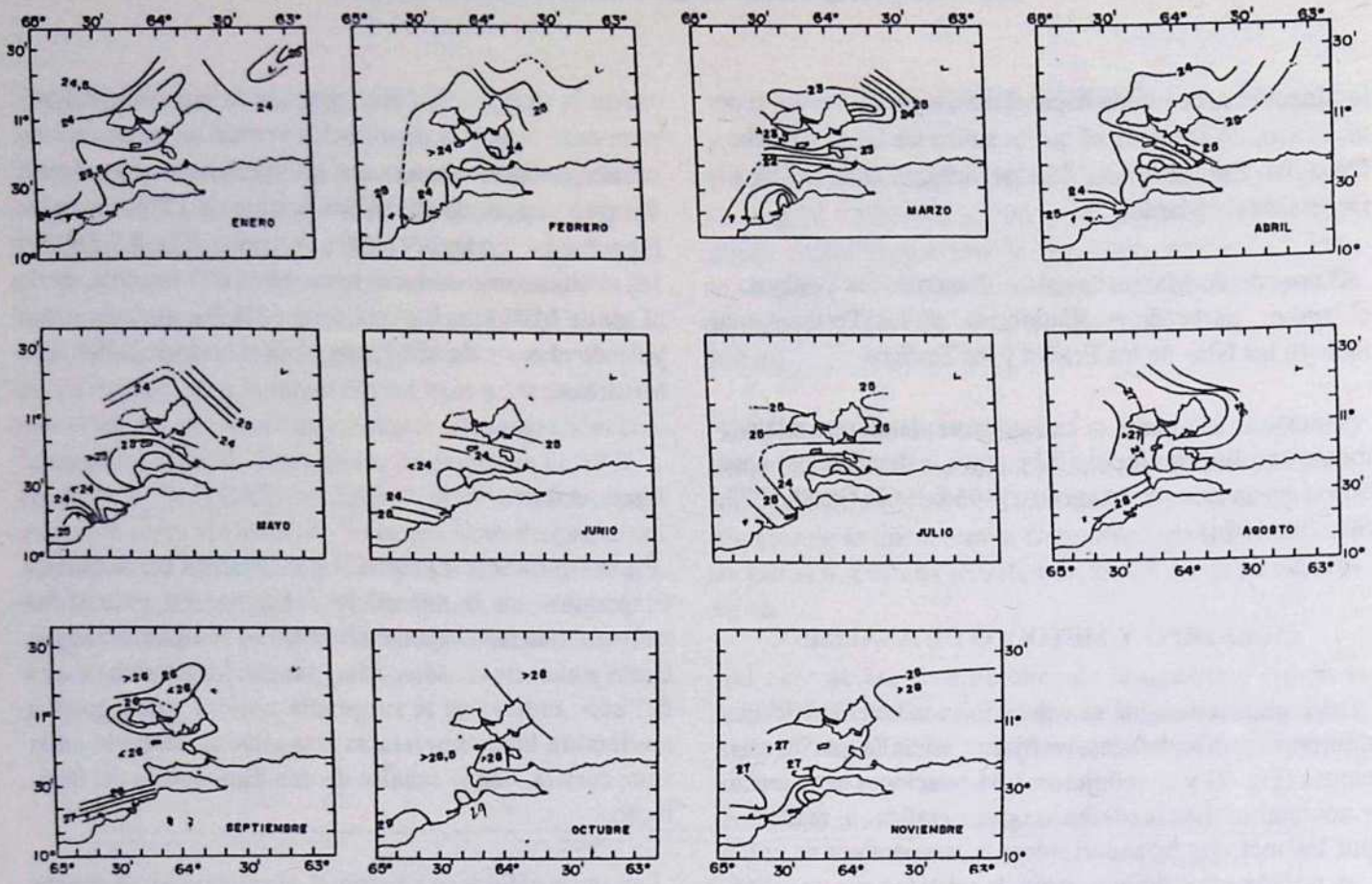



Fig. 3.- Distribución mensual de las isotermas (ÉC) en la superficie de enero a noviembre de 1976.

permanencia del agua subtropical, y por efecto de radiación solar y fluvial en toda el área de estudio. En octubre y noviembre se registran altas temperaturas (27,0-29,6 °C), destacándose las máximas temperaturas de octubre (28,2-29,6 °C) principalmente en el área costera y disminuyen en la medida que se alejan de la costa, no así en Pta. Playa donde se presentó un núcleo de agua ligeramente más fría. Este fenómeno según OKUDA (1975 a,1981), es típico de la débil intensidad de surgencia que se presenta en ésta época del año.

El autor reporta temperaturas superficiales mayores a 27 °C, de septiembre a noviembre de 1980 en la Bahía de Pozuelos.

En noviembre la temperatura superficial es menor con respecto al mes de octubre, permaneciendo las aguas cálidas (27,5 °C) en la mayor parte del área de estudio, especialmente en la región entre Los Testigos y Margarita originadas probablemente por las aguas provenientes del Río Orinoco y por efecto pluvial. La disminución de la temperatura en este mes es quizás indicio del inicio de la surgencia.

Puede verse claramente en la Fig. 3 que en los meses de marzo y octubre se presentan condiciones extremas, en mayo se observan las temperaturas más bajas en la región de Bahía de Mochima hasta Pozuelos y en octubre las más altas en las mismas áreas. Por esta razón se analizan los perfiles verticales de los parámetros oceanográficos en estos meses.

En los perfiles de la distribución vertical de las isotermas correspondientes al mes de marzo (Fig. 4) se observa el ascenso de la aguas con temperatura menor a 21,5 °C desde la profundidad aproximada de 40 m al oeste de Margarita, hasta la superficie frente a la Bahía de Mochima (Fig. 4A). Igualmente se nota la surgencia de aguas de temperaturas inferiores a 22 °C (Fig. 4B) hasta cerca de la superficie al norte de la Península de Araya y hasta los 15 m de profundidad al suroeste de Margarita. En la región norte y noroeste de Margarita se aprecia un fenómeno diferente al señalado en la Fig. 4A y 4B, con un levantamiento térmico de la isolínea de 21,5 °C hasta la profundidad de 20 m. Por otra parte, en la región costera de las Islas Chimanas al oeste de la Península de Araya se aprecia la mayor intensidad de la surgencia (Fig. 4D). En el mes de octubre (Fig.

5), se observó una ausencia casi total de surgencia en toda el área de estudio. En las secciones verticales de la temperatura, se muestran las isotermas cuasihorizontales, con un ligero ascenso hacia el norte de la Península de Araya, norte de Margarita y Bahía de Mochima. Así mismo, la temperatura es mayor a 28 °C por encima de los 20 m en toda el área de estudio, formándose una termoclina debajo de éstas aguas cálidas.

*Salinidad:*

En la Fig. 6 la distribución estacional de la salinidad en la superficie del agua, desde el mes de enero hasta el mes de noviembre. En general, la totalidad en la masa de agua superficial presenta gran variabilidad en la salinidad, con valores que oscilan de 32,6 a 37,4 ‰. Siendo la distribución de la salinidad similar en la mayoría de los meses, ésta es mayor en el agua cercana a la costa y disminuye en dirección noreste.

Puede notarse también, en los meses de enero, marzo, abril, mayo y julio elevadas salinidades en el área costera y núcleos de agua de alta salinidad (36,8 - 37,2 ‰) cerca de la costa y noreste de Margarita en mayo y abril, respectivamente. Muy particularmente en el mes de marzo se observan cerca de la Bahía de Mochima, el golfo de Santa Fé y este de Margarita núcleos de agua de salinidad relativamente baja (36,6-36,8 ‰). Estos núcleos de agua que presentan temperatura inferior a 24 y 22 °C (Fig. 3), son provenientes del Agua Subtropical Subyacente y del agua

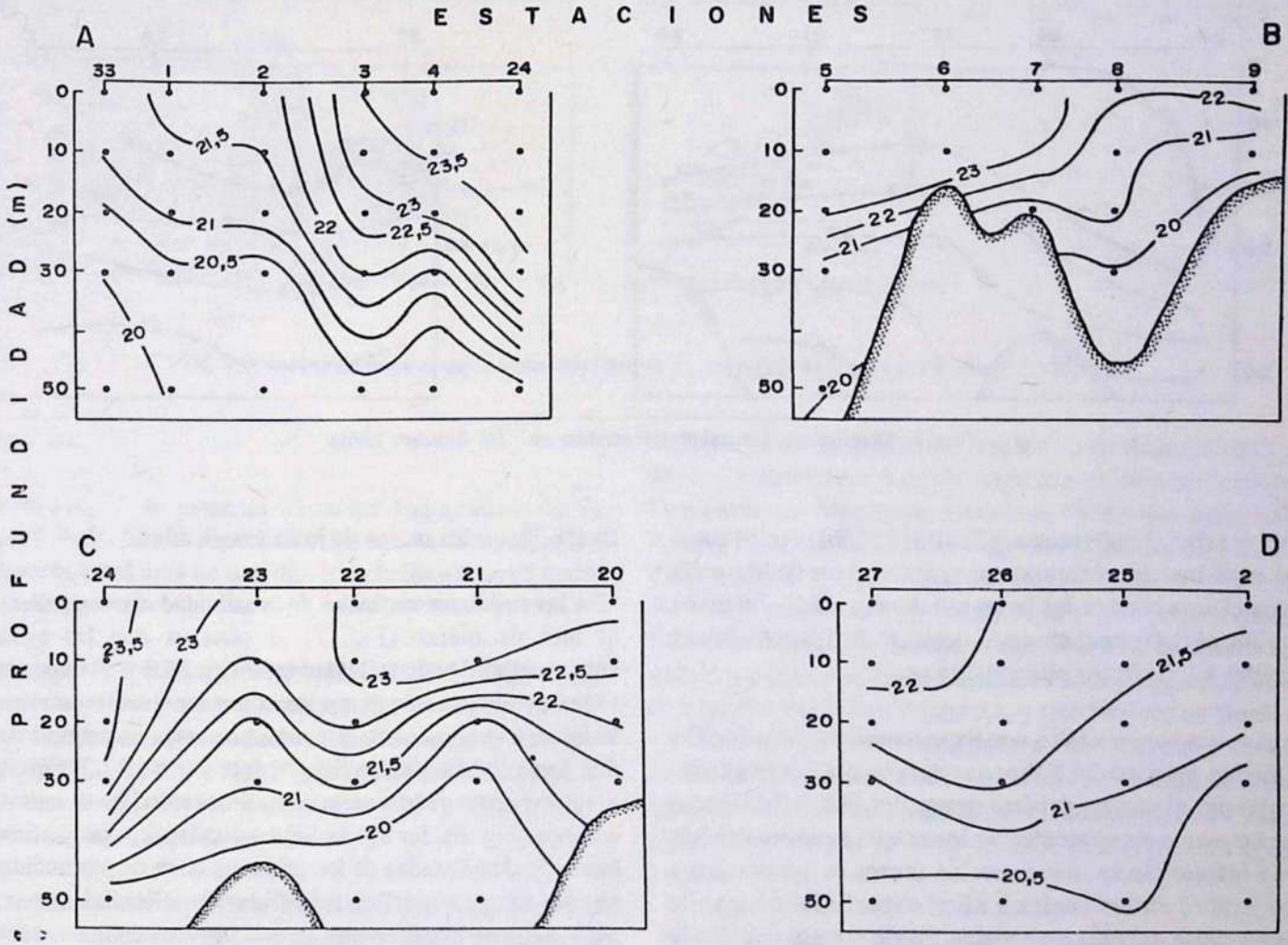



Fig. 4.- Distribución vertical de temperatura en ÉC (marzo 1976).

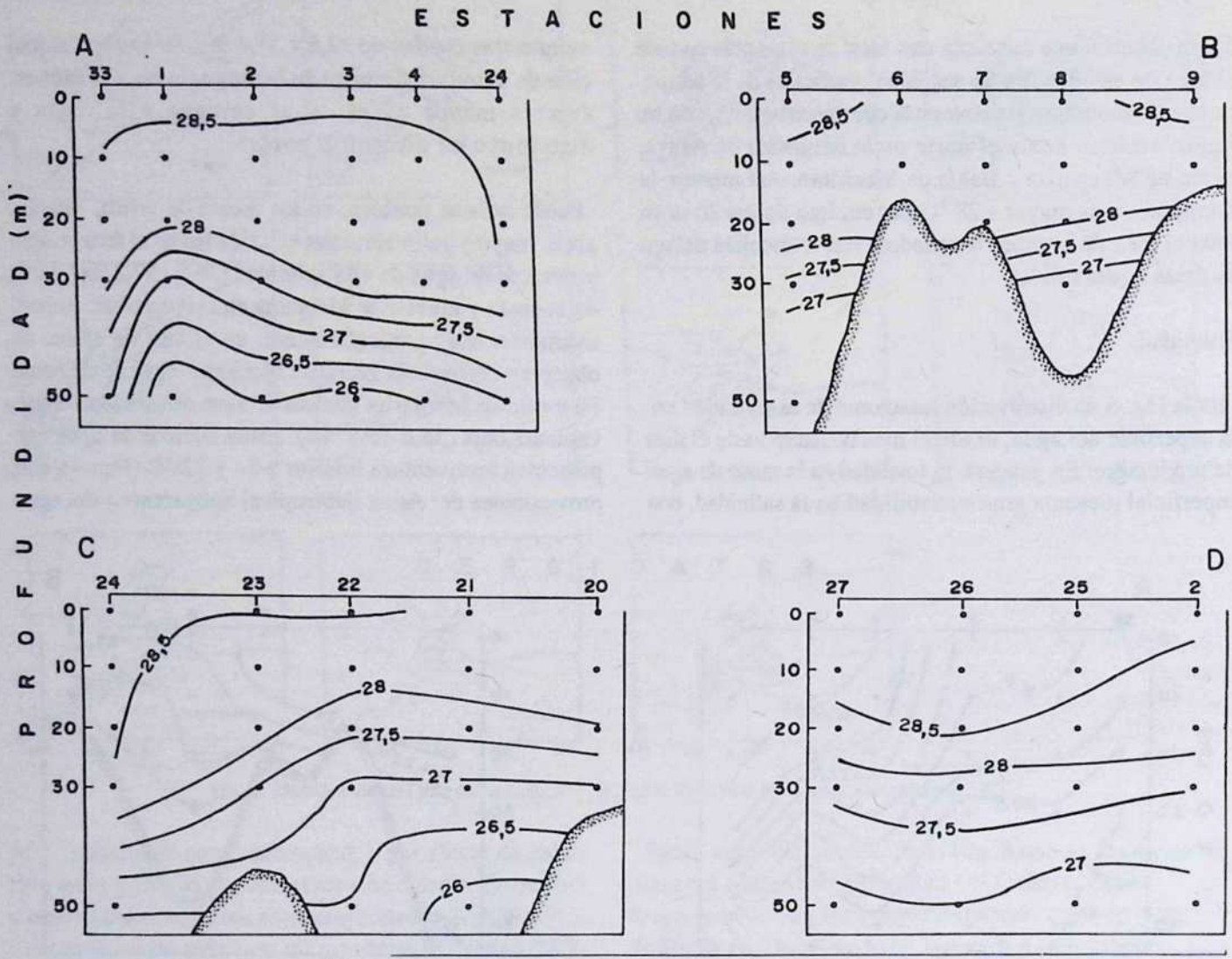



Fig. 5.- Distribución vertical de temperatura en ÉC (octubre 1976).

Subsuperficial Subyacente (OKUDA, 1975b), recién surgidas en el área. En el mes de enero desde el sur de Margarita hasta el área costera las bajas salinidades (36,2 - 36,8‰), con un núcleo concéntrico al oeste de Araya, quizás son debidas a los efectos pluviométricos.

Las aguas superficiales con temperatura mayor a 24 °C y salinidad menor a 36,8 ‰, que se acerca a la costa continental por el noreste del área de estudio, está influenciadas por las aguas provenientes de los ríos de América del Sur. Esta influencia es mayor en los meses de septiembre a noviembre en los cuales a nivel superficial ocupan la mayor parte del área de estudio. Puede notarse también la influencia del Río Manzanares en la boca del Golfo de Cariaco, el cual disminuye la salinidad hasta 35,0 ‰ y de los aportes pluviométricos locales en el área del Golfo de Santa Fé, en los meses de julio a noviembre.

En las secciones verticales de la salinidad correspondiente al mes de marzo (Fig. 7) se observa que las aguas subsuperficiales de salinidad inferior a 36,8 ‰ ocupa casi toda la columna de agua y las zonas menos afectadas por la intensa surgencia de este mes, presentan un surgimiento del Agua Subtropicales Subyacente (36,8 - 37,2 ‰). Al alcanzar la surgencia su mínima intensidad en el mes de octubre (Fig. 8), las aguas Subtropicales y Subsuperficial han sido desplazadas de los primeros 20 m de profundidad por las aguas superficiales cálidas de salinidad menor a 36,8 ‰, con la excepción de los primeros 10 m en el Est. 8 al norte de la Península de Araya (Fig. 8B) y al oeste de Margarita (Fig. 8C).

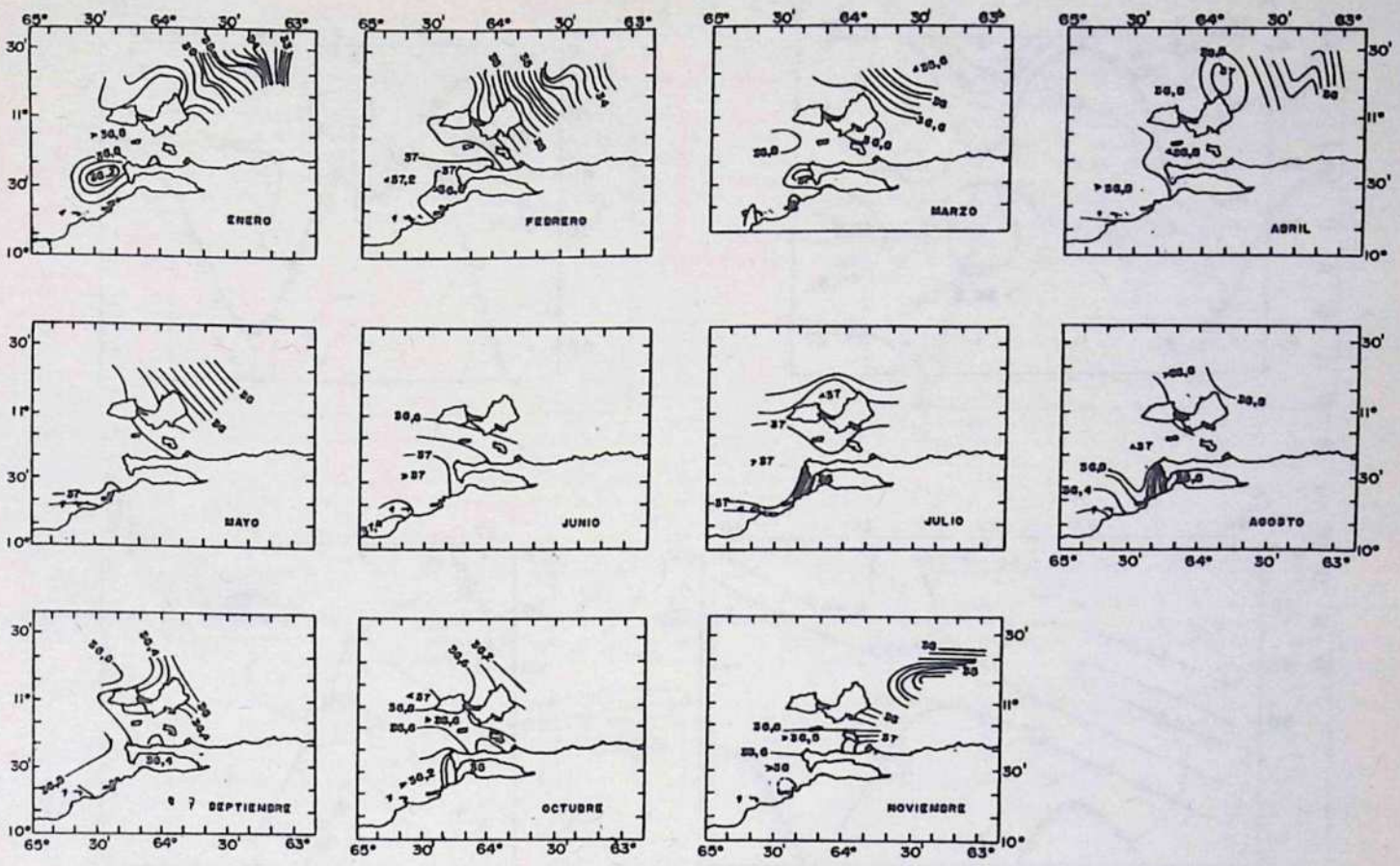



Fig. 6.- Distribución mensual de las isohalinas (‰) en la superficie de enero a noviembre de 1976.

*Densidad:*

En la Fig. 9, se presenta el mapa topográfico de la superficie isopícnica asociada a las masas de agua predominantes en el área de estudio durante los meses de enero a noviembre.

Las superficies isopícnicas de densidad 25,5 y 26,0 $\sigma_t$ son asociadas al núcleo de máxima salinidad del Agua Subtropical Subyacente y al núcleo de salinidad mínima intermedia del Agua Subsuperficial Subyacente ( HERRERA & FEBRES, 1980 ) y las densidades 23,5 y 24,0 $\sigma_t$ asociadas al Agua Superficial.

En general, la superficie isopícnica asciende desde el noroeste del área de estudio hacia el sureste, en dirección al continente y norte de Margarita.

En los meses de enero y mayo se aprecia una fuerte inclinación de la superficie isopícnica de densidad 25,5 y 26,0 $\sigma_t$ respectivamente, observándose su ascenso desde la Depresión de Margarita, a través del Valle Submarino de Araya, hasta la superficie entre la fila de Coche y de la Península de Araya y desde la Depresión Oriental de la Fosa de Cariaco hasta el frente de la Bahía de Mochima. Esta distribución topográfica de la superficie isopícnica es consecuencia de la fuerte intensidad de la surgencia, particularmente en el mes de marzo, y que produce un desplazamiento de las masas de agua de menor densidad hacia el norte. Es de resaltar también el inicio de la formación de un giro anticiclónico en la Depresión de Margarita influido principalmente por el efecto térmico de las masas de agua predominantes.

En marzo, la superficie isopícnica de 26,0 $\sigma_t$ corresponden a la masa de agua, de mayor densidad, predominante en el área de estudio, registrada en todo el año.

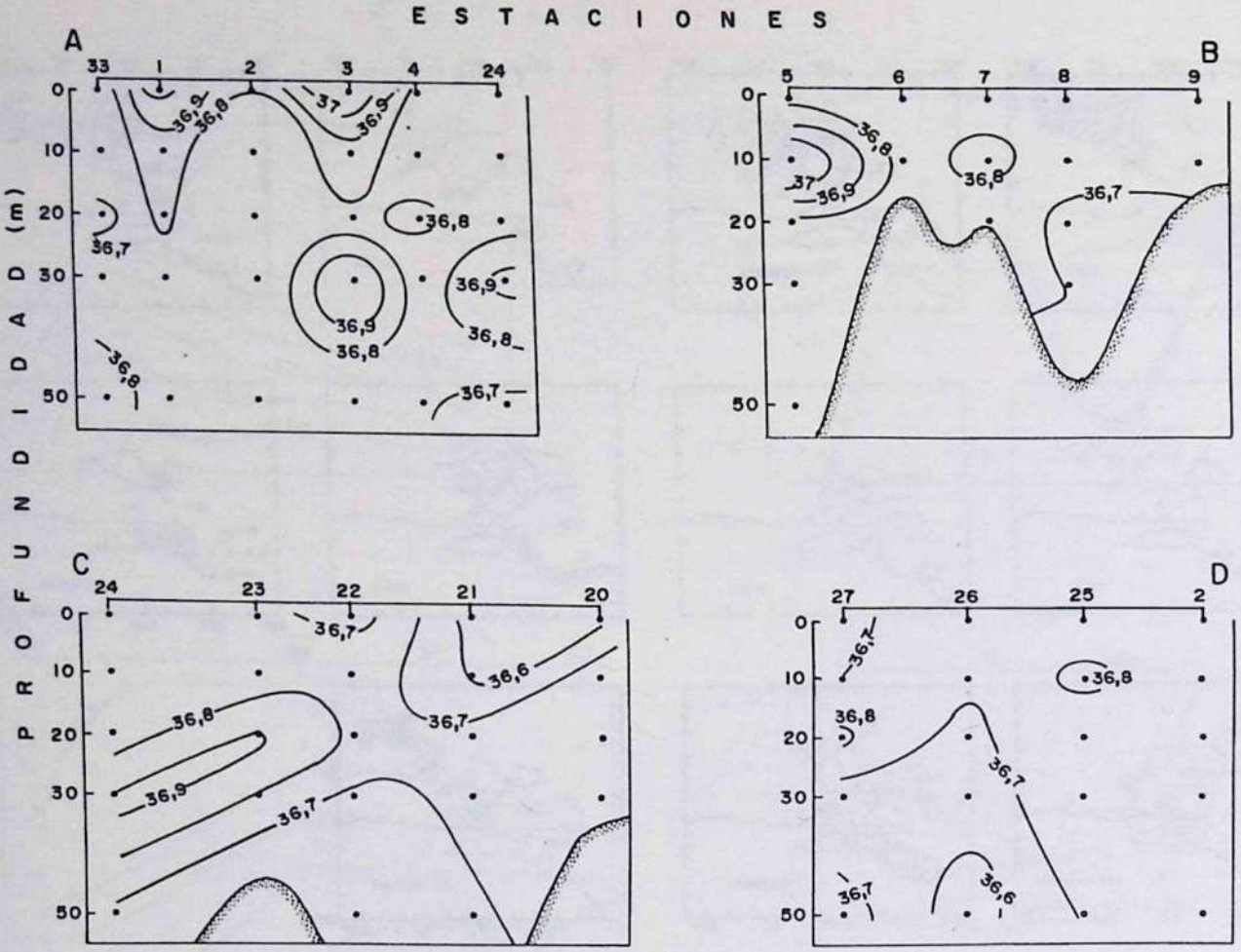



Fig. 7.- Distribución vertical de salinidad en ‰ (marzo 1976).

En el resto de los meses la inclinación de la superficie isopícnica es más ligera y con una distribución homogénea y en los meses de lluvia (julio - octubre) asciende hacia el norte de la costa entre la Bahía de Pozuelos y Cumaná como consecuencia del efecto halino del drenaje de las correntías cootinentales.

La moderada surgencia, en los meses de enero, febrero y de abril a julio, produce el ascenso hasta la superficie del agua de densidad 25,5 $\sigma_t$ asociada al Agua Subtropical Subyacente. Al disminuir la intensidad de la surgencia, asciende hasta los 10 m de la superficie en agosto y los 50 m en septiembre. En octubre, al cesar la surgencia el Agua superficial ($\sigma_t$ = 23,5 ) ocupa casi toda el área de estudio formándose una alta estratificación de la columna de agua, la cual disminuye en noviembre por el ascenso de aguas ligeramente más densas ($\sigma_t$ = 24,0) en dirección de la costa.

Diagrama T-S:

Los diagramas T-S de la Figs. 10 y 11 muestran la variación de la temperatura y salinidad en la columna de agua en toda el área de estudio que corresponde a la zona entre la costa continental y la Isla de Margarita. Los valores en las figuras 10A, 10B y 11 representan las masas de agua en una columna desde la superficie hasta los 100 m de profundidad.

Para facilitar el análisis y para diferenciar las distintas masas de agua que se localizan en el área, se han colocado líneas de separación de los diagramas T-S.

Las Figuras 10 y 11 muestran una marcada dispersión de los valores de la salinidad y de la temperatura para la zona de temperatura mayor a 24 °C y S < 36,70 ‰. Esta dispersión de los datos oceanográficos según HERRERA *et al,* (1980), es debido a la acción de los procesos meteorológicos y físicos (evaporación, precipitación, radiación solar, vientos, surgencia, intercambio vertical, tur-

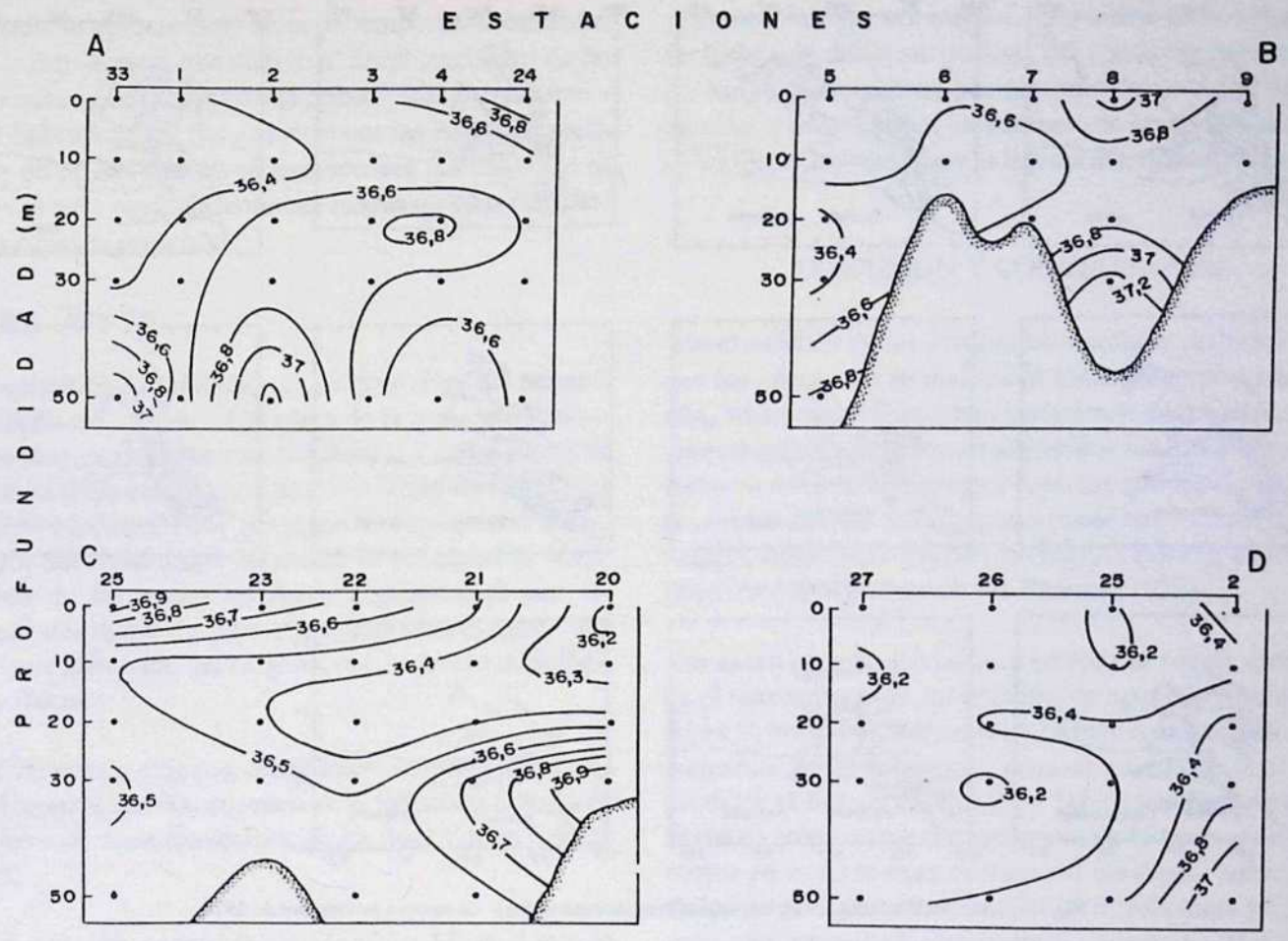



Fig. 8.- Distribución vertical de salinidad en ‰ (octubre 1976).

bulento, movimientos advectivos y la influencia fluvial ) que modifican las características que definen las masas de aguas superficiales.

Los datos dispersos se presentan formando dos grupos uno caracterizado por las altas temperaturas ( > 26 °C) correspondiente a la época lluviosa (junio-noviembre) y otro de bajas temperaturas ( > 26 °C) que puede a su vez subdividirse en dos subgrupos, el primero con temperatura próximas a 23 °C (octubre) y el segundo con temperaturas cercanas a 24 °C (abril). El subgrupo de baja temperatura y baja salinidad es posiblemente producido por la dilución del agua cálida proveniente del Río Orinoco (HERRERA *et al,* 1980) y los valores del subgrupo de relativa alta temperatura y baja salinidad reflejen una gran influencia del patrón local de precipitaciones.

Las masas de agua entre Margarita y los Testigos se presentan, en el Diagrama T-S de la Fig. 11, con una mayor dispersión de los datos en el área de las temperaturas por encima de 24 °C con una variación de la salinidad de 32,00 a 36,80 ‰. Se destaca la presencia del Agua Superficial y Subtropical revelandose que la zona este de Margarita está muy influida por el agua Continental proveniente de los ríos Orinoco y Amazonas.

En el Diagrama T-S de la Fig. 10B se observa una masa de agua con un rango térmico entre los 21 y 24 °C, con salinidad mayor a 36,70 ‰ (Agua Subtropical Subyacente), y por debajo de esta masa de agua otra más fría (Agua Subsuperficial) de temperatura menor a 21 °C y salinidades entre 36,50 a 36,90 ‰.

En la región este de Margarita (Fig. 11) la zona de temperatura entre 24 - 21 °C presenta salinidades bastante bajas (S < 36,7 ‰) en comparación en otras zonas. Esta

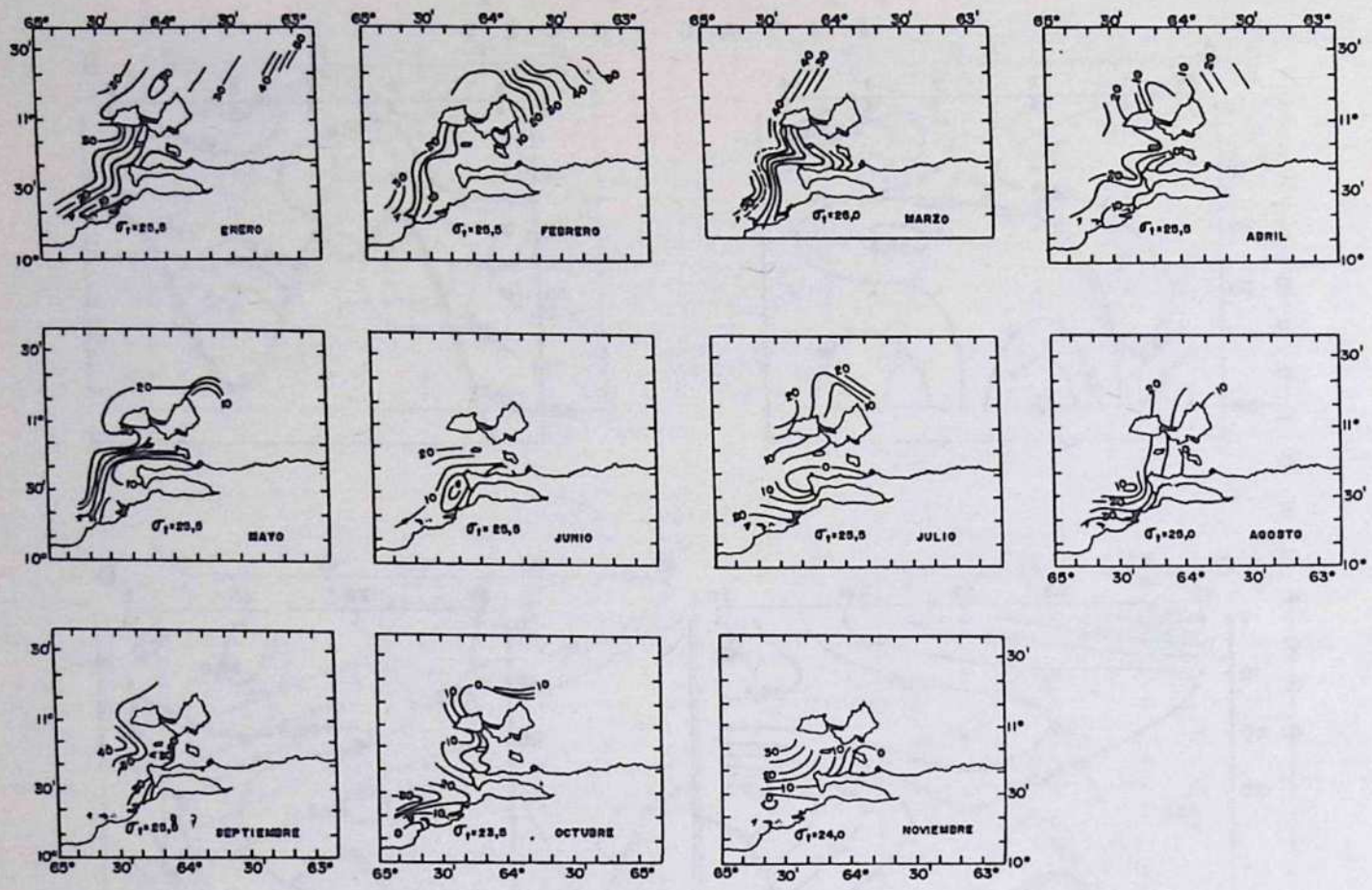



Fig. 9.- Distribución mensual de las superficies isopínicas (m) de enero a noviembre de 1976.

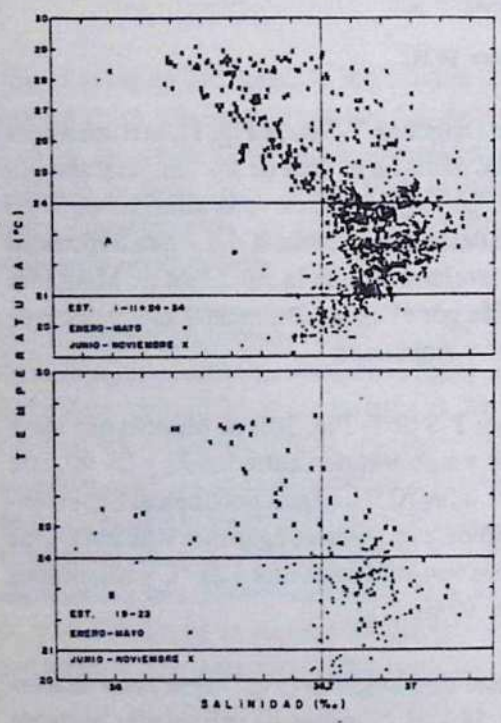



Fig.10.- Diagrama T-S.

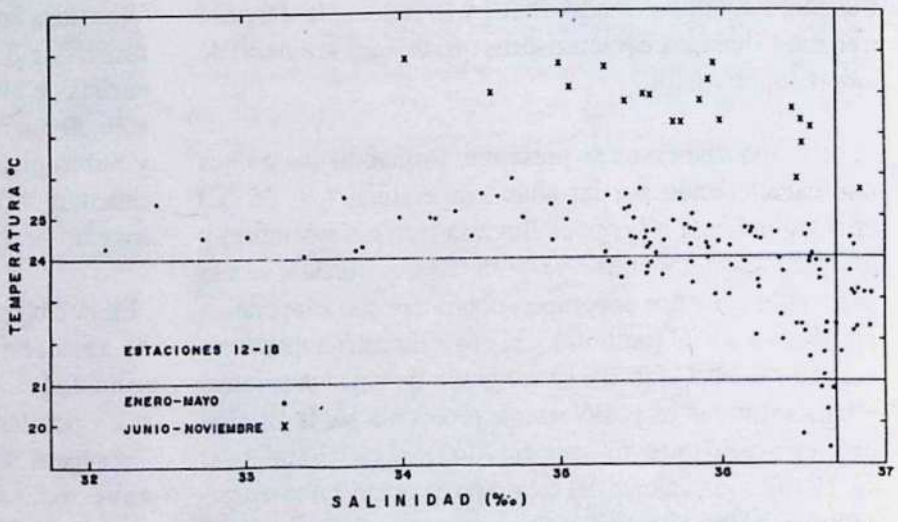



Fig.11.- Diagrama T-S de la zona entre Los Testigos y Margarita.

tendencia se aprecia en la zona de temperatura inferior a 21 °C. Esto sugiere que debido al desplazamiento de las aguas subsuperficiales (Agua Subtropical Subyacente y Agua Subsuperficial Subyacente) por las Aguas Superficiales de origen fluvial, se presenta una mezcla de estas masas de agua produciéndose una reducción de la salinidad en las capas superficiales.

*Oxígeno Disuelto:*

El porcentaje de saturación de oxígeno (Fig. 12) presenta regularmente valores bajos cerca de la costa, particularmente al norte de la Península de Araya. Y en los meses de marzo, abril y mayo y en el área del Golfo de Santa Fé y Bahía de Mochima. Estas zonas son las mayormente influidas por la surgencia; en las cuales la velocidad de intercambio de las masas de Agua Superficiales por las ascendentes masas de Agua subsuperficiales es mayor que la tasa de alteración del oxígeno, por los procesos biológicos y físicos.

Los valores de oxígeno, comúnmente observados al este de Margarita, son consecuencia de la influencia límnica de las masas de agua proveniente de los ríos Orinoco y Amazonas.

La distribución vertical del oxígeno (Fig. 13) en el mes de marzo muestra un patrón de distribución similar al de la temperatura (Fig. 4), pero muy diferente al de la salinidad (Fig. 7). Esto es debido a que la temperatura y el oxígeno disminuyen con la profundidad mientras que la salinidad aumenta desde la superficie hasta un máximo en la capa subsuperficial y luego disminuye con la profundidad. Por lo que las Aguas subsuperficiales que ascienden hacia la costa tienen baja concentración de oxígeno y son ricas en nutrientes orgánicos e inorgánicos. Mientras que en las altamente productivas capas superficiales los procesos físicos y la eficiente actividad biológica aumentan la concentración de oxígeno. Es interesante resaltar la baja concentración de oxígeno ( ~2,5 ml/l) en la parte más profunda de la Est. 8 posiblemente por los procesos bioquímicos de descomposición de la materia orgánica en suspensión en la columna de agua.

Por otra parte en el mes de octubre (Fig. 14) la distribución vertical de oxígeno disuelto muestra alta concentración de oxígeno con valores cercanos a 4,5 ml/l en toda la columna de agua, con la excepción de la Bahía de Chacopata que presenta valores menores a 3,5 a causa de la surgencia. Debido a la débil surgencia, las aguas representan un prolongado tiempo de permanencia en todo el área de estudio, y por lo tanto, un aumento de las concentraciones de oxígeno, causadas por la intensa actividad fotosintética.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

En el análisis de los resultados de esta investigación, en que los muestreos se realizaron mensualmente durante un año, se encuentra que las condiciones hidrográficas del área de estudio presenta características similares a la reportadas en otras investigaciones, en las que los períodos de muestreo fueron más largos y/o menos extensos en el tiempo, tales como los de CONTRERAS (1971); OKUDA & BENÍTEZ (1974); HERRERA & FEBRES (1975).

En enero las aguas presentes en toda la región costera y en el mayor parte de las columna de agua corresponden al Agua Subtropical Subyacente. Debido a un aumentó en la magnitud de la surgencia, durante el mes de marzo, se produce el desplazamiento de las Aguas Subtropicales hacia el norte como consecuencia de la ocupación de la mayor parte de la zona costera por las Aguas Subsuperficiales particularmente en las Bahías de Mochima y Chacopata que presentan temperatura menor de 21,5 °C y salinidad inferior a 36,70 ‰.

Así mismo, las Aguas Superficiales de baja salinidad y temperatura mayor a 24 °C se distribuyen al oriente de Margarita en forma similar durante estos meses. Al disminuir la influencia de los Vientos Alisios y la intensidad de la surgencia desde abril hasta octubre, las aguas superficiales de baja salinidad (S < 36,6 ‰) cubren en cada mes una mayor superficie del área de estudio, invadiendo las zonas costeras y desplazando las Aguas Subtropicales. GORDON (1967) Y OKUDA & BENÍTEZ (1974) expresaron que éstas masas de Agua Superficial de baja salinidad procedente de los ríos suramericanos, se alejan de la costa a causa de la surgencia costera que se extiende en el área sur del Mar Caribe Venezolano.

En octubre, al alcanzar la surgencia la mínima intensidad, las Aguas Subtropicales han sido totalmente desplazadas, de las capas superiores, por las Aguas Superficiales. Durante este mes se produjo una alta estratificación térmica y halina de la columna de agua que, disminuye en noviembre

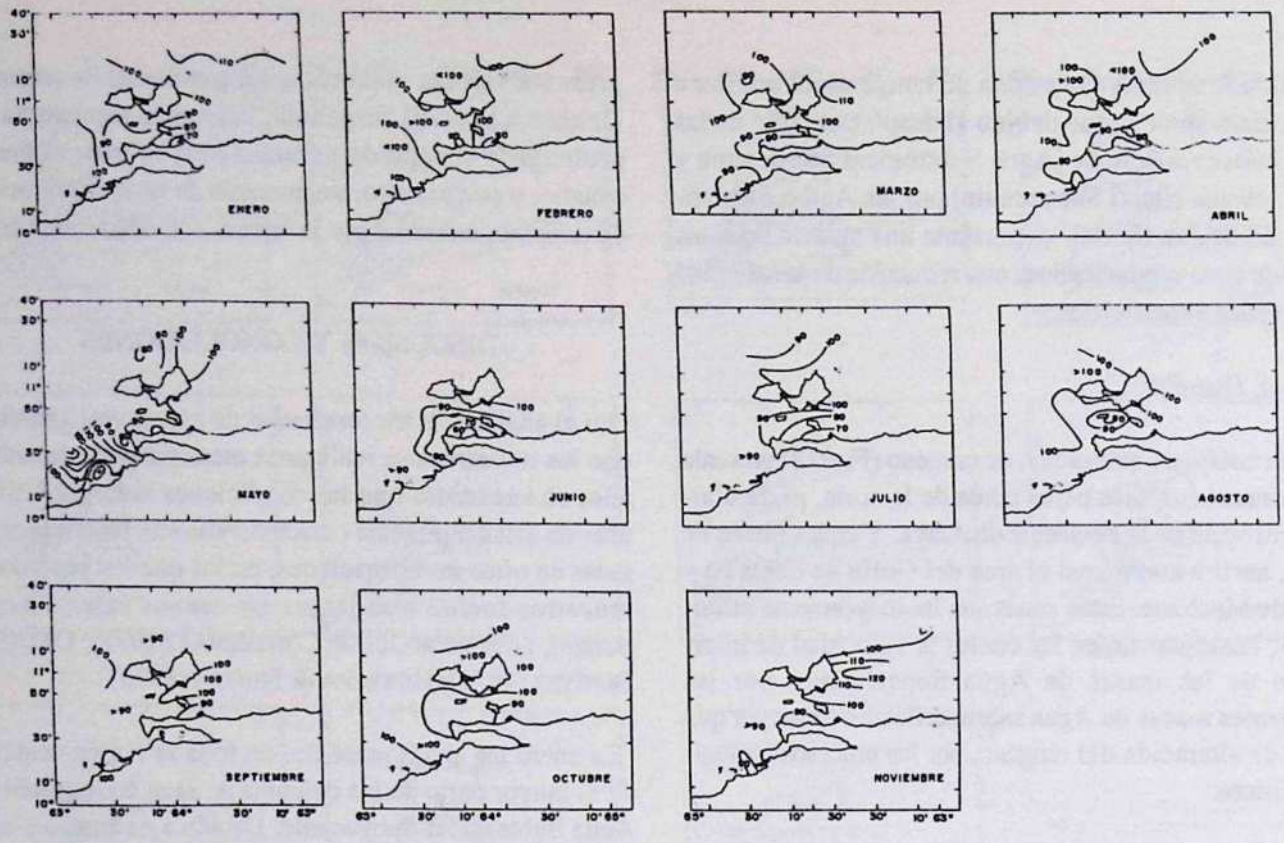



Fig.12.- Distribución mensual de la saturación de oxígeno (%) en la superficie de enero a noviembre de 1976.

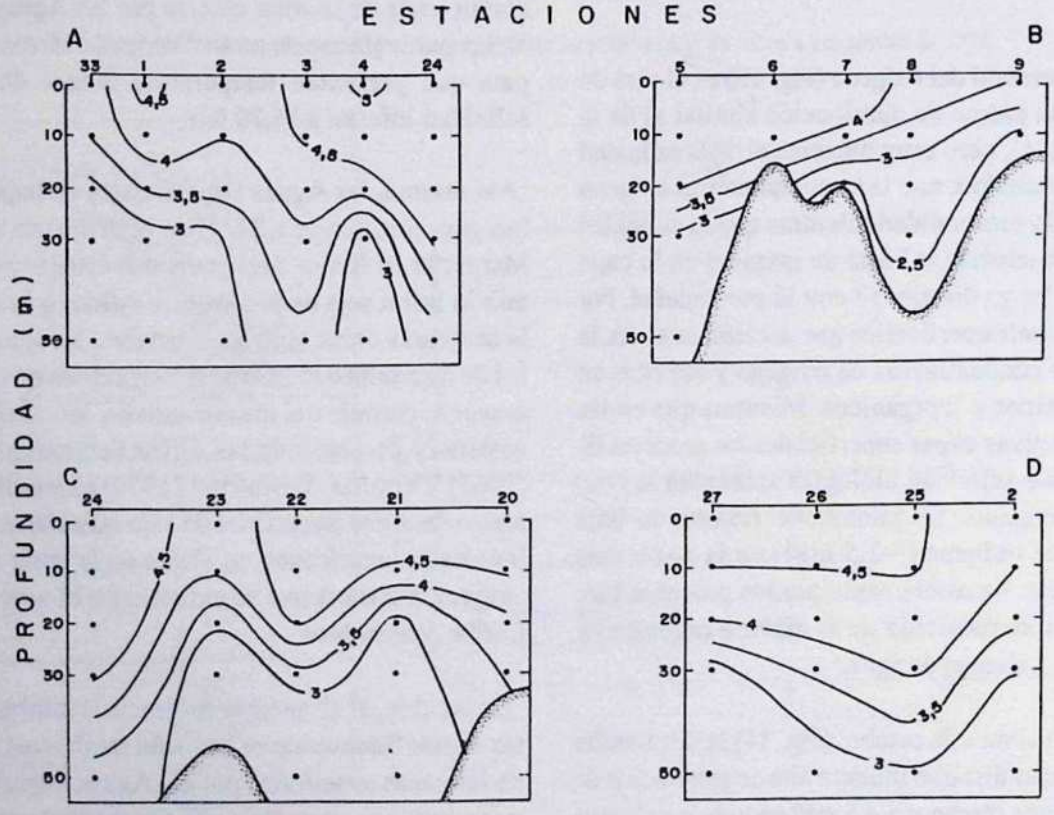



Fig.13.- Distribución vertical de oxígeno en % (marzo 1976).

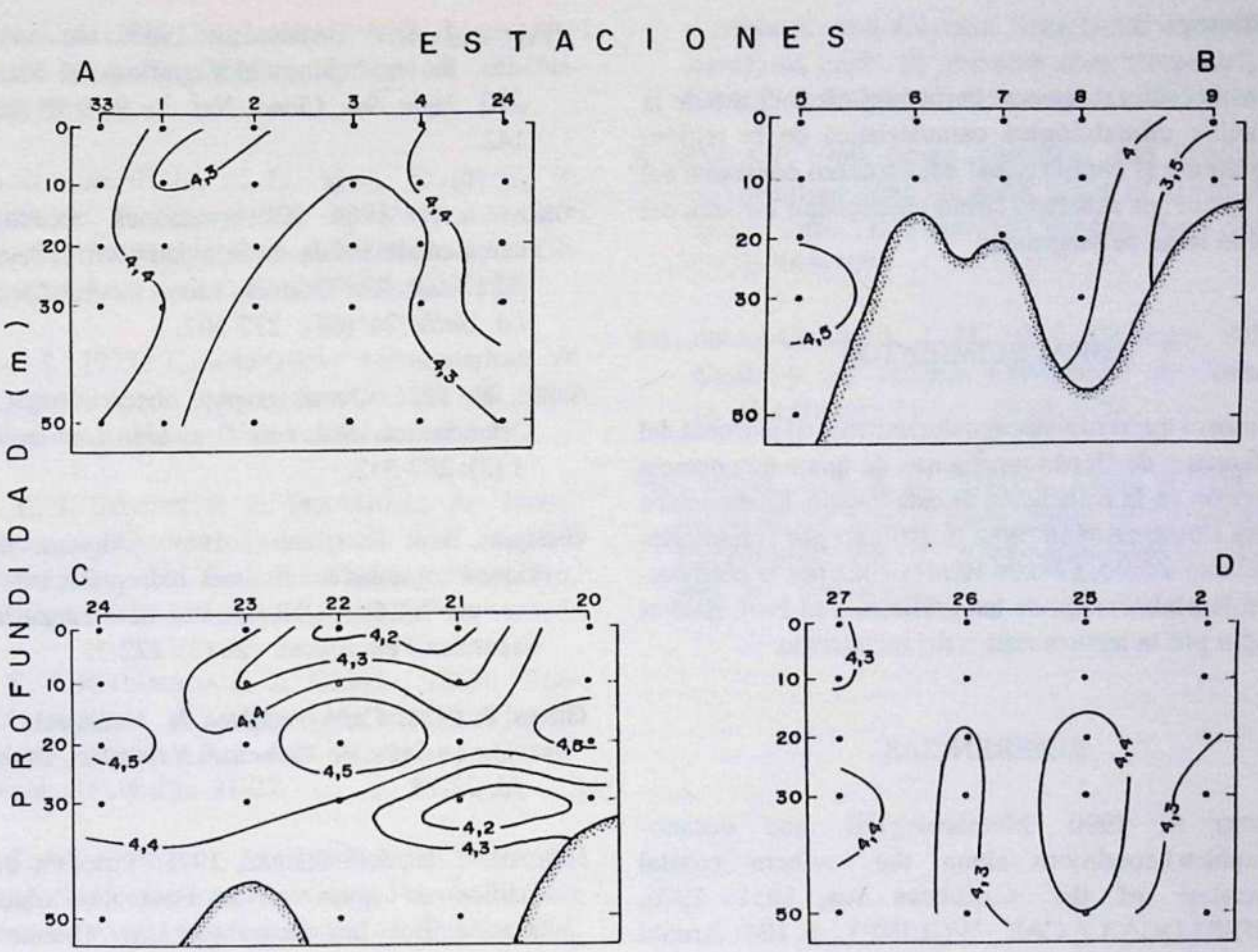



Fig.14.- Distribución vertical de oxígeno en % (octubre 1976).

por la aparición de una débil surgencia en la zona costera.

En los diagramas T-S se visualiza la formación y permanencia de cuatro grupos de masas de agua que confirma lo reportado por OKUDA (1975b) para las capas superiores de la Fosa de Cariaco. Estos grupos de agua se caracterizan de la forma siguiente:

Grupo A = T > 24 °C y S = 32,0-36,7‰ (Agua Superficial)

Grupo B = T = 21-24 °C y S > 36,7 ‰ (Agua Subtropical Sub yacente)

Grupo C = T < 21 °C y S < 36,7 ‰ (Agua Subsuperficiales Subyacente)

Además de estos grupos al norte y este de Margarita se observó un cuarto grupo formado posiblemente, por la mezcla de los tres principales y no reportado anteriormente para la zona.

Grupo D: T = 21-24 °C y S < 36,7‰.

En la época de surgencia fuerte, particularmente en los meses de marzo, abril y mayo en el Golfo de Santa Fé y Bahía de Mochima y Chacopata no se observó claramente la actividad fotosintética en comparación con la época de menor intensidad de surgencia (septiembre-noviembre).

Sin embargo, el aumento del porcentaje de saturación de oxígeno al desplazarse las aguas superficiales al noreste, refleja la alta productividad orgánica del área de estudio. Por otro lado, los altos valores de oxígeno disuelto en el estracto superficial (0-10 m) parecen estar relacionados con la estacionalidad presente en la descarga de los ríos

suramericanos.

Futuras investigaciones deberían enfatizar el uso de la información climatológica característica de la región; especialmente el campo zonal del esfuerzo constante del viento, el cual es señalado como mecanismo forjador del fenómeno local de surgencia.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos al personal del Departamento de Oceanografía que de una u otra manera colaboraron en la realización de este trabajo. En especial a la señora LOURDES MARTÍNEZ DE RIVERO por la transcripción del manuscrito, a JESÚS HERNÁNDEZ por la colaboración en la elaboración de los gráficos, y al Prof. RUBÉN APARICIO por la lectura crítica del manuscrito.

## REFERENCIAS

APARICIO, R. 1990. Meteorological and oceanographica l conditions along the southern coastal boundary of the Caribbean Sea, 1951 - 1986. UNEP (OCA) / CAR WGI/INF3, p. 104 Arnold Levd. Pebl..

BONILLA, R. J, R. JONES., J. BOGDEN, W. SENIOR & O. ZAFIRIOU. 1990. Nutrient spatial and vertical distributions and primary productivity data in the surface waters of the Eastern Caribbean during *"Columbus - Iselin"* Cruises 8805 and (1988). *Geophysical Res Oceans. (en prensa).*

CONTRERAS, A. *1971.* Resumen de las condiciones hidro gráficas del Caribe Suroriental. 1967-1968. *Contri.. Nº 47. Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 1-100.

FEBRES, O. G. 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.

FUKUOKA, J. 1968. Un análisis de las condiciones hidrográficas del Mar Caribe (II). *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 23 (64): 43-55.

FUKUOKA, J. & A. BALLESTER. 1963. Un análisis de de las condiciones hidrográficas del Mar Caribe (III) *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 23 (65): 132-142.

FUKUOKA, J. 1964. Observaciones oceanográficas cercerca de la Isla de Trinidad y en la desembocadura del Río Orinoco. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle.* 24 (69): 277-307.

GADE, H. 1961. Oceanographic observations Caribean Orinoco área. *Bol. Inst. Oceanogr. Univer. Oriente.* 1 (2): 287-342.

GAMBOA, B & T. OKUDA. 1969. Algunas observaciones sobre las condiciones hidrográficas y químicas en la Costa Nororiental de Venezuela. *Acta* Científica *Venezolana*. 20 (3): 122-23.

GINES, P. 1972. Carta Pesquera de Venezuela. Fundación *La Salle de Ciencias Naturales. Monografía 16: 13-78.*

HERRERA L. E., & G. FEBRES, 1975. Procesos de renovación de aguas en la Fosa de Cariaco, mar Caribe. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente. 14 (1): 31-44.

HERRERA, L. E., G. A. FEBRES & J. M. ANDRÉS 1980 Distribución de las masas de agua y sus vinculaciones dinámicas en el sector centro–occidental venezolano, Mar Caribe. Ibid, 19 (1 & 2): 93-118.

LJOEN, R. & L. HERRERA. *1965.* Some oceanographic conditions of the coastal waters of Easter Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 4 (1): 7-50.

MALONEY, N. 1966. Geomorphology of Continental margin of Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 5: 38-53.

MALONEY, N. 1967. Geomorphology of the Continental margin of Venezuela. Part. 2. Continental Te rrace of Carúpano. ( 64 W to 62 W Longitud *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 6 (1):147-155.

MARCANO, L. S. 1984. Circulación de las aguas superiore de la Fosa de Cariaco. *Tesis M. S. C. Universide Oriente.*

MULLER-KORGER, F. E., C. R. M C. CLAIN. T. R. FISHER, W. E. ESAIAS & R. VARELA. 1989. Pig ment distribution in the Caribbean Sea. Observations from space. *Prog. Oceanog.* 23: 36.

NORIEGA, J. 1979. Características hidroquímicas de las aguas de la región Sur-Oriental del Mar Caribe. *Tesis M.S.C. Universidad de Oriente.*

OKUDA, T., J. BENÍTEZ & E. FERNÁNDEZ A. 1969a. Vertical distribution of inorganic and organic nitrogen in the Cariaco Trench. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 8 (1-1) : 28-34.

OKUDA, T., B. R. GAMBOA & A. GARCÍA. 1969b. 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 área adyacentes urante la época de lluvias. *Bol. Inst. Oceanogra. Univ. Oriente.* 13 (1 & 2) : 147-162.

OKUDA, T. 1975 a. Características hidroquímicas del Golfo de Santa Fé y áreas adyacentes. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 14 (2) : 251-268.

OKUDA, T. 1975 b. Condiciones hidroquímicas de las agua superiores de la Fosa de Cariaco y áreas adyacentes. *FAO.* Nº 200: 349-362.

OKUDA, T. 1981. Análisis hidroquímico de la Bahía de Pozuelos y sus áreas adyacentes. *Bol. Inst. Oceanogr.* 20 (1 & 2): 11-22.

OKUDA, T., J. BENÍTEZ, J. M. SELLIER DE CIVRIEUX, J. FUKUOKA y B. R GAMBOA. 1974. Revisión de los datos oceanográficos del mar Caribe Sur Oriental, especialmente en el margen continentinental de Venezuela. Nº 15, 96.

PARR, A. E. 1987. A contribution to the hydrography of Caribbean and Cayman Seas, based upon the observations made by research ship "*Atlantis*", 1933-1934. *Bull Bingham. Oceanogr. Coll.*, 5 (4): 1-110.

RICHARDS, F. 1960. Some chemical and hydrographic ob servations long the north coast of south Améririca I. Cabo Tre Puntas to Cucacao. *Deep Sea Res.* 7 (3): 163-168.

SELLIER DE CIVRIEUX, J. M. 1974. Geología del Mar Caribe y del Márgen Continental de Venezuela la. *Cuadernos Azules,* Nº15, 1-52.

VAN ANDEL T. J. & H. POSTMA 1954. Recent sediments of the Gulf of Paria report of Orinoco Shelf Expeditions. Vol. I, *Noord-Hallandsche Uigevers* Mij. 20 ( 5 ): 244 pp.

Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente, 29 (1&2): 43-56 (1990), 10 figs., 1 tabl.

# CICLO ANUAL DE LAS BACTERIAS HETEROTROFAS PLANCTONICAS Y DEL FITOPLANCTON EN EL GOLFO DE CARIACO, VENEZUELA

ELVIRA FERRAZ-REYES y ESTHER FERNÁNDEZ A.

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

RESUMEN: Los estudios realizados hasta ahora en el Golfo de Cariaco sobre fitoplancton y bacterioplancton han sido separados. En el presente trabajo se estudian las variaciones poblacionales de estos grupos planctónicos y sus posibles interacciones durante el período junio 1979-junio 1980. se fijaron tres estaciones en el Golfo de Cariaco, Venezuela. Las estaciones 1 y 2 se visitaron mensualmente y se colectaron muestras cada 10 m, desde la superficie hasta los 50 m de profundidad. Se midió temperatura *in situ* (°C), salinidad ( $1 \times 10^{3}$), oxígeno disuelto ($ml.l^{-1}$), biomasa fitoplanctónica (mg clorof. a.$m^{-3}$) y densidad poblacional de bacterias heterotrofas ($u.f.c.ml^{-1}$). Las estación 3 se muestreó semanalmente de febrero a julio de 1980. Se tomaron muestras cada 5 m desde la superficie hasta los 20 m. La distribución vertical de temperatura fue similar en las tres estaciones (19,45- 28,10°C); las temperaturas más altas se registraron durante el período de estratificación (julio-noviembre 1979). La distribución de la salinidad mostró diferencias entre las estaciones 1 y 2 debido a que la estación 1 está influenciada por la descarga del Río Manzanares durante la época de lluvias. Los valores fluctuaron entre $36,18 \times 10^{-3}$ - $36,80 \times 10^{-3}$. La variación de densidad del agua de mar ( gr. $ml^{-1}$) en las estación 1 estuvo influenciada por la descarga del Río Manzanares. Sin embargo, no se destacaron diferencias significativas entre ambas estaciones. En cuanto al porcentaje de saturación de oxígeno se encontró diferencias significativas (P=0.05) entre las estaciones 1 y 2. En la estación 3, la fluctuación en la concentración de oxígeno disuelto (0,06-5,40 ml . $1^{-1}$ fue mayor que en las otras estaciones, la biomasa fitoplanctónica fue más elevada en las estaciones 2 y 3 ( 0,40-25 mg.$m^{-3}$ ). En la época de estratificación se registraron valores relativamente bajos (no detectable -1.28) y se observaron diferencias significativas (P=0,005) entre las estaciones 1 y 2 con respecto a la época de año, pero no en cuanto a profundidades. La densidad poblacional bacteriana mostró diferencias significativas entre ambas estaciones con respecto a la profundidad, pero no en el tiempo. Nuevamente, la estación 1 reveló influencias del Río Manzanares, mientras que la estación 2 reflejó enriquecimientos causados por la surgencia. El análisis de regresión lineal aplicado a los datos de biomasa fitoplanctónica y densidad bacteriana reveló una baja correlación durante el período de estancamiento (r=0,20 y 0,18 en las estaciones 1 y 2, respectivamente). En este período predominaron microflagelados. Al iniciarse el fenómeno de surgencia y producirse el florecimiento de diatomeas se encontró una relación inversa (r= -0,89 y -0,86 en las estaciones 1 y 2 respectivamente). Cuando la comunidad fitoplanctóncia pasa a ser dominada por dinoflagelados, la relación con la población bacteriana se hace directa ( r=0,70 y 0,80 en las estaciones 1 y 2 respectivamente). La densidad del agua de mar no parece afectar la distribución vertical de las poblaciones bacterianas, pero si las fitoplanctónicas. En este estudio se observó que el fitoplancton y el bacterioplancton están relacionados cuando la comunidad fitoplanctónica esta dominada por diatomeas y dinoflagelados.

ABSTRACT: Earlier studies on bacteria and phytoplankton in the Gulf of Cariaco, Venezuela, have been done separately. In this paper, population variations of these planktonic groups and their possible relations were studied from June 1979 to June 1980. Three stations were fixed in the Gulf of Cariaco, Venezuela. Stations 1 and 2 were visited monthly. *In situ* temperature (°C), salinity ( $1 \times 10^{-3}$ ), dissolved oxygen ($ml\ O^{2-}\ 1^{-1}$) phytoplanktonic biomass ( mg clorof.a.$m^{-3}$ ) and bacterial population density ($u.f.c.ml^{-1}$) were sampled every ten meters from surface to 50 m depth. Station 3 was visited weekly from February to July were sampled every ten meters from surface to 50 m depth. Station 3 was visited weekly from February to July 1980. Samples were taken every five meters from surface to 20 m depth. Temperature profile was similar in the three stations, 19.45-28.10 °C, the highest temperatures were recorded during the stratification period (July-November 1979). The vertical salinity distribution showed differences among stations 1 and 2. The difference is caused by the influence of the discharge of Manzanares River on station 1. Values found were in the range $36.18 \times 10^{-3}$ to $36.80 \times 10^{-3}$. Even though, station 1 was influenced by the Manzanares river, there were no significant differences (0.05) between stations 1 and 2 with respect to seawater density (g.ml-1). However, oxygen saturation percentaje showed significant differences, (0.05) between stations 1 and 2. The level of dissolved oxygen exhibited a greater variation (0.06-5.40 ml $O_2.1^{-1}$) in station 3 than in the other two. Phytoplanktonic biomass was higher in stations 2 and 3 (0.40-2.5 mg clorof. a. $m^{-3}$) than in station 1. Relatively low biomass values (from non-detectable to 1.28 mg clorof. a. $m^{-3}$) were measured during the calm period. Significant differences (0.05) between stations 1 and 2 in this parameters were found with respect to time but not with respect to depth. Bacterial population density showed significant differences (0.05) between stations 1 and 2 with respect to depth, but not with respect to time. Again, station 1 revealed influence of the Manzanare river, while station 2 showed enrichment caused by upwelling. A linear regression applied to phytoplanktonic biomass and heterotrophic bacterial population density showed a low correlation (r=0.20 & 0.18 at stations 1 and 2, respectively) during the period of stagnation. At this time, microflagellates were the dominant phytoplanktonic group. Once, upwelling had started and diatoms became the

dominant group, a negative linear relationsship occured (r=-0.89 & -0.86 for stations 1 and 2, respectively). When the phytoplanktonic community was dominated by dinoflagellates, a direct relationship with bacterial population appeared (r = 0.70 & 0.80 for stations 1 and 2, respectively). It appears that seawater density did not have any influence on the distribution of bacterioplankton, but it did affect phytoplankton. A relationship between bacterioplankton and phytoplankton occurred only when diatoms and dinoflagellates were the dominant phytoplanktonic groups.

## INTRODUCCION

La distribución del fito y bacterioplancton, productividad primaria, biomasa y actividad bacteriana y otros parámetros relacionados con estas dos comunidades, han sido estudiados en el Golfo de Cariaco desde aproximadamente 25 años; pero entre 1979 y 1980 se realizaron muestreos simultáneos junto con otras mediciones en el campo de la oceanografía física y química, estos últimos se presentaron en otra parte.

Las áreas de surgencia están caracterizadas por una alta concentración de nutrientes en las aguas superficiales como ha sido demostrado para el Golfo de Cariaco por OKUDA *et al.* (1978), alta productividad primaria por FERRAZ-REYES (1987), biomasa bacteriana por FERNÁNDEZ y OKUDA (1985), y elevada actividad heterotrófica por MUÑOZ (1980), para la época del año en la cual son más frecuentes los procesos de surgencia en el Caribe suroriental.

Un claro entendimiento del efecto de los factores físicos sobre la distribución del fitoplancton en el Golfo ha sido objeto de estudio por FERRAZ-REYES (1989), así como de los parámetros que afectan la distribución de las bacterias heterotrofas por FERNÁNDEZ y OKUDA (*loc.cit.*), CASTELLVI y FERNÁNDEZ (1978), este último realizado en la Fosa de Cariaco. Pero las relaciones entre sí y sus interacciones en los primeros 50 m de la masa de agua en el Golfo de Cariaco no habían sido analizados al mismo tiempo, lo que se ha considerado de suma importancia, ya que puede ayudar a interpretar la formación y utilización de la materia orgánica en esta región.

## MATERIALES Y METODOS

Se fijaron 3 estaciones en el Golfo de Cariaco, edo. Sucre (Fig. 1). Las estaciones 1 y 2 se visitaron mensualmente durante 13 meses, desde junio 1979 a junio 1980 y se muestrearon cada 10 m desde la superficie hasta los 50 m de profundidad. En cada oportunidad se tomaron muestras para hacer determinaciones de temperatura con termómetro reversible; salinidad por inducción; oxígeno por WINKLER; biomasa fitoplanctónica de acuerdo a STRICKLAND y PARSONS (1972). Los resultados se registran en mg clorofila *a*.m$^{-3}$ (mg.m$^{-3}$) y población bacteriana aerobia utilizando la técnica de placa superficial (AARONSON, 1970) y como medio de cultivo agar marino 2216 (Difco)con una proporción de 75% de agua de mar envejecida y estéril; los resultados se reportan en unidades formadoras de colonias por mililitro (u.f.c.ml$^{-1}$)

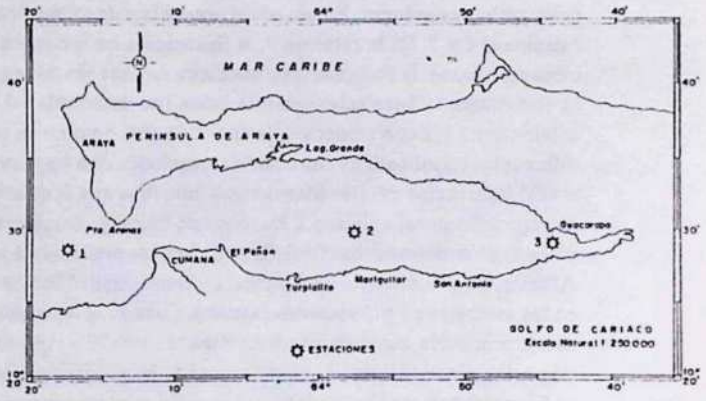



Fig. 1. Situación geográfica del Golfo de Cariaco ( Edo. Sucre ) ubicación de las estaciones muestreadas.

