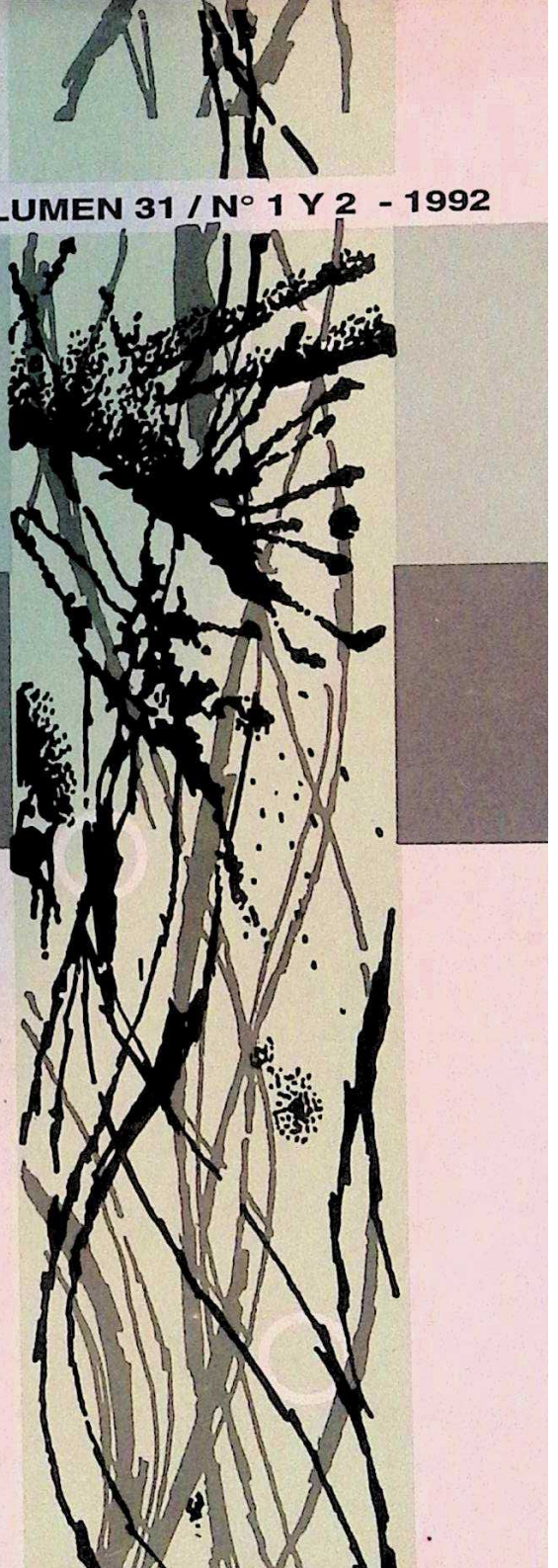
UNIVERSIDAD DE ORIENTE - CUMANA, VENEZUELA - VOLUMEN 31 / N° 1 Y 2 - 1992

BOLETIN DEL INSTITUTO OCEANOGRAFICO



UNIVERSIDAD DE ORIENTE ... INSTITUTO OCEANOGRAFICO ...

PROLOGO

La edición de este volumen del BOLETIN DEL INSTITUTO OCEANOGRAFICO DE VENEZUELA ha sido posible gracias al soporte económico dado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) Caracas, Venezuela, a través del convenio 093-31-07-047. A PUBLITEXT, C.A. Cumaná, por el levantamiento del texto por computadora, impresora-láser, el montaje y tiraje final de los ejemplares del boletín y separatas.

Prof. E. K. Ganesan
Editor
Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela

Prof. José Benítez Alvarez
Presidente
Junta Editorial

Cumaná, Diciembre de 1993

Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ, Oriente 31 (1 & 2): 5-15 (1992); 6 figs., 3 tabs.

REPRODUCCION EXPERIMENTAL EN EL CAMARON BLANCO (PENAEUS SCHMITTI) DE VENEZUELA

ORLANDO AZUAJE & K. S. CHUNG*

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

RESUMEN: En condiciones de laboratorio se logra la reproducción de *Penaeus schmitti*, utilizando ejemplares capturados en el medio ambiente natural. La reproducción se estudió por la inducción de la maduración, por la inseminación artificial y por la inducción del desove de hembras ya copuladas en la naturaleza. Las hembras desovaron, en promedio, al octavo día de iniciado el proceso de inducción a la maduración. Se realizaron siete ciclos de maduración obteniendo 157 desoves, de los cuales se observó el 5% de éxito de cópula. Por hembra se obtuvo una producción promedio de 29.000 nauplios. Por el método de la inseminación artificial se obtuvo una producción de 30.000 nauplios por hembra, mientras que con las hembras copuladas en la naturaleza se obtuvieron los valores máximos promedio de producción de 89.000 nauplios. La sobrevivencia larval no fue estadísticamente significativa en los tres tipos de reproducción utilizados.

ABSTRACT: We have achieved reproduction of *Penaeus schmitti*, under controlled conditions of laboratory, utilizing shrimp captured in natural marine ambient. Reproduction was studied by induction of maturation, by artificial insemination, and by spawning induction of females copulated in natural environment. Females spawned, in average, the eighth day after initiated induction process of maturation. We performed seven cycles of maturation, obtaining 157 spawnings of which observed the 5% of successful copulae. Each female produced an average of 29,000 nauplii. Through artificial insemination method, we produced an average of 30,000 nauplii per female, meanwhile through females copulated in natural environment, a maximum number of 89,000 nauplii per female. Larval survival was not significantly different among three types of reproduction methods utilized.

INTRODUCCION

El género *Penaeus* incluye especies de camarones de gran importancia comercial de muchos países del mundo. La demanda creciente de camarones para el consumo humano por los Estados Unidos, Japón y Países Europeos, aunado a la modernización de los métodos de cultivos tradicionales, han permitido incrementar la producción mundial hasta 450.000 toneladas métricas para el año de 1988 (AIKEN, 1990). Las principales naciones productores son la República Popular China, Ecuador, Taiwan, Indonesia, Tailandia, Filipinas, India, Vietnam, y algunos países centro y suramericanos. Sin embargo, en estos países las producciones dependen de las capturas aleatorias de los reproductores y postlarvas silvestres. Para asegurar el abastecimiento de reproductores y semillas, algunos países han desarrollado conocimientos técnico-biológicos para mantener los reproductores en cautiverio, el control de su reproducción en laboratorio, las técnicas de inseminación artificial y la cría de larvas y postlarvas. El mantenimiento de los reproductores en cautiverio ha permitido cerrar el ciclo de vida de los camarones, lográndose con ésto proyecciones más confiables de producción. En el laboratorio el grado tecnológico del cultivo se manifiesta en la existencia de 3.625 instalaciones destinadas para la obtención de semillas. Estos laboratorios, en su mayoría privados, y grupos de investigación académicos, son los responsables de los constantes cambios y mejoras técnicas que se incorporan al cultivo comercial del camarón, lo cual es explicable por su elevado precio en mercados internacionales (CHAMBERLAIN *et al.*, 1986; AIKEN, 1990).

El control de la reproducción y cultivo de larvas en condiciones de laboratorio y el ulterior cultivo de juveniles en lagunas artificiales, es análogo a las principales fases del ciclo natural de vida de los camarones marinos (CHAUVIN, 1985). Los camarones de la familia Penaeidae tienen un ciclo de vida que transcurre en dos ambientes distintos: el ambiente marino relativamente profundo e hidrológicamente estable, y el otro es un ambiente estuarino de poca profundidad y muy variable desde el punto de

* *Autor de correspondencia.*

vista hidrológico (CHAMBERLAIN, 1985). En el ambiente marino, los camarones maduran sexualmente, se aparean, desovan y se cumple el desarrollo larval. Esta fase es análoga al proceso de cultivo controlado y se corresponde con el control de la reproducción (maduración, cópula y desove) y el cultivo de larvas.

En condiciones de cautiverio normalmente el proceso de maduración y cópula de camarones se controla mediante factores como el fotoperíodo, la intensidad de luz, la temperatura, la salinidad y el oxígeno disuelto. Por otra parte, se mantiene una calidad de agua apropiada y se suministra alimento natural fresco y rico en ácidos grasos poliinsaturados. Asimismo, aspectos importantes son la talla de los reproductores y la ablación del pedúnculo ocular con objeto de acelerar el proceso de maduración sexual (LAWRENCE *et al.*, 1981; BRAY *et al.*, 1982; AQUACOP, 1983; CHAMBERLAIN y LAWRENCE, 1983; LAWRENCE *et al.*, 1983; LIAO y CHEN, 1983; PRIMAVERA, 1984; CHAMBERLAIN, 1985; CHAMBERLAIN *et al.*, 1986; RAMOS y TORRES, 1986; ARELLANO y GÓMEZ, 1987; GÓMEZ y ARELLANO, 1987).

La inseminación artificial es también una técnica frecuentemente utilizada en los laboratorios para aumentar la producción de semillas y se fundamenta en la adhesión de la masa espermática sobre el thelicum de la hembra (BRAY *et al.*, 1982; JUÁREZ, 1983; BRAY y LAWRENCE, 1984).

En el ambiente estuarino la postlarva se desarrolla hasta alcanzar las fases de juvenil y preadulto. Lo cual es comparable a las condiciones de cultivo establecidas en las granjas camaroneras comerciales, pero con la diferencia que existe un mayor rendimiento a causa del control de los depredadores y competidores, densidades de cría elevadas y suministro de alimento complementario.

En consideración a la importancia de la camaronicultura en un futuro próximo, realizamos este trabajo con *Peaneus schmitti*, una especie nativa de gran perspectiva acuicultural.

El presente trabajo estudia en el camarón blanco *Penaeus schmitti* la reproducción y cultivo larval, para tratar de establecer la tecnología de cultivo masivo de una especie autóctona. Asimismo, se pretende sentar las bases para el futuro desarrollo tecnológico de una especie autóctona con gran potencial de cultivo.

MATERIALES Y METODOS

CAPTURAS DE REPRODUCTORES:

Los reproductores se colectaron en la costa del estado Anzoátegui, normalmente en la zona comprendida entre la desembocadura del río Neverí y el Complejo Criogénico de Oriente en Jose. Los camarones se capturaron con una red playera del tipo chinchorro en horas de la mañana. Los ejemplares obtenidos se colocaron en recipientes plásticos con agua de mar del sitio de captura y se realizó una selección previa de aquellos ejemplares con longitud total superior a 17 cm. Generalmente se transportaban de ocho a setenta ejemplares. Por vía terrestre se llevaron hasta la Estación de Investigaciones Marinas de Mochima (Fundaciencia). Para el traslado se utilizó un tanque de polietileno de 500 l de capacidad conteniendo agua de mar y suministrando aireación contínua.

En el laboratorio los ejemplares fueron pesados, medidos y clasificados según el sexo. Aquellos ejemplares con peso superior a 35 g fueron seleccionados y sometidos a un período de seis días de cuarentena, la cual se llevó a cabo en tanque rectangular con capacidad de 8.600 l. Durante ese período se alimentaron con calamares frescos y biomasa de artemia en tres raciones diarias. Las raciones fueron del 15% del peso total de los reproductores. Los ejemplares fueron tratados con formol a una concentración de 25 ppm.

REPRODUCCIÓN

En el laboratorio se ensayó la reproducción de *P. schmitti* a través de tres vías: por inducción de la maduración gonadal, por inseminación artificial, y utilizando hembras ya copuladas que fueron capturadas en el ambiente natural. Los tipos de reproducción ensayados se evaluaron mediante el número de nauplios producidos por hembra, mientras que la viabilidad larval se estudió a través de la sobrevivencia de postlarvas hasta la edad de un día. La inducción de la maduración gonadal en laboratorio, se evaluó mediante el número de desoves y de ovocitos producidos por hembra.

MANTENIMIENTO DE REPRODUCTORES, MADURACION Y COPULA

Reproductores de *P. schmitti* fueron colocados en dos estanques (8.500 l) circulares de concreto con diámetro de

350 cm revestidos con pintura epóxica negra. La proporción sexual fue de 1:1. Se mantuvo una densidad de 4-5 ejemplares /m^2. El agua de mar utilizada fue pasada previamente por filtros de arena y de polietileno con abertura de 5 cm y constantemente aireada con dos difusores por tanque. La temperatura del agua osciló entre 26 y 30 °C, a pesar de utilizar tres intercambiadores de calor de 1.500 Watt. El fotoperíodo se controló automáticamente, proporcionando 14 horas de luz y 10 de seguridad.

La iluminación fue del tipo incandescente suministrada por tres bombillas de 25 Watt. Diariamente se tomaron muestras de agua para determinar la temperatura con termómetros de 0,10 °C de apreciación y salinidad con un refractómetro ocular. La concentración de oxígeno disuelto y el pH se determinaron utilizando oxigenómetro y un pHmetro digital.

Los reproductores se alimentaron con una dieta a base de fresca de calamares, bivalvos, sardinas y biomasa de artemia. La ración diaria fue de el 20% de su peso total y se suministró en cuatro porciones, tres durante horas de la mañana y una en la tarde. Por otra parte, se realizaron observaciones microscópicas de las heces, cuantificación de mudas, mortalidad y copulación.

La maduración de las hembras se estudió cuantificando el número de ovocitos desovados en los tanques mediante la utilización de tamices con malla de 100 µm de diámetro y la utilizando una lupa estereoscópica los ovocitos fueron preservados en formalina al 10% para su posterior recuento.

Inseminación Artificial:

Para la reproducción por inseminación artificial, se siguieron las recomendaciones descritas por Juárez (1983) y Bray *et al.* (1982). La extracción de los espermatóforos se realizó por disección o «shock» eléctrico. La masa espermática presente en los espermatóforos fue extraída generalmente de dos ejemplares. Para la implementación de la masa espermática en la hembra, ésta era colocada sobre una bandeja y se cubría con una toalla impregnada de agua de mar. La masa espermática es colocada en la región del thelicum, desde el tercero hasta el quinto par de periópodos. Finalmente la hembra se introducía en los tanques destinados para el desove.

Reproducción de Hembra Copulada en la Naturaleza:

Normalmente, las hembras copuladas en el medio ambiente natural desovaron en el laboratorio después de un período que varió entre 6 a 8 horas.

Desove e Incubación de Huevo:

El desove se llevó a cabo en estanques de asbesto cemento de 1.800 l de capacidad, cubierto con pintura epóxica blanca y el fondo ligeramente inclinado. El agua de mar fue pasada por filtros de arena y semiantracita, bolsas filtrantes de polietileno de 1 µm de abertura, malla y filtros de cartucho de hasta 0,5 µm. También se utilizó un esterilizador U.V. La aireación fue mínima y distribuida a través de cuatro piedras difusoras. El número de hembras varió entre uno a tres ejemplares por estanques. Los huevos liberados fueron sifoneados del fondo del tanque y retenidos con malla de 100 µm de abertura. Durante el período de desove los tanques fueron cubiertos con malla plástica de vivero para minimizar cualquier perturbación externa.

La incubación de los huevos se realizó en tanques cilindrocónicos de 12 l de capacidad, conteniendo agua de mar filtrada a 0,5 µm, a 29 ± 1 °C y 36,5 ppm de salinidad.

El porcentaje de eclosión de los nauplios fue determinado por recuento de 5 alícuotas de 5 ml cada una, utilizando una lupa estereoscópica y una cámara de Bogorov.

Cultivo de Larvas:

Los nauplios obtenidos fueron sifoneados de los tanques de incubación y traspasados a tanques de igual capacidad a los usados para el desove.

El cultivo de larvas se llevó a cabo bajo condiciones de luz y aireación permanente. Se utilizó la luz de tipo fluorescente con dos lámparas de 40 Watt. La aireación fue suministrada a través de cuatro piedras difusoras. Los recambios de agua se hicieron a partir del cuarto día, renovando del 80 al 150% del volumen total, según fuera la calidad de agua.

La densidad de larvas varió entre 55 a 75 ejemplares/l. Las larvas se alimentaron con dieta mixta de microalgas y nauplios de artemia eclosionados de cistos provenientes de la Península de Araya. Las microalgas suministradas

fueron *Chaetoceros gracilis* y *Tetraselmis chuii* a una concentración aproximada de 70.000 células/ml y en la relación de 2:1 respectivamente. Los nauplios de artemia se suministraron congelados a partir del sexto día cuando la mayoría de las larvas habían alcanzado el estadío de zoea III. La ración varió desde 250 hasta 8.000 nauplios por litro.

La sobrevivencia larval se estimó por contaje del número de larvas nauplios al comienzo del cultivo y al finalizar se determinó el número de postlarvas a la edad de un día (Pl-1). Los datos de sobrevivencia, producción de nauplios y postlarvas se analizaron individualmente según el tipo de reproducción.

RESULTADOS

CAPTURA DE REPRODUCTORES:

Se realizaron un total de 37 muestreos, de los cuales 20 fueron exitosos con captura total de 941 ejemplares (Tabla 1). De éstos, 405 fueron camarones machos con peso máximo de 40,68 g y el peso total promedio 37,67 ± 1.43 g. Se capturaron 380 hembras con peso promedio de 55,40 ± 1,82 g y el máximo fue de 69,16 g. Del total de hembras, 53 (5,63%) presentaron un estado de madurez completo, pero se encontraron 13 (1,38%) con el espermatóforo adherido al thelicum. Las capturas de reproductores fueron fluctuantes durante el período de 12 meses de muestreo. Las épocas de mayores abundancias ocurrió durante los meses de julio, septiembre y diciembre de 1988 y en los meses de marzo y mayo de 1989 (Tabla 1). La presencia de reproductores en las playas fue por lapsos de tiempo corto, que variaron entre 5 y 15 días aproximadamente. En la época de lluvias intensos hubo ausencia total de reproductores. El problema mayor se presentó con la captura de machos de tallas adecuadas, los cuales fueron escasos en todos los muestreos.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS EN LABORATORIO:

Los parámetros físico-químicos se trataron de mantener lo más estable posible durante el proceso de maduración. Sin embargo, se presentaron problemas técnicos que en ocasiones, fue difícil de controlar principalmente las variaciones de temperatura. La temperatura máxima de los ciclos de maduración fue de 29,23 °C y el mínimo valor fue de 25,76 °C, con una medida total de 27,76 ± 0,98 °C (Fig. 1).

TABLA 1 Captura de reproductores del camarón *Penaeus schmitti* durante el período comprendido desde junio / 88 a julio / 89.

MESES/AÑO	HEMBRA	MACHO	MUERTOS	TOTAL
07/88	85	87	6	178
08/88	17	37	2	56
09/88	113	90	114	317
10/88	–	–	–	–
11/88	–	–	–	–
12/88	50	33	10	93
01/89	–	–	–	–
02/89	–	–	–	–
03/89	76	83	22	118
04/89	10	6	–	16
05/89	41	22	8	71
06/89	13	10	6	29
TOTALES	405	368	168	941

La salinidad máxima promedio fue de 37,86‰, mientras que el mínimo valor fue de 35,17‰ con promedio total de 36,61 ± 0,01‰. El pH y el oxígeno disuelto promediaron 7,83 ± 0,12 y 4,69 ± 0,27 mg/l respectivamente (Fig. 1).

REPRODUCCIÓN:

A) INDUCCIÓN DE LA MADURACIÓN, CÓPULA Y DESOVE EN LABORATORIO:

Los reproductores de *Penaeus schmitti* desovaron entre los días 4 y 18 después de ser confinados en los tanques de maduración, y en promedio el primer desove se obtuvo a los 80 días. Se lograron un total de 157 desoves. Por ciclo de maduración se obtuvo un promedio de 22,43 ± 10,85 desoves, y el apareamiento fue del 5,09%. El máximo número de ovocitos liberados se obtuvo durante la cuarta semana de iniciarse el proceso de maduración, se

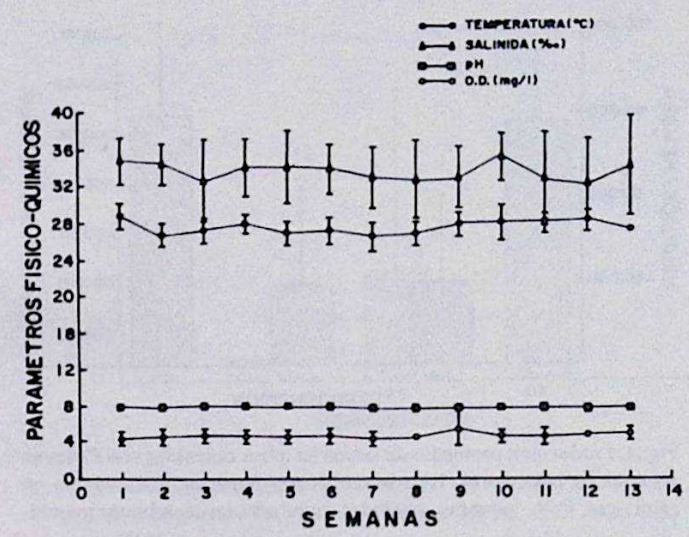


Fig. 1. Variación promedio de parámetros físico-químicos durante el período de inducción de la maduración de *Penaeus schmitti.*

contabilizaron un promedio de 4,305 ± 4,203 ovocitos por hembra por día (Fig. 2). La producción mínima fue de 314 ± 403 ovocitos por hembra y se produjo durante la séptima semana. En todos los ciclos de maduración la producción promedio fue de 1,636 ± 1,194 ovocitos por hembra por día, observándose una tendencia a disminuir con los desoves subsiguientes (Fig. 2).

Por otra parte, durante el proceso de maduración (13 semanas), se verificaron un promedio de 5,89 ± 0,65 mudas/día (Tabla 2). La máxima ocurrencia fue de 7,08 y la mínima de 4,91. La mortalidad promedio fue de 1,25 ± 0,94 ejemplares por día, con valor máximo de 3,33 el cual coincidió con la máxima ocurrencia de mudas. La mortalidad mínima fue 0,51 ejemplares por día.

Se observaron un total de 8 cópulas, de las cuales seis fueron parciales (hembra sin espermatóforo adherido) y dos fueron totales (con espermatóforo adherido). Las cópulas totales conllevaron al máximo de 87,10% de eclosión de huevos, mientras que con cópulas parciales se obtuvo el mínimo valor de 1,67%. En conjunto, la eclosión fue de 49,11 ± 35,74% del total de huevos liberados en los tanques de maduración (Fig. 3).

Por hembra la producción de larvas nauplios fue de 29.416 ± 34,005, con un intervalo que varió desde un máximo de 104.160 hasta un mínimo de 6.000 nauplios por hembra (Fig. 4). La producción total de larvas por el método de la inducción a la maduración y cópula en cautiverio, fue de 310.070 nauplios.

TABLA 2 Mortalidad y mudas por día en reproductores de *Penaeus schmitti* durante el período de inducción a la maduración.

SEMANAS	MUDAS ($\bar{X}$ ± DS)	MORTALIDAD ($\bar{X}$ ± DS)
1	4,91 ± 1,83	2,53 ± 3,43
2	5,88 ± 2,08	0,51 ± 0,64
3	5,81 ± 1,63	1,54 ± 1,15
4	6,42 ± 2,73	0,91 ± 0,74
5	6,46 ± 2,73	1,57 ± 2,22
6	5,15 ± 1,73	2,51 ± 3,85
7	5,33 ± 1,72	0,15 ± 0,27
8	5,51 ± 1,17	1,01 ± 0,84
9	6,42 ± 2,08	1,99 ± 1,40
10	7,08 ± 2,31	3,33 ± 2,62
11	5,55 ± 0,81	2,60 ± 1,54
12	6,60 ± 0,56	1,54 ± 1,33
13	5,48 ± 0,33	2,53 ± 2,50
TOTAL	5,59 ± 0,65	1,75 ± 0,94

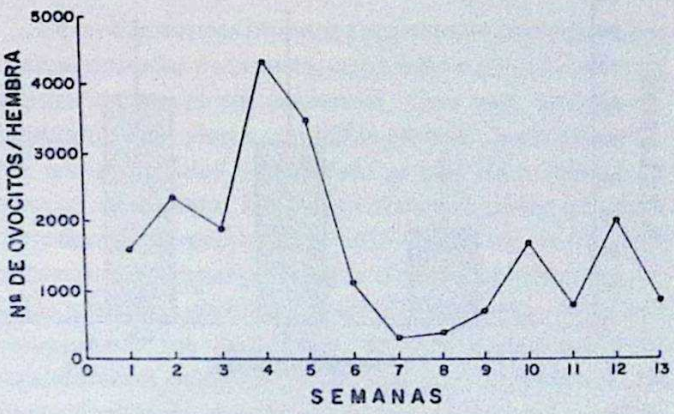


Fig. 2. Producción promedio diaria de ovocitos por hembra de *Penaeus schmitti* obtenidos por inducción de la maduración en laboratorio.