La estación 3 se muestreó de febrero a julio de 1980 con una periocidad semanal y desde la superficie hasta los 20 m de profundidad cada 5m.Se tomaron muestras para hacer determaniaciones de temperaturas con termómetros de superficie, oxígeno por WINKLER, clorofila de acuerdo a las técnicas descritas por STRICKLAND y PARSONS (*op.cit.*) y contajes de fitoplancton de acuerdo a UTERMÖHL (1958).

## RESULTADOS

Los resultados aquí expresados cubren un período de

13 meses (junio 1979-junio 1980) en dos estaciones, y un período de 6 meses (febrero-julio 1980) en la tercera estación. Se encontaban ubicadas de oeste a este en las siguientes posiciones; estación 1 en la conexión del Golfo de Cariaco con el Mar Caribe, con una profundidad aproximada de 70 m, influenciada por la descarga del Río Manzanares y la penetración de aguas subsuperficiales al golfo. La estación 2 ubicada en la región central con una profundidad aproximada a los 90 m es representativa de lo que ocurre en casi todo el golfo con profundidades mayores de 30-40 m y las estaciones 3, situada en la región más oriental del golfo con una profundidad aproximada entre 25 - 30 m es representativa de las aguas someras donde se observan los procesos de surgencia con mayor intensidad.

*Temperatura:*

El desarrollo de la estructura térmica es bastante similar en las tres estaciones. En la estación 1 (Fig. 2a) la temperatura osciló entre 20,21 °C y 28,00 °C. Uno de los hechos más relevantes, entre junio y octubre de 1979 lo constituyó la serie de oscilaciones de la isoterma de 25 °C entre los 10 y 40 m de profundidad, luego se hundió, entre octubre y noviembre, por debajo de los 50 m, para luego reaparecer en las aguas superficiales en diciembre del mismo año, comenzando los movimientos ascendentes de la masa de agua que culminaron entre marzo y abril de 1980 cuando aguas de 22 °C alcanzaron la superficie. A partir de entonces, aparentemente se debilitaron los procesos de surgencia y comenzó el calentamiento de las aguas superficiales y el hundimiento de la masa de agua.

En la estación 2 (Fig. 2b) la temperatura osciló entre 19,45 °C y 28,10 °C, las aguas de 25 °C mostraron variaciones entre junio y diciembre de 1979, cuando ascendieron hasta la superficie. En 1980, entre marzo y abril aguas más frías, de 22 °C, alcanzaron la superficie, pero a partir de entonces volvió a hundirse esta isoterma y se observaron en la superficie aguas más cálidas. La estación 3 (Fig. 2c) se caracterizó por presentar la menor amplitud de temperatura, 21,0 °C a 24,8 °C y se observaron contínuos movimientos ascendentes entre marzo, abril y mayo. A partir de junio se observó el debilitamiento de los procesos de surgencia, cuando las aguas superficiales presentaron temperaturas mayores de 24,0 °C. Entre junio y julio hubo algunos movimientos ascendentes de la masa de agua que no llegaron a la superficie.

*Salinidad*:

El desarrollo de la estructura salina, estudiada solamente en las estaciones 1 y 2, si mostró diferencias, debido a la influencia del Río Manzanares en la primera de ellas.

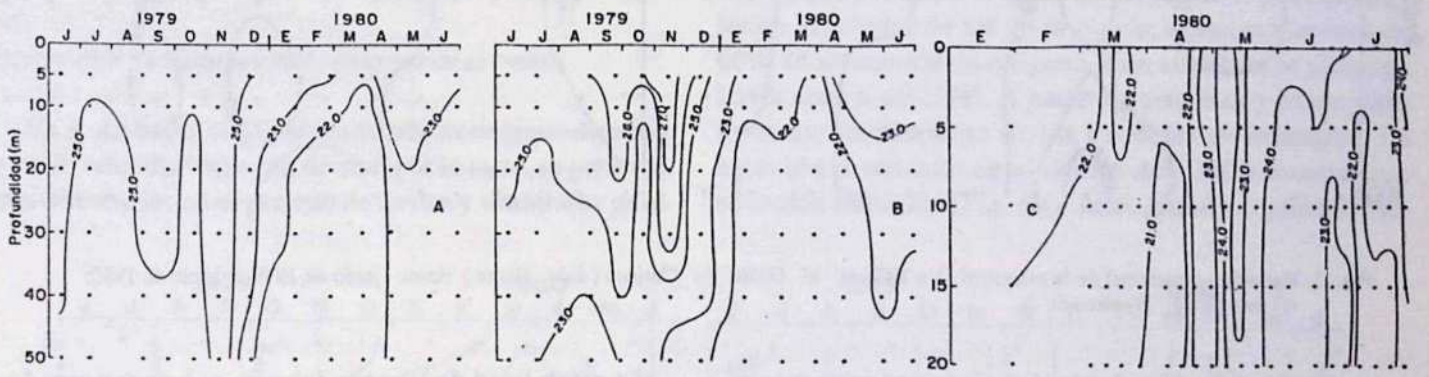



Fig. 2. Estructura térmica (°C) del Golfo de Cariaco ( Edo. Sucre ): A) estación 1; B) estación 2; C) estación 3.

La estación 1 (Fig. 3a) fuertemente influenciada por la descarga del Río Manzanares en las aguas superficiales, así como por las aguas sub-superficiales que penetran de la fosa al Golfo de Cariaco, osciló entre 36,18 x $10^3$ y 38,00 x $10^3$. Desde junio a diciembre de 1979, época de lluvias se observaron lentes de diferentes salinidades en aguas subsuperficiales de 37,00 y 38,00 x $10^3$ y más bajas (36,6 x $10^3$) en las aguas superficiales. Entre enero y abril de 1980 hubo salinidades más elevadas (36,8 x $10^3$ ) que luego disminuyeron. En la Est. 2 (Fig. 3b) no se observaron tantas

variaciones de salinidad, entre otras causa porque no hay cerca ninguna descarga de agua dulce de importancia.

Entre junio y julio de 1979, la salinidad de las aguas superficiales fue de 36,8 x $10^3$ para hundirse y dar paso a salinidades menores hasta enero de 1980, lo que puede ser atribuido a las precipitaciones atmosféricas. En agua entre 30 y 50 m se observaron salinidades mayores como producto de la penetración de aguas subsuperficiales desde la Fosa de Cariaco. En junio desaparecieron las aguas de más alta salinidad.

*Oxígeno disuelto en el agua:*

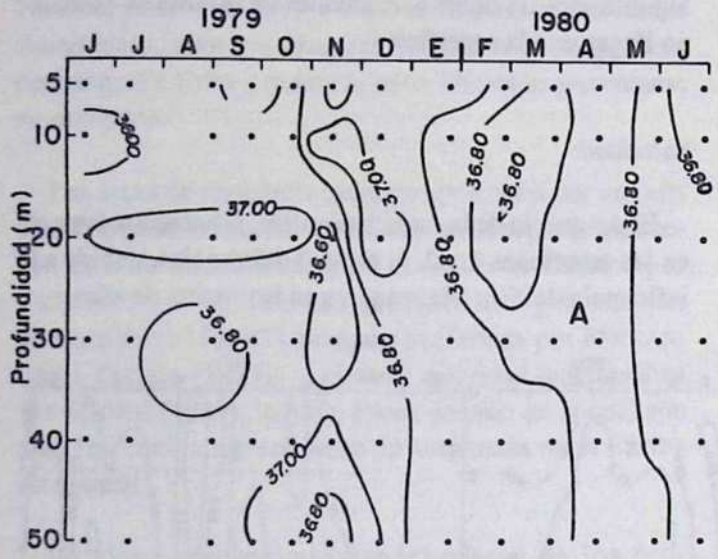
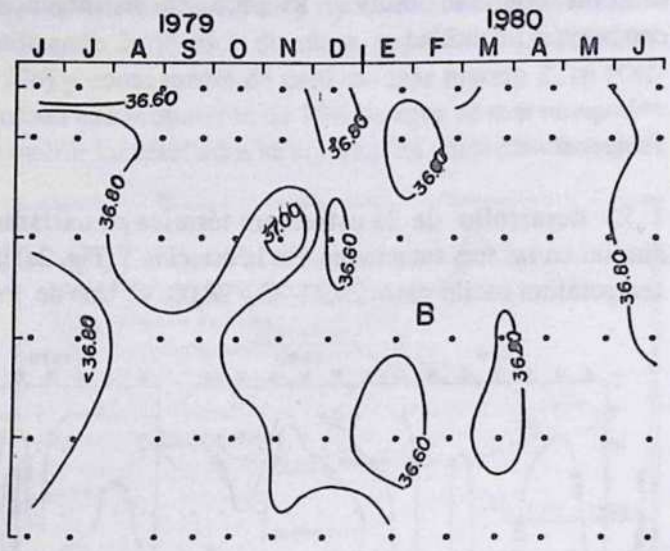



Fig. 3. Variación estacional de la salinidad (1 x 103) en el Golfo de Cariaco ( Edo. Sucre ) desde junio de 1979 a junio de 1980: A) estación 1; B) estación 2.

La distribución de oxígeno disuelto en el agua mostró diferencias y similitudes entre las 2 primeras estaciones, pero diferente de la estación 3. En la estación 1 (Fig. 4a) se observó un elevado tenor de oxígeno durante todo el año y su contenido varió de 2,78 a 4,96 ml.$l^{-1}$. Entre julio y octubre de 1979 las aguas se mostraron homogéneas en su contenido de oxígeno disuelto, pero a partir de diciembre de 1979 hasta el final del período de muestreo se observó la formación de una oxiclina entre 5 y 10 m de profundidad y, entre abril y junio se evidenció un hundimiento de las aguas más oxigenadas hasta por debajo de los 30 m. En la (Fig. 4b) se observa el comportamiento de la concentración de oxígeno disuelto en la región central del Golfo (Est. 2), de junio a diciembre de 1979 se encontraron aguas oxigenadas hasta los 50 m de profundidad, en este último mes la isopleta de 3,5 ml.$l^{-1}$ alcanzó las aguas superficiales y se mantuvo hasta el final del período de muestreo. En esta estación se obtuvieron valores menores en la concentración de oxígeno disuelto que en la ubicada en la conexión del golfo con la Fosa de Cariaco y osciló entre 1,02 y 4,68 ml.$l^{-1}$. En la región oriental del golfo (Est. 3), el tenor de oxígeno osciló entre 0,06 y 5,40 ml.$l^{-1}$ (Fig. 4c) con bolsas oxigenadas superiores a los 3,0 ml.$l^{-1}$ entre la superficie y los 50 m y hasta los 20 m se observaron las concentaciones menores.

*Densidad de la masa de agua:*




La estabilidad de la masa de agua en las estaciones 1 y 2 presentó también similitudes y diferencias debido a las diversas influencias que las afectan. La densidad del agua en la estación 1 (Fig. 5a) tuvo un componente bastante acentuado por la salinidad. Durante el año 1979 se observaron aguas menores de 24,5 g.ml.$l^{-1}$ cercana a la superficie, y solo en junio hasta los 30 m de profundidad. En diciembre la isopicnal de 25,0 g.ml-1 marcó de manera evidente el inicio de los movimientos ascendentes de la masa de agua, alcanzando las aguas superficiales entre enero y marzo de 1980. Aguas más densas ascendieron entre marzo y abril, pero a partir de este mes no se observaron más movimientos ascendentes. La densidad de la masa de agua de la estación 2 (Fig. 5b) estuvo claramente influenciada por la temperatura. Durante el año 1979 las

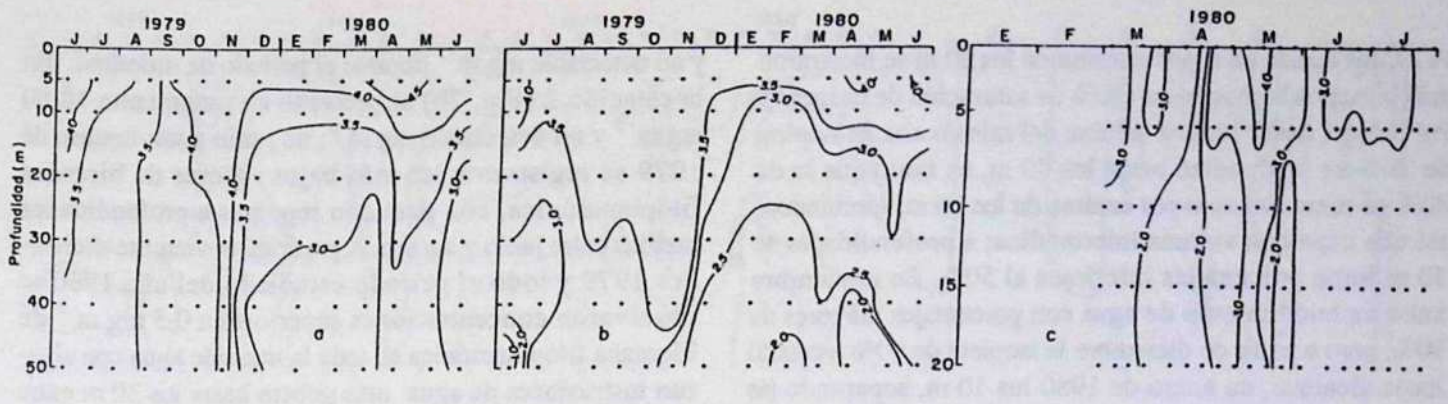



Fig. 4. Distribución vertical del oxígeno disuelto (ml. O2.1-1) en el Golfo de Cariaco (Edo. Sucre): A) estación 1; B) estación 2; C) estación 3.

aguas menos densas ocuparon las capas superficiales, formando bolsas, en algunos casos hasta más de 30 m de profundidad, como ocurrió en noviembre de 1979. La isopicnal de 25,0 g.ml$^{-1}$ alcanzó la superficie en enero de 1980 y aguas más densas (25,5 g.ml$^{-1}$) afloraron entre marzo y abril del mismo año. A partir de este mes se observó un hundimiento y reaparecieron aguas menos densas en la superficie.

*Porcentaje de saturación de oxígeno en el agua:*

Va a depender de la concentración de oxígeno disuelto y de la salinidad del agua de mar, por lo tanto, se presentó con diferencias en el período de lluvias y similitudes en el período de verano. La estación 1 (Fig. 6a) presento valores de porcentajes de saturación de oxígeno mayores que la estación 2. Entre junio y septiembre de 1979 las aguas superficiales hasta los 20 m se mostraron homogéneas con porcentaje superiores a 80%, pero por debajo, fueron menores de 60%. Desde entonces y hasta diciembre se homogeneizaron las aguas y, a partir de este mes comenzó a delimitarse la oxiclina que ya comentamos, entre 5 y 15 m de profundidad, con aguas de más de 70% por encima y luego alrededor de los 30 m o más, aguas con menos de 60% de saturación de oxígeno, esta situación se prolongó hasta marzo de 1980. A partir de este mes y hasta junio hubo un hundimiento de las isopletas de muestreo. La estación 2 ubicada en el centro del Golfo mostró una situación diferente (Fig. 6b), entre junio y septiembre de

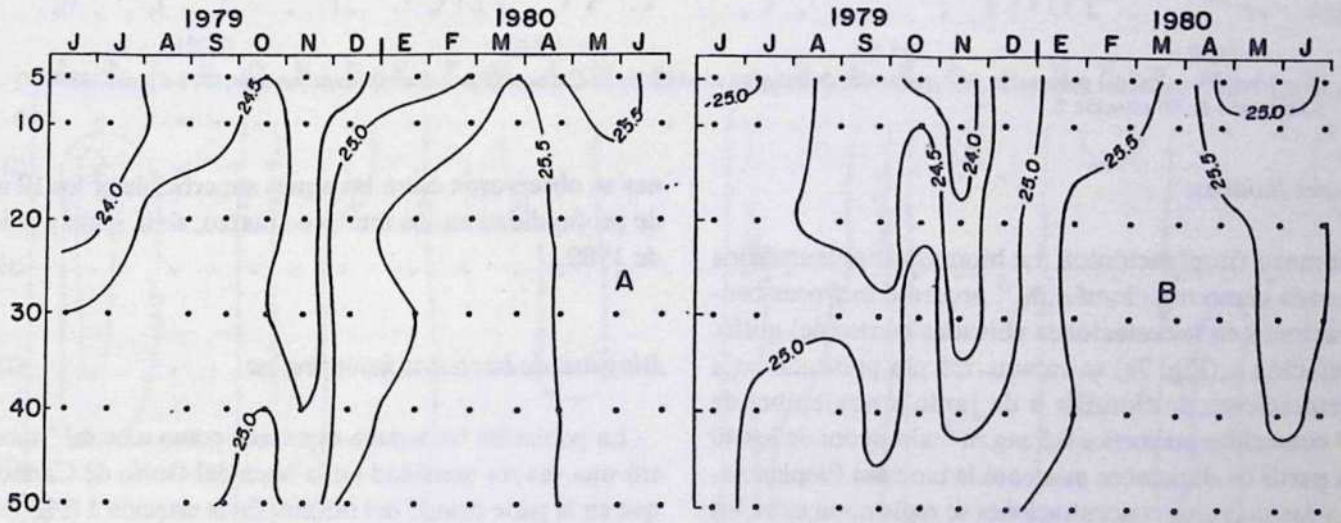



Fig. 5. Distribución vertical de la densidad (g.ml-1) en el Golfo de Cariaco (Edo. Sucre) desde junio de 1979 a junio de 1980: A) estación 1; B) estación 2.

1979, las aguas en o por encima de los 20 m se mostraron más o menos homogéneas (80% de saturación de oxígeno). Por debajo, desde junio a octubre del mismo año, la isopleta de 70% se profundizó hasta los 40 m, en tanto que la de 80% se mantuvo en o por encima de los 20 m, formándose así una capa con valores intermedios; a profundidades de 50 m hubo porcentajes inferiores al 50%. En noviembre hubo un hundimiento de agua con porcentajes mayores de 90%, pero a partir de diciembre la isopleta de 60% ascendió hasta alcanzar, en enero de 1980 los 10 m, separando las aguas superficiales más oxigenadas de las más profundas con bajo porcentaje de saturación de oxígeno. En mayo se observaron valores menores de 40% hasta los 20 m, y luego un hundimiento de las isopletas con aguas sobresaturadas en la superficie.

y no detectable mg.m$^{-3}$ durante el período de muestreo. En la estación 2 (Fig. 7b) se presentó un rango entre 12,80 mg.m$^{-3}$ y no detectable mg.m$^{-3}$; de junio a noviembre de 1979 se registraron los más bajos valores de biomasa fitoplanctónica, con pequeño repuntes a profundidades medias entre junio y agosto. A partir de noviembre-diciembre 1979 y todo el período estudiado del año 1980 se observaron concentraciones superiores a 0,5 mg.m$^{-3}$ de biomasa fitoplanctónica en toda la masa de agua con algunas instrusiones de agua más pobres hasta los 30 m entre febrero y marzo y hasta los 20 m entre mayo y junio. La máxima concentración de biomasa se registró entre diciembre 1979 y enero de 1980 desde la superficie hasta 20 m de profundidad. La estación 3 (Fig. 7c) se caracterizó por presentar los más altos valores de biomasa que oscilaron entre 25,00 y 0,40 mg.m$^{-3}$, las máximas concentraciones se observaron entre las aguas superficiales y los 10 m de profundidad en los meses de marzo, abril, junio y julio de 1980.

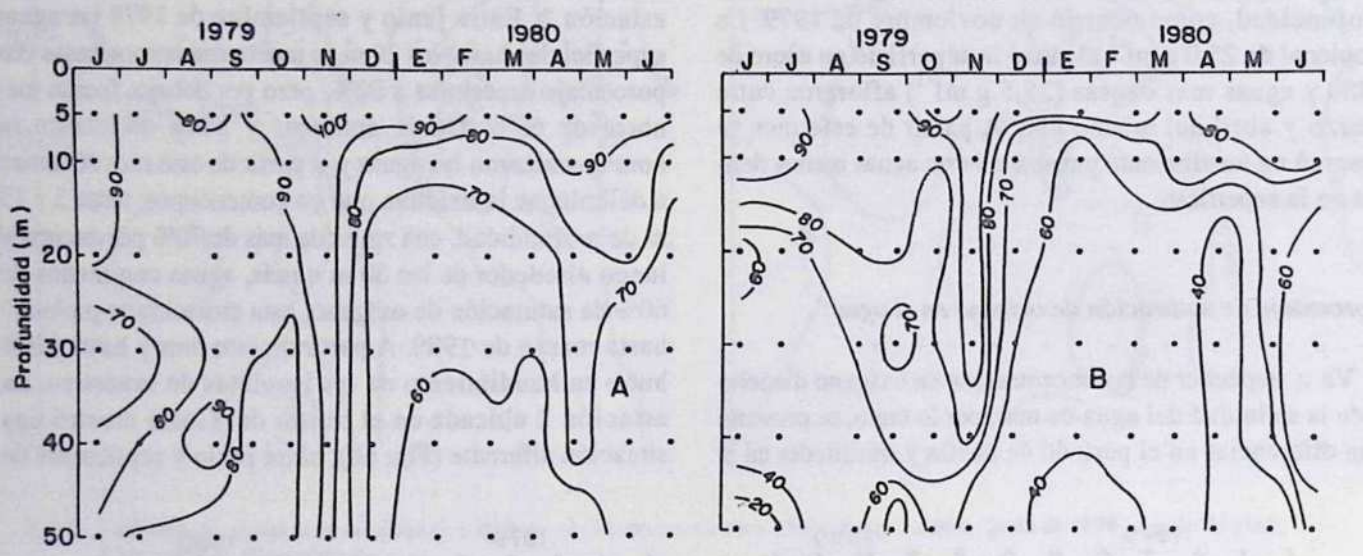



Fig. 6. Distribución vertical del porcentaje de saturación de oxígeno en el Golfo de Cariaco (Edo. Sucre) desde junio de 1979 a junio 1980: A) estación 1; B) estación 2.

*Factores bióticos:*

Biomasa fitoplanctónica. La biomasa fitoplanctónica expresada como mg.clorof.*a*.m.$^{-3}$ presentó mayores concentraciones en las estaciones ubicadas dentro del golfo. La estación 1 (Fig. 7a) se caracterizó por presentar baja concentraciones de clorofila *a* de junio a noviembre de 1979 con celdas mayores a 0,5 mg.m$^{-3}$ alrededor de los 40 m. A partir de diciembre aumentó la biomasa fitoplanctónica y las mayores concentraciones se registraron entre los 10 y 30 m entre diciembre de 1979 y enero de 1980. La isopleta de 0.5 mg.m$^{-3}$ delimitó las aguas con mayores concentraciones de biomas, esta osciló entre 8,54 mg.m$^{-3}$

*Biomasa de bacterias heterotrofas:*

La población bacteriana expresada como u.f.c.ml$^{-1}$ mostró una mayor densidad en la boca del Golfo de Cariaco que en la parte central del mismo. En la estación 1 (Fig. 8a) la biomasa bacteriana osciló entre 71 x 10$^{3}$ u.f.c.ml$^{-1}$ y 90 u.f.c.ml$^{-1}$. La mayor concentración se observó de junio a agosto de 1979 entre los 10 y 30 m de profundidad, que se

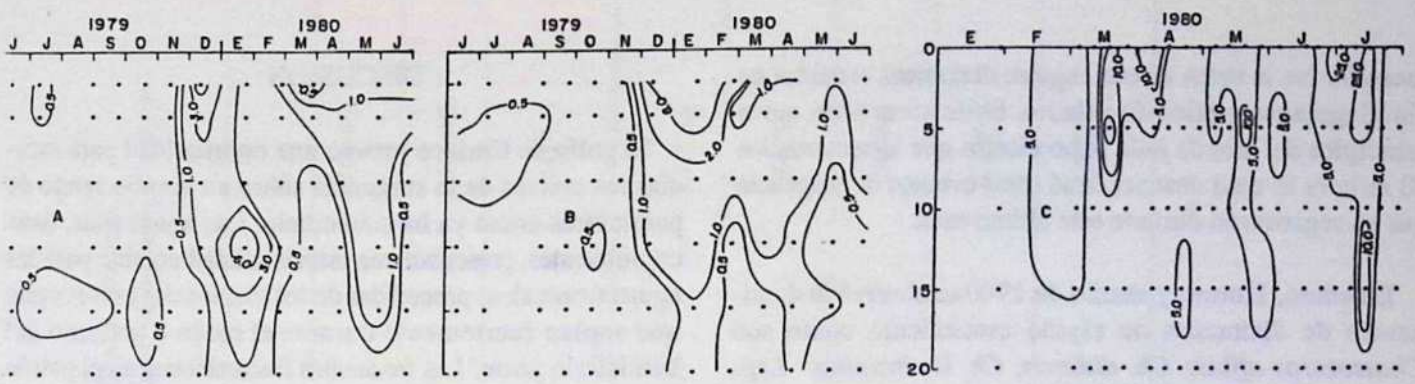



Fig. 7. Distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica ( mg.clor. a.m-3 ) en el Golfo de Cariaco ( Edo. Sucre ): A) estación 1; B) estación 2; C) estación 3.

corresponde con el inicio de la época de calma y de lluvias al disminuir de velocidad y cambiar de dirección los vientos alisios. Este núcleo de elevada densidad poblacional se rompió y en octubre y noviembre se homogenizó la columna de agua con 10 x $10^3$ u.f.c.$ml^{-1}$. De enero a junio la población continuo disminuyendo aunque mantuvo su homogeneidad vertical, con excepción de abril y mayo cuando se observaron densidades superiores a 1 x $10^3$ u.f.c.$ml^{-1}$ desde la superficie hasta los 30 m, probablemente ocasionado por mezclamientos verticales o una pequeña surgencia localizada. La estación 2 (Fig. 8b) mostró un comportamiento muy regular, probablemente por ser este perfil solo de la capa oxigenada en el sector más profundo del golfo (90 m). La comunidad de bacterias heterotrofas osciló entre 3,5 x $10^3$ y 4,0 x 10 u.f.c.$ml^{-1}$. La mayor densidad bacteriana se observó entre junio y agosto de 1979 con incrementos por debajo de los 30 m. En el mes de septiembre comenzaron a descender hasta alcanzar en octubre y noviembre la expresión mínima de la población. En diciembre aumentó la población, coincidiendo con el inicio de los vientos del este-noreste y la surgencia, manteniéndose en enero, febrero y marzo, cuando un núcleo de elevados valores se observó entre 30 y 50 m de profundidad y luego en mayo y junio se inició la formación de un núcleo de población bacteriana en las aguas superficiales.

*Sucesión fitoplanctónica:*

La sucesión planctónica dentro del Golfo de Cariaco ha sido estudiada por FERRAZ-REYES (1987,1989), en esta oportunidad se siguió su evolución durante los siete primeros meses de 1980 en la estación más oriental (est. 3). La

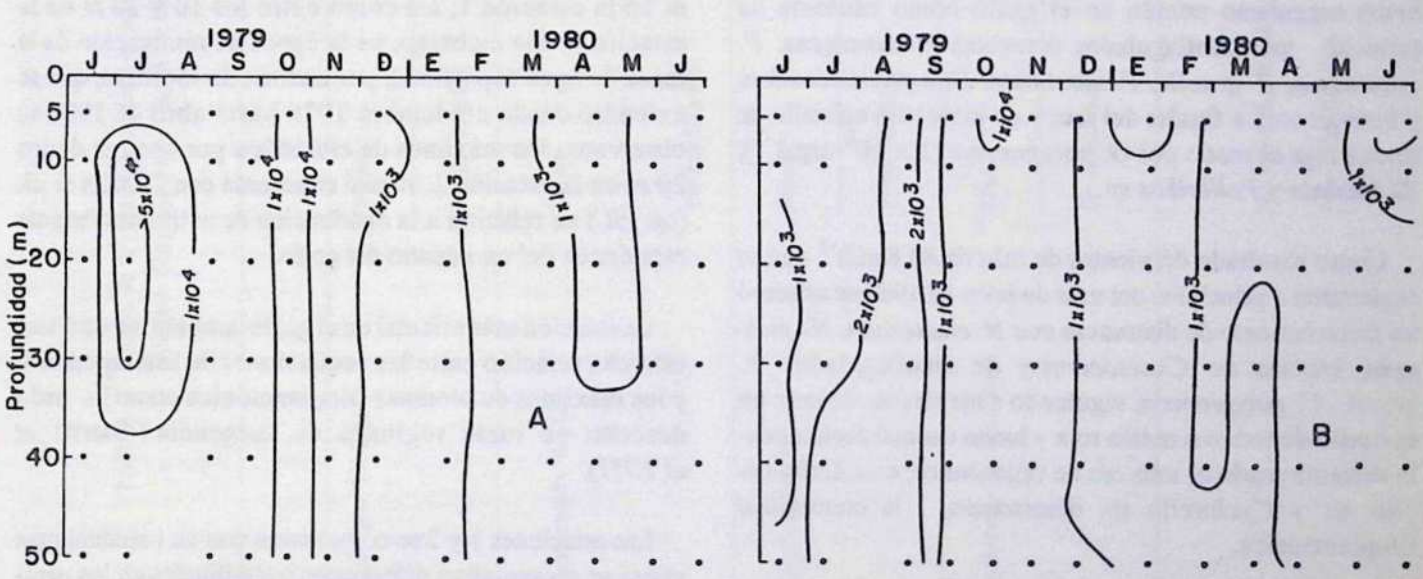



Fig. 8. Distribución vertical de las bacterias heterotrofas (u.f.c.ml-1 ) en el Golfo de Cariaco ( Edo. Sucre ) desde junio de 1979 a junio de 1980: A) estación 1; B) es- tación 2.

sucesión fue la típica de esta región: diatomeas seguidas de dinoflagelados y microflagelados. Es de hacer notar que a principios del mes de julio hubo vientos que alcanzaron los 80 m/hora lo cual desencadenó otros eventos de surgencia que se registraron durante este último mes.

En enero, febrero y marzo de 1980 se observó la dominancia de diatomeas de rápido crecimiento como son *Chaetoceros affinis, Ch. didimus, Ch. lorenzianus, Leptocylindrus danicus, Nitzschia closterium, Thalassiosira pseudonana, Coscinodiscus sp.* , entre los dinoflagelados: *Gonyaulax polygramma, Protoperidinium divergens, Protogonyaulax tamarensis*; dos o tres especies de *Gyrodinium*. Es de hacer notar que en febrero se observó un turbio causado por G. *polygramma* acompañado de *Scrippsiella trochoidea, P. divergens, P. oceanicum* con más de $2 \times 10^6$ orga.$l^{-1}$.

En abril y mayo se observó dominancia de dinoflagelados con la formación de un turbio con *G. polygramma* como organismo responsable de l mismo ($3 \times 10^6$ org.$l^{-1}$), otros acompañantes fueron *S. trochoidea, Prorocentrum gracile, P. maximum.* Este turbio se observó durante todo el mes de abril y las diatomeas mostraron paredes pocos silicificadas y se presentaron en bajo número; a finales del mismo mes los filamentos de *L. danicus* se encontraron parasitados por el flagelado *Solenicola sp.* En mayo continuó la decadencia de la población de diatomeas ahora fuertemente parasitadas; por otra parte, hubo un repunte de dinoflagelados y del ciliado *Mesodinium rubrum* organismo común en el golfo como causante de turbios, los dinoflagelados presentes *P. divergens, P. oceanicum, P. gracile, P. maximum, Dinophysis caudata* y nuevamente a finales del mes y en junio otro episodio de marea roja causado por *G. polygamma* ($1 \times 10^6$ org.$1^{-1}$), *D.caudata* y *Polikrikos sp*.

Como resultado de vientos de más de 80 Km.$h^{-1}$ que se registraron a principios del mes de julio de 1980 se observó un florecimiento de diatomeas con *N. closterium, N. pungens,* esporas de *Chaetoceros* y de dinoflagelados *P. gracile, G. polygramma,* siguiendo a mediados de mes un episodio de turbio o marea roja y luego decayó rapidamente disminuyendo el número de organismos, con *Actinocyclus sp. y Cyclotella sp*. dominando, la comunidad fitoplanctónica.

## DISCUSION

El golfo de Cariaco provee una oportunidad para estudiar los efectos de la surgencia sobre un amplio rango de parámetros como ya ha sido citado. Las aguas frías, ricas en nutrientes, presentan una estacionalidad notable para las aguas tropicales, precedidas de los vientos del este-noreste que soplan fuertemente durante el otoño e invierno del hemisferio norte. Las frecuentes fluctuaciones en el patrón de los vientos causan cambios en la intensidad de la surgencia y en la distribución estacional, tanto de la biomasa fitoplanctónica como de la de las bacterias heterotrofas planctónicas.

*Distribución del fito y bacterioplancton en relación a los parámetros físicos:*

Evidentemente el fitoplancton presenta sus máximos dentro de la capa eufótica, sin embargo, en la estación 1 (Fig. 7) se observaron máximos importantes alrededor de los 30 m de profundidad, probablemente cercanos al 1% de luz incidente, FERRAZ-REYES (1987), lo cual coincide en cierta forma con la nutriclina observada por OKUDA *et al.* (1978b) para esta estación. Por otra parte, la penetración de aguas provenientes de la fosa entre los 10 y 40 m, durante la época de estancamiento evidenciado por las oscilaciones de la temperatura (Fig. 2), tanto a la entrada del golfo como en el centro del golfo, produjo un leve repunte de la biomasa fitoplanctónica alrededor de los 40 m en la estación 1, así como entre los 10 y 20 m de la estación 2. Sin embargo, en la época de renovación de la masa de agua superficial, por encima de los 50 m, que se extendió desde noviembre 1979 hasta abril de 1980 se observaron los máximos de clorofila *a* por encima de los 20 m en la estación 2, lo cual concuerda con OKUDA *et al.* (*op. cit.*) en relación a la distribución de nutrientes durante esta época del año dentro del golfo.

La estación más oriental en el golfo también mostró una estrecha relación entre las oscilaciones de la temperatura y los máximos de biomasa fitoplanctónica como ha sido descrito en otras regiones de surgencia ( SMITH *et al* 1977).

Las estaciones 1 y 2 se compararon con un t-student para ver si se presentaban diferencias o similitudes en los parámetros estudiados. Así, no se observaron diferencias

TABLA 1.- Prueba de $t_s$ para comparación de las medias $\overline{X}_1$ y $\overline{X}_2$ de los meses y las profundidades para las estaciones 1 y 2 del golfo de Cariaco. Biomasa fitoplanctónica ($mg.m^{-3}$); Biomasa bacteriana ($log.u.f.c.ml^{-1}$); Densidad del agua de mar ($gr.ml^{-1}$) y porcentaje de saturación de oxígeno.

| Variables | | $\overline{X}_1$ | $\overline{X}_2$ | $S^2_1$ | $S^2_2$ | $T_S$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Densidad del agua de mar | Meses | 25,037 | 25,149 | 0,314 | 0,247 | 0,516 NS |
| | Profundidades | 25,035 | 25,148 | 0,487 | 0,118 | 0,356 NS |
| Porcentaje saturación de $O_2$ | Meses | 78,085 | 66,647 | 73,128 | 125,369 | 2,812 * |
| | Profundidades | 78,3133 | 66,688 | 102,224 | 228,695 | 1,562 NS |
| Biomasa fitoplanctónica | Meses | 0,708 | 1,080 | 0,473 | 1,675 | 2,420 * |
| | Profundidades | 0,731 | 1,093 | 0,104 | 0,741 | 0,965 NS |
| Densidad poblacional bacteriana | Meses | 2,987 | 2,748 | 0,421 | 0,222 | 0,190 NS |
| | Profundidades | 3,010 | 2,748 | 0,022 | 0,010 | 3,581 * |

NS = No significativo

* = Significativo

significativas en la distribución vertical ni de la densidad del agua de mar, ni del porcentaje de saturación de oxígeno, tampoco fueron diferentes en el tiempo en cuanto a la densidad del agua de mar, la surgencia y los períodos de estancamiento se producen simultaneamente en ambas estaciones; pero no así el porcentaje de saturación de oxígeno, ya que la circulación dentro del golfo es más lenta y por debajo de los 70 m se producen fenómenos de anoxia en los períodos de estancamiento (OKUDA *et al* 1978b). El mayor porcentaje de oxígeno disuelto se observó en las aguas superficiales durante el período de renovación de la masa de agua, se explica por la actividad fitoplanctónica que de acuerdo a la biomasa observada, fué mayor que durante la época de estancamiento. Además las aguas a la entrada del golfo mostraron mayor contenido de oxígeno que en el interior del mismo; este fenómeno también fue notable en la estación 3, coincidiendo los más bajos tenores de oxígeno con bajas temperaturas y florecimientos del fitoplancton; en esta estación, a diferencia de las otras dos no se observó una oxiclina desarrollada durante esos meses. El crecimiento de esta oxiclina desde diciembre 1979 hasta el final del período de muestreo (Fig. 4) delimitó las aguas superficiales, donde hubo el florecimiento fitoplanctónico, de las aguas más profundas. El llamado período de estancamiento no fue claramente visible, ya que en cuanto a temperatura, como ya lo mencionamos, presentó débiles procesos de surgimiento de agua, y en cuanto a distribución del oxígeno fue bastante homogéneo hasta los 50 m en la estación 1. Las menores concentraciones de oxígeno disuelto dentro del golfo han sido ampliamente explicadas por OKUDA y sus colaboradores.

En cuanto a las comunidades estudiadas se observó que las bacterias heterotrofas planctónicas presentaron un comportamiento similar en el tiempo, sin embargo, ya hemos destacado que la biomasa heterotrofa mostró valores mayores en la estación 1 durante el período de estancamiento que en la época de surgencia. En cuanto a la biomasa fitoplanctónica si hubo diferencias significativas, ya que el interior del golfo presentó siempre mayores concentraciones de clorofila a que en el exterior del mismo. La distribución vertical de los organismos fotosintéticos no mostró mayores diferencias entre las dos estaciones: se ubicaron preferiblemente por encima de los 30 m de profundidad; en el caso del bacterioplancton si hubo diferencias significativas dentro y fuera del golfo: en la estación 1 se concentraron preferiblemente por debajo de los 10 m hasta los 30-40 m de profundidad.

Aun cuando las bacterias no mostraron ninguna relación significativa en su distribución vertical con los factores físicos estudiados, sin embargo, al analizar el desarrollo de la estabilidad de la columna de agua, observamos que en la boca del golfo (est. 1) la alta concentración de microheterotrofas planctónicas coincidió con el aparente hundimiento de una masa de agua de relativa baja densidad, que evidentemente provenía de la descarga del Río Manzanares, la cual debido a las alteraciones antropogénicas llega cargada de materia orgánica soluble o de fácil utilización por la población de bacterias heterotrofas marinas.

De acuerdo a HOBBIE (1988) la materia orgánica de origen dulceacuícola debe sufrir diferentes procesos de descomposición antes de poder ser utilizada por las heterotrofas planctónicas, sin embargo, como ya hemos puntualizado, la contaminación del Río Manzanares, sobre todo al atravesar la ciudad de Cumaná (FERNÁNDEZ, *datos no publica*dos) permite el desarrollo de altas densidades de bacterias heterotrofas. Por otra parte, HOBBIE (*loc.cit.*) habla de otra fuente de materia orgánica lábil, disuelta y particulada, que es fácilmente utilizada por las bacterias. La fuente de esta materia orgánica la constituyen el contenido celular y los fragmentos liberados de las células de algas muertas y de material disuelto liberado durante el crecimiento.

Las bacterias, además, responden a los más pequeños incrementos de materia orgánica, así en el centro del golfo respondieron a los procesos de surgencia, proba- blemente por el incremento de la biomasa fitoplanctónica. Es de hacer notar que el comportamiento de la población microheterotrofas en los primeros 50 m no mostró diferencias altamente significativas entre las dos estaciones, debido a que la estación 1 la mayor densidad ocurrió en los meses de la estación lluviosa (julio-agosto), por las razones ya expuestas; en tanto que en el centro del golfo (est. 2) dependió más de las condiciones de surgencia dentro del golfo. Así en diciembre de 1979 aumentó la población coincidiendo con el inicio de los vientos alisios y la surgencia que aportan nuevos nutrientes al haber intercambio o mezclamiento de masas de agua, de acuerdo a PARSONS y STRICKLAND (1961).

La formación de un núcleo de población bacteriana elevada entre abril y mayo en la capa más superficial (5-10 m) con concentraciones que sobrepasaron a 1 x 10^3 u.f.c.ml-1 fue probablemente ocasionado por un mayor

aporte de material orgánico, debido a procesos fotosintéticos (ATLAS y BARTA 1981). En esa oportunidad se detectó un turbio o marea roja en la zona.

*Relación entre la biomasa fitoplanctónica y las bacterias heterotrofas*:

Se presenta la relación entre estas dos comunidades y con la estabilidad de la columna de agua para la estación 1 (Fig. 9) en tres fechas escogidas. Durante el período muestreado en 1979 se observó una mayor estabilidad vertical debido a la disminución de los procesos de surgencia y a la presencia de la estación lluviosa que influyó relativamente en la salinidad de las aguas superficiales, generándose una estratificación más marcada en la masa de agua. En esta área, en la conexión del golfo con el mar abierto, la influencia del Río Manzanares se hizo más notable a los efecto de la distribución vertical de la densidad. La biomasa bacteriana (Fig. 9a) dio sus máximos por debajo de la picnoclina, al igual que la biomasa fitoplanctónica, su concentración fue muy baja y la relación entre ambas poblaciones baja (r = 0,20). Al avanzar el tiempo y realizarse los procesos de renovación de la masa de agua en los meses de noviembre y diciembre de 1979 (Fig. 9b), hubo también un florecimiento de fitoplancton que se tradujo en elevadas concentraciones de clorofila *a*, entre diciembre 1979 y enero 1980, por otra parte la biomasa de bacterias heterotrofas se contrajo y se produjo una relación inversa (r = -0,89) entre ambas comunidades, hay diferentes hipótesis para explicar estas relaciones; CASTELLVI y FERNÁNDEZ (1978), observaron una relación similar en la Fosa de Cariaco y expresan que toda molécula orgánica excretada al medio supone una energía disponible para la flora heterotrofa, por otra parte, la materia orgánica disuelta existente en un sistema será, por un lado, función de la excreción por parte de las células fitoplanctónicas y, por otro, del potencial heterotrófico existente. PARSONS Y TAKAHASHI (1977) describen esta situación diciendo que las bacterias aprovechan los exhudados del fitoplancton, así como también los productos del decaimiento del florecimiento del fitoplancton. Sin embargo, se ha demostrado que en algunas oportunidades las microalgas llegan a producir agentes bacteriostáticos que aparentemente inhiben el crecimiento de la población de microheterotrofas.

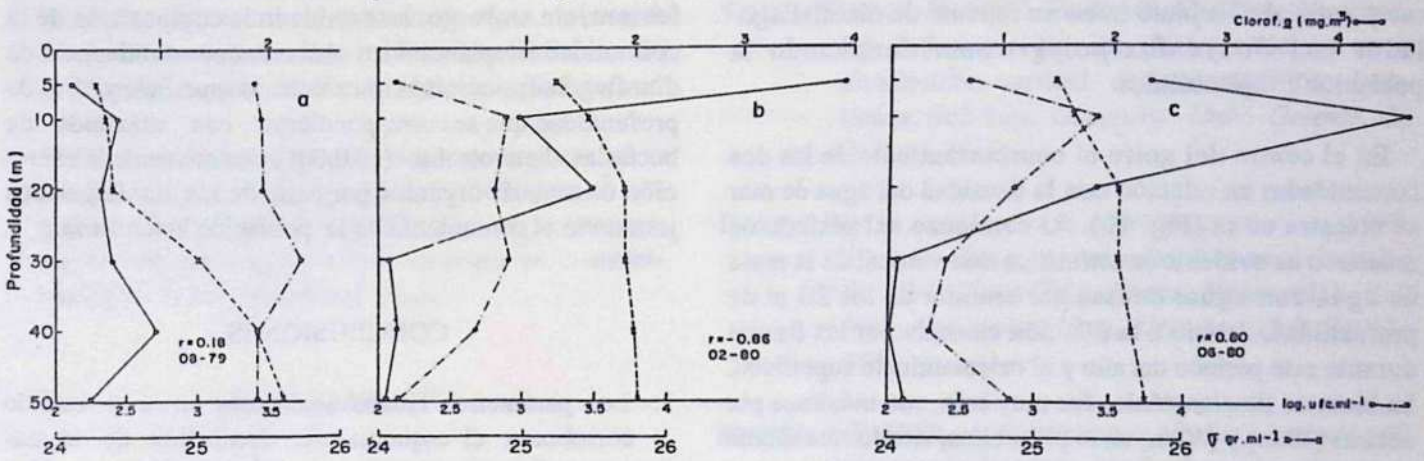



Fig. 9. Distribución vertical del gradiente de densidad x - - x (gr.ml-1) bacterias heterotrofas ( log. u.f.c.ml-1) o----o y biomasa fitoplanctónica o-----o (mg. clor. a.ml-1) en la estación 1 durante: a) agosto 1979; b) febrero y c) junio 1980.

De la distribución observada en febrero de 1980, también podemos colegir que la lluvia de partículas se acentúan por debajo o alrededor de los 30 m cuando el fitoplancton produjo un máximo de relativa importancia; FERRÁZ-REYES (1989) demostró que la biomasa fitoplanctónica hasta los 20 m de profundidad que se correspondió con un aumento de las bacterias heterotrofas hasta los 30 m y que reveló una relación positiva entre las dos comunidades (r = 0,70). De nuevo las explicaciones varían, pero si tomamos en consideración que de acuerdo a HOBBIE (1988) el comportamiento ecológico de las bacterias planctónicas es similar en las marinas y dulceacuícolas, FERRAZ-REYES y FERNÁNDEZ (*1988*) han observado comportamientos similares a finales de la época de renovación de la masa de agua en el Embalse Clavellinos, es de hacer notar que en esta oportunidad (abril 1980) hubo un turbio que

evidentemente coadyuvó al aumento de la población planctónica heterotrofa.

Aun cuando la población fitoplanctónica no fue estimada cualitativa ni cuantitativamente en la estación 1 ni en la estación 2 si lo fué en la estación 3 y de acuerdo a estudios realizados con anterioridad podemos concluir que las poblaciones fitoplanctónicas varían con el tiempo, pero que son similares en el golfo, sobre todo en la época de mayores procesos de surgencia. De acuerdo a los resultados obtenidos en la región oriental del golfo durante el período de surgencia, las diatomeas dominaron de enero a marzo con especies de *Chaetoceros. Nitzschia* y *Leptocylindrus danicus* y entre abril a junio hubo un repunte de dinoflaflagelados con *Gonyaulax polygramma* dominando la población fitoplanctónica.

En el centro del golfo el comportamiento de las dos comunidades en relación con la densidad del agua de mar se muestra en la (Fig. 10). Al comienzo del período de muestreo es evidente la estratificación vertical de la masa de agua con aguas densas por encima de los 20 m de profundidad, debido a la dilución causada por las lluvias durante este período del año y al calentamiento superficial. La biomasa fitoplanctónica fue muy baja, con máximos por encima (10 m) y (40 m) en la picnoclina, siendo este último más importante que el primero. Las heterotrofas planctónicas aparentemente fueron independientes de la densidad y dieron un máximo a los 30 m en la picnoclina por encima del máximo fitoplanctónico. La relación entre ambas poblaciones fue escasa (r =0.18). En febrero de 1980, al disminuir la estabilidad de la columna de agua y con una población fitoplanctónica dominada por diatomeas, que son organismos de alta tasa de crecimiento poblacional, pero que no pueden mantener altas densidades poblacionales, o por los cambios ambientales o porque son suplantados por otras especies; esta es una definición de especie de KILHAM y HECKY (1988), que se adapta perfectamente a las poblaciones de diatomeas dentro del Golfo de Cariaco. Esta comunidad dió su máximos a 5 y 20 m, en tanto que las bacterias se comportaron de manera inversa (r =-0,86) con escasa biomasa y dando máximos justo por debajo de los del fitoplancton. En junio de 1980 la estratificación vertical de la masa de agua fue similar a la observada en febrero, sin embargo, ha cambiado la composición de la comunidad fitoplanctónica observándose dominancia de dinoflagelados con máximos entre la superficie y 15 m de profundidad que se correspondieron con máximos de bacterias heterotrofas (r= 0,80) aparentemente la excreción de materia orgánica por parte de los dinoflagelados promovió el crecimiento de la población heterotrofa.

## CONCLUSIONES

1. Los parámetros físicos analizados en este estudio corroboran el esquema de circulación de la masa de agua en el Golfo de Cariaco que han propuesto varios autores. Un período de estancamiento y lluvias que abarca aproxima damente el segundo semestre del año, seguido de un período de renovación de las aguas, acompañado de los Vientos

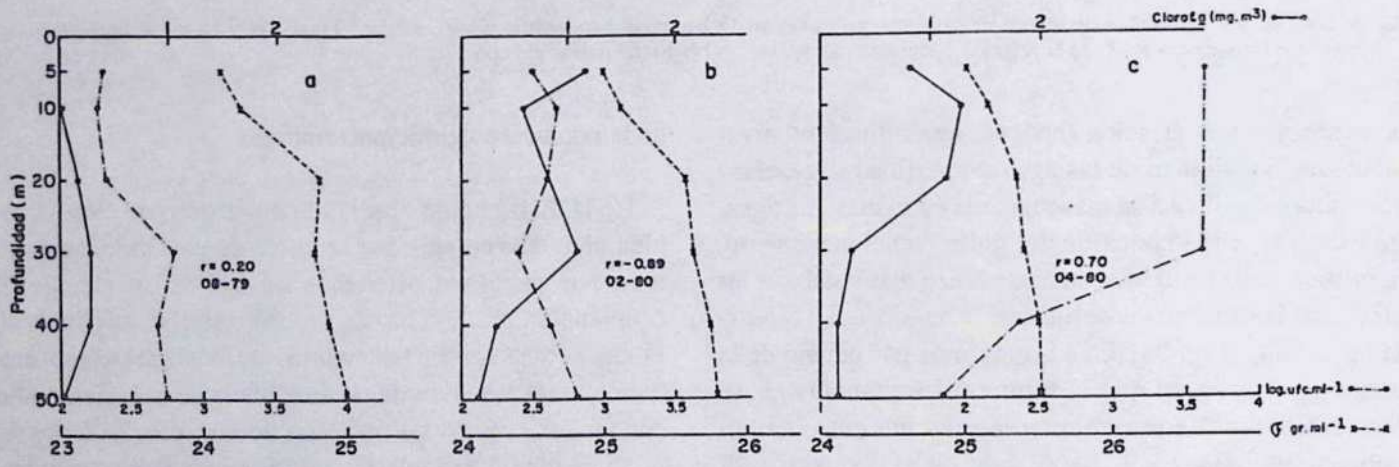



Fig. 10. Distribución vertical del gradiente de densidad x --- x (gr.ml-1), bacterias heterotrofas o---o (u.f.c.ml-1) y biomasa fitoplanctónica o-----o (mg. clor. a.m-3) en la estación 2 durante: a) agosto 1979; b) febrero 1980 y c) abril 1980.

Alisios del este-noreste.

2. El período de estancamiento se caracterizó, en la zona de conexión con el mar abierto (Est. 1) por presentar bajas concentraciones de biomasa fotosintética, pero muy elevada biomasa de microheterotrofas, mostrando la influencia del Río Manzanares. La estación ubicada en el centro del golfo presentó bajas concentraciones de biomasa fito y bacterioplanctónica durante este período del año.

3. Durante el período de renovación de las aguas, la biomasa fitoplanctónica respondió rápidamente a los enriquecimientos de la masa de agua, así como las bacterias heterotrofas a los florecimientos del fitoplancton y producción de materia orgánica.

4. El fitoplancton mostró sus máximos en o por encima de los 30 m de profundidad, aparentemente siguiendo la nutriclina descrita por otros autores. No se observó ningún patrón definido en la distribución de la bacterias heterotrofas.

## AGRADECIMIENTOS

En especial al M. Sc. JOSÉ R. DÍAZ RAMOS por sus críticas al manuscrito. Al personal del Departamento de Oceanografía Química por la colaboración en la obtención de las muestras; a los señores WILFREDO PATIÑO y JOSÉ DE JESUS GARCÍA por el procesamiento en el laboratorio; a la señorita ROSAURA SILVA, Secretaria; al señor JESÚS HERNÁNDEZ, dibujante, y a todos aquellos que de una u otra forma hicieron posible la realización de esta investigación.

## REFERENCIAS

AARONSON, S. *1970. Experimental Microbial Ecology. Academic Press. New York and London. 236 pp.*

ATLAS, R. M. & R. BARTA 1981. *Microbial Ecology: Fundamentals and Applications. Addison Wesley Publ. Co. California.* 560 pp.

CASTELLVI, I. & E. FERNANDEZ 1978. Estudio microbiológico de la Fosa de Cariaco, Venezuela. *Bol. Ins. Oceanogr. Univ. Oriente* 17(1-2): 9-30.

FERNANDEZ, E. & T. OKUDA 1985. Poblaciones bacterianas en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 24 (1 & 2 ):145-161.

FERRAZ-REYES, E. 1987. Productividad Primaria del golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 27 (1 - 2): 89-104.

FERRAZ-REYES, E. 1989. Golfo de Cariaco (Venezuela). Influencia de los factores físicos en la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 28 (1 & 2): 47-56.

FERRAZ-REYES, E. & E. FERNANDEZ A. 1988. Ciclo de fito y bacterioplancton en el Embalse de Clavellinos (Edo. Sucre, Venezuela). *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 27 (1-2): 89–104.

HOBBIE, J. E. 1988. A comparison of the ecology of planktonic bacteria in fresh and salt water. *Limnol. Oceanogr.* 33 (4 parte 2): 750-764.

KILHAM, P. & R. HECKY 1988. Comparative ecology of marine and freshwater phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.* 33 (4 parte 2): 776-795.

MUÑOZ, G. 1980. Actividad heterotrófica y quimiosíntesis bacteriana en el Golfo de Cariaco. *Trabajo de grado para optar al título de Licenciado en Biología. UDO*, 86 pp.

OKUDA, T., J. BENITEZ, J. BONILLA & G. CEDEÑO. 1978a. Características hidrográficas del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 17 (1-2): 69-88.

OKUDA, T., A. GARCIA, B. GAMBOA & E. FERNANDEZ A. 1978b. Variación estacional de fósforo y nitrógeno inorgánico en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Oriente.* 17 (1-2): 89-104.

*Oriente.* 17 (1-2): 89-104.

PARSONS, T. R., M. TAKAHASHI & B. HARGRAVE 1977. Biological Oceanographic Processes. 2nd Ed. *Pergamon Press.* 1-XI-1-331 pp.

PARSONS, T. R. & J. D. H. STRICKAND 1961. On the production of particulate organic carbon by heterotrophic processes in sea water. *Deep Sea Res.* 8: 211-222.

SMITH, W., R. BARBER & H. HUNTSMAN 1977. Primary production of the coast of northwest Africa. Excretion of dissolved organic matter and its heterotrophic uptake. Deep Sea Res. 24 (1): 33-48.

STRICKLAND, J. D. H. & T. R. PARSONS 1972. *A practical handbook of seawater analysis. Fish Res. Bd. Canadá.* 167 pp.

UTERMÖHL, H. 1958. Zur vervolkommunig der quantitativen phytoplankton *methodik. Mitt in verein theor angeiv. Limnol.* 9: 1-38.

Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente, 29 (1&2): 57-65 (1990), 9 figs., 2 tabl.

# HIDROQUIMICA DE LAS SUPERFICIE E INTERFASE AGUA-SEDIMENTO DE LA LAGUNA DE UNARE, VENEZUELA.

IRENA LONGA

*Instituto Oceanografico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumana, Venezuela.* *

RESUMEN: Se estudiaron las hidrografía y sales nutritivas disueltas en aguas de las superficie e interfase de la Laguna de Unare, situada en la costa nororiental de Venezuela, durante los períodos de sequía, lluvia y transición lluvia-sequía. Se experimentó un método sencillo para colectar el material de la interfase. La concentración promedio de oxígeno disuelto fue de 3,9-6,1 µmol/l, y se presentó empobrecimiento en la interfase, causado por la demanda béntica de oxígeno. Durante la sequía, la concentración de nitrógeno inorgánico superó los 3,4 µmol/l,y la de fosfastos fue de 1,3 µmol/1; en tanto que el tenor de silicatos aumentó a 9,3 µmol/l; durante las lluvias. Los fosfatos y la salinidad de las aguas superficiales variaron según una ley de dilución simple en el curso de la mezcla aguas dulces-aguas marinas. En general, los nutrientes estaban influenciados por las aguas fluviales, la producción biológica interna, las interacciones con el sedimento y las infiltraciones de aguas marinas hacia la laguna.

ABSTRACT: Hydrography and dissolved nutrient salts in the surface and interface waters of Unare Lagoon, located in northeastern coast of Venezuela, during dry, rainy and rainy-dry transition periods were studied. A simple method for collecting the interface material was experimented. Dissolved oxygen concentration varied between 3.9-6.1 µmol/l and the interface exhibited impoverishment, because of benthic demand for oxygen. During dry season, the inorganic nitrogen proportion was superior to 3.4 µmol/l and phosphates concentration was 1.3 µmol/l, while silicates increased during rainy period reaching 9.3 µmol/l. Phosphates and salinity of surface waters followed a simple dilution law during sea water-fresh water mixture. In general, nutrients were influenced by river waters, internal biological production, interactions with sediments and the sea water infiltrations towards the lagoon.

## INTRODUCCION

Los parámetros hidrográficos de la Laguna de Unare se encuentra dominados por las características ambientales tropicales, zona de influencia de esta laguna costera, la cual posee aporte de aguas continentales y, en época de lluvia, de aguas marinas.

La Laguna de Unare se caracteriza por poseer una espesa zona de las interfases agua-sedimento; región donde se alimentan y desarrollan las primeras etapas juveniles de ciertas especies, con una alta tasa de crecimiento (MARTÍNEZ, 1964). La laguna es de gran productividad biológica y orgánica, y sus recursos pesqueros se basan principalmente en camarones (*Penaeus schimitti),* lebranche *(Mugil lisa)*, lisa (*Mugil curema)* róbalo *(Centropomus ensiferus C. undecimalis).*

En la interfase agua-sedimento, la regeneración de nutrientes es primordial en el establecimiento de la productividad. Allí se permite la adsorción y desorción de nutrientes tales como fosfatos, y ocurren los procesos de nitrificación y desnitrificación. En consecuencia, los intercambios químicos en la interfase puede controlar el aporte de nutrientes a la columna de agua. A pesar que las interfases son zonas orgánicamente ricas, en especial en las lagunas costeras, les han dedicado pocas investigaciones. El objetivo de este trabajo es estudiar la hidrografía y la distribución de las sales nutritivas disueltas: amonio, nitritos, fosfatos y silicatos; analizando su comportamiento en las aguas de las superficie e interfase agua-sedimento; y su variación temporal durante los períodos de sequía, lluvia y transición lluvia-sequía.

## AREA DE ESTUDIO

La Laguna de Unare, situada en la región nororiental de Venezuela, tiene aproximadamente, una longitud de 22 km y un ancho máximo de 5,5 km (Fig. 1). Se encuentra

* Dirección Actual: LABORATORIO DE CORROSION, FACULTAD DE INGENIERIA,UNIVERSIDAD DEL ZULIA, MARACAIBO, EDO. ZULIA, VENEZUELA.

separada del Mar Caribe por una barrera cuyo ancho varía entre 200 y 600 m. Su región de mayor profundidad, hacia el sur, alcanza unos 2 m, mientras las zonas más someras apenas alcanzan unos 0,4 m. Se clasifica como una laguna parcialmente cerrada, las co– rrientes costeras mantienen el cordon litoral, mientras la baja energía en su interior favorece una importante acumulación de material sedimentario aportado por las Quebradas Seca y Cararache, y por los Ríos Unare, Cautaro y Chávez, principalmente el primero, único aporte en época de sequía. Durante las lluvias el Río Unare se comunica con el mar a través de su canal, de esta forma se abre el intercambio entre las aguas marinas y lagunares a través del mismo río.

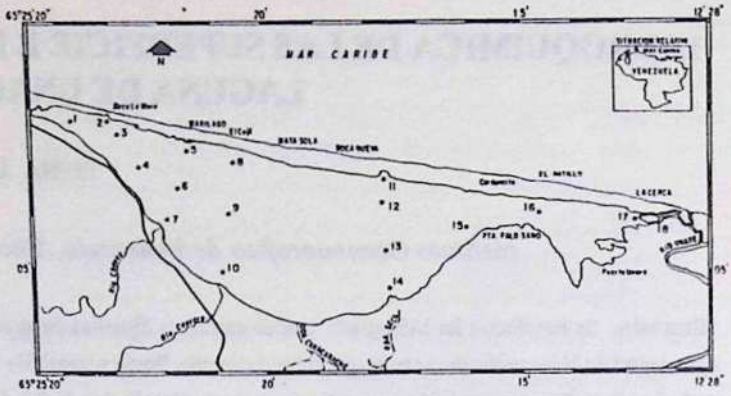



Fig. 1.- Laguna de Unare, ubicación de las 18 estaciones de muestreo.

## MATERIALES Y METODOS

Se ubicaron 18 estaciones en el área de la laguna (Fig. 1) y se realizaron tres muestreo durante el año 1985; en sequía (abril), lluvia (septiembre) y transición lluvia-sequía (diciembre). Las muestras de la superficie fueron tomadas directamente, mientras que las de la interfase agua-sedimento se colectaron con una botella de Van *Dorn* horizontal, y una botella dotada de un sifón (diseñada en el laboratorio), la cual recolectó la muestra por diferencia de presión entre la superficie y la interfase (Fig. 2). La salinidad fue medida con un salinómetro inductivo; mientras que el oxígeno disuelto (método de *Winkler)* y los nutrientes fueron determinados según los métodos descritos por STRICKLAND y PARSONS (1972). Para efecto de este estudio se representarán solamente las distribuciones horizontales correspondientes a las aguas superficiales. Por problemas en la toma de muestras, no se determinaron nitritos, nitratos y silicatos durante la época de sequía.

## RESULTADOS Y DISCUSION

1. *Pluviometría.* El régimen pluviométrico de la zona de influencia ocupada por la Laguna de Unare se encuentra diferenciado por las estaciones de lluvia y sequía. El régimen de lluvia, el cual puede comenzar entre marzo y junio, y finalizar entre octubre y noviembre, se caracteriza por grandes variaciones en los valores mensuales y anuales de precipitación oscilando entre valores nulos y superiores a 200 mm/mes (tabla 1).

2. *Temperatura.* Esta se ubicó entre 26,0 y 30,0 °C en época de sequía; 28,0 y 32,0 ° C durante las lluvias, y 26,6 y 32,0 °C en período de transición. Debido a la poca profundidad de la laguna, no se encontró diferencia significativa entre las temperaturas de la superficie y la interfase. Las menores temperaturas correspondieron a la sequía; durante la cual coinciden fuertemente los Vientos Alisios de Noreste.

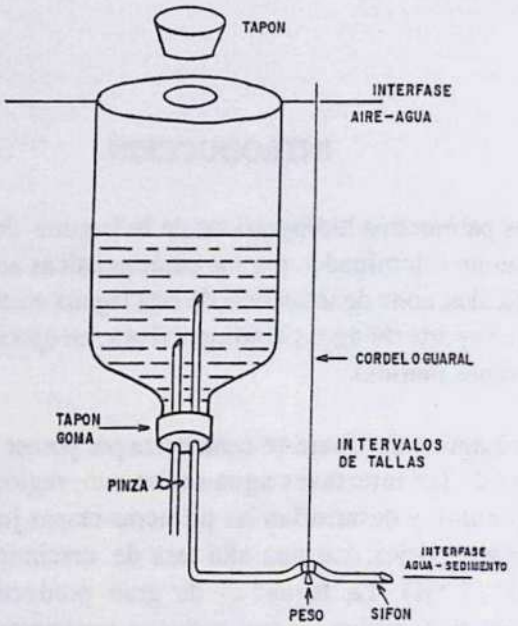



Fig. 2.- Botella diseñada para la recolección del material de la interfase.

3. *Salinidad.* Durante este estudio se encontraron salinidades que variaron entre 0,9 y 26,0 %. en sequía; 6,8 y 10,5%. durante las lluvias; y 3,3 y 16,6 %. en transición (Tabla 2). En el canal del Río Unare la salinidad aumentó de 0,2%.

en sequía a 12,3 %. en transición, pasando por 8,5 %. en época de lluvia. En la figura 3 se puede observar el ligero incremento en período de transición. Datos reportados en los últimos 10 años señalan bajos valores de la salinidad, con menos variabilidad que los reportados en los años 1962-1964, debido a los diferentes represamientos realizados posteriormente en la Cuenca de Unare. Para entonces, la salinidad oscilaba entre 17 y 95 %. (OKUDA, 1965), por lo que se recomendó represar el Río Unare para evitar las catástrofes ecológicas causadas en la laguna por estos cambios ambientales extremos.

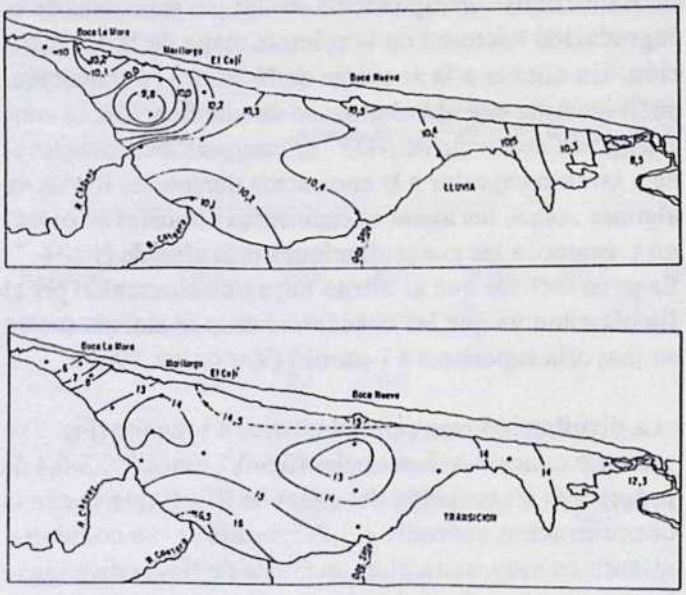



Fig. 3.- Distribución horizontal de la salinidad (%.) de las aguas superficiales durante los períodos de lluvia y transición.

4. *Oxígeno disuelto.* El oxígeno no presenta marcadas variaciones durante los tres períodos (Tabla 2); aunque señala variaciones locales, en función de las diferentes regiones de la laguna. El intervalo de concentraciones es 3,3-11,6 ml/l en sequía; 2,4-6,0 ml/l durante las lluvias y 3,4-12,3 ml/l en transición. Como se observa en la figura 4, la sobresaturación de oxígeno (del orden de 2 %) experimentada durante los períodos de sequía y transición se ubicó en Boca Mora (9,5-11,5 ml/l), extremo oeste de la laguna, donde la espesa zona de interfase es cubierta por una capa de agua poco renovada que apenas alcanza 10 cm; y se atribuye principalmente al intenso proceso fotosintético. Por otra parte, los valores más bajos y estables se registraron durante la época de lluvia, cuando se incrementan las descargas de los ríos a la laguna.

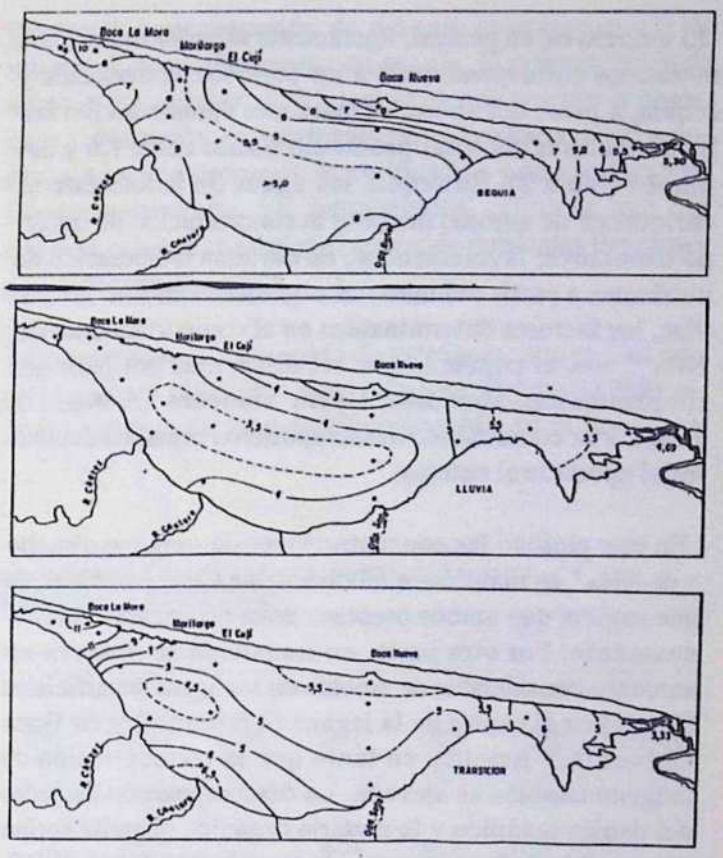



Fig. 4.-Concentración de oxígeno disuelto en las aguas de la superficie de la Laguna (ml/l); en las épocas de sequía, lluvia y transición.

La utilización del oxígeno en la interfase produce una caída de su concentración, con respecto a la de las aguas superficiales, del orden del 9 %.; en general, se sitúan altas concentraciones cerca de la flecha litoral, disminuyendo hacia el centro de la laguna y hacia la zona de la interfase. En esta zona se presenta empobrecimiento debido a la demanda béntica de oxígeno, la cual es generada por la oxidación de la materia orgánica y el uso del oxígeno por los organismos aerobios. La evaluación del oxígeno disuelto en el agua del sistema lagunar depende de diversos mecanismo de producción y consumo relacionado con las diversas variaciones estacionales que ocurren durante el año.

5. *Nutrientes:*

5.1.- *Compuestos nitrogenados inorgánicos:* En la Laguna de Unare la principal fuente de elementos nitrogenados son las aguas fluviales, y de las tres formas de nitrógeno inorgánico predomina el amonio mientras el nitrito presenta las menores concentraciones.

El amonio es, en general, ligeramente superior durante los muestreos correspondientes a los períodos de transición y sequía, a pesar del aporte de nutrientes durante las lluvias. Su concentración total promedio oscila entre 1,6 y 3,4 µmol/l (tabla 2). En sequía las aguas de la interfase se enriquecen de amonio mientras la concentración de oxígeno disminuye; favoreciéndose en esa zona la liberación de nutrientes a partir del material orgánico. Durante las lluvias, los factores determinantes en el comportamiento del $NH_4^+$ son el consumo por las diferentes poblaciones fitoplantónicas abundantes para entonces (SPINIELLO, 1982); y la consecuente descomposición orgánica del material aportado al sistema.

En este período las concentraciones de oxígeno disuelto y de $NH_4^+$ se mantienen relativamente bajas y estables, lo que sugiere que ambos procesos están ocurriendo simultáneamente. Por otra parte, en transición se observa un aumento considerable de amonio en las aguas superficiales (Fig. 5) en el centro de la laguna (4,6 µmol/l) y en Boca Chávez (6,5 µmol/l), en tanto que la concentración de oxígeno también es elevada. La descomposición bacterial del detrito orgánico y la materia orgánica disuelta serían responsable de la producción de amonio (HATTORI, 1982), así como la producción biológica interna de la laguna.

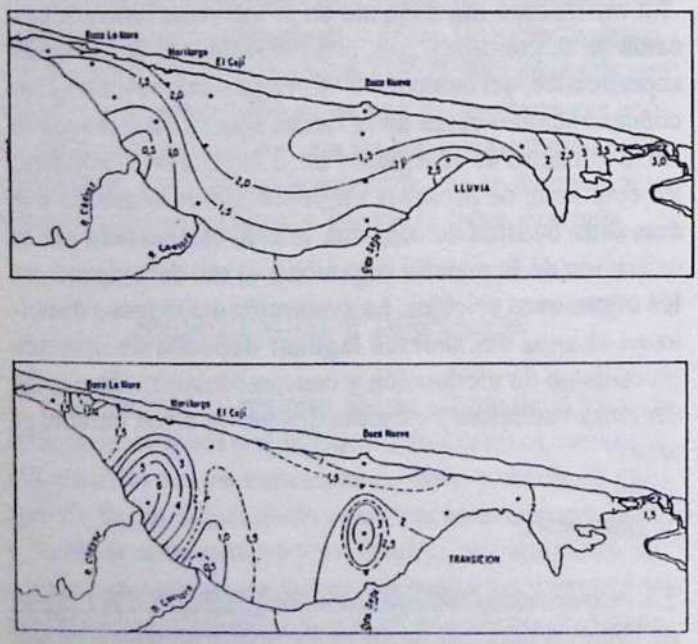



Fig. 5.- Distribución espacial del amonio (mol/l) en aguas de la superficie, durante la época de lluvia y transición.

Con respecto a los nitritos, no se evidencia su presencia en transición lluvia-sequía, excepto en la desembocadura del Río Unare (sólo en la zona de interfase; 0,14 µmol/l); lugar donde se ubica, en general, la mayor cantidad de nutriente, al alcanzar un máximo de 0,24 µmol/l en la interfase. Este tiene poca variación en su distribución, y como se observa en la figura 6, hay una acumulación hacia las regiones más profundas y occidental de la laguna (0,07 - 0,12 µmol/l). Es por tanto probable que gran parte del $N\text{-}NO_2$ provenga de la oxidación del amonio ya que para entonces el tenor de oxígeno disuelto disminuye y el de $NH_4^+$ es ligeramente alto en esas zonas. Es probable que estos máximos corresponden a los límites superiores de la degradación bacterial en la primera etapa de la nitrificación. En cuanto a la ausencia de $N\text{-}NO2^-$ en transición, posiblemente ocurrió el proceso de nitrificación, la concentración promedio de $NO3^-$ es comparablemente elevada e incluso superior a la encontrada durante las lluvias en algunas zonas, las aguas se encuentran saturadas en oxígeno y aparecen las concentraciones más altas de $N\text{-}NH_4^+$. Es poco factible que el nitrito haya sido consumido por el fitoplancton ya que las concentraciones de amonio son en su mayoría superiores a 1 µmol/l (VACCARO, 1965).

La distribución especial del nitrito es irregular (Fig. 7) y presentó concentraciones bajas (0,3-0,7 µmol/l; 0,3-0,4 de promedio) a excepción del canal de Río Unare donde la concentración ascendió a 5,7-7,5 µmol/l. Su comportamiento es muy particular: en época de lluvia disminuye hacia el centro de la laguna, mientras que en transición aumenta; distribución similar a la del oxígeno, caracteriza-

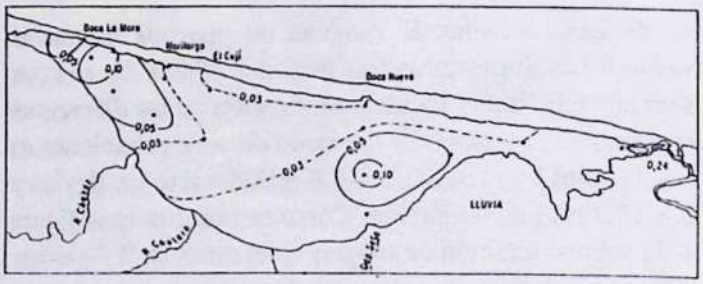



Fig. 6.- Distribución de los nitritos en las aguas superficiales durante las lluvias (mol/l).

ción provocada principalmente por la dirección de los aportes continentales. Es posible que las entradas de aguas marinas generalmente más pobres en nitratos causen un

efecto de dilución y hagan disminuir la concentración de esta sal nutritiva en la laguna. Manifestándose así una carencia hacia el centro de la laguna como reflejo de la circulación concéntrica en la misma. A pesar de ésto, no se encontró correlación significativa entre la salinidad y los nitritos, por lo que se interpreta que la entrada de aguas marinas a la laguna juega un papel secundario en la distribución de los nitratos en sus aguas.

Tomando en cuenta las altas proporciones de amonio con respecto a la de nitratos, se deduce que son acentuados los procesos de oxidación de la materia orgánica. Se puede así sugerir que hay una mayor regeneración de compuestos orgánicos nitrogenados vía amonio en la zona de interfase, ya que la concentración de amonio es mayor que la de nitritos y, específicamente en sequía, la concentración de amonio es superior en la interfase, donde ocurren la absorción y desorción de nutrientes críticos tales como el amonio, y suceden procesos de nitrificación y desnitrificación. Consecuentemente, los intercambios químicos que allí ocurren pueden controlar el aporte de nutrientes limitantes a la columna de agua.

Comparando el contenido de nitrógeno inorgánico con otros valores obtenidos anteriormente, OKUDA (1965) reportó valores de 10 µmol/l de amonio en la laguna, y BONNIN (1983) 10,46 - 14,95 µmol; mientras que OKUDA y BENÍTEZ (1985) obtuvieron 0,9 µmol/l de $NH_4^+$ y 1,7

TABLA 1.- Valores de precipitación (mm) en la zona de influencia de la Laguna de Unare. Región 1: La cerca extremo este y Región 2: Clarines, situada en el curso medio del Río Unare.

| REGION | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3,3 | 2,8 | 0,0 | – | – | – | – | 135,9 | 61,1 | 43,5 | 143,2 | 18,3 | – |
| 2 | 0,0 | 0,7 | 2,2 | • | 28,5• | 40,7 | 211,8 | • | • | 332,1• | 20,5 | 31,2 | 667,7 |

TABLA 2.- Valores promedios de temperatura ( ° C), salinidad (‰), oxígeno disuelto (ml/l) y sales nutritivas (mmol/l) durante las tres épocas de estudio, en las aguas de la superficie (S) y la interfase (I) de la Laguna de Unare.

| EPOCA | SEQUIA | | LLUVIA | | TRANSICION | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ZONA | S | I | S | I | S | I |
| T | 27,0 | 27,3 | 30,6 | 30,4 | 29,0 | 29,3 |
| S | 22,6 | 22,7 | 9,9 | 9,9 | 12,7 | 12,8 |
| $O_2$ | 5,9 | 5,0 | 4,0 | 3,9 | 6,1 | 5,7 |
| $NH_4$ | 1,7 | 3,4 | 1,7 | 1,6 | 2,2 | 1,8 |
| $NO_2$ | – | – | 0,06 | 0,05 | 0 | 0 |
| $NO_3$ | – | – | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| $PO_4$ | 1,3 | 1,1 | 0,6 | 0,6 | 0,2 | 0,2 |
| $SiO_4$ | – | – | 9,3 | 9,1 | 4,5 | 4,2 |

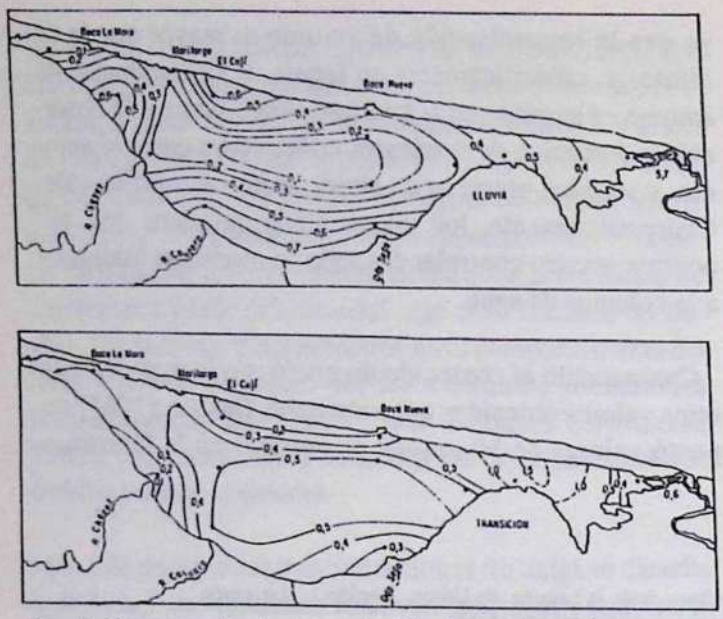



Fig. 7.- Concentración de nitratos (mol/l) durante los períodos de lluvia y transición, en aguas de la superficie.

mol/l de $NO_3^-$. En este trabajo se obtienen 1,7 - 2,2 µmol/l de $NH_4^+$ (con un máximo de 6,5 µmol/l) y 0,4 µmol/l de $NO_3^-$. Efectivamente, se ha producido una disminución de los niveles de nitrógeno inorgánico desde que la laguna cambio su condición hipersalina a hiposalina.

5.2.- *Fosfatos.* Los resultados de los fosfatos son difíciles de interpretar debido a las interacciones que existen entre los fosfatos disueltos en el agua y el sedimento. Se aprecia su evolución en la laguna, la disminución temporal de su concentración al pasar de sequía a lluvia y a transición, y el ligero descenso de la concentración promedio en la interfase durante la sequía (Tabla 2). Durante las lluvias la concentración disminuyó en la laguna (0,6 µmol/l en promedio), con respecto a la sequía (promedio de 1,1 - 1,3 µmol/l), excepto en el extremo oeste donde los fosfatos ascienden a 13,8 µmol/l Fig. 8). esta disminución puede estar relacionada con el incremento de la biomasa fitoplanctónica en esos meses del año, la cual utilizaría los fosfatos como nutrientes; mientras que la acumulación local sería provocada por la descomposición de la materia orgánica (la concentración de oxígeno es relativamente inferior en ese extremo ), y por la desorción de los fosfatos del sedimento. Es precisamente en el extremo oeste donde el espesor de interfase es máximo.

El sedimento puede tener dos comportamientos opuestos y actuar como fuente o trampa de elementos disueltos. La liberación del fosfato en los sedimentos está afectada por la descomposición bacterial de la materia orgánica atrapada, además de los efectos de las mareas y los oleajes los cuales también juegan un rol no despreciable.

Durante la sequía las mayores concentraciones de fosfato se localizan en las desembocaduras de los riachuelos y las Bocas Mora y Nueva (Fig. 8). Los compuestos orgánicos

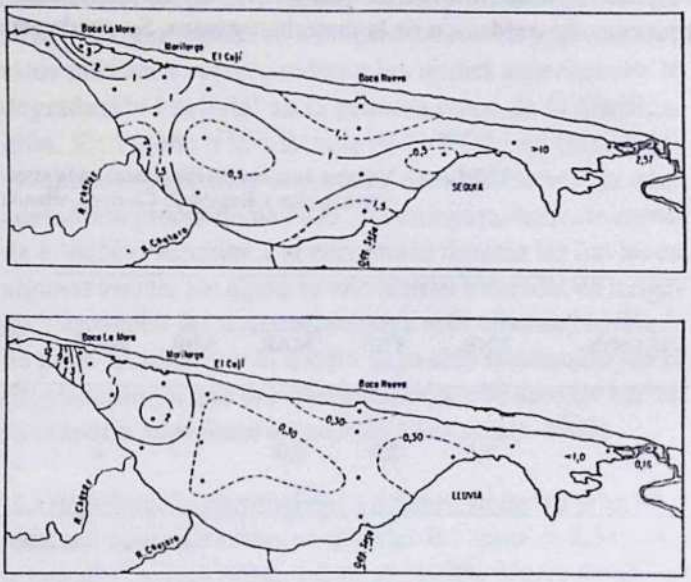



Fig. 8.- Distribución horizontal de los fosfatos durante las épocas de sequía, lluvia y transición, para las aguas de la superficie (mol/l).

de fosforo constituyen gran parte del elemento disuelto presente en las capas superficiales. Estos probablemente se originan de la descomposición y productos de excreción de los organismos resultando así un ligero aumento de la concentración en las aguas superficiales de las desembocaduras de los ríos. Estos mismos fenómenos de mineralización y excreción son unas de las causas del incremento de $PO_4^{3-}$ en las aguas de la laguna durante la sequía. En relación a estos procesos, se presenta un incremento en la concentración de oxígeno, como se observa en la figura 4, indicio de la alta producción orgánica. Otra de las causas del aumento de los fosfatos durante la sequía, cuando se tiene la influencia de los Vientos Alisios del Noreste, es la movilización de los sedimentos, fenómeno demostrado por TASTET (1979). En aguas poco profundas pero con turbulencias provocadas por los vientos hay una puesta en

suspensión de los sedimentos de la interfase, una mezcla de los elementos con el agua intersticial, y la solución de una parte de los fosfatos hidrosolubles de las partículas. De igual forma, las infiltraciones de aguas marinas a nivel de la barrera litoral (BAY, 1981), influye en la concentración de fosfatos a la altura de sus bocas.

NICHOLS (1965) menciona la adsorción de fosfatos en el sedimento; por otra parte PYOTT *et al.* (1984) postulan que la disminución de los fosfatos en la zona de interfase es causada por su adsorción en el sedimento fango-arcilloso. Es entonces posible que exista un "hundimiento" de los fosfatos hacia el sedimento. El contenido de fosfatos en la interfase dependería de la velocidad de difusión hacia la superficie y de las reacciones químicas de la matriz mineralógica, todo ampliamente controlado por las condiciones de óxido-reducción del sedimento (FREITAS, 1983).

Para determinar el comportamiento de los fosfatos en función de la salinidad, se estableció una correlación inversa entre el contenido de fosfatos y las sales disueltas en la época de lluvia, tanto en la superficie como en la interfase ( r = -0,86). Esto indica que la salinidad interviene fuertemente en las modificaciones de las concentraciones de fosfatos, las cuales varían según una ley de dilución simple en el curso de la mezcla aguas dulces –aguas marinas que ocurre en el interior de la Laguna de Unare.

En el período de transición lluvia-sequía los fosfatos varían poco y se comportan como nutriente limitante en casi toda la laguna (0,2 µmol/l), por lo cual se omite su representación gráfica. Frecuentemente, en lagunas tropicales la disponibilidad del fósforo es limitante (KRUMBEIN, 1981), mientras el nitrógeno es constantemente fijado por microorganismos y entre ellos bacterias procarióticas (quimiorganotróficas y cianobacterias fotonsintéticas) a una velocidad controlada por la disponibilidad del fósforo.

Comparando los valores obtenidos en esta investigación con los datos reportados por OKUDA (1965): 0,48 µmol/l y por OKUDA y BENÍTEZ (1985): 0,93 µmol/l; en la actualidad se presentan mayores niveles de fosfatos. En efecto, el incremento experimentando en la Laguna de Unare puede ser causado por una mayor acumulación de materia orgánica dentrítica la cual mineraliza produciendo fosfatos (contínuo aporte del Río Unare) y por la actividad biológica del fitoplancton y las bacterias.

5.3.- *Silicatos.* Tanto en lluvia como en transición los isogramas muestran la tendencia similar: disminuir la concentración de $SiO_4^{4-}$ en forma prácticamente concéntrica hacia el centro de la laguna (Fig. 9). Se observó un intervalo de concentraciones de 4 - 30 µmol/l durante la época de lluvias (promedio: 9,1 - 9,3 mol/l), durante la transición lluvia-sequía descendió a 1 - 16 mol/l (promedio: 4,2 - 4,5 µmol/l. En el canal del Río Unare la concentración de silicatos alcanzó 46 - 48 µmol/l aproximadamente. La alta densidad de diatomeas presente durante las lluvias (BONNIN, 1983) probablemente influye en la concentración de silicatos, la disolución de las frústulas de diatomeas en un proceso rápido (ARMSTRONG, 1965) es posiblemente un aporte más de este nutriente a las aguas de la laguna.

La ligera disminución de la cantidad de silicatos disueltos en las aguas de interfase (Tabla 2) es muy pro– bablemente debido a que en el proceso de interacción sílice particulado - sílice disuelto, el sílice particulado sedimenta, mientras que el sílice disuelto es utilizado por organismos. Simultáneamente, puede ocurrir intercambio de material silíceo entre el agua y los sedimentos, o que éste se deposite en algunos sólidos. Tal efecto es sustentado por la disminución de los silicatos en la parte central de la laguna (Fig. 9) donde ocurre la mayor sedimentación.

## CONCLUSIONES

Las características hidrográficas e hidroquímicas de la Laguna de Unare cambiaron radicalmente desde que represaron el Río Unare, lo cual ha modificado su patrón ambiental, pasando a ser una laguna hiposalina. Este estudio permite ratificar que existen infiltraciones de agua marinas a través de la barrera litoral, específicamente en Boca Mora y Nueva, e intercambio ocasional con el Mar Caribe por medio del Río Unare.

Las aguas de la laguna son altamente oxigenadas, incluso se encontró sobresaturación de oxígeno disuelto en el extremo Oeste de la misma; a pesar que en la interfase agua-sedimento se tiene un empobrecimiento de oxígeno el cual es producido por la demanda béntica de oxígeno.

Generalmente la concentración es ligeramente menor en la interfase, donde son favorecidos los procesos de liberación de nutrientes; al igual que la adsorción y desorción,

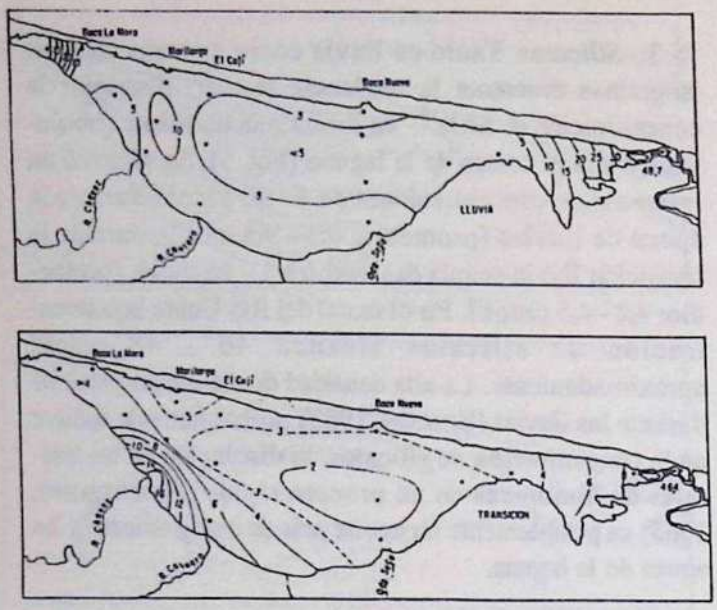



Fig. 9.- Silicatos en las aguas superficiales de la Laguna (mol/l) durante los períodos de lluvia y transición.

fenómenos reguladores del aporte de nutrientes a las aguas de la laguna.

Con respecto a estudios realizados en los años anteriores, la concentración de nitrógeno inorgánico ha disminuido. Teniendo en cuenta que disminuye como resultado de la actividad fitoplanctónica, y que es aportado por la descomposición de la materia orgánica in situ, se justifica la disminución de los niveles de nitrógeno inorgánico porque (1) la densidad fitoplanctónica es alta durante todo el año y ya no se observa plancton muerto como en los años sesenta; y (2) no ocurre la mortandad de organismos y su consecuente descomposición, antes de los represamientos del Río Unare.

La contínua acumulación de materia orgánica produjo un incremento de fosfatos en las aguas de la laguna. Estos y la salinidad varían según una ley de dilución simple en el curso de la mezcla aguas dulces - aguas marinas que ocurre en el interior de la laguna. La actividad biológica interna, las interacciones con el sedimento y las infiltraciones marinas influyen también en la variación de la concentración de fosfatos.

El muestreo realizado durante las lluvias indica un aumento de los silicatos disueltos. Probablemente la concentración está además influenciada por la presencia de diatomeas y por la interacción con sílice particulado y/o el sedimento.

Se puede concluir que la Laguna de Unare es un ecosistema rico en nutrientes y en producciones biológica y pesquera, y que aparentemente no se encuentra contaminada o en vías de eutrofización.

## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar un sincero agradecimiento al personal del Instituto Oceanográfico de Venezuela, en especial al personal del Departamento de Oceanografía Química, en las personas de JAIME BONILLA, GILBERTO CEDEÑO, RAFAEL GARCÍA, NUMAS RAMOS y LOURDES DE PERÉZ. Así mismo a la Profesora HAYDELBA D'ARMAS DE CARDOZO por su gran calidad humana, y al DR. PEDRO ROA MORALES del Instituto de Zoología Tropical de la U.C.V.

## REFERENCIAS

ARMSTRONG, F. 1965. Phosphorus, Silicon. Cap. 8 y 10 In: Riley, J. y G. Skirrow (eds.) *Chemical Oceanography.* Vol. I. Academic Press, London.

BAY, A. 1981. Análisis de sedimentos y sólidos en suspensión de la Laguna de Unare. *Tesis Lic. Química. Univ. Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.*

BONNIN, M. 1983. Estudio de la productividad primaria de la Laguna de Unare. *Tesis Lic. Biología. Univ. Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.*

FREITAS, J. 1983. Géochimie des eaux libres et interstitiels d'un Marais Salant au cours des divers phaphases du cycle annuel. *Tesis Doctoral. Instituto de Ciencias Naturales, Univ. de Nantes, Francia.*

HATTORI, A. 1982. The Nitrogen Cycle in the sea with special reference to biochemical process. *J. Oceanographic Society of Japan.* 38: 245 - 265.

KRUMBEIN, W. 1981. Biogeochemistry and geomicrobiology of lagoons and lagoonary environments. pp. 97 - 109. In: *Coastal Lagoon Research. UNESCO. Technical Papers in Marine Science.*

MARTINEZ, R. 1986. Ecología del *Bittium carabobo–*

*ense* (Weisbord, 1962) gastropodo prosobranchia béntico de la Laguna de Unare, Tomo I. *Inst. Oceanogr., Univ. de Oriente, Venezuela.*

NICHOLS, M. 1965. Organic production and phosphate in arid coastal lagoons. 847p. In: *Studies in Tropical Oceanography. Miami, U.S.A.*

OKUDA, T. 1965. Consideraciones generales sobre las condiciones ambientales en la Laguna y Río Unare. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente. 3: 118 - 135.*

OKUDA, T., A. GARCÍA & J. BENÍTEZ. 1965. Variación estacional de los elementos nutritivos en el aguas de la Laguna de Unare y Río Unare. *Ibid.,* 4: 123–135.

PYOTT, C., R. A. COLER & D. DALE. 1982. Lake management nutrient budget. Department of Environmental Sciences. *Massachusetts Cooperatives Extensión Service. Eutrophication Series. Mass. U.S.A.*

REDFIELD, A., B. KETCHUM & F. RICHARDS. 1963. The influence of organisms on the composition of sea water. pp. 26 - 77. In: M. N. Hill (ed.) *The Sea,* Vol. II. Interscience Publ. U.S.A.

STRICKLAND, J. & T. PARSONS. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fisheries Research Board Canada, Ottawa,* 2d edition.

SPINIELLO, P. 1982. Composición, variaciones espaciales y análisis de sucesión del fitoplancton de laguna de Unare. *Tesis Lic. Biología. Univ. Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.*

SVERDRUP, H., M. JOHNSON & R. FLEMING. 1961. *The Oceans*. 12a. ed. Prentice –Hall, Inc. U.S.A.

TASTET, J. 1979. Environments sédim entaires et structuraux quaternaires du littoral du Golfe de Guineé (Cóte d' Ivoire, Togo, Benin). *T esis Doctoral. Univ. Bordeaux, Francia.*

UNESCO 1981. Coastal Lagoon Research, Present and Future. *Unesco Technical Papers in Marine Science Boletín Nº. 32.*

Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente, 29 (1&2): 67-89 (1990), 6 figs., 4 tabls.

# DESARROLLO LARVAL DE MITHRAX CARIBBAEUS RATHBUN, 1920 (CRUSTACEA: DECAPODA: MAJIDAE) REALIZADO EN CONDICIONES DE LABORATORIO.

JUAN A. BOLAÑOS C.,* LUIS B. LARES** y JESÚS E. HERNÁNDEZ*

** Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Isla de Margarita, Venezuela & ** Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.*

RESUMEN: Larvas de *Mithrax caribbaeus* fueron criadas en el laboratorio desde la eclosión de los huevos hasta el primer cangrejo. El desarrollo larval comprende dos estadios de zoea y una megalopa. Se describen e ilustran las diferentes fases larvarias así como los diferentes apéndices de éstas. Se compara la morfología de las larvas *M. caribbaeus* con la de otras especies del mismo género. Las zoeas de *M. caribbaeus* pueden distinguirse de aquellas de las otras especies del género descritas hasta el momento tomando como base las características concernientes a la setación posterolateral ventral del caparazón para las dos zoeas; setación de coxopodito de la maxílula y número de estetascos de la anténula en la segunda zoea. De la misma manera la megalopa de *M. caribbaeus* puede distinguirse de las otras especies utilizando la combinación de varios caracteres tales como: tubérculos gástricos y cardíacos del caparazón, número de estetascos de la anténula, número de setas del coxopodito, basipodito y epidodito del primer maxilípedo y del protopodito del segundo maxilípedo. Al comparar las características de las zoeas *M. caribbaeus* con las de otras especies del género, se sugiere que puede ser necesaria una revisión de los subgéneros (*Mithrax y Mithraculus*) en que se encuentra dividido el género *Mithrax*.

ABSTRACT: Larvae of *Mithrax caribbaeus* were cultured in the laboratory from eggs hatched up to the first crab stage. Larval development consists of two zoeal stages and one megalopal stage. Larval stages and their appendages are described and illustrated. Morphological feactures of larvae are compared with those exhibited by larvae of species within the same genus. Zoea of *M. caribbaeus* can be separated from those described for other species, withim the genus taking into account characters regarding ventroposterolateral setation of caparacial for both zoeae; setation of maxillular coxopodite and number of aesthetases of second zoea. Megalopa of *M. caribbaeus can be* separated from those of the other species by a combination of several characters such as: caparacial gastric and cardiac tubercles, number of antenullar aesthetases, number of first maxilliped coxopodite basipodite and endopodite setae, and number of second maxilliped protopodite setae. From comparison of morfphological feactures of zoeae of *M. caribbaeus* with those of other species in the genus a revision of the subgenenera (*Mithrax and Mithraculus*) of *Mithrax is* recommended.

## INTRODUCCION

Los crustáceos decápodos comprenden aproximadamente unas 10.000 especies (MCLAUGHLIN, 1980), ubicadas en 1.200 géneros (BOWMAN & ABELE, 1982), de los, cuales, 45 están incluidos en la familia Majidae. Esta familia está constituída por aproximadamente unas 900 especies ampliamente distribuidas en aguas marinas y en especial en ambientes litorales de aguas someras (VÉLEZ, 1977). La mayoría de los májidos son pequeños y de escasa importancia económica directa, sin embargo son importantes como parte de las comunidades de diferentes biótopos ya que conforman eslabones de muchas cadenas tróficas costeras. Algunas especies soportan pesquerías comerciales, tal es el caso de *Mithrax spinosissimus* (BROWELL, *et al.* 1977; MONTERO & SMITH, 1984), otras (principalmente del género *Mithrax)* han sido consideradas como candidatos potenciales para ser cultivados (SCELZO, 1979; BOLAÑOS, 1980; QUINTERO, 1986; DE SOUSA *et al.*, 1988a y 1988b).

Del total de especies que conforman la familia Majidae, 30 pertenecen al género *Mithrax* (WILSON *et al.*, 1979), y de éstas sólo se les conoce el desarrollo larval a *M. spinosissimus* (PROVENZANO & BROWNELL, 1977), *M. forceps* (WILSON *et al., op. cit.*), *M. verrucosus* (BOLAÑOS & SCELZO, 1981), *M. coryphe* (SCOTTO & GORE, 1980), *M. pleuracanthus* (GOY *et al.*, 1981) y *M. hispidus* (FRANSOZO & HEBLING, 1982).

En Venezuela existen 12 especies pertenecientes al género *Mithrax* (Tabla 1), tal y como se deduce de la revisión de los trabajos de RODRÍGUEZ (1980), MORAO (1983), LARES (1983), SOLER (1984), RAMOS (1986) MAZA (1986) y MARCANO (1987). Entre este número de especies se encuentran todas aquellas que han sido señaladas en párrafos anteriores, más, *M. caribbaeus, M. pilosus, M. ruber, M. sculptus, M. tortugae y M. acuticornis.*

Los cangrejos de la familia Majidae se caracterizan por presentar un desarrollo larval relativamente abreviado en cuanto al número de estadios (consta de dos estadios de zoea y uno de megalopa) y corto en relación al tiempo de duración de los mismos ya que en la mayoría de los casos el desarrollo larval dura menos de 20 días.

*M. caribbaeus* es una de las especies de májidos cuyo desarrollo larval es desconocido hasta el momento. Su distribución comprende las islas del Caribe y la costa norte de Sur América (RODRÍGUEZ, 1980). Es un cangrejo tropical que vive bajo sustratos variados (piedras, corales, etc.) y en fondos arenosos de manglares (VÉLEZ, 1977). Puede alcanzar un gran tamaño (sobrepasando algunos animales 0,3 Kg de peso) y su carne posee buen sabor. Es por estas razones, entre otras, que ha sido señalado como un candidato potencial para fines de cultivo (QUINTERO, 1986).

El presente estudio, tuvo como objetivo criar las larvas de *Mithrax caribbaeus* para proveer una descripción completa de la morfología externa de los diferentes estadios que comprende el desarrollo larval de esta especie, así como también, discutir los caracteres distintivos de estas larvas con respecto a aquellos de las larvas de las otras especies del género que se conocen hasta el presente. Este trabajo pretende constituir un aporte al conocimiento del género *Mithrax,* además de suministrar información básica referente a *M. caribbaeus* que pudiera ser útil para futuros trabajos biológicos, ecológicos y de aplicación en acuicultura.

TABLA 1.- Especies de cangrenjos del género *Mithrax* que han sido registradas para Venezuela. Se indican que estadios larvales se conocen de ellas y los autores que lo han descrito

| ESPECIES | I ZOEA | II ZOEA | MEGALOPA | REFERENCIAS |
|---|---|---|---|---|
| *M. spinosissinus* | SI | SI | SI | PROVENZANO y BROWNELL, 1977 |
| *M. forceps* | SI | SI | SI | WILSON y GORE, 1979 |
| *M. verrucosus* | SI | SI | SI | BOLAÑO, 1980 |
| *M. hispidus* | SI | SI | SI | FRANSOZO y HEBLING, 1981 |
| *M. coryphe* | SI | SI | SI | SCOTTO y GORE, 1980 |
| *M. pleuracanthus* | SI | SI | SI | GOY *et al.*, 1981 |
| *M. caribbaeus* | SI | SI | SI | Presente estudio |
| *M. sculptu* | NO | NO | NO | |
| *M. ruber* | NO | NO | NO | |
| *M. acuticornis* | NO | NO | NO | |
| *M. pilosus* | NO | NO | NO | |
| *M. tortugae* | NO | NO | NO | |

## MATERIALES Y METODOS

Las hembras ovígeras de *Mithrax caribbaeus* fueron colectadas en la Punta de Las Cabeceras, Isla de Cubagua, Venezuela (Fig. 1), utilizando refugios artificiales formados por láminas de asbesto-cemento colocadas sobre praderas de *Thalassia* (Fig. 2), a profundidades entre 4 y 8 metros.

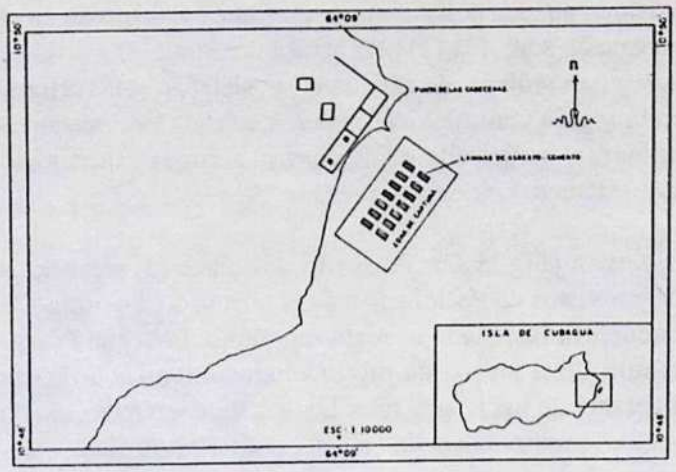



Fig. 1.- Mapa de la Isla de Cubagua. Se indica la zona de colecta de las hembras ovígeras de *Mithrax caribbaeus.*

La captura de los cangrejos se realizó en forma manual y mediante buceo en apnea o equipo autónomo, según fue requerido. Los ejemplares colectados fueron transportados hasta las instalaciones del Centro de Investigaciones Científicas (C.I.C.) de la Universidad de Oriente, Núcleo de Nueva Esparta en recipientes plásticos llenos con agua del sitio de captura y provistos de aireadores portátiles.

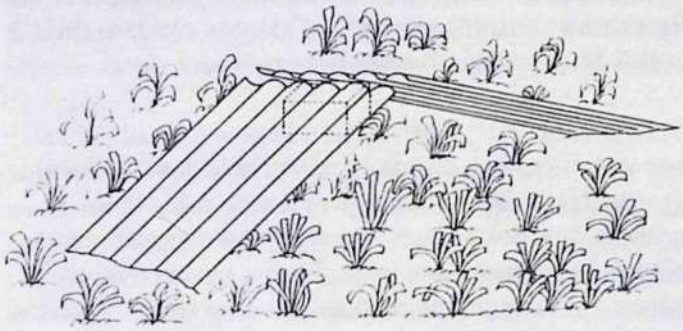


Fig. 2.- Esquema de la disposición de los colectores de asbesto-cemento utilizados para la captura de las hembras ovígeras de *Mithrax caribbaeus.*

Una vez en el C.I.C. los organismos fueron identificados utilizando las claves y descripciones de RATHBUN (1925), RODRÍGUEZ (1980) y MARCANO (1987).

Sólo se utilizaron hembras que estuviesen próximas a desovar, según lo recomendado por BOSCHI (1981), lo cual fue determinado utilizando el criterio de coloración marrón de los huevos y la presencia de manchas oculares bien formadas en los embriones.

Las hembras seleccionadas fueron colocadas en acuarios rectangulares de 54 l (30 cm x 60 cm x 30 cm)con agua de mar (36 - 38 %.) filtrada mediante un elemento de fibra de vidrio, carbón activado y papel Whatman Nº 1. Cada acuario estuvo provisto de difusores de aire y carente de filtro biológico, ya que éste, de acuerdo con lo señalado por BOLAÑOS (1982), hace engorrosa la obtención de las larvas, debido a que se introducen entre los espacios intersticiales de substrato quedando allí atrapadas.

Las hembras permanecieron en los mencionados acuarios hasta pocos momentos después de la eclosión de los huevos. Una vez ocurrida ésta las "madres" fueron retiradas y las larvas separadas utilizando una pipeta Pasteur, con abertura de 6 mm para evitar el maltrato de las larvas al ser succionadas.

Las larvas así obtenidas fueron colocadas en recipientes de 120 cc, con 100 cc de agua de mar filtrada, en grupos de 10 individuos por recipientes. Los envases con las larvas fueron cubiertos con cápsulas de Petri para reducir la evaporación y la introducción de agentes extraños que pudieran afectar la experiencia. El cambio de agua de los recipientes, así como el control de muda de las larvas se realizó diariamente. El alimento utilizado consistió en nauplios recién nacidos de *Artemia sp.* de acuerdo a lo recomendado por QUINTERO (1986) para cultivar larvas de *Mithrax caribbaeus.*

En la medida que las larvas fueron mudando, de cada estadio larval se separaron varios ejemplares y se fijaron (para su posterior estudio), en una solución de formol al 4 % neutralizado. Estos ejemplares fueron disecados bajo una lupa estereoscópica Zeiss M-4 y se hicieron dibujos de los distintos apéndices utilizando una cámara clara y un microscopio binocular Olympus CHA. Para cada apéndice se utilizó siempre la misma escala, de manera tal que se pudieran reconocer los cambios estructurales y los aumentos de tamaño que ocurrieran en cada muda. En algunos casos se requirió teñir los apéndices con fucsina ácida y rojo neutro para una mejor observación.

Se realizaron mediciones de los distintos estadios larvales, para ello se utilizó un ocular calibrado; las medidas que se tomaron fueron las siguientes: en los estadios de zoea y la megalopa se midió la longitud del caparazón, considerada como la distancia entre la mitad de la órbita

(comienzo de la espina rostral) hasta el borde posterior del caparazón, y el largo total, desde el comienzo de la espina rostral hasta el extremo posterior del telson. En la megalopa se medió además el ancho máximo del caparazón. También se estimaron los tiempos promedio de duración de los diferentes estadios larvales, para lo cual se utilizaron las formulas señaladas por BOLAÑOS (1980).

Otras observaciones efectuadas consistieron en la apreciación de la distribución y coloración de los cromatóforos, comportamiento de las larvas a estímulos luminosos y características de la natación y motilidad; todas estas consideraciones se efectuaron en ejemplares vivos criados en cultivos masivos para esos fines.

## RESULTADOS

El desarrollo larval de los májidos usualmente comprende dos estadios de zoea y un estadio de megalopa, aunque a veces las zoeas son precedidas por un estadio de prezoea. Las larvas de *Mithrax caribbaeus* obtenidas de desoves realizados en el laboratorio, obedecieron esta regla general, salvo en el caso de la prezoea, estadio que fue raramente observado, por lo que fue considerado abortivo en el desarrollo larval de la especie.

Para la realización del presente estudio se obtuvieron un total de 18 desoves, cada uno de ellos provenientes de hembras diferentes y la morfología de las larvas y sus apéndices fue confirmada en cada uno de los mismos.

Las principales características de los estadios larvales de *M. caribbaeus* son las siguientes:

*PRIMERA ZOEA*: (Fig. 3-A y 3-B).

*Longitud del caparazón*: promedio 0,96 mm, rango 0,87-1,10 mm.
*Largo total*: promedio 2,90 mm, rango 2,59-3,26 mm.
*Duración del estadio:* promedio 3,81 días; rango 3-6 días.
*Caparazón*: Es globoso con una espina dorsal lisa ligeramente incurvada hacia la parte posterior, la espina rostral es corta, lisa y no sobrepasa la longitud del segmento basal de las antenas. El caparazón no presenta espina laterales, pero posee una pequeña prominencia frontal anterior supraocular, localizada a nivel medio entre las bases de la espinas rostral y dorsal; a ambos lados de esta prominencia existe una (1) seta lisa. Otras setas que se observan en el caparazón son: una (1) seta setosa dorsolateral a nivel de la región cardíaca de cada lado, y siete(7) setas setosas en la región ventrolateral posterior de cada lado, siendo la primera y las tres últimas de éstas, más largas y fuertes que las restantes. Los ojos son sésiles.

*Abdomen* (Fig. 3-C): Formado por cinco (5) segmentos desprovistos de apéndices más el telson, a éste último se encuentra fusionado el sexto segmento. El segundo segmento lleva un par de proyecciones laterales dirigidas ligeramente hacia adelante. Los segmentos tercero, cuarto y quinto presentan cada uno un par de espinas posterolaterales. Cada segmento posee un par de setas setosas posterodorsales a excepción del primero, en el cual, el par de setas se encuentra a nivel medio dorsal.

*Telson* (Fig. 3-C): Es trapezoidal, bifurcado y presenta la siguiente fórmula: tres más tres (3 + 3) procesos espinulosos en el margen interno y dos (2) procesos espinosos externos (ramas furcales) finamente denticulados. Cada rama furcal posee a su vez una espina externa lisa articulada. La muesca media del telson es levemente apreciable.

*Anténula* (Fig. 3-D): Cónica, unirramosa y no segmentada. Presenta cuatro (4) estetáscos (2 largos y gruesos más 2 cortos finos) y dos (2) setas lisas en la parte distal.

*Antena* (Fig. 3-E): Birramosa, el exopodito está armado con una (1) gruesa espina terminal, más dos (2) menores desiguales, subterminales y ubicadas a los lados de la primera. Las dos espinas menores presentan cada una dos hileras de pequeñas espinitas. El protopodito (proceso espinoso) es de igual longitud que el exopodito, y presenta en el tercio distal interno dos hileras longitudinales de pequeñas espinas dispuestas casi paralelamente. El endopodito está representado por una prominencia digitiforme insegmentada, sin setas y con una longitud que es casi un tercio del protopodito.

*Mandíbulas* (Fig. 3-H): Asimétricas, con los procesos incisivo y molar bien desarrollados, el primero presenta una serie de dientes mientras que el segundo es más romo. La dentición del proceso incisivo es diferente en ambas mandíbulas, presentando el de la mandíbula izquierda dos (2) dientes en el margen posterior y seis (6) más uno (1) en margen anterior. El proceso incisivo de la mandíbula derecha posee un (1) diente en el margen posterior y cinco (5) más uno (1) en el anterior. No existe palpo mandibular.

*Maxílula* (Fig. 3-I): El endopodito es bisegmentado, siendo el segmento proximal más corto y posee una seta lisa. El segmento distal es más largo y presenta seis (6) setas, de las cuales cuatro son setosas y terminales y dos (1 lisa y 1 setosa) son sublaterales. El basipodito presenta seis (6) espina setosas (5 apicales y 1 subapical) y una (1) seta setosa (subapical). El coxopodito posee siete (7) setas de las cuales cinco son setosas, siendo tres de ellas apicales. No existe exopodito.

*Maxila* (Fig. 3-J): El escafognatito (exopodito) está bordeado por doce (12) setas plumosas, más una (1) seta plumosa robusta terminal. El endopodito insegmentado lleva cinco (5) setas setosas. El basipodito y el coxopodito son bilobulados, teniendo cada uno cuatro (4) y cinco (5) setas en sus lóbulos respectivamente. El exopodito y basipodito poseen numerosas sedas en sus bordes laterales.

*Primer maxilípedo* (Fig. 3-G): Coxopodito con una seta lisa. El basipodito lleva diez setas (2, 2, 3, 3) de las cuales siete son setosas. El exopodito, bisegmentado, presenta cuatro (4) largas setas plumosas natatorias terminales. El endopodito está formado por cinco (5) segmentos en los cuales se observan, tres (3) setas setosas en el primero, dos (2) en el segundo, una (1) en el tercero, dos (2) en el cuarto y cuatro (4) setas apicales más una (1) subapical en el quinto; el segundo y tercer segmento presentan finas sedas en sus bordes.

*Segundo maxilípedo* (Fig. 3-F): Coxopodito sin setas. El basipodito presenta tres (3) setas de las cuales dos son setosas. Exopodito similar al del primer maxilípedo. El endopodito es trisegmentado, observándose una (1) seta setosa en el segundo segmento y tres (3) setas apicales más dos (2) subapicales (de las cuales una es setosa) en el tercer segmento; el primer segmento no presenta setas.

*Tercer maxilípedo* (Fig. 3-K): No armado, rudimentario, birramoso e insegmentado.

*Pereiópodos* (Fig. 3-K): Insegmentados pero ya diferenciados.

Este estadio se caracteriza por tener un marcado fototactismo positivo. Los movimientos en general no presentan una orientación definida y son realizados por el batir de los maxilípedos y flexiones del abdomen.

La distribución y coloración de los cromatóforos es la siguiente:

**En el cefalotórax:**

Uno (1) amarillo, dorsal a los ojos.
Uno (1), grande, negro-anaranjado, gástrico medio.
Uno (1) amarillo ventral a los ojos.
Uno (1) amarillo, antenal ( proceso espino-
Uno (1) negro, labral
Uno (1) negro, mandibular
Uno (1) naranja en los coxopoditos del primero y segundo maxilípedo.
Uno (1) negro en los basipoditos del primero y segundo maxilípedo.

**En el abdomen:**

Uno (1) negro, supraintestinal que abarca primero y segundo segmentos abdominales
Dos (2) pares negros, ventrolaterales y subintestinales en el tercer segmento abdominal
Dos (2) anaranjados ventrolaterales (uno anterior y uno posterior) en el cuarto segmento abdominal
Uno negro-naranja, lateral en la unión del quinto segmento y el telson.

*SEGUNDA ZOEA* (Fig. 4-A).

*Longitud del caparazón*: promedio 1,04 mm, rango 0,96-1,18 mm.
*Largo total*: promedio 3,18 mm, rango 2,81-3,49 mm.
*Duración del estadio*: promedio 2,02 días; rango 1-4 días
*Caparazón:* De forma similar al de la primera zoea pero un poco mayor en tamaño. Presenta varias setas (todas setosas) distribuidas de la siguiente manera: una (1) en el extremo proximal dorsal de cada pedúnculo ocular, tres (3) a cada lado de la prominencia supracular, una(1) a cada lado de la base de la espina dorsal, una (1) en la parte posterior de la región cardíaca de cada lado y ocho (8) en la región ventrolateral posterior de cada lado del caparazón, de las cuales, las dos primeras y tres últimas son más largas y fuertes que las restantes. Los ojos son pedunculados.

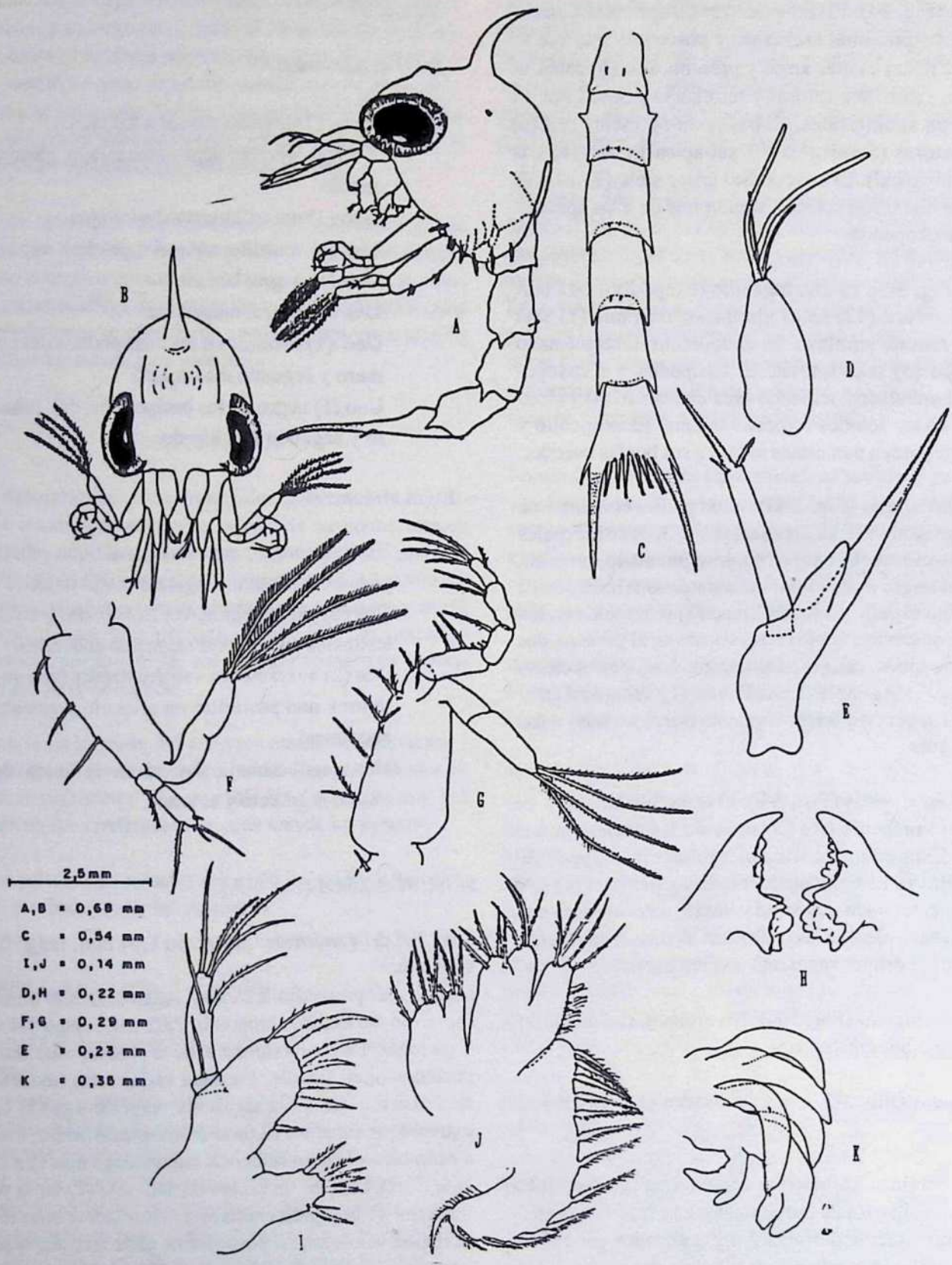



Fig. 3.- *Mithrax caribbaeus,* Primera zoea: A, Vista lateral; B, Vista frontal; C, Abdomen; D, Anténula; E, Antena; F, Segundo maxilípedo; G, Primer maxilípedo y pereiópodos.

*Abdomen* (Fig. 4-B y C): Constituido por seis segmentos más el telson. Las proyecciones laterales del segundo segmento y las espinas del tercero, cuarto y quinto segmentos observadas en el primer estadio se conservan. El primer segmento lleva tres (3) largas setas setosas en la región mediodorsal, el segundo presenta dos (2) setas lisas en la región mediodorsal y dos (2) setosas posterodorsales; los segmentos del tercero al quinto poseen cada uno un (1) par de setas setosas posterodorsales. En la parte ventral de cada uno de los segmentos del segundo al quinto existe un par de pleópodos bilobulados y rudimentarios.

*Telson* (Fig. 4-B y C): Presenta la misma estructura que en el primer estadio pero las ramas furcales son un poco menores en longitud.

*Anténula* (Fig. 4-D): Cónica, con un pequeño endopodito en forma de protuberancia redondeada y lleva ocho (8) estetáscos (6 largos y 2 cortos) y dos setas lisa apicales.

*Antena* (Fig. 4-G): Es similar a la del primer estadio, pero un poco mayor en tamaño. El exopodito conserva las espinas, apareciendo en este estadio pequeñas sedas en la espina menor. El endopodito alcanza ahora más de la mitad de la longitud del proceso espinoso.

*Mandíbulas* (Fig. 4-J): Semejante a las del estadio anterior, pero ahora, la dentición del proceso incisivo de ambas mandíbulas está formada por dos (2) dientes en el margen posterior y cinco (5) más uno (1) en el margen anterior. En este estadio cada mandíbula adquiere una estructura digitiforme de posición dorsolateral que representa los rudimentos de los palpos mandibulares.

*Maxílula* (Fig. 4-H): Endopodito con estructura similar a la del primer estadio, sólo que ahora las setas del segmento proximal son todas setosas. Basipodito con nueve (9) espinas setosas (7 apicales y 2 laterales) más una (1) seta setosa apical. Coxopodito con seis (6) espinas setosas (4 apicales y 2 laterales) más dos (2) setas lisas laterales. El Exopodito está presente en forma de una espina plumosa localizada en el borde externo del basipodito.

*Maxila* (Fig. 4-I): Es de mayor tamaño que en el primer estadio. El exopodito presenta ahora veinticuatro (24) setas plumosas. Basipodito bilobulado con cinco (5) setas en cada uno de sus lóbulos. El resto de las estructuras no presenta variaciones con respecto a las del estadio anterior, es decir, coxopodito bilobulado con cuatro (4) más cinco (5) setas setosas y endopodito con cinco (5) setas setosas.

*Primer maxilípedo* (Fig. 4-F): Con estructura semejante a la que posee en el estadio anterior pero el número de setas del exopodito aumentan a seis (6) y la seta del coxopodito es ahora setosa.

*Segundo maxilípedo* (Fig. 4-E): Similar al del primer estadio, pero ahora, el exopodito presenta seis (6) setas; las setas del basipodito (3) son todas setosas, y las setas (5) del segmento distal del endopodito son ahora tres (3) setosas y dos (2) lisas.

*Tercer maxilípedo y pereiópodos* (Fig. 4-K): Semejantes a los del primer estadio pero más evidentes y de tamaño aproximadamente dos veces mayor.

La segunda zoea es eminentemente nadadora, presentando mayor orientación en sus movimientos que en el estadio anterior. El batir de los maxilípedos y las flexiones del abdomen siguen siendo los movimientos motores principales, pero ahora ayudados por el constante batir de los pleópodos. La segunda zoea al igual que la primera presenta un marcado fototactismo positivo.

La distribución y coloración de los cromatóforos es semejante a la del estadio anterior, pero en un caso se observó además un cromatóforo negro-verdoso en el inicio de cada rama furcal.

*MEGALOPA*: (Fig. 5-A y B)

*Longitud del caparazón*: promedio 1,12 mm, rango 0,90-1,29 mm.
*Largo total:* promedio 2,09 mm, rango 1,63-2,39 mm.
*Ancho máximo*: promedio 1,07 mm, rango 1,05–1,10 mm.
*Duración del estadio*: promedio 4,22 días; rango 4-6 días.
*Caparazón* (Figs. 5-A y B): Subcuadrado, con la parte anterior (región frontal), ligeramente rectangular. Sin espina dorsal. Rostro de posición oblicua, casi perpendicular en relación al eje del cuerpo y ligeramente incurvado ventralmente. El borde posterolateral, de cada lado del caparazón lleva generalmente seis (6) setas setosas (algunas veces son cinco y raras veces siete). Las otras setas del caparazón están distribuidas como se señalan en las Figs. 5 –A y B. Los tubérculos del caparazón, según la terminología utilizada por KURATA (1969), son los siguientes:

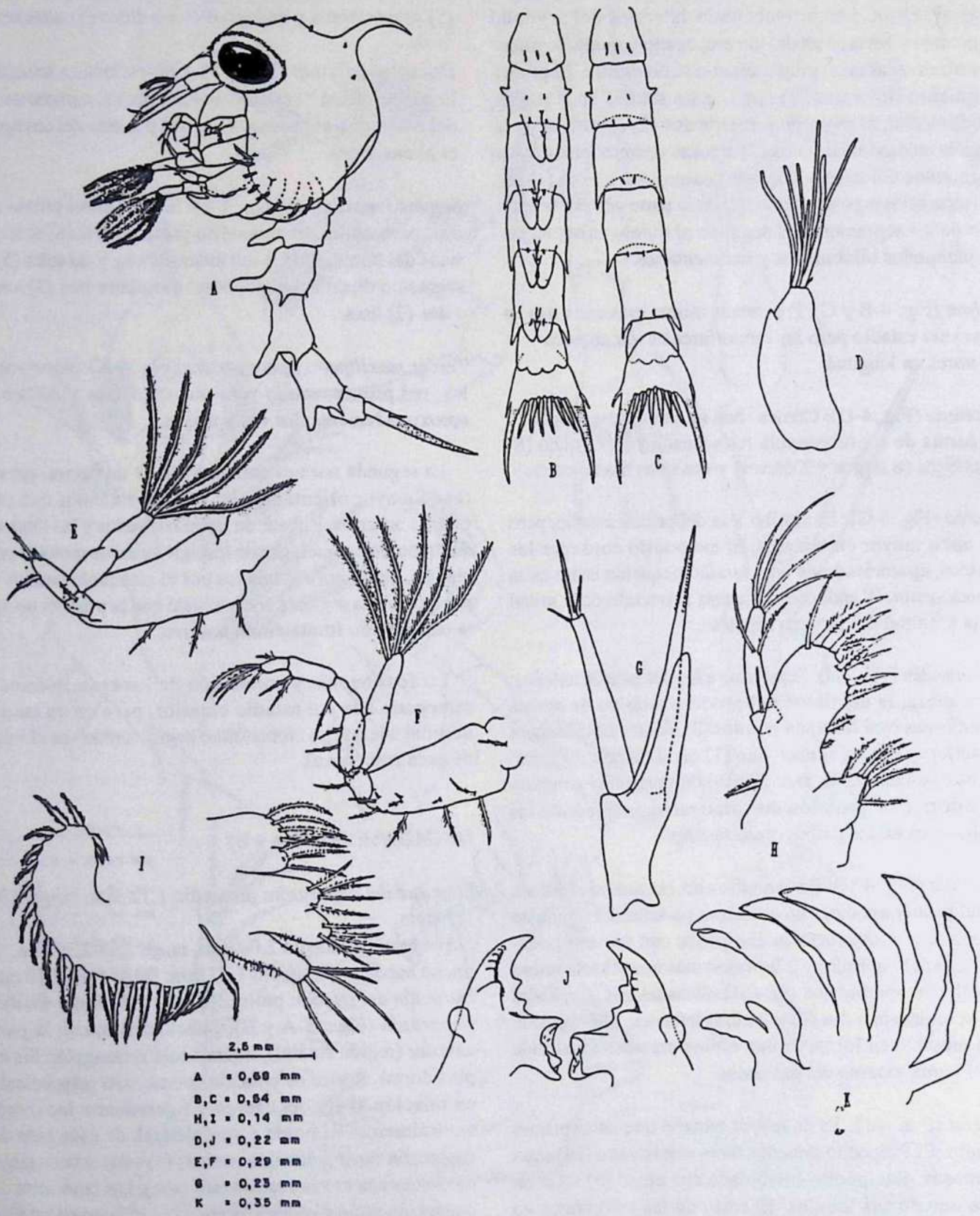



Fig. 4. - *Mithrax caribbaeus*, segunda zoea: A, Vista lateral; B, Abdomen vista dorsal; D, Anténula; , Segundo maxilípedo; F, Primer maxilípedo; G, Antena; H, maxílula; I, Maxila; J, Mandibulas; K, Tercer maxilípedo y pereiópodos.

dos (2) tubérculos rostrales laterales; dos (2) hepáticos; uno (1) mesogástrico, dos (2) gástricos laterales anteriores, dos (2) gástricos laterales posteriores; dos (2) cardíacos medios, dos cardíacos laterales y uno posterior medio. Los pedúnculos oculares presentan una seta lisa en el margen anterior.

*Abdomen* (Figs. 5-A y B): Formado por seis (6) segmentos y el telson. Los bordes posteroventrales de los segmentos del segundo al quinto son redondeados; el primer segmento presenta seis (6) setas setosas (2 dorsales y 2 en cada borde posteroventral); los segmento del segundo al sexto llevan ocho (8), seis (6), ocho (8), ocho (8) y dos (2) setas respectivamente. Los pleópodos (Fig. 6–A y E) son bisegmentados y están presentes en los segmentos del segundo al sexto (un par por segmento), los cuatro primeros pares son birramosos, con endopoditos rudimentarios, sin setas y con dos (2) ganchos (retináculos) distales; los exopoditos del primero, segundo, tercer y cuarto par de pleópodos están bien desarrollados, los del primero, segundo y tercer par presentan once setas plumosas en el segmento distal ( 10 apicales y 1 lateral); aquellos correspondientes al cuarto par presentan nueve setas plumosas (8 apicales más 1 lateral) y los del quinto par de pleópodos (urópodos), poseen cinco (5) setas plumosas en la porción distal.

*Telson* (Fig. 6-E): Subrectangular, más ancho que largo, con los bordes posteriores redondeados y con dos (2) setas setosas dorsomediales.

*Anténula* (Fig. 5-C): Con el pedúnculo trisegmentado, el segmento proximal no posee setas, el segundo lleva dos (2) setas lisas y el distal una (1); de este último segmento salen dos ramas, la rama inferior está formada por dos segmentos, llevando tres setas lisas en el segmento distal; la rama superior es bisegmentada (o parcialmente trisegmentada), y está provista de cinco (5) estetascos en el segmento distal y nueve (9) estetascos más una seta lisa distoventral en el segmento proximal.

*Antena* (Fig. 5-D): Pedúnculo basal con dos protuberancias tuberculares laterales más una (1) seta. Flagelo formado por seis segmentos, el primero de ellos lleva dos (2) setas lisas, el segundo tres (3), el tercero cero (0), el cuarto cero (0), el quinto cuatro (4) y el sexto tres (3) más una seta muy delgada (pelo).

*Mandíbulas* (Fig. 5-J): Asimétricas, la derecha con el proceso incisivo aguzado, mientras que la izquierda lo presenta más redondeado. Palpo de cada mandíbula incompletamente bisegmentado con cinco (5) setas setosas (4 apicales + 1 subapical).

*Maxílula* (Fig. 5-I): Endopodito parcialmente bisegmentado, con dos (2) setas muy pequeñas terminales. Basipodito con quince (15) procesos setosos distales (14 apicales + 1 subapical), más tres (3) laterales (uno de ellos liso). Coxopodito con diez (10) procesos setosos, (4 apicales + 6 subapicales). El protopodito presenta una (1) larga seta plumosa.

*Maxila* (Fig. 5-H): El escafognatito con treintidos (32) setas plumosas en su borde más dos (2) setas lisas laterales. Endopodito no segmentado, sin setas, pero con una serie de sedas en el borde lateral externo. Basipodito bilobulado, con seis (6) setas setosas en cada lóbulo. Coxopodito bilobulado, con siete (7) setas setosas en el lóbulo proximal y tres (3) en el distal.

*Primer maxilípedo* (Fig. 5-E): Coxopodito con cinco (5) setas setosas terminales más tres (2 setosas y una lisa) laterales. Basipodito con once (11) setas setosas. Endopodito parcialmente segmentado, sin setas. Exopodito bisegmentado con una (1) larga seta plumosa en el segmento proximal y cuatro (4) en el distal. Epipodito de forma aproximadamente triangular, con siete setas setosas (3 distales, 3 mediales y 1 proximal).

S*egundo maxilípedo* (Fig. 5-F): Endopodito con cuatro (4) segmentos, el proximal no presenta setas, el segundo posee una (1) larga seta setosa, el tercero tres (3) setas setosas y el cuarto (distal) seis (6) setas setosas. Exopoito bisegmentado con cuatro (4) largas setas plumosas distales. No existe epipodito*Tercer maxilípedo* (Fig. 5-G): Endopodito con cinco (5) segmentos, el primero de ellos presenta tres (3) denticiones en el borde interno y lleva además doce (12) setas setosas; el segundo tiene nueve setas (6 setosas + 3 lisas), el tercero cinco ( 2 setosas + 3 lisas), el cuarto seis (5 setosas + 1 lisa) y el quinto (distal), cuatro (4) setosas. Exopodito bisegmentado, con cinco (5) setas plumosas más una (1) setosa lateral en el segmento distal. Protopodito con siete (7) setas setosas. Epipodito con cinco setas setosas (3 terminales + 2 mediales).

*Pereiópodos* (Figs. 6-F,G,H,I, y J): similares a los del cangrejo adulto, con número de segmentos bien definidos y numerosas setas lisas en todo ellos. Quelípedo funcional, presentando en el coxopodito seis (6) setas setosas y una

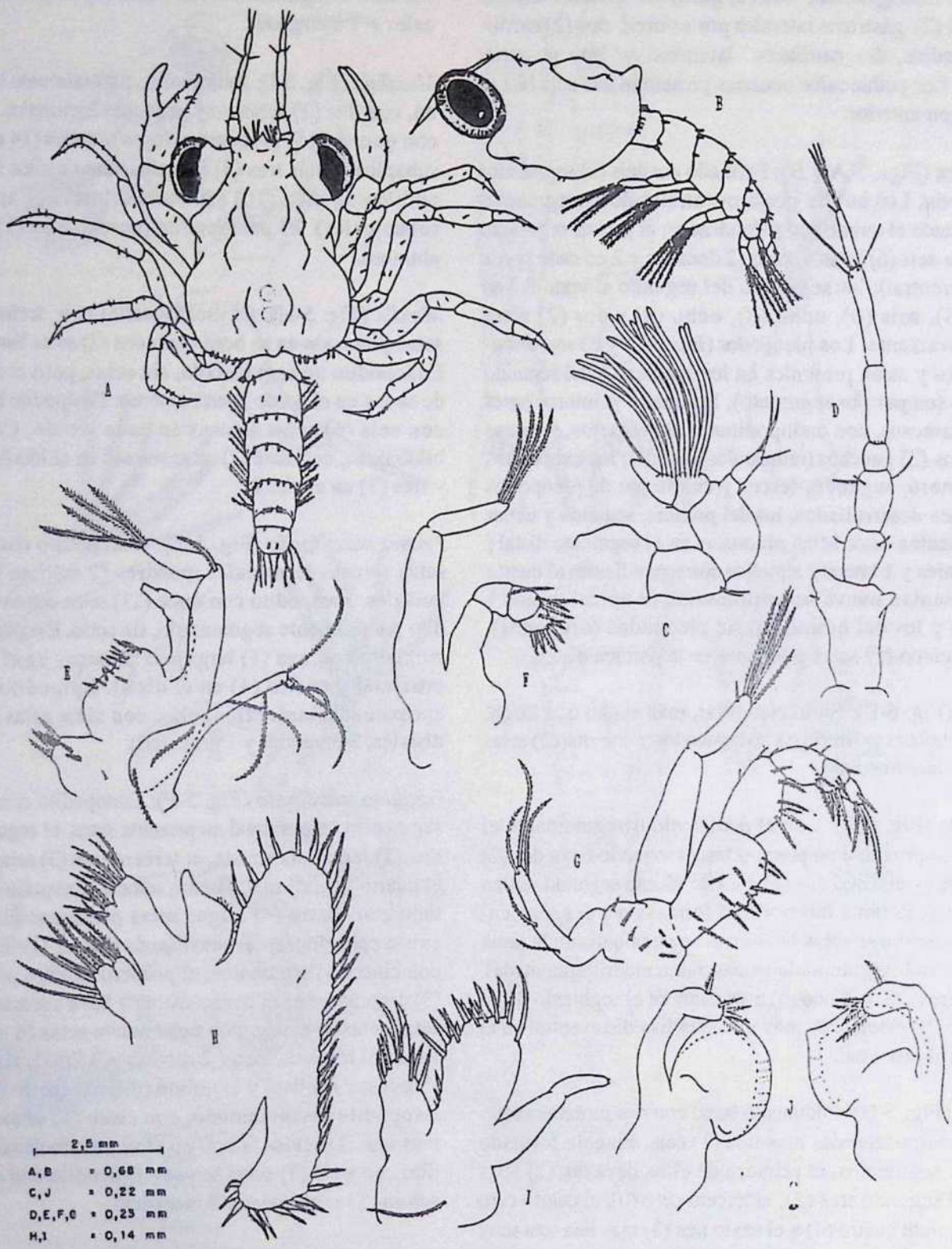



Fig. 5. - *Mithrax caribbaeus*, Megalopa: A, Vista dorsal; B, Vista lateral; C, Antenula; D, Antena; E, Primer maxilípedo; F, Segundo maxilípedo; G, Tercer maxilípedo; H, Maxila; I, Maxilula; J, Mandíbulas.

(1) lisa, el isquiopodito, posee una espina en su borde interno. El segundo pereiópodos posee una espina en lado interno del coxopodito y otra en el del isquiopodito. Los pereiópodos del segundo al cuarto presentan numerosas espinitas en los dactilopoditos.

En este estadio el organismo tiene mayor orientación de sus movimientos, puede caminar con los pereiópodos, o bien nadar flexionando el abdomen y batiendo los pleópodos. Al igual que en los estadios anteriores es evidente un marcado fototactismo positivo. La distribución y coloración de los cromatóforos es la siguiente:

**En el cefalotórax:**

Uno (1) amarillo en cada pedúnculo ocular.
Uno (1) negro y uno (1) amarillo en la región frontal
Uno (1) amarillo post-ocular a cada lado.
Uno (1) negro en la región gástrica anterior y otro en la posterior
Uno (1) naranja en la región metabranquial de cada lado.
Numerosos cromatóforos amarillos en cada uno de los pereiópodos.

**En el abdomen:**

Uno (1) negro supraintestinal que abarca el primero y parte del segundo segmento abdominal.
Un (1) par negro y un (1) par amarillo ventrolaterales en el segundo y tercer segmento abdominal.
Uno (1) naranja (posterior) y un (1) par amarillo (ventrolateral) en el cuarto segmento abdominal
Un (1) par negro postèrolateral en el quinto segmento abdominal
Uno (1) naranja dorsoposterior en el sexto segmento abdominal
Uno (1) negro en el telson

## DISCUSION

Los crustáceos decápodos presentan un amplio rango de variación en el número de estadios que comprenden sus desarrollos larvales, existiendo variadas terminologías para nominar los diferentes estadios y subestadios. En el caso de los cangrejos Brachyura, la mayoría de los autores consideran tres estadios básicos: prezoea, zoea y megalopa.

El desarrollo larval de los cangrejos de la familia majidae puede ser distinguible de otros grupos de Brachyura en la base del hecho de estar integrado por dos estadios zoea y una megalopa (LEBOUR, 1928; PROVENZANO y BROWNELL, 1977; INGLE, 1979; RICE, 1980; BOSCHI, 1981; GORE *et al.*, 1982, entre otros). El desarrollo postembrionario de *Mithrax caribbaeus* no parece ser un excepción a esta regla, comprendiendo dos zoeas y una megalopa, lo que constituye la norma de las especies de la subfamilia Mithracinae en que se conoce el desarrollo larval.

PROVENZANO y BROWNELL (*op. cit.*) WILSON *et al.* (1979) y GOY *et al.* (1981), al describir los desarrollos larvales de *Mithrax spinosissimus, M. forceps, y M. Pleuracanthus,* respectivamente, incluyen un estadio de poca duración (apenas unas horas) denominado prezoea. Este estadio fue raramente observado en el desarrollo de *M. caribbaeus,* y cuando así sucedió estas larvas morían en su totalidad sin pasar a la fase siguiente. Esto conduce a afirmar de acuerdo con lo señalado por BOLAÑOS (1980) que la prezoea es un estadio abortivo en la especie anteriormente mencionada y que pudiera ser inducido por stress debido al transporte y/o aclimatación a las condiciones de laboratorio de las hembras ovígeras. Es significativo destacar que en la mayoría de los casos la eclosión de los huevos dió lugar al estadio de la primera zoea. En base a todos estos señalamientos se decidió considerar a la prezoea como un estadio anormal del desarrollo larval de *Mithrax caribbaeus.*

Las características generales de los estadios zoea de *Mithrax caribbaeus* pueden ser fácilmente enmarcadas en las señaladas por RICE (1980) para las zoeas de la familia Majidae. De la misma manera, estas características coinciden con las propuestas por INGLE (1979) para el grupo I de la subfamilia Mithracine; este autor divide las larvas conocidas de las especies de esta subfamilia en dos grupos, basándose en características comunes de las mismas, y señala que las zoeas de las especies del grupo I presentan

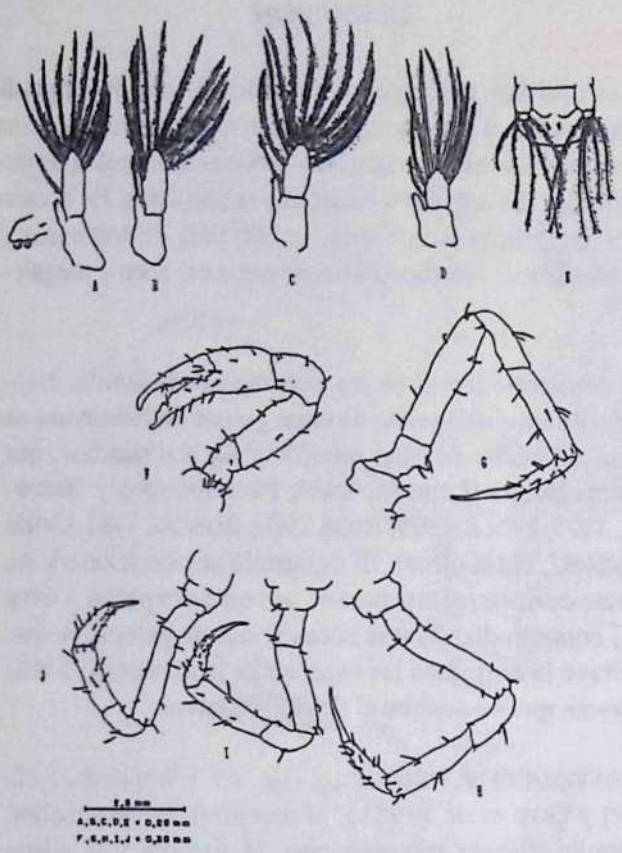


Fig. 6. *Mithrax caribbaeus*, Megalopa: A, Primer pleópodo; B, Segundo pleópodo; C, Tercer pleópodo; D, Cuarto pleópodo; E, Telson y quinto par de pleópodos; F, Primer pereiópoo; G, Segundo pereiópodo; H, Tercer P ereiópodo; I, Cuarpereiópodo; J, Quinto pereiópodo.

un caparazón desprovisto de espinas laterales, la espina dorsal es de longitud moderada, la espina rostral es corta, el abdomen está dividido en 5 segmentos en la primera zoea y en 6 en la segunda zoea, presentan un par de procesos dorsolaterales y un par de proyecciones posterolaterales en los segmentos segundo y del tercero al quinto respectivamente, presentan solamente una espina sobre cada rama furcal, el basipodito del segundo maxilípedo con 1,1,1 setas, y por último, presentan pleópodos desarrollados en la segunda zoea. Igualmente menciona que la megalopa de las especies de este grupo se caracterizan por: tener un rostro ligeramente doblado ventralmente, procesos submedianos presentes, espina cardíaca reducida o ausentes, basipodito del segundo pereiópodo sin espina y urópodos presentes.