B) INSEMINACIÓN ARTIFICIAL:

Se inseminaron un total de 53 hembras, de las cuales 40 resultaron fértiles. Del total de huevos liberados, el 25,94 ± 19,19% conllevó a la eclosión de los huevos, con un valor máximo de 55,88% y un mínimo de 4,52% (Fig. 3). Por el método de inseminación, la producción total de nauplios fue de 980.666. Por hembra se obtuvo en promedio de 30.067 ± 30.508 nauplios. Este promedio fue el mínimo valor obtenido en los tres tipos de reproducción ensayadas (Fig. 4). La producción máxima y mínima de larvas nauplios por hembra fue de 39.667 y 2.800, respectivamente.

C) HEMBRAS COPULADAS EN LA NATURALEZA:

En el laboratorio desovaron un total de ocho hembras copuladas en la naturaleza. Se obtuvo eclosión de huevos en 61,57 ± 20,61 % del total liberado. Este valor resultó el máximo porcentaje de eclosión al compararlo con la reproducción por cópula en cautiverio por inseminación artificial (Fig. 3), aunque el análisis estadístico indica diferencias no significativas entre los métodos (GL 2,18; Fs 3.07). El valor de eclosión máxima fue de 98 % y el mínimo de 37,80%. La producción total de larvas nauplios fue de 1.079.573, con una variación máxima de 141.000 y un mínimo de 37.000 nauplios por hembra. La producción promedio de larvas por hembra alcanzó 89.357 ± 32.931 nauplios (Fig. 4).

CULTIVO DE LARVAS:

El cultivo larval se desarrolló utilizándose el método

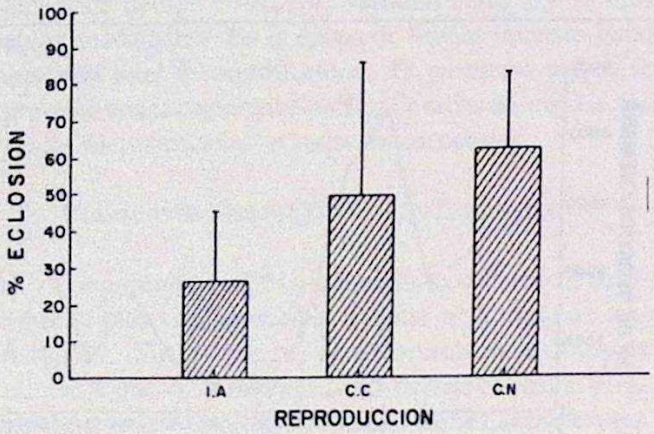


Fig. 3. Porcentaje de eclosión de nauplios de *Penaeus schmitti* obtenidos en laboratorio. I. A.: inseminación artificial, C.C.: cópula en cautiverio, C.N.: hembras copuladas capturadas en el ambiente natural.

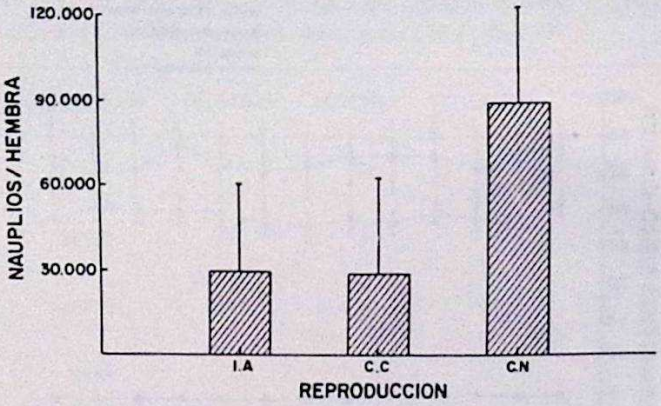


Fig. 4. Producción promedio de larvas nauplios obtenidas con *Penaeus schmitti* en laboratorio. I.A.: inseminación artificial, C.C. cópula en cautiverio, C.N.: hembras copuladas capturadas en el ambiente natural.

semi-intensivo (TREECE, 1985) el cual involucra densidades entre 50 y 100 larvas/l al efectuar recambios de agua y la alimentación diaria. Además, el control de parámetros físico-químicos, la sobrevivencia larval y la salubridad. Se realizaron un total de 20 levantes de larvas, de los cuales 17 fueron exitosos, es decir, se lograron postlarvas. En algunas ocasiones se presentaron problemas de infección por Vibrio, que en la mayoría de los casos se logró controlar. Las larvas se desarrollaron hasta postlarvas en un período que varió entre 10 y 12 días de edad. A nivel de los estadíos nauplios, el promedio de longitud total varió entre 584,5 ± 48,3 y 792 ± 29,8 µm. Las primeras larvas protozoeas se observaron al tercer día del desarrollo, y su talla varió entre 1.403 ± 47,3 y 1.926,5 µm. El estadío mysis, se inició a los 6 días del período larval, con una longitud entre 2.543 ± 244 y 3.930 ± 217 µm. El último estadío o postlarva (P1) se inició a los 11 días de nacidas, su talla promedio fue de 4.210 ± 403 µm, en P1-1 y 6.290 ± 502 µm en P1-2 (Tabla 3). La producción de postlarvas (hasta P1-1) fue máxima en las hembras copuladas en la naturaleza, con valores de 51.892 P1. Por el método de inducción en cautiverio, se lograron 21.988 P1, mientras que por medio de la inseminación artificial, se produjo el mínimo valor de 4.156 P1 por hembra (Fig. 5).

Los porcentajes de sobrevivencia de las postlarvas a la edad de un día se presentan en la Fig. 6. El máximo de sobrevivencia postlarval fue de 56.01%, con cópula natural y el mínimo de 52,62% se obtuvo con el método de la inseminación artificial. El análisis estadístico indica que no existen diferencias significativas en la sobrevivencia postlarval, según los distintos tipos de reproducción realizados (GL 2,12; Fs 0,002).

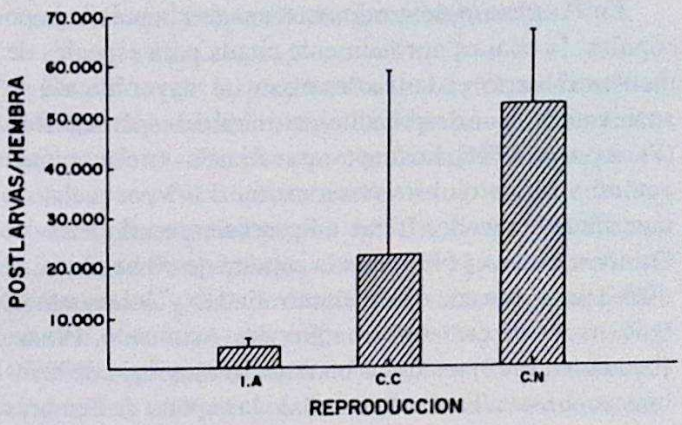


Fig. 5. Producción promedio de postlarvas obtenidas con *Penaeus schmitti* en laboratorio. I.A.: inseminación artificial, C.C. cópula en cautiverio, C.N.: hembras copuladas capturadas en el ambiente natural.

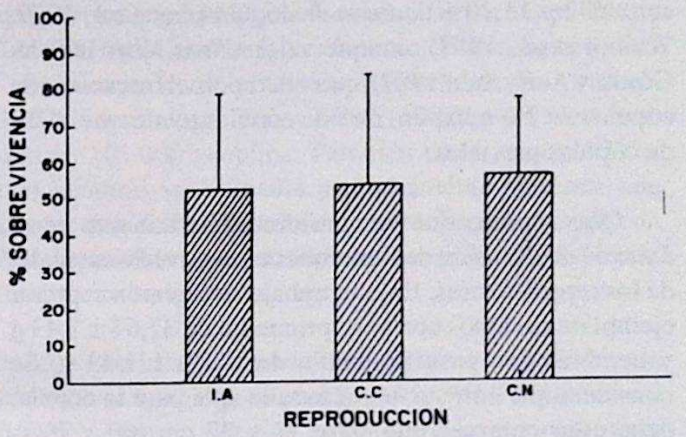


Fig. 6. Sobrevivencia de larvas nauplios obtenidas con *Penaeus schmitti* en laboratorio. I.A.: inseminación artificial, C.C.: cópula en cautiverio, C.N.: hembras copuladas capturadas en el ambiente natural.

DISCUSION

La reproducción de *Penaeus schmitti* se logró bajo condiciones controladas de laboratorio, utilizando ejemplares capturados en el ambiente natural. Bajo estas condiciones, la reproducción fue exitosa por inducción de la maduración, por inseminación y por inducción del desove de hembras copuladas en el ambiente natural.

Las variaciones fluctuantes de las capturas de reproductores con tallas adecuadas, fue uno de los aspectos limitantes en la producción de semillas de *P. schmitti*. En este trabajo todas las capturas se realizaron en áreas cercanas a la costa, en la cual los reproductores no fueron abundantes. Solamente se capturaron en algunos meses del año y durante períodos cortos (Tabla 1). Los reproductores con las mayores tallas se obtuvieron durante los meses de mayo, julio y diciembre. Novoa (1982), reporta capturas de reproductores de *P. schmitti* sexualmente maduros en los meses de abril y mayo frente al Delta del Orinoco. Asimismo, Ewald (1965) encontró reproductores copulados en el Golfo de Venezuela durante los meses de abril a septiembre. En las costas Cubanas Pérez-Farfante (1973) obtuvo reproductores en los meses de febrero a mayo.

TABLA 3 Crecimiento promedio de la longitud total de larvas de *Penaeus schmitti* en diferentes estadíos. N-1: Nauplios I; N-5: Nauplios V; P-1: Protozoea I; P-3 Protozea III; M-1: Mysis I; M-3: Mysis III; Pl-1: Postlarva de un día de edad; Pl-2: Postlarva de dos días de edad.

ESTADÍOS	EDAD (días)	TALLA (µm)
N-1	1	584,5 ± 48,3
N-3	2	792,0 ± 29,8
P-1	3	1.403,0 ± 47,3
P-3	5	1.926,5 ± 81,3
M-1	6	2.543,0 ± 244,0
M-3	10	3.930,0 ± 217,0
Pl-1	11	4.210,0 ± 403,0
Pl-2	12	6.290,0 ± 502,0

Se realizaron tres intentos para obtener reproductores en áreas retiradas de la costa, utilizando embarcaciones de arrastre de pesquería comercial. Con este método se capturaron ejemplares con tallas grandes, pero presentaron una mortalidad alta debido al mal trato durante el proceso de captura. En países como Ecuador capturan reproductores mediante la utilización de redes tipo trasmayo, arte con el cual logran obtener reproductores de tallas grandes y en buen estado. Sin embargo, no se han solucionado los problemas de la disponibilidad de reproductores debido a que las capturas dependen de las fluctuaciones de abundancia natural (Primavera, 1984). La tendencia actual para resolver el problema ha conllevado a cerrar el ciclo de vida de los camarones. El stock de

reproductores se obtiene de la cría de postlarvas silvestres o de las obtenidas en laboratorio, o provenientes de preadultos mantenidos bajo condiciones semicontroladas en estanques exteriores, hasta alcanzar la madurez sexual. Posteriormente son llevados al laboratorio («hatchery») hasta obtener nuevamente postlarvas y cerrar su ciclo de vida. Este procedimiento ha permitido controlar la producción camaronera en varias especies del género Penaeus (PRIMAVERA, 1984).

Durante el proceso de maduración, los parámetros físico-químicos se mantuvieron en un intervalo que corresponden a los normalmente usados en camarones peneidos tropicales para inducir la maduración gonadal. Aunque no se determinó experimentalmente el efecto de estos parámetros sobre la maduración y cópula, se pudo observar que la cópula ocurrió frecuentemente cuando las variaciones de los parámetros físico-químicos fueron mínimos.

El número de mudas promedio diarias por tanques fue de 5,89±0,65 (Tabla 2) y la mortalidad de los reproductores fue de 1,25 ± 0,94 ejemplares. La mortalidad se vio afectada principalmente por el canibalismo y en ocasiones se presentaron necrosis del caparazón e infección por vibriosis.

El inicio de los desoves varió de acuerdo a las capturas de reproductores. Generalmente fue dependiente del estado de desarrollo gonadal en que se encontraban al momento de introducirlos en los tanques de maduración.

El número promedio de ovocitos desovados por hembra en cautiverio fue de 150.000. Este valor de fecundidad es bajo, comparado con los obtenidos en los desoves naturales, los cuales se han estimado entre 500.000 y 1.000.000 de ovocitos por hembra (PÉREZ-FARFANTE, 1973). En otras especies como *Penaeus californiensis*, *P. indicus*, *P. merguiensis*, se han reportado bajas fecundidades en hembras maduradas en cautiverio en comparación a la obtenida en el medio natural (PRIMAVERA, 1984).

La fecundidad baja de las hembras mantenidas en cautiverio se ha asociado con la talla, la cual generalmente es en promedio más pequeña que la de las hembras maduras silvestres. En *P. schmitti*, se cita que hembras con tallas mínimas de 21 cm (mayor de 60 g aproximadamente) ya pueden portar espermatóforos (PÉREZ-FARFANTE, 1973).

En *P. schmitti* determinamos una frecuencia baja de cópulas, lo cual es normalmente citada para especies de thelicum abierto, en las cuales existe un mayor fracaso de apareamiento y un desprendimiento fácil del espermatóforo (PRIMAVERA, 1984). Las capturas realizadas en el ambiente natural verificaron esta observación. En Venezuela, en muestreos realizados frente a Pedernales, en el Delta del Orinoco, NOVOA (1982) cita la captura de 90 hembras, el 69% tenían gónadas bien desarrolladas y solamente el 6,5% tenía espermatóforo adherido. Asimismo, PÉREZ-FARFANTE (1973) encontró un número muy bajo de hembras copuladas. En nuestro trabajo la captura de hembras con espermatóforo adherido fue de 3,42%. Experimentalmente la frecuencia de cópula fue de 5,10% del total de desoves producidos en cautiverio. En la especie *P. vannamei*, en condiciones experimentales, se ha logrado entre el 2 y 11 10% de éxito de cópula (AQUACOP, 1979, WYBAN *et al.*, 1987), aunque valores más altos indican GÓMEZ y ARELLANO (1987), quienes reportan frecuencia de cópulas de 2% / día, un 53% de cópulas totales y el 47% de cópulas parciales.

Otro aspecto que se considera determinante en el éxito de maduración de camarones en cautiverio es la talla de los reproductores. En este trabajo se lograron capturar ejemplares machos con peso promedio de 37,67 ± 1,43 g y hembras con peso promedio de 55,40 ± 1.43 g. Se considera que en *P. schmitti* la talla apta para la cópula, debe estar comprendida entre 21 y 27 cm (60 a 70 g, aproximadamente), y en el caso de las hembras, la talla mínima de 21 cm (PÉREZ-FARFANTE, 1973).

Las hembras de *P. schmitti* capturadas ya apareadas en el medio natural, mostraron los mejores valores en la eclosión y la producción de nauplios. En contraste, los valores más bajos se obtuvieron con hembras mantenidas en cautiverio y por inseminación artificial (Figs. 3 y 4). Por lo tanto, puede sugerir que la producción de nauplios es afectada por la oportunidad de fecundación de los ovocitos en el momento de ser liberados, así como por el estado de desarrollo gonadal.

En el caso de la reproducción por el método de la inseminación artificial, la producción de nauplios puede afectarse por la calidad y cantidad de esperma adherido a la hembra y el proceso de su implantación. También se observaron desoves parciales y el desprendimiento de la masa espermática adherida a la hembra. Esto último se puede producir por una débil adhesión en el thelicum, y/

o remoción de la esperma por la misma hembra.

En cautiverio la producción de larvas por hembras copuladas fue similar a las obtenidas por inseminación artificial. Esto se explica por la ocurrencia de cópulas totales (espermatóforo adherido) y parciales (espermatóforo no adherido). El 75% de las cópulas en cautiverio fueron parciales con valores bajos de nauplios, en promedio 27.000 larvas/hembra, mientras que las hembras con cópulas totales lograron producir en promedio 104.000 nauplios/hembra. Este valor es similar al número de nauplios obtenidos a través de hembras silvestres ocupadas, las cuales solamente se capturaron con cópulas totales.

En *P. schmitti* el número máximo de larvas producidas por una hembra copulada en el ambiente natural fue de 141.000 nauplios. En *P. setiferus* se obtuvo una producción máxima de 260.000 nauplios/hembra (Bray *et al.*, 1982), mientras que Wyban *et al.* (1987), en *P. vannamei* obtuvo 161.000 nauplios. También Bray *et al.* (1982), con hembras inseminadas artificialmente obtienen una producción de 50.000 larvas/hembra. En este trabajo con *P. schmitti* obtuvimos un número menos de 30.000 larvas/hembra inseminada.

La producción promedio de larvas obtenidas con hembras mantenidas en cautiverio fue de 29.000 larvas/hembra. Esta producción es menor a la reportada para otras especies de thelicum abierto con valores entre 127.000 y 51.000 nauplios/hembra (Arellano y Gómez, 1987; Gómez y Arellano, 1987).

Los resultados de sobrevivencia larval demuestran que el procedimiento aplicado para el cultivo de larvas y producción de post-larvas de *P. schmitti* es exitoso. Asimismo, el hecho de haberse obtenido sobrevivencias superiores al 50% en los diferentes tipos de reproducción, indica que la viabilidad larval no es afectada por la procedencia de los ovocitos. El éxito del cultivo larval fundamentalmente depende del regimen alimentario a que fueron sometidas las larvas y al mantenimiento de una buena calidad de agua. Para la especie en estudio se han reportado sobrevivencias de 37% (Pl-1) utilizando dietas a base de *Tetraselmis chuii* (50 células/ml) y *Chlorella kessleri* (5 células/ml), rotiferos y yema de huevos (Leal, *et al.*, 1985). Otros estudios sobre alimentación larval se basan en dietas de diatomeas y flagelados, y levaduras, pero se presentan los resultados de sobrevivencia larval solo hasta el estadío de protozoea III (Gelabert *et al.*, 1988; Alfonzo *et al.*, 1988).

CONCLUSIONES

1.- En el camarón blanco *Penaeus schmitti* se logró su reproducción controlada a través de tres métodos: inducción de la maduración, inseminación artificial y desove de hembras copuladas en la naturaleza.

2.- Con reproductores de peso superior a 35 g se logró la reproducción inducida mediante el control de factores abióticos, la calidad de agua adecuada y el suministro de alimento natural fresco.

3.- La producción larval y postlarval máxima se obtuvieron con hembras ya copuladas en la naturaleza. Las producciones mínimas fueron logradas en cautiverio y en las inseminadas artificialmente.

4.- La sobrevivencia larval no es dependiente del tipo de reproducción utilizado.

AGRADECIMIENTOS

A Fundaciencia por permitirnos realizar el presente trabajo en la Estación de Investigaciones Marinas de Mochima, a la empresa Aquafincas Unare y el Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente (CI: 05-019-00174/89-90) por el financiamiento en parte, y a los profesores A. Gómez, L. Láres, M. Segnini, M. Lemus y dos arbitros anónimos por la lectura crítica del manuscrito; a los licenciados R. Manrique y M. H. de Manrique, y J. A. Pellicar por su activa colaboración en los trabajos de campo y laboratorio. Al Sr. Jesús Hernández por la elaboración de las figuras.

REFERENCIAS

Aiken, D. 1990. Shrimp farming in Ecuador: an aquaculture success story. *J. World Aquacult. Soc.* 21: 7-16.

Alfonso, E., L. Martínez, R. Gelabert & S. Leal. 1988. Alimentación de larvas del camarón blanco *Penaeus schmitti*. I. Diatomeas y Flagelados. *Rev. Inv. Mar.* 9: 40-47.

AQUACOP. 1979. Penaeid reared broodstock: closing the cycle *Penaeus monodon, Penaeus stylirostris* and *Penaeus vannamei*. *Proc. World Maricult. Soc.* 10: 445-452.

_____. 1983. Constitution of broodstock, maturation, spawning, and hatching systems for penaeid shrimp in the centre oceanologique du parcirique. pp 105-121. EN. J. MCVEY & R. MOORE (Eds.), CRC Handbook of Mariculture. Vol. I. *Crustacean Aquaculture*. CRC. Press inc., Boca Ratón, Florida, EEUU.

ARELLANO, E. & L. GÓMEZ. 1987. Experiencia preliminar sobre maduración de *Penaeus schmitti*. *Tecnol.* 7: 43-49.

BRAY, W., G. CHAMBERLAIN & A. LAWRENCE. 1982. Increased larval production of *Penaeus setiferus* by artificial insemination during soursing cruises. *J. World Maricult. Soc.* 13: 123-133.

_____. & A. LAWRENCE. 1984. Sourcing *Penaeus setiferus*: A summary of larval production, incidence of capture of mated females, and mating incidence by time of day on research cruises 1981-1983. *J. World Maricult. Soc.* 15: 11-28.

CHAMBERLAIN, G. 1985. *Biology and control of shrimp reproduction. Texas Shrimp Farming Manual.* (Eds.) G. W. Chamberlain And R. J. Miget.

_____. & L. A. LAWRENCE. 1983. Reproductive activity and biochemical composition of *Penaeus setiferus* and *Penaeus aztecus* in the Gulf of México. *Texas A & M. University, Sea Grant College Program. Report N°. TAMU-SG*-84-204. 35 p.

_____. M. HABY & R. MIGET. 1986. Texas Shrimp Farming Manual and Update on Current Technology. Texas Agric. Extention Service. *Texas A & M University System Research and Extention Center.* Texas, USA. 233 p.

CHAUVIN, W. D. 1985. *Development and outlook of the world shrimp market. Texas Shrimp Farming Manual* (Ed.) G. W. Chamberlain and R. J. Miget.

EWALD, J. 1965. Investigaciones sobre la biología del camarón comercial en el occidente de Venezuela. *Inf. Fondo Nac. Inv. Agrop. Caracas.* 2: 1-114, 139-147.

GELABERT, R., E. ALFONSO, O. HERNÁNDEZ & S. LEAL. 1988. Experiencias de alimentación de larvas del camarón *Penaeus schmitti* con levaduras obtenidas industrtialmente. *Rev. Inv. Mar.* 9: 59-69.

GÓMEZ, L. & E. ARELLANO. 1987. Maduración en cautiverio de *Penaeus vannamei* en la Escuela Superior Politécnica del Litoral. *Tecnol. ESPOL.* 7: 31-42.

JUAREZ, L. 1983. Manual para el cultivo larvario del camarón azul, *Penaeus stylirostris* en el ITESM-Unidad Guaymas. *Reporte Interno Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.* 59 p.

LAWRENCE, A., M. JOHNS & W. GRIFFIN. 1983. Shrimp Mariculture, state of the art. *Shrimp Maniculture Project the Texas A & M University System.* 13 p.

_____. G. CHAMBERLAIN & D. HUTCHINS. 1981. Shrimp Maniculture: an overview. *Shrimp Maniculture Project the Texas A & M University System.* 10 pp.

LEAL, S., ALFONSO, E. & A. GAINZA. 1985. Recomendaciones sobre la alimentación de larvas de camarones *Penaeus notialis y Penaeus schmitti*. *Rev. Inv. Mar.* 5: 80-87.

LIAO, I. & Y. CHEN. 1983. Maturation and spawning of penaeid in Tungkang Marine Laboratory Taiwan. pp 155-160. En J. McVey y R. Moore (Eds.). CRC Handbook of Mariculture. Vol. I *Crustacean Aquaculture*. CRC Press Inc., Boca Ratón, Florida, USA.

NOVOA, D. 1982. *Los recursos pesqueros del Río Orinoco y su explotación.* Corporación Venezolana de Guayana. Editorial Arte. Caracas, Venezuela. 386 p.

PÉREZ-FARFANTE, I. 1973. Sinopsis de datos biológicos sobre el camarón blanco *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936. *FAO Fish. Synopsiss* N° 100: 1417-1438.

PRIMAVERA, J. 1984. A review of maduration and reproduction in closed thelicum penaeids. *Proc. First Inter. Confer. Cult. Penaeid Prawns/Shrimps, Ilolio City, Phillippines*. pp: 47-66.

RAMOS, T. & E. TORRES. 1986. Relación entre la talla y la maduración ovárica inducida por ablación ocular en el camarón rosado *Penaeus notialis*. *Rev. Inv. Mar.* 7: 91-92

TREECE, G. 1985. *Larval rearing technology. Texas Shrimp Farming Manual.* (Eds.) G. W. Chamberlain and. R. J. Miget. pp: 43.

WYBAN, J., C. LEE., J. SWEENEY & W. RICHARDS, JR. 1987. Observations on development of a maturation system for *Penaeus vannamei*. *J. World Aquacult. Soc.* 18: 188-200.

Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ, Oriente 31 (1 & 2): 17-26 (1992); 5 figs., 3 tabs.