En las Tablas 2 y 3 se resumen las principales características de las larvas primera y segunda zoea de las especies del género *Mithrax* de las cuales se tiene conocimiento. Al analizar estas características se observa una gran homogeneidad de las mismas entre las larvas de las diferentes especies, no pudiendo hallar (salvo en *M. spinosissimus*) distintivos muy notables. Sin embargo, las larvas primera y segunda zoea de las diferentes especies pueden ser distinguidas unas de las otras sobre la base de la setación de uno o más apéndices o sobre la combinación de algunas características. Así, la primera zoea de *M. caribbaeus* se diferencia de aquellas de las otras especies del género descritas hasta el presente por presenta r 1 + 6 setas setosas en la región posteroventral del caparazón. Mientras que la segunda zoea puede ser diferenciada por presentar 8 setas setosas en la región posteroventral del caparazón, característica que solo es compartida con *M. pleuracanthus*. Sin embargo, la segunda zoea de *M. caribbaeus* puede separarse de la de esta especie tomando como base la setación y número de estetascos de la anténula (*M. caribbaeus* presenta 8 estetascos + una seta y *M. pleuracanthus* presenta 7 estetascos + una seta), tal como se evidencia en la Tabla 3; la morfología de la anténula de la segunda zoea sólo es semejante a la de *M. verrucosus*, no obstante, la setación del borde posterolateral del caparazón permite diferenciar este estadio en estas dos especies. Otra característica que permite diferenciar la segunda zoea de *M. caribbaeus* de la de las otras especies es la presencia de 8 procesos en el coxopodito de la maxílula (Fig. 4-H, Tabla 3).

Las características de la megalopa de las diferentes especies del género *Mithrax* en las cuales este estadio es conocido presentan menos homogeneidad que en el caso de los dos estadios anteriores (primera y segunda zoea) por lo que las megalopas de esas especies son más fácilmente distinguibles las unas de las otras. esto se evidencia en la Tabla 4, donde se puede observar que la megalopa de *M. caribbaeus* se diferencia de aquellas de las otras especies del género en varios de los caracteres considerados en el presente estudio, resaltando particularmente el número de tubérculos gástricos y cardíacos del caparazón, el número de estetascos de la anténula, el número de setas del coxopodito, basipodito y epipodito del primer maxilípedo, y del protopodito del tercer maxilípedo.

El género *Mithrax* ha sido dividido en dos subgéneros (*Mithrax y Mithraculus)* basado en la presencia o ausencia de surcos branquiales oblicuos en el caparazón de los adultos (RATHBUN, 1925). De las especies consideradas en el presente estudio, *M. coryphe y M.*

TABLA 2.- Resumen de las principales características de la primera zoea de las especies de cangrejos del género *Mithrax* en las cuales este estadio es conocido

| | *M. caribbaeus* | *M. verrucosus* | *M. forceps* | *M. spinosissimus* | *M. coryphe* | *M. pleuracanthus* | *M. hispidus* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPARAZON:** | | | | | | | |
| Setas postero-laterales | 1 + 6 setas | 3 setas | 1 + 5 setas | Sin datos | 1 + 5 setas | 1 + 5 setas | Sin datos |
| **ANTENULA:** | | | | | | | |
| Estetascos | 4 + 2 setas | 4 + 2 setas | 4 + 1 setas | 5 + 0 setas | 4 + 1 setas | 3 + 1 setas | 5 + 0 setas |
| **ANTENA:** | | | | | | | |
| Relación Long. Exo.: Protopod. | Exo.= Protopod. | Exo.= Protopod. | Exo. ≥ Protopod. | Exo. < Protopod. | Exo. = Protopod. | Exo. = Protopod. | Exo. < Protopod. |
| **MAXILULA:** | | | | | | | |
| Endopodito | 1, 2 + 4 setas | 1, 2 + 4 setas | 1, 2 + 4 setas | 2 setas Term. | 1, 2 + 4 setas | 1, 2 + 4 setas | 1, 2 + 4 setas |
| Basipodito | 7 procesos | 7 procesos | 7 procesos | 6 procesos | 7 procesos | 7 procesos | 7 procesos |
| Coxopodito | 7 procesos | 6 procesos | 7 procesos | 5 procesos | 7 procesos | 7 procesos | 6 procesos |
| **MAXILA:** | | | | | | | |
| Endopodito | 5 setas | 5 setas | 5 setas | 1 seta | 5 setas | 5 setas | 1 seta |
| Basipodito | 5 + 4 setas | 5 + 4 setas | 5 + 4 setas | 3 + 3 setas | 5 + 4 setas | 5 + 4 setas | 4 + 4 setas |
| Coxopodito | 5 + 4 setas | 5 + 4 setas | 5 + 4 setas | 1 + 1 seta | 5 + 4 setas | 5 + 4 setas | 5 + 3 setas |
| Exopodito | 13 setas Marg. | 13 setas Marg. | 13 setas Marg. | 30 setas Marg. | 13 setas Marg. | 13 setas Marg. | 13 setas Marg. |

TABLA 2. - Continuación .-

| | *M. caribbaeus* | *M. verrucosus* | *M. forceps* | *M. spinosissimus* | *M. coryphe* | *M. pleuracanthus* | *M. hispidus* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **I MAXILIPEDO:** | | | | | | | |
| Coxopodito | 1 seta | 1 seta | 1 seta | 0 setas (*) | 1 seta | 1 seta | Sin datos |
| Basipodito | 2, 2, 3, 3 setas | 2, 2, 3, 3 setas | 2, 2, 3, 3 setas | 0 setas (*) | 2, 2, 3, 3 setas | 2, 2, 3, 3 setas | 1, 2, 2, 2, 3 setas |
| Endopodito | 3, 2, 1, 2, 4+1 setas | 3, 2, 1, 2, 4+1 setas | 3, 2, 1, 2, 4+1 setas | 0, 1, 1, 2, 3+1 setas | 3, 2, 1, 2, 4+1 setas | 3, 2, 1, 2, 4+1 setas | 3, 2, 1, 2, 4+1 setas |
| Exopodito | 4 setas Nat. | 4 setas Nat. | 4 setas Nat. | 4 setas Nat. | 4 setas Nat. | 4 setas Nat. | 4 setas Nat. |
| **II MAXILIPEDO:** | | | | | | | |
| Coxopodito | 0 setas | 0 setas | 0 setas | 0 setas (*) | 0 setas | 0 setas | Sin datos |
| Basipodito | 1, 1, 1 setas | 1, 1, 1 setas | 1, 1, 1 setas | 0 setas (*) | 1 , 1, 1 setas | 1 , 1, 1 setas | 1 , 1, 1 setas |
| Endopodito | 0, 1, 5 setas | 0, 1, 5 setas | 0, 1, 5 setas | 1 ó 1, 1, 1 setas | 0, 1, 5 setas | 0, 1, 5 setas | 0, 1, 5 setas |
| Exopodito | 4 setas Nat. | 4 setas Nat. | 4 setas Nat. | 4 setas Nat. | 4 setas Nat. | 4 setas Nat. | 4 setas Nat. |
| **III MAXILIPEDO:** | Rudimentario birramoso | Rudimentario birramos | Rudimentario amorfo | Rudimentario birramoso | Rudimentario amorfo | Rudimentario amorfo | Sin datos |
| **ABDOMEN:** | 5 segmentos. Sin pleópodos | 5 segmentos. Sin pleópodos | 5 segmentos. Pleópodos Rudiment. | 5 segmentos. Pleópodos Rudiment. | 5 segmentos. Sin pleópodos (*) | 5 segmentos. Sin pleópodos | 5 segmentos. Sin pleópodos |
| **TELSON:** | muesca media levemente apreciable | Mueca media apreciable (*) | Mueca media ausente (*) | Mueca media apreciable | Mueca media no apreciable | Mueca media apenas apreciable (*) | Mueca media no apreciable (*) |

**Exo.**: Exopodito, **Endopod.**: Endopodito, **Protopod.**: Protopodito, **Marg.**: Marginales, **Nat.**: Natatorias, **Esp.**: Espina, **Dact.**: Dactilar, **(*)**: Dato tomado directamente de la ilustración original, **Rudiment.**: Rudimentario, **(?)**: El dato no está muy claro en la descripción original ni en las ilustraciones de ésta o se presta a confusión, **P**: Pelo o seta muy delgada, **~**: Parcialmente, **Periop.**: Pereiópodo, **Isch.**: Isquial, **Term.**: Terminal

TABLA 3.- Resumen de las principales características de la segunda zoea de las especies de cangrejos del género *Mithrax* en las cuales este estadio es conocido

| | *M. caribbaeus* | *M. verrucosus* | *M. forceps* | *M. spinosissimus* | *M. coryphe* | *M. pleuracanthus* | *M. hispidus* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPARAZON:** Setas postero-laterales | 5 + 3 setas | 6 setas | 1 + 6 setas | Sin datos | 1 + 6 setas | 5 + 3 setas | Sin datos |
| **ANTENULA:** Estetascos | Endopod. Rudiment. 8 + 2 setas | Endopod. Rudiment. 8 + 1 setas | Endopod. Rudiment. 7 + 1 setas | Sin Endopod. 5 + 0 setas | Endopod. Rudiment. 7 + 1 setas | Endopod.Rudiment. 7 + 1 setas | Endopod.Rudiment. 6 + 0 setas |
| **ANTENA:** Relación Long. Exo.: Protopod. | Exo.= Protopod. | Exo.= Protopod. | Exo. ≥ Protopod. | Exo. < Protopod. | Exo. = Protopod. | Exo. ≥ Protopod. | Exo. < Protopod. |
| **MAXILULA:** | | | | | | | |
| Endopodito | 1, 2 + 4 setas | 1, 2 + 4 setas | 1, 2 + 4 setas | 2 setas Term. | 1, 2 + 4 setas | 1, 2 + 4 setas | 1, 2 + 4 setas |
| Basipodito | 10 procesos | 9 procesos | 10 procesos | 7 procesos | 10 procesos | 10 procesos | 10 procesos |
| Coxopodito | 8 procesos | 7 procesos | 7 procesos | 5 procesos | 7 procesos | 7 procesos | 6 procesos |
| Exopodito | Presente | Presente | Presente | Sin datos | Presente | Presente | Sin datos |
| **MAXILA:** | | | | | | | |
| Endopodito | 5 setas | 5 setas | 5 setas | 2 seta | 5 setas | 5 setas | 5 seta |
| Basipodito | 5 + 5 setas | 5 + 5 setas | 5 + 5 setas | 2 + 2 setas | 5 + 5 setas | 5 + 5 setas | 4 + 5 setas |
| Coxopodito | 5 + 4 setas | 5 + 4 setas | 5 + 4 setas | 1 + 1 seta | 5 + 4 setas | 5 + 5 setas | 4-5 + 6 setas |
| Exopodito | 24 setas Marg. | 26 setas Marg. | 24 setas Marg. | 31 setas Marg. | 25 setas Marg. | 24 setas Marg. | 25-27 setas Marg. |

TABLA 3. - CONTINUACION

| | *M. caribbaeus* | *M. verrucosus* | *M. forceps* | *M. spinosissimus* | *M. coryphe* | *M. pleuracanthus* | *M. hispidus* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **I MAXILIPEDO:** | | | | | | | |
| Coxopodito | 1 seta | 1 seta | 1 seta | Sin setas (*) | 1 seta | 1 seta | Sin datos |
| Basipodito | 2, 2, 3, 3 setas | 2, 2, 3, 3 setas | 2, 2, 3, 3 setas | Sin setas (*) | 2, 2, 3, 3 setas | 2, 2, 3, 3 setas | 2, 1, 2, 2, 2 setas |
| Endopodito | 3, 2, 1, 2, 4+1 setas | 3, 2, 1, 2, 4+1 setas | 3, 2, 1, 2, 4+1 setas | 0, 1, 1,1, 3-4 setas | 3, 2, 1, 2, 4+1 setas | 3, 2, 1, 2, 4+1 setas | 3, 2, 1, 2, 4+1 setas |
| Exopodito | 6 setas Nat. | 6 setas Nat. | 6 setas Nat. | 6 setas Nat. | 6 setas Nat. | 6 setas Nat. | 6 setas Nat. |
| **II MAXILIPEDO:** | | | | | | | |
| Coxopodito | 0 setas | 0 setas | 0 setas | Sin datos | 0 setas | 0 setas | Sin datos |
| Basipodito | 1, 1, 1 setas | 1, 1, 1 setas | 1, 1, 1 setas | Sin datos | 1 , 1, 1 setas | 1 , 1, 1 setas | 1 , 1, 1 setas |
| Endopodito | 0, 1, 5 setas | 0, 1, 5 setas | 0, 1, 5 setas | 2 setas | 0, 1, 5 setas | 0, 1, 4 setas | 0, 1, 4 setas |
| Exopodito | 6 setas Nat. | 6 setas Nat. | 6 setas Nat. | 6 setas Nat. | 6 setas Nat. | 6 setas Nat. | 6 setas Nat. |
| **III MAXILIPEDO:** | Rudimentario birramoso | Rudimentario birramos | Rudimentario birramos | Rudimentario birramoso | Rudimentario birramoso | Rudimentario birramoso | Sin datos |
| **ABDOMEN:** | 6 segmentos. Pleópodos Present. | 6 segmentos. Pleópodos Present. | 6 segmentos. Pleópodos Present. | 6 segmentos. Pleópodos Present. | 6 segmentos. Pleópodos Present. | 5 segmentos. Pleópodos Present. | 6 segmentos. Pleópodos Present. |
| **TELSON:** | muesca media levemente apreciable | Mueca media apreciable | Mueca media ausente | Mueca media apreciable | Mueca media no apreciable | Mueca media no apreciable | Mueca media no apreciable |

**Exo.**: Exopodito, **Endopod.**: Endopodito, **Protopod.**: Protopodito, **Marg.**: Marginales, **Nat.**: Natatorias, **Esp.**: Espina, **Dact.**: Dactilar, **(*)**: Dato tomado directamente de la ilustración original, **Rudiment.**: Rudimentario, **(?)**: El dato no está muy claro en la descripción original ni en las ilustraciones de ésta o se presta a confusión, **P**: Pelo o seta muy delgada, **~**: **Parcialmente, Periop.**: Periópodo, **Isch.**: Isquial, **Term.**: Terminal

TABLA 4- Resumen de las principales características de la megalopa de las especies de cangrejos del género *Mithrax* en las cuales este estadio es conocido

| | *M. caribbaeus* | *M. verrucosus* | *M. forceps* | *M. spinosissimus* | *M. coryphe* | *M. pleuracanthus* | *M. hispidus* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAPARAZON:** | | | | | | | |
| Setas Post.-Lat. | 6 setas | 6 setas | Sin datos (?) | Sin datos (?) | 5 setas (*) | Sin datos | Sin datos |
| Tubérculos | 5 gástricos<br>4 cardíacos | 5 gástricos (*)<br>4 cardíacos (*,?) | 5 gástricos<br>5 cardíacos | 5 gástricos<br>3 cardíacos | 6 gástricos<br>4 cardíacos | 5 gástricos<br>1 cardíacos | 3 gástricos (*)<br>6 cardíacos (*) |
| Rostro | Oblícuo | Incurvado | Incurvado | Incurvado | Incurvado | Oblícuo | Incurvado (* ?) |
| **ANTENULA:** | | | | | | | |
| Estetascos | (9 + 1 setas) (5) | (7) (5) | (7 + 1 setas) (5) | (5+1 setas)(3+1 seta) | (9 + 1 setas) (5) | (8 + 1 setas) (5) | (7) (5 ) |
| **ANTENA:** | | | | | | | |
| Setas del Flagelo | 2, 3, 0, 0, 4, 3+1P | 2, 3, 0, 0, 4, 3+1P | 2, 3, 0, 0, 4, 3+1P | 2, 2, 0, 4, 3 | 2, 3, 0, 0, 4, 3+1P | 2, 3, 0, 0, 4, 2+1P | 1, 2, 0, 0, 3, 3, (*) |
| **MANDIBULA:** | | | | | | | |
| Palpo | 5 setas | 5 setas | 5 setas | 5 setas | 5 setas | 5 setas | 6 setas |
| **MAXILULA:** | | | | | | | |
| Endopodito | Bisegmentado ~<br>2 setas | Bisegmentado ~<br>2 setas | Bisegmentado<br>0 setas | No segmentado<br>0 setas | Bisegmentado<br>0 setas | Bisegmentado<br>2 setas | Insegmentado<br>0 setas |
| Basipodito | 15 procesos | 17 procesos | 18 procesos | 12-15 procesos | 18 procesos | 15 procesos | 17-19 procesos |
| Coxopodito | 10 procesos | 10 procesos | 10 procesos | 8 procesos | 10 procesos | 10 procesos | 7-8 procesos |
| Protopodito | 1 seta | 1 seta | 1 seta | 0 setas (*) | 1 seta | 0 setas | 0 setas |
| **MAXILA:** | | | | | | | |
| Endopodito | 0 setas | 0 setas | 0 setas | 1 seta (?) | 0 setas | 2 setas | 2 seta |
| Basipodito | 6, 6 setas | 5, 6 setas | 6, 6 setas | 5-6, 5-6 setas | 6, 6 setas | 6, 6 setas | 8-9, 6 setas |
| Coxopodito | 7, 3 setas | 7, 3 setas | 7, 3 setas | 3-5, 3-5 seta | 7, 3 setas | 7, 3 setas | 7, 3 setas |
| Exopodito | 32 setas | 31 setas Marg. | 26-30 setas Marg. | 33-37 setas Marg. | 29-33 setas Marg. | 28-34 setas Marg. | 28-31 setas Marg. |

TABLA 4.- CONTINUACION.-

| | *M. caribbaeus* | *M. verrucosus* | *M. forceps* | *M. spinosissimus* | *M. coryphe* | *M. pleuracanthus* | *M. hispidus* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **I MAXILIPEDO:** | | | | | | | |
| Coxopodito | 8 seta | 7 seta | 5-7 seta | 6 setas (*) | 7 seta | 3 seta | 7 setas |
| Basipodito | 11 setas | 10 setas | 9-11 setas | 8 setas (*) | 10 setas | 10 setas | 9 setas |
| Endopodito | Bisegmentado ~ 0 setas | Bisegmentado ~(*) 2 setas (*) | Bisegmentado 0 setas | Insegmentado 0 setas | Bisegmentado ~ 0 setas | Bisegmentado ~ 2 setas | Insegmentado 0 setas |
| Exopodito | 1, 4 setas | 1, 5 setas | 1, 4 setas | 0, 4-6 setas | 1, 4 setas | 1, 4 setas | 1, 3 setas |
| Epipodito | 6 setas | 7 setas . | 5 setas . | 4 setas . | 6-7 setas | 5 setas . | 5 setas |
| **II MAXILIPEDO:** | | | | | | | |
| Endopodito | 0, 1, 3, 6 setas | 0, 1, 3, 6 setas | 0, 1, 3, 6 setas | 0, 0, 1, 3, 6 setas | 0, 1, 3, 6 setas | 1, 1, 4, 6 setas | 0, 0, 4, 5 setas |
| Exopodito | 0, 4 setas | 0, 4 setas | 0, 4 setas | 0, 4-6 setas | 0, 4 setas | 0, 4 setas | 0, 4 setas |
| **III MAXILIPEDO:** | | | | | | | |
| Protopodito | 7 seta | 6 setas (*) | 5-7 setas | 4 setas | 6 setas | 10 setas | 3 setas |
| Endopodito | Dentado; 12, 9, 5, 6, 4 setas | Dentado; 10, 7, 5, 5, 4 setas | Dentado; 12, 9, 5, 4-6, 3-4 setas | Dentado; 12, 5, 5, 4, 4, (*) setas | Dentado; 12, 9, 5, 6, 4 setas | No dentado; 12, 7, 4, 6, 4 setas | Dentado(*); 9-10, 6, 4, 6, 4 setas |
| Exopodito | 0, 6 setas | 0, 6 setas | 0, 6 setas | 0, 4 setas | 0, 6 setas | 0, 6 setas | 0, 4 setas |
| Epipodito | 5 setas | 4 setas (*) | 5 setas | 4-6 setas | 2-8 setas (?) | 5 setas | 3 setas |

TABLA 4.- CONTINUACION.-

| | *M. caribbaeus* | *M. verrucosus* | *M. forceps* | *M. spinosissimus* | *M. coryphe* | *M. pleuracanthus* | *M. hispidus* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Esp. PEREIOP.:** | | | | | | | |
| Segundo | Coxal presente<br>Isch. presente<br>Dact. ausente | Coxal sin dato<br>Isch. presente<br>Dact ausente | Coxal presente<br>Isch. presente<br>Dact ausente | Coxal sin datos<br>Isch. sin datos<br>Dact ausente | Coxal presente<br>Isch. presente<br>Dact ausente | Coxal presente<br>Isch. presente<br>Dact presente | Coxal sin datos<br>Isch. presente<br>Dact ausente |
| Tercero | Coxal ausente<br>Isch. ausente<br>Dact. ausente | Coxal sin dato<br>Isch. ausente<br>Dact ausente | Coxal sin datos<br>Isch. sin datos<br>Dact ausente | Coxal sin datos<br>Isch. sin datos<br>Dact ausente | Coxal sin datos<br>Isch. sin datos<br>Dact ausente | Coxal presente<br>Isch. ausente<br>Dact presente | Coxal sin datos<br>Isch. ausente<br>Dact ausente |
| Cuarto | Dact. ausente | Dact ausente | Dact ausente | Dact ausente | Dact ausente | Dact presente | Dact ausente |
| **PLEOPODOS:** | | | | | | | |
| Exopoditos (setas) | 11, 11, 11, 9, 5 | 11, 11, 11, 9, 5 | 11, 11, 11, 9, 5 | 9-10, 11, 10-11, 9, 5-6 | 11, 11, 11, 9, 5 | 11, 11, 10, 9, 5 | 11, 11, 11, 9, 5 |
| **TELSON:** | 2 setas dorsales | 2 setas dorsale | 2 setas dorsales | 2 setas dorsales | 2 setas dorsales | 2 setas dorsales | 0 setas |

**Exo.**: Exopodito, **Endopod.**: Endopodito, **Protopod.**: Protopodito, **Marg.**: Marginales, **Nat.**: Natatorias, **Esp.**: Espina, **Dact.**: Dactilar, **(*)**: Dato tomado directamente de la ilustración original, **Rudiment.**: Rudimentario, **(?)**: El dato no está muy claro en la descripción original ni en las ilustraciones de ésta o se presta a confusión, **P**: Pelo o seta muy delgada, **~**: Parcialmente, **Periop.**: Pereiópodo, **Isch.**: Isquial, **Term.**: Terminal

*forceps* están incluidas en el subgénero *Mithraculus*, el resto pertenece al subgénero *Mithrax*. La existencia de una gran cantidad de características comunes entre las larvas primera y segunda zoeas, más varias de la megalopa de algunas especies del subgénero *Mithrax (M. caribbaeus, M. verrucosus y M. pleuracanthus*) y las del subgénero *Mithraculus (M. forceps y M. coryphe*), así como también la gran diferencia existente entre las características de los estadios de *M. spinosissimus* (en mayor grado) y *M. hispidus* (en menor grado), ambas pertenecientes al subgénero *Mithrax*, con todas las de las especies anteriores señaladas, tal y como se evidencia en las Tablas 2, 3 y 4, hace sugerir al igual que lo hicieron WILSON *et al.* (1979) y GOY *et al.* (1981) que se debe realizar una reevaluación de los subgéneros del género *Mithrax*, en la cual deben ser tomadas en consideración las características de las larvas. Igualmente se sugiere hacer una revisión del desarrollo larval de *M. spinosissimus* ya que, tal y como lo señala RICE (1980), lo simplificado de las ilustraciones del trabajo de PROVENZANO y BOWNELL (1977), probablemente acarreen omisiones o errores. Igualmente ocurre en el caso de la descripción del desarrollo larval de *M. hispidus* realizado por FRANSOZO y HEBLING (1982).

La clasificación de los Majidae se fundamenta en caracteres de los adultos tales como, el grado de desarrollo de las órbitas y de las formas del rostro, lo que ha dado lugar al agrupamiento de las diferentes especies de esta familia en siete subfamilias. Estas consideraciones ha llevado a contrastes entre caracteres considerados como avanzados y otros primitivos dentro de una misma subfamilia y aún dentro de las mismas especies. Una de las alternativas propuestas para solventar este problema es el tratar de realizar un ordenamiento con lógica filogenética de los grupos de la familia utilizando como base los caracteres de las larvas zoea (INGLE, 1979; RICE, 1980), sin embargo, muchas de las descripciones y dibujos existentes de las larvas no son lo suficientemente adecuados para este fin (INGLE op. cit.), además de no existir, todavía, suficiente información como para delimitar con cierto grado de exactitud las líneas filogenéticas factibles.

No obstante a lo anteriormente señalado y dados los resultados del presente estudio, se sugiere que las especies del género *Mithrax* podrían separarse a manera provisional o temporal en dos grupos, tomando en cuenta algunas características de las larvas zoea:

Grupo I: con la primera zoea caracterizada por presentar la maxila con 5 setas en el endopodito, 13 setas marginales en el exopodito, 5 + 4 setas en los lóbulos del basipodito 3 a 7 setas en la región posterolateral ventral del caparazón; 3 a 4 estetascos en la anténula y exopodito de la antena no menor que el protopodito de la misma. La segunda zoea estaría caracterizada por presentar 6 a 8 setas en la parte posterolateral ventral del caparazón; 7 a 8 estetascos en la anténula; exopodito de la antena no menor que el protopodito, y coxopodito de la maxílula con 7 a 8 procesos en su borde. Este grupo incluiría a *M.caribbaeus, M. verrucosus. M. pleuracanthus, M. forceps y M. coryphe.*

Grupo II: representado por *M. spinossisimus y M. hispidus*, especies en las cuales las características señaladas son totalmente diferentes (a excepción de la setación del exopodito de la maxila de *M. hispidus*), tal como consta en las Tablas 2 y 3.

## CONCLUSIONES

Del análisis de los resultados obtenidos en la presente investigación se puede concluir:

1. El desarrollo larval de *Mithrax caribbaeus* comprende dos estadio zoea y una megalopa.

2. El estadio prezoea no debe ser considerado como tal para *M. caribbaeus.*

3. La característica distintiva principal que permite diferenciar la primera zoea de *M. caribbaeus* de aquellas de las otras especies del género descritas hasta el momento, es el número de setas de la región posterolateral ventral del caparazón.

4. La combinación de las características: número de setas de la región posterolateral ventral del caparazón, (5 + 3), el número de procesos del coxopodito de la maxílula (8) y el número de estetascos y setas de la anténula (8 estetascos + 2 setas), permite diferenciar la segunda zoea de *M. caribbaeus* de aquellas de las otras especies del género descritas hasta el presente.

5. La megalopa de *M. caribbaeus* puede distinguirse de las de las otras especies del género tomando como base la combinación de las siguientes

características: número de tubérculos gástricos (5) y cardíacos (4) del caparazón, número de esta tascos de la anténula (9, 5), número de setas del cocoxopodito (8), basipodito (11) y epipodito (6) del primer maxilípedo, y del protopodito (7) del tercer maxilípedo.

6. Las zoea de *M. caribbaeus* presentan mayor número de características comunes con las de *M. forceps* y *M. coryphe* (subgénero *Mithraculus*), a pesar de pertenecer a subgéneros diferentes, que con las de *M. spinosissimus y M. hispidus*, que pertenecen al mismo subgénero (*Mithrax*).

7. Dada la gran similitud que existe entre las zoeas de algunas especies del subgénero *Mithrax* con aquellas de las especies del subgénero *Mithraculus* conocidas hasta el momento, se concluye que es necesaria una evaluación y revisión de la conformación de estos subgéneros, ya que en ella no parece contemplarse una razón filogenética sino más bien características externas de los adultos.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a los profesores GONZALO HERNÁNDEZ, JUAN I. GAVIRIA y JOSÉ L. PALAZÓN por sus importantes sugerencias en la lectura del manuscrito. A JOSÉ CARRILLO, WILMER MARVAL y SERGIO GARCÍA por la colaboración prestada en la elaboración de las ilustraciones. Al Consejo de Investigaciones de La Universidad de Oriente por el financiamiento parcial del presente estudio. Al Sr. JULIÁN VÁSQUEZ, al Lic. LUIS QUINTERO y a los Brs. GIORGIO SCANABISSI y GAUDYS FERMÍN por la ayuda prestada en la colecta y mantenimiento de los ejemplares y a todas aquellas personas que en una u otra forma contribuyeron a la culminación de esta investigación.

## REFERENCIAS

BOLAÑOS, J., 1980. Desarrrollo larval de *Mithrax verrucosus* Milne Edwars, 1832 (Crustácea, Decapoda, Majidae) y efectos de algunas combinaciones de salinidad y temperatura en la sobrevivencia y tiempo de duración de los diferentes estadios larvales. *Tesis de Grado. U.D.O. Escuela de Ciencias Núcleo de Sucre.* 122 pp.

--------. 1982. Efectos de varias dietas en la sobrevivencia de los estadios larvales del cangrejo *Mithrax verrucosus* en condiciones de laboratorio. *Trabajo de Ascenso. U.D.O. Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar*. 46 pp.

----------. & M. SCELZO. 1981. Larval development of the spider crab *Mithrax verrucosus* reared in the laboratory. *Bull. Amer. Soc. Zool.* 436-438.

BOSCHI, E. 1981. Larvas de Crustácea Decapoda. Pags. 699 - 758. En "Boltoskoy, D. (Ed.). ATLAS DEL ZOOPLANCTON DEL ATLÁNTICO SUDOCCIDENTAL. *Institituituto nacional de investigación y desarrollo pesquero* (INIDEP). Argentina. 935 pp.

BOWMAN, T. E. & L. ABELE. 1982. Classification of the Recent Crustacea. Pags. 1-27. In L. G. Abele, L. (Ed)." THE BIOLOGY OF CRUSTACEA, Vol. 1. Systematics, Fossil Record and Biogegraphy. *Academic Press. New York.* 319 pp."

BROWNELL, W., A. PROVENZANO & M. MARTÍNEZ. 1977. Culture of the West Indian spider crab *Mithrax spinosissimus* at Los Roques, Venezuela. *Proc. World Maricut. Soc.*, 8:1 57-168.

DE SOUSA, F., B. CHIAL, M., CHIAL & M . ARAUZ. 1988a. Efecto comparativo de los parámetros fisicoquímicos normales sobre el desarrollo embrionario de *Mithrax spinosissimus* en aguas panameñas del Caribe y del Pacífico. *SCIENTIA (Panamá)* 3 (1): 41-47.

----------. 1988b. Estudio de factibilidad del cultivo de la centolla *Mithrax spinosissimus* (Lamark), en acuarios de circuito cerrado con agua del Caribe y del Pacífico de Panamá. *Ibid.*, 3, (1), 49-60.

FRANSOZO, A. & N. J. HEBLING. 1982. Desemvolvimento pós-embrionario de *Mithrax hispidus* (HERBST, 1970) [ Decapoda, Majidae] en

Laboratorio. *Cien. e Cult.*, 34 (3): 385-395.

GORE, R., L. SCOTTO & W. YANG. 1982. *Microphrys bicornutus* (LATREILLE, 1825); The complete larval development under laboratory conditions with notes on other Mithracinae larvae (Decapoda: Brachyura: Majidae). *J. Crust. Biol.*, 2 (4): 514-534.

GOY, J. W., G. BOOKHOUT, & J. COSTLOW. 1981. Larval development of the spider crab *Mithrax pleuracanthus* Stimpson reared in the laboratory (Crustaceas: Brachyura: Maji dae). Ibedem , 1(1): 51-62.

INGLE, R. W. 1979. The larval development of the spider crab *Rochinia carpenteri* (Thomson) [Oxyrhyncha: Majidae] with a review of majid subfamilial larval feactures. *Bull. Brit. Mus.* (*Nat. Hist.*) (*Zool.*), 37; 47-66.

KURATA, H. 1969. Larvae of decapod Brachyura of Arasaki, Sagami Bay. IV. Majidae. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.* 57: 81-127.

LARES, L. B. 1983. Distribución y taxonomía de los Oxystomatos, Xánthidos, Grápsidos y Oxyrhynchas (Decapoda, Brachyura) de las costas del Estado Sucre. *Trabajo de Ascenso, U.D.O., Sucre.* 1 35 pp.

LEBOUR, M. V. 1928. The larval stages of the Plymouth Brachyura. *Proc. Zool. Soc. Lond.* (1928): 473-560.

MCLAUGHIIN, P. 1980. *Comparative Morphology of Recent Crustacea.* W. H. Freeman Co., *San Francisco.* 177 pp.

MARCANO, J. 1987. Cangrejos Brachyura de la Isla de Margarita, Estado Nueva Esparta. *Tesis M. Sc. Cs. Mar., Menc. Biol. Mar. U.D.O.*, Sucre. 124 pp.

MAZA, M. 1986. Taxonomía, distribución y abundancia de los crustáceos de la Laguna del Morro, Isla de Margarita, Estado Nueva Esparta - Venezuela. *Tesis de Grado Lic. Biol. Menc. Marina,* U.D.O., Sucre. 94 pp.

MONTERO, G. A. & F. S. SMITH. 1984. The Centolla A potencial substitute for the Alaska King crab. *Infofish Marketing Digest,* 6, 25-26.

MORAO, A. 1983. Diversidad y fauna de los moluscos y crustáceos asociada a las raíces del mangle rojo *Rhizophora mangle* en laLaguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Tesis de Grado Lic. Bol. Menc. Marina*, U. D. O., Sucre. 95 pp.

PROVENZANO, A. & W. BROWNELL. 1977. Larval and early post-larval stages of the West Indian Spider Crab *Mithrax spinosissimus* (Lamark) (Decapoda: Majidae). Proc. Biol. Soc. Wash., 90 (3): 735-752.

QUINTERO, L. G. 1986. Efecto de varias dietas en la sobrevivencia y tiempo de duración de los diferentes estadios larvales de los cangrejos *Mithrax caribbaeus* Rathbun, 1920 y *Stenorhynchus seticornis* Herbst, 1788 (Decapoda: Brachyura) en condiciones de laboratorio. *Tesis de Grado. U.D.O. Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar. Núcleo de Nueva Esparta.* 97 pp.

RAMOS, H. 1986. Los cangrejos braquiuros del Parque Nacional Archipiélago de Los Roques. *Tesis de Grado Lic. Biol. U.C.V., Carcas.* 281 pp.

RATHBUN, M. 1925. The Spider Crabs of America. Proc. U.S. Nat. Mus. 129, I-XX, 1-613.

RICE, A. L. 1980. Crab zoeal morphology and its bearing on the classification of the Brachyura. *Trans. Zool. Soc. London*, 35: 271-424.

RODRÍGUEZ, G. 1980. *Crustáceos Decápodos de Venezuela. I.V.I.C. Venezuela. 496 pp.*

SCELZO, M. 1979. Lista de crustáceos decápodos marinos de importancia comercial y cultivados en América Latina. *Curso latinoamericano de capacitación en maricultura. O. E. A. 1979. Cent. Invest. Cient. U.D.O. Venezuela.*

SCOTTO, L. & R. GORE. 1980. Larval development under laboratory conditions of of the tropical spider crab *Mithrax coryphe* (Herbst, 1801) (Brachyura: Majidae). *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 93 (3): 551-562.

SOLER, M. 1984. Crustáceos Decápodos de la Laguna La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Tesis de Grado Lic. Biol. U.D.O. Sucre,* 139 pp.

VELEZ, M. 1977. Distribución y Ecología de los Majidae (Crustácea Brachyura) en la región de Santa Marta, Colombia. *An. Inst. Inv. Mar. Punta Betín,* 9: 109-140.

WILSON, K., L. SCOTTO & R. GORE. 1979. Studies on Decapod Crustace from the Indian River Region of Florida XIII. Larval development of the spider crab *Mithrax forceps* (A. Milne Edwards, 1875) (Brachyura: Majidae). *Proc. Biol. Soc. Wash.* 92 (2): 307-327.

Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente, 29 (1&2): 91- 96 (1990), 2 figs., 2 tabls.

# REPRODUCTIVE BIOLOGY OF SPANISH MACKEREL, SCOMBEROMORUS BRASILIENSIS COLLETTE, RUSSO & ZAVALA-CAMIN, 1978 (PISCES: FAM: SCOMBRIDAE) IN EASTERN VENEZUELA.

A. K. M BASHIRULLAH

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

ABSTRACT: A total of 357 specimens of Spanish mackerel, *Scomberomorus brasiliensis* were analyzed between November, 1983to October, 1984 at the Esmeralda Beach, Sucre State, Venezuela. The females to male sex ratio was 1: 1.7. Gonadosomatic indices for female varied between 0.1 and 3.37. The mean fecundity was 1.821.210 eggs per female and 499 ova per gm of body weight of female fish. The relationship between fecundity and fork length was $F = -5.6 \times 10^6 + 10986L$. Diameter of oocytes ranged between 28 and 585 µm, developing asynchronously. This and other evidences indicated that Spanish mackerel spawn repeatedly throughout a prolonged season, with peak from October to January.

RESUMEN: En playa Esmeralda (estado Sucre, Venezuela), durante un año (Nov, 1983 - Oct, 1984) fueron estudiados 357 ejemplares de carite pintado, *Scomberomorus brasiliensis* Collette, Russo & Zavala-Camin, 1978. La proporción sexual fue de 1: 1,7 (hembra a macho). En la hembra, el Indice Gonadosomatico varió entre 0,1 y 3,37 y su mayor valor es durante los meses de octubre a enero. La fecundidad media es de 1.821.210 óvulos y 499 óvulos por g de peso corporal; y tiene una relación lineal con la longitud, expresada por la ecuación $F = -5{,}6 \times 10^6 + 10986L$. El diámetro de los óvulos varia entre 28 y 585 micras. Se infiere que el carite *S. brasiliensis* desova durante todo el año, pero con mayor intensidad durante los meses de Octubre a Enero.

## INTRODUCTION

COLLETTE and RUSSO (1978) recognized 18 species of the genus *Scomberomorus*. These are all epipelagic marine fishes of commercial and recreational importance all over the world. The species *Scomberomorus maculatus* in the Caribbean and Western Atlantic is being replaced by the new species *S. brasiliensis* COLLETTE, RUSSO & ZAVALA-CAMIN, 1978. The range of this species, according to the authors, in the Atlantic and Caribbean coasts of Central and South America are from Belize to Rio Grande do Sul, Brazil.

Mackerel fishery in Venezuela is composed of three species of *Scomberomorus: S. brasiliensis. S. cavalla* and *S. regalis* of which S. regalis is not common in the catch of the artisanal fisheries.

Due to commercial importance of *S. brasiliensis,* Brazilian investigators studied the different aspects of biology and fisheries (NOMURA & COSTA, 1966; 1968; MOTA ALVES, 1969; MOTA ALVES & TOME, 1970 and GESTEIRA, 1972). Little has been studied on the biology of this species in Venezuelan waters though it is one of the very important species in the artisanal as well as trawl fisheries in the country. GRIFFITHS (1971) evaluated and observed the importance of mackerel fishery in Venezuela. GINES (1972) stated that over 58 % of catch of spanish mackerel landed in the eastern part of the country. TORRES (1986) and BASHIRULLAH & ACUÑA (1991) studied some aspects of biology of spanish mackerel in the venezuelan waters.

## MATERIALS AND METHODS

Specimens were collected from the commercial artisanal fishermen (gillnetters) at the Esmeralda Beach, Carúpano on the northern coast of Sucre state, Venezuela. Sampling was conducted at monthly intervals from November 1983 to October 1984. A total of 357 fish were measured for fork length to the nearest millimetre and whole weight to the nearest 10 g. Sex and gonadal development were determined macroscopically from all fish sampled. The stages of gonadal development were classified as per NIKOLSKY (1963). Gonads were removed, weighed and preserved in 10% buffered formalin. Preserved

gonads were weighed after removing liquid to the nearest 0.01 g. and the gonadosomatic index (expressed as percentage) was derived for each specimen using the relationship, GSI = Wg x 100/W, where Wg is gonad weight and W is body weight. Fecundity of 19 mature female fish with stage IV and V ovaries was determined by direct count of the ripening eggs. A sub-sample of 1g was taken from anterior, posterior and mid-region of 5 ovaries to study the existence of any differences between the region of the same ovaries. Oocyte diameters were measured using a binocular microscope fitted with a micrometer eye-piece. The linear regressions of fecundity- length and weight were calculated, and in addition, 3000 oocytes were measured from three ovary and plotted.

## RESULTS

*Sex Ratio:*

Sex of 357 *S. brasiliensis* was grouped by months and data revealed males to be more abundant than females in the sample. The overall ratio of male to female was 1.7: 1. There was a significant departure from the expected 1:1 sex ratio with the exception of the month of August when data were stratified by months as well as total. There was wide variaton in monthly sex ratio. Mean monthly values for females and males are given in Table - 1.

*Size at first maturity:*

The shortest male and female measured in the sample were 35 cm for male and 38 cm for female and both were classified at reproductive stage I. It was not possible to establish minimum size of mature fish in the present study as the fish were collected from the catch by pre-selected gill nets.

*Gonadal Cycle:*

The mean monthly gonadosomatic indices (GSI) of male and female (Table I and Fig. 1A), indicate that gonadal development of both sexes of *S. brasiliensis* fluctuate, with higher GSI from October to January. The reproductive stage IV (Table-II) of female fish were found almost throughout the year and some spent fish in the months of January, March and April.

*Fecundity:*

Eggs counts from anterior, posterior and middle regions of the ovary showed no significant difference. The fecundity of 19 mature *S. brasiliensis* ranged from 658.000 (FL 55 cm, wt 2.2 Kg) to 4.360.000 (FL 88 cm, wt. 5.4 Kg), with an average number of 499 ova/g of body weight and 1.821.210 eggs per, female. The relationship between fecundity (F) and lenght (L) was linear (Fig. 2), but the same was not rue for fish weight.

$$F = -5.6 \times 10^6 + 109866L \quad (r = 0.947, P\ 0.01)$$

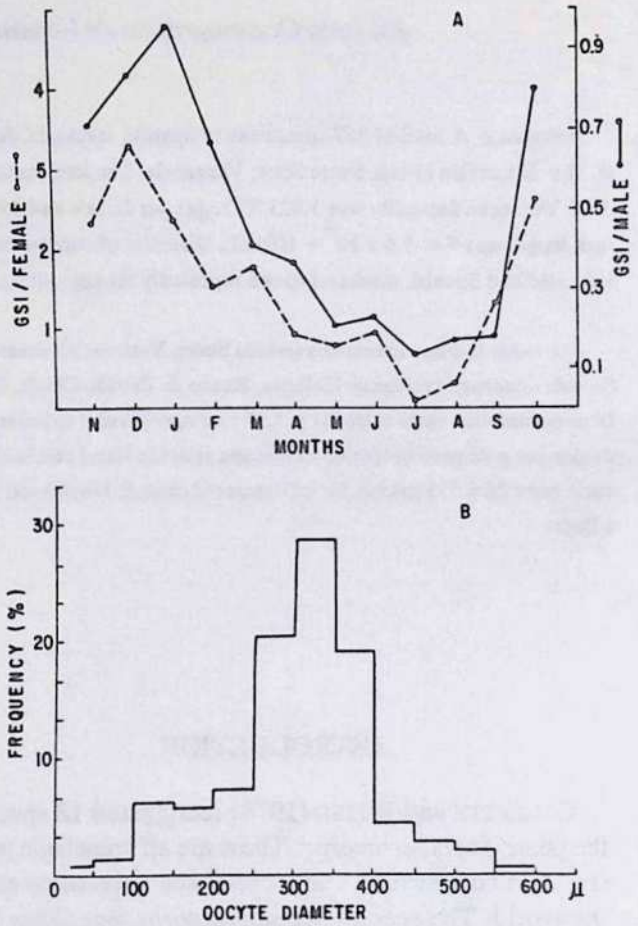



FIG. 1. A. Mean Gonadosomatic Indices of male and female *Scomberomorus brasiliensis* from November, 1983 to October, 1984.

B. Frequency distribution of diameters of oocytes of a *S. brasiliensis* female (FL= 58: 8 cm) in November 1982.

*Oocyte Diameter:*

Measurements of the size of oocytes from 3 mature females from the sample of the month of November showed a wide range of sizes from 28 to 585 μm. An example of size frequency distribution of oocytes is given in Fig. 1B, based on measurement of 3000 oocytes. This demonstrated an asynchronous development of ripening oocytes in the sample. This type of frequency distribution is typical of prolonged spawners which release small batches of eggs over a long spawning period ( HISLOP & HALL, 1974).

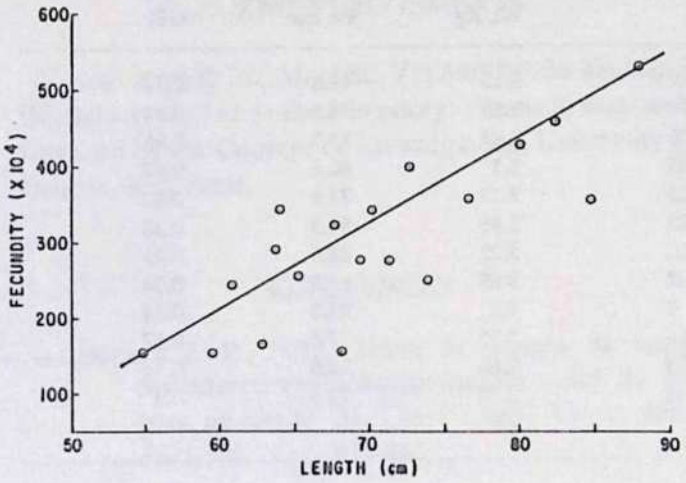



FIG. 2. Relationship between fecundity and fish for length in S. brasiliensis (based on 19 ovaries of Stages IV and V).

## DISCUSSION

*Scomberomorus brasiliensis* is the dominant species in the national as well as in regional catch. The fish size in the present study ranged from 35 to 110 cm in male and 38 to 118 cm in female. COLLETTE *et al.* (1978) reported size from 26.7 to 125 cm. NOMURA and COSTA (1968) observed a maximum fork length of 75.5 cm for female but, ALCANTARA (1972) recorded a mean size (FL) of 92.8 cm for female and 96.6 cm for male.

The overall sex ratio of male to female in *S. brasiliensis* was 1.7 : 1 in the present study, while MENEZES (1976) observed 3.3: 1 in the same species in Brasil. It was not possible to examine the variation in sex ratio between age groups because the fish could not be aged. STURM (1978) observed also dissimilar proportion of sexes in the same species in Trinidad. KLIMA (1959) found a sex ratio of 1: 3.9 of *S. maculatus* in Florida.

KLIMA (1959) observed that the smallest mature spanish mackerel from Florida water was 25 cm for female and 28 cm FL for male. GESTEIRA (1972) observed the shortest mature female at 46 cm FL while, MOTA ALVES & TOME' (1968) found matured female at 40.5 cm FL in Brazilian waters. STURM (1978) measured the shortest mature male at 38 cm and female at 45 cm FL. The shortest male and female in the present study were found at 35 and 38 cm FL respectively.

The mean fecundity of *S. brasiliensis* was found to be 1.821.210 oocytes per female, based on 19 matured female and an average of 499 ova/g of body weight of fish. GESTEIRA (1972) reported a mean fecundity of 2.204.000 in Brazil, while STURM (1978) observed a mean fecundity of 63.375 oocytes per female in the Trinidad for the same species. The fecundity of this study is more close to the data given by GESTEIRA than STURM.

MOTA ALVES & TOME (1968) recognized 5 stages for ovaries of Brazilian Spanish mackerel, while TORRES (1986) classified six stages for ovaries of *S. cavalla* in Venezuela and NIKOLSKY (1963) was followed to classify the gonadal stages of *S. brasiliensis*. Five spent female (stage VI) were found in the months of January, March and April and matured fish were observed in most of the months of the year.

Because eggs do not ripen synchronously in an individual ovary and because mature fish are found at different times of the year, it is assumed that spawning of *S. brasiliensis* is prolonged. This is in concordance with EARLL (1883); SMITH (1907); POWELL (1975) and STURM (1978). BERRIEN and FINAN (1977) reported that the onset of spawning varies with the latitudes being earlier in the south than in the north. EARLL (1883) stated that the gonads do not ripen very rapidly until a temperature of about 72 F has been reached and BEAUMARIAGE (1973) claimed spawning is probably limited to water where the temperature is above 78 F. The water temperature in the eastern region of Venezuela is between 78.8 F and 82.4 F throughout the year (BONILLA, *personal comm.*) which indicates that *S. brasiliensis* encounters a suitable temperature all the year round to maintain a prolonged spawning.

TABLA 1.- Mean monthly weight, Length and Gonadosomatic Indices (GSI) of *Scomberomorus brasiliensis.*

| | FEMALE | | | MALE | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Month | Nº | Mean Wt. Kg | Mean Lt. cm | Mean GSI | Nº | Mean Wt. Kg | Mean Lt. cm | Mean GSI |
| Nov. | 12 | 1.5 | 59.2 | 2.31 | 15 | 3.15 | 49.6 | 0.72 |
| Dec. | 9 | 1.96 | 62.7 | 3.37 | 27 | 2.19 | 54.5 | 0.84 |
| Jan. | 11 | 2.95 | 79.8 | 2.4 | 25 | 3.48 | 73.5 | 0.96 |
| Feb. | 3 | 3.42 | 79.8 | 1.51 | 23 | 3.1 | 60.6 | 0.67 |
| Mar. | 10 | 2.93 | 64.6 | 1.82 | 25 | 3.29 | 71.9 | 0.42 |
| Apr. | 14 | 3.25 | 77.8 | 0.96 | 23 | 3.45 | 84.5 | 0.38 |
| May. | 17 | 3.88 | 82.8 | 0.8 | 10 | 5.25 | 88.8 | 0.21 |
| Jun. | 5 | 2.45 | 75.0 | 0.95 | 22 | 3.65 | 83.2 | 0.24 |
| Jul. | 12 | 1.5 | 57.3 | 0.18 | 8 | 4.2 | 85.2 | 0.14 |
| Aug. | 16 | 3.8 | 79.3 | 0.31 | 16 | 3.25 | 77.4 | 0.17 |
| Sep. | 8 | 2.81 | 69.7 | 1.4 | 19 | 2.66 | 70.8 | 0.18 |
| Oct. | 15 | 3.2 | 83.5 | 2.65 | 12 | 2.38 | 71.4 | 0.8 |

TABLA 2.- Monthy occurrence of *Scomberomorus brasiliensis* with different maturity stages.

| | MATURITY STAGES | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MONTH | I | II | III | IV | V | VI | TOTAL |
| Nov. | - | 2 | 9 | 1 | - | - | 12 |
| Dec. | - | 3 | 4 | 2 | - | - | 9 |
| Jan. | - | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 11 |
| Feb. | - | - | 2 | 1 | - | - | 3 |
| Mar. | 1 | - | 3 | 2 | 1 | 3 | 10 |
| Apr. | 5 | 3 | 3 | 1 | - | 2 | 14 |
| May. | 6 | 5 | 6 | - | - | - | 17 |
| Jun. | 3 | 2 | - | - | - | - | 5 |
| Jul. | 6 | 5 | 5 | 1 | - | - | 16 |
| Sep. | 1 | 2 | 4 | 1 | - | - | 8 |
| Oct. | 4 | 2 | 5 | 3 | 1 | - | 15 |
| TOTAL | 31 | 30 | 44 | 15 | 4 | 8 | 132 |

## CONCLUSION

The overall ratio of male to female of 357 specimens of *S. brasiliensis* was 1.7: 1. There was wide variation in monthly sex ratio and fluctuation in gonadal development. Mature female fish were found throughout the year. The fecundity varied between 658.000 to 4.360.000, with an mean of 499 ova per gm of body weight. The relationship

between fecundity (F) and length (L) was lineal. The diameter of oocytes of matured female ranged from 28 to 585 /µm, which showed asynchronous development of ripening oocytes.

## ACKNOWLEDGEMENTS

I wish to thank Mr, MANUEL VELASQUEZ for his help in the field as well as in the laboratory. The study was partly financed by the Consejo de Investigación, University de Oriente, Venezuela.

## REFERENCES

ALCANTARA F. P., 1972. Sobre la captura da serra, *Scomberromorus maculatus* con redes de espera, no estado do Ceará. *Arq. Cienc. Mar Fortaleza*. 12 (1),77-84.

BASHIRULLAH A. K., & A. Acuña. 1991. Análisis del contenido estomacal del carite pintado, *Scomberomorus brasiliensis* en el Oriente de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente (en prensa).*

BEAUMARIAGE, D. S. 1973. Age, Growth and reproduction of King Mackerel, *Scomberomorus cavalla*, in Florida. *Fla. Dept. Nat. Resour. Mar. Res. Publ. N° 1,45 pp.*

BERRIEN, P. & D. FINAN 1977. Biological and fisheries data on Spanish mackerel, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill). *Tech. Ser. Rep. Nº 9, NOAA, NMFS, Sandy Hook Lab, Highlands,* 52 pp.

COLLETTE B. B., J. L. RUSSO, 1978. An introduction to the Spanish Mackerels, Genus *Scomberomorus. Proc. Mackerel Colloq. March* 16, 1978: 3-16.

COLLETTE B. S., J. L. RUSSO, L. ZAVALA- CAMINS. 1978. *Scomberomorus brasiliensis,, a new* species of Spanish mackerel from the Western Atlantic. U.S. Natl.Mar. fish. Serv. Fish. Bull. 76(1): 273-280.

EARLL R. E., 1883. The Spanish mackerel. *Cybium–maculatum*: its natural history and artificial propagation, with an account of the origin and development of the fishery. *Rep. U. S. Comm. Fish* (1880) pt. 8: 396-42 (cited from BARRIEN & FINAN, 1977).

GESTEIRA T. C. V., 1972. Sobre a reproducao e fecundidade da serra *Scomberomorus maculatus,* no estado do Ceará. *Arq. Cienc. Mar*. 12(2): 117-122.

GINES, H. 1972. Carta Pesquera de Venezuela. *Fund. La Salle Cienc. Natur., Caracas,* 136-122.

GRIFFITHS R. C. 1971. The tuna fishery of Venezuela with notes on other scombroids of potential commercial value. *UNDP/SF/FAO Fish. Res. Dev. Proj, Caracas, Venz.* 4/5,95-109.

HISLOP, J. R. G. & W. B. HALL, 1974. The fecundity of Whiting, *Merlangius merlangus* in the North sea, the Minch and at Iceland. *J. c ons. perm.* int. Explor. mer. 36, 42-49.

KLIMA, E. F., 1959. Aspects of the biology and the fishery of Spanish mackerel, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill), of Southern Florida. *Fla. Bd. Conserv. Tech. Ser* Nº 27, 39 pp.

MENEZES, M. F. 1970. Alimantacao do serra, *Scomberomorus maculatus* do aguas costeiras do stado do Ceará. *Arq. Cienc. Mar*, 10,171-176.

MENEZES M. F. 1976. Aspectos biologicos da serra *S. maculatus,* capturados por currais de pesca. *Arq. Cienc. Mar*. 10(2), 171-176.

MOTA ALVES M. I. 1969. Sobre o tracto digestivo da serra *S. Maculatus*. *Arq. Cienc. Mar*. 9(2), 169-171.

MOTA ALVES M. I. & G. S. TOME. 1968. Observacoes sobre o desenvolvimento maturativo das gonadas da serra *S. maculatus. Arq. Est. Biol. mar. Univ. Ceará*, 8, 25-30.

MOTA ALVES & G. S. TOME. 1970. On the pyloric caeca in fishes of the genus *Scomberomorus* Lacepede. *Arq. Cienc. Mar*. 10:181-184.

NIKOLSKY, G. V. 1963. *The Ecology of Fishes*. Academic Press, London, 352 pp.

NOMURA., N & COSTA, S.. 1968. Length-weight relationship of two species of Scombrid fishes from north-eastern Brazil. *Arch. Est. Biol. mar. Univ. Ceará*, 8,95-99.

POWELL D. 1975. Age, growth and reproduction in Florida stocks of Spanish mackerel, *S. maculatus*. *Fla. Mar. Res. Publ.* Nº 5, 21 pp.

SMITH, J. L. B. 1907. The fishes of North Carolina. *N. C. Geol. Econ. Surv.* 2, 453 pp.

STURM, M. G., 1978. Aspects of the biology of *Scomberomorus maculatus* (Mitchill) in Trinidad. *J. Fish Biol.* 13:173-177.

TORRES A. M., 1986. Aspectos biologicos del carite lucio *Scomberomorus cavalla* (Cuv, 1829), Pisces: Scombridae, en el norte del Estado Sucre, Venezuela. *M. Sc. tesis, Inst. Oceanogr. Univ.* Oriente, Cumaná, Venezuela. 166 pp.

Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente, 29 (1&2): 97-101 (1990), 1 fig., 2 tabls.

# GENETIC VARIATION IN VENEZUELAN MOLLUSCS. THE MUSSEL, PERNA PERNA (L.)

LUIS A. POMPA

*Departamento de Ciencias, Universidad de Oriente, Ciudad Bolívar, Venezuela.*

JONATHAN ESPINOZA

*Ministerio de Pesquerías, Tegucigalpa, Honduras.*

Y

JULIO E. PÉREZ

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

RESUMEN: Por electroforesis en geles de almidón y poliacrilamida se estudió la variación genética en cuatro poblaciones del mejillón *Perna perna* (L), de las costas del nororiente de Venezuela. Se examinaron 23 sistemas proteicos que representan 32 loci génicos, de los cuales solamente 4 (12,50 %) resultaron polimórficos (LAP I, ES I, PGM y PGI). El número de alelos por locus varió entre 1 y 3 con un promedio de 1,56. Cada individuo fue heterocigoto en un 5,2 % de sus loci y el número de alelos efectivos promedio fue igual a 1,06. Se encontró una marcada similaridad genética entre las poblaciones estudiadas. Se analizó también los cambios en las frecuencias génicas de los loci polimórficos en el curso de seis años,.

ABSTRACT: Genetic variation in four populations of the mussel *Perna perna (L)*, from the shores of northeast Venezuela was studied using starch gel and polyacrylamide gelelectrophoresis. Twenty five protein systems were examined representing 23 loci, of which only 4 (12.50 %) showed polymorphism (LAP, ES, PGM, Y PGI). The number of alletes per locus varied from 1 to 3, with a mean 1.16. Each individual was heterozygous at 5.2 % of its loci and the number of effective alletes was 1.06. The populations analysed were closely similar. Changes in gene frequencies in the four polymorphic loci were also studied in the six year period of the study .

## INTRODUCTION

Electrophoresis coupled with histochemical stains has been widely employed to determine the genetic variation of marine invertebrate populations (see reviews by NEVO, 1978; VALENTINE & AYALA, 1978; BURTON, 1983). However these techniques have been rarely applied to tropical molluscs and the knowledge of genetic variation in these organisms is scarce.

As one the of the initial stages of a project designed to improve the genetic condition of commercially important molluscs, we are determining the extent of genetic variation in populations of several species of tropical molluscs: *Arca zebra*, (PÉREZ, 1987). The mangrove oyster *Crassostrea rhizophorae*, and the American oyster *C. virginica*, (GUTIERREZ *et al.*, 1989), the scallops *Lyropecten nodosa* and *Pecten ziczac* (CORONADO *et al.* 1991). The present paper reports the genetic variation found in *Perna perna*, and how this variation changed through a six year period.

## MATERIALS AND METHODS

Specimens of the mussel *Perna perna* were collected in Rio Caribe, Laguna Grande, Guatapanare and Turpialito, in northeast of Venezuela (Fig. 1) in 1982 and 1988 and transported live to the laboratory where the hepatopancreas and the adductor muscle were extracted, macerated and centrifuged. The supernatant was analyzed electroporeti-

cally using polyacrylamide gels (DAVIS, 1964) and starch gels (SMITHIES, 1955) in a Tris-Citrate-Borate system as described by PÉREZ (1974). For enzyme staining, the procedure described by SHAW & PRASSAD (1970) and HARRIS & HOPKINSON (1977) were followed.

Twenty-five enzymes were studied: acid phosphatase

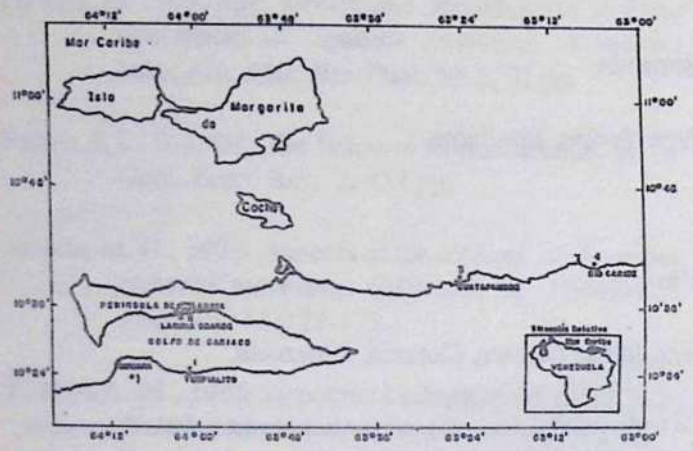



Fig. 1. Sampling localities.

(ACP), alkaline phosphatase (ALP), peptidases S, B, and D, glutamate pyruvate transaminase (GTP), leucine aminopeptidase (LAP), esterase (ES), xanthine oxidase (OX), tetrazolium oxidase (OT), malic enzyme (ME), isocitrate dehydrogenase (IDH), lactate dehydrogenase (LDH), hexokinase (HK), phosphoglucomutase (PGM), phosphoglucoisomerase (PGI), catalase (CAT), malate dehydrogenase (MDH), octopine dehydrogenase (ODH), glucosa 6 phosphate dehydrogenase (G-6PDH), pyruvate kinase (PK), arginine kinase (ARGK), glutamate oxaloacetate transaminase (GOT). A lettering system was use to differentiate between alleles, with the less anodal allele always being designates as "a". Where enzymes were coded by more than one locus, loci were numbered according to increasing mobility, with "I" representing the most anodal.

Deviations from expected values were tested by Chi-square analysis and the deficiency or excess of heterozygotes was analyzed by the D statistic (SELANDER, 1970). In this study, genetic variation is described by three indices, namely the proportion of polymorphic loci, calculated from loci that clearly exhibited polymorphism, divided by the total number of clearly resolved loci. The observed heterozygosity at a locus (Ho) was taken as the observed proportion of individual heterozygotes at that locus. The effective number of alletes at the locus (Ne), (which was the reciprocal of the sum of squares of the allele frequencies at a locus), was used as a measure of genetic variability of alleles, because it takes into account the reduced contribution to variability of the rare alleles (BEAUMONT & BEVERIDGE, 1984). Genetic similarity was calculated according to NEI (1972).

## RESULTS AND DISCUSSION

Twenty five protein systems were studied, apparently determined by 32 loci: ACP, ALP, ME, LDH, HK, IDH, CAT, MDH, ODH, XO, G6PDH, PK, GOT. PEP-D, PEP-SI, PEP-SII, PEP-BI, PEP-BII, GPT-I, GPT-II, SOD-I, SOD-II, ARGK-I, ARGK-II, ARGK-III, ARGK-IV, LAP-II, and ES-II were monomorphic. On the other hand, PGM, PGI, LAP I and ES-I were polymorphic.

Results for PGM and PGI loci are given in Table 1, for samples collected in 1988, while Table 2 shows the results for LAP I and ES-I for samples collected in 1982 and 1988.

The proportion of polymorphic loci was 12.50 %; the mean number of alleles was 1.16, while the mean effective number of alleles per locus(Ne) was 1.06 and the observed mean heterozygosity per locus (Ho) varied between 0.048 (Turpialito) to 0.057 (Guatapanare). Genetic variability was low in the mussell *Perna perna*, compared with the blue mussell *Mytilus edulis*, where KOEHN *et al* (1976) studying 22 loci. found 0.130 for Ho and 31,0 % of polymorphism in a population collected in the Atlantic coast of USA. AHMED *et al* (1977) studying 34 loci in European populations found 0.095 for Ho, 38 % of polymorphisms and 2.38 alleles per loci. - Low genetic variability found in *P. perna* and other tropical molluscs, two species of scallops (CORONADO *et al*, 1990), two species of oysters (GUTIERREZ *et al.* 1989) and in the arcid *Arca zebra* (PÉREZ, 1987) seems to contradict the VALENTINE & AYALA (1976) hypothesis that genetic variation should be high in trophically stable environments such as exist in the tropics. Our results seem to be explained best by the hypothesis that relate high genetic variation with changes in the environments (LEVINS, 1968), and suggested that genetic variation could be and adaptive strategy to increase adaptability in organisms living in heterogeneous environments, then we would expect low variability in more stable environments such as the tropics. MITTON & LEWIS (1989)

have recently found supports for this hypothesis in bony fishes.

In relation to the polymorphisms, PGM presented three phenotypes, the heterozygotes showing two bands as all monomeric enzymes, (the same situation was observed for LAP-I and ES-I) and in general a slight excess of heterozygotes was observed in all populations with the exception of the population of Guatapanare that showed a rather high proportion of heterozygotes being also the only population that was not in HARDY WEINBERG equilibrium for this locus. PGM have been repeatedely reported as polymorphic in several populations of *M. edulis* (AHMED *et al.* 1977; BEAUMONT & BEVERIDGE, 1983; GOSLING & WILKINS, 1981).

PGI on the other hand showed three bands in the heterozygote, indicating a dimeric constitution. PGI was also studied in samples collected in 1982, but on that occassion the enzyme appeared to be monomorphic, a second allele has now been detected in all populations but is being expressed only in the heterozygotes, due to the very low frecuency of this new allele (Table 1). Gene flow needs to be very high between the populations studied, to explain how the new allele came to be present in all of them in similar frequencies. In fact values of genetic similarity ranged from 0.955 (the lowest value) between Guatapanare and Turpialito and 0.993 (the highest value) between Laguna Grande and Rio Caribe.

PATARNELLO *et al.* have found in the amphipod *Gammarus insensibilis* that heterozygotes exhibited higher survival at 27 °C that homozygotes and also higher activity at three different temperatures, showing that probably PGI locus is subject to selection and the heterozygous genotypes possess superior fitness. In *Mytilus edulis* it has been also found that temperature plays an important role as a selective agent (HALL, 1985). Thus, it may be that natural selection is acting at the PGI locus in *P. perna*, and favoring the rare allele.

In LAP I three alleles were present in both 1982 and 1988 samples, but as it can be observed in Table 2, there were several changes in the frequencies of the alleles. In all populations (in 1982 and 1988) the frequency of the fast moving allele was very low, but is increasing in frecuency, especially in Laguna Grande, where allele LAP-I-a lowered their frecuency; increasing LAP-I-b has also happened in Turpialito and Río Caribe; and only in Guatapanare has the opposite situation ocuurred.

Table 1.-Polymorphic loci in samples of *Perna perna*. D= observed deviation among heterozygotes, P= populations (T = Turpialito, LG = Laguna Grande, G = Guatapanare, RC = Río Caribe, C = Cubagua). All samples were of 52 specimens, collected in 1988.

| Loci | P | Allele Frequencies a | b | Frecuency of heterozygotes obs. | exp. | D | $X^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PMG | T | 0.644 | 0.356 | 0.519 | 0.459 | +0.13 | 0.94 |
| | LG | 0.548 | 0.452 | 0.558 | 0.495 | +0.13 | 0.80 |
| | G | 0.615 | 0.385 | 0.692 | 0.474 | +0.46 | 11.15 |
| | RC | 0.462 | 0.538 | 0.577 | 0.497 | +0.16 | 1.37 |
| PGI | T | 0.952 | 0.048 | 0.096 | 0.091 | +0.05 | 0.10 |
| | LG | 0.933 | 0.067 | 0.135 | 0.125 | +0.08 | 0.24 |
| | G | 0.942 | 0.058 | 0.115 | 0.109 | +0.06 | 0.22 |
| | RC | 0.942 | 0.058 | 0.077 | 0.109 | -0.29 | 3.73 |

It has been shown that this enzyme plays an important role in the osmotic regulation in molluscs, and that the polymorphism found in *M. edulis* is salinity dependant (see review of KOEHN & HILBISH, 1987). A rather similar situation has been found in the oyster *Crassotrea rhizophorae* colleted in Margarita Island (NIRCHIO *et al.* 1987, 1991). So it seems possible that the LAP I polymorphism in *P. perna* could also be salinity de–pendant.

With the exception of samples colleted in 1988 in Laguna Grande and Guatapanare (the two populations where the changes in frequencies were higher) the other samples were in HARDY-WEINBERG equilibria (Table 2).

The other polymorphic locus was ES I; this enzyme has been found to be polymorphic in several populations of *M. edulis* (AHMED *et al.* 1977, BEAUMONT & BEVERIDGE, 1983;).

*In P. perna*, ESI was the polymorphic fraction, with three genotypes, being coded by two alleles; whose relative frequency changed over the six years period of this study. In the populations outside the Cariaco Gulf, allele ES-I-a

Tabla 2. Polymorphic loci in samples of *Perna perna*, populations (P) were collected in 1982 (*) and in 1988. N = Sample size.

| Loci | P | N | Allele Frequencies a | b | c | Frecuency of heterozygotes obs. | exp. | D | $X^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ESI | T* | 40 | 0.587 | 0.413 | | 0.375 | 0.485 | -0.23 | 2.06 |
| | T | 52 | 0.567 | 0.433 | | 0.327 | 0.491 | -0.33 | 5.84 |
| | LG* | 40 | 0.575 | 0.425 | | 0.300 | 0.489 | -0.39 | 5.79 |
| | LG | 52 | 0.577 | 0.423 | | 0.308 | 0.488 | -0.37 | 7.13 |
| | G* | 50 | 0.310 | 0.690 | | 0.420 | 0.427 | -0.02 | 0.02 |
| | G | 52 | 0.625 | 0.375 | | 0.404 | 0.469 | -0.14 | 1.01 |
| | RC* | 60 | 0.508 | 0.492 | | 0.383 | 0.499 | -0.23 | 3.26 |
| | RC | 52 | 0.538 | 0.462 | | 0.385 | 0.497 | -0.23 | 2.62 |
| | | | a | b | c | | | | |
| LAP I | T* | 40 | 0.475 | 0.500 | 0.025 | | 0.550 | 0.458 | +0.10 |
| | T | 52 | 0.404 | 0.577 | 0.019 | 0.615 | 0.503 | +0.22 | 6.04 |
| | LG* | 40 | 0.637 | 0.363 | 0.000 | 0.275 | 0.462 | -0.40 | 6.55 |
| | LG | 42 | 0.488 | 0.440 | 0.072 | 0.333 | 0.563 | -0.41 | 23.99 |
| | G* | 50 | 0.450 | 0.530 | 0.020 | 0.420 | 0.516 | -0.18 | 4.38 |
| | G | 36 | 0.611 | 0.319 | 0.069 | 0.306 | 0.518 | -0.41 | 18.77 |
| | RC* | 58 | 0.466 | 0.517 | 0.017 | 0.448 | 0.515 | -0.13 | 2.73 |
| | RC | 52 | 0.404 | 0.529 | 0.067 | 0.481 | 0.552 | -0.13 | 7.43 |

(the slow moving allele), increased, while in Laguna Grande there was no change, and in Turpialito the frequency of allele ES-I-b increased (Tabla 2). Population from Laguna Grande (samples collected in 1982) and also Turpialito (sample of 1988) were not in Hardy-Weinberg equilibrium.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The research was supported by a grant from CONICIT (S1-1498).

## REFERENCES

AHMAD, M., SKIBINSKY, D. O. F., & Beardmore, J. A. 1977. An estimate of the amount of genetic variation in the common mussel *Mytilus edulis. Biochem. Genet.* 15: 833- 846.

BEAUMONT, A. R., & BEVERIDGE, C. M. 1983. Resolution of phosphoglucomutase isozymes in *Mytilus edulis L. Mar. Biol. Lett.* 4: 97-103.

BEAUMONT, A. R. & BEVERIDGE, C. M. 1984. Electrophoretic survey of genetic variation in Pecten maximus, Chlamys opercularis, C. varia and C. distortia from the Irish Sea. *Mar. Biol.* 81: 299-306.

BURTON, R. S. 1983. Protein polymorphism and genetic differentiation of marine invertebrate populations. *Mar. Biol. Lett.* 4: 193-206.

CORONADO, C., GONZALEZ, P. & PÉREZ. J. E. 1991. Genetic variation in Venezuelan molluscs. *Pecten ziczac* and *Lyropecten nodosa. Carib. J.* Sci. 27: 71-74.

DAVIS, B. J. 1964. Disc electrophoresis. II method and application to human serum proteins. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 121: 404-427.

GUTIERREZ, L., CORONADO, C., & PÉREZ, J. E. 1989. Genetic variation in Venezuelan moluscs. The oysters *Crassostrea virginica* and *C. rhizophorae. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 28(1-2): 171-175.

HALL, J. G. 1985. Temperature-related to kinetic differentiation of Glucosephosphate Isomerase alleloenzymes isolated from the blue mussell, *Mytilus edulis. Biochem. Genet.* 23: 705–728

HARRIS, H. & HOPKINSON, D. A. 1976. *Handbook of enzyme electrophoresis in human genetics.* North Holland Pub. Co. London. England. 230 pp.

KOEHN, R. K. & HILBISH, T. 1987. The adaptative imtance of genetic variation. *Amer. Scient.* 75: 134-141.

KOEHN, R. K., MILKMAN, R. & MITTON, J. B. 1976. Population genetic of marine pelecypods. II

Selection, migration and genetic differentia tion in the mussel, *Mytilus edulis*. *Evolution,* 30: 2-32.

LEVINS, R. 1968. Evolution in Changing Environments. Princeton Univ. Princeton, New Jersey. U.S.A.

MITTON, J. B. & LEWIS, W. M. 1989. Relationship between genetic variability and life-history features of bony fishes. *Evolution,* 42: 1712-1723.

NEVO, E. 1978. Genetic variation in natural populations: Patterns and Theory. *Theor. Pop. Biol.* 13: 121-127.

NEI, M. 1972. Genetic distance between populations. *Amer. Natur*. 106: 283-292.

NIRCHIO, M., PÉREZ, J. E. & ANTON, A. 1987. Polimorfismo del sistema leuci aminopeptidasa (LAP) en *Crassostrea rhizophorae* de Laguna La Restinga. *Cont. Cient.* 15: 1- 24.

NIRCHIO, M., PEREZ, J. E. & CEQUEA, H. 1991. Allozyme variation for the LAP loci in *Crassostrea rhizophorae* related to temperature and salinity. *Scientia Marina*. 55: 563-567.

PATARNELLO, T., BISOL, P. M . & BATTAGLIA, B. 1989. Studies on differential fitness of PGI genotypes with regard to temperature in *Gammarus insensibilis* ( Crustacea: Amphipoda ) *Mar. Biol.* 102: 305-359.

PÉREZ, J. E. 1974. Variación genética en poblaciones de *Poecilia reticulata. Acta Cient. Venezolana.* 25: 24-27.

PÉREZ, J. E. 1987. Genetic variation in Venezuelan molluscs. *Arca zebra. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 26: 134-139.

SELENDER, R. K. 1970. Behavior and genetic variation in natural populations. *Amer. Zool*. 10: 53-56

SHAW, C. R. & PRASSAD, R. 1970. Starch gel electrophorensis of enzymes. A compilation of recipes. *Biochem. Genetics,* 1: 69-82.

VALENTINE, J. W. & AYALA, F. J. 1978. Adaptative strategies in the sea. In: B. Bataglia & J. A. Beardmore ( Eds. ) *Marine Organisms: Genetics, Ecology and Evolution. New York.* Plenum Press. pp: 323-345.

Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente, 29 (1&2): 103-131 (1990), 3 figs., 13 tabls.

# COMPOSICION QUIMICA DE MACROALGAS REPRESENTATIVAS DE LA REGION NOR-ORIENTAL DE VENEZUELA

XIOMARA, J. GUTIERREZ, JAIME BONILLA & BENITO GAMBOA

*Instituto Oceanografico de Venezuela, Universidad de Oriente Cumana, Venezuela.*

RESUMEN: Se determinó el valor nutricional en 30 especies de las macroalgas representativas del Oriente Venezolano, de las Bahías de Pozuelos y Mochima y en las Lagunas Restinga y Marites; en base al contenido y distribución de los componentes orgánicos e inorgánicos. El promedio más alto de proteínas y nitrógeno orgánico se encontró en Bahía de Pozuelos que corresponde a la división Rhodophyta (25,76 y 4,12 %), siguiendo la Chlorophyta (18,03 y 2,89 %) y la Phaeophyta (17,56 y 2,74 %). Las macroalgas presentan elevados contenidos de carbohidratos (52,32 %) en *Caulerpa racemosa* de Bahía de Mochima y bajos en *Halimea tuna* (4,36 %) de Bahía de Pozuelos. Los carbohidratos de acuerdo a la comparación a posteriore de Ducan se encuentran en forma decreciente en las divisiones Chlorophyta (37,99 %), Rhodophyta (33,61 %) y Phaeophyta (26,38 %), con un comportamiento inverso de los carbohidratos con los compuesto orgánicos e inorgánicos. El contenido de grasas en las macroalgas se comporta en forma inversa a los de proteínas, incrementándose en las divisiones Rhodophyta (4,82 %), Chlorophyta (7,19 %) y Phaeophyta (8,67 %). Altos valores de grasas en las Lagunas Las Marites (8,39 %) y Restinga (8,08 %), y bajos en las Bahías de Pozuelos (6,29 %) y Mochima (6,27 %). El alga *Halimeda tuna* de la Bahía de Pozuelos presenta el mayor valor de Cenizas (92,64 %) y la Caulerpa *sertularioides* de Laguna La Restinga el más bajo (6,27 %) y la división Chlorophyta el mayor contenido promedio (18,90 %). En general, el fósforo es bajo en las macroalgas. El análisis de varianza es no significativo, para las proteínas, nitrógeno, grasas, fósforo y razón N/P entre las diferentes divisiones y localidades, y los carbohidratos son significativos en las divisiones. El contenido hídrico es alto en la Rhodophyta (94,21 %), Phaeophyta (89,41 %) y Chlorophyta (87,95 %). Los metales trazas; señalan discrepancias en su concentración entre las diferentes especies, divisiones, y localidades. El Cu decrece de la división Phaeophyta (10,52 µg/g) y Rhodophyta (9,64 µg/g) a la Chlorophyta (4,48 µg/g). Las especies de mayor contenido de Cu se ubican en Bahía de Pozuelos (10,90 µg/g), valores bajos y comparables en las Lagunas Restinga (5,47 µg/g) y Marites (4,14 µg/g) y mínima en Bahía de Mochima (3,11 µg/g). El Mn es alto en la división Pheophyta (44,39 µg/g), moderado en la Chlorophyta (19,86 µg/g) y bajo en la Rhodophyta (9,60 µg/g). El Fe en las divisiones tiene un comportamiento diferente al Cu y Mn; Rhodophyta (1361 µg/g), Phacophyta (680 µg/g) y Chlorophyta (467 µg/g). El Zn se presenta similar al Fe en las divisiones, Rhodophyta (205 µg/g), Phaeophyta (155 µg/g) y Chlorophyta (118 µg/g). El análisis de varianza es no significativo en las divisiones y localidades para el Cu, Mn, Zn, y el Fe en las localidades y muy significativo el Fe en las divisiones.

ABSTRACT: The nutritional value on 30 species of macroalgae representative of eastern Venezuela, from the Pozuelos and Mochima Bays and in the Restinga and Marites Lagoons was determined based on the content and distribution of organic and inorganic components. The highest average of proteins and organic nitrogen was found in the Pozuelos Bay which corresponds to Rhodophyta (25.76 and 4.12 %), followed by Chlorophyta (18.03 and 2.89 %) and Phaeophyta (17.56 and 2.74 %). Macroalgae present high contents of carbohydrates (52.32 %) in *Caulerpa racemosa* in Mochima Bay and low contents of carbohydrates in *Halimea tuna* (4.36 %), in the Pozuelos bay. According to *a posteriori* comparison made by Ducan, carbohydrates are found decreasingly in the Chlorophyta (37.99%), Rhodophyta (33,61 %) and Phaeophyta (26.38 %) with an inverse behavior of carbohydrates with organic and inorganic compounds. The fat contents in macroalgae behaves inversely to proteins but increases in the Rhodophyta (4.82 %), the Chlorophyta (7.19 %) and Phaeophyta (8.67 %) divisions. High values of fat in the Marites (8.39 %) and the Restinga (8.08 %) Lagoons and low values in the Pozuelos (6.29 %) and Mochima (6.27 %) Bays. *Halimeda tuna* from Pozuelos Bay presentes the highest value in ashes (92.64 %) while *Caulerpa sertularioides* from the Restinga Lagoon presents the lowest (6.27 %); the highest average corresponds to the Clorophyta (18.90 %) . In general, macroalgae present low contents of phosphorous and the variance analysis is not significant among the several divisions and location as for as proteins, nitrogen, fat, phosphorus and ration N/P is concerned; carbohydrates, on the other hand, are significant in the division. The hydric contents is high in Rhodophyta (94.21 %), Phaephyta (89.42 %) and Chlorophyta (87.95 %). The heavy metals show discrepancies in their concentrations among the different species, divisions and locations. The Cu decreases from the Phaeophyta (10.52 µg/g) and Rhodophyta (9.64 µg/g) to the chlorophyta (4.48 µg/g). The species with highest contents of Cu are located in Pozuelos Bay (10.90 µg/g), low and comparable values are found in the Restinga and Marites Bays, (5.47 µg/g and 4.14 µg/g), respectively, the minimum values are found in Mochima Bay (3.11 µg/g). Mn is high in Phaeophyta (44.39 %), moderate in chlorophyta (19.86 g/g) and low in Rhodophyta (9.60 g/g). Fe, behaves differently from Cu and Mn in the Rhodophyta (1361 µg/g), Phaeophyta (680 µg/g) and Chlorophyta (467 g/g). Zn appears similar to Fe in Rhodophyta (205 µg/g), Phaeophyta (155 g/g) and Chlorophyta

(467 mg/g). Zn appears similar to Fe in Rhodophyta (205 mg/g), Phaeophyta (155 mg/g) and Chlorophyta (118 mg/g) divisions. T e variance analysis is not significant for Cu, Mn, Zn, in the divisions and locations, non significant also for Fe in locations and higly significant for Fe in the divisions.

## INTRODUCCION

El acelerado incremento demográfico en el mundo y el desarrollo científico y tecnológico, hacen necesario buscar otras fuentes básicas que suplan la obtención de alimento para humanos y animales. Sin duda alguna, la explotación racional de las macroalgas marinas dentro de los recursos naturales disponibles forman una de las bases de las nuevas fuentes de energía aprovechable que son urgentemente necesitadas para enfrentar el progresivo aumento demográfico mundial, debido a su abundancia y riqueza desde el punto de vista nutricional.

Desde tiempos remotos se conoce que las algas marinas han sido usadas por el hombre para su beneficio socio-económico. Hoy en día, en numerosos países del mundo, los animales pastorean sobre praderas de algas o son regularmente alimentados con algas marinas fresca o con alimento preparado a base de ellas.

En áreas costeras de Francia y otras naciones europeas se utilizan algas como abono o fertilizantes para las plantas, principalmente algas pardas, en las costas de Brasil utilizan diferentes tipos de algas, como *Hypnea, Ulva* y *Enteromorpha.* En cuanto al aprovechamiento directo por parte del hombre se conoce que en Japón, China y en una pequeña extensión de Europa especies como *Ulva lactuca, Laminaria saccharina, Sargassum serratifolium, S. fusiforme, Gracilaria verrucosa,* etc., son utilizadas en la dieta diaria (CHAPMAN, 1970).

Industrialmente las algas rojas y pardas tienen gran demanda en muchos países del mundo debido a sus múltiples aplicaciones en la industria de alimentos (para la elaboración de salsas, helados, pudines, jugos, enlatados, productos lácteos, etc), textil y farmacéutico.

En vista de que las macroalgas marinas juegan un papel importante en la economía de muchas naciones, se han realizado estudios tendientes a conocer algunos aspectos químicos, biológicos e industriales de las algas. De las investigaciones realizadas se citan los trabajos de: HANG y JAMES (1956), ESTABLIER (1964), VALLADARES y YARES (1974), JOSHI y GOWDE (1975), DODSON y ARONSON (1978), DAVE y PAREKN (1978), LAPOINTE y TENORE (1981), quienes realizaron estudios de la composición química en diferentes tipos de algas, PAREKH *et al.* (1977) investigaron la composición química de las algas verdes de la costa de Saurashtra India; DAVES y GODDARD (1978) determinaron la composición química de siete especies de *Caulerpa,* ROSEMBERG y RAMUS (1982) estudiaron el crecimiento, contenido de nitrógeno soluble y carbohidratos de reserva en las Algas *Gracilaria foliifera y Ulva sp.* BLACK y MITCHELL (1952), BRYAN (1969), FUGES y JAMES (1974), SAENKO *et al* (1976), SIVALINGAM (1978) HALL (1981), RICE y LAPOINTE (1981), efectuaron experimentos para determinar el contenido de elementos trazas en algas verdes pardas y rojas de diferentes regiones; AGADI *et al* (1978) hicieron estudios sobre la concentración de metales en algunas algas costeras de la India; MUNDA (1978) investigó las concentraciones de metales trazas en algunas algas marinas de Islandia.

Los estudios sobre el aspecto químico e importancia económica de las algas marinas en Venezuela son escasos, siendo la mayoría de carácter taxonómico y ecológico, citándose entre otras, las investigaciones realizadas por HAMMER y GESSNER (1967); LEMUS (1970); GANESAN (1990).

Las investigaciones sobre la composición química señalan las de FONTAINE y BONILLA (1978); GAMBOA (1979), VELÁSQUEZ (1981); VELÁZQUEZ *et al* (1988) y SALDIVIA *et al* (1990). En cuanto al aspecto económico se reportan los trabajos realizados por DÍAZ (1972) y DE FRANCESCHI (1973) quienes demostraron la efectividad de algas pertenecientes a las Ulvacéas como alimento en el aumento de peso y crecimiento de aves; CARABALLO y MILLAN (1974) compararon las harinas de *Ulva fasciata*, follaje de yuca *Manihot sculenta* y alfalfa *Medicago sativa, como alimento para el crecimiento de pollos, determinando como más efectiva la harina de Ulva.*

La escasa información disponible en Venezuela sobre la composición química de las macroalgas marinas y el hecho de que este recurso aparece como una de las fuentes futuras de energía alimenticia de fácil aprovechamiento motivó la presente investigación, con el propósito de determinar la riqueza química en base a las concentraciones de proteínas, carbohidratos, grasas, cenizas, nitrógeno total, fósforo total, razón N/P, humedad y su contenido de elementos trazas (hierro, cobre, manganeso y zinc). Igualmente se analizará la posible influencia que las condiciones hidrográficas e hidroquímicas del medio ambiente, pueden tener en la composición química de las macroalgas.

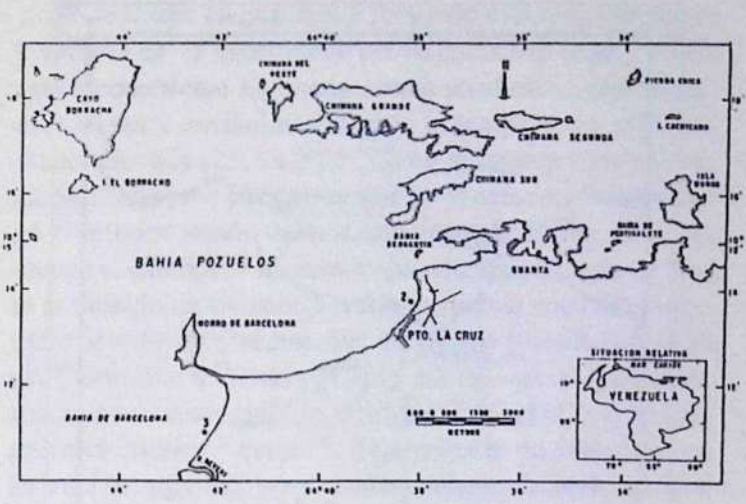



Fig. 1a. Situación geográfica del área de estudio y estaciones de muestreo.

## AREAS DE ESTUDIO

En esta investigación se seleccionaron cuatro localidades de muestreo (Figs. 1 y 2).

### BAHIA DE POZUELOS:

La Bahía de Pozuelos (Fig. 1A), es un área costera del Mar Caribe que bordea la parte norte del Estado Anzoátegui, en la Región oriental de Venezuela, está comprendida desde la desembocadura del Río Neverí entre los 64° 33' y 64° 46' de Long W. y los 10° 10' y 10° 20' de Lat. N, hasta la Bahía de Pertigalete. Tiene aproximadamente una profundidad máxima de 50 metros; los sedimentos están básicamente constituidos por arcilla-limosa de un color gris-marrón-negro, aunque se puede encontrar arena fina y gruesa en algunas zonas. Según OKUDA (1981), las condiciones hidrográficas dependen, en gran escala, de la variación de la magnitud de la surgencia, ya que en la época de mayor intensidad, las temperaturas son poco elevadas (23,5-23,3 °C), la salinidad es mayor de 36,8 ‰ y las concentraciones de oxígeno son relativamente bajas (menor de 4,0 ml/l). Cuando la surgencia es más débil se presentan elevadas temperaturas, salinidades bajas y altas concentraciones de oxígeno. En general en ambas épocas los valores de micronutrientes son bajos.

### BAHIA DE MOCHIMA:

La Bahía de Mochima (Fig. 1B), se encuentra situada en la costa occidental del Estado Sucre, entre los 64° 19' 30" y 64° 22' 30" de Long. W y los 10° 20' y 10° 24' de Lat. N; tiene una longitud de 7,6 Km en dirección norte sur, extendiéndose en una área de unos 10,5 x $10^6$ $m^2$, su volumen de agua es de 196 x $10^6$ $m^3$. La profundidad máxima en la parte sur es de 25 metros, aumentando progresivamente hacia el norte, alcanzado en la boca una profundidad mayor de 60 metros, OKUDA *et al.* (1968). Presenta fondos rocosos con acantilados, arenosos y arenos-fangosos tapizados de *Thalassia* y arrecifes de corales. Estando bordeada en su mayor parte por formaciones de mangle rojo, *Rhizophorae mangle*, posee comunicación directa con el Mar Caribe (Fosa de Cariaco), lo cual hace que este biótopo tenga ciertas características típicas. Según OKUDA *et al* (1968) las temperaturas bajas se registran de enero a abril (20-25 °C) y las más elevadas de septiembre a noviembre (28,4-29,6 °C); la salinidad oscila entre 33,33-37,14 ‰, los valores de oxígeno disuelto son superiores a

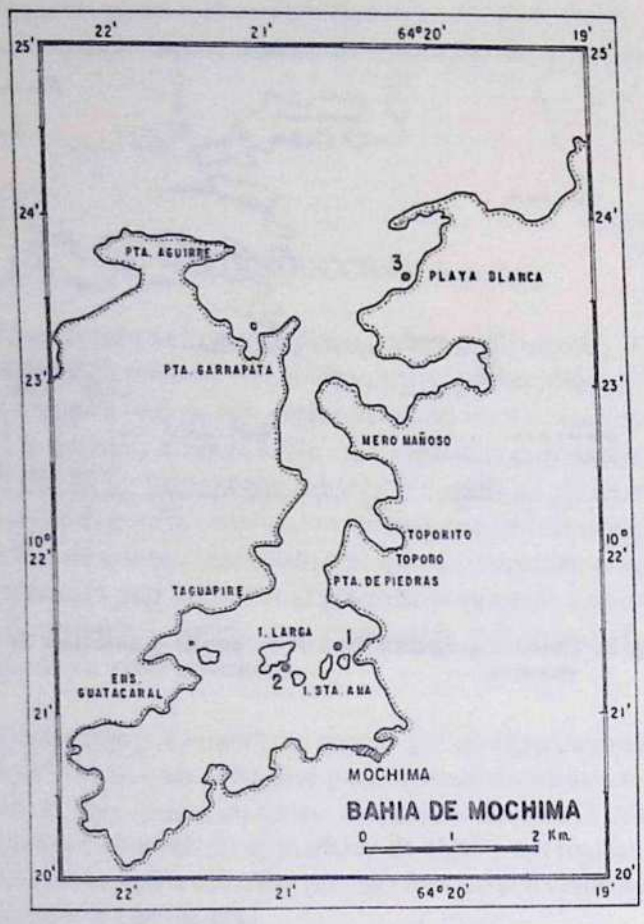



Fig. 1b. Situación geográfica del área de estudio y estaciones de muestreo.

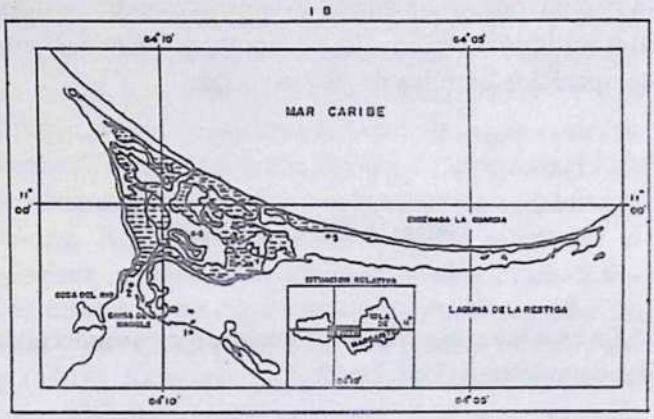
3 ml/l/ FONTAINE y BONILLA (1978) reportan de marzo a mayo temperaturas de 25,1 °C salinidad 37,07 ‰ y oxígeno 4,49 ml/l.

Según OKUDA *et al* (1968), las concentraciones de nitrógeno inorgánico y fosfato fueron 4,23 µg-at/l y 0,23 µg-at/l respectivamente. FONTAINE y BONILLA (1978) señalan valores de nitrógeno inorgánico (2,65 y 4,87 µg-at/l) y fosfato (0,11 µg- at/l y 0,23 µg-at/l) respectivamente; muy parecidos a los reportados por OKUDA *et al* (1968), lo que demuestra la poca alteración de las condiciones hidrográficas e hidroquímicas de este bioecosistema.

LAGUNA LA RESTINGA:

La Laguna La Restinga (Fig. 2A), está situada en el noroeste de la Isla de Margarita, Estado Nueva Esparta, a 64° 2' y 64° 13' de Long. W y 11° 3' y 10° 57' de Lat. N.

Es un cuerpo de agua triangular compuesta por lagunas, sublagunas y canales, con un área de 26 $Km^2$ y una profundidad máxima de 6 metros en el canal de la entrada. Se comunica con el Mar Caribe, por el sur, a la altura de Boca de Río; por el norte, está separada del Mar, mediante una



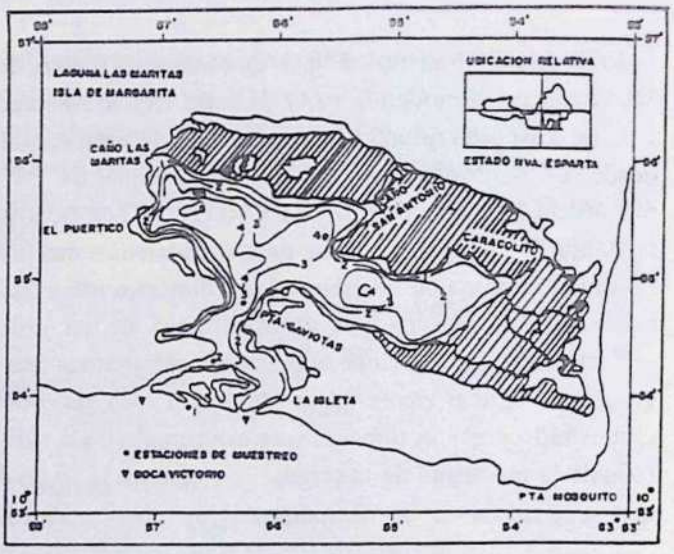




Fig. 2. Comparación a posteriori del contenido de carbohidratos (A) y la razón N/P (B) en las divisiones Rhodophyta, Phaeophyta y Chlorophyta.

barra de arena o restinga cuya longitud es de 23,5 Km y anchura entre 100-300 m, ZARZOSA (1974). El suministro de agua dulce es muy escaso, en el perímetro costero presenta amplia formación y distribución de manglares (mangle rojo, *Rhizophorae mangle, mangle* negro, *Avicenia nítida*, maogle blanco, *Laguncularia racemosa* y mangle botoncillo, *Conocarpus erectus*); los sedimentos del fondo están predominados por el tipo arena, arena-limo y fango cuyo origen es terrígeno y organógeno. El bioecosistema es un típico estuario con aguas eurihalinas y termohalinas, cuyos parámetros hidroquímicos señalan marcada diferencia desde la boca hacia el interior. La temperatura es mayor en la zona oeste (29,3 a 31,4 °C) y se reduce lentamente del este (29,2 a 30,5 °C) a la parte sur-central (27,4 a 29,9 °C); la salinidad aumenta de la región sur-central (36,69 a 41,62 ‰) al oeste (40,30 a 48,58 ‰) y de oeste a este (43,34 a 56,26 ‰); el oxígeno disuelto se incrementa del este (2,24 a 3,70 ml/l), oeste (2,15 a 4,47 ml/l) al sur-central (2,80 a 4,46 ml/l), según BONILLA (1974). Los niveles de fosfato para las diferentes zonas de la laguna permanecieron normalmente bajo 0,25 g-at/l; las concentraciones de nitrato en general son bajos, oscilando entre 0,21 y 0,46 µg- at/l; el nitrito presenta en varias zonas de la laguna promedios inferiores a 0,10 µg-at/l y el amonio presenta valores mayores e irregulares, encontrándose en la parte oriental de la laguna, las concentraciones más elevadas (3,95 µg-at/l), PINEDA (1978).

LAGUNA LAS MARITAS:

La Laguna Las Maritas (Fig. 2B), se encuentra localizada al sur de la Isla de Margarita, estado Nueva Esparta, entre los 63° 53'5" y 63° 57'20" de Long. W y los 10° 53' 50" y 10° 55' 00" de Lat. N, se comunica con el Mar Caribe por dos bocas (Boca Victorio y El Yaque), posee una longitud de 6 Km en dirección este-oeste y una anchura máxima norte-sur de 3,6 Km. El área cubierta por las aguas es de 9,4 Km2, con un volumen de 27,7 x $10^6$ $m^3$ la máxima profundidad se encuentra cerca de las bocas (9 m),mientras que en el interior la profundidad máxima varía entre 4 y 5 metros, BONILLA y OKUDA (1971). Los sedimentos del fondos son predominantemente limosos y cubiertos en su mayoría por Thalassia'; las riberas de sus costas están cubiertas por manglares, en cuyas raíces áereas abundan poblaciones del Ostión Crassostrea rhizophorae, (BONILLA, 1975).

Se reportan un ictiofauna para este biótopo, abundante y variada de 75 especies de peces, SALAZAR et al. (1986). este biecosistema lagunar,presenta condiciones típicas termohalinas y eurihalinas, siendo la temperatura relativamente elevada (25,5 a 31,1 °C) en la laguna y los valores en el interior son más altos que en el exterior, la salinidad en el interior señala valores superiores de 40 ‰, mientras que en el exterior se mantiene aproximadamente en 37 ‰, el contenido de oxígeno disuelto presenta poca diferencia entre el exterior y el interior, oscilando entre 3,54 y 4,26 ml/l, BONILLA y OKUDA (1971). No se aprecia gran diferencia en el contenido de nitrógeno inorgánico y fosfato entre el interior y exterior. El contenido de amoníaco es alto (12-14 µg-at/l), los máximos valores de nitrito oscilan entre 0,12 y 0,16 µg-at/l y los más bajos entre 0,0 y 0,1 µg-at/l el contenido de fosfato en la laguna señala una variación irregular, siendo el nitrógeno orgánico mayor que el de nitrógeno inorgánico, BONILLA y BENÍTEZ (1972).

## MATERIALES Y METODOS

### A: RECOLECCION

Las algas fueron recolectadas, mediante el buceo directo, utilizando en algunas de las zonas de estudio, un bote para llegar hasta el sitio de muestreo. Se recogieron diferentes especies pertenecientes a las divisiones Rhodophyta, Phaeophyta, y Chlorophyta que predominan en las localidades de Bahía de Pozuelos, Bahía de Mochima, Laguna La Restinga y Laguna Las Maritas.

### B: PRE-TRATAMIENTO

Las especies recolectadas se almacenaron en bolsitas de polietileno y llevadas al laboratorio, donde son lavadas con abundante agua de chorro y agua destilada para eliminar en lo posible todo el material extraño adherente.

### C: ANALISIS QUIMICO

*Humedad*: Las muestras frescas fueron sometidas a secado en un Liofilizador (UNI-TRAP modelo 10-100) a -50 °C, hasta peso constante (48 horas), obteniéndose el contenido hídrico por diferencia de peso. El material seco se

trituró en un mortero mecánico (Fisher Scientific) hasta la obtención de un polvillo fino para realizar los restantes análisis químicos.

*Proteínas*: Se determinaron utilizando el método clásico Sub-micro Kjeldakl. Las estimaciones de proteínas se obtienen multiplicando los valores de nitrógeno por el factor 6,25.

*Carbohidratos*: Para la determinación de los carbohidratos se utilizó el método del fenol-sulfúrico según ARTEM'YEV *et al*. (1971) y GERCHARKO y HATCHER (1972), específico para agua y sedimentos marinos, siguiendo las variaciones aplicadas para algas por FONTAINE y BONILLA (1978). Se empleó de 3 a 5 mg de muestra, se le agregó 1 ml de agua deionizada y se maceró mecánicamente; una vez homogeneizada se completó hasta 10 ml con agua deionizada. A 1 ml de ésta solución se le aplicó la técnica fenol-sulfúrico y las concentraciones se obtuvieron por espectrofotometría mediante un patrón de D(+) glucosa.

*Grasa:* Se determinaron mediante extracción con éter de petróleo durante 40 horas, en un aparato de Soxhlet.

*Cenizas*: Se obtuvieron por destrucción y calcinación de la materia orgánica a partir de harina de algas ( ±500 mg), en una mufla a 500 °C durante 24 horas. Los valores de cenizas se determinaron por diferencia de peso.

*Fósforo Total*: Se determinó por colorimetría según el método de MURPHY Y RILEY (1962). La digestión se realizó según BRAY y KURTZ (1945). Las absorbancias se midieron a 882 µm en un esprectrofotómetro Hitachi Perkin Elmer modelo 130; obteniéndose la concentración de la muestra mediante un standard de fosfato (1 ml = 6,0 µg-at.P).

*Elementos Trazas:* La determinación de hierro, cobre, manganeso y zinc se hizo siguiendo el método descrito por SAENKO *et al* (1976). Las absorbancias de la muestra fue leída en un espectrofotómetro de absorción atómica (PERKIN ELMER modelo 403) y las concentraciones de los elementos se obtuvieron mediante curvas de calibración de los diferentes patrones de los metales analizados.

Cobre: $Y = 0,0458X + 0,0061$

Manganeso: $Y = 0,07282X + 0,0150$

Hierro: $Y = 0,0301X + 0,0099$

Zinc: $Y = 0,2426X + 0,0181$

D: ANALISIS ESTADISTICO:

El tratamiento estadístico de los datos se realizó siguiendo los métodos descrito por SOKAL y ROHLT (1969). Se aplicó análisis de varianza sencilla, prueba de comparación *a posteriori* de DUNCAN y análisis de coeficiente de correlación.

## RESULTADOS Y DISCUSION

1.- CONSTITUYENTES ORGÁNICOS:

El valor nutricional de las macroalgas representativas del Oriente Venezolano en base a el contenido y distribución de los componentes orgánicos se muestran en las tablas 1 a 4 de acuerdo a especies, divisiones, localidades y tratamiento estadístico.

En general, el contenido y distribución de los parámetros químicos difieren entre las diferentes especies y en una misma especie, en el producto fresco y seco (Tabla 1), en las divisiones (Tablas 2), entre las estaciones de una localidad y entre localidades diferentes (Tablas 3).

PROTEINAS Y NITROGENO:

Los valores más altos de proteínas y nitrógeno por especies, tanto en el peso seco como fresco (Tabla 1) están representadas por las algas *Padina sp, Caulerpa sertularioides, Gracilaria sp. Bryocladia thyrsigera y Caulerpa racemosa.* Las concentraciones de proteínas y nitrógeno fluctúan desde 0,79 % y 0,13 respectivamente en la Chlorophyta *Halimeda tuna* hasta 39,84 y 6,37 % en el alga parda *Padina sp*., ambas especies de la Bahía de Pozuelos (Tablas 2 y 3). Sin embargo, el valor promedio más alto en los porcentajes de proteínas (25,76 %) y nitrógeno (4,12 %), corresponde a la división Rhodophytha siguiendo las Chlorophyta (proteínas 18,03 % y nitrógeno 2,89 %) y con un valor cercano a éstas, las Phaeophyta (proteínas 17,56 % y nitrógeno 2,74 %). Este fenómeno es totalmente

TABLA 1.- Constituyentes orgánicos (Proteínas, nitrógeno, carbohidratos, grasas, fósforo total, razón N/P), inorgánicos (cenizas) y contenido hídrico de las macroalgas.

| ESPECIE | PROTEÍNAS % SECO | PROTEÍNAS % FRESCO | NITRÓGENO % | CARBOHIDRATOS % SECO | CARBOHIDRATOS % FRESCO | GRASAS % SECO | GRASAS % FRESCO | CENIZAS % SECO | CENIZAS % FRESCO | FOSFORO % | N/P | HUMEDAD % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Ulva fasciata* | 18,47 | 2,48 | 2,95 | 50,01 | 6,71 | 6,77 | 0,91 | 12,84 | 1,73 | 0,088 | 33,50 | 86,59 |
| *Padina sp.* | 39,84 | 3,98 | 6,37 | 16,94 | 1,69 | 12,81 | 1,28 | 14,67 | 1,46 | 0,225 | 28,33 | 90,02 |
| *Gracilaria sp* | 32,43 | 2,70 | 5,19 | 40,76 | 3,40 | 3,00 | 0,25 | 6,34 | 0,53 | 0,127 | 40,79 | 91,67 |
| *Agardhiella sp.* | 27,97 | 1,97 | 4,48 | 22,67 | 1,59 | 5,25 | 0,37 | 13,50 | 0,95 | 0,187 | 23,90 | 92,98 |
| *Bryocladia thysigera* | 30,04 | 2,15 | 4,81 | 26,84 | 1,92 | 2,00 | 0,14 | 26,69 | 1,91 | 0,218 | 22,04 | 92,83 |
| *Acanthophora spicifera* | 22,25 | 0,77 | 3,56 | 40,50 | 1,40 | 7,11 | 0,25 | 14,15 | 0,49 | 0,040 | 88,33 | 96,54 |
| + *Sargassum polycaratium* | 14,23 | 1,28 | 2,28 | 27,82 | 2,55 | 8,44 | 0,76 | 21,63 | 1,94 | 0,078 | 29,04 | 91,02 |
| *Halimeda tuna* | 0,79 | 0,30 | 0,13 | 4,36 | 1,67 | 0,52 | 0,20 | 92,64 | 35,37 | 0,056 | 2,28 | 61,83 |
| *Ulva fasciata* | 18,74 | 2,30 | 3,00 | 42,40 | 5,21 | 8,16 | 1,00 | 14,18 | 1,74 | 0,098 | 30,66 | 87,72 |
| *Padina sp.* | 22,89 | 2,09 | 3,66 | 26,63 | 2,44 | 8,84 | 0,81 | 24,37 | 2,23 | 0,174 | 21,10 | 90,86 |
| • *Caulerpa racemosa* | 16,30 | 1,46 | 2,61 | 52,32 | 4,68 | 5,70 | 0,51 | 6,68 | 0,60 | 0,189 | 13,78 | 91,06 |
| *Ulva fasciata* | 16,26 | 1,56 | 2,60 | 47,10 | 4,52 | 0,60 | 0,06 | 20,62 | 1,98 | 0,143 | 18,17 | 90,41 |
| + *Sargassum polyceratium* | 7,09 | 0,63 | 1,13 | 28,08 | 2,49 | 13,86 | 1,23 | 15,59 | 1,38 | 0,069 | 16,51 | 91,13 |
| *Padina sp.* | 17,54 | 2,38 | 2,81 | 24,29 | 3,30 | 13,39 | 1,82 | 13,96 | 1,90 | 0,189 | 14,82 | 86,42 |
| *Sargassum cymosum* | 13,08 | 1,41 | 2,09 | 29,16 | 3,15 | 5,96 | 0,64 | 16,68 | 1,80 | 0,101 | 20,81 | 89,20 |
| + *Sargassum polyceratium* | 8,84 | 0,76 | 1,41 | 32,08 | 4,36 | 0,60 | 0,08 | 17,43 | 2,37 | 0,038 | 37,41 | 86,42 |
| *Dictyota cervicornis* | 16,89 | 1,64 | 2,70 | 26,06 | 2,53 | 3,81 | 0,37 | 7,52 | 1,70 | 0,106 | 25,40 | 90,31 |
| *Udolca flabellum* | 4,03 | 0,93 | 0,65 | 32,82 | 7,56 | 5,00 | 1,15 | 40,55 | 9,34 | 0,112 | 5,76 | 76,97 |
| o *Caulerpa sertularioides* | 18,79 | 1,71 | 3,01 | 37,89 | 3,44 | 2,67 | 0,24 | 12,32 | 1,12 | 0,239 | 12,57 | 90,92 |
| *Ulva fasciata* | 14,30 | 1,10 | 2,29 | 36,34 | 2,79 | 16,86 | 1,23 | 19,88 | 1,53 | 0,125 | 18,35 | 92,33 |
| *Caulerpa sertularioides* | 10,39 | 1,05 | 1,66 | 27,89 | 2,82 | 8,61 | 0,87 | 6,27 | 0,63 | 0,219 | 7,61 | 89,89 |
| o *Caulerpa sertularioides* | 32,81 | 2,95 | 5,25 | 32,41 | 2,91 | 11,02 | 0,99 | 7,22 | 0,65 | 0,229 | 22,97 | 91,02 |
| o *Caulerpa sertularioides* | 31,70 | 4,82 | 5,07 | 37,98 | 5,77 | 4,33 | 0,66 | 10,22 | 1,55 | 0,124 | 40,77 | 84,81 |
| • *Caulerpa racemosa* | 16,86 | 1,27 | 2,70 | 46,22 | 3,47 | 9,64 | 0,72 | 12,72 | 0,95 | 0,127 | 21,24 | 92,50 |
| *Ulva perforata* | 17,14 | 1,86 | 2,74 | 39,99 | 4,34 | 16,18 | 1,76 | 16,38 | 1,78 | 0,075 | 36,53 | 89,15 |
| *Ulva perforata* | 18,62 | 1,80 | 2,98 | 37,06 | 3,58 | 14,63 | 1,41 | 15,91 | 1,54 | 0,066 | 44,94 | 90,35 |
| *Acanthophora spicifera* | 16,13 | 0,48 | 2,58 | 37,27 | 1,11 | 6,70 | 0,20 | 19,48 | 0,58 | 0,034 | 75,26 | 97,03 |
| • *Caulerpa racemosa* | 25,80 | 1,27 | 4,13 | 43,18 | 2,12 | 6,24 | 0,31 | 7,83 | 0,39 | 0,223 | 18,56 | 95,09 |
| • *Caulerpa racemosa* | 29,61 | 1,35 | 4,74 | 41,57 | 1,89 | 4,11 | 0,19 | 7,88 | 0,36 | 0,251 | 18,85 | 95,45 |
| *Ulva perforata* | 16,14 | 1,76 | 2,58 | 36,26 | 3,99 | 1,23 | 0,14 | 17,13 | 1,88 | 0,029 | 88,15 | 89,00 |

• *Var. macrophysa* o *Var. longiseta* + *Var. ovatum*

TABLA 2. Contenidos orgánicos (proteínas, nitrogeno, carbohidratos, grasas, fósforo total, razón N/P), inorgánicos (cenizas) y hídrico de las macroalgas de acuerdo a la división a que pertenecen

| DIVISION | ESPECIE | PROTEÍNAS % SECO | NITRÓGENO % | CARBOHIDRATOS % SECO | GRASAS % SECO | CENIZAS % SECO | FOSFORO % | N/P | HUMEDAD % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Chlorophyta | *Ulva fasciata* | 18,47 | 2,95 | 50,01 | 6,77 | 12,89 | 0,088 | 33,50 | 86,59 |
| | *Halimeda tuna* | 0,79 | 0,13 | 4,36 | 0,52 | 92,64 | 0,056 | 2,28 | 61,83 |
| | *Ulva fasciata* | 18,74 | 3,00 | 42,40 | 8,16 | 14,18 | 0,098 | 30,66 | 87,72 |
| | * *Caulerpa racemosa* | 16,30 | 2,61 | 52,32 | 5,70 | 6,68 | 0,189 | 13,78 | 91,06 |
| | *Ulva fasciata* | 16,26 | 2,60 | 47,10 | 0,60 | 20,62 | 0,143 | 18,17 | 90,41 |
| | *Udotca flabellum* | 4,03 | 0,65 | 32,82 | 5,00 | 40,55 | 0,112 | 5,76 | 76,97 |
| | o *Caulerpa sertularioides* | 18,79 | 3,01 | 37,89 | 2,67 | 12,32 | 0,239 | 12,57 | 90,92 |
| | *Ulva fasciata* | 14,30 | 2,29 | 36,34 | 16,86 | 19,88 | 0,125 | 18,35 | 92,33 |
| | o *Caulerpa sertularioides* | 10,39 | 1,66 | 27,89 | 8,61 | 6,27 | 0,219 | 7,61 | 89,89 |
| | o *Caulerpa sertularioides* | 32,81 | 5,25 | 32,41 | 11,02 | 7,22 | 0,229 | 22,97 | 91,02 |
| | o *Caulerpa sertularioides* | 31,70 | 5,07 | 37,98 | 4,33 | 10,22 | 0,124 | 40,77 | 84,81 |
| | * *Caulerpa racemosa* | 16,86 | 2,70 | 46,22 | 9,64 | 12,72 | 0,127 | 21,24 | 92,50 |
| | *Ulva perforata* | 17,14 | 2,74 | 39,99 | 16,18 | 16,38 | 0,075 | 36,53 | 89,15 |
| | *Ulva perforata* | 18,62 | 2,98 | 37,06 | 14,63 | 15,19 | 0,066 | 44,94 | 90,35 |
| | * *Caulerpa racemosa* | 25,80 | 4,13 | 43,18 | 6,24 | 7,83 | 0,223 | 18,56 | 95,09 |
| | * *Caulerpa racemosa* | 29,61 | 4,74 | 41,57 | 4,11 | 7,88 | 0,251 | 18,85 | 95,45 |
| | *Ulva perforata* | 16,14 | 2,58 | 36,26 | 1,23 | 17,13 | 0,029 | 88,15 | 89,00 |
| PROMEDIOS | | 18,03 | 2,89 | 37,98 | 7,19 | 18,90 | 0,140 | 25,57 | 87,95 |
| Phaeophyta | *Padina sp.* | 39,84 | 6,37 | 16,94 | 12,81 | 14,67 | 0,225 | 28,33 | 90,02 |
| | + *Sargassum polyceratium* | 14,23 | 2,28 | 27,82 | 8,44 | 21,63 | 0,078 | 29,04 | 91,02 |
| | *Padina sp.* | 22,89 | 3,66 | 26,63 | 8,84 | 24,37 | 0,174 | 21,10 | 90,86 |
| | + *Sargassum polyceratium* | 7,09 | 1,13 | 28,08 | 13,86 | 15,59 | 0,069 | 16,51 | 91,13 |
| | *Padina sp.* | 17,54 | 2,81 | 24,29 | 13,39 | 13,96 | 0,189 | 14,82 | 86,42 |
| | *Sargassum cymosum* | 13,08 | 2,09 | 29,16 | 5,96 | 16,68 | 0,101 | 20,81 | 89,20 |
| | + *Sargassum polyceratium* | 8,84 | 1,41 | 32,08 | 0,60 | 17,43 | 0,038 | 37,41 | 86,42 |
| | *Dictyota cervicornis* | 16,89 | 2,70 | 26,06 | 3,81 | 7,52 | 0,106 | 25,40 | 90,31 |
| Rhodophyta | *Gracilaria sp* | 32,43 | 5,19 | 40,76 | 3,00 | 6,34 | 0,127 | 40,79 | 91,67 |
| | *Agardhiella sp.* | 27,97 | 4,48 | 22,67 | 5,25 | 13,50 | 0,187 | 23,90 | 92,98 |
| | *Bryocladia thysigera* | 30,04 | 4,81 | 26,84 | 2,00 | 26,69 | 0,218 | 22,04 | 92,83 |
| | *Acanthophora spicifera* | 22,25 | 3,56 | 40,50 | 7,11 | 14,15 | 0,040 | 88,33 | 96,54 |
| | *Acanthophora spicifera* | 16,13 | 2,58 | 37,27 | 6,70 | 19,48 | 0,034 | 75,26 | 97,03 |
| PROMEDIOS | | 25,76 | 4,12 | 33,61 | 4,81 | 16,03 | 0,120 | 52,64 | 94,21 |

* *Var. macrophysa* o *Var. longiseta* + *Var. ovatum*

contrario a lo obtenido por FONTAINE y BONILLA (1978), donde los máximos valores promedios tanto de proteínas como nitrógeno se encontraron en la división Chlorophyta. Quizás esta discrepancia en las divisiones, es debido a la variabilidad de las condiciones ecológicas y geoquímicas en las divergentes medios ambientales donde se obtuvieron las macroalgas, lo cual afecta el comportamiento fisiológico de la planta, determinando variaciones de la composición química de las algas.

Los valores promedios más altos del contenido protéico y de nitrógeno (Tabla 3) son registrados en las algas de la Bahía de Pozuelos (22,77 % - 3,64 % respectivamente) y el más bajo en las Bahía de Mochima (13,71 % y 2,19 %). La especie *Padina sp.* en la estación 2 de la Bahía de Mochima mostró valores de proteínas y nitrógeno muy por debajo de los obtenidos para la misma alga en Bahía de Pozuelos y ligeramente inferiores a los valores de la estación 1 de la Bahía de Mochima, este mismo fenómeno se presentó para la especie *Sargassum polyceratium*, con valores altos (14,23 % y 2,28 % resqectivamente) en Bahía de Pozuelos y concentraciones bajas en la estación 1 de Bahía de Mochima (8,84 % y 1,41 % respectivamente), pero ligeramente superior a los valores de proteínas (7,09 % y nitrógeno, 1,13) de la estación 2.

Estas discrepancias en el contenido proteíco en una especie de la misma localidad y en localidades diferentes, se puede atribuir a las divergencias bioecológicas existentes entre las dos bahías, ya que el habitat de ésta especie en la Bahía de Pozuelos está influida por la descarga de desechos domésticos e industriales y por la circunnavegación de diferentes tipos de embarcaciones. Esto contribuye al enriquecimiento en elementos nutritivos del medio donde proliferan estas algas; estando reflejado en las concentraciones de nitrógeno (proteínas) asimilado y acumulado en los tejidos en cambio, Bahía de Mochima no presenta estas alteraciones ambientales. Las diferencias de las concentraciones de proteínas y nitrógeno entre las algas de las diferentes estaciones en una misma localidad,puede deberse a las condiciones intrínsicas de la planta.

Por otra parte, la diferencia en el contenido proteíco entre diferentes especies y en una misma especie también podría relacionarse con el estado de desarrollo del alga, FONTAINE y BONILLA, 1978; ROSEMBERG y RAMUS, 1982, aducen que las reservas de nitrógeno tisular son agotadas proporcionalmente a la tasa de crecimiento del alga, y que el nitrógeno presente en ellas, depende de la habilidad que tenga éstas para su acumulación. BLACK y DEWAR (1949), señalan que durante el crecimiento de las algas, las reservas de proteínas son utilizadas para producir protoplasma y síntesis de proteínas.

Es interesante señalar el hecho de que el alga verde *Halimeda tuna* de Bahía de Pozuelos presenta los valores mínimos de proteínas y nitrógeno, esto es lógico, por su condición de alga calcárea, estando formada en su mayor parte por componentes inorgánicos, de allí que los constituyentes orgánicos esten presentes en mínimas concentraciones.

A pesar de las discrepancias obtenidas en el contenido proteíco y nitrogenado de las algas según las Tablas 1 al 3, el análisis estadístico de varianza sencilla (Tabla 4) para el contenido de proteínas y nitrógeno entre las divisiones resultó no significativo, al igual que para las algas recolectadas en las diferentes localidades, lo que prueba que no hay una marcada diferencia entre las divisiones, ni entre las algas de las distintas áreas de estudios.

CARBOHIDRATOS:

En general, al contenido de carbohidratos oscilan entre 52,32 % en *Caulerpa racemosa* de la Bahía de Mochima a 4,36 % en la especie *Halimeda tuna* obtenida en Bahía de Pozuelos (Tablas 1 a 3), presentándo la división Chlorophyta el mayor valor promedio de carbohidratos (37,99 %) y la concentración más baja las Phaeophyta (26,38 %).

Las macroalgas en general presentaron alto contenido de carbohidratos (Tabla 1 a 3) en comparación con los demás componentes orgánicos e inorgánicos. Esto mismo fue señalado por FONTAINE y BONILLA (1978) y DÍAZ-PIFERRER (1959), quienes determinaron que los hidratos de carbono son los componentes químicos más abundantes en las macroalgas. Esto se debe a que los carbohidratos desempeñan una importante función como reserva energética de las algas resultante del proceso fotosintético, además contribuyen a la biosíntesis de casi todos los componentes orgánicos que la conforman. ROSEMBERG y RAMUS (1978), BLACK y DEWAR (1949), relacionaron la asimilación de carbohidratos con períodos de intensa actividad

TABLA 3 - Constituyentes orgánicos e inorgánicos y contenido hídrico de las macroalgas de acuerdo a las localidades

| LOCALIDAD | ESPECIE | PROTEÍNAS SECO | NITRÓGENO % | CARBOHIDRATOS SECO | GRASAS SECO | CENIZAS SECO | FOSFORO % | N/P | HUMEDAD % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bahía de Pozuelos | *Acanthophora spicifera* | 22,25 | 3,56 | 40,50 | 7,11 | 14,15 | 0,040 | 88,33 | 96,54 |
| | + *Sargassum polyceratium* | 14,23 | 2,28 | 27,82 | 8,44 | 21,63 | 0,078 | 29,04 | 91,02 |
| EST. 1 | *Halimeda tuna* | 0,79 | 0,13 | 4,36 | 0,52 | 92,64 | 0,056 | 2,28 | 61,83 |
| | *Ulva fasciata* | 18,74 | 3,00 | 42,40 | 8,16 | 14,18 | 0,098 | 30,66 | 87,72 |
| | *Padina sp.* | 22,89 | 3,66 | 26,63 | 8,84 | 24,37 | 0,174 | 21,10 | 90,86 |
| PROMEDIOS | | 17,56 | 2,74 | 26,38 | 8,67 | 16,48 | 0,120 | 24,18 | 89,42 |
| | *Padina sp.* | 39,84 | 6,37 | 16,94 | 12,81 | 14,67 | 0,225 | 28,33 | 90,02 |
| EST 2. | *Gracilaria sp* | 32,43 | 5,19 | 40,76 | 3,00 | 6,34 | 0,127 | 40,79 | 91,67 |
| | *Ulva fasciata* | 18,47 | 2,95 | 50,01 | 6,77 | 12,89 | 0,088 | 33,50 | 86,59 |
| EST. 3. | *Agardhiella sp.* | 27,97 | 4,48 | 22,67 | 5,25 | 13,50 | 0,187 | 23,90 | 92,98 |
| | *Bryocladia thysigera* | 30,04 | 4,81 | 26,84 | 2,00 | 26,69 | 0,218 | 22,04 | 92,83 |
| PROMEDIOS | | 22,71 | 3,44 | 29,89 | 6,29 | 24,11 | 0,130 | 32,00 | 88,21 |
| Bahía de Mochima | | | | | | | | | |
| | + *Sargassum polyceratium* | 8,84 | 1,41 | 32,08 | 0,60 | 17,43 | 0,038 | 37,41 | 86,42 |
| EST. 1 | *Dictyota cervicornis* | 16,89 | 2,70 | 26,06 | 3,81 | 7,52 | 0,106 | 25,40 | 90,31 |
| | *Ulva fasciata* | 16,26 | 2,60 | 47,10 | 0,60 | 20,62 | 0,143 | 18,17 | 90,41 |
| EST. 2 | + *Sargassum polyceratium* | 7,09 | 1,13 | 28,08 | 13,86 | 15,59 | 0,069 | 16,51 | 91,13 |
| | * *Caulerpa racemosa* | 16,30 | 2,61 | 52,32 | 5,70 | 6,68 | 0,189 | 13,78 | 91,06 |
| | *Padina sp.* | 17,54 | 2,81 | 24,29 | 13,39 | 13,96 | 0,189 | 14,82 | 86,42 |
| EST. 3 | *Sargassum cymosum* | 13,08 | 2,09 | 29,16 | 5,96 | 16,68 | 0,101 | 20,81 | 89,20 |
| PROMEDIOS | | 13,71 | 2,19 | 34,16 | 6,27 | 14,07 | 0,120 | 20,99 | 89,28 |

TABLA 3 - CONTINUACION .....

| LOCALIDAD | ESPECIE | PROTEÍNAS SECO | NITRÓGENO % | CARBOHIDRATOS SECO | GRASAS SECO | CENIZAS | FOSFORO | N/P | HUMEDAD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Laguna La Restinga | | | | | | | | | |
| EST. 1 | o *Caulerpa sertularioides* | 10,39 | 1,66 | 27,89 | 8,61 | 6,27 | 0,219 | 7,61 | 89,89 |
| EST. 2 | *Ulva fusciata* | 14,30 | 2,29 | 36,34 | 16,86 | 19,88 | 0,125 | 18,35 | 92,33 |
| EST. 3 | o *Caulerpa sertularioides* | 32,81 | 5,25 | 32,41 | 11,02 | 7,22 | 0,229 | 22,97 | 91,02 |
| | *Udolca flabellum* | 4,03 | 0,65 | 32,82 | 5,00 | 40,55 | 0,112 | 5,76 | 76,97 |
| EST. 4 | o *Caulerpa sertularioides* | 18,79 | 3,01 | 37,89 | 2,67 | 12,32 | 0,239 | 12,57 | 90,92 |
| | o *Caulerpa sertularioides* | 31,70 | 5,07 | 37,98 | 4,33 | 10,22 | 0,124 | 40,77 | 84,81 |
| PROMEDIOS | | 18,67 | 2,99 | 34,22 | 8,08 | 16,08 | 0,180 | 18,01 | 87,66 |
| Laguna Las Maritas | | | | | | | | | |
| EST. 1 | *Ulva perforata* | 18,62 | 0,98 | 37,06 | 14,63 | 15,91 | 0,066 | 44,94 | 90,35 |
| EST. 2 | *Ulva perforata* | 17,14 | 2,74 | 39,99 | 16,18 | 16,38 | 0,075 | 36,53 | 89,15 |
| EST. 3 | • *Caulerpa recemosa* | 25,80 | 4,13 | 43,18 | 6,24 | 7,83 | 0,223 | 18,56 | 95,09 |
| | *Acanthophora spicifera* | 16,13 | 2,58 | 37,27 | 6,70 | 19,48 | 0,034 | 75,26 | 97,03 |
| EST. 4 | • *Caulerpa recemosa* | 29,61 | 4,74 | 41,57 | 4,11 | 7,88 | 0,251 | 18,85 | 95,45 |
| | *Ulva perforata* | 16,14 | 2,58 | 36,26 | 1,23 | 17,13 | 0,029 | 88,15 | 89,00 |
| EST. 5 | • *Caulerpa recemosa* | 16,86 | 2,70 | 46,22 | 9,64 | 12,72 | 0,127 | 21,24 | 92,50 |
| PROMEDIOS | | 20,04 | 3,21 | 40,22 | 8,39 | 13,90 | 0,180 | 43,36 | 92,65 |

• *Var. macrophysa*
o *Var. longiseta*
\+ *Var. ovatum*

TABLA 4.- Analisis de varianza sencillo para las divisiones y localidades de acuerdo al contenido de proteínas, nitrógeno, carbohidratos, grasas, cenizas, fósforo total, razón N/P, humedad en las macroalgas.

| % PESO SECO | DIVISIONES | LOCALIDADES |
|---|---|---|
| Proteínas | Fs = 1,7538 N.S. | Fs = 1,4213 N.S. |
| Nitrógeno | Fs = 1,6825 N.S. | Fs = 0,0314 N.S. |
| Carbohidratos | Fs = 4,3542 * | Fs = 1,4876 N.S. |
| Grasas | Fs = 0,9180 N.S. | Fs = 0,4030 N.S. |
| Cenizas | Fs = 0,0935 N.S. | Fs = 0,8040 N.S. |
| Fósforo | Fs = 0,2549 N.S. | Fs = 0,7288 N.S. |
| Razón N/P | Fs = 3,7667 * | Fs = 2,2424 N.S. |
| Humedad | Fs = 1,9348 N.S. | Fs = 0,8383 N.S. |

Fs = Valor experimental de la relación de las varianzas
N.S. = No significativo
* = Significativo

fotosintética, rápido crecimiento de las algas y un decrecimiento en los niveles de proteínas.

A nivel de especies (Tabla 1) se encontró un comportamiento inverso, ya que las algas con altas concentraciones de carbohidratos presentan bajos valores de proteínas. Similar fenómeno reportó ZAVODNIK (1973) en *Fucus virsoides*; igualmente ROSEMBERG y RAMUS (1978) y FONTAINE y BONILLA (1978), quienes encontraron relación inversa entre los hidratos de carbono y los compuestos orgánicos y el nitrógeno soluble.

A nivel de división (Tabla 2) el contenido de carbohidratos presenta el mismo fenómeno obtenido a nivel de especies, es decir, que altos valores de carbohidratos señalan bajas concentraciones de proteínas; encontrándose estos carbohidratos en forma decreciente en las divisiones Chlorophyta, Rhodophyta y Phaeophyta. FONTAINE y BONILLA (1978) obtuvieron altos valores de carbohidratos en las algas rojas (49,18 %), siguiendo en orden decreciente las algas verdes (39,29 %) y las pardas (28,40 %).

La Tabla 3 señala que el valor promedio alto del contenido de carbohidratos se registró en las algas de la Laguna Las Maritas (40,22 %) y el mínimo en las de la Bahía de Pozuelos (29,89 %), presentando las macroalgas de la Laguna La Restinga (34,22 %) y Bahía de Mochima (34,16 %), promedios muy similares, apreciamos que las algas pertenecientes a los géneros *Caulerpa y Ulva* presentan los valores más altos del contenido de carbohidratos. Los valores promedios similares en las algas de la Bahía de Mochima y Laguna La Restinga, se deben a que las concentraciones de este parámetro son muy parecidas entre las diferentes especies de esas dos localidades, por otra parte, debido a que las condiciones ambientales (aporte de nutrientes) son favorables para el florecimiento de las macroalgas en esas dos áreas. Estos valores de carbohidratos también están reflejando que las macroalgas quizás tengan un estado de desarrollo semejante.

Es interesante señalar en Bahía de Pozuelos, una gran discrepancia en el contenido de carbohidratos entre las especies y estaciones no así, en las otras áreas de estudio (Tabla 3), esto quizás, como se aduce antes se debe a las alteraciones ambientales imperantes en ese biotópo, por otra parte, puede influir el estado fisiológico de cada alga en particular.

El análisis de varianza sencilla para el contenido de carbohidratos resultó ser no significativo entre las algas de las diferentes localidades de estudio, indicando que no presentan diferencias significativas, en cambio para las divisiones refleja que existe diferencias significativas entre las Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta (Tabla 4). La prueba a posteriori de Duncan (Tabla 5 Fig. 2A), señala que la Chlorophyta presentan mayor contenido de hidratos de carbono, las Phaeophyta los valores más bajos y las Rhodophyta en posición intermedia. FONTAINE y BONILLA (1978) reportan los mayores valores de carbohidratos para la división Rhodophyta (49,43 %); quizás los valores relativamente bajos de las algas rojas (33,61 %) en comparación con las algas verdes (37,99 %), obtenidos en este trabajo se deba al escaso número de especies encontradas en la división Rhodophyta, por otra parte, puede estar influyendo en el desarrollo biológico y edad del alga, la cual a medida que madura puede acumular mayor cantidad de hidratos de carbonos, FONTAINE y BONILLA (1978).

La alta concentración de carbohidratos obtenida en la división Chlorophyta (Tablas 2 y 5) se debe

TABLA 5.- Comparación a posteriori del contenido de carbohidratos (A) y la razón N/P (B) en las divisiones Rhodophyta, Phaeophyta y Clorophyta.

A

| FUENTE | N | RECORRIDO | $\bar{X}$ | $S\bar{x}$ | D |
|---|---|---|---|---|---|
| Phaeophyta | 8 | 24,81 - 27,95 | 26,38 | 1,57 | |
| Rhodophyta | 5 | 29,89 - 37,33 | 33,61 | 3,72 | |
| Chlorophyta | 17 | 35,37 - 40,61 | 37,99 | 2,62 | |

B

| FUENTE | N | RECORRIDO | $\bar{X}$ | $S\bar{x}$ | D |
|---|---|---|---|---|---|
| Phaeophyta | 8 | 21,56 - 26,80 | 24,18 | 2,62 | |
| Chlorophyta | 17 | 20,67 - 30,47 | 25,57 | 4,90 | |
| Rhodophyta | 5 | 37,77 - 67,51 | 52,64 | 14,87 | |

N= Número de datos
$\bar{X}$= Media
Sx= Error típico de la media.
D = Prueba de Duncan.
Nivel de significación = 0,05

a los valores aportados por las especies *Caulerpa racemosa* (46,22 - 52,32 %) y *Ulva fasciata* (47,19 % - 50,01 %). FONTAINE y BONILLA (1978), también reportan a la especie *Caulerpa racemosa* con los valores más altos en carbohidratos; JOLY (1967) aduce que la familia Caulerpaceae a la cual pertenece la especie *Caulerpa racemosa* se caracteriza por poseer numerosas trabéculas de celulosa atravesando la cavidad central y en todas direcciones; ésta es una de las razones que explica el alto contenido de carbohidratos en esta especie.

GRASAS:

En general, las macroalgas (Tablas 1 a 3) presentaron bajos porcentajes de grasas, observándose el valor máximo (16,86 %) en *Ulva fasciata* de Laguna La Restinga y el mínimo (0,52 %) en *Halimeda tuna* en Bahía de Pozuelos.

El valor promedio de las grasas (Tabla 2) en las algas es superior en la división Phaeophyta (8,67 %) y con una concentración ligeramente inferior en las Chlorophyta (7,19 %), siendo sus valores muy bajos en las Rhodophyta (4,81 %). FONTAINE y BONILLA (1978) señalan a las Phaeophyta como la división de mayor valor promedio en grasas (4,82 %), siendo este valor comparable con el promedio más bajo obtenido en este trabajo; por las condiciones ambientales más apropiadas para el metabolismo celular de las grasas que los valores registrados por FONTAINE y BONILLA (1978), o posiblemente las macroalgas reportadas por éstos autores estaban sometidos a una alta actividad energética que conllevaron al desgaste de su energía de reserva.

Según la Tabla 3, los valores promedios de grasas en las macroalgas de las localidades en estudio no presentan fluctuaciones ni diferencias entre sí. Es interesante resaltar que las máximas concentraciones promedio se obtuvieron en las algas de las Lagunas Las Maritas (8,39 %) y La Restinga (8,08 %) y los valores bajos y similares en las de Bahía de Pozuelos (6,29 %) y Bahía de Mochima (6,27 %). También observamos comparativamente que los valores de las grasas para las algas pertenecientes al género *Ulva*, en diferentes localidades presentan una apreciable discrepancia, esto puede estar relacionado con la edad de la planta, ya que en los primeros estadíos de su desarrollo presenta valores de grasas más altos que en el período de florecimiento y madurez, donde las grasas son utilizadas por ser constituyentes esenciales de las membranas celulares.

El análisis de varianza sencilla para el contenido de las grasas a nivel de divisiones, como para las algas en los diferentes sitios de muestro, indica que no existe diferencias significativas entre las Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodohyta, igualmente no hay una marcada discrepancia entre las algas de las cuatro localidades (Tabla 4).

CENIZAS:

El contenido de cenizas en las macroalgas (Tabla 1 a 3) fluctua entre 6,27 % en la especie *Caulerpa sertulariodes* de la Laguna La Restinga y 92,64 % en el alga *Halimeda*

*tuna* de Bahía de Pozuelos; correspondiéndole a las algas pertenecientes a las divisiones Chlorophyta el mayor valor promedio (18,90 %), ligeramente superior al de ;as Phaeophyta (16,48 %) y las Rhodophyta (16,03), presentando estas dos divisiones el contenido de cenizas muy similar; ésta ligera superioridad en el contenido de cenizas de las algas verdes con respecto a las otras dos divisiones se puede atribuir a la presencia de las especies *Halimeda tuna* y *Udotea flabellum* las cuales muestran apreciable concentración de cenizas (92,64 % y 40,55 %), respectivamente. Esto se corrobora en la Tabla 3, por el hecho de que las algas de las localidades de Bahía de Pozuelos y Laguna La Restinga, contienen los porcentajes promedios más altos (24,11 % y 16,08 %), debido a la presencia de éstas macroalgas, tienen los más bajos valores de contenido hídrico, y menor contenido orgánico con respecto a las demás especies.

La concentración de cenizas entre diferentes especies concuerda con lo hallado por FONTAINE y BONILLA (1978), PAREKH y DAVE (1977) y SIVALINGAM (1978), quienes aducen que esto probablemente se deba a variaciones fisiológicas entre las especies. Sin embargo, a nivel de división para las Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta, los valores promedios del contenido de cenizas en el trabajo son inferiores a los reportados por FONTAINE y BONILLA (1978) , quizás esto se deba a que son áreas de estudio diferentes, con condiciones ambientales divergentes, lo que afecta la constitución intrínsica de cada planta en particular.

DÍAZ-PIFERRER (1964), aduce que las algas son una excelente fuente de sustancias inorgánicas debido a que incorporan en su protoplasma todos los elementos disueltos en el agua de mar y los mantiene a una concentración varias veces mayor a como se encuentran en el medio ambiente marino. DÍAZ (1972) y DE FRANCCESCHI (1973) comprobaron que las cenizas de las algas estimulan la actividad glandular en experiencias de engorde de aves de corral alimentadas con harinas de alga, debido al elevado contenido mineral.

El análisis de varianza sencilla para el contenido de cenizas entre las divisiones, y las algas de las diferentes localidades muestreadas, resultó ser no significativo (Tabla 4), lo cual indica que no hubo diferencias notables entre las Chlorophyta, Phaeophyta y Rodophyta, y las algas recolectadas en las cuatros localidades.

FOSFORO TOTAL:

En general, el contenido de fósforo (Tabla 1) es bajo, observándose la concentración más alta (0,251 %) en la especie *Caulerpa racemosa* y el valor más bajo (0,029 %) en la especie *Acanthophora specifera.* Según la Tabla 2 la división Chlorophyta, presenta un valor promedio ligeramente superior (0,14 %) al de las Phaeophyta y Rhodophyta (0,12 %), este fenómeno concuerda con el reportado por FONTAINE y BONILLA (1978), pero con concentraciones de fósforo muy superiores. Estas discrepancias en el contenido de fósforo de las algas estudiadas en este trabajo y las reportadas por Fontaine y Bonilla (1978), se debe a las divergentes condiciones ecológicas entre las áreas donde se recolectaron las macroalgas, lo que determina de acuerdo a los datos obtenidos, que debe existir una relación entre los nutrientes disueltos en el agua y la concentración de fósforo existente en los tejidos de las algas.

A nivel de localidades, el valor promedio más alto (0,18 %) de fósforo se obtuvo en las algas de la Laguna La Restinga, siguiendo en orden de importancia las de la Laguna Las Maritas (0,16%) y con los valores casi similares las de la Bahía de Pozuelos (0,13%) y Bahía de Mochima (0,12%). Es relevante el hecho de que las algas recolectadas en Laguna La Restinga presentan los mayores valores del contenido de Fósforo, quizás se puede considerar que esta localidad ofrece a las macroalgas una mejor capacidad de captación de éste elemento desde el medio acuoso.

No se observa (Tabla 3) una discrepancia apreciable en el contenido de fósforo para una misma especie colectada en diferentes estaciones y localidades; esto es contrario a lo reportado por FONTAINE y BONILLA (1978).

El análisis de varianza sencilla para el contenido de fósforo entre las divisiones, y las algas en las diferentes localidades, resultó no significativo, señalando que no existe una fluctuación marcada entre las tres divisiones (Clorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta) y para las macroalgas colectadas en las Bahías de Pozuelos y Mochima, las Lagunas Restinga y Maritas.

RAZON N/P:

La relación nitrógeno/fósforo se presenta muy irregular

(Tabla 1), como una consecuencia, de la discrepancia en la concentración de nitrógeno y fósforo, a nivel de divisiones, especies y éstas en las distintas localidades. La razón N/P, presenta sus máximos valores en las especies *Acanthophora spicifera* (88,33) y *Ulvas perforata* (88,15) pertenecientes a las localidades de Bahía de Pozuelos y Laguna Las Maritas respectivamente, y su valor mínimo )2,28) en el alga *Halimeda tuna*, recolectada en Bahía de Pozuelos.