FITOPLANCTON DE LA ENSENADA DE CANGUAS, PENINSULA DE PARIA, ESTADO SUCRE, VENEZUELA

ELVIRA FERRAZ-REYES

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

RESUMEN: Desde mayo a noviembre de 1982 se estudió la variación de la densidad y biomasa fitoplanctónica en un banco de mejillones de la Ensenada de Canguas, Edo. Sucre. Además se hicieron determinaciones de oxígeno disuelto, penetración de la luz en el agua y temperatura. Las muestras se colectaron desde la superficie hasta cinco (5) m de profundidad. No se observó una clara estratificación de los parámetros estudiados. La temperatura del agua osciló entre 22,0 y 27,0 °C (abril y octubre respectivamente, $\bar{x}$ = 24,19 °C); la concentración de oxígeno disuelto varió entre 2,00 y 5,58 ml $0_2.1^{-1}$ (noviembre y octubre 1982, respectivamente; $\bar{x}$ = 4,06 ml $0_2.1^{-1}$). La penetración de la luz en el agua presentó valores entre 2,0 y 6,0 m. Se encontró que los valores de biomasa fitoplanctónica fueron de no detectables (junio 1982) a 4,65 mg clorof. *a* . m^{-3} (abril 1982). La densidad fitoplanctónica fluctuó entre 3,0 y 12,1 x 10^2 org. ml^{-1} (junio y abril 1982, respectivamente; $\bar{x}$ = 6,6 x 10^2 org. ml^{-1}). Se encontraron coincidencias entre los valores máximos de biomasa y densidad fitoplanctónica. Se identificaron 106 taxa de microalgas: 54 especies de diatomeas y 52 de dinoflagelados. Las diatomeas predominaron todo el año. No se observaron turbios durante el período de muestreo.

ABSTRACT: Variations in phytoplanktonic biomass and density in a natural mussel bed located in Ensenada de Canguas, Sucre State were studied from May to November 1982. Variations in dissolved oxygen, light penetration and temperature were also studied. Samples were collected from surface to a depth of five meters. No stratification of the parameters was observed. Water temperature values varied between 22.0 and 27.0 °C (April and October 1982, respectively; $\bar{x}$ = 24.19 °C); while concentrations of dissolved oxygen varied from 2.00 to 5.58 ml $0_2.1^{-1}$ (november and october respectively; $\bar{x}$ = 4.06 ml $0_2.1^{-1}$). Values of light penetration ranged from 2.0 to 6.0 m. It was found that phytoplanktonic biomass varied from undetectable (June 1982) to 4.65 mg clorof. *a* . m^{-3} (April 1982). Phytoplanktonic density fluctuated from 3.0 to 12.1 x 10^2 org. ml^{-1} (June and April 1982, respectively; $\bar{x}$ = 6.6 x 10^2 org. ml^{-1}). Maximum values of phytoplanktonic biomass and density were measured during the same time. 106 microalgal taxa were identified, of which 54 species were diatoms and the rest were dinoflagellates. Diatoms predominated throughout the period of study. No red tides were observed during the study.

INTRODUCCION

En las aguas costeras de la región nororiental de Venezuela las mareas rojas ocurren con frecuencia cada año, principalmente en la estación seca y ocasionalmente en la lluviosa. A pesar de ser un fenómeno común en el área, no hay reportes previos a 1977 relacionados con intoxicaciones en humanos. En esta oportunidad hubo dos brotes de malacotoxicosis en el área, intoxicación producida por la ingestión de moluscos que han acumulado alguna de las formas de saxitoxina que actúa sobre el sistema neuromotor. Esta intoxicación se reconoce como PSP (Paralitic Shellfish Poisoning) en la literatura. En abril y mayo de 1977 se observaron mareas rojas causadas por *Alexandrium cf. tamarensis* en la costa de la Isla de Margarita; en esta oportunidad, 12 personas exhibieron los síntomas que ocasiona la toxina paralizante de moluscos. Las personas habían ingerido mejillones sancochados y ocurrió una muerte. El segundo brote ocurrió en julio de 1977 en la costa norte del Edo. Sucre, los mejillones consumidos en esta oportunidad fueron extraídos de la Ensenada de Canguas. De acuerdo a REYES VÁSQUEZ *et al.* (1979), de un total de 223 personas que ingirieron mejillones (*Perna perna* L.) cocinados, 159 tuvieron síntomas de la intoxicación y 9 murieron de parálisis respiratoria.

A raíz del proceso de intoxicación alimentaria causada por toxinas paralizantes de moluscos a través de mejillones (*Perna perna*) extraídos de los bancos naturales que se encuentran al norte de la Península de Paria, se llevó a cabo un programa de investigación coordinado entre el Ministerio de Agricultura y Cría (MAC), Instituto Oceanográfico de Venezuela (IOV) de la Universidad de Oriente y la Gobernación del Edo. Sucre. El IOV realizó el estudio de algunas características físicas y biológicas en mejillones en el MAC. El objetivo de este trabajo fue hacer la investigación de línea base y se procedió a un estudio cuantitativo y cualitativo del fitoplancton de la Ensenada de Canguas.

AREA DE ESTUDIO

La Ensenada de Canguas (Fig. 1) se encuentra ubicada en la Península de Paria, Edo. Sucre (aproximadamente 10° 41' Lat N y 62° 50' Long W). Esta región se caracteriza por presentar un relieve empinado que generalmente cae abruptamente al mar, en ella se encuentran pocas playas arenosas. La costa rocosa facilita el desarrollo de numerosas poblaciones de organismos bentónicos. Entre los más importantes desde el punto de vista comercial destacan los bancos de mejillones (*Perna perna* L.). La pluviosidad de la zona es elevada (800-1000 mm) y el período de lluvias abarca desde mayo a diciembre (AGUILERA *et al.* 1980).

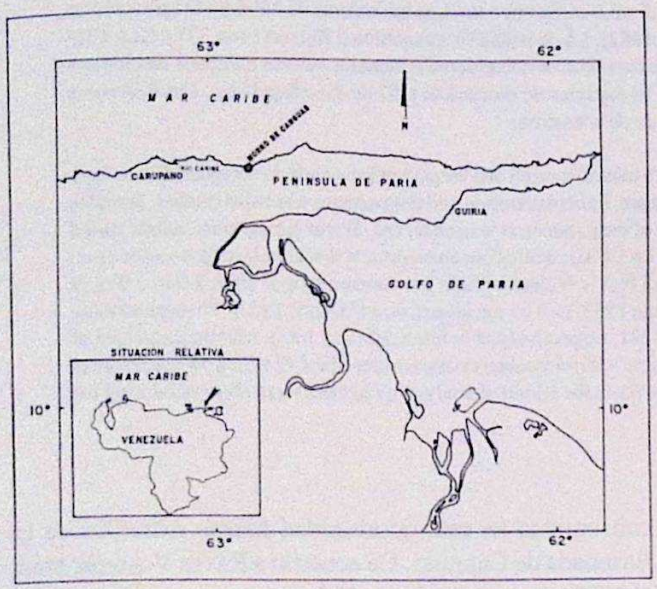


Fig. 1.- Ubicación del área de estudio. Ensenada de Canguas, Venezuela

MATERIALES Y METODOS

La Ensenada de Canguas se visitó quincenalmente desde marzo a noviembre de 1982. Las muestras se colectaron a las profundidades de 0, 1, 2, 3, 4 y 5 m (la profundidad de la estación era de 6 a 7 m aproximadamente). Se tomaron las muestras con botellas no tóxicas y se realizaron mediciones de temperatura con termómetro de superficie (0. 10 °C); concentración de oxígeno disuelto en el agua por el método de WINKLER (ml $O_2.l^{-1}$) y biomasa fitoplanctónica expresada como clorofila *a* (clorof. $a.m^{-3}$) siguiendo las técnicas descritas en STRICKLAND y PARSONS (1972), la densidad fitoplanctónica se determinó por el método de sedimentación (org.ml^{-1}) de acuerdo a UTERMÖHL (1958); la penetración de la luz en el agua (m) se midió utilizando un disco de Secchi. El material fitoplanctónico fue identificado hasta el nivel de especie cuando fue posible utilizando las claves sistemáticas de CUPP (1943), HALIM (1967), TESTER y STEINDINGER (1979), STEINDINGER y WILLIAMS (1970), TAYLOR (1979).

Debido a la utilización de preservativos fuertes como solución de lugol y solución de formol al 5%, el grupo de los microflagelados no pudo ser identificado hasta género ni especie, por esta razón se cuantificaron bajo este término.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se presenta un resumen de los datos hidrográficos y biológicos estudiados en la Ensenada de Canguas durante ocho meses de 1982. Ya que los promedios de los parámetros estudiados no mostraron un amplio rango de variación, las representaciones gráficas se expresan de ese modo. La dispersión del número total de organismos es siempre elevada, por lo tanto, en las representaciones gráficas la densidad fitoplanctónica se expresa en porcentajes o logaritmos.

La temperatura del agua (Fig. 2) osciló entre 22,2 °C con una media de 24,19 °C. Entre marzo y comienzos de mayo se observaron las temperaturas inferiores a la media, el resto del período de muestreo estuvo por encima de la media y el rango de variación fue de 4,8 °C. La profundidad de extinción de la luz en el agua varió entre 2 y 6 m con un valor promedio de 4,3. En términos generales, el menor valor correspondió a principios de abril, finales de junio, octubre y noviembre de 1982; épocas de mayor penetración a principios de julio y septiembre de 1982.

La concentración de oxígeno disuelto en el agua (Fig. 3) osciló entre 2,00 y 5,58 ml $O_2.l^{-1}$ con un valor promedio de 4,06 ml $O_2.l^{-1}$. En los meses de marzo y abril se presentaron valores inferiores a la media, así como principios de noviembre. En general estos valores se observaron en las aguas más profundas. Los otros meses presentaron concentraciones más elevadas y el inventario de variación fue de 3,58 ml $O_2.l^{-1}$.

Variables biológicas: La concentración de clorofila *a* fue usada como un índice de la biomasa fitoplanctónica y la abundancia del fitoplancton dominante en la columna de agua para su estudio cualitativo y cuantitativo (Tablas 1 y 2).

TABLA 1.- Datos hidrográficos y biológicos de la ensenada de Canguas desde marzo a noviembre de 1982

FACTORES AMBIENTALES Y BIOLÓGICOS	N	RECORRIDO		X	SM
		MIN	MAX		
Temperatura (°C)	84	22,20	27,00	24,19	0,11
Oxígeno disuelto (ml • l^{-1})	84	2,00	4,80	4,06	0,08
Transparencia (m)	15	2,00	6,00	4,13	0,30
Biomasa (mg clorof. *a* • m^{-3})	90	0,00	4,65	1,93	0,11
Densidad total (org • ml^{-1})	15	295	1.208	556	89,97
Diatomeas (org • ml^{-1})	15	78	1.062	428	79,62
Dinoflagelados (org • ml^{-1})	15	4	67	43	5,57
Microflagelados (org • ml^{-1})	15	20	166	71	12,65
Cianobacteria (org • ml^{-1})	15	2	38	16	7,62
Euglenofitas (org • ml^{-1})	15	2	30	10	6,67

La distribución de los pigmentos fotosintéticos (Fig. 4) en la columna de agua mostró una mayor dispersión que los factores físicos, además la variación en el tiempo fue mayor. Los valores de clorofila *a* oscilaron entre no detectables y 4,65 mg clorof. *a* . m^{-3} con una media aritmética de 1,93 mg clorof. *a* . m^{-3}. Debido a la dispersión ya señalada, no se observó ninguna tendencia en particular con respecto al valor promedio; sin embargo, a partir de abril de 1982 la biomasa descendió hasta junio del mismo año. Entre este mes y julio hubo un período de transición caracterizado por fluctuaciones. Entre septiembre y octubre hubo valores altos (x = 2,83 y 2,30 mg clorof. *a* . m^{-3}) que decayeron a finales de este mes, para culminar con un máximo a finales de noviembre de 1982 (x = 2,76 mg clorof. *a* . m^{-3}).

Inventario de organismos fitoplanctónicos: Se identificaron 103 especies: (54 especies de diatomeas y 52 especies de dinoflagelados, Tabla 2), además de la observación esporádica de especímenes de otros grupos como el complejo *Emiliania-Gephirocapsa* dentro de los cocolitofóridos; cianofitas filamentosas y cocoidales en muy bajo número y euglenofitas probablemente del género *Eutreptia*.

Dentro del grupo de las diatomeas los géneros con mayor número de especies fueron: *Chaetoceros* (8 spp), *Rhizosolenia* (7 spp), *Thalassiosira* (4 spp), *Nitzschia* (3 spp), con representantes neríticas y estuarinas en todos los géneros citados. De acuerdo a VALENTÍN *et al.* (1985), *Rhizosolenia* es un género de amplia distribución ecológica que suele presentar especies de pequeño tamaño al comienzo de la sucesión fitoplanctónica, llegando en algunos casos a dominar en la muestra. Cuando la población ha alcanzado el equilibrio aparecen las especies de mayor talla.

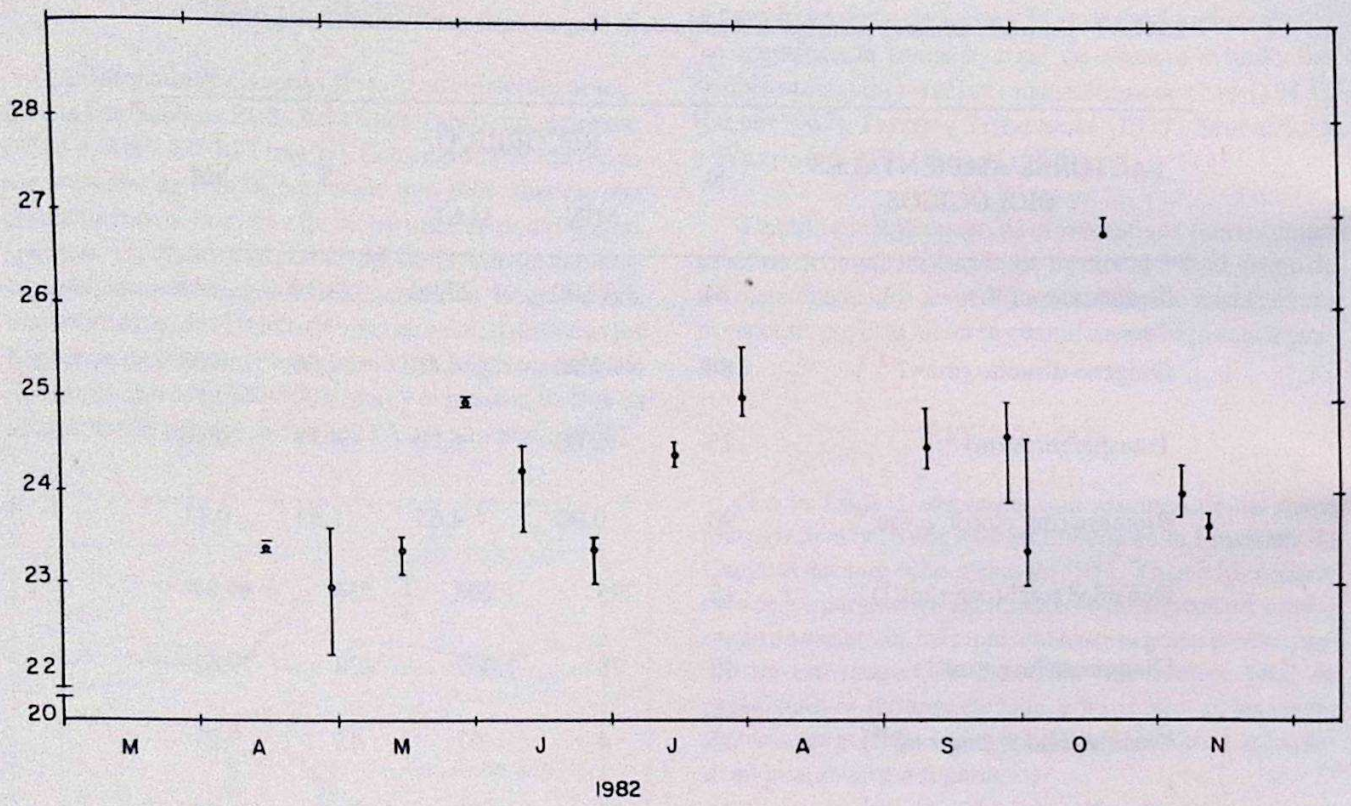


Fig. 2.- Variación mensual de la temperatura (°C) en la Ensenada de Canguas. Línea vertical recorrido; punto = media aritmética.

Los géneros mencionados con sus más pequeñas especies se presentan en los primeros estudios de la sucesión, con altas densidades de organismos que llegan a ser dominantes de manera absoluta durante los eventos de surgencia.

El género *Coscinodiscus* se observó durante todo el período de muestreo, pero en bajo número, lo mismo puede decirse de las especies de *Odontella* encontradas. La especie *Bacteriastrum delicatulum* resultó particularmente notable en noviembre de 1982.

En cuanto a los géneros de dinoflagelados con mayor representación fueron: *Protoperidinium* (14 spp), *Ceratium* (13 spp). Los dinoflagelados estuvieron presentes en las muestras durante todo el año, pero no llegaron a ser dominantes en ninguno de los muestreos realizados. Una especie de *Gyrodinium* de tamaño mediano, 20,25 µm de largo estuvo presente durante casi todo el período de muestreo. *Scripsiella trochoidea* alcanzó los valores más elevados, 53 org . ml^{-1} en este grupo.

Los dinoflagelados, por ser un grupo heterogéneo, no mostraron ninguna tendencia en particular. Las cianobacterias aparecieron esporádicamente y estuvieron escasamente representadas. Igual situación ocurrió con las *Euglenales*.

En la Tabla 3 se presenta la densidad poblacional de los organismos dominantes durante el período de muestreo. En algunas oportunidades, como en marzo de 1982, a pesar de la predominancia de diatomeas, la especie más importante, *N. pungens,* exhibió valores de densidad bajos. Así también se observó la asociación de *N. pungens* con *T. decipiens* y *S. costatum* durante todo el año. La máxima concentración de organismos ($1,2 \times 10^2$ org . ml^{-1}) se observó el 14 de abril de 1982 y la mínima ($2,6 \times 10^3$ org . ml^{-1}) el 26 de junio de 1982. Luego de algunas fluctuaciones se observó un repunte en el mes de noviembre con dominancia de *S. costatum.*

DISCUSION

De acuerdo a los resultados expuestos la Ensenada de Canguas, presentó durante 1982 un fitoplancton típico de regiones neríticas y con influencia estuarina. El análisis de

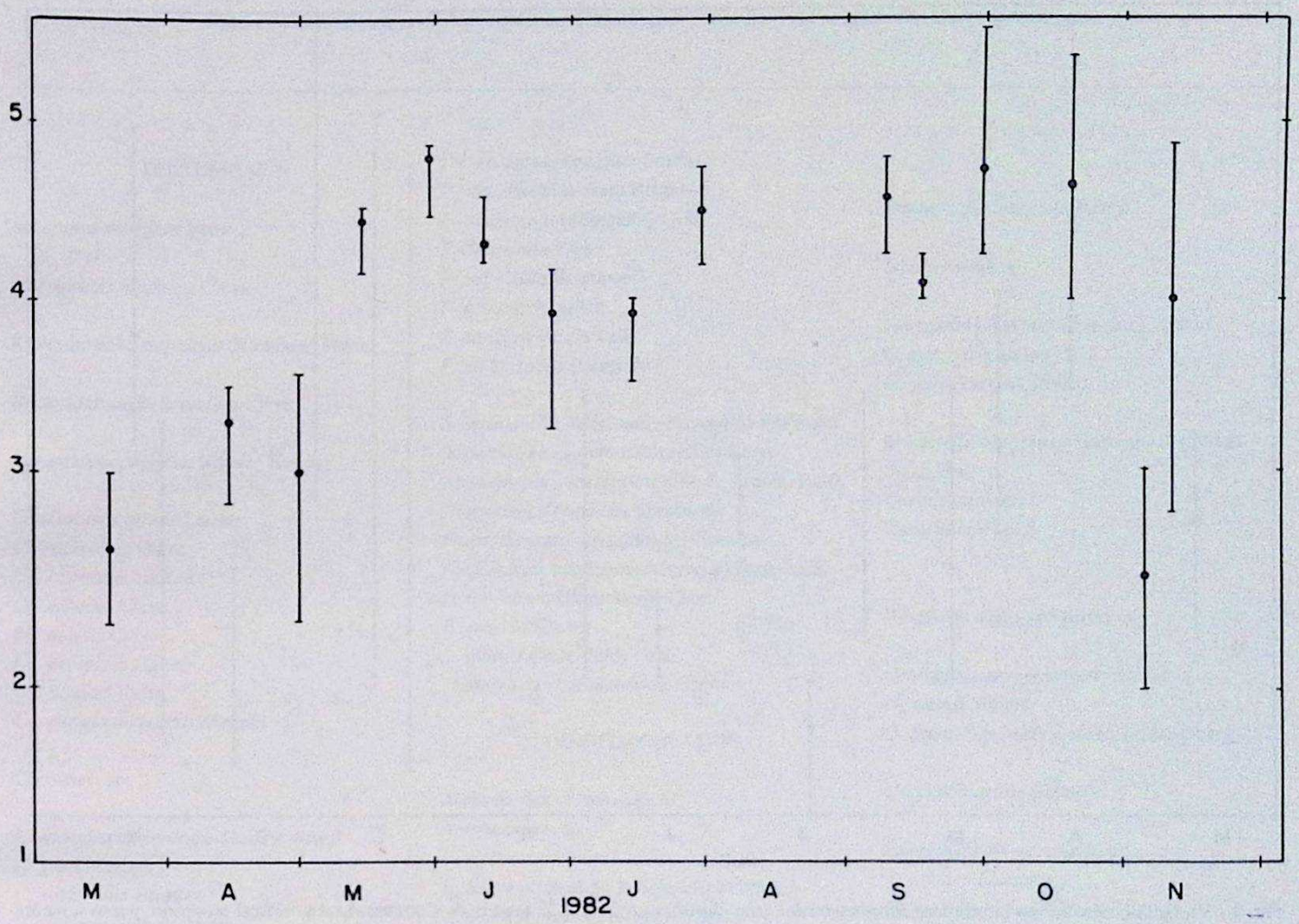


Fig. 3.- Variación mensual del oxígeno disuelto en el agua (ml $0_2.l^{-1}$>) en la Ensenada de Canguas. Línea vertical recorrido; punto = media aritmedica

las diferentes especies encontradas ha arrojado que la gran mayoría de ellas son capaces de aceptar amplios rangos de salinidad y son típicas también de regiones tropicales (TESTER & STEINDINGER 1979); por otra parte, los estudios realizados por OKUDA *et al.* (1974), permite inferir que toda el área recibe la influencia de las bajas salinidades y de nutrientes del Golfo de Paria y regiones adyacentes. La alta pluviosidad de la zona también es otro factor que incide en la baja salinidad que favorece el desarrollo de especies como *S. costatum, T. decipiens*, etc. Debido a que la estación escogida era bastante somera, también se observaron algunas microalgas ticoplanctónicas propias de los sedimentos, como es el caso de *Pleurosigma elongatum* y *Licmophora* sp.

De acuerdo a MARGALEF (1965), la costa norte de la Península de Paria presenta una composición florística que la permite separar de las regiones situadas hacia el oeste de la Isla de Margarita y Península de Araya. Coincidentalmente, Margaleff (*op. cit.*) cita especies que también se presentaron en nuestras muestras como *S. costatum, Ditylum brightwelli*. Por otra parte, hace énfasis en las menores concentraciones de fósforo que pueden llegar a limitar el crecimiento fitoplanctónico en el área, tal como ha sido señalado para una estación ubicada en otra ensenada vecina por ESTRELLA *et al.* (1989).