Según la Tabla 2, a nivel de divisiones el mayor valor promedio de la razón N/P se obtuvo en las Rhodophyta (52,64) y valores muy inferiores, con un comportamiento similar en las divisiones Chlorophyta (25,57%) y Phaeophyta (24,18). La razón N/P de las macroalgas en las distintas estaciones y localidades, presenta mucha irregularidades (Tabla 3), apreciándose el mayor valor promedio en las algas de Laguna Las Maritas (43,36) siguiendo en orden decreciente las de Bahía de Pozuelos (32,00), las de la Bahía de Mochima (20,44) y las de Laguna La Restinga (18,01).

Se destaca que a nivel de especies, de divisiones y de localidades los valores de las razones N/P, distan mucho del valor obtenido para el agua de mar, razón 16 : 1 siendo comparables a los valores extremos de la razón N/P (5:1 y 25:1) reportados para aguas costeras. Sin embargo, cuando las algas florecen en un medio empobrecido en un nutriente, las células asimilan preferentemente un nutriente especifico. Aplicando esto, a los valores extremos obtenidos de la razón N/P refleja que esto es un estado transitorio durante el desarrollo del alga con una mayor incorporación de nitrógeno.

A pesar de la gran discrepancia de la razón N/P entre las diferentes especies y en una misma especie de las distintas localidades, cuando se realizó la prueba estadística de variabilidad ésta resultó no significativas para las algas en las diferentes localidades, señalando que no hubo entre ellas diferencias notables. El análisis estadístico entre las divisiones arrojó un resultado positivo indicando que existe diferencias en los valores entre las algas pertenecientes a las distintas divisiones (Tabla 4).

La prueba *a posteriori* de DUNCAN (Tabla 5, Fig. 3B) señala que en las Rhodophita la razón N/P es mayor en comparación con las Phaeophyta y Chlorophyta, no habiendo diferencias significativas entre éstas, sugiriendo que en las algas rojas la concentración de nitrógeno (2,58% a 5,18%) es mayor en comparación con las Chlorophyta (0,13% a 6,37%) y Phaeophyta (1,13% a 3,68%) y esto puede sugerir que el nitrógeno es el factor limitante en las macroalgas estudiadas.

HUMEDAD:

En general, se aprecia en la Tabla 1, que la fluctuación del contenido hídrico en las macroalgas por especies no es tan marcado, variando entre 97,03% (*Acanthophora spicifera*) y 86,42% (*Padina sp y Sargassum polyceratium*) a excepción de los porcentajes de 61,83% (*Halimeda tuna*) y 76,97% (*Udotea flabellum*). El bajo contenido hídrico observado en las macroalgas *Halimeda tuna* y *Udotea flabellum*, puede ser atribuido a su constitución interna, ya que tienen la tendencia a acumular carbonato de calcio en comparación con las otras especies estudiadas.

A nivel de división (Tabla 2) se aprecia que las Rhodophyta presentan el valor promedio más alto (94,21%) del contenido hídrico, siguiendo en orden decreciente las Phaeophyta (89,42%) y las Chlorophyta (87,95%). Estos valores del contenido de agua en las macroalgas, por divisiones, son contrario (Chlorophyta, 89,43%); Rodophyta, 86,18% y Phaeophyta, 85,20%) a los reportados por FONTAINE y BONILLA (1978).

Las macroalgas rojas presentan un contenido de agua por encima del 90% y según FONTAINE y BONILLA (1978), el contenido hídrico varía de acuerdo al desarrollo de la planta siendo, mayor en las plantas jóvenes que las adultas, de acuerdo a esto, en esta investigación se consideran a las macroalgas de la división Rhodophita como plantas más jóvenes que la Chlorophyta y Phaeophyta.

El contenido de agua en una misma especie de macroalgas, en las diferentes estaciones y localidades no presenta mucha variabilidad (Tabla 3), correspondiéndole el mayor promedio en el porcentaje de agua (92,25%) a las algas de la Laguna Las Maritas, y con valores cercanos a estos las de la Bahía de Mochima (89,28%), Bahía de Pozuelos (88,21%) y Laguna La Restinga (87,66 %).

La prueba estadística de análisis de varianza sencilla aplicada al contenido hídrico para las tres divisiones resultó no significativo, igualmente para las algas pertenecientes a las cuatro localidades, lo que indica, que no hay

diferencias apreciables entre las divisiones, ni entre las especies de las cuatro localidades muestreadas (Tabla 4).

El contenido de los diferentes parámetros químicos obtenidos, reveló fluctuaciones entre las diferentes especies y en una misma especie en las distintas localidades. FONTAINE y BONILLA (1978), señalaron para las especies *Padina gymnospora* y *P. vickersiae* porcentajes de proteínas (8,62%-19,87%) muy por debajo al encontrado en este trabajo para *Padina sp.* (39,84%) recolectada en la Bahía de Pozuelos, pero parecido al registrado (17,54%) para la misma especie localizada en Bahía de Mochima. La Chlorophyta *Caulerpa racemosa* presentó altos valores de carbohidratos y bajos porcentajes de cenizas, algo similar fue reportado por FONTAINE y BONILLA (1978), al contrario PAREK y DAVE (1977) reportan concentraciones altas de cenizas para el género CAULERPA, quizás las discrepancias en el contenido de cenizas en éste género, se debe a que las macroalgas crecieron en diferentes medios ambientales: así mismo señala porcentajes elevados de cenizas para el género *Udotea* hecho que concuerda con lo hallado en esta investigación para *Udotea flabellum*. Es interesante señalar que las especies *Halimeda tuna* y *Udotea flabellum* pertenecientes a la familia Udoteacea, con altas concentraciones de cenizas y bajo contenido orgánico; esto debido a su misma constitución interna de ser algas calcáreas, las cuales forman extracelularmente cristales de carbonato de calcio (aragonita) en los espacios interutriculares del talo. (LEWIN, 1962 y DARLEY, 1974).

Según FONTAINE y BONILLA (1978), uno de los factores que influyen en la disimilitud de la composición química de las algas es la concentración de nutrientes disueltos en el agua de mar, sin embargo, en esta investigación la prueba de variabilidad señala que en las diferentes localidades los valores de los parámetros hidrográficos e hidroquímicos no influyeron marcadamente en la concentración de los constituyentes orgánicos e inorgánicos, ya que los análisis estadísticos aplicados entre las algas de los diferentes áreas de estudio arrojaron un resultado no significativo que indica la no existencia de discrepancias notables en el contenido de proteínas, nitrógeno, carbohidratos, grasas, cenizas, fósforo, razón N/P y humedad en las algas recolectadas en Bahía de Pozuelos, Bahía de Mochima, Laguna La Restinga y Laguna Las Maritas. Se podría explicar las divergencias en la composición química que limitan la concentración de los diferentes componentes orgánicos e inorgánicos entre las macroalgas, la cual es debida más que todo al estado o condición intrínsica de cada planta en particular, como crecimiento, edad del alga, estado de madurez y requerimiento fisiológicos del alga.

2. ELEMENTOS TRAZAS:

El contenido de elementos trazas (cobre, manganeso, hierro y zinc) en catorce especies diferentes de macroalgas marinas, se representan en las tablas del 6 al 8 de acuerdo a especies, divisiones y localidades.

En general se observa (Tabla 6) que existen diferencias en el contenido de metales trazas entre las diferentes especies y en una misma especie; BLACK y MITCHELL (1952) señalan que las concentraciones de los elementos trazas varían de acuerdo a las especies y que sus concentraciones son más altas que las encontradas en el medio circundante: FUGE y JAMES (1973) aducen que las concentraciones de los elementos trazas fluctuan entre diferentes especies de la misma localidad, fenómeno similar se encontró en las macroalgas de las localidades en estudio.

COBRE:

El contenido de cobre oscila entre 0,58 µg/g, correspondiente a el *Ulva fasciata* de Bahía de Mochima y 28,11 µg/g en *Acanthophora spicifera* recolectada en Bahía de Pozuelos (Tablas 6 y 7).

De acuerdo a la división a que pertenecen estas macroalgas (Tabla 7), se aprecia que las Phaeophyta poseen la mayor concentración de cobre (10,52 µg/g), siguiendole en importancia las Rhodophyta con un valor de 9,64 µg/g y con la mínima concentración las Chlorophyta (4,48 µg/g) indicando que posiblemente las dos primeras tienen mayor capacidad para la absorción de cobre que las algas verdes. Se puede apreciar en la Tabla 8, que las especies con mayor contenido de cobre por localidades se encuentran en Bahía de Pozuelos (10,90 µg/g), y con valores muy inferiores en Laguna La Restinga (5,47 µg/g). Laguna Las Maritas (4,14 µg/g) y Bahía de Mochima (3,11 µg/g).

SALDIVIA et al (1990) señala que *Ulva fasciata* presenta más elevados valores de cobre en la localidad del Guapo que en Araya, relacionando esta discrepancia con el comportamiento fisiológico del alga y los efectos de las condi-

TABLA 6. Contenido de elementos trazas (Cu, Mn, Fe y Zn) en las diferentes macroalgas.

| ESPECIE | COBRE (Cu) µg/g SECO | COBRE (Cu) µg/g FRESCO | MANGANESO(Mn) µg/g SECO | MANGANESO(Mn) µg/g FRESCO | HIERRO (Fe) µg/g SECO | HIERRO (Fe) µg/g FRESCO | ZINC (Zn) µg/g SECO | ZINC (Zn) µg/g FRESCO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Ulva fasciata* | 5,78 | 0,78 | 0,18 | 0,02 | 143,63 | 19,27 | 80,09 | 10,74 |
| *Padina sp* | 8,97 | 0,90 | 26,08 | 2,60 | 1.889,68 | 188,53 | 247,73 | 24,72 |
| *Gracilaria sp.* | 4,79 | 0,40 | 14,93 | 1,24 | 829,64 | 69,13 | 77,94 | 6,49 |
| *Agardhiella sp.* | 11,10 | 0,78 | 2,00 | 0,14 | 269,02 | 18,90 | 138,96 | 9,76 |
| *Bryocladia thyrsigera* | 20,79 | 1,49 | 6,88 | 0,49 | 2.225,54 | 159,52 | 203,70 | 14,70 |
| *Acanthophora spicifera* | 28,11 | 0,92 | 5,90 | 0,21 | 645,16 | 22,35 | 232,48 | 8,05 |
| + *Sargassum polyceratium* | 12,85 | 1,15 | 31,17 | 2,80 | 367,61 | 33,01 | 177,20 | 15,91 |
| *Halimeda tuna* | 0,77 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 235,09 | 89,75 | 52,27 | 19,95 |
| *Ulva fasciata* | 6,82 | 0,84 | 1,47 | 0,18 | 376,19 | 46,20 | 117,16 | 14,39 |
| *Padina sp.* | 17,75 | 1,62 | 28,05 | 2,57 | 2.027,68 | 185,41 | 380,47 | 34,79 |
| • *Caulerpa racemosa* | 3,17 | 0,28 | 56,92 | 5,09 | 446,42 | 39,91 | 93,33 | 8,34 |
| *Ulva fasciata* | 0,58 | 0,06 | 3,40 | 0,33 | 511,03 | 49,01 | 178,22 | 17,09 |
| *Padina sp.* | 1,47 | 0,20 | 124,61 | 16,92 | 448,08 | 60,85 | 138,15 | 18,76 |
| *Sargassum cymosum* | 5,63 | 0,61 | 23,49 | 2,54 | 259,22 | 28,00 | 53,87 | 5,82 |
| + *Sargassum polyceratium* | 3,64 | 0,58 | 40,88 | 5,55 | 176,79 | 24,01 | 9,31 | 1,26 |
| *Dictyota cervicornis* | 4,17 | 0,40 | 36,46 | 3,53 | 835,16 | 80,93 | 93,57 | 9,07 |
| *Udotea flabellum* | 2,72 | 0,63 | 13,34 | 3,07 | 1.243,89 | 286,47 | 23,39 | 5,39 |
| o *Caulerpa sertularioides* | 2,64 | 0,24 | 3,86 | 0,35 | 638,50 | 57,98 | 82,82 | 7,52 |
| *Ulva fasciata* | 2,46 | 0,19 | 5,90 | 0,45 | 340,33 | 26,10 | 57,90 | 4,44 |
| o *Caulerpa sertularioides* | 5,77 | 0,58 | 9,04 | 0,91 | 594,05 | 60,06 | 239,99 | 24,26 |
| o *Caulerpa sertularioides* | 6,35 | 0,57 | 11,86 | 1,07 | 635,94 | 57,11 | 174,00 | 15,63 |
| o *Caulerpa sertularioides* | 12,90 | 1,96 | 39,81 | 6,05 | 1.146,54 | 174,16 | 258,81 | 39,31 |
| • *Caulerpa racemosa* | 5,25 | 0,39 | 97,97 | 7,35 | 95,26 | 7,14 | 84,32 | 6,32 |
| *Ulva perforata* | 6,06 | 0,59 | 5,73 | 0,55 | 614,36 | 59,29 | 186,70 | 18,02 |
| *Acanthophora spicifera* | 2,54 | 0,08 | 18,27 | 0,54 | 1.592,44 | 47,30 | 354,49 | 10,53 |
| • *Caulerpa racemosa* | 2,86 | 0,14 | 15,93 | 0,78 | 338,83 | 16,64 | 146,29 | 7,18 |
| • *Caulerpa racemosa* | 2,45 | 0,11 | 33,58 | 1,53 | 80,34 | 3,66 | 90,17 | 4,10 |
| *Ulva perforata* | 5,70 | 0,63 | 18,82 | 2,07 | 33,77 | 3,72 | 21,75 | 2,39 |

• Var. *macrophysa*
o Var. *longiseta*
+ Var. *ovatum*

ciones del medio ambiente. FUGE y JAMES (1973) encontraron altas concentraciones de cobre en una determinada localidad y aducen que esto refleja el elevado contenido de cobre en el medio, lo cual se confirma con los datos encontrados en este estudio.

El análisis de varianza sencilla aplicado a las macroalgas en las diferentes localidades y entre las tres divisiones estudiadas en relación a la concentración de cobre resultó no significativo, lo que señala que no existen diferencias en el contenido de este metal entre las divisiones Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta ni entre las macroalgas pertenecientes a las cuatro localidades de muestreo (Tabla 9). Sin embargo, GAMBOA (1979), a nivel de división encontró una marcada diferencia en el contenido de cobre en las Chlorophyta, Rhodophyta y Phaeophyta.

MANGANESO:

Las concentraciones de manganeso oscilan entre 0,00 µg/g en la especie *Halimeda tuna*, un valor cercano 0,18 µg/g representado por *Ulva fasciata* de Bahía de Pozuelos y 124,61 µg.g que corresponde a *Padina sp.* recolectada en Bahía de Mochima (Tabla 6, 7 y 8).

La Tabla 7 revela que las Phaeophyta presentan el mayor valor promedio (44,39 µg/g) seguida por las Chlorophyta (19,86 µg/g) y las Rhodophyta (9,60 µg/g) sin embargo, GAMBOA (1979) encontró que la división Chlorophyta presentó los valores más elevados, siendo las especies *Ulva fasciata* (126,5 µg/g) y *Ulva Lactuca* (141,6 µg/g) las de mayor contenido, por el contrario, en ésta investigación *Ulva fasciata* y *Ulva perforata* presentan los valores más bajos. Tal vez la influencia del medio circundante y el comportamiento fisiológico de las algas sean los factores que explican este fenómeno. RICE y LAPOINTE (1981) señalan que el contenido de este metal está relacionado con el tamaño de la planta y la concentración de nitrógeno tisular.

Las macroalgas de la Bahía de Mochima (47,63 µg/g) y Laguna Las Maritas (31,72 µg/g) contiene mayor valor de manganeso con respecto a las de la Laguna La Restinga (13,15 µg/g) y Bahía de Pozuelos (11,67 µg) debido al aporte de las algas verdes, pardas, de la especies, *Caulerpa racemosa* y *Padina sp* en las dos primeras localidades mencionadas (Tabla 8).

La prueba de variabilidad del contenido de manganeso (Tabla 9) para las divisiones y en las localidades resulta no significativa, lo que sugiere que entre las algas pertenecientes a las divisiones Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta no existen diferencias significativas en el contenido de manganeso al igual que en las cuatros localidades.

HIERRO:

Las tablas 6 a 8 muestran las concentraciones de hierro para las macroalgas en estudio, con valores comprendidos entre 33,77 µg/g para *Ulva perforata* en la Laguna Las Maritas y 2.225,54 µg/g en *Bryocladia thysigera* de Bahía de Pozuelos; siendo las que presentan los mayores valores (1.361,25 µg/g), siguiendo en importancia las Phaeophyta (679, 96 µg/g) y Chlorophyta (467,14 µg/g).

Las concentraciones de Fe señalan discrepancias entre las diferentes especies, en una misma especie, división y entre las algas de las localidades estudiadas, correspondiéndole a las algas de Bahía de Pozuelos la mayor concentración (887,12 µg/g), seguida en orden decreciente por la de Laguna de La Restinga (766,54 µg/g), las de la Laguna Las Maritas (459,17 µg/g) y Bahía de Mochima (446,12 µg/g). BLACK y MITCHELL (1952) indican que el contenido de ciertos metales como el hierro puede estar relacionado con el ciclo reproductivo del alga, siendo posible que el hierro sea utilizado durante la esporogénesis. RICE y LAPOINTE (1981) reportan que la acumulación de hierro en *Ulva fasciata* cultivada en el campo está controlada por el contenido de nitrógeno en el alga; esto podría explicar el alto contenido de Nitrógeno y Fe en Bahía de Pozuelos y son algunas de las razones para la divergencia de valores entre las especies e inclusive en una misma especie en la concentración de hierro,por otra parte, la influencia de medios ambientales diferentes.

El análisis de variabilidad (Tabla 9) resultó no significativo entre las algas en las diferentes localidades de muestreo, sugiriendola no discrepancia de las concentraciones de hierro entre ellas, por el contrario la prueba resultó ser muy significativa para las divisiones, señalando una diferencia apreciable en el contenido de este metal traza entre las Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta.

La prueba *a posteriori* de DUNCAN revela que las Rhodophyta presentan mayor contenido de hiero que las Chlo-

TABLA 7. Distribución del contenido de elementos trazas (Cu, Mn, Fe y Zn) de las macroalgas de acuerdo a la división a que pertenecen

| DIVISION | ESPECIE | COBRE (Cu) µg/g SECO | MANGANESO(Mn) µg/g SECO | HIERRO (Fe) mg/g SECO | ZINC (Zn) µg/g SECO |
|---|---|---|---|---|---|
| Chlorophyta | | | | | |
| | *Ulva fasciata* | 5,78 | 0,18 | 143,63 | 80,09 |
| | *Halimeda tuna* | 0,77 | 0,00 | 235,09 | 52,27 |
| | *Ulva fasciata* | 6,28 | 1,47 | 376,19 | 117,16 |
| | • *Caulerpa racemosa* | 3,17 | 56,92 | 446,42 | 93,33 |
| | *Ulva fasciata* | 0,58 | 3,40 | 511,03 | 178,22 |
| | *Udotea flabellum* | 2,72 | 13,34 | 1.243,89 | 23,39 |
| | o *Caulerpa sertularioides* | 2,64 | 3,86 | 638,50 | 82,82 |
| | *Ulva fasciata* | 2,46 | 5,90 | 340,33 | 57,90 |
| | o *Caulerpa sertularioides* | 5,77 | 9,04 | 594,05 | 239,99 |
| | o *Caulerpa sertularioides* | 6,35 | 11,86 | 635,94 | 174,00 |
| | o *Caulerpa sertularioides* | 12,90 | 39,81 | 1.146,54 | 258,81 |
| | • *Caulerpa racemosa* | 5,25 | 97,97 | 95,26 | 84,32 |
| | *Ulva perforata* | 6,06 | 5,73 | 614,36 | 186,70 |
| | • *Caulerpa racemosa* | 2,86 | 15,93 | 338,83 | 146,29 |
| | • *Caulerpa racemosa* | 2,45 | 33,58 | 80,34 | 90,17 |
| | *Ulva perforata* | 5,70 | 18,82 | 33,77 | 21,75 |
| PROMEDIOS | | 10,52 | 44,39 | 679,96 | 155,01 |
| Phaeophyta | *Padina sp* | 8,97 | 26,08 | 1.889,68 | 247,73 |
| | + *Sargassum polyceratium* | 12,85 | 31,17 | 367,61 | 177,20 |
| | *Padina sp.* | 17,75 | 28,05 | 2.027,68 | 380,47 |
| | *Padina sp.* | 1,47 | 124,61 | 448,08 | 138,15 |
| | *Sargassum cymosum* | 5,63 | 23,49 | 259,22 | 53,87 |
| | + *Sargassum polyceratium* | 3,64 | 40,88 | 176,79 | 9,31 |
| | *Dictyota cervicornis* | 4,17 | 36,46 | 835,16 | 93,57 |
| PROMEDIOS | | | | | |
| Rhodophyta | *Gracilaria sp.* | 4,79 | 14,93 | 829,64 | 77,94 |
| | *Agardhiella sp.* | 11,10 | 2,00 | 269,02 | 138,96 |
| | *Bryocladia thyrsigera* | 20,79 | 6,88 | 2.225,54 | 203,70 |
| | *Acanthophora spicifera* | 28,11 | 5,90 | 645,16 | 232,48 |
| | *Acanthophora spicifera* | 2,54 | 18,27 | 1.592,44 | 354,49 |
| PROMEDIOS | | 9,64 | 9,60 | 1.361,26 | 204,56 |

• Var. *macrophysa*
o Var. *longiseta*
+ Var. *ovatum*

TABLA 8. Distribución del contenido de elementos trazas (Cu, Mn, Fe, Zn) de las macroalgas de acuerdo a las localidades

| LOCALIDAD | ESPECIE | COBRE (Cu) µg/g SECO | MANGANESO(Mn) µg/g SECO | HIERRO (Fe) µg/g SECO | ZINC (Zn) µg/g SECO | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Bahía de Pozuelos | | | | | | |
| | *Acanthophora spicifera* | 28,11 | 5,90 | 645,16 | 232,48 | |
| | + *Sargassum polyceratium* | 12,85 | 31,17 | 367,61 | 177,20 | |
| EST. 1 | *Halimeda tuna* | 0,77 | 0,00 | 235,09 | 52,27 | |
| | *Ulva fasciata* | 6,82 | 1,47 | 376,19 | 117,16 | |
| | *Padina sp.* | 17,75 | 28,05 | 2.027,68 | 380,47 | |
| | *Padina sp.* | 8,97 | 26,08 | 1.889,68 | 247,73 | |
| EST. 2 | *Gracilaria sp.* | 4,79 | 14,93 | 829,64 | 77,94 | |
| | *Ulva fasciata* | 5,78 | 0,18 | 143,63 | 80,09 | |
| EST. 3 | *Agardhiella sp.* | 11,10 | 2,00 | 269,02 | 138,96 | |
| | *Bryocladia thyrsigera* | 20,79 | 6,88 | 2.225,54 | 203,70 | |
| PROMEDIOS | | 10,90 | 11,67 | 887,12 | 170,80 | |
| Bahía de Mochima | | | | | | |
| | + *Sargassum polyceratium* | 3,64 | 40,88 | 176,79 | 9,31 | |
| EST. 1 | *Dictyota cervicornis* | 4,17 | 36,46 | 835,16 | 93,57 | |
| | *Ulva fasciata* | 0,58 | 3,40 | 511,03 | 178,22 | |
| EST. 2 | • *Caulerpa racemosa* | 3,17 | 56,92 | 446,42 | | 93,33 |
| | *Padina sp.* | 1,47 | 124,61 | 448,08 | 138,15 | |
| EST. 3 | *Sargassum cymosum* | 5,63 | 23,49 | 259,22 | 53,87 | |
| PROMEDIOS | | 3,11 | 47,63 | 446,12 | 83,48 | |
| Laguna La Restinga | | | | | | |
| EST. 1 | o *Caulerpa sertularioides* | 5,77 | 9,04 | 594,05 | 239,99 | |
| EST. 2 | *Ulva fasciata* | 2,46 | 5,90 | 340,33 | 57,90 | |
| EST. 3 | o *Caulerpa sertularioides* | 6,35 | 11,86 | 635,94 | 174,00 | |
| | *Udotea flabellum* | 2,72 | 13,34 | 1.243,89 | 23,39 | |
| EST. 4 | o *Caulerpa sertularioides* | 2,64 | 3,86 | 638,50 | 82,82 | |
| EST. 5 | o *Caulerpa sertularioides* | 12,90 | 39,81 | 1.146,54 | 258,81 | |
| PROMEDIOS | | 5,47 | 13,15 | 766,54 | 139,49 | |
| Laguna Las Maritas | | | | | | |
| EST. 1 | *Ulva perforata* | 6,06 | 5,73 | 614,36 | 186,70 | |
| EST. 3 | • *Caulerpa racemosa* | 2,86 | 15,93 | 338,83 | 146,29 | |
| | *Acanthophora spicifera* | 2,54 | 18,27 | 1.592,44 | 354,49 | |
| EST. 4 | • *Caulerpa racemosa* | 2,45 | 33,58 | 80,34 | 90,17 | |
| | *Ulva perforata* | 5,70 | 18,82 | 33,77 | 21,75 | |
| EST. 5 | • *Caulerpa racemosa* | 5,25 | 97,97 | 95,26 | 84,32 | |
| PROMEDIOS | | 4,14 | 31,72 | 459,17 | 147,29 | |

• Var. *macrophysa* o Var. *longiseta* + Var. *ovatum*

rophyta y Phaeophyta las cuales no presentan diferencias significativas entre sí; se puede atribuir éste resultado al aporte del alga roja *Bryocladia thyrsigera* que presenta el máximo valor, y a la habilidad de las especies en acumular un elemento determinado; GAMBOA (1979) señala que las Rhodophyta tienen una gran capacidad para concentrar metales pesados (Tabla 10 Fig. 3).

ZINC:

Las concentraciones de zinc en las macroalgas muestran su mínimo en *Sargassum polyceratium* (9,31 µg/g) de Bahía de Mochima y su máximo valor en *Padina sp* (380,47 µg/g) en Bahía de Pozuelos (Tabla 7). Las algas rojas presentan el mayor promedio (204,56 µg/g) con respecto a las Phaeophyta (155,01 µg/g) y las Chlorophyta (177,95 µg/g). GAMBOA (1979), reportó que las macroalgas de la división Rhodophyta, tienen gran capacidad para acumular zinc, debido a que estas algas
poco lo utiliza en su metabolismo.

Es interesante observar en la Tabla 8, que las especies *Sargassum polyceratium* y *Padina sp.*, de las localidades de las Bahías de Pozuelos (177,20 µg/g y 380,97 µg/g) y Mochima (9,31 µg/g y 138,15 µg/g), muestran variaciones muy marcadas en el contenido de zinc, siendo muy altos los valores de zinc en Bahía de Pozuelos, que a su vez presenta el mayor contenido promedio de este elemento traza (170,80 µg/g), en comparación con los valores de zinc de la Laguna Las Maritas (147,29 µg/g) la Laguna La Restinga (139,49 µg/g) y Bahía de Mochima (83,48 µg/g). Esta diferencia en la concentración de zinc de una misma especie y en diferentes especies en las áreas de estudio, se puede atribuir a la disimilitud de las condiciones bioecológicas imperante en los divergentes medios ambientales de deposición de las macroalgas principalmente la Bahía de Pozuelos que está influida por la circunnavegación de buques, tanques cargueros, ferrys, etc, aportes de desechos residuales e industriales. Por otra parte a la capacidad que tienen las macroalgas para acumular metales y al estado fisiológico de cada planta. BRYAN (1969) y GAMBOA (1979) indican que la variación en el contenido de zinc en las algas está relacionado con la edad del alga y con la concentración de este elemento existente en el agua de mar circundante; AGADI *et al* (1978), encontró que las especies *Sargassum tenerrimun, Padina tetrastromatica y Acanthophora spicifera* colectadas en diferentes regiones, mos-

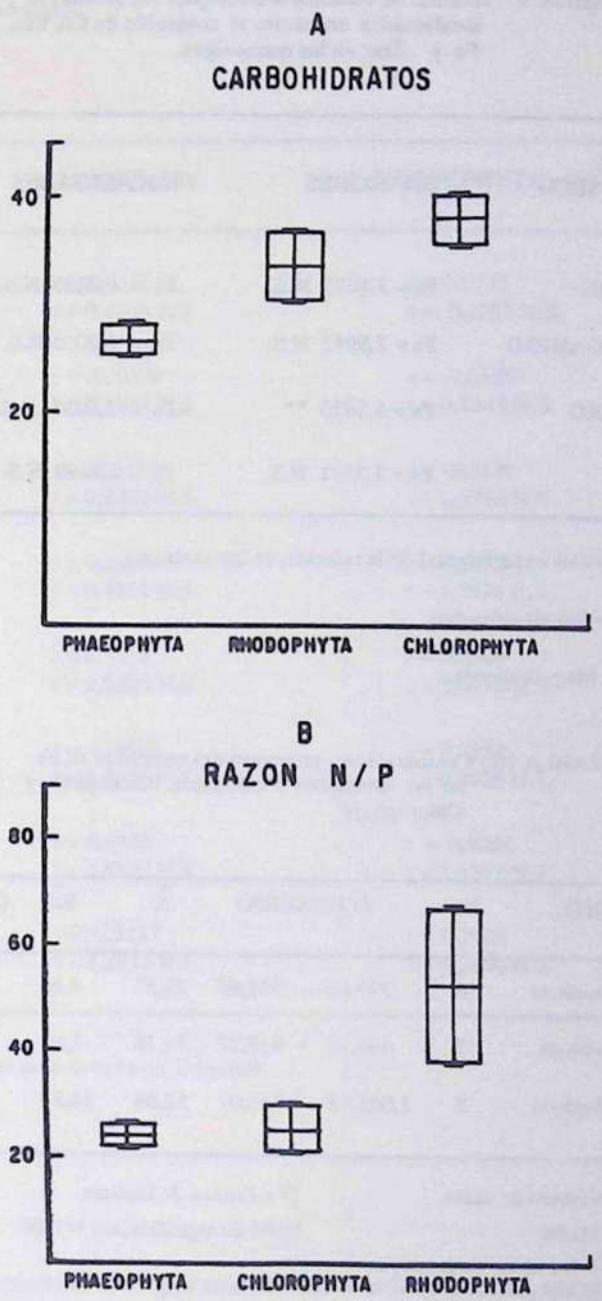



Fig. 3. Comparación a posteriori del contenido de hierro en las divisiones Phaeophyta y Chlorophyta

traron variación en el contenido de metales trazas y lo atribuyó a los diferentes ambientes a los cuales están expuestas las algas.

La prueba estadística de análisis de varianza sencilla (Tabla 9) resultó no significativa para las divisiones y entre las macroalgas de las diferentes localidades, demostrando que no existen discrepancias significativas entre las Chlo-

TABLA 9.- Análisis de varianza sencilla para las divisiones y localidaddes en cuanto al contenido de Cu, Mn, Fe y Zinc en las macroalgas.

| % PESO SECO | DIVISIONES | LOCALIDADES |
|---|---|---|
| COBRE | Fs = 3,1073 N.S. | Fs = 0,2253 N.S. |
| MANGANESO | Fs = 2,8913 N.S. | Fs = 2,8035 N.S. |
| HIERRO | Fs = 5,5850 ** | Fs = 1,0291 N.S. |
| ZINC | Fs = 1,7371 N.S. | Fs = 1,1690 N.S. |

Fs = Valor experimental de la relación de las varianzas.

N.S. = No significativo.

** = Muy interesante.

TABLA 10.- Comparación a posteriori del contenido de Fe en las divisiones Phaeophyta, Rhodophita y Chlorophyta.

| FUENTE | N | RECORRIDO | $\bar{X}$ | $\bar{Sx}$ | D |
|---|---|---|---|---|---|
| Chlorophyta | 16 | 379,63 - 554,65 | 25,57 | 4,90 | |
| Phaeophyta | 7 | 440,15 - 919,77 | 24,18 | 2,62 | |
| Rhodophyta | 5 | 1.005,45 - 1.718,07 | 52,64 | 14,87 | |

N= Número de datos
X = Media
Sx = Error típico de la media.
D = Prueba de Duncan.
Nivel de significación = 0,05

rophyta, Phaeophyta y Rhodophyta, ni entre las algas en las diversas regiones.

Las Tablas 11 y 12, muestran las correlaciones entre cobre, manganeso, hierro, y zinc con los constituyentes orgánicos principales de las algas (proteínas y carbohidratos), observándose que las concentraciones de los metales trazas no guardan correlación significativas con las proteínas y los carbohidratos tanto en las tres divisiones en estudio como en las algas de las diferentes localidades de muestreo.

RICE y LAPOINTE (1981) aducen que el contenido de nitrógeno en el alga controla la acumulación de zinc y hierro, existiendo correlación significativa entre éstos elementos trazas y el porcentaje de nitrógeno. GEUCH (1972) señala que el hierro es un constituyente esencial de muchas proteínas y sistemas enzimáticos dentro de los cloroplastos, y que se requiere como factor la síntesis clorofiliana, por tales razones es sorprendente la no correlación significativa de estos metales trazas con las proteínas en esta investigación.

Si analizamos el contenido de elementos trazas por especies (Tabla 6) observamos que hay variabilidad en los valores entre las diferentes especies y en una misma especie en diferentes localidades, esta disimilitud puede estar relacionada con el estado de desarrollo del alga, ciclo reproductivo, concentración de metales en el medio, capacidad de cada especie en acumular metal en particular y la influencia de cada medio ambiente. Según RICE y LAPONTE (1981) las concentraciones de un metal en la misma especie en diferentes localidades puede ser atribuida a discrepancias en las características del crecimiento del alga, así como también la distinta concentración de metales del agua de mar donde habitan las algas.

En general, al comparar el contenido de elementos trazas de las macroalgas en diferentes localidades (Tabla 8), indica que existe variaciones en una especie y en diferentes especies, sin embargo, de acuerdo al tratamiento estadístico (Tabla 7) las concentraciones de metales pesados no varían significativamente con la localidad. Esto sugiere que las característica hidrográficas e hidroquímicas (temperatura, salinidad, oxígeno y nutrientes), quizás no tengan una influencia tan marcada y más que todo, depende de la concentración de los metales trazas existentes en el medio acuático donde se encuentran estas macroalgas y su capacidad para acumularlos dependiendo del estado fisiológico de cada alga particular.

La Tabla 13, muestra la comparación de las concentraciones de cobre, manganeso, hierro, y zinc, en una misma especie y en diferentes especies de acuerdo a los datos obtenidos por varios investigadores.

Las concentraciones de cobre y manganeso en *Acanthophora spicifera, Caulerpa sertularioides y Ulva fascia*ta

TABLA 11.- Correlación entre los elementos trazas (Cu, Mn, Fe, y Zn) y las proteínas y carbohidratos de las macroalgas pertenecientes a las tres divisiones.

| | CHLOROPHYTA | PHAEOPHYTA | RHODOPHYTA |
|---|---|---|---|
| COBRE-PROTEINA | r = 0,4640<br>t = 1,8827 N.S. | r = 0,3151<br>t = 0,6856 N.S. | r = 0,0776<br>t = 0,1252 N.S. |
| COBRE-CARBOHIDRATOS | r = 0,1409<br>t = 0,5153 N.S. | r = -0,1009<br>t = 0,2305 N.S. | r = -0,0689<br>t = 0,1244 N.S. |
| MANGANESO-PROTEINAS | r = 0,1571<br>t = 0,5748 N.S. | r = -0,1480<br>t = 0,3390 N.S. | r = -0,3576<br>t = 0,6726 N.S. |
| MANGANESO-CARBOHIDRATOS | r = 0,3719<br>t = 1,4197 N.S | r = 0,2007<br>t = 0,4916 N.S. | r = 0,6655<br>t = 1,2934 N.S. |
| HIERRO-PROTEINAS | r = -0,0524<br>t = 0,1953 N.S. | r = 0,8308<br>t = 2,5330 N.S. | r = 0,3830<br>t = 0,6470 N.S. |
| HIERRO-CARBOHIDRATOS | r = -0,1187<br>t = 0,4485 N.S. | r = -0,6658<br>t = 1,8156 N.S. | r = 0,2151<br>t = 0,3928 N.S. |
| ZINC-PROTEINAS | r = 0,4577<br>t = 1,7990 N.S. | r = 0,6433<br>t = 1,6130 N.S. | r = -0,9242<br>t = 2,8392 N.S. |
| ZINC-CARBOHIDRATOS | r = 0,0717<br>t = 0,2618 N.S. | r = -0,5117<br>t = 1,2813 N.S. | r = 0,1609<br>t = 0,2600 N.S. |

r = Coeficiente de correlación  t = valor experimentar de la prueba de T-student.

N.S. = No significativo.

reportadas por AGADI *et al* (1978), son superiores a los obtenidos en este trabajo; igualmente los valores de cobre, manganeso, y hierro a excepción del zinc encontradas en *Caulerpa racemosa* de esta investigación son inferiores a los señalados por SIVALINGAN (1978). Es interesante mostrar que el contenido de cobre, manganeso, hierro, y zinc en *Ulva fasciata* reportado por GAMBOA (1979) son muy superiores a los de esta investigación. Por otra parte, el contenido de hierro y zinc de este trabajo, es superior al reportado por AGADI et al (1978) en las especies *Acanthophora spicifera*, *Caulerpa sertularioides* y *Ulva fasciata*, a excepción del contenido de hierro que es inferior en *Ulva fasciata*. Si comparamos el contenido de cobre, manganeso, hierro y zinc en las especies pertenecientes al mismo género *Gracilaria sjoestedtii* reportado por GAMBOA (1979), *Gracilaria sp.* reportado por SIVALINGAM (1978) y en este estudio, notaremos que los valores obtenidos en esta investigación son inferiores a los reportados por los autores señalados, a excepción de la concentración del zinc, que es ligeramente inferior en *Gracilaria sp.* obtenida por SIVALINGAM (1978).

La diferencia en los valores de una misma especie y entre las diferentes especies se puede atribuir a factores

TABLA 12.- Correlación entre los elementos trazas y los constituyentes químicos (proteínas y carbohidratos) de las macroalgas pertenecientes a las diferentes localidades.

| | B. DE POZUELOS | B. DE MOCHIMA | L. LA RESTINGA | L. LAS MARITAS |
|---|---|---|---|---|
| COBRE-PROTEINA | r = 0,2270<br>t = 0,6240 N.S. | r =-0,4404<br>t = 0,9027 N.S. | r = 0,6865<br>t = 1,5840 N.S. | r = 0,6062<br>t = 1,4311 N.S. |
| COBRE-CARBOHIDRATOS | r = 0,1826<br>t = 0,5001 N.S. | r =-0,3518<br>t = 0,7522 N.S. | r = 0,1459<br>t = 0,2741 N.S. | r =-0,2031<br>t = 0,4218 N.S. |
| MANGANESO-PROTEINAS | r = 0,3207<br>t = 0,8994 N.S. | r =-0,3165<br>t = 0,6129 N.S. | r = 0,5131<br>t = 1,0613 N.S. | r =-0,1485<br>t = 0,3075 N.S. |
| MANGANESO-CARBOHIDRATOS | r =-0,1883<br>t = 0,5421 N.S | r =-0,3843<br>t = 0,8276 N.S. | r = 0,3049<br>t = 0,5879 N.S. | r = 0,7770<br>t = 1,9581 N.S. |
| HIERRO-PROTEINAS | r =-0,5975<br>t = 1,8699 N.S | r = 0,7486<br>t = 1,8296 N.S. | r =-0,0299<br>t = 0,0615 N.S. | r =-0,3580<br>t = 0,7663 N.S. |
| HIERRO-CARBOHIDRATOS | r =-0,2274<br>t = 0,6582 N.S. | r =-0,0619<br>t = 0,1272 N.S. | r = 0,1035<br>t = 0,1945 N.S. | r = 0,4332<br>t = 0,9474 N.S. |
| ZINC-PROTEINAS | r = 0,3606<br>t = 1,0218 N.S. | r = 0,8361<br>t = 0,2850 N.S. | r = 0,5690<br>t = 1,2109 N.S. | r =-0,2177<br>t = 0,4539 N.S. |
| ZINC-CARBOHIDRATOS | r =-0,0528<br>t = 0,1509 N.S. | r = 0,2921<br>t = 0,5613 N.S. | r =-0,2408<br>t = 0,4584 N.S. | r =-0,2980<br>t = 0,6290 N.S. |

r = Coeficiente de correlación

t = valor experimentar de la prueba de T-student.

N.S. = No significativo.

bióticos y abióticos tales como: diferentes bioecosistemas de recolección de las especímenes, edad y condiciones fisiológicas del alga, discrepancias entre los métodos usados para el análisis de metales y condiciones bioecológicas de cada biotopo.

TABLA 13. Contenido de elementos trazas en diferentes especies de macroalgas según varios autores

| ESPECIE | COBRE (Cu) µg/g | | | | MANGANESO (Mn) µg/g | | | | HIERRO (Fe) µg/g | | | | ZINC (Zn) µg/g | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | A | B | C | D | A | B | C | D | A | B | C | D |
| *Acanthophora spicifera* | 7,40-80,41 | | | 2,54-28,11 | 63,11-344,16 | | | 5,90-18,27 | 238,55-1012,24 | | | 645,16-1592,44 | 4,80-2871 | | | 232,48-354,49 |
| *Caulerpa sertularioides* | 5,03 | | | 2,64-12,90 | 7 4,58 | | 3,86-39,81 | | | | | | | | | |
| *Ulva fasciata* | 6,70-7,30 | | 42,5-48,5 | 0,58-6,82 | 111,25-1075,65 | | 43,8-126,5 | 0,18-5,90 | 353,46-722,34 | | 1271,6-7759,2 | 143,63-511,03 | 2,79-23,80 | | 1374,2-1928,2 | 57,90-178,22 |
| *Ulva lactuca* | | | 23,8 | | | | 141,6 | | | | 1788,1 | | | | 1556,7 | |
| *Gracilaria sjoestedtii* | | | 56,2 | | | | 49,6 | | | 1214,37 | 4444,8 | | | | 1014,6 | |
| *Gracilaria sp. 1* | | Trazas | | | | 24,76 | | | | 19,83 | | | | | | |
| *Gracilaria sp. 2* | | 10,53 | | | | 315,96 | | | | 631,92 | | | | 63,19 | | |
| *Gracilaria sp. 3* | | 2,84 | | | | 42,63 | | | | 2301,86 | | | | 22,73 | | |
| *Gracilaria sp.* | | | | 4,79 | | | | 14,93 | | | | 629,64 | | | | 77,94 |
| *Dictyota bartayresii* | | 49,74 | | | | 248,69 | | | | 15473,92 | | | | | 210,00 | |
| *Padina tenuis* | | 5,69 | | | | 284,42 | | | | 3372,72 | | | | 45,51 | | |
| *Padina vickersiae* | | | 16,5-19,6 | | | | 71,4-73,9 | | | | 2283,9-4644,5 | | | | 125,1-183,1 | |
| *Sargassum grevillei* | | 5,15 | | | | 90,18 | | | | 347,84 | | | | 15,46 | | |
| *Caulerpa racemosa* | | 6,85 | | | | 137,08 | | | | 5106,23 | | | | 71,97 | | |

A.- AGADI et. at (1978), INDIA. B.- SIVATINGAM (1978), MALASIA. C.- GAMBOA (1979) VENEZUELA, D.- Este estudio.

## CONCLUSIONES

1.- El contenido de proteínas, nitrógeno, carbohidratos, grasas, cenizas, fósforo total, razón N/P, humedad y los elementos trazas (cobre, manganeso, hierro y zinc) en las macroalgas varían entre las diferentes especies y en una misma especies, lo cual nos sugiere que los parámetros químicos estudiados deben estar influidos por el estado de desarrollo del alga, comportamiento fisiológico y constitución interna de las especies.

2.- Las algas pertenecientes a la División Chlorophyta presentan el mayor contenido de carbohidratos siguiendo en orden decreciente las Rhodophyta y las Phaeophyta.

3.- Los resultados revelan que las Rhodophytas presentan el mayor valor en cuanto a la razón N/P y contenido de hierro que las Chlorophyta y Phaeophyta no habiendo diferencias entre éstas.

4.- Estadísticamente no existen diferencias en el contenido de los componentes orgánicos e inorgánicos (proteínas, nitrógeno, grasas, cenizas, fósforo y humedad) y los elementos trazas (cobre, manganeso y zinc) entre las divisiones, Chlorophyta, Rhodophyta y Phaeophyta, y entre la Bahía de Pozuelos y Mochima y las Lagunas La Restinga y Las Maritas, sugiriendo que los parámetros hidrográficos e hidroquímicos de cada ambiente no son determinantes en la composición química de las algas.

5.- No se encontró correlación significativa de los parámetros orgánicos proteínas, y carbohidratos, con los elementos trazas cobre, manganeso, hierro y zinc en las algas de cada división, al igual que en las de cada localidad.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su más sincero agradecimiento al profesor JOSÉ BENÍTEZ A., por la lectura crítica del manuscrito. A EPIFANIO HERNÁNDEZ, por el diseño Gráfico a BRICILIO MARCANO por su valiosa colaboración en el montaje, clasificación de las algas; igualmente agradecen a todo el personal del Departamento de Oceanografía quienes de una u otra manera colaboraron en la realización de esta investigación.

## REFERENCIAS

AGADI, V. V., N. B. BHOSLE & A. G. UNTAWALE. 1978. Metal concentration in some seaweeds of Goa (India). *Bot. Mar.*, 21: 327-330.

ARTEM'YEV, V. YE., L. V. KRAYNSAKIN & YE. A. ROMANKIRCH. 1971. Determination of total amount of carbohydrates in ocean sediment. *Oceanology.*, 11: 934-936.

BLACK, W. A. P. & E. T. DEWAR. 1949. Correlation of some of the physical and chemical properties of the sea with the chemical constitution of the algae. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 28: 673-699.

BLACK, W. & R. L. MITCHELL. 1952. Trace elements in commun brown algae and sea water. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 30: 575- 584.

BONILLA, R. J. & T. OKUDA. 1971. Condiciones hidrográficas del agua y características químicas de los sedimentos de la Laguna Las Maritas. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.*, 10(1): 81–91.

----------. & J. BENITEZ. 1972. Variación mensual de nitrógeno y fósfato en la Laguna Las Maritas. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.*, 11(2): 121-126.

_____ 1974. Notas sobre la condición hidroquímica de la Laguna La Restinga (Isla de Margarita) Edo. Nueva Esparta, Venezuela. *Lagena.*, (34): 3–8.

---------- 1975. Variación mensual de la composición química del ostión del mangle en Laguna Las Maritas (Venezuela). *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.*, 14(1): 117-127.

BRAY, R. H. & L. T. KURTZ. 1945. Determination of total organic and available forms of phos–

phorus in soils. *Soil. Sci.*, 59: 39-45.

BRYAN, G. 1969. The absorption of zinc and other metals by the brown algae and sea water. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 49(1): 225-244.

CARABALLO, A. J. & J. R. MILLAN. 1974. Evaluación nutricional de las algas marinas. III. Estudio comparativo de las harinas de alga *Ulva fasciata,* follaje de yuca *Manihot sculenta* y alfalta *Medicago sativa*, en dieta para pollos de engorde. *Trabajo de Grado, Esc. de Zootecnia. Univ. Oriente.* P. 67.

CHAPMAN, V. J. 1970. *Seaweeds and their uses.* Methuen and Co. LTD. London. P. 304.

DARLEY, W. M. 1974. Silification and calcification. In: *Algal Physiology and Biochemistry,* (ed.) Stewart W.D.P. pp. 662-670. University of California Press, Berkeley & Los Angeles.

DAVE, M. J. & R. G. PAREKH. 1978. Amino acids of the green alga *Ulva. Bot. Mar.*, 25: 323-326.

DAWES, C. J. & R. H. GODDARD. 1978. Composition of the wound plug and entire plants for species of the coenocytic green alga *Caulerpa. J. Exp. mar. Biol. Ecol.*, 35: 259-263.

D FRANCESCHI, B. C. 1973. Evaluación nutricional de las algas marinas II. La harina de algas como fuente de vitaminas y microelementos. *Trabajo de Grado. Esc. de Zootecnia. Univ. Oriente.* pp. 37.

DIAZ, E. J. 1972. Evaluación nutricional de las algas marinas I. Niveles de harina de *Ulva fasciata* en dieta para pollos en crecimiento. *Trabajo de Grado. Esc. de Zootecnia. Univ. Oriente.* pp. 23.

DIAZ–PIFERRER & H. LOPEZ. 1959. Taxonomía, Ecología y valor nutricional de las algas marinas cubanas. I. *Instituto Cubano de Investigaciones Tecnológicas. N. G. La Habana. Cuba.* pp. 51.

---------- C. de P. CABALLER. 1964. Taxonomía y valor nutrimental de las algas marinas de Puerto Rico. Algas productoras de agar. *Instituto de Biología Marina. C.A.A.M. Univ. de Puerto Rico. Mayagüez.* pp. 145.

DODSON, J. R. & J. M. ARONSON. 1978. Cell wall composition of *Enteromorpha intestinalis. Bot. Mar.* 21:241-246.

ESTABLIER, R. 1964. Variación estacional de la composición química, extracción y características de agar-agar de algunas algas (géneros *Gelidium*) de las costa sudatlántica española. *Inv. Pesq.,* 26: 165-194.

FONTAINE, M. & J. BONILLA. 1978. Composición química de macroalgas marinas representativas del Estado Sucre. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.,* 17(1-2): 35-54.

FUGE, R. & K. H. JAMES. 1974. Trace metal concentration in *Fucus* from the Bristol channel. *Mar. Poll. Bull.*, 5: 9-12.

GAMBOA, B. 1979. Contenido de elementos trazas en organismos marinos del Golfo de Cariaco y áreas adyacentes. *Trabajo de Ascenso. Univ. Oriente. Cumaná.* pp. 12-14.

GANESAN, E. K. 1990. A Catalog of Bentric Marine Algae and Seagrasses of Venezuela, Fondo Editorial, CONICIT, 237 pp. 15 maps.

GAUCH, H. G. 1972. *Inorganic plant nutrition.* Dowden. Hutchinson and Ross. Ine. Stroudsbrg.

HALL, A. 1981. Copper acumulation in copper-tolerant and non- tolerant populations of the marine fouling algae. Ectocarpus siliculosus (Dillwyn.) Lyngbye. *Bot. Mar.*, 24(4): 223–28.

HAMMER, L. & F. GESSNER. 1967. La taxomía de la vegetación marina en la costa oriental de Venezuela. *Bol. I nst. Oceanogr. Univ. Oriente.*, 6(2): 186-265.

HANG, A. & JAMES. 1956. Seasonal variation in chemical composition on *Laminaria digitata* from dif-

ferent parts of the Norwegian coast. *Inst. Seaweed. Symp. Pro.*, 2: 10-15.

JOSHI, G. U. & C. A. GOWDE. 1975. Seasonal variation in the chemical composition of *Sargassum ilicifolium.* Grum. and sea Water. Indian *J. Mar. Sci.*, 4(2): 165-168.

LAPOINTE, B. E. & K. R. TENORE. 1981. Experimental out door studies with *Ulva fasciata*. Delile. I. Interaction of light and nitrogen on nutrient uptake, growth, and biochemical composition. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 53: 135-152.

LEMUS, A. 1970. La flora macrobentónica y algunos parámetros físicos y químicos del Golfo de Cariaco. *Lagena.*, 25: 3-11.

LEWIN, J. C. 1962b. Calcification. In: *The Physiology and Biochemistry of Algae,* (ed.) Lewin R. A. pp. 457-465. Academic Press, New York & London.

MUNDA, I. M. 1978. Trace metal concentrations in some Iceland Seaweeds. *Bot. Mar.*, 21(4): 261-263.

MURPHY, J. & J. P. RILEY. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta.*, 27: 31-36.

OKUDA, T., J. BENITEZ A., & E. FERNANDEZ A. 1968. Condiciones hidrográficas y químicas en la Bahía de Mochima y la Laguna Grande del Obispo desde 1964 a 1966. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.*, 7(2): 7-37.

----------1981. Condiciones hidroquímicas en la Bahía de Pozuelos y áreas adyacentes. *VII Simposio latinoamericano sobre Oceanografía Biológica. Acapulco. Guerrero, México*. Resúmenes, pp. 139.

PAREKH, R. J., L. V. MARU & M. J. DAVE. 1977. Chemical composition of green seaweeds of Saurashtra coast. *Bot. mar.*, 20: 359-362.

PINEDA, J. 1978. Variación mensual de las condiciones hidroquímicas de la Laguna La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Trabajo de Ascenso. Univ. Oriente. Boca de Río*. pp. 27-31.

RICE, D. L. & B. E. LAPOINTE. 1981. Experimental out door studies with *Ulva fasciata.* Delile. II. Trace metal chemistry. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 54: 1-11.

ROSEMBERG, G. & J. RAMUS. 1982. Ecological growth strategies in the seaweeds *Gracilaria foliifera* (Rhodophyceae) and Ulva sp. ( Chlorophyrophyceae) soluble nitrogen and reserve carbohydrates. *Mar. Biol.*, 66: 251-259.

SAENKO, G. N., KORYAKOVA, M. D. MAKIENKO & I. G. DOBROSMYSLOVA. 1976. Concentration of polyvalent metals by seaweed in Vostok Bay. *Mar. Biol.*, 34: 169-176.

SALAZAR, L. J. C., J. BONILLA & B. GAMBOA. 1986. Metales pesados y materia orgánica en los sedimentos superficiales de la Laguna Las Marites. *Bol. Inst. Oceanogr. de Venezuela. Univ. Oriente*. 25 (1 & 2).

SALDIVIA, E., B. GAMBOA & J. BONILLA. 1990. Composición Química del alga *Ulva fasciata* Puerto Sucre (El Guapo) y Araya. Estado Sucre. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente. ( en prensa*).

SIVALINGAM, P. 1978. Biodisposited trace metals and mineral content studies of some tropical marine algae. *Bot. Mar.*, 20:(5): 265-300.

SOKAL, R. R. & F. J. ROHLT. 1969. Biometry W. H. Freeman and Co. San Francisco. California.

VALLADARES, J. & T. YARES, 1974. Química de la conservación a la forma de enlatado de la *Durvillea antártica* ( Chemisso- Hariot) y de "*Ulva lactuca*" L. AT. A., 14(1): 127-135.

VELASQUEZ, A. C., 1981. Estudio sobre la Biología, Ecología y Composición Química de la agarófita Pterocladia capillacea del Oriente de Venezuela. *Trabajo de Grado. Univ. Oriente.*

pp. 99.

VELASQUEZ, A. C., E. K. GANESAN & J. BONILLA R. 1988. Field and Laboratory studies on the Agarophyta *Pterocladia capillacea* ( S. G. Gmelin) Bornet ( Gelidiaceae, Rhodophyta ) from Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente.* 27(1 & 2): 3-23.

ZAJIC, J. E. 1970. *Properties and products of algae.* Plenum Press New York. London. pp. 154.

ZARZOSA, J. 1974. Características sedimentológicas y geomorfológicas de la Laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Cuadernos azules. Univ. Oriente.*, 9: 5-8.

ZAVODNIK, N. 1973. Seasonal variations in rate of photosynthetic activity and Chemical composition of the littoral seadweeds commun to the north Adriatic. Part. I. *Fucus virsoides* (Don) J. Ag. Bot. Mar., 16: 155-165.

Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente, 29 (1&2): 133-140 (1990), 4 figs., 1 tabl.

# ALGUNOS ASPECTOS REPRODUCTIVOS DEL BAGRE RAYADO, PSEUDOPLATYSTOMA FASCIATUM LINNAEUS, 1776 (PISCES: PIMELODIDAE) EN LA LAGUNA GRANDE, MATURIN, VENEZUELA [1]

ARGIMIRO REYES O.

*Universidad Pedagógica., Maturín, Edo. Monagas, Venezuela*

Y

MOLLA FAZLUL HUQ

*Instituto Linnológico, Universidad de Oriente, Caicara del Orinoco, Venezuela*

RESUMEN: Este estudio se basa en 277 ejemplares de bagre rayado, *Pseudoplatystoma fasciatum,* LINNAEUS 1776 (Pisces Pimelodidae) capturados mensualmente con filetes y chinchorros en Laguna Grande, Maturín, Venezuela. Durante el período de enero a diciembre de 1987, se estudiaron los siguientes aspectos: dimorfismo sexual en base a caracteres morfométricos y macroscópicos de las gónadas, proporción sexual/ mes/ año/, madurez sexual, talla de primera madurez, ciclo anual de reproducción, época de desove y la fecundidad absoluta y relativa. Los análisis permitieron determinar que existen diferencias significativas entre machos y hembras en cuanto a su longitud y peso: externamente los individuos maduros presentan diferencias sexuales a nivel de la papila urogenital. Las hembras son más abundantes que los machos (6,5:1) y los ejemplares maduros de menor talla correspondieron a 56 y 45 cm de longitud estándar en hembras y machos, respectivamente. El período de alta actividad gonadal comprende los meses de mayo hasta agosto con un de desove en septiembre. La fecundidad promedio fue de 783.217 óvulos y la fecundidad relativa fue de 8.135 óvulos por gramo y 8.320 óvulos por centímetro.

ABSTRACT: The present work is based on a study of 277 specimens of the stripped catfish *Pseudoplatystoma fasciatum* Linnaeus 1776 (Pisces: Pimelodidae), locally known as "Bagre Rayado". Sampling was done monthly between January to December 1987 in Laguna Grande de Maturín, Venezuela, using a gill net as well as a dragnet. The following aspects were studied: sexual dimorphism based on morphometric and macroscopic characteristic of gonads, sex ratio /month/year, sexual maturity, size at first maturity, annual reproductive cycle, spawing season and absolute and relative fecundity. Sex ratio favoured the females (6,5:1). Minimum size of mature specimens were 56 and 45 cm S1 for females and males, respectively. Period of high gonadal activity was observed from of May to August with highest spawning in September. Relative fecundity was 8,135 ovules/g. and 8,320 ovules/cm.

## INTRODUCCION

El bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* es una especie importante desde el punto de vista comercial que habita en ríos, lagos y lagunas de suramérica. Esta reportada en el río Paraná (BONETTO *et al.*, 1965), en el Cauca (DAHL, 1971), en la cuenca de Magdalena (MEES, 1974), y en el río Paraiba (FONTENELE y FARIAS, 1979).

En Venezuela esta especie ha constituido un recurso continental pesquero bastante explotado, sobre todo en el Delta del Orinoco (NOVOA, 1982) y en los afluentes del mismo río. En los caños Mánamo y Macareo ha representado el 6,1 % y el 6,5 %, respectivamente, del total de las capturas (NOVOA y RAMOS, 1978).

A pesar de ser una especie de importancia comercial existente pocos trabajos relacionados con el estudio de *P. fasciatum.*

(1). Este trabajo es parte de una Tesis de Maestría en Ciencias Marinas en el Instituto Oceanográfico de Venezuela.

A nivel mundial se conocen los siguientes trabajos: sobre estudios parasitarios se encuentran las investigaciones de PAGGI (1972) y VÁSQUEZ (1974); con respecto a la biología y pesquería se tienen los trabajos de BONETTO *et al.* (1965) y LAMUS (1975). Sobre taxonomía, edad y crecimiento, ecología distribución geográfica y otros aspectos se mencionan los estudios de MEES (1974), CORDIVIDA (1974), FONTENELE y FARIAS (1979) y ANONIMO (1986).

En Venezuela, las primeras investigaciones están referidas a la sistemática. Así, esta especie fue identificada por primera vez en el río Calabozo por PETERS en 1877 (FERNANDEZ, 1970) y más recientemente por REYES (1985) en la Laguna Grande, Estado Monagas. Con respecto a la Biología (alimentación, reproducción, relación talla-peso, edad y crecimiento y ecología) se conocen los trabajos realizados por los autores: REID (1983). KOSSOWKI y MADRID (1985), MAGO *et al.* (1986) y LASSO (1987). Sobre pesquerías existen los estudios llevados a cabo por NOVOA y RAMOS (1978) y CASTILLO *et al.* (1987).

El objetivo del presente trabajo consistió en conocer diversos aspectos sobre la biología reproductiva del bagre rayado *P. fasciatum* en el ecosistema de Laguna Grande, Estado Monagas.

## MATERIALES Y METODOS

La colecta de los ejemplares se llevó a cabo en la localidad de Laguna Grande, Maturín, Edo. Monagas, este es un cuerpo de agua de 100 Ha aproximadamente cuya situación geográfica corresponde a 09° 46' de latitud norte y 63° 03' de longitud oeste. Se utilizaron como arte de pesca filetes de 150 m de largo por 3 m de ancho y de 10 y 15 cm de abertura de malla. También se emplearon chinchorros de 30 m de largo por 3 m de alto y 3 cm de abertura de malla, para la captura de los juveniles. Los muestreos se realizaron, 3 veces cada mes, desde enero a diciembre de 1987.

Los ejemplares capturados fueron medidos, utilizando una cinta métrica de 1 mm de precisión, y pesados en una balanza marca Jacoba– Manvill. Se establecieron diferencias de longitud estándar y peso. Usando la prueba de t-student (SOKAL y ROHLF, 1969).

El sexo se diferenció externamente según el criterio de HUQ (1977). Las gónadas se caracterizaron en base a su forma, tamaño y color. Estas se midieron con un vernier de 0,1 mm de precisión y se pesaron en una balanza de 0,1 g de precisión. La proporción sexual se estableció en forma mensual y total utilizando la prueba chi-cuadrado (SOKAL y ROHLF, 1969). El estado de madurez de ovarios y testículos se determinó en base a la escala propuesta por LEAVASTU (1980) y la talla de primera madurez se estableció de acuerdo a PITT (1966).

El ciclo reproductivo y la época de desove se analizaron en base al estudio de la madurez sexual y del índice gonadosomático. Este último se calculó de acuerdo a KAISSER (1973). Un análisis de varianza sencillo permitió comparar los promedios mensuales de este índice.

Para establecer diferencias en cuanto al diámetro de los óvulos en la región anterior, media y posterior del ovario se midieron 50 óvulos en distintas etapas de madurez (I-VII) se aplicó un análisis de varianza sencillo (SOKAL y ROHLF, 1969). Posteriormente se hizo un examen microscópico mediante el análisis de cortes histológicos, siguiendo el criterio de GUTIERREZ (1967).

La fecundidad se determinó en base a 25 ejemplares sexualmente maduros usando el método gravimétrico (BAGENAL y BRAUM, 1978).

La fecundidad se correlacionó con la longitud y el peso de los ejemplares y la fecundidad relativa se estableció en relación a la longitud estándar y el peso total.

## RESULTADOS

1. *Diferencias Sexuales*: La prueba t-studen reveló que existen diferencias significativas en cuanto a la longitud y el peso ($P < 0,05$) entre los sexos, siendo las hembras más largas y más pesadas que los machos. Externamente se observó que los machos maduros presentan una prolongación de la papila urogenital inmediatamente por detrás del ano, lo cual no está presente en las hembras.

2. *Estructura de los Organos Reproductores*: Los ovarios en números de dos, son largos y cónicos, de color rojizo y anaranjados, voluminosos y envuelto por una porción de pared celómica. Estos aumentan considerablemente de

tamaño en la época de reproducción. Los testículos, también en número de dos, son alargados y ramificados, de color amarillento, a blancuzco; son menos voluminosos que los ovarios y estan situados muy hacia adelante en la cavidad abdominal.

3. *Proporción Sexual*: La Tabla 1 presenta la proporción sexual mensual total. Como se observa ésta es variable entre los meses; sin embargo, se encontró que en la mayoría de los meses, la relación es significativamente diferente a la esperada, en favor de las hembras, al igual que la proporción sexual anual, la cual tuvo un valor de 6,5:1.

4. *Talla de Primera Madurez Sexual*: Las tallas mínimas de primera madurez correspondieron a 56 y 45 cm de longitud estándar en hembras y machos, respectivamente y la talla de primera madurez del 50 % de la población se encontró en 87 y 56 cm de longitud estándar, en hembras y machos, respectivamente (Fig. 1).

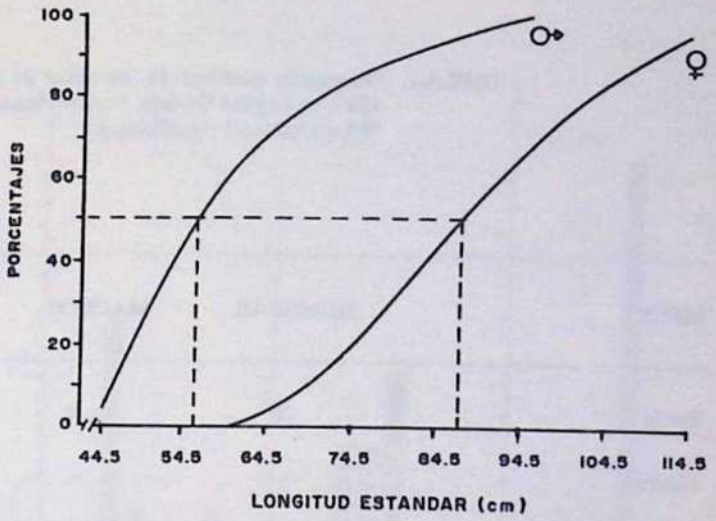



Fig. 1- Porcentaje del total por grupo de talla y sexo de *Pseudoplatystoma fasciatum*, en etapa gonadal IV y V (individuos maduros) de Laguna Grande, Edo. Monagas.

5. *Ciclo Reproductivo y Epoca de Desove*: El análisis mensual de los estadíos de madurez permitió determinar que las hembras maduras, en estadío V, estuvieron presentes en altas proporciones durante los meses de mayo, junio, julio y agosto (Fig. 2), observándose los mayores porcentajes durante los meses de julio (94,44%) y junio (80,49 %). Durante los meses de noviembre, diciembre y enero no hubo individuos maduros. Las variaciones del índice gonadosomático (Fig. 3) indican al mes de septiembre como el de mayor desove.

6. *Diámetro de óvulos*: Estadísticamente no se encontraron diferencias ($P > 0,05$) entre los diámetros de los ovocitos localizados en la parte anterior, media y posterior de los ovarios. De acuerdo al estado de madurez se encontró que el diámetro de los óvulos oscila entre 0,200 y 0,370 mm para la etapa III, 0,370 y 0,585 mm para la etapa IV y 0,370 y 0,099 mm para la etapa V. El análisis de los cortes histológicos de los ovarios maduros (etapa V) comprobaron que los ovocitos presentan cierta homogeneidad en su diámetro (Fig. 4). Así mismo, se observó una relación lineal entre el diámetro de óvulos y los valores de índice gonadosomático, cuya ecuación quedó establecida así:

$Y = ,30 + 0,081X$. Donde Y = diámetro de óvulos y

X = índice gonadosomático.

7. *Fecundidad:* El número de óvulos de *P. fasciatum* osciló entre los valores de 50.020 y 1.920.600, con una media de 783.217 óvulos. La fecundidad relativa, expresada en óvulos por gramos, varío entre 2.382 a 15.373, con un valor promedio de 8.135 óvulos/g. Así mismo, este parámetro expresado en base al número de óvulos por centímetros de longitud estándar tuvo un rango de 890 a 18.460, con una media de 8.320 óvulos/cm. En cuanto a la relación fecundidad-longitud estándar se encontró una proporcionalidad muy significativa ($ts = 7,97$; $P < 0,01$), lo que implica que el número de ovocitos se incremente al aumentar la talla según la ecuación $Y = 1516,14 + 26,306X$; $r = 0,86$. igualmente se demostró que el número de óvulos aumenta significativamente con el peso del pez ($ts = 7,47$; $P < 0,01$), según la ecuación $Y = 8,47 + 80,298X$. En ambas ecuaciones, Y = Nº de óvulos y X = longitud estándar y peso del pez, respectivamente.

## DISCUSION

Las hembras de *Pseudoplatystoma fasciatum* resultaron ser más largas y más pesadas que los machos, sin embargo, a pesar de existir diferencias significativas entre los sexos este dimorfismo sexual no es muy marcado. Resultados similares reporta REID (1983) y ANONIMO (1986) en relación a la longitud del cuerpo de la misma especie. La presencia de una prolongación de la papila urogenital

TABLA I. Proporción mensual de los sexos de Pseudoplatystoma fasciatum, durante Enero-Diciembre, 1987, en Laguna Grande, Estado Monagas ( Ns = no significativo; ** = muy significativo; *** = altamente significativo).

| MESES | HEMBRAS | MACHOS | PROP. SEXUAL | $X^2$ |
|---|---|---|---|---|
| Enero | 10 | 2 | 5:1 | 1.32 Ns |
| Febrero | – | – | – | – |
| Marzo | 11 | 0 | 11:0 | 11 *** |
| Abril | 14 | 0 | 14:0 | 14 *** |
| Mayo | 44 | 2 | 22:1 | 38.34 *** |
| Junio | 30 | 6 | 5:1 | 16.00 *** |
| Julio | 36 | 5 | 7:1 | 26.56 *** |
| Agosto | 41 | 13 | 3:1 | 14:52 *** |
| Septiembre | 22 | 2 | 11:1 | 16.66 *** |
| Octubre | 13 | 1 | 13:1 | 10.28 *** |
| Noviembre | 11 | 1 | 11:1 | 8.32 ** |
| Diciembre | 8 | 5 | 2:1 | 0.70 Ns |
| TOTAL | 240 | 37 | 6,5:1 | 151.72 *** |

inmediatamente por detrás del ano en los machos y ausente en las hembras demostró una forma de determinar dimorfismo sexual. Esta característica es muy común en bagres de ríos, según lo señalado por HUG (1977) trabajando con *Mystus corsula, M. Tengara, Clarias batracus y Alia Coliua.*

La proporción de sexos durante el período de muestreo se alejó de la relación 1:1 en favor de las hembras, a excepción de los meses de enero y diciembre, donde resultó no significativas.

Resultados similares fueron encontrados por REID (1983) quién señaló que las hembras se alejan más de los ríos que los machos, quedando atrapadas en las lagunas al bajar el nivel de las aguas. Quizás este sea la razón por la cual la proporción de machos encontradas es menor que la de las hembras, debido a que la Laguna Grande tiene conección con el río.

La talla mínima en la cual *Pseudoplatystoma fasciatum* está sexualmente maduro fue de 45 y 56 cm de longitud estándar para machos y hembras respectivamente. Esta

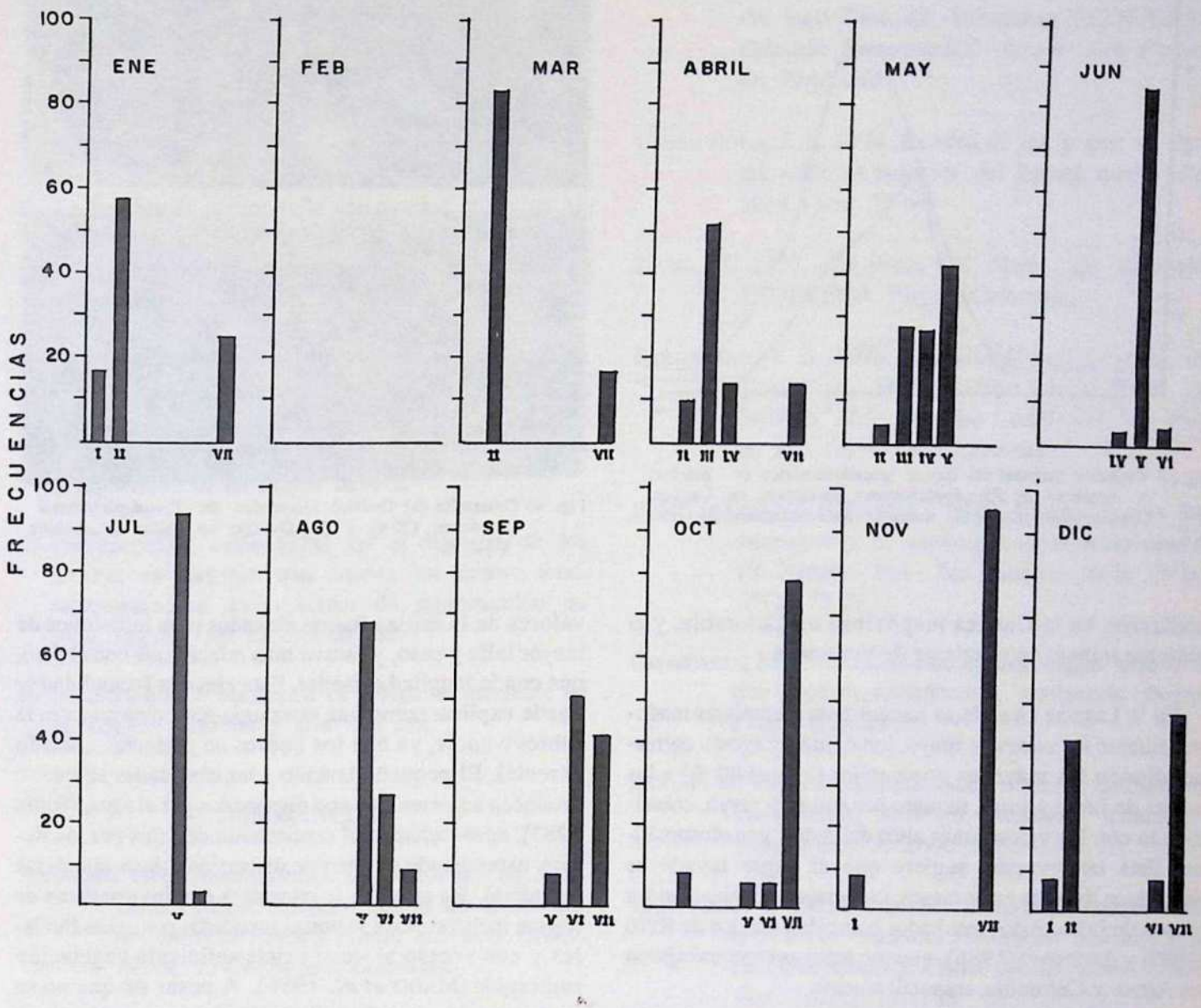



Fig. 2.- Porcentaje de frecuencia mensual de las diferentes etapas gonadales en *Pseudoplatystoma fasciatum* de Laguna Grande, Maturín durante enero –diciembre 1987.

diferencia es explicada por NIKOLSKI (1963) al expresar que los machos maduran primero debido a su corta vida reproductiva.

La talla donde el 50 % de los ejemplares alcanza la primera madurez sexual fue 56 y 87 cm de longitud estándar para machos y hembras, respectivamente. Estos resultados son diferentes a los reportados por REID (1983) que señala tallas mínimas de madurez de 39 y 39,5 cm de longitud estándar, para machos y hembras, respectivamente. Estas diferencias probablemente se deben a las variaciones de crecimiento por habitar áreas geográficas distinta (río Apure) o que no se capturaron ejemplares de esas tallas.

Se ha reportado (ANONIMO, 1986) que la talla en la cual el 50 % de la población de bagre rayado alcanza la primera madurez es 76 cm. este valor es aún mayor comparada con la obtenida en este trabajo lo cual permite inferir que quizás se debe a variaciones geográficas ya que tales estudios se

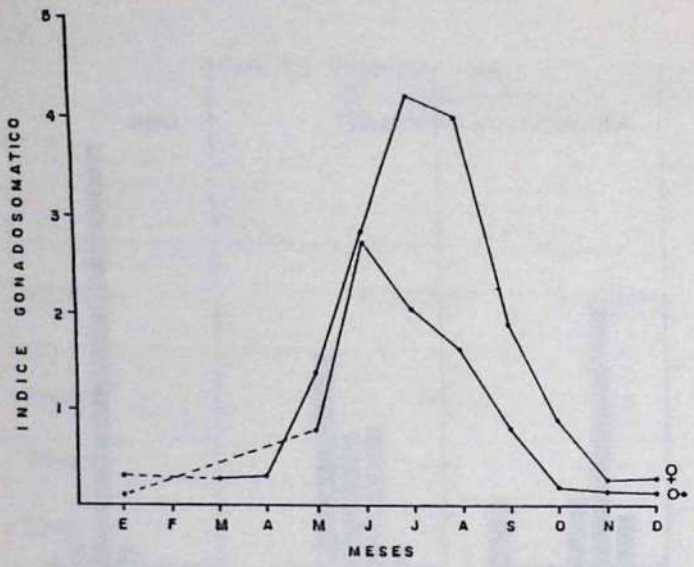



Fig. 3.- Variación mensual del índice gonadosomático de machos y hembras de *Pseudoplatystoma fasciatum*, en Laguna Grande, Edo. Monagas, durante enero-diciembre de 1987.

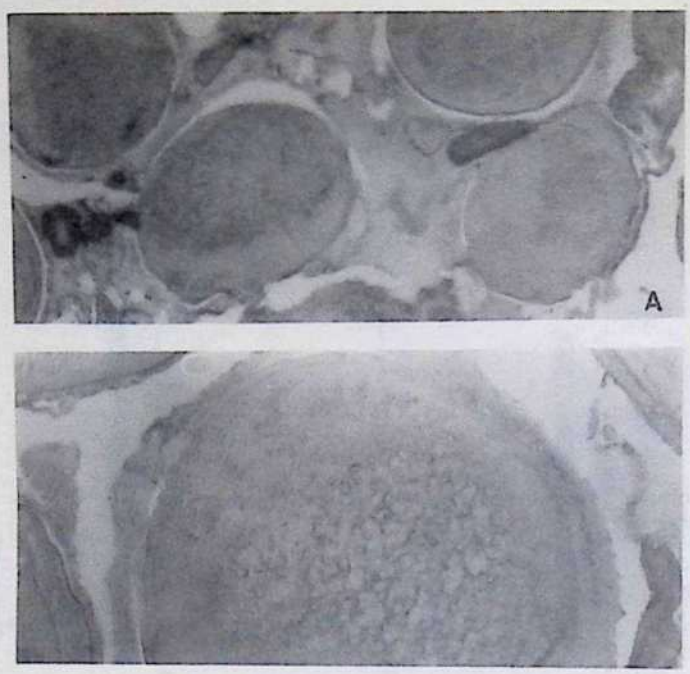



Fig. 4.- Desarrollo (a) Ovárico Sincrónico de *Pseudoplatystoma fasciatum* (10 x) y (b) Ovocito en stadío de madurez V (40 x).

realizaron en la Cuenca magdalena en Colombia, y el presente trabajo en el oriente de Venezuela.

En la Laguna Grande,se encontraron ejemplares maduros durante los meses de mayo, junio, julio y agosto correspondiendo los mayores porcentajes (más el 80 %) a los meses de junio y julio, seguido por agosto y mayo, coincidiendo con los valores más altos del índice gonadosomático. Esta observación sugiere que el bagre rayado se reproduce durante estos meses, con mayor actividad en los meses de julio. Estos resultados coinciden con los de REID (1983) y ANONIMO (1986), aunque estos autores trabajaron en Apure y Colombia, respectivamente.

Generalmente los peces de aguas tropicales tienen un desarrollo asincrómatico de los ovocitos; sin embargo existen especies que presentan excepciones con desarrollo sincrónico de los óvulos. En esta investigación se demostró homogeneidad en el diámetro de los ovocitos lo que parece indicar que *P. fasciatum* exhiben un desarrollo sincrónico de sus óvulos y desove una sola vez en el año. Esto podría relacionarse con el régimen hidrológico de los ríos (REID, 1983; ANONIMO, 1986) y épocas de lluvias (MACHADO, 1987; CASTILLO *et al.* 1987).

*P. fasciatum* es una especie de elevada fecundidad. Los valores de la misma fueron elevados para individuos de mayor talla y peso, y estuvo más relacionada con el peso, que con la longitud estándar. Esta elevada fecundidad se puede explicar como una estrategia reproductiva para la sobrevivencia, ya que los huevos no presentan cuidado parental. El pequeño tamaño y las cantidades en que se producen sugieren que son dispersados por el agua, (REID, 1983), aprovechando el crecimiento de estos por las lluvias, extendiendo su zona de dispersión a áreas inundadas (lagunas). En general, se considera que los criaderos de bagres incluyen toda la zonas inundadas por aguas fluviales y con acceso al río si existe suficiente vegetación sumergida (MAGO *et al.* 1986). A pesar de que no se capturaron larvas ni juveniles, el hecho de encontrar ejemplares en etapa de madurez V y VI permite inferir que Laguna Grande es un área de desove para esta especie y que la pequeña corriente de agua (cuerpo de agua abierto) que posee sirve para dispersar los elementos reproductores (MACHADO, 1987).

## CONCLUSIONES

1.- Se encontraron diferencias entre machos y hembras con respecto a la longitud y peso del cuerpo, siendo las hembras más grandes y pesadas que los machos. existe dimorfismo sexual en indivi–

duos maduros en relación a la papila urogenital, siendo esta más desarrollada.

2.- La proporción sexual se aleja de la esperada 1:1 siendo las hembras más abundantes en proporción 6,5:1.

3.- La hembra de menor talla con ovarios maduros alcanzó una longitud estándar de 56 cm y el macho 45 cm. La talla estimada de la primera madurez sexual está entre 56 y 87 cm para machos y hembras respectivamente.

4.- El período de reproducción estuvo comprendido por los meses de mayo, junio, julio y agosto siendo el mes de julio el de mayo intensidad gonadal y septiembre el de mayor desove.

5.- Por encontrar uniformidad en el diámetro de los óvulos, es posible que suceda un desove total, determinándose un máximo de reproducción en julio, seguido por el mes de junio.

6.- El diámetro de los óvulos es independientemente de la longitud estándar y peso del pez.

## REFERENCIAS


ANONIMO. 1986. Macroinforme del Ministerio de Agricultura y Cría. *Oficina nacional de proteción y Control de Pesca y Fauna Silvestre. INDERENA, 13458. Bogotá, Colombia.*

BAGENAL, T. & E. BRAUNS. 1978. Eggs and early life history. In BAGENAL T. ( editor ). Methods for assement of fish production in fresh water. *I.B.P. Handbook N º3 Blackwel Scientific Publication.*

BONETTO, A., C. PIGNALBERI & E. CORDIVIOLA. 1965. Notas preliminares para un estudio biológico y pesquero del "Surubi" ( *Pseudoplatystoma coruscan y Pseudoplatystoma fasciatum*) en el Paraná medio ( Pices, Pimelodidae ). *Am Conq. Latinoam.* Zool. São Paulo 2: 125–129.

CASTILLO C., E. VALDEZ & N. ORTIZ. 1987. Aspectos sobre la historia de los bagres comerciales del bajo llano de Venezuela. F.O.N.A.I.A.P. *Estación Experimental Apure. San Fernando. Venezuela.*

CORDIVIOLA, J. E. 1974. La edad de los peces, su determinación en especies del Paraná medio. *Rev. Asol. Cient.* 53-69.

DAHL, G. 1971. *Los peces del Norte de Colombia.* INDERENA. Bogotá-Colombia.

FERNANDEZ, Y. A. 1970. Análisis Ictiológico del Clomplejo Hidrográfico ( 10 ). Delta del Orinoco. *Mac. Oficina Nacional de Pesca. Bol. Tel Nº 16. Caracas.*

FONTENELE, D. & S. FARIAS. 1979. Efectos de la *Boa barragen* y B. esperanca sobre ectiofauna de río Paraiba. *Bol. Tec. Contra seca. Brasil* 37(1): 23-29.

GUTIERREZ, M. 1967. Coloración histológica para ovarios de peces, crustáceos y moluscos. *Invest. Pesq.* 31(2): 26-27.

HUQ, F. M. 1977. Determination of sexes in catfishes of Bangladesh, through external character. *Bangladesh. J. Zool.* 5(1): 41-46.

KAISSER, C. E. 1973. Gonadal Maturation and fecundity of horse mackerel *Trachurus murphyi* (Nichols) of Coas of Chile. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 102(1): 101-108.

KOSSOWSKI, Ch. & J. MADRID. 1985. Ensayo de reproducción Inducida en *Pseudoplatystoma fasciatum. Act. Cient. Venezuela.* 36 (3 y 4): 285–289.

LAEVASTU, T. 1980. *Manual de Métodos de Biología Pesquera. Edic. Acribia. F. A. O.* Zaragoza España.

LAMUS DE B. E. 1975. Contribución al conocimiento de la biología del bagre pintado ( *Pseudoplatystoma fasciatum*) Linnaeus 1776, y su importancia pesquera. *INDERENA. Medellín,*

*Colombia.*

LASSO, C. 1987. Inventario de la ictiofauna de nueve lagunas de inundación en el río Orinoco medio. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Estación Hidrobiológica de Guayana. San Félix. Bolívar. 8024.

MACHADO A. A. 1987. Los peces del bajo llano de Venezuela. Un ensayo sobre su historia nanatural. U.C.V.

MAGO L. F., P. NASS & O. CASTILLO. 1986. Larvas juveniles y adultos de bagre de la familia pimelodidade de Venezuela. Proyecto 1.500. CONICIT. (sin publicar).

MESS, G. G. 1974. The Auchenipteridae and pimelodidae of Suriname (Pisces: Nematognathi) Zool. ver. Luden.

NIKOLSKI, G. 1963. The ecology of fishes. Academic Pres. New York.

NOVOA, D. 1982. Los recursos pesqueros del río Orinoco y su explotación. C. V. G. División de Desarrollo Agricola. Caracas.

--------- & F. RAMOS. 1978. Las pesquerías comerciales del río Orinoco. C. V. G. División de Desarrollo Agricola. Caracas.

PAGGI, J. C. 1972. Contribución al conocimiento de los Lernacidas (Crustácea: copépoda) de Argentina. *Learnea argentinansis y Tauro chero palminisii* (Brian, 1924) parásitos de peces del río Paraná medio. Acta 200. Lilloana. Inst. Nac. Lill. Argentina.

PITT, T. 1966. Sexual maturaty and Spawning of the American plaice *Hipoglossoides platessoides* (fabricus) from New Foundland and Gran Bank Areas. J. Fish. Res. Bd. Canada. 23(5): 651-672.

REID, S. 1983. La biología de los bagres rayados *Pseudoplatystoma fasciatum Pseudoplatystoma tigrinum.* Revista Unelles de Ciencias y Tecnología. Año 1. N 1 y 2. 13-14.

REYES, O. A. 1985. Anatomía e identificación taxonómica de algunas especies de peces en el ecosistema Laguna Grande del Estado Monagas. *Trabajo de ascenso para optar a la categoría de Prof. Agregado.* I.U.P.E.M., Maturín.

SOKAL, R. & F. ROHLF. 1969. Biometry, W. H. Freeman and Co. San Francisco.

VÁSQUEZ, D. C. 1974. Algunos aspectos de la ictiopatología en Colombia. INDERENA/FAO Desarrollo de pesca continental. Vol 1.

Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente, 29 (1&2): 141-151 (1990), 4 figs., 9 tabls.

# ASPECTOS BIOMETRICOS DE LA CARACHANA PINTADA, EUTHYNNUS ALLETERATUS (PISCES:SCOMBRIDAE) DE LOS ALREDEDORES DE LA ISLA PICUA, EDO. SUCRE, VENEZUELA.

ISIDRA RAMÍREZ-ARREDONDO,

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

RESUMEN: El presente trabajo se realizó en 366 ejemplares de la carachana pintada, *Euthynnus alleteratus,* capturados mensualmente desde junio de 1987 hasta agosto de 1988 en los alrededores de la Isla Picua, Edo. Sucre, Venezuela. Se tomaron medidas de longitud y peso para el análisis de la relación talla-peso y de la condición fisiológica. Además, se le estableció el sexo y características taxonómicas morfométricas y merísticas para estudiar el dimorfismo sexual y el crecimiento relativo. Las tallas estuvieron comprendidas entre 198 y 717 mm de longitud horquilla y el peso entre 102 y 6.155 g. Se encontraron diferencias sexuales en la mayoría de los caracteres taxonómicos analizados. Se observó un crecimiento alométrico mayorante; así mismo, alometría en la mayoría de las expresiones del crecimiento relativo de las diferentes partes del cuerpo. Los ejemplares mostraron una buena condición fisiológica durante todo el lapso de estudio.

ABSTRACT: The present work was done on the basic of analysis of 366 specimens of *Euthynnus alleteratus.* The sampling was done between June 1987 to August 1988 around Picua Island, Sucre State, Venezuela. Length and weight measurements were taken for the determination of length-weight relationship and that of K- factor. Besides, sexes were determined. Morphometric and meristic characteristics were studied with a view to determine sexual dimorphism if any, as well as for relative growth.. The size of the sample studied ranged between 198 to 717 mm fork length and the weight varied 102 to 6,155 g. Sexual differences were observed in majority of the taxonomic characters studied. In general the growth was allometric, such was the case in majority of the relative growth of different parts of the body. Organisms showed good physiological condition throughout the period of study.

## INTRODUCCION

La carachana pintada, *Euthynnus alleteratus,* es una especie pelágica que en ocasiones se encuentra cerca de la costa. Se distribuye a ambos lados del Atlántico; en el Atlántico Occidental desde Bermuda y el Golfo de Maine hasta Ilha Victoria, Brasil y al norte y este del Golfo de México. También se ha reportado en el Mediterráneo y en el Mar Negro (CERVIGÓN, 1966; FISCHER, 1978; COLLETE & NAUEN, 1983).

En Venezuela, se captura en forma artesanal utilizando red de playa, red de argolla, tendido y al currican (MENDEZ-AROCHA, 1963). RODRÍGUEZ (1983) indica, además, el filete aboyador, el cordel y el palangre. Para 1975 se reporta una captura de 359 toneladas proveniente principalmente de Venezuela (FISCHER, 1978) y a nivel mundial, para 1981 se citan 78.196 toneladas métricas (FAO, 1983), Se consume en fresco o salada (GINÉS, 1972) y representa, en la actualidad, un importante recurso pesquero.

En el contexto mundial, *Euthynnus alleteratus* ha sido estudiada por varios investigadores. Así, se tienen trabajos sobre sus aspectos taxonómicos, distribución y comportamiento realizados por KLAWE (1961), COLLETE (1978;1981), FISCHER (1973;1978), MATSURA & SATO (1981), COLLETE & NAUEN (1983), BATALYANTS (1985) y MARCILLE (1985). Sobre informaciones biológicas, se pueden citar los de POSTEL (1954), DE SILVA & RATHYEN (1961), MARCHAL (1963), RODRÍGUEZ-RODA (1966), KLAWE (1968), FERREIRA DE MENEZES & PESSOA (1977), MOTA & PESSOA (1977) y YOSHIDA (1979). Sin embargo, en Venezuela solo se conocen informaciones sobre caracteres taxonómicos indicados por CERVIGÓN (1966) y sobre la incidencia de clupeoideos en su alimentación efectuado por ETCHEVERS (1976).

En atención a su potencial pesquero y a la escasez de información en el país, se presenta el estudio de algunos

aspectos biométricos como una contribución al conocimiento biológico- pesquero de este recurso ictícola marino.

## METODOLOGIA

Los ejemplares de carachana pintada fueron recolectados en los alrededores de la Isla Picua, Edo. Sucre (Fig. 1) desde junio de 1987 hasta agosto de 1988, utilizando cordel con carnada viva (sardina) y con chinchorro de unos 250 m de largo por 20 m de alto. Los mismos fueron fijados en formalina al 10 %. Se procesaron un total de 366 organismos.

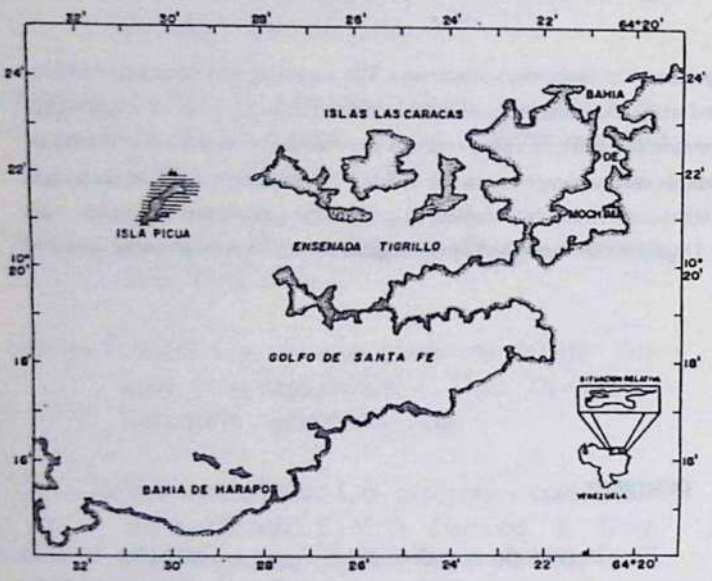



Fig. 1.- Ubicacion Geografica del Area de Estudio.

A cada ejemplar se le determinó la longitud horquilla con un ictiómetro graduado de apreciación 1 mm y el peso con una balanza Sartorius de 0,01 g de precisión.

Así mismo, se les estableció el sexo y las siguientes características morfométricas: longitud pre-dorsal, longitud de la cabeza, longitud del rostro, longitud post-orbitaria de la cabeza, longitud pre-pectoral, altura y anchura. Además, se tomaron los caracteres merísticos: radios de la primera y segunda aleta dorsal y de la aleta anal. El dimorfismo sexual se analizó en los caracteres morfométricos y merísticos tomados, mediante la prueba de t-student (SOKAL & ROHLF, 1979).

La composición por talla de la población se determinó mediante una distribución de frecuencias porcentual en grupos de 52 mm de longitud horquilla.

El crecimiento relativo de las diferentes partes del cuerpo se estableció mediante análisis de regresión (SOKAL & ROHLF, 1979) donde el cambio de forma obedece a la ley de alometría. Para ello se ut ilizó la ecuación $Y = aX^b$, donde X representa la longitud horquilla (mm) y Y cada una de las variables morfométricas mencionadas. La ecuación se ajustó por medio de una transformación logarítmica, obteniéndose la expresión: Log Y = log a + b Log X. se dice que cuando b es igual a 1 hay isometría, es decir hay crecimiento sin cambio de forma. En tanto que si b difiere de 1 existe alometría.

La relación talla-peso se estableció mensualmente para machos y hembras a través de la relación alométrica definida por HUXLEY (1932), $W = aL^b$ done W es el peso del cuerpo (g), L es la longitud horquilla (mm), a y b son constantes. Esta ecuación fue justada mediante una transformación logarítmica para lo cual se obtuvo log W = log a + b log L. En esta ecuación se comparó b = 3 a través de un t-student (SOKAL & ROHLF, 1979), ya que se considera que el peso del cuerpo varía en función a la potencia cúbica de la talla. Si b no difiere de 3 significativamente, se dice que el crecimiento es isométrico, si b difiere de 3 se le considera alométrico, que será mayorante si b es mayor que 3 y minorante si b es menor que 3. Además, se aplicó un t-student para determinar la igualdad de pendientes de regresión 'b' entre machos y hembras (SOKAL & ROHLF, 1979).

El factor de condición se determinó mendiante la ecuación Kn = P/$\bar{P}$, propuesta por LECREN (1951) donde P representa el peso que tiene el individuo y $\bar{P}$ el peso que debería tener según la talla promedio de su grupo, obteniendose mediante la expresión P = aL. El Kn se calculó tanto mensualmente como por grupo de tallas para machos y hembras de *E. alleteratus* dado el desconocimiento que se tiene de las edades en esta especie en Venezuela. Al Kn calculado por mes para machos se le aplicó un análisis de varianza doble según SOKAL & ROHLF (1979), igualmente dicho análisis fue realizado para el Kn de ambos sexos según los intervalos de tallas, con el fin de detectar posibles diferencias entre dichas variables.

## RESULTADOS

*Composición por talla y peso de la población:*

Los valores mensuales de la longitud horquilla para machos y hembras se presenta en la Tabla 1. En los machos, se observa que las tallas encontradas van desde 198 mm en el mes de mayo hasta 705 mm en el mes de diciembre, con un valor promedio de 309,26. Para las hembras,las cifras oscilaron entre 214 mm para mayo y 717 mm en abril, con una talla promedio de 400,72.

Al considerar el total de los ejemplares se aprecia que predominaron las tallas comprendidas entre 198 y 301 mm (Fig. 2). Al revisar, la composición por talla total por sexo se encontró una alta proporción de tallas pequeñas en los machos (Fig. 3).

*Características taxonómicas:*

En el estudio taxonómico realizado para *E. alleteratus* se obtuvieron los siguiente resultados:

*Características morfométricas:*

En el caso de las hembras y machos se encontraron valores promedios de 114,54 mm y de 90,79 mm para la longitud pre-dorsal; de 103, 19 mm y de 81,84 mm para la longitud de la cabeza; de 29,62 mm y de 23,63 mm para la longitud del rostro; de 61,70 mm y de 47,84 mm para la longitud post-orbitaria de la cabeza; de 106,71 mm y de 84,04 mm para la longitud pre-pectoral; de 88,96 mm y de 70,67 mm para la altura del cuerpo; de 56,98 mm y de 45,36 mm para el ancho del cuerpo de pez, respecti-vamente

TABLA 1.- Resumen estadístico de la longitud Horquilla por sexo de *Euthynnus alleteratus* de los alrededores de la Isla Picua, Estado Sucre. Siendo N = Tamaño de la muestra; S = Desviación Típica; X = Media y C.V = Coeficiente de Variación.

| | MACHOS | | | | | | HEMBRAS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Longitud Horquilla | | | | | | Longitud Horquilla | | | | |
| Meses | N | Min | Max | $\bar{X}$ | S | C.V | N | Min | Max | $\bar{X}$ | S | C.V |
| 06/87 | 23 | 225 | 337 | 263,26 | 34,16 | 12,97 | 4 | 288 | 340 | 320,50 | 24,56 | 7,66 |
| 07/87 | 26 | 226 | 297 | 268,42 | 15,00 | 5,59 | - | - | - | - | - | - |
| 09/87 | 11 | 381 | 447 | 439,00 | 26,33 | 6,00 | 9 | 396 | 491 | 433,56 | 30,76 | 7,09 |
| 10/87 | 17 | 233 | 498 | 332,65 | 90,44 | 27,19 | 11 | 290 | 447 | 416,27 | 44,00 | 10,57 |
| 11/87 | 13 | 271 | 452 | 366,00 | 65,49 | 17,89 | 17 | 315 | 455 | 379,76 | 52,13 | 13,73 |
| 12/87 | 18 | 442 | 705 | 547,56 | 99,13 | 18,10 | 7 | 429 | 612 | 468,29 | 64,85 | 13,85 |
| 01/88 | 18 | 221 | 279 | 250,17 | 15,89 | 6,35 | 1 | - | - | - | - | - |
| 03/88 | 38 | 198 | 322 | 222,97 | 22,11 | 9,92 | 5 | 214 | 311 | 260,20 | 36,40 | 13,99 |
| 04/88 | 7 | 515 | 686 | 572,43 | 53,82 | 9,40 | 8 | 526 | 717 | 593,62 | 68,09 | 11,47 |
| 05/88 | 16 | 285 | 337 | 309,06 | 16,48 | 5,33 | 3 | 304 | 333 | 313,00 | 14,73 | 4,71 |
| 06/88 | 48 | 217 | 436 | 265,52 | 58,77 | 22,13 | 4 | 217 | 343 | 283,00 | 64,76 | 22,88 |
| 07/88 | 32 | 241 | 486 | 319,12 | 50,59 | 16,10 | 2 | 290 | 337 | 313,46 | - | - |
| 08/88 | 27 | 220 | 479 | 293,41 | 48,98 | 16,69 | 1 | - | - | - | - | - |
| TOTAL | 294 | 198 | 705 | 309,26 | 101,53 | 32,83 | 72 | 214 | 717 | 400,72 | 102,10 | 25,48 |

En relación con el peso, se encontró un valor prome-dio de 652,08 g en los machos, variando entre 102,63 g en el mes de marzo y 6.155,00 g en diciembre (Tabla 2). En el caso de las hembras, los valores ocurrieron entre 117,78 g, para mayo y 5.890,00 g para abril con un peso promedio de 1.227, 27 g (Tabla 2).

(Tabla 3).

*Características merísticas:*

Se encontraron valores promedios de 15,34 y de 15,26 radios en la primera aleta dorsal; de 12,69 y de 12,44 radios

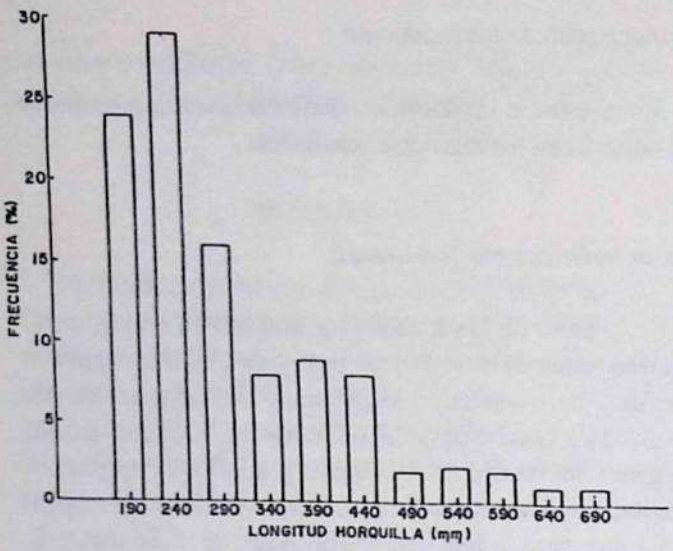



FIG. 2.- Porcentaje de Frecuencia en el Total de Tallas Para *Euthynnus alleteratus* de los Alrededores de la Isla Picua, Edo. Sucre, Venezuela.

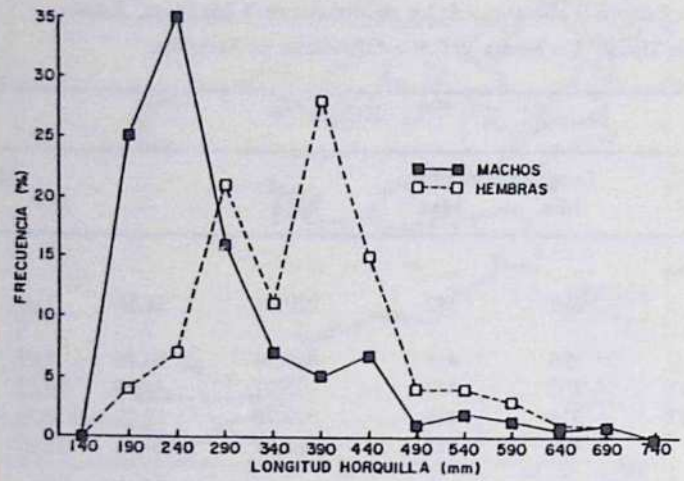



FIG. 3.- Poligonos de Frecuencia Porcentual de Tallas en Machos y Hembras de *Euthynnus alleteratus* de los Alrededores de la Isla Picua, Edo. Sucre, Venezuela.

en la segunda aleta dorsal; de 13,59 y de 13,20 radios para la aleta anal en hembras y machos respectivamente (Tabla 3).

*Crecimiento relativo:*

El crecimiento relativo de las diferentes partes del cuerpo fue obtenido al relacionar la longitud horquilla con las eiferentes medidas morfométricas tomadas del pez, lo cual se hizo por separado para machos y hembras. Los resultados encontrados se exponen en las Tablas 4 y 5. De las siete relaciones estudiadas se observó que en seis de ellas, el valor de "b" difiere significativamente de 1, lo que indica que presenta un crecimiento alométrico mayorante en dichas variables. En los machos solo en el caso de la relación longitud horquilla-altura y para las hembras, en la expresión longitud horquilla-longitud post- orbitaria, resultaron isométricas.

*Diformismo sexual:*

En relación con la coloración no se observaron diferencias entre los sexos. Sin embargo, al estudiar el dimorfismo sexual considerando los caracteres morfométricos y los merísticos estudiados y analizados mediante la prueba de t-student, para establecer variaciones de las características sexuales secundarias, se encontraron diferencias significativas en todos los caracteres considerados excepto en el número de radios de la primera dorsal (Tabla 6).

*Relación talla-peso:*

En el análisis de la relación longitud-peso de *E. alleteratus* se utilizaron 294 machos con longitud horquilla entre 198 y 705 mm y 72 hembras con un rango de 214 a 717 mm de longitud horquilla (Tabla 1). Para ambos sexos se observó una relación positiva entre las dos variables. Los valores alcanzados por el coeficiente "b" indican que en esta especie el crecimiento es alométrico mayorante ya que este difiere significativamente de 3 (Tabla 7). Por otra parte, al comparar las pendientes, se determinó que no existen diferencias significativas entre machos y hembras (Tabla 7), quedando la expresión de la relación talla- peso para *E. alleteratus* definida por la ecuación siguiente:

$$\log P = - 5{,}008 + 3{,}07 \log LH, \text{ con } r = 0{,}99 \text{ (Fig. 4).}$$

*Factor de condición:*

El factor de condición fisiológica (Kn) se obtuvo mensualmente y por grupo de tallas, tanto para machos como en hembras. Los resultados se resumen en las Tablas 8 y 9. Mensualmente, el Kn en ambos sexos se presentó con valores por encima de uno, durante el todo período de muestreo (Tabla 9).

TABLA 2.- Resumen estadístico del peso por sexo de *Euthynnus alleteratus* de los alrededores de la Isla de Picua, Estado Sucre. Siendo N = Tamaño de la muestra; S = Desviación Típica; X = Media y C.V. = Coeficiente de Variación.

| | MACHOS | | | | | | HEMBRAS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | PESO | | | | | | PESO | | | | |
| Meses | N | Min | Max | $\bar{X}$ | S | C.V | N | Min | Max | $\bar{X}$ | S | C.V |
| 06/87 | 23 | 176,20 | 583,60 | 304,01 | 127,49 | 41,94 | 4 | 403,60 | 618,20 | 504,05 | 93,55 | 18,56 |
| 07/87 | 26 | 168,49 | 754,65 | 332,57 | 105,26 | 31,65 | - | - | - | - | - | - |
| 09/87 | 11 | 830,18 | 1722,08 | 1380,19 | 254,93 | 18,47 | 9 | 1002,60 | 1862,14 | 1346,78 | 274,51 | 20,38 |
| 10/87 | 17 | 188,28 | 1695,75 | 682,50 | 487,36 | 71,41 | 11 | 420,89 | 1465,64 | 1142,16 | 277,82 | 24,33 |
| 11/87 | 13 | 334,22 | 1356,80 | 777,37 | 374,24 | 48,14 | 17 | 498,70 | 1473,20 | 905,43 | 374,61 | 41,37 |
| 12/87 | 18 | 1295,30 | 6155,00 | 2970,24 | 1683,90 | 56,69 | 7 | 1242,60 | 3750,00 | 1762,21 | 889,13 | 50,46 |
| 01/88 | 18 | 161,21 | 326,63 | 236,18 | 47,36 | 20,05 | 1 | - | - | - | - | - |
| 03/88 | 38 | 102,63 | 559,73 | 165,22 | 76,68 | 46,41 | 5 | 117,78 | 509,73 | 287,70 | 146,78 | 51,02 |
| 04/88 | 7 | 2375,00 | 5425,00 | 3147,14 | 1041,86 | 33,10 | 8 | 2328,00 | 5890,00 | 3471,50 | 1263,8 | 36,41 |
| 05/88 | 16 | 367,53 | 623,30 | 487,36 | 76,48 | 15,69 | 3 | 322,53 | 455,66 | 406,90 | 73,36 | 18,03 |
| 06/88 | 48 | 139,31 | 1276,71 | 332,74 | 284,28 | 85,44 | 4 | 150,26 | 594,45 | 377,68 | 230,88 | 61,13 |
| 07/88 | 32 | 217,79 | 1900,00 | 543,58 | 308,11 | 56,68 | 2 | 404,57 | 589,20 | 496,89 | - | - |
| 08/88 | 27 | 183,35 | 1950,00 | 444,26 | 333,36 | 75,04 | 1 | - | - | - | - | - |
| TOTAL | 294 | 102,63 | 6155,00 | 652,08 | 909,28 | 139,44 | 72 | 117,78 | 5890,00 | 1227,27 | 1046,48 | 85,27 |

De acuerdo a los grupos de tallas, en los machos, el valor mayor (1,047) se observó en los ejemplares con longitudes entre 290 y 339 mm y el mínimo valor (0,952) ocurrió cuando alcanza una longitud entre 490 y 539 mm (Tabla 13). Mientras tanto, en las hembras el intervalo de talla con mejor condición (1,044) se presenta entre 240 y 289 mm y el menor (0,943) en el rango de 190 a 239 mm de longitud horquilla (Tabla 8).

Además, se encontró que al aplicar una prueba de ANOVA doble no existían diferencias significativas en los valores de Kn cuando se analizó mensualmente ($Fs = 0,115$; $p > 0,05$) y entre sexos ($Fs = 0,549$; $p > 0,05$).

## DISCUSION

El conocimiento biológico de las especies, además de conllevar a comprender el rol que juega el organismo n el medio ambiente donde habita, ayuda a establecer la reglamentación adecuada para el manejo racional de las pesquerías. En tal sentido, se deben aunar esfuerzos para la evaluación biológico- pesquera de los recursos pesqueros del país.

En relación con el presente trabajo, los ejemplares de *Euthynnus alleteratus* capturados en los alrededores de la Isla Picua, Edo. sucre mostraron una longitud horquilla entre 198 y 717 mm, abundando las tallas comprendidas entre 198 y 301 mm. Este rango de longitudes fueron similares a los valores citados para especies por CERVIGÓN (1966) en organismos capturados en las Islas de Píritu y Cubagua y por ETCHEVERS (1976) en Carachana Pintada proveniente de la costa noreste de Margarita. Pero resultaron menores que los datos obtenidos por FERREIRA DE MENEZES & PESSOA (1977) y MOTA & PESSOA (1977) en *E. alleteratus* del Estado Ceará, Brasil; que los citados por FISCHER (1978) para el Atlántico Centro-occidental (área de pesca 31) y que los reportados por COLLETE & NAUEN (1983) para ambos lados del Atlántico.

En relación con el peso, los valores promedios fueron de 652 g en los machos y de 1.227 g para las hembras. En este caso, también estos datos resultaron menores a lo citado para esta especie por FISCHER (1978) y COLLETE & NAUEN (1983). Ello induce a pensar que quizás la diferencia se deba a condiciones de tipo ambiental en aguas venezolanas (tropicales), o a la intensidad del muestreo y/o a la eficiencia de los artes de pesca utilizadas en el presente estudio.

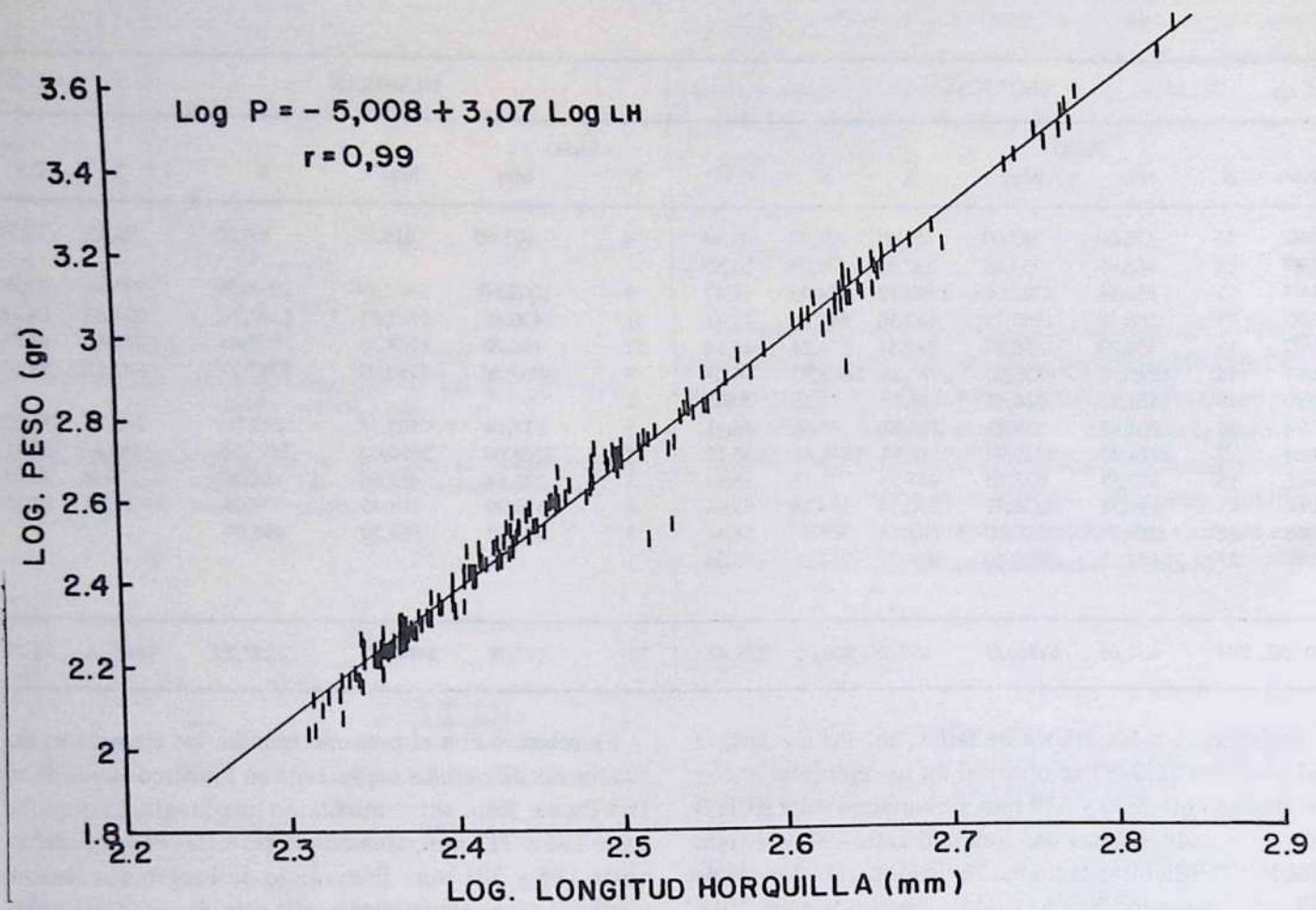



Fig. 4.- Relación Longitud-Peso para el total de ejemplares de *Euthynnus alleteratus* de los alrededores de la Isla Picua, Edo. Sucre, Venezuela.

Con respecto a las características taxonómicas analizadas, los rangos de los valores obtenidos, coinciden con la información citada en la bibliografía (CERVIGÓN, 1966; COLLETE, 1978, 1981; FISCHER, 1973, 1978; COLLETE & NAUEN, 1983).

En atención a las diferencias sexuales observadas en los caracteres morfométricos y merísticos, se aprecia que las hembras mostraron mayores valores en todos las características estudiadas. Estas diferencias entre los sexos se debe probablemente a diferencias genéticas, que determinan la fisiología y el comportamiento de los peces, más que a las condiciones ambientales, puesto que ambos están sometidos a los mismos factores (BOWERING, 1967). Así mismo, es de resaltar que POSTEL (1954) indica diferencias en la talla de primera madurez sexual entre ambos sexos y de que para otros escombridos del oriente venezolano, específicamente para *Scomberomorus cavalla*, se han encontrado esas mismas diferencias entre machos y hembras (TORRES, 1986).

El estudio del crecimiento relativo de las diferentes partes del cuerpo sugiere alometría mayorante en la mayoría de las expresiones estudiadas. Ello coincide con similares observaciones para *Scomberomorus cavalla* por TORRES (1986).

El estudio de la relación longitud-peso de *Euthynnus*

TABLA 3 - Caracteres Morfométricos y Meristicos en machos y hembras de *Euthynnus alleteratus* de los alrededores de la Isla de Picua, Estado Sucre. Siendo N = Tamaño de la muestra; Min = Mínimo; Max = Máximo; X = Media; S = Desviación Típica; C.V = Coeficiente de Variación

| | MACHOS | | | | | | HEMBRAS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Recorrido | | | | | | Recorrido | | | | |
| Caracteres | N | Min | Max | $\overline{X}$ | S | C.V | N | Min | Max | $\overline{X}$ | S | C.V |
| Morfometricos | | | | | | | | | | | | |
| Longitud P-dorsal | 292 | 60,90 | 201,10 | 90,79 | 28,05 | 30,89 | 72 | 62,00 | 197,80 | 114,54 | 29,71 | 25,94 |
| Longitud Cabeza | 292 | 47,70 | 186,20 | 81,84 | 25,92 | 31,67 | 72 | 57,30 | 185,20 | 103,19 | 27,00 | 26,16 |
| Longitud Rostro | 292 | 11,30 | 54,90 | 23,62 | 7,33 | 31,02 | 72 | 16,00 | 55,30 | 29,62 | 7,73 | 26,09 |
| Longitud P-orbitaria | 292 | 23,00 | 122,80 | 47,84 | 18,17 | 37,98 | 72 | 33,10 | 116,80 | 61,70 | 18,01 | 29,19 |
| Longitud P-pectoral | 292 | 55,30 | 196,00 | 84,04 | 26,02 | 30,96 | 72 | 56,20 | 189,70 | 106,71 | 27,14 | 25,44 |
| Altura | 292 | 42,50 | 169,00 | 70,67 | 23,59 | 33,38 | 72 | 42,50 | 160,00 | 88,96 | 25,67 | 28,85 |
| Ancho | 224 | 26,30 | 115,60 | 45,36 | 18,27 | 40,28 | 51 | 25,00 | 110,00 | 56,98 | 20,36 | 35,73 |
| Meristicos | | | | | | | | | | | | |
| Aleta Dorsal 1 | 290 | 12,00 | 16,00 | 15,26 | 0,51 | 3,32 | 72 | 13,00 | 17,00 | 15,34 | 0,58 | 3,78 |
| Aleta Dorsal 2 | 289 | 10,00 | 14,00 | 12,44 | 0,72 | 5,79 | 72 | 10,00 | 14,00 | 12,69 | 0,59 | 4,69 |
| Aleta Anal | 249 | 8,00 | 15,00 | 13,20 | 0,60 | 4,48 | 71 | 13,00 | 15,00 | 13,59 | 0,52 | 3,85 |

TABLA 4.- Resumen estadístico del crecimiento relativo en machos de *Euthynnus alleteratus* de los alrededores de la Isla Picua, Estado Sucre. Siendo $Log_a$ = Intersección; b = Pendiente; $t_S$ = T-Student; Sig = Significación de la Desviación en b en relación a uno (1); r = Coeficiente de Correlación.

| Relación | Log(a) | b | $t_s$ | $\overline{X}$ | $\overline{Y}$ | r |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LH-LPD | - 0,3716 | 0,94 | 9,20 *** | 308,06 | 90,79 | 0,992 |
| LH-LC | - 0,3273 | 0,92 | 6,67 *** | 308,06 | 81,84 | 0,987 |
| LH-LR | - 0,9007 | 0,91 | 4,66 *** | 308,06 | 23,62 | 0,945 |
| LH-LPO | - 1,0212 | 1,08 | 4,68 *** | 308,06 | 47,84 | 0,963 |
| LH-LPP | - 0,4149 | 0,94 | 8,02 *** | 308,06 | 84,04 | 0,991 |
| LH-Altura | - 0,6593 | 1,01 | 0,58 NS | 308,06 | 70,67 | 0,977 |
| LH-Ancho | - 1,1818 | 1,14 | 11,28 *** | 309,11 | 45,36 | 0,987 |

TABLA 5.- Resumen estadístico del crecimiento relativo en hembras de *Euthynnus alleteratus* de los alrededores de la Isla Picua, Estado Sucre. Siendo $Log_a$ = Intersección; b = Pendiente; $t_S$ = T-Student; Sig = Significación de la Desviación en b en relación a uno (1); r = Coeficiente de Correlación.

| Relación | Log(a) | b | $t_s$ | $\overline{X}$ | $\overline{Y}$ | r |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LH-LPD | - 0,3273 | 0,92 | 6,67*** | 391,61 | 114,54 | 0,994 |
| LH-LC | - 0,3911 | 0,93 | 6,53 *** | 391,61 | 103,19 | 0,995 |
| LH-LR | - 0,7863 | 0,87 | 3,80 *** | 391,61 | 29,62 | 0,949 |
| LH-LPO | - 0,8615 | 1,02 | 1,05 NS | 391,61 | 61,70 | 0,985 |
| LH-LPP | - 0,3541 | 0,92 | 6,22 *** | 391,61 | 106,71 | 0,993 |
| LH-Altura | - 0,7614 | 1,05 | 2,67 *** | 391,61 | 88,96 | 0,991 |
| LH-Ancho | - 1,0899 | 1,10 | 4,52 *** | 381,75 | 56,98 | 0,990 |

TABLA 6.- Ocurrencia del Dimorfismo Sexual en *Euthynnus alleteratus*. Siendo N = Tamaño de la Muestra ts = T-Student.

| Caracteres | Sexo | N | Media | Desviacion Estandar | Ts |
|---|---|---|---|---|---|
| LH | M | 294 | 309,26 | 101,53 | 6,84 *** |
| | H | 72 | 400,72 | 102,10 | |
| PESO | M | 294 | 652,08 | 909,28 | 4,66*** |
| | H | 72 | 1227,27 | 1046,48 | |
| LPD | M | 292 | 90,79 | 28,05 | 6,43*** |
| | H | 72 | 114,54 | 29,71 | |
| LC | M | 292 | 81,84 | 25,92 | 6,28*** |
| | H | 72 | 103,19 | 27,00 | |
| LR | M | 292 | 23,62 | 7,33 | 6,22*** |
| | H | 72 | 29,62 | 7,73 | |
| LPO | M | 292 | 47,84 | 18,17 | 5,87*** |
| | H | 72 | 61,70 | 18,01 | |
| LPP | M | 292 | 84,04 | 26,02 | 6,64*** |
| | H | 72 | 106,71 | 27,14 | |
| ALTURA | M | 292 | 70,67 | 23,59 | 5,85*** |
| | H | 72 | 88,96 | 25,67 | |
| ANCHO | M | 224 | 45,36 | 18,27 | 4,01*** |
| | H | 51 | 56,98 | 20,36 | |
| AD1 | M | 290 | 15,26 | 0,51 | 1,16 NS |
| | H | 72 | 15,34 | 0,58 | |
| AD2 | M | 289 | 12,44 | 0,72 | 2,73*** |
| | H | 72 | 12,69 | 0,59 | |
| AA | M | 249 | 13,20 | 0,60 | 4,97*** |
| | H | 71 | 13,59 | 0,52 | |

TABLA 7.-Resumen estadístico de la prueba t-Student para la comparación de dos pendientes en ejemplares de *Euthynnus alleteratus* de los alrededores de la Isla Picua, Estado Sucre. Siendo Log a = Intersección; b = inclinació; r = coeficiente de correlación; $t_s$ = t-Student para cada b; t(b1,b2) = t-Student para la comparación de las dos b.

| Relación | n | Log(a) | b | $\overline{X}$ | $\overline{Y}$ | r | $t_s$ | t ($b_1$,$b_2$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Machos | 294 | - 5,017 | 3,09 | 309,26 | 652,08 | 0,993 | 4,11*** | 0,023Ns |
| Hembras | 72 | - 5,025 | 3,08 | 400,72 | 1227,27 | 0,994 | 2,01* | |

TABLA 8.- Variación del factor de condición relativo por intérvalos de tallas en Machos y Hembras de *Euthynnus alleteratus* de los alrededores de la Isla Picua, Estado Sucre. Siendo M = Machos; H = Hembras.

| Intérvalos de Tallas (Longitud Horquilla) | Sexo | Frecuencia | Factor de Condición Relativo |
|---|---|---|---|
| 190–239 | M | 73 | 0,9639 |
| | H | 3 | 0,9431 |
| 240–289 | M | 102 | 1,0388 |
| | H | 5 | 1,0441 |
| 290–339 | M | 46 | 1,0474 |
| | H | 15 | 1,0182 |
| 340–389 | M | 21 | 0,9590 |
| | H | 8 | 0,9617 |
| 390–439 | M | 14 | 0,9611 |
| | H | 20 | 1,0123 |
| 440–489 | M | 20 | 0,9769 |
| | H | 11 | 1,0072 |
| 490–539 | M | 3 | 0,9528 |
| | H | 3 | 1,0015 |
| 540–589 | M | 6 | 0,9809 |
| | H | 3 | 1,0058 |
| 590–639 | M | 4 | 1,0198 |
| | H | 2 | 0,9827 |
| 640–689 | M | 2 | 0,9775 |
| | H | 1 | 0,9743 |
| 690–739 | M | 3 | 1,0302 |
| | H | 1 | 0,9716 |

alleteratus indicó que aumenta el peso del cuerpo a medida que aumenta la longitud horquilla. Se demostró que existen diferencias significativas entre los valores encontrados para el b de los machos y de las hembras con relación al valor ideal, deduciéndose alometría mayorante, lo cual indica que el ritmo de crecimiento en peso se incrementa mucho más rápido que el cubo de sus longitudes. Igual observación ha sido señalada para *E. alleteratus* de Brasil por FERREIRA DE MENEZES & PESSOA (1977) y para otros escombridos del oriente venezolano como son *Scomber*

TABLA 9.- Variación mensual del factor condición (Kn) en machos y hembras de *Euthynnus alleteratus* de los alrededores de la Isla de Picua, Estado Sucre. Siendo N = Tamaño de la muestra; Min = Mínimo; Max = Máximo.

| | MACHOS | | | | HEMBRAS | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Recorrido | | | | Recorrido | | |
| Meses | N | Min | Max | Kn | N | Min | Max | Kn |
| 06/87 | 23 | 0,9185 | 1,1849 | 1,0021 | 4 | 0,9414 | 1,0924 | 1,0018 |
| 07/87 | 26 | 0,8735 | 2,1105 | 1,0159 | - | - | - | - |
| 09/87 | 11 | 0,9296 | 1,1239 | 1,0023 | 9 | 0,9199 | 1,1483 | 1,0018 |
| 10/87 | 17 | 0,8937 | 1,1227 | 1,0023 | 11 | 0,9308 | 1,0817 | 1,0011 |
| 11/87 | 13 | 0,7552 | 1,0907 | 1,0037 | 17 | 0,8909 | 1,1140 | 1,0018 |
| 12/87 | 18 | 0,9266 | 1,1001 | 1,0011 | 7 | 0,9705 | 1,0399 | 1,0003 |
| 01/88 | 18 | 0,8986 | 1,0834 | 1,0093 | 1 | - | - | - |
| 03/88 | 38 | 0,9034 | 1,0883 | 1,0009 | 5 | 0,9419 | 1,0962 | 1,0014 |
| 04/88 | 7 | 0,8985 | 1,1095 | 1,0022 | 8 | 0,9636 | 1,0636 | 1,0005 |
| 05/88 | 16 | 0,9319 | 1,0539 | 1,0005 | 13 | 0,9920 | 1,0078 | 1,0000 |
| 06/88 | 48 | 0,8549 | 1,1740 | 1,0027 | 4 | 0,9330 | 1,0702 | 1,0013 |
| 07/88 | 32 | 0,5761 | 1,2111 | 1,0066 | 2 | - | - | - |
| 08/88 | 27 | 0,8279 | 1,1852 | 1,0027 | 1 | - | - | - |

*japonicus* (RAVELO, 1982) y *Scomberomorus cavalla* (TORRES, 1986).

El factor de condición refleja el estado de salud y bienestar en los peces y puede variar de acuerdo a la influencia de factores fisiológicos (reserva de gordura, desarrollo gonadal) o alimenticios (LECREN, 1951). El análisis de este factor en *E. alleteratus* determinó que presenta valores mayores que 1 durante todo el estudio y que no existen diferencias significativas cuando se compara mensualmente y por sexo. Esto indica que tanto los machos como las hembras presentaban un grado de bienestar excelente durante todo el muestreo; igual señalamiento encuentra RODRÍGUEZ-RODA (1966) para *E. alleteratus* del Atlántico Oriental.

## CONCLUSIONES

1. La población colectada presentó entre 198 y 717 mm de longitud horquilla y entre 102 y 6.155 g de peso.

2. Se observaron diferencias sexuales en la mayoría de los caracteres taxonómicos analizados.

3. *E. alleteratus* presenta un crecimiento alométrico mayorante.

4. Entre ambos sexos no hubo diferencias en la relación longitud-peso.

5. Se encontró alometría en la mayoría de las expresiones del crecimiento relativo de las diferentes partes del cuerpo.

6. El factor de condición (Kn) reflejó una buena condición física durante el lapso de estudio; no existiendo diferencias significativas entre los meses ni entre los sexos.

## AGRADECIMIENTOS

Se expresa un sincero agradecimiento a los Señores ANGEL MAGO y SILVIO SANCHÉZ por el apoyo en las labores de campo. Al ING. JORGE LORÉ por la ayuda con la sección de computación. Finalmente, al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente quien

aportó el financiamiento necesario a través del Proyecto Nº CI- 5-019-00316/87.

## REFERENCIAS

BATAL'YANTS, K. 1985. Some behavioural pecularities of shoals of little tunny (*Euthynnus alleteratus* Lione). In: *Behavior of commercial fishes.* UNIRO MOSKUA, URSS: 131- 136.

BOWERING, W. 1967. Distribution. age and growth and sexual maturity of flounder (*Glytocephalus* cynoglossus) in new foundland water. *J. Fish.* Board.Can. 33: 1547-1584.

CERVIGON, F. 1966. *Los Peces Marinos de Venezuela.* Fund. La Salle Cienc. Nat., Caracas. Tomo II, Monografía N 12.

COLLETE, B. 1978. Scombridae. In: *FAO Species identification sheets for fishery purposes. Wesern Central Atlantic (Fishing Area* 31 ). FAO, 4: 34 pp.

COLLETE, B. 1981. Scombridae. In: *FAO Species identification sheets for fishery purposes. Eastern Central Atlantic, Fishing areas* 34, 47. FAO, 3: 32 pp.

COLLETE, B. & C. NAUEN. 1983. *FAO Species catalo-loque Scombrids of the world.* FAO Fish. Synop. 2(125): 137 pp.

DE SILVA, D. & W. RATHYEN. 1961. Life history notes on the little tuna, *Euthynnus alleteratus* from from the southeastern united states. *Bull. Mar. Sci. Gulf & Caribb.* 11(2): 161-90.

ETCHEVERS, S. 1976. Incidencia de clupeoideos en la alimentación de las cabañas *Euthynnus alleteratus* (Rafinesque) y *Auxisthazard* ( Lacepéde) en la costa noreste de Margarita. *Lagena*. (37–38): 9–11.

FAO, 1983. *Anuario estadístico de pesca. Anu. Est. pesca.* (50): 386 pp.

FERREIRA DE MENEZES, M. & L. PESSOA. 1977. Aspectos da biometria e biologia do bonito, *Euthynnus alleteratus* (Rafinesque ), no estado do Ceará, Brasil. *Arq. Cién. Mar,* 17 (2): 95-100.

FISCHER, W. (ED). 1973. *FAO Species identification sheets for fishery purposes. Mediterranean and Black Sea (Fishing area 37). Rome. FAO*, vol. 2.

FISCHER, W. (ED). 1978. *FAO Species identification sheets for fishery purpose. Western Central Atlantic (Fishing area 31). Rome. FAO.* vol. 4.

GINES, H. 1972. Carta pesquera de Venezuela. *Fund. La Salle Cienc. Nat., Caracas. Monografía* Nº 16.

HUXLEY, J. 1932. *Problems of relative growth.* Methuen and Co. London.

KLAWE, W. 1961. Young scombroids from the waters between cape hatteras and Bahama Island. *Bull. Mar. Sci. Gulf & Caribb.* 11(1): 150–157.

KLAWE, W. 1968. Reproduction of scombroid fishes (Pisces, scombroidei) in western regions of the Atlantic Ocean. *Int. Amer. Trop. Tuna Comm.*

LECREN, E. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the Perch (*Perca fluviatilis). J. Anim. Ecol.* (20): 201-219.

MARCHAL, E. 1963. Exposé synoptique des donées biologiques sur la thonine *Euthynnus alleteratus* (Rafinesque) 1810. (Atlantique Oriental et Méditerranée) *FAO Fish. Rep.,* 2(6): 647-62.

MARCILLE, J. 1985. Tuna resources of the Lesser Antilles. *FAO Fish. Circ.* (787): 33 pp.

MATSURA, Y. & G. SATO. 1981. Distribution and abun-

dance of scombrid larvae in southern brazilean larvae. *Bull. Mar. Sci.* 31(4): 824-832.

MENDEZ-AROCHA, A. 1963. La pesca en Margarita. *Fund. La Salle Cienc. Nat., Caracas. Monografía* Nº 7.

MOTA, M. & L. PESSOA. 1977. Aspectos do trato digestivo do bonito, *Euthynnus alleteratus* (Rafinesque) ( Pisces: Scombridae ). *Arq. Cien. Mar.* 17(2): 101-105.

POSTEL, E. 1954. Comparison entre le taille des males et des femeles taille de premiere maturite chez *Euthynnus alleteratus* (Raf.). *Bull. Soc. Sci. Bretagne.* 29: 155- 157.

RAVELO, C. 1982. Reproducción de la cachorreta *Scomber japonicus* Houttuyn ( Perciformes: Scombridae). *Trab. Grado Lic. Biol. UDO.*

RODRIGUEZ, A. 1983. Condición actual de la pesquería artesanal en la región suroriental de la Isla de Margarita. *Trab. Grado Lic. Biol. UDO.*

RODRIGUEZ-RODA, J. 1966. Estudio de la bacoreta, *Euthynnus alleteratus* (Raf.), bonito, Sarda sarda (Bloch) y melva, *Auxis thazard* (Lac.), capturados por las almadrabas españolas. *Invest. Pesq. Barc.* 30: 247-92.

SOKAL, R. & F. ROHLF. 1979. *Biometría.* (ED.) H. Blume. España. 832 pp.

TORRES, A. 1986. Aspectos biológicos del Carite Lucio *Scomberomorus cavalla* (CUVIER, 1829), Pisces: Scombridae, en el norte del estado Sucre, Venezuela. *Trab. Grado Mag. Sci. Cien. Mar., Inst. Oceanogr., UDO.*

YOSHIDA, H. 1979. Synopsis of biological data on tunas of the genus *Euthynnus, NOAA Tech. Rep. NMFS Circ.* (429): 57 pp.

Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente, 29 (1&2): 153-159 (1990), 6 figs.

# EFECTO DE LA CONCENTRACION DE NaCl SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA MORFOLOGIA DE *SYNECHOCOCCUS* SP. A0185001PS (CYANOBACTERIA) AISLADO DE LA SALINA ARTIFICIAL DE ARAYA, ARAYA, VENEZUELA

JOSÉ RAFAEL DÍAZ RAMOS & GREGORIO R. REYES VÁSQUEZ.

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

RESUMEN: Se ha observado que las cianobacterias responden a los cambios en la concentración de NaCl alterando su forma o produciendo envolturas mucilaginosas que en cierto modo las aislan del medio externo. En el presente trabajo se estudian los efectos de la concentración de NaCl sobre la cianobacteria *Synechococcus sp.* A018500PS aislada de la salina Artificial Araya (Araya, Sucre). Este es uno de los organismos que interfiere con la producción de sal, ya que produce sustancias mucilaginosas que previenen la formación de cristales grandes. Los cultivos se realizaron con agua de mar enriquecidas, concentraciones de NaCl de 0,5 a 3,0 M, iluminación constante de 50 ± 5 $\mu E\ m^{-2}.s^{-1}$, temperatura de 26 ±0,5 °C y aeración continua de 200 $ml.min^{-1}$. El crecimiento se evaluó mediante determinaciones diarias de la densidad poblacional utilizando una cámara de Petroff-Hauser. A medida que aumenta la concentración de NaCl de 0,5 a 3,0 M, la tasa de crecimiento disminuye de 1,3 a 0,5 $div.dia^{-1}$. Igualmente se encontró que la forma y el tamaño celular cambiaron de subesférica (6,3 x 5,6 µm) a cilíndrica (10,6 x 6,9 µm). Los resultados confirman la inconveniencia de la utilización exclusiva de caracteres morfológicos y morfométricos para identificar especies de cianobacterias.

ABSTRACT: It has been noted that cyanobacteria alter their shape or produce mucilaginous envelopes as a response to environmental changes in NaCl concentration. Such mucilaginous envelopes somehow isolate them from their surroundings. In this paper the effects of NaCl concentration on growth and morphology of Synechococcus sp. A0185001PS are studied. The organism was isolated from the artificial Solar Fields located at Araya in eastern Venezuela. It is believed that this cyanobacterium is one of the organisms that affect salt production. The phenomenon occurs when the organism produces great quantities of mucilage which prevent formation of large salt crystals. Cultures were made with enriched seawater at NaCl concentrations of 0,5 to 3,0 M; continuos light 50 ± 5 $\mu E\ m^{-2}s^{-1}$ : temperature of 26 ± 0,5 °C: and constant aeration of 200 $ml.min^{-1}$. Growth was evaluated by daily determination of population density with a Petroff-Hauser counting chamber. Cell dimensions were estimated simultaneously. It was found that an increase in NaCl concentration from 0,5 to 3,0 resulted in a growth rate decrease from 1,3 to 0,5 $div.\ day^{-1}$. A change in shape and size from subspherical (6,3 x 5,5 µm) to cylindrical (10,6 x 6,9 µm) was also observed. The results confirm that morphological and morphometric parameters must not be used exclusively to indentify cyanobacterial species.

## INTRODUCCION

Los ambientes hipersalinos (aguas continentales y salinas solares) se asemejan a las zonas desérticas por la escasez de agua. Esta observación parecería contradictoria ya que en los primeros los organismos están rodeados de agua. Lo que sucede es que la diferencia osmótica entre el medio externo y el interno es tal que los habitantes de estos ambientes deben poseer mecanismos para impedir el flujo de agua hacia el exterior. Es por esto que la diversidad de especies es baja y la trama trófica es simple. Los ambientes hipersalinos son ecosistemas frágiles. En ellos se encuentran casi todos los grupos del fitoplancton, pero las cianobacterias (algas verdes-azules) son los productores primarios dominantes (BAHA AL DEEN & BAHA AL DEEN, 1972: COHEN *et al.*, 1977: DAVIS, 1978: BOROWITZKA, 1981; DOR & HORNOFF, 1985). Ello obedece a la flexibilidad fisiológica de estos procariotes.

Se ha observado que las cianobacterias responden a los cambios de salinidad alterando su forma o produciendo envolturas mucilaginosas que en cierto modo las aislan del medio externo. Algunos autores han asignado valor taxonómico a estas modificaciones, dando origen a un aumento

considerable en el número de especies dentro de cada género. DROUET & DAILY (1956) hicieron una revisión del material existente en colecciones de herbarios y en cultivos, lo cual les permitió demostrar que tales variaciones no pasaban de ser modificaciones inducidas por cambios ambientales y por ende no tienen valor taxonómico para erigir nuevas especies.

En el presente trabajo se estudian los efectos de la salinidad sobre una cianobacteria aislada de las albercas concentradoras de la Zona Norte (Salinas de Araya, Sucre). Se sospecha que este organismo interfiere con la producción eficiente de sal al producir sustancias mucilaginosas que interfieren con la formación de cristales grandes.

Debido a la variabilidad morfológica de este organismo se le ha denominado *Coccochloris elabens* (DAVIS, 1978) y también *Aphanothece halophytica* (TINDALL *et al.*, 1978. YOPP *et al.* 1978. BOROWITZKA, 1981). Sin embargo, en este trabajo se utiliza el criterio establecido por RIPKA *et al.*, (1978) y se le designa como *Synechococcus sp.* A0185001PS. Este género se caracteriza por presentar células cuya división ocurre por fisión binaria, aisladas o en cadenas cortas y carentes de cubierta.

## MATERIALES Y METODOS

El código que identifica a la cepa se forma de la siguiente manera: la letra inicial "A", indica que el organismo proviene de Araya; los dos primeros que siguen representan el mes y los últimos el año en que se colectó la muestra; las tres cifras siguientes indican el número asignado a la cepa en la secuencia de aislamiento; finalmente indica mediante letras si la especie es planctónica (P), y el nivel de la columna de agua donde se colectó (S = superficie).

La cianobacteria *Synechococcus sp.* A0185001PS fue aislada de una muestra de agua tomada en el concentrador ZB9 de la Zona Norte (Salinas de Araya, Sucre). Al inicio del proceso de aislamiento, la concentración de NaCl de la muestra era de aproximadamente 4 M ($210 \times 10^{-3}$). La condición de monocultivo se logró mediante repiques alternos de las submuestras en medios de cultivo enriquecidos con Medio A 5X (10 $ml^{-1}$, KUWAMAZANA & MITSUI, 1981). Los cultivos se realizaron a una temperatura de 26 ± 0,5 °C, illuminación continua de 50 ± 5 $\mu E\ m^{-2}.s^{-1}$ aeración constante, 50 $ml.min^{-1}$. Las mediciones de salinidad, iluminación y flujo de aire se realizaron con los siguientes instrumentos: refractómetro (American Optional Association); fotómetro Li-Cor modelo LI 185A; y un medidor de flujo compacto Gilmont, respectivamente. Las lámparas flourescentes Philips TLI 4W/5440 y Life Line Sylvania F4812/D fueron empleadas para iluminar los cultivos.

Para los experimentos se utilizaron como inóculos cultivos en fase exponencial de crecimiento. Las pruebas se realizaron con medios de cultivo (450 ml) enriquecidos con Medio A 5X (50 $ml^{-1}$) a concentraciones de NaCl de aproximadamente 0,5 ($35 \times 10^{-3}$) a 3,0 M ($160 \times 10^{-3}$). Las células se incubaron bajo las condiciones de iluminación y temperatura señaladas anteriormente y aeración constante de 200 $ml.min^{-1}$. La densidad celular al inicio de los bioensayos era de 3 a $8 \times 10^4$ cel $.ml^{-1}$. El crecimiento se evaluó mediante determinaciones diarias de la densidad poblacional usando para esto cámaras de Petroff-Hauser. Las dimensiones celulares (eje transversal y eje longitudinal) de organismos en fase exponencial de crecimiento tanto en interfase como al inicio de la división celular se determinaron utilizando un microscopio invertido y un micrómetro Wild-Heerbrug, modelos 118 V= 1 y 15 K, respectivamente. El análisis estadístico de los resultados morfométricos se realizó con un Análisis de Varianza Modelo I y las pruebas *a posteriori* SNK y de Scheffé (ZAR, 1974). En el tratamiento estadístico de los resultados de crecimiento se utilizó un análisis de covarianza para las pendientes de las líneas de regresión y un análisis de varianza y la prueba *a posteriori* SNK para determinar si existían diferencias entre las tasas de crecimiento de los distintos tratamientos (ZAR, 1974).