La surgencia característica del Caribe suroriental con sus poblaciones fitoplanctónicas que han sido descritas por MARGALEF (*op. cit.*) y FERRAZ-REYES (1976, 1983, 1987) no fue tan evidente en la Ensenada de Canguas, tal vez por la proximidad de la costa (estación somera). Pero sin embargo, se observó el desarrollo de comunidades con predominio de *N. pungens*, diversas especies de

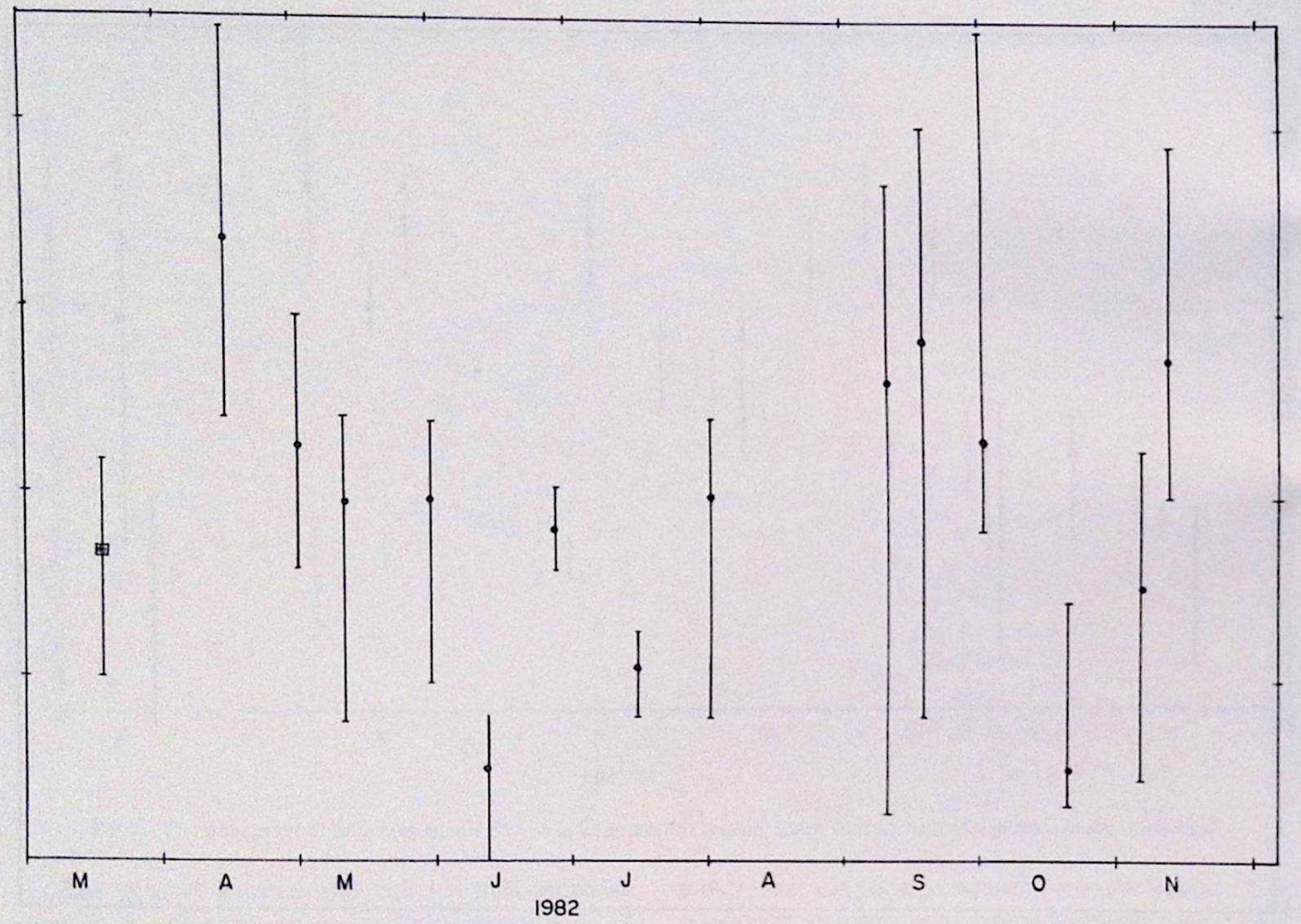


Fig. 4.- Variación mensual de la biomasa fitoplanctónica (mg clorof. a. m^{-3}) en la Ensenada de Canguas. Línea vertical recorrido; punto = media aritmética.

Chaetoceros y de *Rhizosolenia*, de *Thalassiosira excéntrica* que de acuerdo a VALENTÍN (1985) es característica de aguas surgidas recientemente y que también ha sido registrada para el Golfo de Cariaco en aguas de surgencia (FERRAZ-REYES, datos no publicados). Aparentemente los pulsos de la surgencia son enmascarados por los aportes terrígenos. De todas formas el primer pulso observado en abril con especies pequeñas oportunistas dan lugar a una comunidad más madura con individuos de mayor talla como *Rhizosolenia* spp, *Eucampia zoodiacus*, *Odontella* spp, hasta un mínimo de individuos en junio. Los dinoflagelados por otra parte, debido a su amplia gama nutricional no siguen los ritmos de enriquecimiento de nutrientes. Es importante hacer notar que durante casi todo el período muestral se observaron quistes de diversas especies que no fueron identificados, además, a partir de octubre de 1982 se detectaron células de *Alexandrium* cf. *tamarensis* (*Protogonyaulax tamarensis*) y paralelamente se detectó toxicidad en los mejillones.

Durante el período de muestreo no se observó la presencia de turbios o mareas rojas y los niveles de toxicidad que se detectaron fueron bajos, las máximas concentraciones de *A. tamarensis* en el mes de octubre alcanzaron a 20 org . ml^{-1} y se mantuvieron durante el mes de noviembre de 1982. Otras especies potencialmente tóxicas como las de los géneros *Dinophysis* y *Prorocentrum* estuvieron en junio, julio y septiembre en muy bajo número (0,22-0,40 org . ml^{-1}). De acuerdo a LA BARBERA (1984), a pesar de presentar una diversidad relativamente elevada, las especies aparecen en muy bajo número.

Aunque se ha mencionado que muchas diatomeas por sus características estuarinas demuestran la influencia de las aguas del Río Orinoco, probablemente la presencia de dinoflagelados de aguas oceánicas es evidencia de la

TABLA 2 Lista de especies del fitoplancton (diatomeas y dinoflagelados) de la Ensenada de Canguas

DIATOMEAS

Achnantes manifera Brun

Asterionella japonica Cleve

Asteromphalus heptactis (Brebison) Ralfs

Bacteriastrum delicatulum Cleve

Cerataulina pelagica (Cleve) Hendey

Chaetoceros affinis Lander
Ch. atlanticus Cleve
Ch. coartatus Lauder
Ch. danicus Cleve
Ch. debilis Cleve
Ch. decipiens Cleve
Ch. eauderi Ralfs
Ch. pseudocurvisetus Mangin

Cocconeis sp.

Coscinodiscus centralis Gran & Angst
C. granii Gough
C. perforatus Grunow
C. wailesii Gran & Angst
C. Cyclotella menengiana Kust
C. Dytilum brightwelli (West) Grunow
C. Eucampia zoodiacus Ehrenberg
C. Guinardia flaccida (Castracane) Péragallo
C. Lauderia annulata Cleve
C. Leptocylindrus danicus Cleve
C. Licmophora sp.
C. Nitzschia closterium (Ehrenberg) Smith

Nitzschia longissima (Ehrenberg) Smith
Nitzschia pungens Cleve
Nitzschia sp.

Odontella chinensis Grunow
Odontella mobiliensis Grunow

Palmeriana harmanianus Greville

Paralia sulcata (Ehrenberg) Cleve

Pleurosigma elogatum Smith
P. Rhizosolenia alata Brightwell
P. acuminata (Péragallo) Gran
P. delicatula Cleve
P. imbricata Brightwell
P. robusta Norman
P. setigera Brightwell
P. stolterfothii Péragallo

Schrdöerella delicatula (Péragallo) Pavillard
Skeletonema costatum (Greville) Cleve
Stephanopixis turris (Greville & Arnott) Ralfs
Streptotheca tamensis Shrubsole
Thalassionema nitzschioides Grunow
Thalassiosira dicipiens (Grunow) Jorgensen
T. eccentrica (Ehrenberg) Cleve
T. gravida Cleve
T. subtilis (Ostenfeld) Gran
Thalassiothrix frauenfeldii Grunow

DINOFLAGELADOS

Alexandrium cf. *tamarensis*
Amphidinium sp.
Ceratium azoricum Cleve
C. breve (Ostenfeld & Schnidt) Schroder
C. candelabrum (Ehrenberg) Stein
C. falcatum (Kofoid) Jorgensen
C. furca (Ehrenberg) Claparede & Lachmann
C. fusus (Ehrenberg) Dujardin
C. gibberum Pouchet
C. hexacanthum Gourret
C. macroceros (Ehrenb.) Vanhoffen
C. massiliense (Gourret) Karsten
C. trichoceros (Ehrenb.) Kofoid
C. tripos (Muller Nitzsch
C. vultur Cleve
Ceratium sp.

Cochlodinium sp.

Dinophysis caudata Saville Kent
Dinophysis ovum Schutt
D. tripos Gourret

Diplopsalis lenticula Bergh

Dissodinium sp.

Gonyaulax digitale (Pouchet) Kafoid
G. polyedra Stein
G. polygramma Stein

Gymnodinium fissum (Levine) Kofoid & Skogsberg
Gyrodinium sp. 1
Gyrodinium sp. 2

Noctiluca miliaris Suriray

Ornithocercus quadratus Schütt
O. steinii Schütt
O. thumii (Schutt) Kofoid & Skogsberg

Oxirrys marina Dujardin

Prorocentrum gracile Scütt
P. micans Ehrenberg
P. triestinum Schiller

Protoperidinium crassipes (Kofoid) Balech
P. cf. *diabolus* (Cleve) Balech
P. depressum (Bailey) Balech
P. divergens (Ehrenberg) Balech
P. globulus Stein
P. minusculum Kofoid
P. oceanicum (Vanhöffen) Balech
P. pellucidum Bergh
P. quarnerense (Scroder) Balech
P. pentagonum (Gran) Balech

Podolampas palmipes Stein
Pyrodinium bahamense Plate
Pyrophacus horologium Stein
Scrippsiella trochoidea (Stein) Fine & Loeblich III
Scrippsiella sp.

TABLA 3 Máximos fitoplanctónicos y especies dominantes observados en la ensenada de Canguas de marzo a noviembre de 1982

FECHA	ESPECIE DOMINANTE	%
marzo 17	*Nitzchia pungens*	8,94
abril 14	*Nitzchia pungens*	17,06
abril 30	*Nitzchia pungens*	18,75
mayo 13	*Skeletonema costatum*	23,17
mayo 28	*Thalassiosira decipiens*	36,94
junio 11	*Nitzchia pungens*	28,02
junio 26	*Nitzchia pungens*	22,97
julio 14	*Skeletonema costatum*	21,35
julio 29	*Skeletonema costatum*	26,62
septiembre 09	*Thalassiosira decipiens*	43,53
septiembre 17	*Thalassiosira decipiens*	29,75
octubre 01	*Thalassiosira decipiens*	28,13
octubre 19	*Skeletonema costatum*	18,93
noviembre 05	*Skeletonema costatum*	40,90
noviembre 11	*Skeletonema costatum*	14,33

intrusión de estas masas de agua. Muchas de las especies de *Ceratium candelabrum, C. falcatum, C. macroceros, C. trichoceros* y otras han sido mencionadas por TESTER & STEINDINGER (*op. cit*) como especies oceánicas que se presentaron en bajo número cuando hubo mínimos en la densidad y en la biomasa fitoplanctónica. Las especies de *Protoperidinium* resultaron ser casi todas de naturaleza nerítica. *Noctiluca miliaris*, así como algunas especies de *Gyrodinium* presentan un tipo de nutrición holozoico y normalmente se presentan al final de la sucesión fitoplanctónica, junio y octubre de 1982. Aún cuando el zooplancton no fue estudiado formalmente, en las muestras de red se detectaron altas densidades de organismos en junio, septiembre y octubre de larvas de crustáceos y

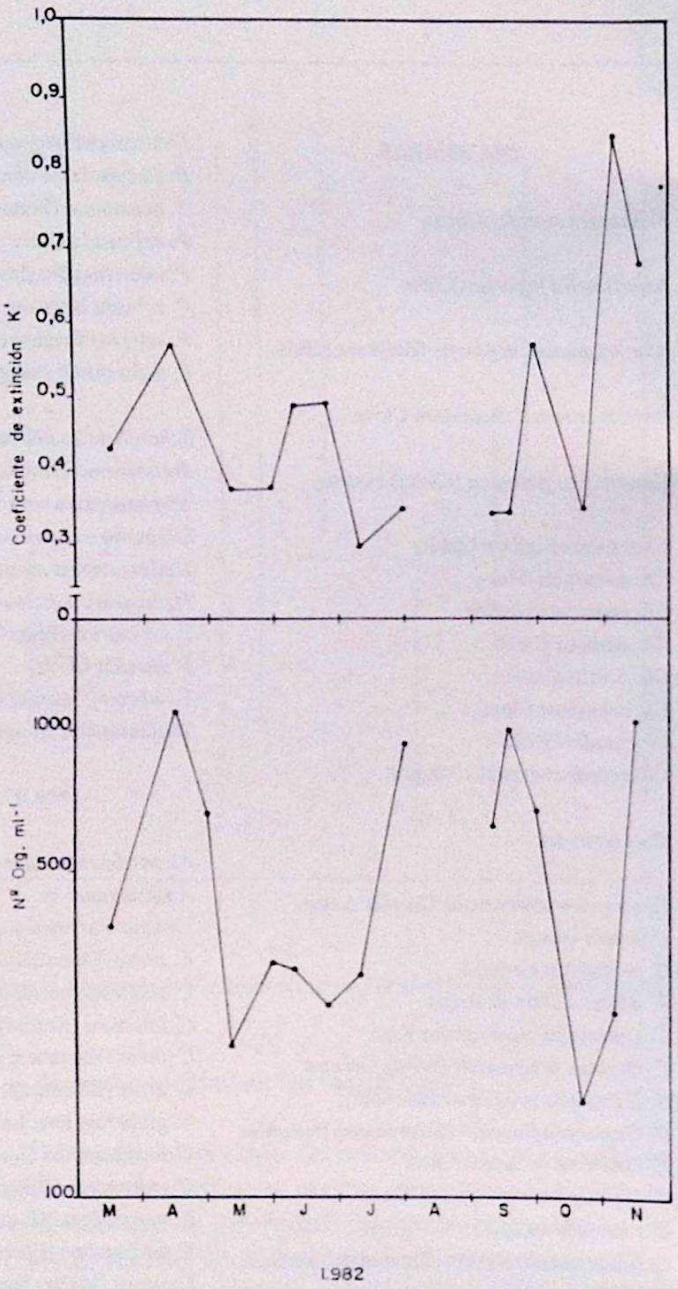


Fig. 5.- A: Variación mensual del coeficiente de extinción de la luz (K); B: Variación mensual de la densidad de organismos del fitoplancton en la Ensenada de Canguas.

adultos de copépodos, cladoceros y misidaceos, además de larvas de moluscos.

La biomasa fitoplanctónica se mostró de manera análoga a la densidad de microalgas planctónicas con máximos en abril-julio, septiembre y noviembre, los mínimos se observaron en julio y septiembre de 1982.

El coeficiente de extinción de la luz (Fig. 5) determinado indirectamente con la fórmula $K = 1.7D_s$ (Poole y Atkins, 1929, tomado de Parsons *et al.*, 1977) mostró buena concordancia con los máximos y mínimos del fitoplancton. Sin embargo, en algunas oportunidades la penetración de la luz en el agua se vió afectada por otros factores que la densidad de organismos del fitoplancton como ocurrió en noviembre de 1982.

CONCLUSIONES

1.- El fitoplancton de la Bahía de Canguas es nerítico, tropical y estuarino. Sin embargo, en algunas oportunidades se observaron organismos indicadores de masas de agua oceánicas.

2.- Durante el período de muestreo, sólo se observaron organismos potencialmente tóxicos en los meses de octubre y noviembre.

3.- Los máximos de la biomasa fitoplanctónica coincidieron con la mayor densidad de organismos y los organismos dominantes fueron *N. pungens, T. decipiens y S. costatum.* Los dinoflagelados constituyeron el segundo grupo importante y los microflagelados se mantuvieron constantes todo el período muestral.

4.- En la Estación de Canguas la composición fitoplanctónica es influenciada por las aguas estuarinas del Golfo de Paria.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al personal de la Oficina Nacional de Pesca MAC-Cumaná: Lic. Ana Cabello, Técnicos A. Gallardo y S. Silva. Al M. Sc. José R. Díaz R. por la lectura crítica del manuscrito. A los colegas que sirvieron de jueces y ayudaron a mejorar la forma de este artículo. A la señorita Rosaura Silva, secretaria, señor Carlos Figueroa, dibujante; y muy especialmente a la profesora Aida Martínez M., Jefe de Departamento de Biología Marina, I.O., UDO, en el momento de la realización de este proyecto, quien brindó todo tipo de estímulos y apoyo para la consecución de esta investigación. Finalmente al señor Jesús García, Técnico, sin cuyo empeño y tesón este trabajo no se hubiera llevado a feliz término.

REFERENCIAS

Aguilera J., M. Azócar, C. Rosas, N. Gallardo, J. Gutiérrez, C. Figueroa, R. Moreno, A. Nassar, C. Quijada y R. Vallenilla 1980. *Atlas del Estado Sucre.* 1-31 pp. Ed. Colegio Universitario de Carúpano.

Cupp, E. E. 1943. Marine plankton diatoms of the West Coast of North América. *Bull Scripps Inst. Oceanography Univ. California. La Jolla, California,* 5 (1): 1-230.

Estrella, G., A. La Barbera & E. Ferraz-Reyes 1989. Aspectos ecológicos del fitoplancton de San Juan de las Galdonas (costa noreste del Edo. Sucre). *Acta Cient. Venezolana.* 40 (Sup. N° 1): 60.

Ferraz-Reyes, E. 1976. Ciclo anual del fitoplancton en zonas de bancos naturales y de cultivo del mejillón *Perna perna* en el oriente de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente, Venezuela,* 15: 119-136

_____, 1983. Estudio del fitoplancton de la Cuenca Tuy-Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente, Venezuela,* 22: 111-124.

_____, 1987. Productividad primaria del Golfo de Cariaco, Venezuela *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente, Venezuela,* 26: 97-110.

Halim, Y. 1967. Dinoflagellates of the South-East Caribbean Sea (East-Venezuela) *Int. Revue ges. Hydrobiol,* 52 (5): 701-755.

La Barbera, A. 1984. *Estudio taxonómico de los dinoflagelados del Orden Peridiniales de la plataforma nor-oriental de Venezuela.* Tesis de Maestría, UDO. 1-187 pp.

Margalef, R. 1965. Composición y distribución del fitoplancton. *Mem. Soc. Cien. Nat.* La Salle. 25 (70-71-72): 141-205.

Okuda, T. 1974. Aguas caribeñas del oriente venezolano. En Revisión de los datos oceanográficos en el Caribe suroriental, especialmente el margen continental de Venezuela. *Cuadernos Azules*: 70-84.

PARSONS, T. R., M. TAKAHASHI & B. HARGRAVE 1977. *Biological Ocenographic processes*. Pergamon Press, 1-331 pp.

REYES-VÁQUEZ, G., E. FERRAZ-REYES & E. VÁSQUEZ 1979. Toxic dinoflagellate Blooms in Northeastern Venezuela during 1977. In: *Developments in Marine Biology. I Toxic Dinoflagellate Blooms* (Eds. D.L. Taylor & H. H. Seliger). Elsevier N. Holland Inc. N.P.: 191-194

STEINDINGER K. & J. WILLIAMS 1970. Dinoflagellates. Mem. Hourglass Cruises. *Fla. Dep. Nat. Resour. Mar. Res. Lab.* 2: 1-251.

STRICKLAND J. E. & T. R. PARON 19712. A practical handbook of seawater analysis. *Fish. Res. Bd. Canada,* 167: 311 pp.

TAYLOR F. J. R. 1979. The toxigenic gonyaulocoid dinoflagellates. I: *Developments in Marine Biology I. Toxics Dinoflagellate Blooms* (Ed. D. L. Taylor & H. H. Seliger). N. Holland Inc., N.Y.: 47-56.

TESTER L. S. & K. A. STEIDINGER 1979. Nearshore marine ecology at Hutchinson Island, Florida. 1871-1974. VII Phytoplancton, 1971-1973. *Fla. Mar. Res. Publ.* N° 34: 16-61.

UTERMÖHL, H. 1958. Zur vervolkonmung der quantitativen phytoplanktonmethodik *Mitt Int. Ver., Theor. Angew. Limnol*, 9: 1-38.

VALENTIN L., N. LINS DA SILVA & CH. BASTOS 1985. Les diatomee dans l'upwelling de Cabo Frío (Brésil): Liste de especes et etude écologique. *J. Plankton Res.*, 7 (3): 313-337.

Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ, Oriente 31 (1 & 2): 27-44 (1992); 7 figs., 5 tabs.

ALGUNOS ASPECTOS GEOQUIMICOS DE LOS SEDIMENTOS DE LA LAGUNA DE PIRITU, ESTADO ANZOATEGUI, VENEZUELA

JAIME BONILLA RUIZ
Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.

&

CASTO JOSÉ GONZÁLEZ
Núcleo de Nueva Esparta, Universidad de Oriente, Guatamare, Isla de Margarita, Venezuela.

RESUMEN: Se determinaron algunos aspectos sedimentológicos y características químicas de los sedimentos superficiales en 12 estaciones de la Laguna de Píritu, en base al contenido y distribución de la materia orgánica (C-org; N-org, fósforo total, razón C/N) y de parámetros reductores (consumo de oxígeno y permanganato y azufre), mediante métodos clásicos de la geoquímica de sedimentos marinos. Granulométricamente los sedimentos están constituídos por una arena media fina (8,95%), limo grueso (6,17%) y arcilla (76,50%) con predominio de la fracción arcilla + coloides (58,31%). Según las curvas de distribución acumulativa, la deposición del sedimento es muy forzado y es mal clasificado. Por el análisis de difracción de rayos X de la fracción arcilllosa, se detectó la presencia de Chlorita, geothita, muscovita, feldespasto y guarzo, demarcando así el origen marino y terrestre de los minerales. El contenido hídrico en los sedimentos (33,21-64,67%), se incrmentó de la Boca, centro al occidente. El C-org (0,71-3,17%) y N-org (0,07-0,34%), señalan fenómenos contrarios a la humedad y al fósforo total (0,09-0,32%). La razón C/N (8,5-14,1), indica un equilibrio entre la deposición del material fresco y la descomposición orgánica. Las elevadas concentraciones de consumos de oxígeno (92,78-319,94 ppm), permanganato (11,43-111,99 mg O_2/g) y azufre (0,30-12,60 ‰), determinan una alta capacidad reductora de los sedimentos de la Laguna de Píritu. El contenido de la materia orgánica y de parámetros reductores señalan un comportamiento independiente excepto entre C-org y el N-org, con una fuente común; lo que indica que las divergentes características químicas de los sedimentos de la Laguna de Píritu están influenciadas por mecanismos y procesos bióticos y abióticos.

ABSTRACT: Sedimentological conditions and chemical characteristic of surface sediments were determined in twelve stations of the Píritu Lagoons in relation to the content and distribution of organic matter (C-org; N-org, total phosphorus, ratio C/N and reducing parameters (oxygen, permanganate and sulphur consumption) according to classical methodos of Geochemistry for marine sediments. Granulary sediments are constitutied by semi-fine sand (8.95%), thick slime (6.97%) and clay (76.50%) with predominance of clay + colloids (58.31%). According to the accumulative distribution curvem, the sediment deposition is very forced and is badly classified. Through the difraction analysis X rays of the argillaceous fraction, the presence of chlorita, goethita, muscovita, feldepar and quartz was detected, delimiting in this way the marine and earthen origin of minerals. The hydric contents of sediments (33.10-64.67%) was increased from the Mouth to the centre and west. C-org (0.71-3.17%) and N-org (0.07-0.34%) showed phenomena contrary to humidity and total phosphorus (0.09-0.32 %). C/N ratio (8,5-14.1%) indicate a balance between fresh material deposition and organic decumposition. High concentration of oxygen comsumption (92.78-319.94 ppm), permanganate (11.43-111.91 mg-O_2/g) and sulphur (0.30-12.60‰) dtermine a high reducing capacity of sediments from the Píritu Lagoons. The organic matter contents and reducing parameters show an independent behaviour except with C-org and N-organic, with a common source; thus indicating that the divergent chemical characteristics of sediments from the Píritu Lagoon are influenced by biotic and abiotic mechanisms and processes.

INTRODUCCION

Geoquímicamente, un bioecosistema costero lagunar se considera como un cuerpo de agua somero de elevada fertilidad orgánica, siendo el centro de dos flujos de energía una que le llega del mar y la otra del continente, estando dinámicamente desarrollándose y cambiando su constitución biogeoquímica (KRUMBEIN, 1981).

Bioecológicamente, las regiones costeras, en especial las lagunas litorales, poseen elevada producción biológica y acumulación de materia orgánica, tanto en la columna de agua como en sus sedimentos, prevalenciendo en la interfase agua-sedimento; LONGA & BONILLA (1987), si se compara con la fertilidad del mar afuera. Estas características determinan que esos ambiente lagunares sean un potencial vital de gran importancia científica y socio económica. Además, las albuferas costeras son bioecosistemas de transición entre el medio continental y el marino, constituyéndose en habitats típicos que alber-

gan un cúmulo de desechos antropogénicos procedentes de las actividades industriales, pesqueras, domésticas, agrícolas, mezclas de escorrentías límnicas, y mecanismos de degradación «in situ» de desechos bióticos, especialmente los biorresistentes, los cuales contienen y aportan grandes cantidades de materia orgánica e inorgánica. Esto conduce y favorece la fertilidad y el incremento de los procesos de eutroficación del biotopo lagunar como es el caso de la Laguna de Píritu. Las condiciones ambientales y ecológicas de la albufera pueden estar afectadas por los factores geomorfológicos, batimétricos y meteorológicos (amplia variación climatológica, OKUDA & BENÍTEZ, 1985); mareas, corrientes marinas, escorrentías límnicas, mecanismos hidrotérmicos, hidrohalinos y biogeoquímicos, los cuales juegan un papel determinante en los cambios diagenéticos, y en el origen del material sedimentario. Así, la materia orgánica en el sistema sedimentario, de los ecosistemas costeros, es la fuente de energía disponible para los diversos procesos biogeoquímicos que son los responsables de las alteraciones diagenéticas, que conllevan a cambios de los materiales tanto en su composición, como en las propiedades físico-químicas, (DE LA LANZA, 1986).

La Laguna de Píritu, situada en la Costa Centro Nor-oriental de Venezuela (Fig. 1), aledaña al área donde se realiza una intensa actividad industrial, petrolera: (Corpoven: refinación, carga y descarga de Petróleo) Criogénico, Petroquímica de Jose y actividad pesquera, siendo toda esta gama de desarrollo industrial la fuerza vital que proporciona la energía necesaria para el incremento de la economía regional y nacional.

El drenaje de los diversos desechos exógenos de estas industrias, junto los del área urbana y agrícola, de una u otra forma pueden afectar el ecosistema lagunar como resultado de una contribución relativa de una gama de compuestos orgánicos e inorgánicos. Estos producen cambios bioquímicos mediante el efecto de los procesos bióticos y abióticos alterando el equilibrio dulceacuícola y marino del bioecosistema albufera de Píritu.

Es escasa la información disponible sobre el conocimiento hidrobiogeoquímico del ecosistema Laguna de Píritu; GAMBOA *et-al.*, (1971); BALDA, (1976), HERNÁNDEZ (1983); OKUDA & BENÍTEZ, (1985); GONZÁLEZ, (1987) y BONILLA & CEDEÑO (1989).

Por tal razón, en la presente investigación se trata de conocer algunas de las condiciones sedimentológicas y ciertas características geoquímicas de los sedimentos superficiales de la Laguna de Píritu, para así determinar su posible origen orgánico, tipo de sedimento predominante y mediante el análisis de rayos X conocer los minerales arcillosos constituyentes de los sedimentos, que permitieran evaluar y entender los cambios diagenéticos que puedan estar ocurriendo en el bioecosistema lagunar.

AREA DE ESTUDIO

La Laguna de Píritu se encuentra localizada en la costa Centro Nor-oriental de Venezuela, al Nor-Oeste del Estado Anzoátegui; entre los 10° 02'43"-10°05'40" Lat. N. y 65° 02'43"-65°12'03" Long.W (Fig. 1). Geomorfológicamente el ecosistema lagunar se ubica en una zona árida de notable variación en las condiciones climatológicas, prevalenciendo la evaporación sobre la precipitación en + 1.500 mm por año (OKUDA & BENÍTEZ, 1985; GONZÁLEZ, 1987), esta marcada diferencia incide notablemente en las condiciones hidrogeoquímicas del ecosistema. La laguna está separada del mar Caribe por una barrera arenosa, cuya anchura varía entre 150 y 300 m, desarrollándose en la barra una densa población de manglares. Tiene una comunicación temporal con el mar Caribe al Este, en el extremo más oriental a través de una boca de aproximadamente 200 m de anchura, que se tapona y amerita su dragado para restablecer el intercambio del agua del mar y la laguna. Se encuentra invadida por el caudal del río Unare, por el Nor-Occidente mediante el Caño Píritu, vía del aporte de agua dulce, el cual prácticamente interrumpe su flujo durante la época de sequía debido a la sedimentación y a su geomorfología, lo que se traduce en un gran incremento de la temperatura y salinidad. En invierno esta condición adversa se minimiza por el caudal restringido del agua dulce, lo que caracteriza que en la Laguna de Píritu prevalece las condiciones hipersalinas.

Este bioecosistema ocupa un área superficial de 38 Km^2, con una longuitud de 16,5 Km en dirección E-W y una anchura máxima de ± 5 Km en dirección N-S. Su máxima profundidad de 4,0 m se ubica en el canal a 200 m de la boca, y el biotopo en sí varía entre 0,3 a 2,5 m (Punta Flor) con una profundidad media de 0,8 m (años 83 al 86). En la época de sequia, la profundidad disminuye marcadamente pasando a ser laminar en el extremo occidental a consecuencia de una gran sedimentación, cierre de la boca en el extremo oriental, con marcada incidencia

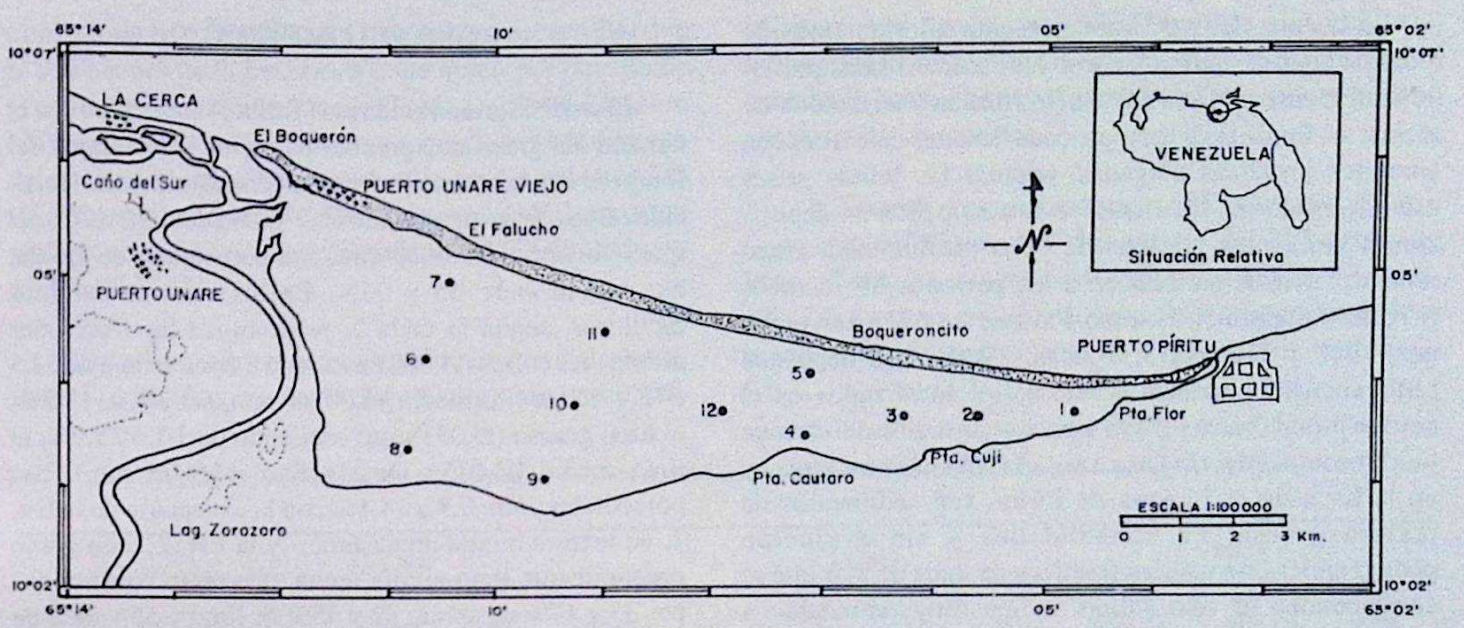


Fig. 1. Area de estudio y estaciones de muestreo.

climatológica, predominando la evaporación, lo que causa simultáneamente el aumento progresivo de la temperatura y la salinidad de las aguas caracterizándola como albufera hipersalina. La Laguna de Píritu mantiene una modesta producción pesquera artesanal, con una rica variedad de especie comerciales entre otros: el lebranche (*Mugil lisa*), la lisa (*Mugil curema*), el camarón blanco (*Penaeus ischlonitti*), el róbalo (*centro pomus undecimalis*), la mojarra (*Eugerre plumiere*) y el bagre (*Ariub spirixii*), González (1987).

MUESTREO Y METODO

La toma de los sedimentos del fondo en el albufera de Píritu se realizó en 12 estaciones (Fig. 1) con una draga tipo Diez Laffont de 0,02 m^2 de área, a bordo de una curiara (tipo canoa) típica del área, durante los meses de febrero y junio de 1986, correspondiente a las épocas de sequía y lluvias, respectivamente. Los sedimentos se refrigeraron a ± 4 °C hasta su análisis. Estos se secaron al vacío y ± 50 °C (liofilizador Uni-Trap 10-100) y pulverizados mediante trituración mecánica en mortero eléctrico (Fisher).

Se procedió al análisis geoquímico de los sedimentos, empleando la granilometría por el método de la pipeta (Krumbein 1934), y la mineralogía de las arcillas usando la difracción por rayos X a la fracción arcillosa, sin ningún tratamiento especial (Roa & Berthois, 1975).

La caracterización química de la materia orgánica (C-org, N-org, fósforo total y razón C/N), de los parámetros reductores (consumo de oxígeno y permanganato de potasio y azufre) y del contenido hídrico, se realizó mediante métodos clásicos de la geoquímica de sedimentos marinos, reportados en investigaciones anteriores: Okuda, (1964); Okuda *et-al* (1985); Bonilla & Okuda, (1971); Bonilla & Lin, (1979); Bonilla, (1982); Bonilla *et-al*, (1986) y Bonilla & Cedeño, (1989).

RESULTADOS Y DISCUSION

Aspectos y geológicos

La Laguna de Píritu conforma el biosistema Unare-Píritu que geológicamente según Balda (1976), pertenece a la región de la Cuenca de Unare, la cual a su vez forma parte de la Cuenca sedimentaria Tuy-Cariaco, caracterizada por diferentes sistemas y patrones geomórficos que tipifican su relieve. Su origen se remonta hacia la época de la gran inestabilidad tectónica (diastrófica) al comienzo del Cretáceo, cuando empezó a formarse esa depresión sedimentaria que se encuentra separada del geosinclinal de Venezuela por la Cordillera de la Costa. Esta zona está enmarcada en la denominada Faja Tectónica Piemontina (alóctono) que es limitada al oeste por el corrimiento frontal (autóctono) y al este por la falla Urica (Ortega & Flores, 1989).

La cuenca del río Unare presenta afloramientos de rocas de edad tan antigua como las caracterizadas predominantemente por una secuencia rítmica y monótona de areniscas, limolitas y arcillas, concreciones calcáreas con amonites y calizas plegadas, además las lutitas grises oscuras-verdosas, las cuales se corresponden en deposición a ambientes marinos de poca profundidad. Estos relieves rocosos pertenecen a los períodos Mesozoicos (Cretáceo superior), Eoceno-Paleoceno y Mioceno (PÉREZ, 1980 y ORTEGA & FLORES, 1989). Los depósitos sedimentarios aluviales (cuaternario) localizados en el cordón litoral (barra y playa arenosa), la región del drenaje unidireccional del río Unare por el Caño «Madre vieja» y en la boca de la Laguna de Píritu, son sedimentos de textura gruesa, no consolidados y sin evolución pedogenética con niveles freáticos de agua de mar que se corresponden al tipo salino sódico muy permeable y estériles de vegetación natural.

Se cree que la formación de la Laguna de Píritu fue debido a los procesos tectónicos unidos a las transgresión marina durante el haloceno que creó condiciones apropiadas para la formación de una costa de baja profundidad; que mediante la influencia de la corriente marina paralela a la costa y por el aporte de los sedimentos del río Unare, se configuró la barra litoral que separó la laguna primigenia del mar Caribe, formándose después un delta altamente constructivo de tipo lobulado que con el avance y descarga de los sedimentos del río Unare, la inmensa laguna primigenia se estranguló y se dividió en dos: Oriental (Píritu) y Occidental (Unare). Los sedimentos de estos ecosistemas lagunares contienen un alto grado de variabilidad granulométrica desde arenas muy gruesas a lodos plásticos muy finos, reflejando la amplia gama de fuerzas hidrogeoquímicas prevalencientes (POSTMA, 1981). En cuanto a la procedencia de los sedimentos lagunares, estos son aportados por diversas fuentes: El litoral costero, la barrera arenosa, el drenaje de los ríos, la producción biológica del agua de la laguna mediante procesos bioquímicos, precipitación, desorpción, floculación, mineralización. Así mismo, las características biogeoquímicas de los sedimentos están relacionados directamente a la evolución y mecanismos físicos, químicos, biológicos y geológicos (transporte, biodeposición, sedimentación, turbulencia), movimiento de las aguas (mareas, olas y vientos) y la escorrentía límnica continental (NICHOLS & ALLEN, 1981), afectan las especies que habitan en el ecosistema.

GRANULOMETRIA

El análisis granulométrico (Tabla 1) determina que el tamaño del grano que predomina en los sedimientos del fondo de la Laguna de Píritu están constituidos por partículas finas de textura arcillosa (> 60%) de dimensión del grano menor que 0,0039 mm, con porcentajes de arcilla, que varían entre 35 y 92%. En los sedimentos finos arcillosos, según la tabla 2, predominan las fracciones arcilla más colide (Ø,0001 mm) con un porcentaje de 22,3 a 72,4%; la arcilla media (Ø,00798 mm) entre 4,4 a 15,2%, el limo grueso (Ø,031 mm) oscilando de 1,1 a 25,9%; el limo medio (Ø,0156 mm) y fino (Ø,0078 mm), con porcentajes entre 0,8 a 14,1% con la excepción de la Est. 1, de textura arcilla-arena-limo, y la Est. 2, con grano predominante limo-arcilla-arena, que están constituidos por 33 y 17% de arena; 32 y 45% de limo y 35 y 38% de arcilla en las Ests. 1 y 2 respectivamente (Tabla 1). Es importante señalar que el material grueso de estos sedimientos se corresponde al material fino, caracterizándoles por contener una apreciable proporción de arena muy gruesa a arena muy fina (Tabla 2), principalmente de origen marino, la fracción predominante en ellos es la arcilla más colide (Ø,0001 mm), limo medio (Ø,0156

TABLA 1 Composición Granulométrica de los Sedimentos de la Laguna de Píritu

Estación	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clasificación
1	33	32	35	Arcilla-Arenosa-Limosa
2	17	45	38	Limo-Arcilloso-Arenoso
3	0	12	88	Arcilla
4	1	34	65	Arcilla-Limosa
5	0	12	88	Arcilla
6	5	10	85	Arcilla
7	0	15	85	Arcilla
8	0	20	80	Arcilla
9	2	12	86	Arcilla
10	1	12	87	Arcilla
11	0	8	92	Arcilla
12	0	10	90	Arcilla
$\bar{X}$	4,9	18,5	76,5	Arcilla-Limosa

mm) y limo fino (Ø,0078 mm). Es interesante resaltar que el sedimiento de la Est. 4 está constituido por tamaño de grano de textura arcilla-limosa (Tabla 1), conteniendo un 65% de arcilla y 34% de limo. La fracción predominante de este sedimento corresponde a la arcilla más coloide (Ø,0001 mm) con 48,6%, el limo grueso (Ø,031 mm) con porcentaje de 25,9% y la arcilla media (Ø,00098 mm) con 10,1% (Tabla 2).

Según las características granulométricas de los sedimentos de la Laguna de Píritu (madre vieja) se puede afirmar que los principales aportes del material sedimentario se realizan a través del Caño Píritu en el noreste; la barra arenosa al norte, y del mar, por su boca en el extremo más oriental.

De acuerdo a su grado textural (Caraballo, 1973 y González, 1987) de los sedimentos de la Laguna de Píritu (Tabla 1), están constituidos por 4,92% de arena, 18,42% de limo y 76,50% de arcilla caracterizándola como una laguna típica de sedimentos plásticos finos.

TABLA 2 Composición granulométrica, de acuerdo a la freacción predominante, de los sedimentos la Laguna de Píritu.

	ARENA					LIMO				ARCILLA		
Estc.	ARMG %	ARG %	ARM %	ARF %	ARMF %	LG %	LM %	LF %	LMF %	ARCG %	ARCM %	ARC %
1	3,0	5,0	5,8	9,3	10,0	8,6	11,5	3,1	7,7	5,9	5,9	22,3
2	0,3	0,7	3,7	4,1	7,9	8,6	14,1	14,1	8,2	7,2	4,4	26,4
3						4,1	4,3	1,3	1,9	8,9	12,7	66,4
4						25,9	1,7	3,6	2,9	6,3	10,1	48,6
5						5,0	3,3	1,0	2,6	5,5	15,2	67,3
6						1,6	2,3	3,0	2,6	12,9	6,10	66,0
7						5,9	2,2	2,1	5,3	9,3	12,2	63,5
8						6,1	6,2	6,1	1,9	11,7	8,4	59,9
9						2,0	4,1	4,0	2,4	5,7	12,6	67,7
10						2,4	2,1	4,8	2,8	6,8	11,7	68,5
11						1,1	1,6	0,8	4,0	9,3	12,0	70,7
12						2,7	0,8	1,2	4,7	5,1	13,1	72,4
$\bar{X}$	1,65	2,85	4,75	6,70	8,95	6,16	4,51	3,75	3,91	7,88	10,36	58,31

ARMG: Arena muy Gruesa
ARG: Arena Gruesa
ARM: Arena Media
ARF: Arena Fina
ARMF: Arena muy Fina

LG: Limo Grueso
LM: Limo Medio
LF: Limo Fino
LMF: Limo muy Fino

ARCG: Arcilla Gruesa
ARCM: Arcilla Media
ARC: Arcilla + Coloide

Conforme a la naturaleza de la fracción y grado predominante (Tabla 2), los sedimentos de la Laguna de Píritu están formandos por 8,95% de arena media a fina (ARMF), 6.16% de Limo grueso (LG) y 98,31% de Arcilla + coloides (ARC). El mayor porcentaje de la Arcilla + colide oscila entre 70,7 a 72,4% en la Ests. 11 y 12. En general, la porción arcillosa predominante de los sedimentos naturales de ésta albufera (Tabla 2), en especial la ARC (58,31%), junto con el detritus orgánico e inorgánico suspendido en la masa de agua (BONILLA & CEDEÑO, 1989) son los responsables de la gran turbidez que presenta el bioecosistema.

Los sedimentos de la Laguna de Píritu, exhiben una gama de colores que depende del génesis, tipo y contenido de materia orgánica y de su capacidad reductora caracterizados por los procesos bióticos y abióticos. El color de los sedimentos en la Laguna varían entre amarillo-marrón (Est. 1 y 2) a gris oscuro-negro, verdoso para el resto de las estaciones.

En cuanto a las condiciones de sedimentación del bioecosistema Laguna de Píritu, los valores de los parámetros de desviación estándar (desviación o clasificación de los sedimentos) e índices granulométricos, según las curvas acumulativas en la Fig. 2. Esta muestra de la distribución de las curvas acumulativas de las fracciones finas de los sedimentos del ecosistema lagunar para las estaciones 1 a 12, caracterizándose en general que estas curvas acumulativas por ser muy tendidas o muy mal clasificadas con valores comprendidos entre 2,0 a >4,0 Ø;

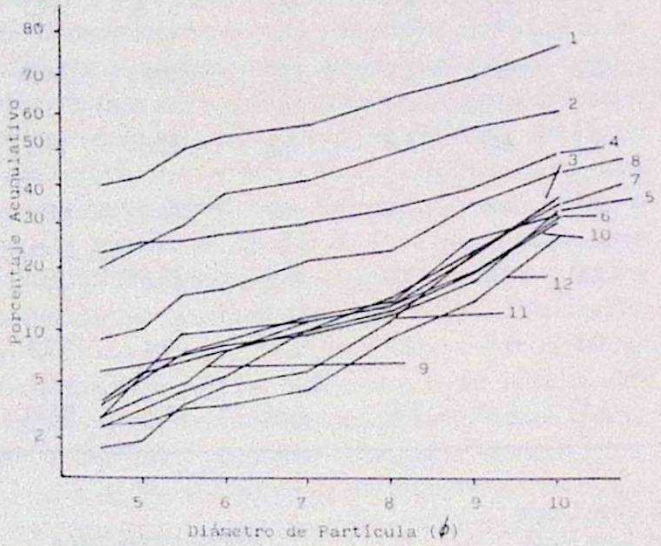


Fig. 2. Grupo de curvas de distribución acumulativas de las fracciones finas de los sedimentos superficiales.

que están evidenciando que son sedimentos depositado bajo proceso de acumulación forzado sin ninguna clasificación ó extremadamente muy mal clasificados. Observándose que en las Estaciones 1, 2, 4, y 8 las curvas distribución acumulativas están por encima del resto de las demás estaciones, señalando así un mayor porcentaje de material sedimentario arenoso muy fino (Est. 1 y 2) y a la vez una deposición muy forzada (CARABALLO, 1973), posiblemente debido a los mecanismos de transporte, sedimentación y a procesos biogeoquímicos y físicos.

En el resto de las estaciones, el rango de variación es muy estrecho y no presenta la forma de «ese», típica de las acumulaciones libres como resultado de un proceso de transporte por saltación y suspensión, y depositados al llegar a la laguna por pérdida de velocidad y exceso de carga (ZARSOSA, 1974). Estas curvas acumulativas muy mal clasificadas o acostadas algo articuladas, son típicas de depósitos de partículas sedimentarias de acumulación forzada que evidencian una deposición brusca, sin ninguna clasificación, reflejando que el material sedimentario es acumulado en un medio hidrogeoquímico relativamente tranquilo siendo el aporte principal de origen continental.

MINERALOGIA DE ARCILLAS

En el análisis de las arcillas por Dirección de rayos X, según la Fig. 3 se detectó la presencia de Chlorita, Goethita, Muscovita, Feldespato y Cuarzo (Tabla 3), destacándose el Cuarzo, Chlorita y Muscovita presentes en todas las estaciones. El Cuarzo y el Feldespato son aluminosilicatos de origen terrígeno, muy resistentes al desgaste y a la degradación, son aportados a la Laguna de Píritu, principalmente por el río Unare. La clorita es un mineral arcilloso de color verde, rico en hierro, estando formado por capas de micas una trioctahédrica y otra estahédrica a base de magnesio y aluminio. Se puede formar a partir de neotransformaciones de la montmorillonita, mediante la inserción de una capa de magnesio, aluminio y grupos oxhidrilos. En los sedimentos de la interfase de la Laguna de Unare se encontró una composición mineralógica diferente a los sedimentos superficiales del fondo del bioecosistema de la Laguna de Píritu, prevalenciendo en los sedimentos interfaciales de Unare, las arcillas montmorillonita e Ilita, que controlan la absorción de iones sodio, potasio y magnesio (LONGA & BONILLA, 1987). La muscovita es un mineral petrográfico muy común y corriente, característico de las rocas ígneas,

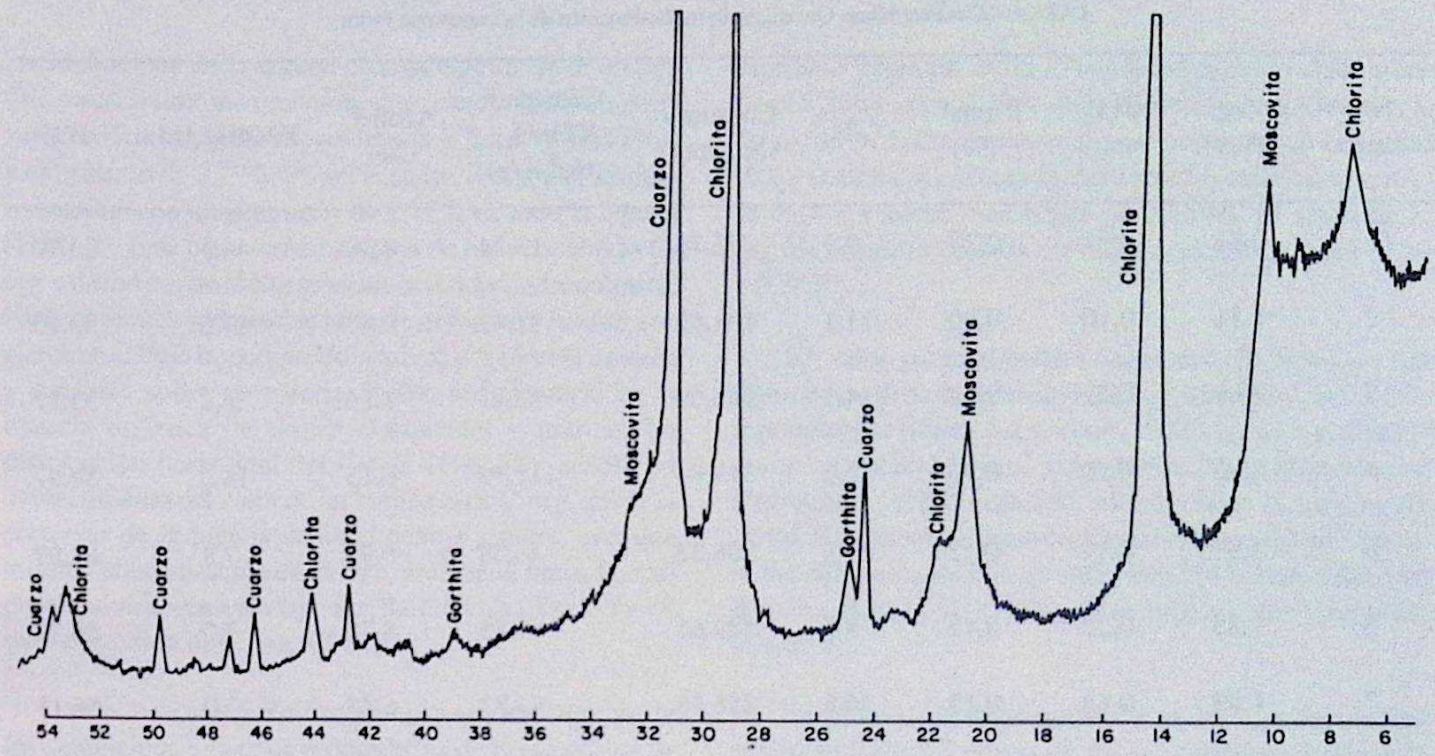


Fig. 3. Mineralogía de las arcillas por difracción de rayos X, indicando el mineral prevaleciente.