## RESULTADOS

El aumento de la concentración de cloruro de sodio produce un aumento en el tamaño de *Synechococcus sp.* A0185001PS (Figs. 1 y 2). Los resultados obtenidos con cultivos incubados a 4,0 M de NaCl se incluyen para verificar las tendencias en variación morfológica causados por el incremento en la concentración de NaCl del medio). Sin embargo, la tasa de aumento del eje longitudinal para las células en interfase (1,8 $\mu m\ M^{-1}$) y las células en división (2,7 $\mu m\ M^{-1}$) es mayor que la tasa de aumento del eje transversal (0,7 y 1,0 $\mu m\ M^{-1}$, respectivamente). Los resultados obtenidos del análisis de varianza aplicado

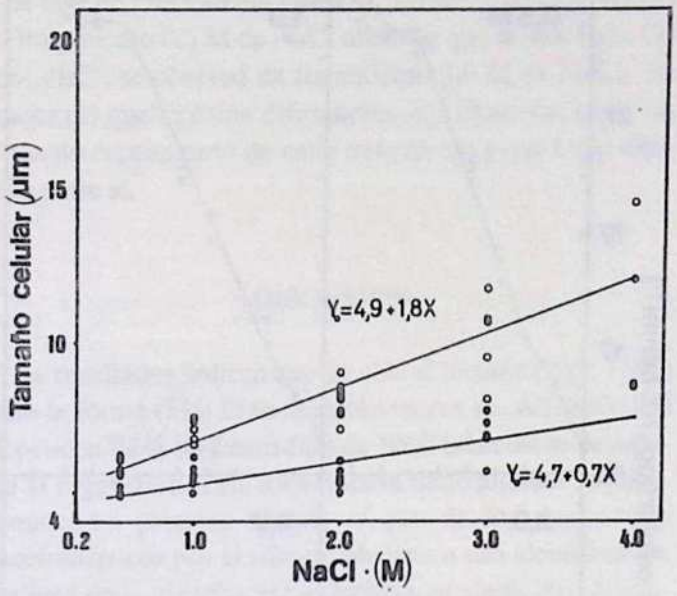



Fig. 1.- Variación del tamaño celular (µm) de *Synechoccus sp.* A0185001PS con respecto a la concentración de NaCl. Células en interfase. o, eje longitudinal: °, eje transversal. Cada punto es el promedio de 30 mediciones.

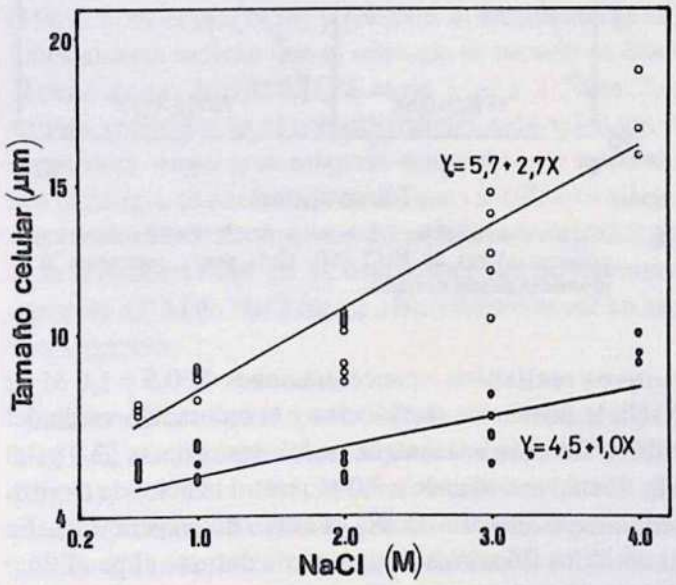



Fig. 2.- Variación del tamaño celular (mm) de *Synechococcus sp.* A0185001PS con respecto a la concentración del NaCl. Células al inicio de la división celular. °, eje longitudinal, eje transtransversal. cada punto es el promedio de 30 mediciones.

indican que la relación lineal existente entre la longitud de ambos ejes y la concentración de sal es altamente significativo (0,001).

En cuanto a la relación que existe entre la razón eje transversal/eje longitudinal se puede notar que en ambos tipos de células (Figs. 3 y 4). Se produce una disminución de la razón, es decir, un aumento del eje longitudinal con respecto al eje transversal entre las concentraciones de 0,5 y 2,0 M de NaCl; en las células cultivadas a concentraciones de 2,0 a 4,0 M de NaCl se observa que este parámetro

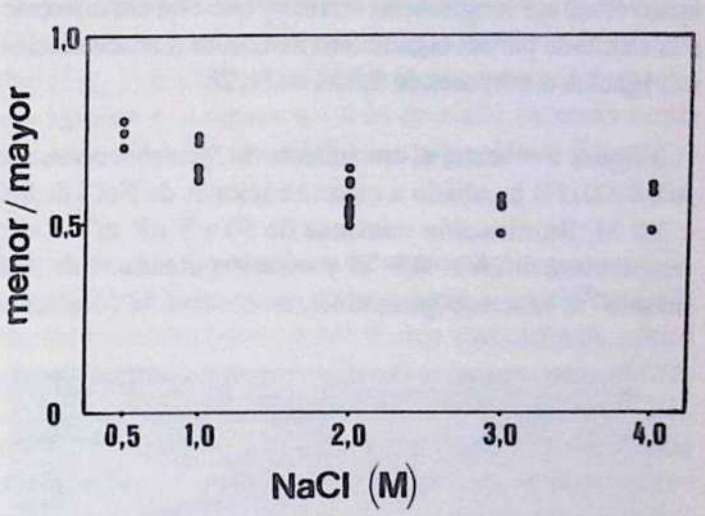



Fig. 3.- Variación de la razón eje transversal/eje longitudinal en *Synechococcus sp.* A0185001PS con respecto a la concentración de NaCl. Células en interfase. Cada punto es el cociente del promedio de 30 mediciones para cada eje.

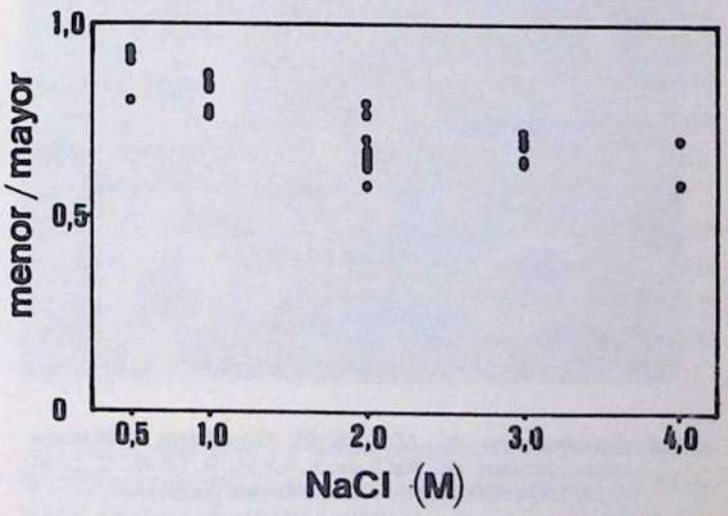



Fig. 4.- Variación de la razón eje transversal/eje longitudinal en *Synechococcus sp.* A0185001PS con respecto a la concentración de NaCl. Células al inicio de la división. Cada punto punto representa el cociente del promedio de 30 mediciones para cada eje.

y B) predominante a las concentraciones de 0,5 y 1,0 M de NaCl es sustituido progresivamente por el morfotipo elipsoidal (Figs 5C y D), el cual predomina a concentraciones mayores o iguales a 2,0 M de NaCl. Esta observación queda evidenciada por los resultados del análisis de varianza y la prueba de Sheffé a un nivel de 0,05. Las pruebas indicaron que los organismos incubados a concentraciones de 0,5 a 1,0 M de NaCl exhibían una razón eje transversal/eje longitudinal similar y que esta era diferente a la exhibida por los organismos incubados a concentraciones iguales o mayores de 2,0 M de NaCl.

La figura 6 muestra el crecimiento de *Synechococcus* sp. A0185001PS incubado a concentraciones de NaCl de 0,5 a 3,0 M, iluminación continua de $50 \pm 5$ µE $m^{-2}$ $.s^{-1}$, temperatura de 26 ± 0,5 °C y aeración constante de 200 $ml.min^{-1}$. Macroscópicamente, se observó la formación

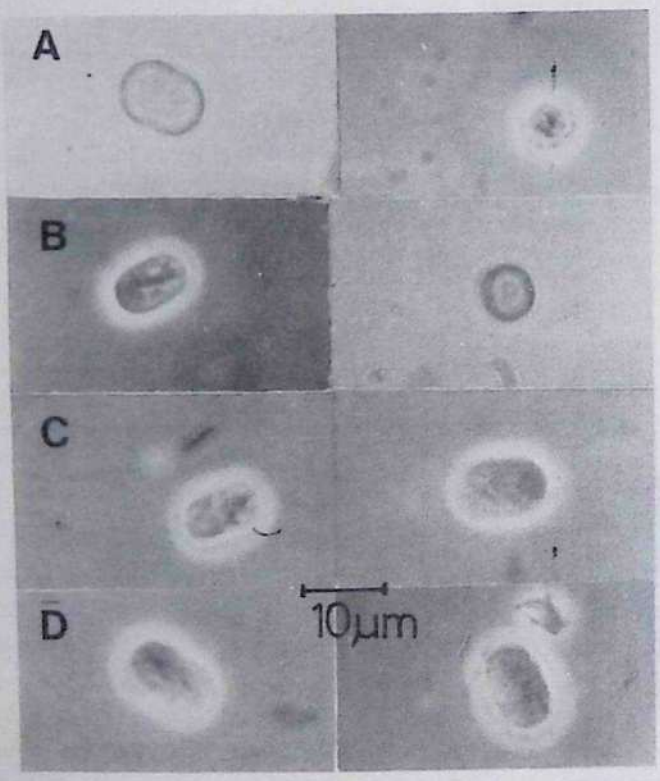



Fig. 5.- *Synechococcus sp.* A0185001PS. Organismos incubados a concentraciones de NaCl de: A, 0,5 M; B, 1,0 M; C, 2,0 M; y D, 3,0 M. Células provenientes de cultivos jóvenes.

de flóculos durante el día 0 en todos los tratamientos. Bajo el microscopio dichos "filamentos" o flóculos estaban constituidos por agregados amorfos de células los cuales se mantenían unidos por una matriz mucilaginosa. En los

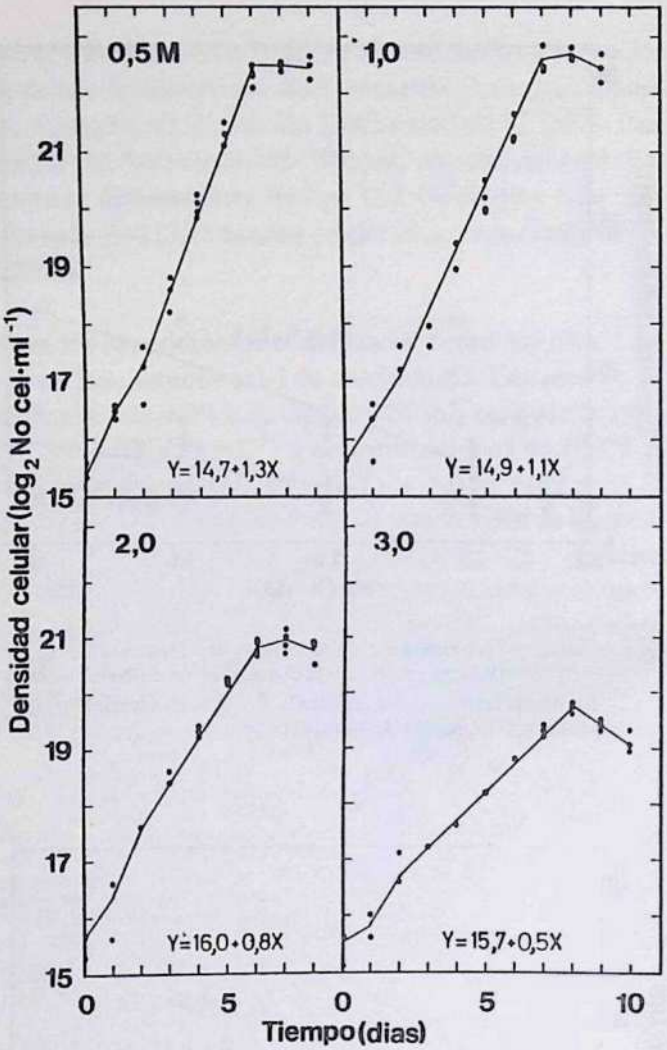



Fig. 6.- Crecimiento de *Synechococcus sp.* A0185001PS a diferentes concentraciones de NaCl (M). Cada punto representa el promedio de tres contajes.

cultivos realizados a concentraciones de 0,5 y 1,0 M de NaCl, la formación de flóculos y la coloración verde del cultivo fue más intensa que en los dos restante (2,0 y 3,0 M). El cultivo realizado a 3,0 M mostró indicios de clorosis (coloración amarilla) desde el inicio del experimento. En general los flóculos se disgregaron durante el penúltimo día (día 5) de la fase exponencial de crecimiento (día 2-6) para los tratamientos 0,5; 1,0 y 2,0 M de NaCl y durante el día 6 para el tratamiento 3,0 M de NaCl. Una vez alcanzada la fase estacionaria de crecimiento los cultivos se tornaron cloróticos. El análisis de covarianza aplicado reveló que las pendientes de las líneas de regresión de las réplicas de cada tratamiento no diferían significativamente.

La tasa de crecimiento más alta, 1,3 div. $dia^{-1}$, ocurrió en el tratamiento 0,5 M de NaCl mientras que la más baja, 0,5 div .$día^{-1}$, se observó en tratamiento 3,0 M de NaCl. Se encontró que existían diferencias significativas entre las tasas de crecimiento de cada tratamiento y que todas diferían entre sí.

## DISCUSION

Los resultados indican que no sólo el tamaño (Figs. 1 y 2) sino la forma (Fig. 5) de *Synechococcus* sp. A0185001PS dependen de la concentración de NaCl a la cual se desarrolla el organismo. Esta aseveración tiene algunas implicaciones. La primera es que el uso de los parámetros morfométricos por si sólo conduciría a una identificación errónea de la cianobacteria debido a su plasticidad morfológica. Las células incubadas a concentraciones bajas de NaCl (0,5 M) tienden a ser pequeñas, 6 x 5,5 µm, y subesféricas mientras que las desarrolladas a concentraciones altas (3,0 y 4,0 M de NaCl son grandes, 11 x 7 µm, y presentan forma elipsoidal. En general los resultados coinciden con las observaciones hechas por BOROWITZKA (1981) YOPP *et al*. (1978) y por DOR & HORNOFF (1985). Estos autores indican que el intervalo de tamaño de *Synechococcus* sp. A0185001PS es de 3-18 x 2-7 µm. Los valores obtenidos en el presente trabajo, 6-14 x 5-9 µm se encuentran en su gran mayoría dentro de este intervalo. Sin embargo, es necesario señalar que los cilindros alargados y en cadenas de dos a cuatro células encontrados por DOR & HORNOFF (*op. cit.*) a concentraciones de aproximadamente 4,0 M de NaCl fueron observados rara vez en esta investigación.

El intervalo de tamaño de las células en división (Fig. 2), 7-16 µm, es más amplio que el de las células en interfase (Fig. 1), y es una indicación de fisión binaria en un solo plano típico de este género (ALLEN 1966, RIPKA *et al*. 1979). Cuando la célula va a dividirse se produce un aumento del eje longitudinal mientras que el eje transversal no experimenta variación.

La segunda implicación está relacionada con la razón eje transversal/eje longitudinal que a su vez esta relacionada con la razón superficie/volumen. MARGALEF (1978), SOURNIA (1982) han discutido sobre la importancia de este parámetro en el desarrollo de las poblaciones planctónicas. La razón superficie/ volumen influye tanto sobre la velocidad de hundimiento de las células y por tanto sobre su permanencia en la zona fótica como sobre el intercambio de iones con el medio externo. En células redondeadas la razón se encuentra entre 1 y 1,1 mientras que para células alargadas la razón es de 1,5 MARGALEF *(op. cit.)*. En las figuras 3 y 4 se observa que tanto las células en interfase como las que se encuentran al inicio de la división exhiben las razones eje transversal/eje longitudinal más altas. En el caso de las células en interfase incubadas a 0,5 M de NaCl, la razón es mayor de 0,8 y las células tienden a la esfericidad (Fig. 5) mientras que en las incubadas a concentraciones iguales o mayores a 2,0 M de NaCl, la razón oscila alrededor de 1,7 y las células son elipsoidales (Figs. 5C y D).

En ambientes hipersalinos, el aumento de la concentración de NaCl tiene como consecuencia la precipitación de ciertos minerales (como óxido férrico, carbonato de calcio) y la reducción en la solubilidad de gases como el $CO_2$ (BOLD & WINNE, 1978, GOLUBIC, 1980, TINDALL *et al.*, 1978), es decir, el empobrecimiento del medio. Podría pensarse que la tendencia a la forma elipsoidal a concentraciones de NaCl mayores a 1,0 M responde a la necesidad de incrementar la superficie celular para absorber algunos iones nutrientes que por efecto de la elevada salinidad presentan una solubilidad muy baja. Sería importante realizar pruebas experimentales para comprobar esta hipótesis.

La capacidad de *Synechococcus* sp. A0185001PS para crecer en medios cuya concentración de NaCl varía de 0,5 a 3,0 M (Fig. 6) evidencia la naturaleza eurihalina de este organismo. Sin embargo, el hecho que su máxima tasa de crecimiento, 1,3 div $día^{-1}$ ocurra a 0,5 M de NaCl no implica que esta sea la concentración de NaCl óptima para su desarrollo. Es necesario estudiar el comportamiento de parámetros fisiológicos como la tasa fotosintética, contenido de clorofila, proteínas y carbohidratos para determinar cual es la concentración de NaCl óptima para el crecimiento.

Un hecho que recalca la importancia de estos estudios es la clorosis observada en las células incubadas a 3,0 M de NaCl. Dicha coloración indica que los organismos se encuentran en condiciones desfavorables. REYES-VÁSQUEZ (1985) señala que en cultivos de *Synechococcus* sp. Miami BGII6S en fase exponencial, la clorosis es causada por la interacción de varios factores y no como respuesta a

intensidades lumínicas elevadas. En cultivos senescentes, el autor antes mencionado atribuye este fenómeno cambios en el pH del medio de cultivo.

## CONCLUSIONES

1.- La variabilidad morfológica de *Synechococcus* sp. A0185001PS causada por el cambio en la concentración de NaCl en el medio hace necesario el uso de otros criterios además de los morfológicos para su clasificación.

2.- *Synechococcus* sp. A0185001PS responde a la perturbación creada por el aumento en la concentración de NaCl del medio aumentando la razón superficie/volumen de las células.

3.- La capacidad de *Synechococcus* sp. A0185001PS para crecer a concentraciones de 0,5 a 3,0 M de NaCl evidencia la naturaleza eurihalina de este organismo.

## AGRADECIMIENTO

Este trabajo fue financiado a través del Proyecto Conicit S1–1801. Los autores quieren expresar su agradecimiento a ELVIRA FERRAZ REYES, ESTHER FERNÁNDEZ ALVAREZ, JOSÉ A. VÉLIZ y JOSÉ DE JESÚS GARCÍA cuya colaboración hizo posible la realización de este trabajo.

## REFERENCIAS

ALLEN, M. A. M. 1966. Studies on the properties of some blue–green algae. *Diserción Doctoral. UCLA, Berkeley*, pp. 158.

BAHAL AL DEEN, B. & A. H. BAHA AL DEEN. 1972. Posible efecto de las microalgas en la forma de cristalización del cloruro de la salina de Araya. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 11(1):3-38.

BOLD, H. C. & M. J. WYNNE. 1978. Introduction to the algae. Prentice-Hall, INC, Englewoods Cliffs, N. J. pp. xiii + 706.

BOROWITZKA, L. J. 1981. The microflora: adaptations to life in extremely saline lakes. *Hydrobiologia*, 81:33-46.

COHEN, Y., W. E. KRUMBEIN & M. SHILO. 1977. Solar Lake (Sinai). 2. Distribution of photosynthetic microorganisms and primary production. *Limnol. Oceanogr.*, 22:609-620.

DAVIS, J. S. 1978. Biological communities in an enriched salina. *Aquat. Bot.*, 4:23-42.

DOR, I., & M. HORNOFF. 1985. Salinity-temperature relations and morphotypes of a mixed populations of coccoid cianobacteria from a hypersaline pond in Israel. *Mar. Ecol.*, 6(1): 13-25.

DROUET, F. & W. A. DAILY, 1956. Revision of the coccoid Myxophyceae. *Butler Univ. Stud.*, 12:1-218.

GOLUBIC, S. 1980. Halophily and halotolerance in cyanophytes. *Origins of Life*, 10: 169-183.

KUMAZAWA, S. & A. MITSUI. 1981. Characterization and optimization of hydrogen photoproduction by a salt water blue-green alga. *Oscillatoria* sp. Miami BG 7. I. Enhancement through limiting the supply of nitrogen. *Int. J. Hydrogen Energy*, 6:339-348.

MARGALEF, R. 1978. Life forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment. *Oceanol. Acta*, 1(4): 493-509.

REYES-VÁSQUEZ, G. R. 1985. Effects of environmental factors on the biosynthesis of hemolytic toxins by the marine cyanobacterium *Synechococcus* sp. Miami BGII6S. *Disertación Doctoral. Univ. Miami. Coral Gables, Florida.* pp. 99.

RIPKA, R. J., J. DERUELLES, J. B. WATERBURY, M. HERDMANN & R. Y. STANNIER. 1979. Generic assignements, strain histories and properties of pure cultures of cyanobacteria. *J. Gen. Microbiol., 111:1-61.*

SOURNIA, A. 1982. Form and function in marine

phytoplankton. *Biol. Rev.,* 57: 347-394.

TRINDALL, D. R., J. H. YOPP, D. M. MILLER & W. E. SCHIMID. 1978. Physico-chemical parameters governing the growth of *Aphanothece halophytica* (Chroococcales) in hypersaline media. *Phycologia,* 17:179-185.

YOPP, J. H., D. R. TINDALL, D. M. MILLER & W. E., SCHMIDT. 1978. Isolation, purification and evidence for the halophilic nature of the blue-green alga Aphanothece halophytica Fremy (Chroococcales). *Phycologia*, 17(2): 172-178.

ZAR, J. H. 1974. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, INC. Englewood Cliffs, N. J. pp xiv + 620.

Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente, 29 (1&2): 161-172 (1990), 10 figs.

# ESTUDIO FISICO-QUIMICO DEL RIO MANZANARES, CUMANA, VENEZUELA. *

WILLIAM SENIOR y GONZALO GODOY

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

RESUMEN: Muestreos mensuales para el análisis de temperatura, oxígeno disuelto, pH, nutrientes y pigmentos, fueron realizados en las aguas superficiales del río Manzanares durante un período de nueve meses (noviembre 1988-julio 1989), con la finalidad de determinar la distribución de los diferentes parámetros en función de la época del año y de la salinidad. La distribución y evolución del oxígeno disuelto y del pH ponen en evidencia la existencia de una elevada concentración de materia orgánica en la zona estuarina, la cual tiene como origen la descarga de diferentes aportes externos al ecosistema. Los nitratos, en las aguas del río, se encuentran en concentraciones relativamente elevadas, mientras que la distribución del amonio y de los ortofosfatos señalan, para todo el período de estudio, la existencia de un aporte puntual en la parte alta del sistema. Los silicatos presentan altas concentraciones a nivel del agua dulce y su distribución es conservativa, con la excepción del mes de mayo cuando se observa una disminución de las concentraciones a lo largo del estuario. La elevada turbidez y el corto tiempo de residencia de las aguas son dos factores que limitan la producción fitoplanctónica y por consecuencia, el consumo de elementos nutritivos en la zona alta e intermedia del ecosistema.

ABSTRACT: In order to determine the distribution of various parameters like temperature, dissolved oxygen, pH, nutrients, pigments also salinity, in relation to different seasons of the year, monthly samples were made from the surface waters of the Manzanares river, Cumaná, Venezuela during a period of 9 months (November 1988-July 1989). The distribution and change in dissolved oxygen and pH indicated the existence of high concentration of organic matter in the estuarine zone, which has its origin from several external sources to the ecosystem. Nitrates in the river waters were found in relatively high concentrations, while ammonia and orthophosphate concentrations showed during the study period, a sure supply in the inner area of the system. The silicates showed high concentrations at the freshwater level, its distribution being conservative, exepting May, when a decrease in the concentrationswas observed throughout the estuary. High turbidity and reduced permanence of the waters are 2 factors which limit phytoplankton production and consequently the consumption of nutritive elements in the high and intermediate zone of the ecosystem.

## INTRODUCCION

Desde el punto de vista químico, un ambiente estuarino puede ser definido como una zona donde el agua de mar es diluida con agua dulce, proveniente del drenaje continental (BOURTON, 1976). En un estuario bien mezclado (mezcla lineal), las reacciones físico - químicas entre las especies disueltas y la fase sólida en suspensión son importantes.

Una manera de investigar si algún tipo de reacción tiene lugar en el sistema, es la de colectar una gran cantidad de muestras que cubran el amplio rango de salinidades, y analizar los constituyentes disueltos de interés. Las concentraciones medidas de cada elemento son entonces graficadas en función de un índice de conservatividad como la salinidad (LISS, 1976). Si solamente los procesos que tienen lugar durante la mezcla son una dilución lineal de las masas de agua, los puntos medidos se encontraran en relación lineal o cercanos a la línea teórica de dilución, LTD (comportamiento conservativo). El grado de desvia-

* Este trabajo forma parte de la tesis de Maestría en Ciencias Marinas de Gonzalo Godoy.

ción de los puntos es una medida de la pérdida (puntos por debajo de la LTD) o el aporte (puntos por encima de la LTD) al medio durante la mezcla en el estuario.

Un comportamiento no-conservativo de un elemento dado puede ser atribuido, primeramente a la producción biológica y a los procesos de degradación y regeneración. Existe, sin embargo, una apreciable cantidad de evidencias experimentales que indican que reacciones no biológicas pueden contribuir al control de ciertos elementos en el estuario (LISS & SPENCER, 1970; BURTON & LISS, 1973; MORRIS *et al.*, 1981).

El objetivo de este trabajo es el de determinar, en función de las condiciones hidrológicas, las variaciones de los elementos nutritivos en el ecosistema del río Manzanares.

## AREA DE ESTUDIO

La cuenca del río Manzanares está ubicada en el Estado Sucre, Venezuela. Su origen está situado a 2.300 m s.n.m. Antes de penetrar al valle de Cumanacoa se unen a él varios ríos que aumentan su caudal, desembocando en el mar a la entrada del Golfo de Cariaco (Fig. 1), luego de haber atravesado la ciudad de Cumaná, donde recibe el aporte de

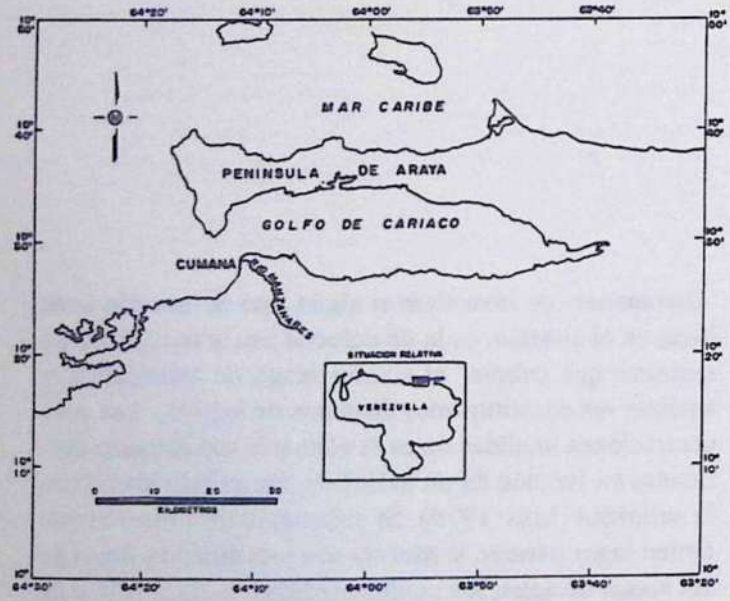



Fig 1– Situacion Geografica y Relati va del Area de Estudio.

diversas industrias alimenticias, de construcción naval y de las aguas servidas de la ciudad. Su profundidad máxima es de 4 m aproximadamente y su recorrido total se estima en 130 Km.

En septiembre de 1971, se puso en funcionamiento un canal que sirve de aliviadero al río Manzanares, con la finalidad de prevenir las inundaciones que venía soportando la ciudad de Cumaná. El aporte medio anual del río al mar, es de $558 \times 10^6$ toneladas de agua, la cual se reparte entre la zona del aliviadero y su desembocadura original, siendo descargado gran parte de este volumen entre los meses de junio a octubre (FERNÁNDEZ, 1984).

Las descargas del río Manzanares, en las aguas costeras de Cumaná y durante la temporada de lluvias, dan origen a una pluma cuyos límites forman un frente del lado del mar y Golfo de Cariaco (Fig. 2). La pluma se dirige preferencialmente en dirección Oeste–Suroeste, como consecuencia de los vientos alisios predominantes pudiendo alcanzar la región de Mochima durante la época de mayor descarga del río.

## MATERIALES Y METODOS

Se desarrolló un programa de monitoreo de aguas superficiales en el ecosistema del río Manzanares, entre noviembre 1988 y julio 1989. Un promedio de 22 muestras fueron colectadas en cada una de las expediciones, con la finalidad de cubrir el gradiente salino, desde $0 \times 10^{-3}$, en el Puente Raúl Leoni, sector Las Palomas, hasta salinidades superiores a $36 \times 10^{-3}$, en dirección a la Península de Araya. La colecta del agua se realizó con un tobo plástico de 15 litros de capacidad, para asegurar que las muestras destinadas a evaluar los diferentes parámetros pertenecieran a la misma parcela de agua. Igualmente, se establecieron 8 estaciones en las zonas de descarga de desechos así como en la zona frontal originada por la pluma del río (Fig. 2).

La salinidad *in situ* (YSI modelo 33) era verificada en el laboratorio con un salinómetro inductivo (PES 6230 N). La temperatura fue determinada con una precisión de ± 0,1 °C y el pH era determinado en el campo (pH-metro Bantex LCG-5). Los nutrientes; amonio (KOROLEFF, 1969), ortofosfatos (STRICKLAND & PARSONS, 1972), nitrato y silicato (TRÉGUER & LE CORRE, 1975), fueron analizados en las 72 horas que siguieron al muestreo. La clorofila se determinó por el método monocromático de LORENZEN (1967)

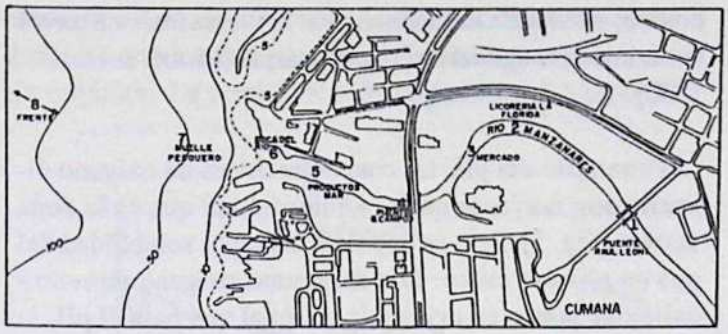



Fig. 2.– Area de Estudio y Estaciones Fijas Muestreadas.

y para la determinación del oxígeno disuelto se empleó el método de Winkler según CARRIT & CARPENTER (1966).

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la cuenca baja del río Manzanares existe una fuerte relación entre la temperatura y la salinidad (Fig. 3). Los diagramas T-S muestran que el agua estuarina es una mezcla de dos aguas tipos, las cuales presentan cambios estacionales pronunciados. Las aguas tipos presentes son: 1) el agua del río, con temperaturas que oscilan entre 24,5 °C (época de lluvia) y 29,5 °C (época de sequía), y 2) el

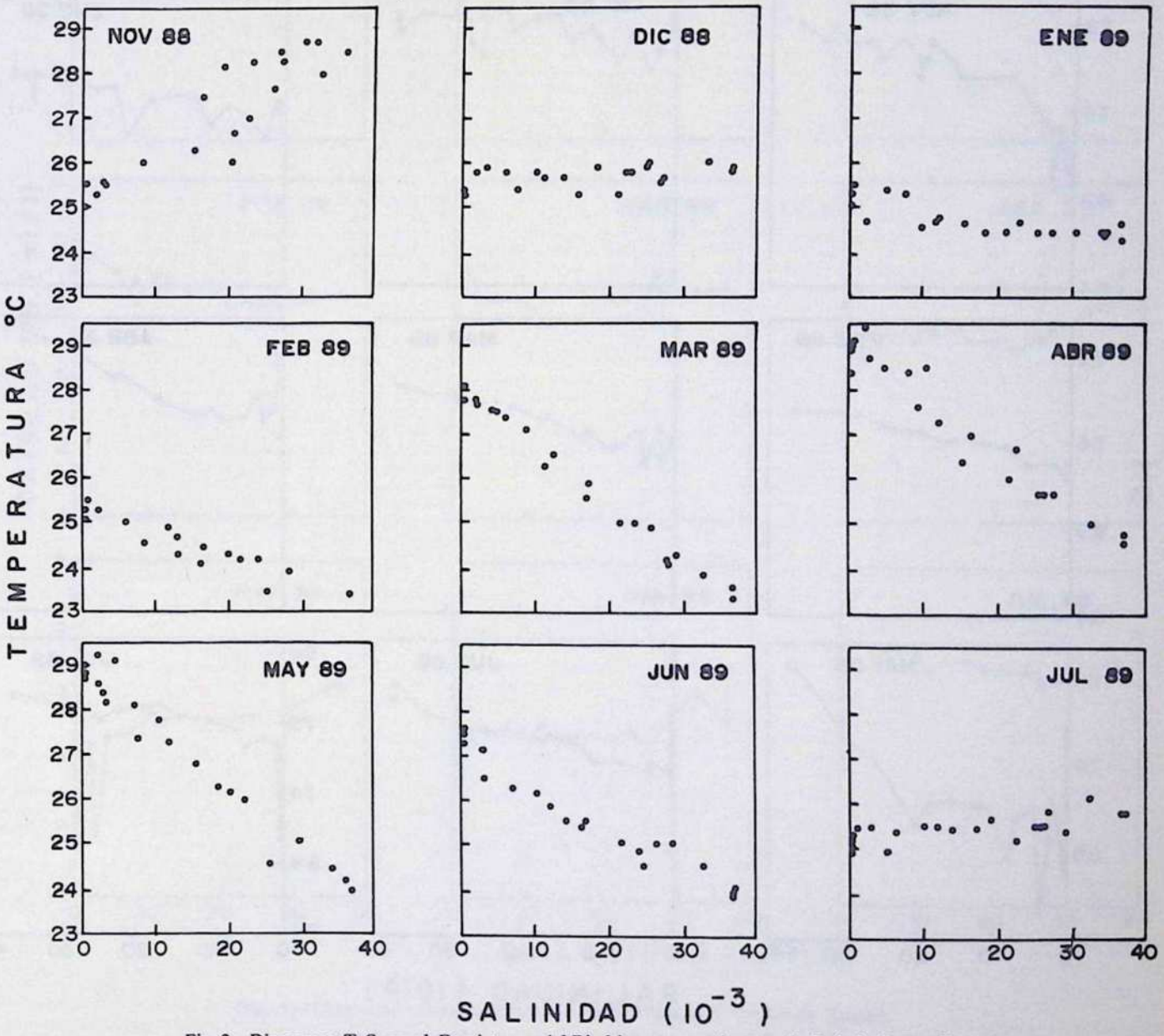



Fig. 3.– Diagramas T–S en el Ecosistema del Rio Manzanares durante el Periodo de Estudio.

agua marina con temperaturas que varían entre 23 °C (sequía) y 28 °C (lluvia).

En general, las aguas marinas presentan valores de pH superiores a los del agua del río. No obstante, el rasgo más notable de la distribución y evolución de este parámetro es el mínimo observado en la región de bajas salinidades (Fig. 4). Esta disminución del pH sería debida a la actividad heterotrófica en el medio, la cual es favorecida por la presencia de elevadas concentraciones de materia orgánica en esta región del ecosistema, y parcialmente al cambio de las constantes condicionales de estabilidad del ácido carbónico, resultante del aumento de la fuerza iónica a través de la interfase agua dulce - agua marina (MOOK & KOENE, 1975).

Al contrario del pH, las concentraciones de oxígeno disuelto son mayores en las aguas del río que en la zona marina (Fig. 5). Esto es debido a la mayor solubilidad del gas en el agua dulce. Los diagramas oxígeno disuelto - salinidad ponen en evidencia, al igual que para el pH, la existencia de una disminución de las concentraciones a

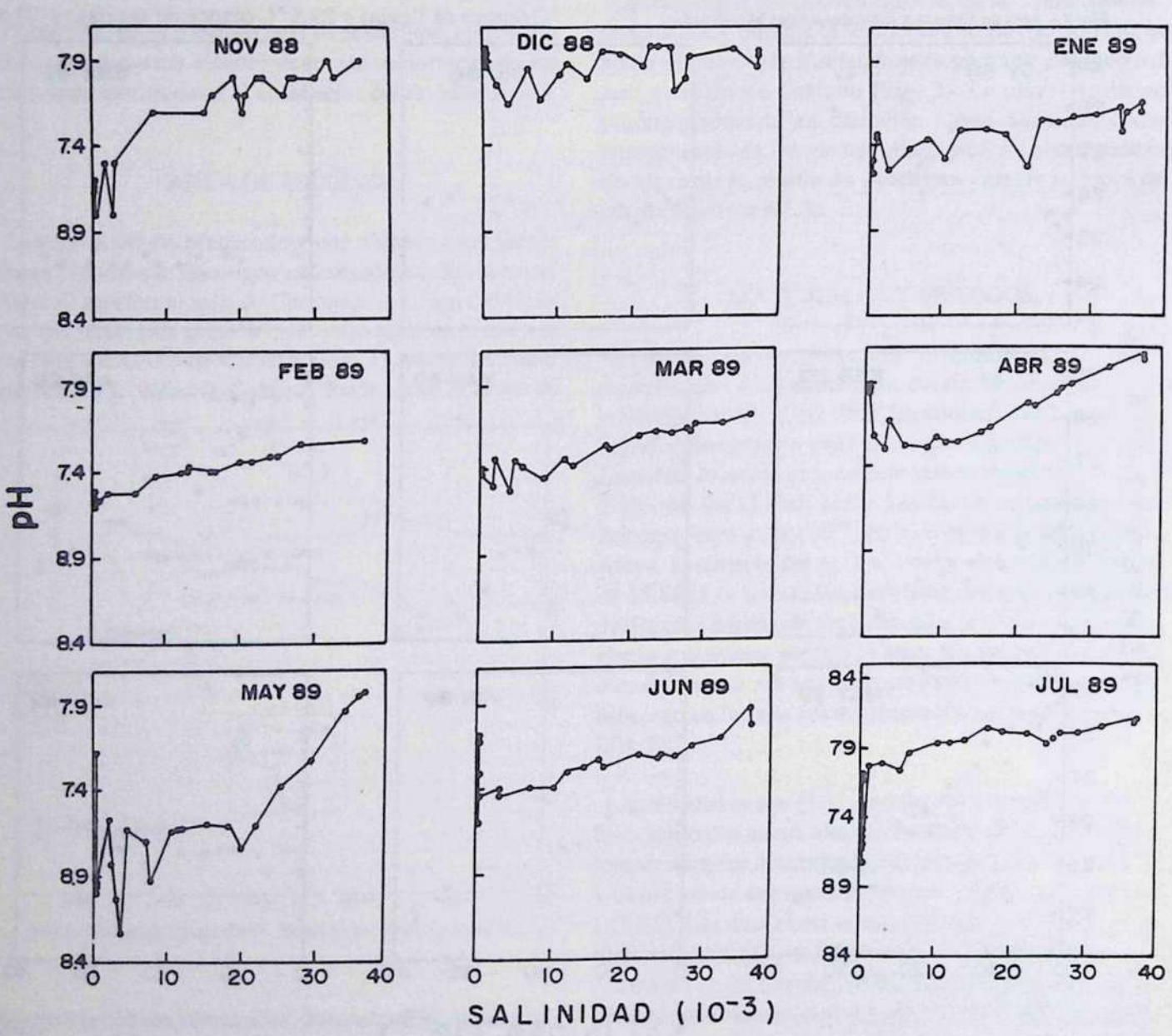



Fig. 4.– Diagramas pH–Salinidad duran te el Periodo de Estudio.

salinidades inferiores a $5 \times 10^{-3}$. Dicha deficiencia en este elemento es consecuencia de la elevada demanda de oxígeno durante los procesos de remineralización de la materia orgánica. La producción de oxígeno por los procesos fotosintéticos, a salinidades inferiores a $30 \times 10^{-3}$, se encuentra limitada por la alta turbidez y por el corto tiempo de residencia de las masas de agua.

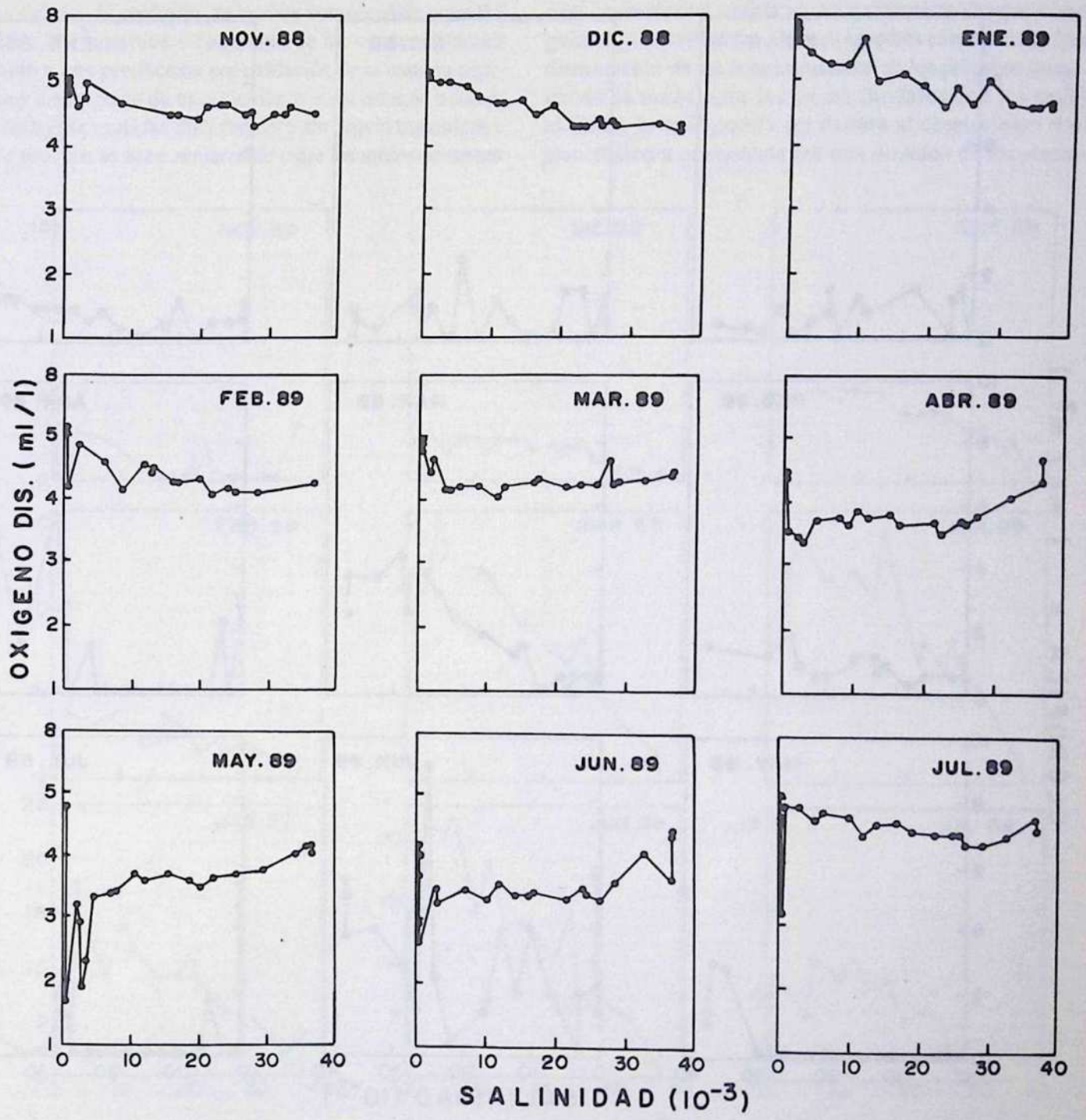



Fig. 5.– Diagramas Oxigeno Disuelto Salinidad durante el Periodo de Estudio.

Los diagramas clorofila - salinidad (Fig. 6) señalan que la productividad de este ecosistema no es muy elevada.

Las concentraciones de clorofila no superan los 2 $mg.m^{-3}$ entre 0 y 30 x $10^{-3}$, con la excepción del mes de junio cuando los valores son de alrededor de 4 $mg.m^{-3}$ y del mes de marzo, el cual se caracteriza por un incremento de las concentraciones a partir de 15 x $10^{-3}$ de salinidad. Estos bajos valores de clorofila vienen a confirmar la existencia de una limitación de la producción primaria en la zona de

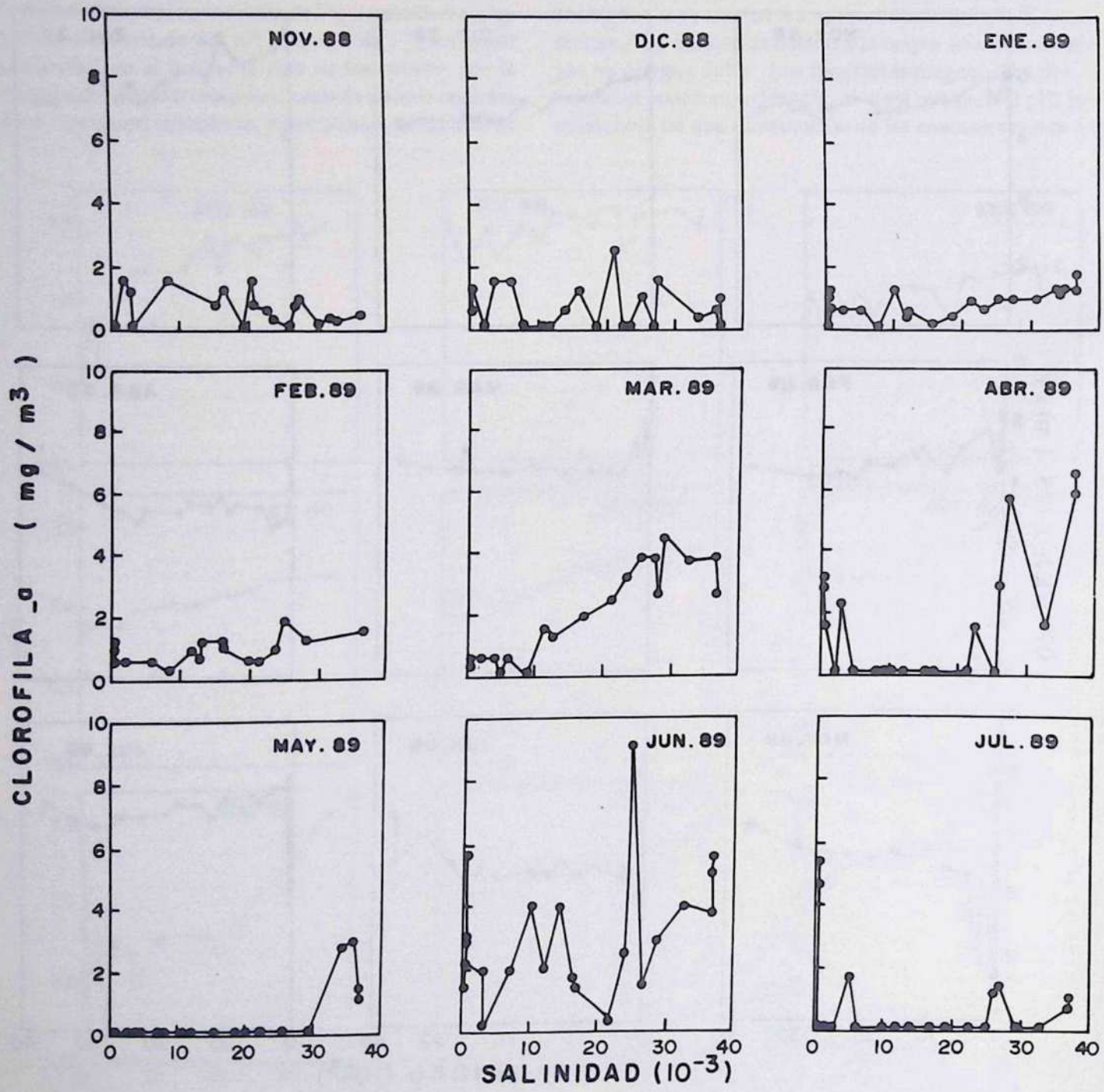



Fig. 6.– Diagramas Clorofila–Salinidad durante el Periodo de Estudio.

mezcla, provocada por la alta turbidez y el rápido transito de las aguas.

Las concentraciones de amonio (Fig. 7) son casi siempre relativamente bajas en las aguas fluviales, puesto que este elemento ha sido oxidado antes de llegar a la cuenca baja del río. Al contrario, en la zona comprendida entre 0.5 y 25 x $10^{-3}$ aparece un aumento de las concentraciones debido a una producción por oxidación de la materia orgánica y a un aporte de este elemento en el estuario a través de las aguas vertidas directamente sin previo tratamiento. Este proceso se hace remarcable entre los meses de marzo a junio, cuando el amonio pasa a ser la forma predominante del nitrógeno inorgánico total contenido en el ecosistema.

Los diagramas nitrato – salinidad (Fig. 8), con la excepción de los muestreos realizados entre diciembre 88 y marzo 89, cuando este elemento presenta una distribución casi conservativa, señala un comportamiento bastante irregular donde sobresalen algunos aspectos como son: 1) Una disminución de las concentraciones en los primeros instantes de la mezcla de las aguas fluviales con las aguas marinas, la cual podría ser debida al crecimiento fitoplanctónico u ocasionada por una dilución de los nitratos

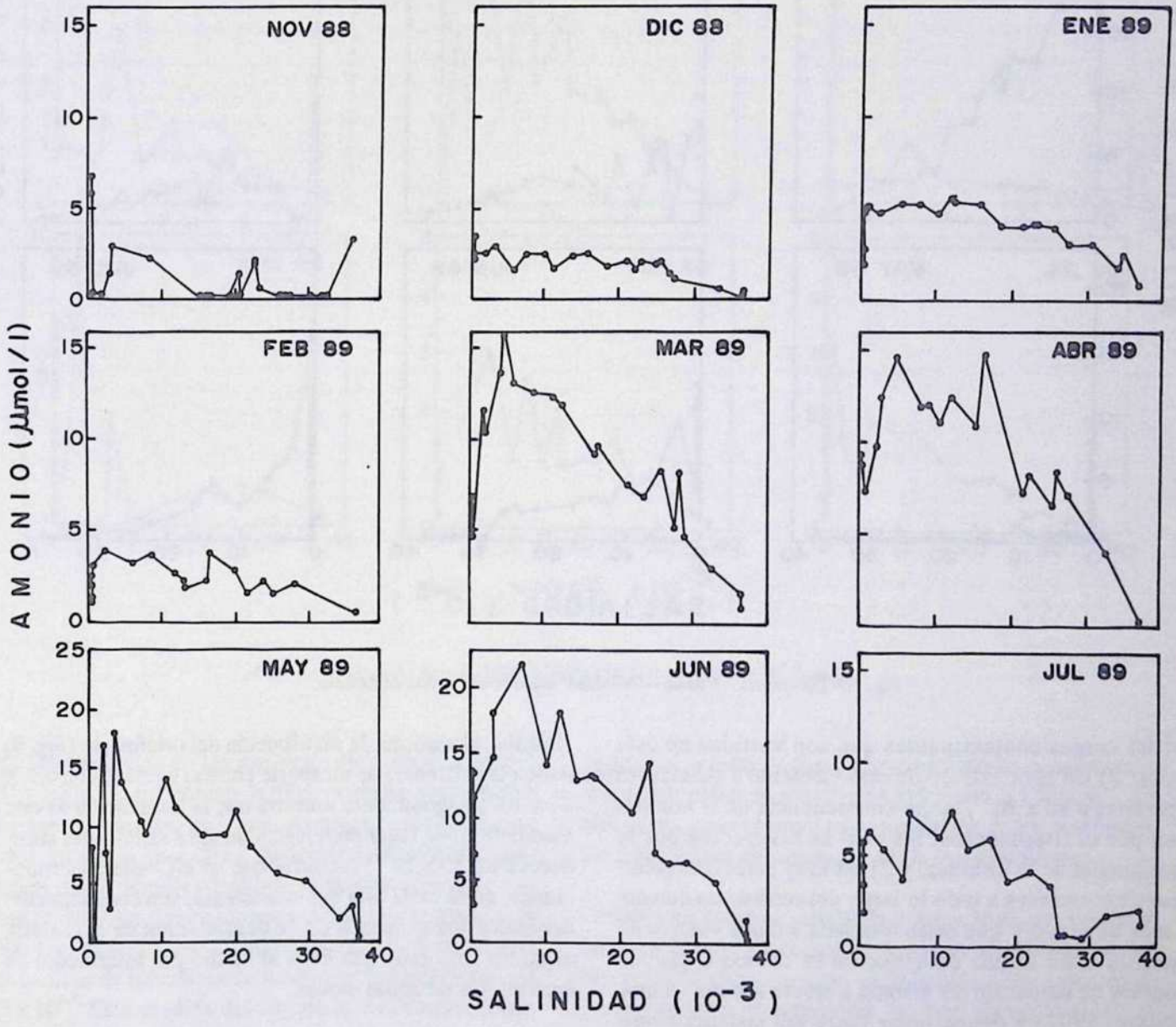



Fig. 7.– Diagramas Amonio – Salinidad durante el Periodo de Estudio.

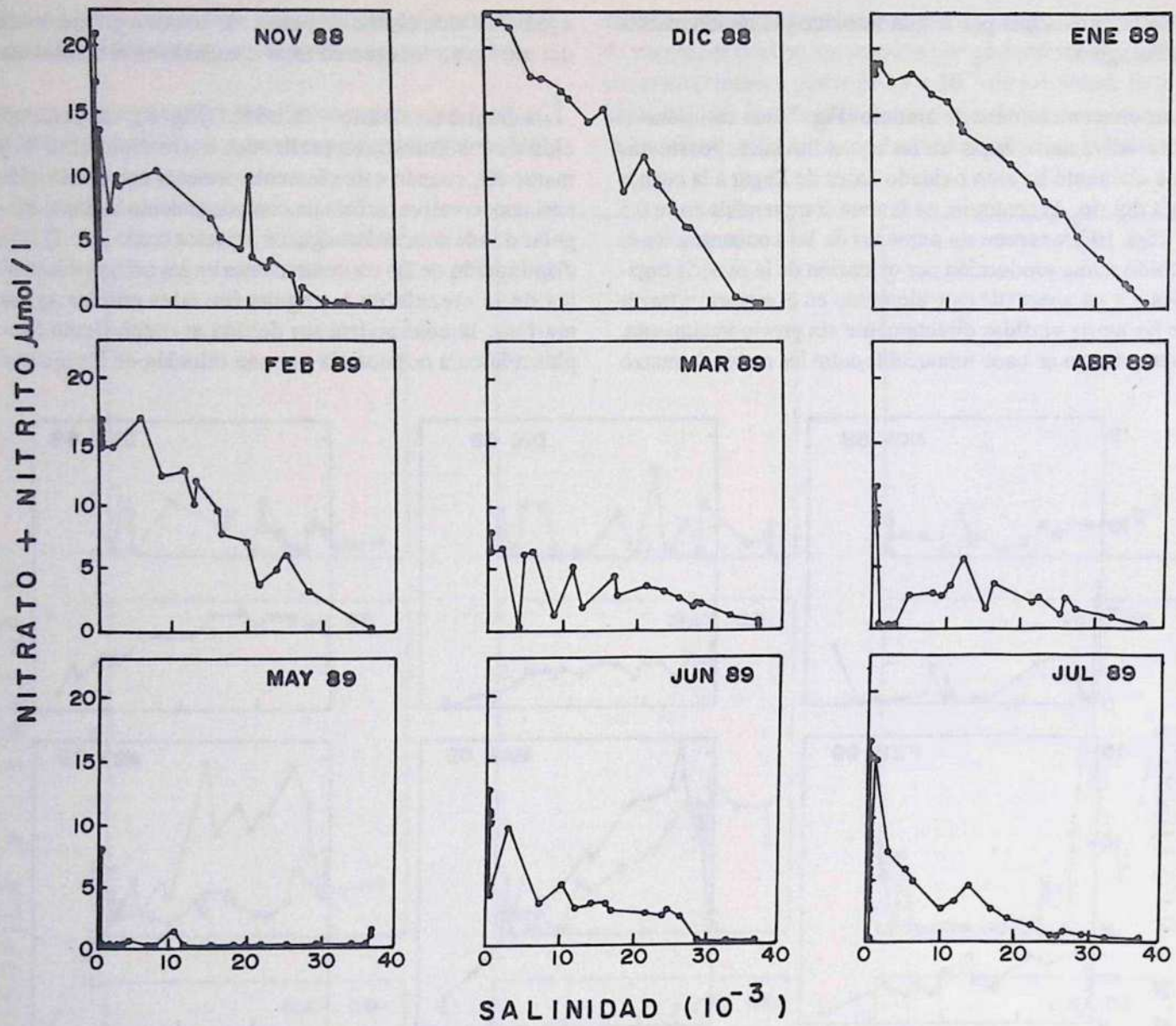



Fig. 8.– Diagramas Nitrato – Salinidad durante el Periodo de Estudio.

por las cargas contaminantes que son vertidas en esta región. 2) Un agotamiento de este elemento a salinidades superiores a 30 x $10^{-3}$, como consecuencia de la asimilación por el fitoplancton, las cual es favorecida por la disminución de la turbidez, y 3) las muy bajas concentraciones encontradas a todo lo largo del ecosistema durante el mes de mayo y que están asociada a bajos valores de clorofila. Esta última distribución es debida a que los procesos de oxidación del amonio a nitrato son muy lentos (SENIOR, 1991) y tienen lugar fuera del sistema como consecuencia del corto tiempo de residencia de las aguas.

Similar al amonio, la distribución del ortofosfato (Fig. 9) indica la existencia de un aporte entre salinidades de 0.5 y 25 x $10^{-3}$ e igualmente muestra que la asimilación de este elemento tiene lugar preferencialmente a salinidades superiores a los 25 x $10^{-3}$; mientras que las elevadas concentraciones, en la parte alta del ecosistema, son esencialmente debidas a los procesos de la degradación de la materia orgánica fosforada que llega al medio por intermedio de los vertidos de aguas usadas.

A diferencia de los otros elementos nutritivos, los silicatos

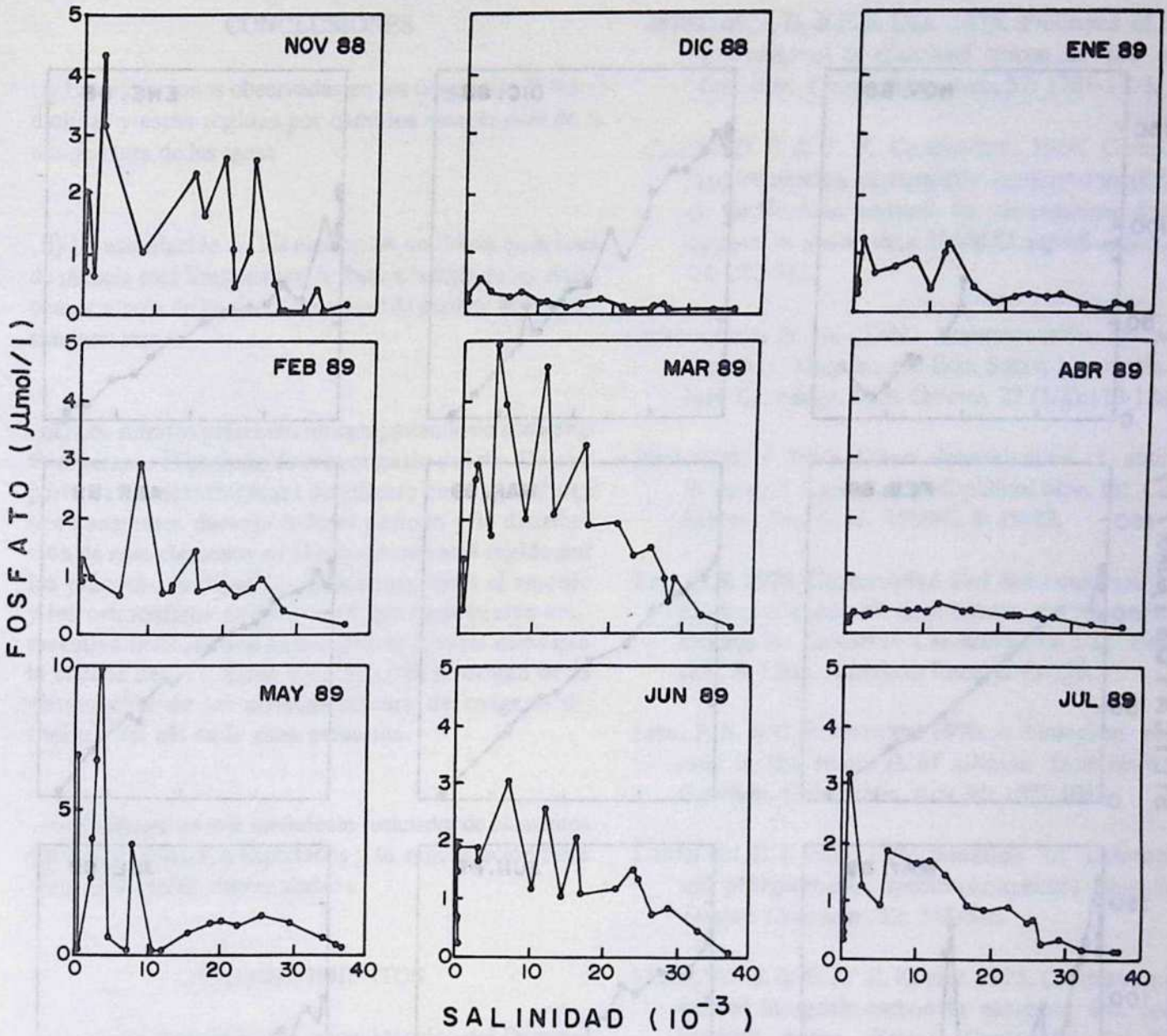



Fig. 9.– Diagramas Ortofosfato–Salinidad durante el Periodo de Estudio.

(Fig. 10) presentan en los meses de diciembre, febrero - abril y junio - julio, durante la dilución de las aguas dulces y las aguas marinas, un comportamiento aparentemente conservativo. Se hace difícil distinguir netamente una producción o una pérdida de silicato en la zona estudiada, que se traduciría por desviaciones notable con respecto a la LTD. Durante el mes de enero se puede observar una disminución de las concentraciones a salinidades inferiores a $10 \times 10^{-3}$. Esta pérdida del silicato es difícilmente imputable a la actividad biológica del medio, ya que en esta región del estuario y durante este período las concentraciones de clorofila se mantienen inferiores a 1 $mg.m^{-3}$. De otra parte, no se observa una asimilación de los componentes inorgánicos de nitrógeno ni de los ortofosfatos.

Diferentes estudios señalan la existencia de una remoción de los silicatos en la zonas de bajas salinidades de los estuarios. Dicha remoción sería debida a los procesos de precipitación o de adsorción de este elemento (Liss & Spencer, 1970; Bourton & Liss, 1973; Morris *et al.*,

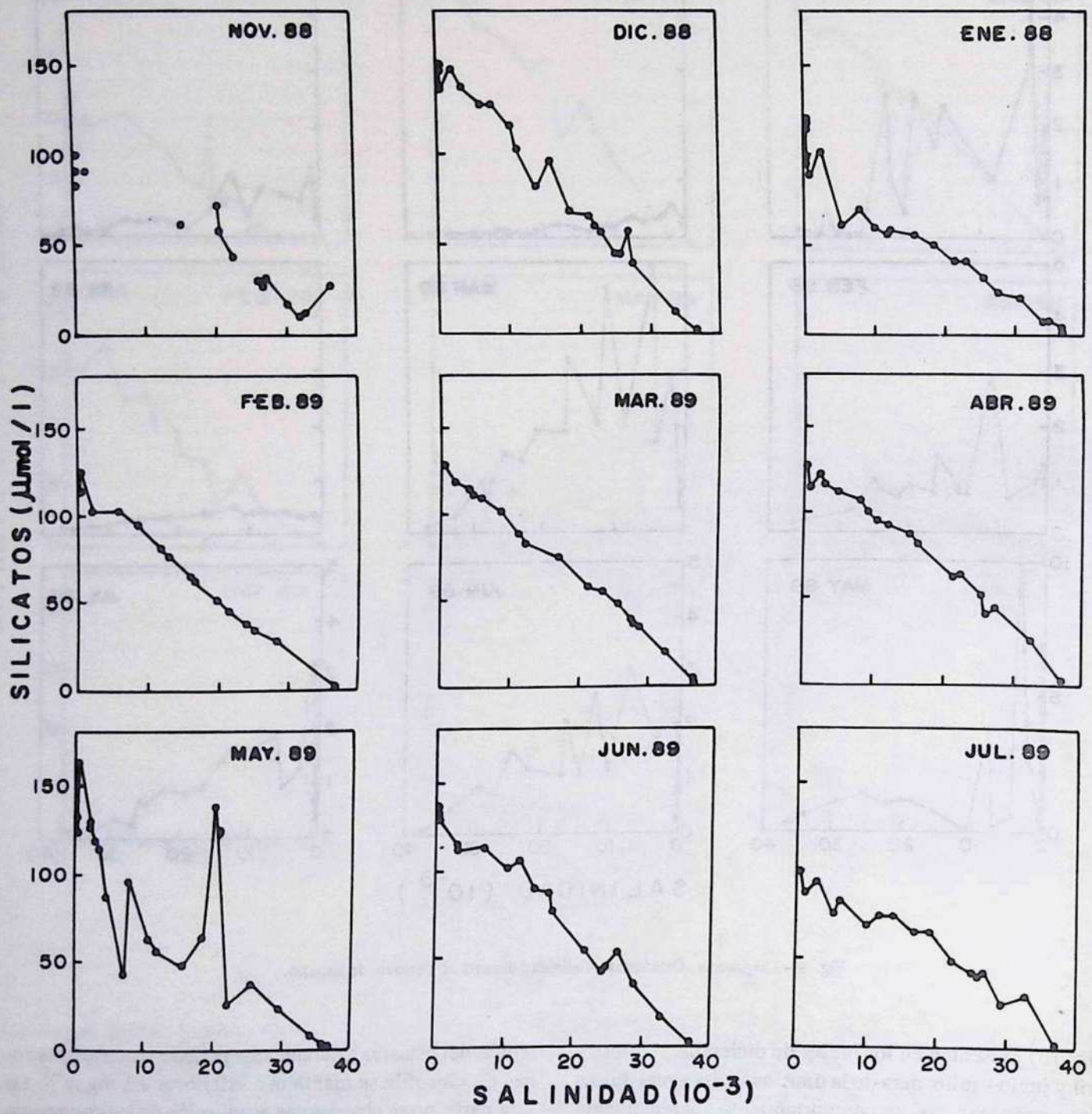



Fig. 10.– Diagramas Silicato – Salinidad durante el Periodo de Estudio.

1978;1981). No obstante, estudios más finos deberían ser llevados a cabo en el ecosistema del río Manzanares, para llegar a determinar el origen de esta anomalía en la parte alta del estuario, ya que con la presente evidencia no es posible concluir sobre el proceso dominante que afecta esta distribución.

## CONCLUSIONES

i) Las variaciones observadas en los diagramas T-S son cíclicas y están regidas por cambios estacionales de la temperatura de las aguas.

ii) La asimilación de los elementos nutritivos en la zona de mezcla está limitada por la disponibilidad de luz como consecuencia de la elevada cantidad de materia en suspensión presente.

iii) Los nitratos presentan un comportamiento conservativo durante el período de mayor gasto del río. De otra parte, las concentraciones de silicato en el agua dulce son constantes durante todo el período y la distribución de este elemento en el ecosistema está regida por los procesos de dilución. Elementos como el amonio y los ortofosfatos no presentan una distribución conservativa indicando la existencia de fuentes otras que la cuenca del río. Estos aportes están al origen de la disminución de las concentraciones de oxígeno disuelto y del pH en la zona estuarina.

iv) El sistema es una ineficiente reciclador de elementos nutritivos; estos son exportados y su regeneración tiene lugar en la región costera aledaña.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal técnico del Departamento de Oceanografía del Instituto Oceanográfico de Venezuela por la ayuda prestada durante la realización del presente trabajo. Igualmente agradecemos la colaboración prestada por el Sr. JESUS HERNANDEZ quien se encargó de la elaboración de los gráficos y a la Sra. JENNY R. DE SENIOR por la transcripción del manuscrito.

## REFERENCIAS

BOURTON, J. D. 1976. Basic properties and processes in *estuarine chemistry*. In: Estuarine Chemistry (Ed. J. D. Bourton & P. S. Liss). Academic Press, p: 1-36.

BOURTON, J. D. & P. S. LISS. 1973. Processes of supply and removal of dissolved silicon in the oceans. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 37: 1761-1773.

CARRIT, D. E. & J. H. CARPENTER. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modification of the Winkler method for determining dissolved oxygen in sea water;a NASCO report. *J. Mar. Res., 24: 286-318.*

FERNÁNDEZ, E. A. 1984. Contaminación de los ríos Guasda y Manzanares, Edo. Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente,* 23 (1/2):113-128.

KOROLEFF, F. 1969. Direct determination of ammonia in natural waters as indophenol blue. Int. Counc. *Explor. Sea, C. M.,* 1969/C. 9: 19-22.

LISS, P. S. 1976. Conservative and non conservative behaviour of dissolved constituents during estuarine mixing. In: *Estuarine Chemistry* (Ed. J. D. Bourton & P. S. Liss). American Press. p: 93-130.

LISS , P. S. & C. P. SPENCER. 1970. A biological processes in the removal of silicate from seawater. *Geochim. Cosmochim.* Act. 34: 1073-1088.

LORENZEN, C. J. 1967. Determination of chlorophyll and pheopigments: spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr*. 12: 343-346.

MOOK, W. G. & B. K. S. KOENE. 1975. Chemistry of dissolved inorganic carbon in estuarine and coastal brackish waters. *Estuar. Coast. Mar. Sci.* 3 (3) : 325-336.

MORRIS, A. W., A. J. BALE & R. J. M. HOWLAND. 1981. Nutrient distributions in an estuary: evidence of chemical precipitation of dissolved silicate and phosphate. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 12(2):205-216.

MORRIS, A. W.; R. F. C. MANTOURA; A. J. BALE & R. J. M. HOWLAND. 1978. Very low salinity regions of estuaries: important sites for chemical and biological reactions. *Nature.* 274: 678-680.

SENIOR, W. 1991. Estudio de la degradación de la materia orgánica en el agua de mar. Efectos del au-

aumento de la concentracion en materia orgánica sobre la eficacia del proceso de descomposición ( Experiencia *in vitro*). *Acta Cient. V enezolana* 42: 33-38.

STRICKLAND, J. D. H. & T. R. PARSONS. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. 167, Fish. Res. Bd. Canada*; 203 p.

TRÉGUER, P. & P. LE CORRE. 1975. *Manuel d'analyses des sels nutritifs dans l'eau de mer. Utilization de l'Auto- Analyzer II. Technicon.* LOC - UBO. 2° édition. 110 pp.