TABLA 3 Composición mineralógica de la fracción arcillosa en los sedimentos.

Nº Estación	Tipo de mineral predominante
1	Quarzo-Chlorita-Goethita-Muscovita-Feldespato
2	Quarzo-Chlorita-Muscovita-Feldespato-Goethita
3	Quarzo-Chlorita-Muscovita-Feldespato-Goethita
4	Quarzo-Chlorita-Muscovita-Feldespato
5	Quarzo-Chlorita-Muscovita-Goethita-Feldespato
6	Chlorita-Muscovita-Quarzo-Goethita
7	Quarzo-Chlorita-Muscovita-Feldespato-Goethita
8	Quarzo-Chlorita-Muscovita-Feldespato
9	Quarzo-Chlorita-Muscovita-Feldespato
10	Quarzo-Chlorita-Muscovita-Feldespato
11	Chlorita-Muscovita-Quarzo-Goethita
12	Chlorita-Quarzo-Muscovita-Goethita-Feldespato

como el granito, encontrándose generalmente asociada al cuarzo y al feldespato. La goethita, es un mineral arcilloso formado en condiciones de oxidación como producto de la meteorización de minerales que contienen hierro (HURLBURTH, 1952).

CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LOS SEDIMENTOS

Las propiedades químicas de los sedimentos de la Laguna de Píritu se representan en la Tabla 4 y en las Figs. 4 a 6, para conocer su concentración, distribución, espacio temporal y así, tipificar algunos aspectos de su ambiente geoquímico en base al contenido hídrico, carbono y nitrógeno orgánico, fósforo total, azufre, consumos de oxígeno y de permanganato.

CONTENIDO HIDRICO

En la Fig. 4-A, se muestra la distribución regional del contenido hídrico de los sedimentos de la laguna con un incremento desde la Est. 1 a la Est. 12, es decir, de la boca (región oriental) hacia el centro y occidente de la laguna, guardando relación directa con el contenido textural de grano.

Dado que la mayor parte de los sedimentos están

TABLA 4 Características Químicas de los Sedimentos de la Laguna de Píritu

Nº Estc.	C-org. (%)	N-org. (%)	P-total (%)	C/N	Consumo O_2 (ppm)	Consumo $KMnO_4$ (mgO_2/g)	Azufre (‰)	$KMnO_4$/Azf.	H_2O
1	0,71	0,07	0,25	9,9	92,78	13,34	0,30	44,5	33,50
2	1,11	0,10	0,30	11,1	104,52	11,43	0,67	17,6	33,10
3	3,09	0,22	0,32	14,1	185,69	33,11	1,26	26,3	53,17
4	2,93	0,22	0,10	13,5	319,94	111,99	6,15	18,2	54,97
5	1,97	0,17	0,12	11,9	298,32	46,38	5,95	7,8	63,09
6	1,85	0,22	0,12	8,5	139,65	61,85	8,78	7,0	56,72
7	1,99	0,19	0,13	10,6	256,48	43,87	6,25	7,0	56,15
8	2,46	0,28	0,10	8,9	215,73	56,42	12,16	4,6	60,42
9	3,17	0,24	0,10	13,3	279,09	47,28	9,18	5,2	58,79
10	2,85	0,34	0,09	8,5	123,67	54,17	7,94	6,8	54,04
11	1,95	0,20	0,22	10,0	249,82	57,35	8,74	6,6	64,67
12	1,90	0,22	0,15	8,5	240,64	58,45	9,61	6,1	64,38
Prom:	2,17	0,21	0,17	10,7	208,86	49,64	6,42	13,1	54,00
σ_t	0,74	0,07	0,08	1,9	74,85	24,73	3,67	11,4	10,14

constituidos por partículas finas; arcillosas y arcillas-limosas, a excepción de las Est. 1 y 2, que prevalece el grado textural arcilla-arena-limosa y limo-arcilloso-arenoso, el contenido de humedad varía entre 33,10% en la Est. 1 (Punta Flor) a 64,67% en la Est. 11. La permeabilidad promedia para todas las estaciones es de 54,00%, con una desviación estándar de 10,14%, lo cual indica la gran variabilidad que existe en el contenido de agua dependiendo del alto grado de impermeabilidad y de permeabilidad de estos sedimentos. La distribución horizontal de la humedad (Fig. 5A) confirma el incremento hídrico mediante el aumento de las isolíneas desde la boca (35%), hacia el centro norte sur, y occidente de la laguna (50a < 65%), demarcando el tipo y distribución del grano sedimentario fino en más de las tres cuartas partes del ecosistema lagunar, tipificando al ecosistema como altamente impermeable.

CARBONO ORGANICO

La distribución regional de Carbono Orgánico se representa en la Fig. 4B, observándose un comportamiento algo diferente con cierta tendencia inversa al de la humedad. En general, la concentración de C-orgánico en

los sedimentos de la laguna es baja a pesar de la textura fina (arcilla-limosa) predominante, observándose que el valor mínimo (0,71%) se presente en la Est. 1 (Punta Flor) y el máximo de 3,17% y 3,09% en las Est. 9 y 3, respectivamente, con un promedio de 2,17% en toda la laguna (Tabla 4). Esta característica típica de bajo contenido C-org. está indicando el alto grado de actividad hidroquímica, biogeoquímica y el posible arrastre orgánico y lavado que ejerce en el flujo imperante de la marea y la mezcla límnica y oceánica sobre el material fresco sedimentario en la materia orgánica de origen continental y marino. La distribución horizontal del C-org. (Fig. 5B), señala un decrecimiento del valor de las isolíneas de C-org. desde la parte sur de la laguna hacia el centro y norte, con una mínima concentración en el este, área de la boca, la cual presenta un sedimento tipo arcilla-arenosa (Tabla 1), de bajo contenido de C-org. (0,71%).

Dada las características granulométricas típicas de los sedimentos y la poca profundidad de la laguna, es de esperarse que el contenido de C-orgánico aumente desde la boca de la laguna, hasta el extremo Occidental, Norte, y Sur, donde se encuentran los máximos valores.

La relativa baja concentración de C-orgánico a lo largo de la barra arenosa < 2,0%, probablemente se deba a la influencia del tipo de material acarreado, acumulado y depositado por el río Unare. Por otra parte, la variación y el bajo contenido en general de C-orgánico en los sedimentos de la Laguna de Píritu, a pesar de ser textualmente arcillosos-limosos, se debe a las condiciones óxido-reductoras y a los procesos abióticos que prevalecen (Okuda *et al*, 1965) en el bioecosistema lagunar, lo que condiciona y determina que sea un biotopo sedimentario con características típicas (Bonilla & Lin, 1979), y altamente reductoras (Bonilla & Cedeño, 1989).

NITROGENO ORGANICO

La distribución por estaciones de N-orgánico (Fig. 4C) es irregular y muestra un ligero incremento de la Est. 1 a la Est. 10, algo similar al C-orgánico. El valor mínimo de N-orgánico (0,07%) se encuentra en la Est. 1, la cual presenta un sedimento tipo arcilla-arena-limosa, el máximo valor (0,34%) en la Est. 10, con características de arcilla. El promedio general para la laguna es de 0,21% (Tabla 4).

La distribución horizontal (Fig. 5C) señala el comportamiento parecido al de C-orgánico estando delimitado por la isolínea de 0,20% en la dirección Nor-Oeste, a lo largo de la barra arenosa y con concentraciones altas (0,17-0,20%), a excepción del extremo oriental que presenta los valores más bajos (< 0,10%). El resto de la laguna presenta las más elevadas concentraciones (0,20 a 0,34%).

El valor promedio de N-orgánico (0,21%) en los sedimentos de la Laguna de Píritu, es similar al de 0,21%, reportado por Bonilla & Okuda (1971), para los sedimentos de la Laguna Marites, y al valor de 0,22% obtenido por Hernández (1983) para los sedimentos de la Laguna de Píritu. Sin embargo, estas concentraciones son inferiores, si las comparamos con el valor de 0,84% reportado por Bonilla & García (1975) en la Laguna de Campoma. (Tabla 5).

En general, la concentración de N-orgánico en los sedimentos de la Laguna de Píritu, puede estar afectada por diferencias en las condiciones ambientales, debido a la actividad abiótica y a los procesos hidrobiológicos y biogeoquímicos que se ocurren en el agua y en los sedimentos.

FOSFORO TOTAL

La distribución de P-total se presenta en la Fig. 4D, observándose un comportamiento del P-total diferente al de C-orgánico y N-orgánico. La concentración de P-total disminuye hacia el centro y occidente de la laguna (Ests. 4 a 10), apreciándose los valores más altos en el extremo oriental de la misma, indicando cierto aporte exógeno hacia esa área.

Las concentraciones de P-total (Tabla 4) varían entre 0,09% en la Est. 10 y 0,32% en la Est. 3, con un promedio de 0,17%. Horizontalmente el P-total (Fig. 5-D), señala una distribución divergente al Carbono y Nitrógeno Orgánico, con un incremento de la región oriental hacia el Norte, a lo largo de la barra arenosa y los valores inferiores al Occidente y Sur, de la laguna. En general, la baja concentración de P-total encontrado en los sedimentos superficiales de la Laguna de Píritu puede ser debido a varias causas: A la liberación de fósforo de los sedimentos mediante procesos bióticos o a la degradación de materia orgánica, en la cual los compuestos orgánicos de fósforo son más fácilmente degradables que el carbono y el nitrógeno. También, que el fósforo tiende a ser absorbido

rápidamente, dependiendo de la mayor o menor abundancia de superficies metálicas activas; LÓPEZ HERNÁNDEZ *et-al*, 1985.

RAZON C/N:

La distribución regional de la razón C/N se muestra en la Fig. 4E, observándose que es irregular, con altos valores en la zona oriental, indicativo de que el nitrógeno orgánico es degradado más rápidamente que el carbono mediante procesos bióiticos y abióticos (BONILLA & CEDEÑO, 1989), aunque el aumento o disminución de la razón C/N no está relacionada con la cantidad de materia orgánica total, pero sí con la proporción de materia orgánica descompuesta y la no descompuesta mediante procesos biogeoquímicos en áreas altamente oxigenadas. Es decir, cuando la descomposición es mayor la razón aumenta y a menor, los valores son bajos. Así, valores altos de la razón C/N también indican que el mayor porcentaje de la materia orgánica es de influencia límnica terígena (POCKLINGTON & LEONARD, 1979).

La razón C/N varía entre 8,5 (Est. 6.10 y 12) y 14,1 (Est. 3), con un promedio de 10,7 muy cercano al valor promedio de los sedimentos marinos (Tabla 4). Esto indica que el proceso de descomposición y deposición de la materia orgánica reciente se lleva a cabo normalmente, señalando en estos sedimentos un equilibrio orgánico

Especialmente, la razón C/N (Fig. 6A) señala un incremento de las isolíneas del Occidente-Centro al Sur y Oriente, dividiendo 10, que demarca el equilibrio orgánico de aportes límnicos, marino y los mecanismos biogeoquímicos in situ que caracterizan los sedimentos de esta albúfera, prevalenciendo la descomposición orgánica desde el sur hacia la región oriental, similar fenómeno demarca el C-orgánico con los más altos valofres.

CONSUMO DE OXIGENO

En la Fig. 4F se presenta la distribución regional de consumo de Oxígeno por los sedimentos, con variación en forma mayores concentraciones en la Ests. 4, 5, 7, 9, 11 y 12, los cuales demarcan la capacidad altamente reductora de estos sedimentos.

El consumo de Oxígeno (Tabla 4) varía entre 92,78 ppm en la Est. 1. (Punta Flor) a 319,94 ppm en la Est. 4 (Punta Cautaro), con un promedio de 208,85 ppm. En la Fig. 6B, la distribución horizontal del consumo de oxígeno señala un incremento en las isolíneas desde la región centro-occidental y oriental hacia el Centro, Norte y Sur, lo cual determina el alto grado de descomposición orgánica mediante los procesos bióticos y abióticos que caracterizan a estos sedimentos como altamente reductores.

En general, el consumo de Oxígeno por los sedimentos de la Laguna de Píritu es alto, comparado con el obtenido por BONILLA & OKUDA (1971) en la Laguna Las Marites de 81,8 ppm y por BONILLA & GARCÍA (1975) de 183,85 ppm en la Laguna de Campoma y similar a los sedimentos de Bahía de Barcelona 319,97 ppm (BONILLA *et-al.*, 1986).

El alto consumo de Oxígeno puede ser que debido a la poca profundidad de la laguna, los sedimentos de este bioecosistema están más afectados por los procesos meteorológicos y hidrogeoquímicos que caracterizan un aporte exógeno considerable de material orgánico fresco determinando el carácter reductor que presentan los sedimentos, lo cual es confirmado por los elevados valores de consumo de $KMnO_4$ y Azufre. Así mismo no se encontró una buena correlación entre C-orgánico y Consumo de Oxígeno, similar fenómeno se obtuvo en los sedimentos de Bahía de Pozuelos y áreas adyacentes (BONILLA *et al*, 1986), indicando un comportamiento geoquímico independiente.

CONSUMO DE PERMANGANATO

Como reflejo del tipo de grano fino predominante de este sedimento y su potencial de reducción, la distribución del Consumo de Permanganato (Fig. 4G) aumenta progresivamente hacia el centro y occidente de la laguna, con la mayor concentración en la Est. 4 (centro), al igual que el Consumo de Oxígeno.

El Consumo de Permanganato de los sedimentos varía entre 11,43 mgO_2/g en la Est. 2. (El Playón) a 111,99 mgO_2/g en la Est. 4 (Punta Cautaro) con un promedio de 49,64 mgO_2/g.

La distribución horizontal (Fig. 6C) es homogénea, a excepción del área Sur-Central con los mayores valores. En general, este índice es alto en todos los sedimentos de la laguna, no así en el área de la boca que tiene baja concentración, indicativo de poca actividad reductora y orgánica.

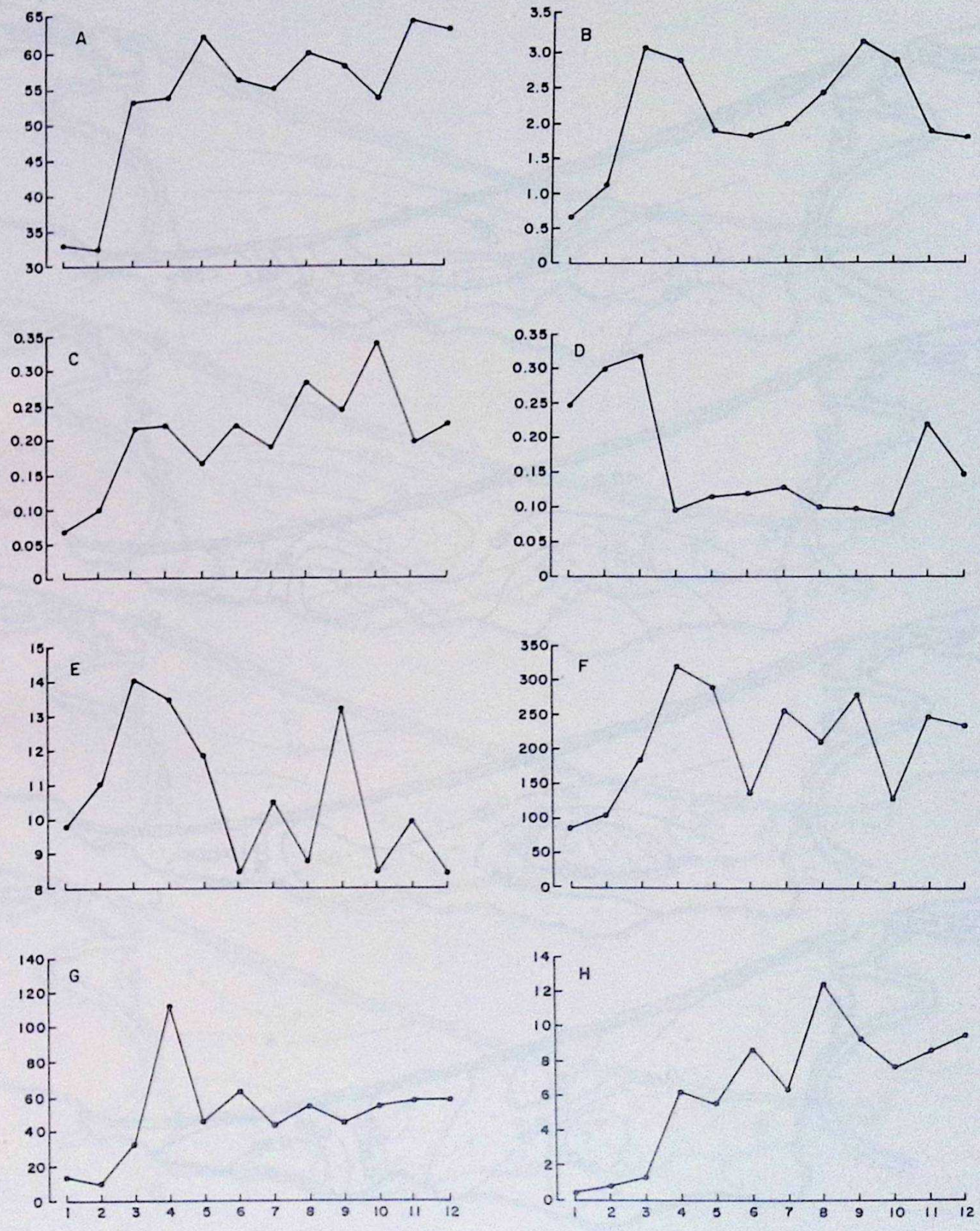


Fig. 4. Distribución por estaciones de la humedad % (A): C-orgánico % (B): N-orgánico % (C): P-total % (D): razón C/N (E): Consumo de oxígeno ppm (F): Consumo de $KMnO_4$, $mg0_2/g$ (G): y Azufre %. (H), en los sedimentos.

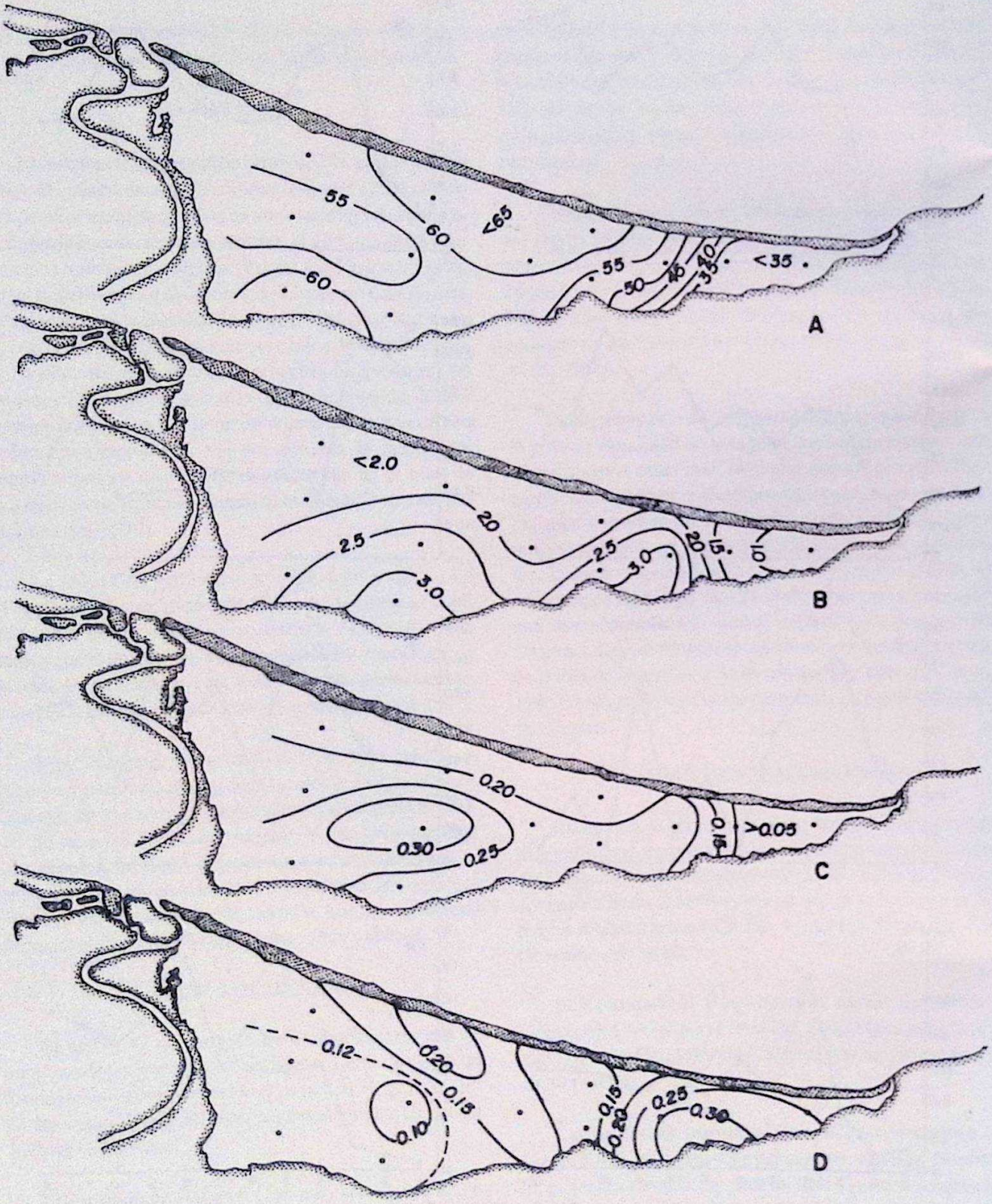


Fig. 5. Distribución horizontal del contenido hídrico % (A); del Carbono Orgánico % (B); del nitrógeno orgánico % (C); y del fósforo total % (D); en los sedimentos.

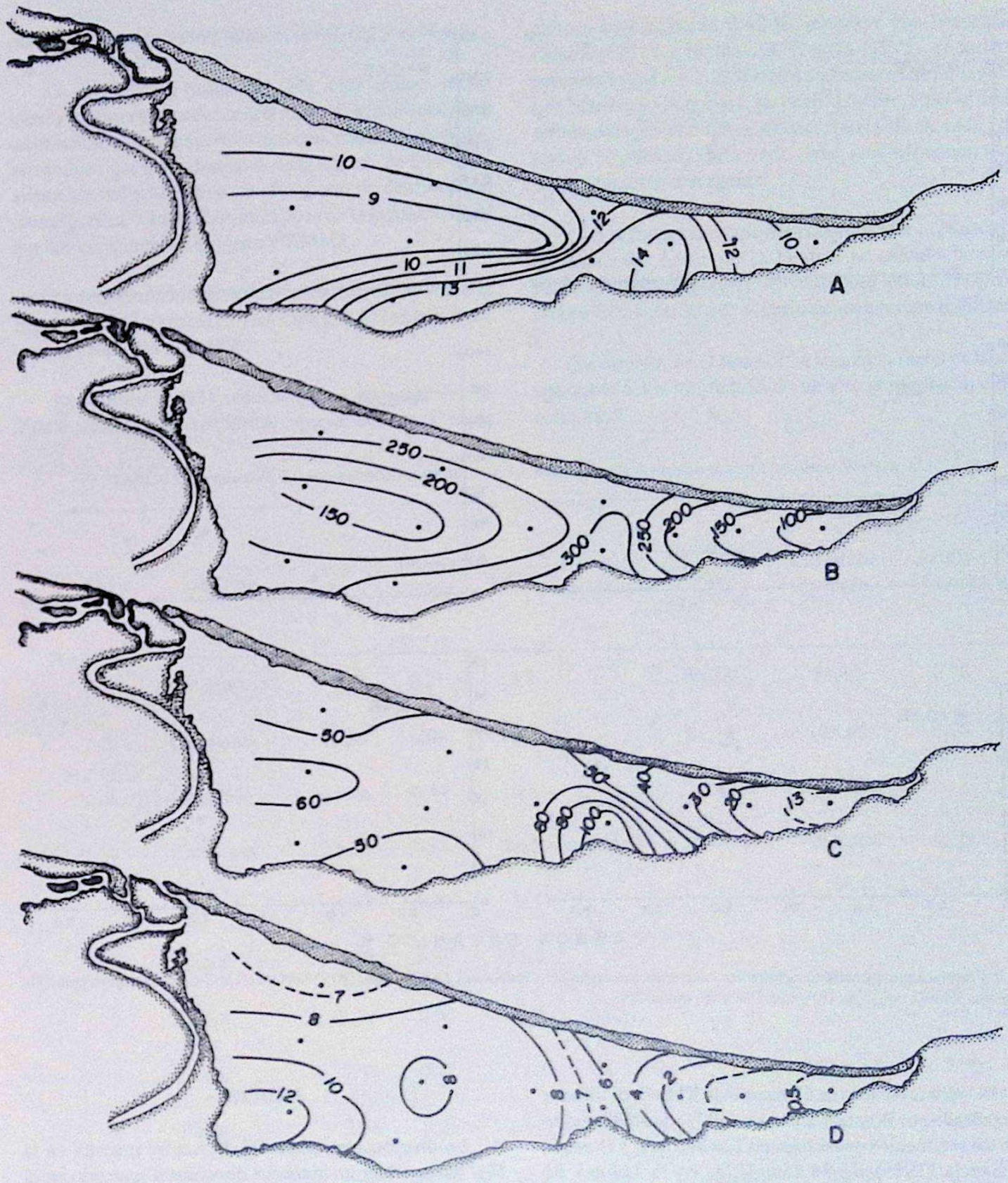


Fig. 6. Distribución espacial de la razón C/N (A): del Consumo de Oxígeno ppm (B): del Consumo $KMnO_4$, mgO_2/g (C): y del Azufre %. (D): en los sedimentos.

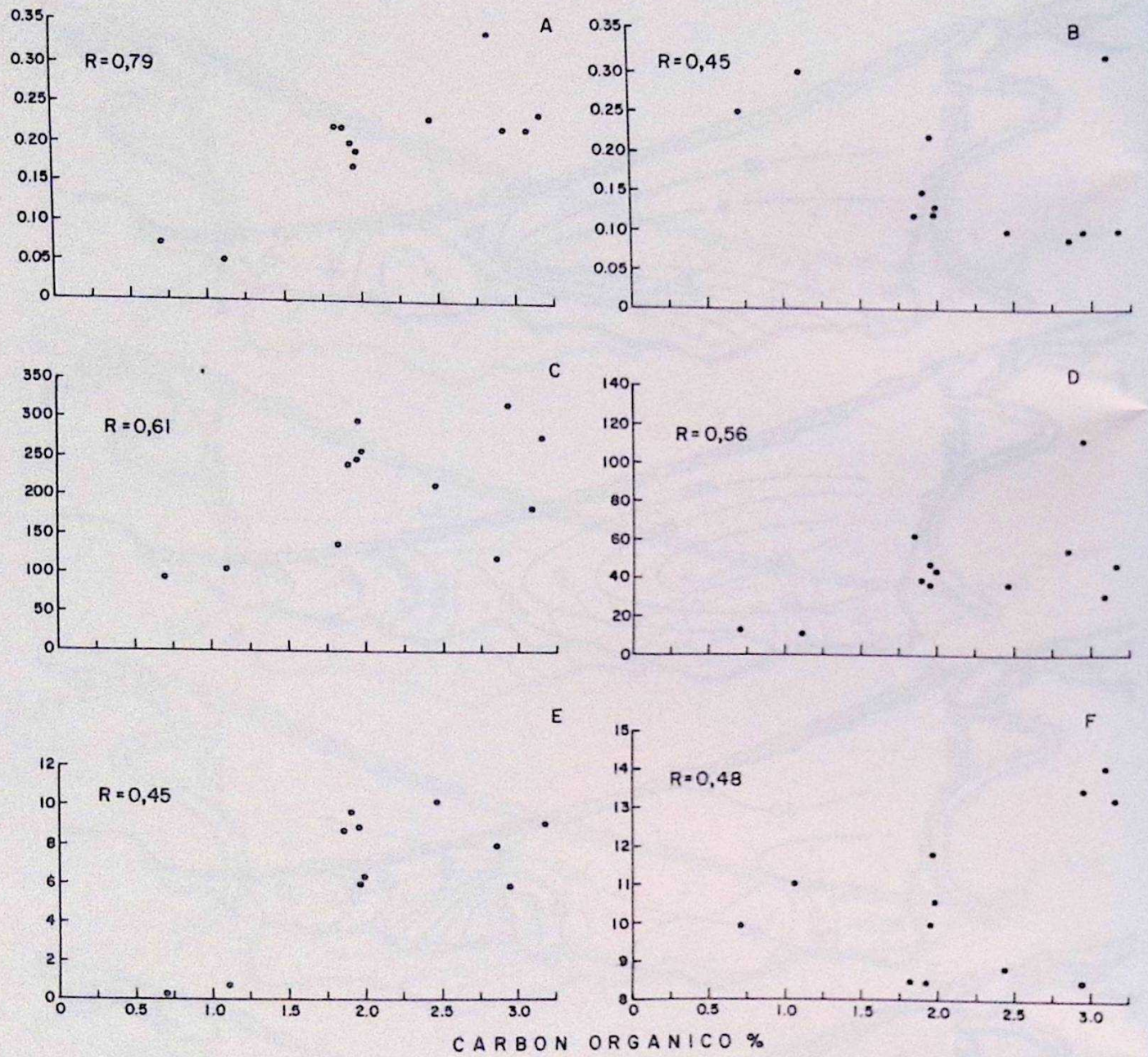


Fig. 7. Correlaciones del carbón orgánico con los parámetros orgánicos y reductores. (A): N-org%; (B): P-ORG %; (C): Consumo Oxígeno ppm; (D): Consumo $KMnO_4$; mgO_2/g; (E) Azufre %. y (F) razón C/N.

El valor promedio de Consumo de $KMnO_4$ es inferior al reportado por BONILLA & OKUDA (1971) de 55,98 mgO_2/g en los sedimentos de las lagunas Las Marites, y BONILLA & GARCÍA (1975) de 84,86mgO_2/g, en la Laguna de Campoma; sin embargo, son superiores a los reseñados por OKUDA *et-al.*, (1965) en los sedimentos de la Laguna de Unare.

AZUFRE

La distribución estacional de Azufre muestra en la Fig. 4H que hay un aumento direccional marcado en el contenido de Azufre hacia el centro y occidente de la laguna, donde presenta las más altas concentraciones y guardando una relación directa con el tamaño de las

partículas y el contenido hídrico, del C-org y el N-org.

La distribución horizontal (Fig. 6D) denota incremento de las isolíneas desde la boca hacia la parte occidental donde se aprecian las máximas concentraciones, determinándose que los sedimentos de la Laguna de Píritu son altamente reductores con un alto grado de descomposición orgánica, a excepción de la boca de la laguna al igual que los consumos de oxígeno y $KMnO_4$.

La concentración de Azufre varía entre 0,30 ‰ en la Est. 1 (Punta Flor) hasta 12,16% en la Est. 8 (Falucho Sur), con un promedio de 6.42%.

Hernández (1983) reportó un valor promedio de 7,04% para la Laguna de Píritu, superior al valor obtenido en esta investigación 6,42 ‰ mientras que Bonilla & Okuda (1971) y Bonilla & García (1975), reportaron valores de 0,38% y 1,28% en los sedimentos de las lagunas Las Marites y Campoma, respectivamente, a pesar de ser sedimentos granulométricamente finos y de elevado contenido orgánico, indicando que son bioecosistema dinámicamente divergentes.

Con el fin de tener una idea mas clara de la capacidad reductora del fondo de la laguna, se calculó la razón $KMnO_4$/Azufre (Tabla 4), apreciándose una alta razón en el área de la boca, lo que determina poca acción reductora.

En cambio, en el resto de la laguna la razón es baja y constante 4,6 a 7,8, indicando un alto grado de capcidad reductora.

TABLA 5 Comparación de las características químicas de los sedimentos de la Laguna de Píritu con otras albuferas (X)

Autor	Lagunas	C-org. (%)	N-org. (%)	C/N	P-total (%)	Consumo $KMnO_4$ (mgO_2/g)	Consumo O_2 (ppm)	Azufre (‰)
1	Las Maritas	2,89	0,21	13,8		55,98	81,80	0,38
2	Campoma	10,39	0,84	13,9		84,86	183,85	1,28
3	Grande	1,96	0,19	10,3				
4	Tacarigua	6,70	0,28	26,5	0,06		366,50	2,27
5	Unare	1,61	0,20	9,5				
6	Unare	1,87	0,16	11,7				
7	Unare	2,72	0,57	6,5	0,22			1,67
8	Unare	2,59	0,22	11,8	0,07		375,20	3,30
9	Píritu	2,64	0,21	13,5	0,08		340,80	4,77
10	Píritu	2,17	0,21	10,7	0,17	49,64	208,86	6,42

1: Bonilla & Okuda, (1971). 2: Bonilla & Barcía (1975). 3. Bonilla et-al (1985). 4, 8 y 9: Bonilla & Cedeño (1989). 5: Okuda et-al (1965). 6: Bay (1980). 7: * Sedto interfase, Longa & Bonilla (1987). 10: Esta investigación.

Con el propósito de conocer la influencia de factores bióticos y abióticos, las Figs. 7 a y b muestran la correlación entre los parámetros reductores y el carbono orgánico. Se observa que no existe una buena correlación entre ellos, a excepción de N-orgánico y C-orgánico, que tienen una fuente común, por lo cual las características biogeoquímicas de los sedimentos de la Laguna de Píritu están influenciados por los procesos abióticos como por los no abióticos.

En la Tabla 5 se compara las características químicas de los sedimentos de la Laguna de Píritu con las de otras lagunas costeras de Venezuela, señalando que en estos divergentes ambientes sedimentarios existe una marcada discrepancia en el contenido orgánico y de parámetros reductores, siendo muy elevado el C-org y N-org en la Laguna Campoma (10,39% y 0,84%), y Laguna Tacarigua (6,70% y 0,28%), en comparación con el resto de los ecosistemas lagunares en estudio. De igual forma, el contenido orgánico de las lagunas Unare y Píritu ha sufrido ligero incremento con el transcurso del tiempo, destacándose el de los sedimentos de la interfase de Laguna de Unare que son un reservorio orgánico, en especial de fuente nitrogenada (LONGA & BONILLA, 1987).

En cambio, el alto contenido de parámetros reductores (Tabla 5) es incidente en las albúferas de relativo bajo concentración orgánica, a pesar de ser textualmente sedimentos arcillas-limosa, excepto Laguna Tacarigua. Es evidente el incremento del azufre, con el tiempo, en Unare y Píritu, indicativo de la mayor intensidad de los procesos biogeoquímicos (bióticos y abióticos) y de aportes antropogénicos determinando que estos sedimentos tiene un alto índice de degradación orgánica (BONILLA & CEDEÑO, 1989). En especial, los sedimentos de la Laguna de Píritu que demarcan paulatinamente un alto deterioro. No obstante, la razón C/N señala un equilibrio entre el aporte orgánico de material fresco y la mineralización, excepto en Laguna de Tacarigua que predomina más el aporte biogénico exógeno terrestre y en los sedimentos de la interfase agua-sedimentos de la Laguna Unare prevalecen los compuestos nitrogenados mediante procesos biogeoquímicos abióticos.

CONCLUSIONES

1.- Los sedimentos del fondo de la Laguna de Píritu textualmente tiene grado arcilloso, predominando dentro de este la fracción arcilla + colides, lo que determina el grado de impermeabilidad existente en la misma.

2.- Mineralógicamente las arcillas de estos sedimentos están constituidos de Cuarzo, Chlorita y Muscovita.

3.- La distribución de las curvas acumulativas de los sedimentos señala un proceso típico de una deposición muy forzada que evidencia una acumulación brusca del material sedimentario en un medio hidrogeoquímico relativamente tranquilo, siendo su principal aporte el continental.

4.- Se aprecia en el noreste de la Laguna gran acumulación de sedimentos que impiden el libre aporte límnico continental (Caño Píritu), principalmente en la época de sequía, caracterizando un gradiente térmico y halino típico de ecosistema hipersalino.

5.- El contenido de C y N-org, relativamente es no elevado, a pesar del tipo de textura de sedimentos predominantes, no así el fósforo total, que es más afectado por los procesos bióticos y abióticos.

6.- La razón C/N 10,7 ($\bar{X}$) señala que los mecanismos hidrobiogeoquímicos de deposición y biodegradación orgánica se efectuan normalmente en los sedimentos del fondo de esta albúfera.

7.- Los elevados valores de los parámetros reductores consumo de oxígeno y $KMnO_4$ y el Azufre, así como la baja razón consumo de $KMnO_4$/azufre, indican que en estos sedimentos deteriorados prevalecen los procesos biogeoquímicos de degradación orgánica que caracterizan a los sedimentos del fondo de este ecosistema lagunar, por un alto índice reductor (biótico y abiótico).

AGRADECIMIENTOS

Al Prof. ANILIO ABADÍA A. por su colaboración en el abstract, a RAFAEL VILLALOBOS y ADELKY MÁRQUEZ por su valiosa asistencia tecnológica en el tratamiento geológico y el análisis de la química de sedimentos, un reconocimiento a JESÚS HERNÁNDEZ (dibujante), a LOURDES DE RIVERO (mecanógrafa) y al personal técnico del Departamento de Oceanografía, quienes contribuyeron de una u otra forma a la ejecución de esta investigación.

REFERENCIA

BALDA, F. A. 1976. Geología y ambientes sedimentarios de la región Unare en conexión con el estudio de las Lagunas Costeras Píritu, Unare y Tacarigua, Estados Anzoátegui y Miranda, Venezuela. *2do. Congreso Latinoamericano de Geología, Tomo II Publicación especial N° 7 Caracas, Venezuela.*

BONILLA, R. J. & T. OKUDA. 1971. Condiciones hidrográficas del agua y características químicas de los sedimentos de la Laguna de Las Marites (Margarita) *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 10 (1): 3-12.

BONILLA, R. L. & J. BENÍTEZ-ALVAREZ. 1972. Variación mensual de nitrógeno y fosfato en la Laguna Las Marites. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 11 (2): 121-126.

BONILLA, R. J. & A. GARCÍA. 1975. Estudio de algunos parámetros químicos en los sedimentos de la Laguna de Campoma. *Lagena.* (35-36): 55-60.

BONILLA, R. J. & A. L. LIN. 1979. Materia orgánica en los sedimentos de los Golfos de Paria y Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 18 (1&2): 37-52.

BONILLA, R. J.; G. CEDEÑO & B. GAMBOA. 1986. Características químicas de sedimentos de la Bahía de Pozuelos y áreas adyacentes. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 25 (1&2): 215-231.

BONILLA, R. J. & G. CEDEÑO 1989. Características orgánicas del Biosistema Lagunas Tacarigua-Unare-Píritu. *Bol. Inst. OCeanogr. Univ. Oriente.* 28 (1&2): 225-237.

CARABALLO, L.F. 1973. Estudio fisiográfico sedimentológico y geología histórica de la Ensenada Grande del Obispo (Estado Sucre, Venezuela) Bol. *Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 12 (2): 29-77.

DE LA LANZA, G. 1986. Materia orgánica en los sedimentos del sistema lagunas Hinzache y Caimanero: Importancia, comportamiento y significado en módulos de predicción. *Ann. Inst. Cien. Mar y Limnol Univ. Nal. México,* 13 (1): 251-286.

GAMBOA, B., A. GARCÍA, J. BENÍTEZ & T. OKUDA. 1971. Estudio de las condiciones hidrográficas y químicas en el agua de la Laguna de Tacarigua. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 10. (2): 55-72.

GAMBOA, B & J. BONILLA. 1983. Distribución de metales (Fe, Mn, Cu, Zn) en sedimentos superficiales de la Cuenca Tuy-Caricaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 22 (1 & 2): 103-110.

GARCIA, A. & J. BONILLA. 1971. Algunas características químicas del agua y sedimentos de la Laguna de Campoma Estado Sucre. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 10 (1): 71-80.

HERNÁNDEZ, M. L. 1983. *Estudio de los sedimentos y macrofauna bentónica de la Laguna de Píritu (estado Anzoátegui). Tésis de grado U.C.V. Caracas.* 65 pp.

HULBURTH., M. O. 1952. *Manual de Mineralogía.* Editorial. Revista. 2a. Ed. Barcelona, España 309-310.

JACKSON., M. 1964. *Análisis químicos de suelos.* Ediciones Omega. S.A. Barcelona, España. 662 pp.

KRUMBEIN., W. C. 1934. Size frecuency distribution of sediments. *J. Sed. Petrol.* 27: 65-77.

KRUMBEIN W. C. 1981. Biogeochemistry And geomicrobiology of lagoons and Lagoonary Environments. *Unesep Technical Paper in Marine Science.* 33: 97-109.

LONGA, I. & J. BONILLA. 1987. Caracterización química de los sedimentos de la interfase de la Laguna Unare. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 26 (1&2): 70-78.

LÓPEZ HERNÁNDEZ, O., J. R. DOMÍNGUEZ & N.A. DUARTE. 1985. Parámetros que controlan los niveles de fósforo en aguas y sedimentos de una laguna costera (Laguna Tacarigua). *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 24: (1&2) :225-236.

NOCHOLS, M. & G. ALLEN, 1981. Sedimentary processes in Coastal Lagoons, Coastal Lagoons Reser present and future. *Unesco Tecnical papael in Marine Science* 33: 27-80.

OKUDA, T. 1964. Some problems for the determination of

organic carbon in marine sediments. *Bol., Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 4 (1): 108-120.

OKUDA, T. & J. BENÍTEZ-ALVAREZ. 1985. Evaluación comparativa de las condiciones hidroqupimicas en el sistema Lagunar Tacarigua-Unare-Píritu-Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 24 (1&2): 199-211.

ORTEGA, J. F. & D. FLORES. 1989. Deterioro ambiental de la región Deltáica-Lagunar del Río Unare, Estado Anzoátegui. Sociedad Venezolana de Geólogos I. *Jornadas de Geología Ambiental, Puerto Ordaz.* b. 33.

PÉREZ, H-D. Características Hidrofísicas y conservación de los recursos naturales renovables en la Cuenca de Unare-Venezuela. MARNR. Dirección de Hidrología. p. 170.

POSTMA, B. 1981. Processes in the sediments and at the water-sediments, interface, coastal lagoon Res. present and future. *Unesco Technical papers in Marine Science*, 33: 111-118.

POCKLINGTON, R. J. O. LEONARD 1979. Terrigenous organic matter ion sediments of the St. Lowrence Estaury and the Sangnenay Fjord. *J. Fish. Res. Board Can. 36*: 1250-1255.

ROA. M. P. & L. BERTHOIS. 1975. *Manual de sedimentología.* Càracas, Venezuela, 303. p.

SALAZAR, J., J. BONILLA & B. GAMBOA. 1986. Metales pesados y materia orgánica en los sedimentos superficiales de la Laguna Las Marites. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 25 (1&2): 137-154.

TROUP, B. M. & O.P. BRICKER. 1975. Processes affecting the transports of material from continents to oceans. In: *Marine Chemistry in the coastal Environments.* T.M. Church. (ED): (18): 710 p.

ZARZOSA, J. 1974. Características sedimentológicas de la Laguna La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Cuadernos Azules.* 9: 57 p.

Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente 31 (1 & 2): 45-50 (1992); 3 figs., 2 tabs.

SYNECHOCOCCUS SP. A0185001PS (CYANOBACTERIA), II, EFECTOS DE LA CONCENTRACION DE NACL, IRRADIACION Y TEMPERATURA SOBRE EL CRECIMIENTO DE UNA CEPA AISLADA DE LA SALINA ARTIFICIAL DE ARAYA, VENEZUELA

José Rafael Díaz Ramos & Gregorio R. Reyes Vásquez

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

Resumen: La cianobacteria *Synechococcus* sp. A018500PS, proveniente de la Salina Artificial de Araya (Araya, Sucre) experimenta cambios morfológicos al ser incubada a diferentes concentraciones de NaCl. En este trabajo se estudia el efecto de la concentración de NaCl, la iluminación y la temperatura sobre el crecimiento y la producción de mucílago sobre este organismo. Las pruebas se realizaron con medios de cultivo (450 ml) enriquecidos con Medio A 5X (50 ml · l^{-1}) a concentraciones de NaCl de 0,5 a 3,0 M, irradiación continua de 50 y 78 µE · m^{-2} · s^{-1}, temperatura de 26, 30 y 35 °C y aeración constante de 200 ml · min^{-1}. La concentración de NaCl, la irradiación y la temperatura ejercieron una influencia significativa sobre la densidad poblacional de la cianobacteria. La tasa de crecimiento más elevada (1,7 div · $día^{-1}$), se observó en los organismos incubados bajo iluminación continua de 78 ± 13 µE · m^{-2} · s^{-1}, temperatura de 26 ± 0,5 °C y concentración de NaCl de 0,5 M. Bajos las condiciones experimentales empleadas, la cianobacteria no produjo sustancias mucilaginosas en exceso.

Abstract: The cyanobacterium *Synechococcus* sp. A0185001PS isolated from the Artificial Solar Salt pans of Araya (Araya, Sucre) undergoes morphological changes when it is incubated at different NaCl concentrations. In this paper, the effects of NaCl concentration, light intensity, and temperature on growth and mucilage production in *Synechococcus* sp. A0185001PS are studied. Bioassays were carried out under the following conditions: culture media (450 ml · l^{-1}) enriched with Medium A (50 ml · l^{-1}); NaCl concentration from 0.5 to 3.0 M; continuous irradiance, 50 and 78 µE · m^{-2} · s^{-1}; temperature of 26, 30 and 35 °C; and constant aeration, 200 ml · min^{-1}. It was found that the concentration of NaCl as well as light intensity and temperature had a significant influence on the population density of the cyanobacterium. The highest growth rate, 1.7 div · day^{-1} occurred in organisms cultured under the following conditions: continuous irradiance of 0,5 M. The cyanobacterium did not produce mucilage under any of the experimental conditions.

INTRODUCCION

Bajo ciertas condiciones, aún no determinadas, la cianobacteria *Synechococcus* sp. A0185001PS produce sustancias mucilaginosas que interfieren con la producción de cloruro de sodio en el complejo salinero establecido en la Península de Araya, Edo. Sucre, el cual es el más grande de Venezuela. El mucílago afecta la producción de dos maneras: promueve la formación de cristales frágiles; y crea condiciones anaeróbicas en el lecho de las albercas al degradarse. Sin embargo, cuando este mucílago se produce en cantidades reducidas provoca el cierre de los fondos porosos en las albercas, impidiendo la pérdida de salmuera a través de filtraciones (Davis, 1978; Borowitzka, 1981).

Los estudios realizados por Diaz-Ramos & Reyes-Vásquez (1990) con *Synechococcus* sp. A0185001PS mostraron que la concentración de NaCl afecta tanto su morfología como su crecimiento. A bajas concentraciones de NaCl (0,5 M) las células tienden a ser pequeñas (6 × 5,5 µm) y subesféricas mientras que a concentraciones altas (3,0 M) son grandes (11 × 7 µm) y presentan forma elipsoidal. En cuanto al crecimiento, estos autores encontraron que la tasa de división del organismo disminuía al aumentar la concentración de NaCl. En el presente trabajo se estudian los efectos de la concentración de NaCl, la irradiancia y la temperatura sobre el crecimiento y la producción de sustancias mucilaginosas de *Synechococcus* sp. A0185001PS.

MATERIALES Y METODOS

El código que identifica a la cepa así como su origen y aislamiento han sido descritos previamente por Díaz-Ramos & Reyes-Vásquez (1990). El cultivo madre fue mantenido a una temperatura de 26 ± 0,5 °C, irradiancia de 50 ± 5 µE · m^{-2} · s^{-1} y concentración de NaCl de 1 M en una cámara ambiental termorregulada (Forma Scientific). Para los experimentos se utilizaron inóculos tomados de cultivos en fase exponencial de crecimiento. Las mediciones de salinidad, irradiancia y flujo de aire se realizaron con los siguientes instrumentos: refractómetro manual (American Optical Association), fotómetro Li-Cor modelo LI 185A y un medidor de flujo compacto Gilmont.

Las pruebas se realizaron con medios de cultivo (450 ml) enriquecidos con Medio A 5X (50 ml · l^{-1}) Kumazawa & Mitsui (1981) a concentraciones de NaCl de aproximadamente 0,5, 1,0, 2,0 y 3,0 M, irradiancia constante de 50

± 5 y 78 ± 13 µE · m^{-2} · s^{-1}, temperaturas de $26 \pm 0,5$, 30 y 35 ± 1 °C y flujo continuo de aire de aproximadamente 200 ml · min^{-1}. Los cultivos realizados a $26 \pm 0,5$ °C se incubaron en la cámara ambiental termorregulada mientras que los restantes fueron incubados utilizando un baño circulante (Forma Scientific modelo 2006).

La densidad celular al inicio de los bioensayos era de 3 a 8×10^{-3} cel · ml^{-1}. Las muestras se tomaron de forma aséptica y se fijaron con lugol. El crecimiento se evaluó mediante determinaciones diarias de la densidad poblacional durante la fase exponencial de crecimiento con cámaras de PETROFF-HAUSSER. Se realizaron tres réplicas para cada tratamiento. La constante de crecimiento (K_e) se calculó utilizando la fórmula.

$$K_e = \frac{\log_2\left(\frac{N_1}{N_0}\right)}{t_1 - t_0}$$

donde N es la densidad celular (org · ml^{-1}) y t, es el tiempo (GUILLARD, 1973). A las líneas de regresión obtenidas para las réplicas, se les aplicó un análisis de covarianza (ZAR, 1974) para determinar si existían diferencias significativas entre ellas. También se calculó el tiempo generacional (hrs) utilizando la fórmula (GUILLARD, 1973):

$$\text{Tiempo generacional} = \frac{1}{K_e}$$

Se utilizó un Análisis de Varianza de tres factores con réplica, modelo I (ZAR, 1974), para determinar cuál de los factores tenía mayor influencia sobre el crecimiento de *Synechococcus* sp A0185001PS.

RESULTADOS:

El aspecto macroscópico de los cultivos sometidos a los diferentes tratamientos varió de acuerdo a la salinidad y la temperatura. En casi todos, excepto los incubados a 3,0 M de NaCl, se observó la formación masiva de flóculos durante el primer día del ensayo; los mismos persistieron hasta el penúltimo o hasta el último día de la fase exponencial de crecimiento. La formación de estos agregados fue débil o nula en los cultivos realizados a 3,0 M de NaCl sin importar las condiciones de iluminación y temperatura. La coloración de los cultivos durante la fase exponencial de crecimiento fue verde, exceptuando a aquellos incubados a 78 ± 13 µE · m^{-2} · s^{-1} y 35 ± 1 °C. En estos últimos se observó un color amarillo, clorosis, durante la fase exponencial de crecimiento. Así mismo, esta fue la coloración normal de todos los cultivos una vez alcanzada la fase estacionaria de crecimiento.

La Fig. 1 muestra el crecimiento de *Synechococcus* sp. A0185001PS en cultivos con concentraciones de NaCl de 0,5 a 3,0 M, irradiancia de 78 ± 13 µE · m^{-2} · s^{-1} y 26 ± 1 °C. Este fue el tratamiento donde se observó la tasa de crecimiento más elevada, 1,7 div · $día^{-1}$. No obstante es

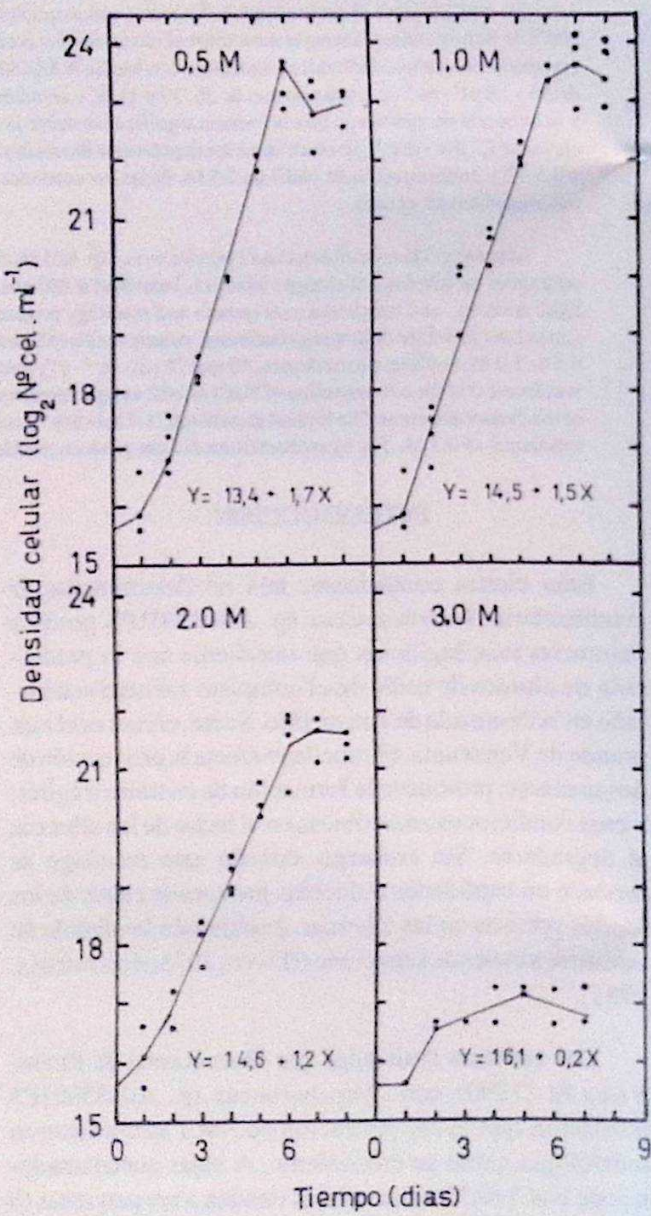


Fig. 1. Crecimiento (log_2 N° cel · ml^{-1} de *Synechococcus* sp. A0185001PS incubado a las concentraciones de NaCl de 0,5 a 3,0 M, irradiancia continua de 78 ± 13 µE · m^{-2} · s^{-1} temperatura de $26 \pm 0,5$ °C y aeración constante de 200 ml · min^{-1}. Cada punto representa el promedio de tres contajes.

notorio como se redujo la tasa de crecimiento a medida que aumentó las salinidad del medio de cultivo.

La tabla 1 muestra las tasas de crecimiento registradas para *Synechococcus* sp. A0185001PS bajo las diferentes condiciones de cultivo. En los ensayos realizados con una irradiación continúa de 50 ± 5 $\mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ la tasa de división más elevada ($1,3$ div $\cdot$ día^{-1}) se observó en los organismos incubados a 0,5 M de NaCl y $26 \pm 0,5$ °C. Al aumentar la temperatura se produjo un desplazamiento de la tasa de división máxima ($1,2$ div $\cdot$ día^{-1}) hacia las concentraciones intermedias de NaCl. En estos ensayos las tasas de división más bajas (0,1 a 0,7 div $\cdot$ día^{-1}) se encontraron en los cultivos realizados a 3,0 M de NaCl.

En los ensayos realizados a la irradiancia de 78 ± 13 $\mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ (Tabla 1), se observó un resultado similar. Es decir, la tasa de división más alta, 1,7 div $\cdot$ día^{-1}, se registró en los ensayos realizados a 0,5 M de NaCl y $26 \pm 0,5$ °C. Al aumentar la temperatura, la tasa máxima de división, 1,5 a 1,6 div $\cdot$ día^{-1}, ocurrió a la concentración de 1,0 de NaCl. A estas condiciones de irradiancia y temperatura se observaron las mayores densidades poblacionales, superiores a 1×10^7 cel $\cdot$ ml^{-1}. Las tasas de división más bajas, 0,1 a 0,2 div $\cdot$ día^{-1}, a este nivel de iluminación se determinaron en los ensayos realizados a 3,0 M de NaCl y $26 \pm 0,5$ y 35 ± 1 °C.

TABLA 1.- TASAS DE DIVISIÓN DE *SYNECHOCOCCUS* SP A0185001PS OBTENIDAS BAJO LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS. LOS VALORES REPRESENTAN EL PROMEDIO DE TRES RÉPLICAS.

Irradiancia	Temperatura	Concentración de NaCl (M)			
($\mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)	(°C)	0,5	1,0	2,0	3,0
50 ± 5	$26 \pm 0,5$	1,3	1,1	0,8	0,5
	30 ± 1	0,8	0,8	0,9	0,1
	35 ± 1	1,0	1,2	1,2	0,7
78 ± 13	$26 \pm 0,5$	1,7	1,5	1,2	0,2
	30 ± 1	1,5	1,6	1,3	0,9
	35 ± 1	0,6	1,6	1,5	0,1

El análisis de varianza (Tabla 2) indica que la concentración de NaCl, irradiancia y temperatura y sus interacciones ejercen una influencia significativa sobre el

TABLA 2.- RESUMEN DEL ANÁLISIS DE VARIANZA DE TRES FACTORES, MODELO I CON RÉPLICA ($4 \times 3 \times 3$) DEL CRECIMIENTO (LOG_2 Nº CEL $\cdot$ Ml^{-1}) DE *SYNECHOCOCCUS* SP. DURANTE EL DÍA 4.

Fuente de Variación	GL	SS	MS	F_{exp}	$F_{0,05}$
Concentración NaCl	3	100,6602	33,5534	961,082*	3,40
Irradiancia	1	18,9551	18,9551	542,937*	5,36
Temperatura	2	0,9258	0,4629	13,259*	3,99
Con. NaCl x irradiancia	3	7,0820	2,3607	67,618*	3,40
Con. NaCl x temperatura	6	16,2344	2,7057	77,501*	2,68
Irradiancia x temperatura	2	30,1230	15,0615	431,413*	3,99
Con. NaCl x irradiancia x temperatura	6	2,6230	0,4372	12,522*	2,68
Error	48	1,6758	0,0349		

crecimiento de *Synechococcus* sp. A0185001PS.

No se observó la producción de mucílago en grandes cantidades; dicha sustancia estaba presente como aglutinante en los cultivos durante la fase exponencial de crecimiento, pero al final de ésta, las células quedaban aisladas y el mucílago desaparecía. En algunos casos se observó que el cultivo madre, el cual era mantenido sin aireación en tubos de ensayo, formaba mucílago. Ocasionalmente, se notó la generación de sustancias mucilaginosas al agregar medio de cultivo fresco a un cultivo senescente.

El efecto de las diferentes condiciones de cultivo sobre el tiempo generacional de *Synechococcus* sp. A0185001PS está ilustrado en las figuras 2 y 3. En las células incubadas bajo iluminación continua de $50 \pm 5\ \mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ se observa que los organismos incubados a 35 ± 1 °C muestran en conjunto los tiempos generacionales más elevados. En general, los tiempos generacionales más rápidos se presentan a concentraciones de NaCl menores o iguales a 2,0 M a las diferentes temperaturas utilizadas. La Fig. 3 muestra una tendencia similar; sin embargo, en este caso

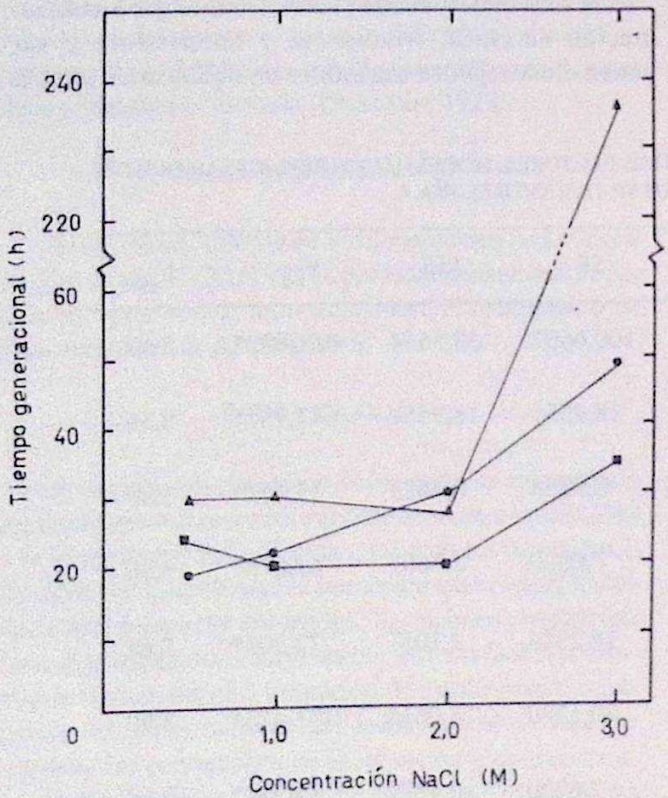


Fig. 2. Tiempo generacional de *Synechococcus* sp. A0185001PS incubado bajo irradiancia continua de $50 \pm 5\ \mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$, concentración de NaCl de 0,5 a 3,0 M y temperatura de: 26 ± 0,5 °C; 30 ± 1 °C; 35 ± 1 °C. Cada punto representa el promedio de tres réplicas.

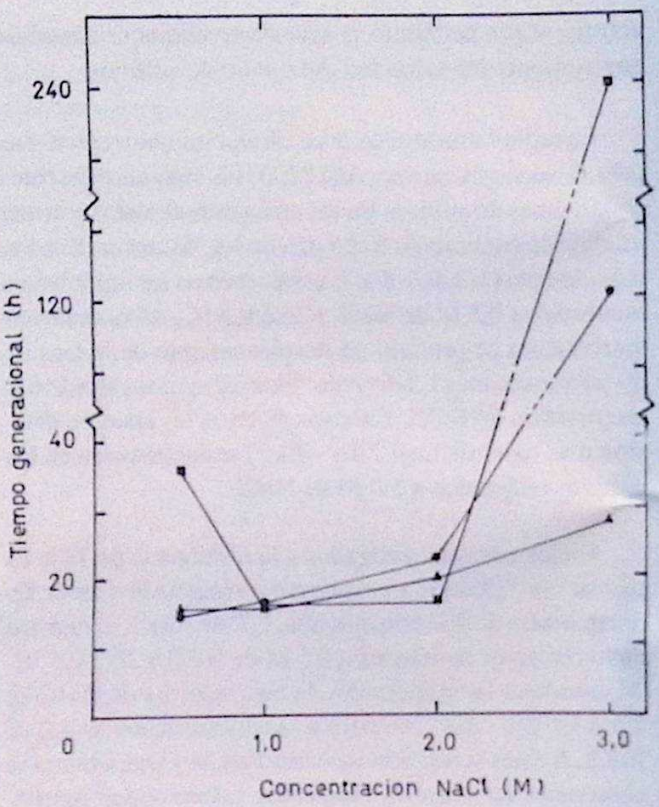


Fig. 3. Tiempo generacional de *Synechococcus* sp. A0185001PS incubado bajo irradiancia continua de $78 \pm 13\ \mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$, concentración de NaCl de 0,5 a 3,0 M y temperatura de: 26 ± 0,5 °C; 30 ± 1 °C; 35 ± 1 °C. Cada punto representa el promedio de tres réplicas.

los tiempos generacionales más rápidos aparecen a la temperatura de 30 ± 1 °C. Las células cultivadas a 3,0 M de NaCl y 26 ± 0,5 y 35 ± 1 °C exhiben un descenso abrupto en este parámetro poblacional, 120 y 240 horas, respectivamente.

DISCUSION

Los niveles de irradiación utilizados en este trabajo, 50 y 78 $\mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$, se encuentran dentro del intervalo óptimo (40-120 $\mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$) estimado para algunos miembros del género *Synechococcus* (HEALY, 1985 y REYES-VÁSQUEZ, 1985). Así, los cultivos realizados a 78 $\mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ registraron las densidades celulares más elevadas y las tasas de crecimiento más altas. Esto no implica que la tasa fotosintética máxima ocurra también a este nivel. MORRIS & GLOVER (1981) determinaron que el nivel de iluminación óptimo de 120 $\mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$, para la fotosíntesis en dos cepas de *Synechococcus* era dos

veces superior a aquel donde ocurría la tasa de crecimiento más alta.

La tasa de crecimiento máxima, 1,5 -1,7 div · día^{-1} a 78 µE · m^{-2} · s^{-1}, se registró a concentraciones de NaCl bajas (0,5 M) a 26 °C y a concentraciones intermedias (1,0 y 2,0 M) a 30 y 35 °C; lo que indica una preferencia por medios con concentraciones de NaCl relativamente bajas. Dor & Hornoff (1985), trabajando con una población mixta de cianobacterias cocoidales, aislada de una laguna hipersalina en Israel (cuya temperatura excede 50 °C), hallaron que la tasa de crecimiento máxima, 4,2 div · día^{-1}, ocurrió a 1,9 M de NaCl, 30 °C, y entre 2 y 2,5 M de NaCl a 50 °C.

Si bien, la concentración de NaCl, irradiancia, temperatura y sus interacciones ejercían una influencia significativa sobre la densidad poblacional de *Synechococcus* sp. A0185001PS, se desconoce cómo afectan estos factores otros parámetros fisiológicos y bioquímicos. Un ejemplo de la necesidad de estos estudios es la clorosis observada bajo ciertas condiciones. Aún cuando los cultivos realizados a 1,0 y 2,0 M de NaCl, 78 µE · m^{-2} · s^{-1}, y 35 °C mostraron las tasas de crecimiento más elevadas (Tabla 1), la coloración amarilla indica que los organismos se encuentran bajo condiciones desfavorables. Algo similar se ha observado en la alberca ZB9 de la Salina Artificial de Araya durante los períodos en los cuales se produce mucílago en exceso y también en la salina natural situada en las inmediaciones de Playa Copei (Carúpano, Sucre). En el primer caso, la alberca presentaba un aspecto turbio y un color pardo rojizo y el organismo dominante era *Symechococcus* sp A0185001Ps, mientras que en el caso de la salina, ésta tenía un color amarillo parduzco y el organismo dominante era *Cyanogastrum variabile*.

En *Aphanothece halophytica* (*Synechococcus*), cultivada a temperaturas e iluminaciones superiores a 43 °C y 4240 l/x (aproximadamente 250 µE · m^{-2} · s^{-1}). Tindall *et al.*, (1978) encontraron que la clorosis era consecuencia de la reducción de la razón ficiocianina/clorofila *a*. Reyes-Vásquez (1985) señala que en cultivos en fase exponencial, la clorosis es causada por la interacción de varios factores (y no por intensidades lumínicas elevadas) en cultivos senescentes, principalmente, por cambios en el pH del medio de cultivo.

La producción de mucílago por parte de *Synechococcus* sp. puede ser considerada como una estrategia para mantener su nicho y eliminar competidores (permitiendo la fijación de N_2 o la fotosíntesis anoxigénica) o como una respuesta ante una condición desfavorable para su crecimiento. La producción de sustancias mucilaginosas fue observada bajo aireación continua sólo durante la fase de crecimiento exponencial, siendo un fenómeno transitorio, o en cultivos sin aireación en los cuales el mucílago excretado no desaparecía al entrar en fase de senescencia. Podría especularse que estas sustancias protegen a las células en fase exponencial de crecimiento de alguna condición desfavorable, hasta que el «acondicionamiento del medio» producto del incremento de la población elimine al elemento perturbador. Al considerar que el mucílago no desaparece en los cultivos sin aeración se infiere que la aeración está involucrada en el proceso. El acondicionamiento del medio, aún cuando tenga nutrientes en exceso, es un proceso necesario para el desarrollo de las poblaciones fitoplanctónicas. Barber & Ryther (1969) han señalado que en áreas de surgencia ricas en nutrientes éstos son utilizados efectivamente por el fitoplancton, luego de un proceso de maduración o acondicionamiento que involucra agentes quelantes.

Dor & Hornoff (1985) encontraron que la producción de mucílago en cianobacterias cocoidales aumentaba cuando la temperatura a la cual eran incubados los organismos superaba los 40 °C. Sin embargo, se cree que la producción de estas sustancias depende de otro factor y no de la temperatura ya que Carrasquero (datos no publicados) ha informado que la temperatura en las diferentes albercas que conforman la salina artificial de Araya oscila entre 27 y 34 °C durante el día y la producción de mucílago es alta.

La elucidación de los factores o del factor que ocasionan la producción de mucílago en *Synechococcus* sp. A0185001PS amerita un trabajo de campo ligado a cultivos de laboratorio donde se estudie la interacción de los parámetros físicos, químicos y biológicos que rigen el crecimiento de este organismo. Algunos de los primeros estudios a realizar serían el efecto de diferentes niveles de pH y los requerimientos nutricionales de metales como hierro.

CONCLUSIONES

1.- Los niveles de concentración de NaCl, irradiancia y

temperatura utilizados en esta investigación influyen de modo significativo en la densidad poblacional y la tasa de crecimiento de *Synechococcus* sp. A0185001PS.

2.- Los niveles de concentración de NaCl, irradiancia y temperatura empleados en esta investigación no promueven la formación de mucílago en *Synechococcus* sp. A0085001PS.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado a través del Proyecto CONICIT SI-1801. Los autores quieren expresar su agradecimiento a Elvira Ferráz-Reyes, Esther Fernández Alvarez, José A. Véliz y José de Jesús García cuya colaboración hizo posible la realización de este trabajo. También quieren agradecer sus atinadas observaciones a un revisor anónimo.

REFERENCIAS

BARBER, R. T. & J. H. RYTHER. 1969. Organic chelator: factors affecting primary production in the Cromwell Current upwelling. *J. exp. Mar. Ecol., 3*:191-199.

BOROWITZKA, L. J. 1981. The microflora: Adaptations to life in extremely saline lakes. *Hydrobiologia. 81*:33-46.

DAVIS, J. S. 1978. Biological communities in an enriched salina. *Aquat. Bot., 4*:23-42.

DÍAZ RAMOS, J. R. & G. REYES VÁSQUEZ. 1990. *Synechococcus* sp. A0185001PS (Cyanobacteria), I, efectos de la concentración de NaCl sobre el crecimiento y la morfología de una cepa aislada de la Salina Artificial de Araya (Araya, Sucre). *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente, 30* (1 y 2): 153-159.

DOR, I. & M. HORNOFF. 1985. Salinity - Temperature relations and morphotypes of a mixed population of coccoid cyanobacteria from a hypersaline pond in Israel. *Mar. Ecol. 6* (1): 13-25.

GUILLARD, R. R.L. 1973. División Rates. In: *Handbook of Phycological Methods.* J. R. Stein (ed.) Cambridge University Press. London. pp. 290-311.

HEALY, F. P. 1985. Interacting effects of light and nutrient limitation on the growth rate of *Synechococcus linearis* (Cyanophyceae). *J. Phycol. 21*:134-146.

KUMAZAWA, S. & A. MITSUI. 1981. Characterization and optimization of hydrogen photoproduction by a salt water blue-green algae, *Oscillatoria* sp. Miami BG 7. I. Enhancement through limiting the supply of nitrogen. *Int. J. Hydrogen Energy, 6*:339-348.

MCLACHLAN, J. 1973. Growth media-marine. *In: Handbook of Phycological Methods.* J. R. Stein (ed.). Cambridge University Press. pp. 26-49.

MORRIS, I. & H. GLOVER. 1981. Physiology of photosinthesis by marine coccoid cyanobacteria - Some ecological implications. *Limnol. Oceanogr., 26* (5):957-961.

REYES VÁSQUEZ, G. R. 1985. *Effects of environmental factors on the biosynthesis of hemolytic toxins by the marine cyanobacterium Synechococcus* sp. Miami BGII6S. Doctoral Dissertation. Univ. Miami. Coral Gables, Florida. pp 99.

TINDALL, D. R., J. H. YOPP, D. M. MILLER & W. E. SCHMID. 1978. Physico-chemical parameters governing the growth of *Aphanothece halophytica* (Chroococcales) in hypersaline media. *Phycologia., 17*:179-185.

ZAR, J. H. 1974. *Biostatical Analysis.* Prentice Hall, INC. Englewood Cliffs, N. J. xiv + 620 pp.

Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente 31 (1 & 2): 51-61 (1992); 4 figs., 1 tab.

OBSERVACIONES BIOLOGICAS EN UNA CEPA DEL ROTIFERO BRACHIONUS PLICATILIS AISLADA DE LAS SALINAS DE ARAYA, VENEZUELA

DIGNA T. RUEDA-ROA

Escuela de Ciencias, Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Cumaná, Venezuela[1]

RESUMEN: A fin de caracterizar una cepa autóctona del rotífero *Brachionus plicatilis* se realizó una descripción de hembras, machos y diferentes tipos de huevos, así como de los principales parámetros poblacionales de la especie. Se estudió además el efecto de la salinidad sobre el comportamiento y el crecimiento poblacional del rotífero. La cepa aislada pertenece al morfotipo 'S', con un tamaño promedio de 183 µm de largo lórica. En microcultivos individuales de 0,5 ml, alimentados con *Chlorella* sp., a 25‰ de salinidad y 28 °C, la cepa tuvo una esperanza de vida de 6,6 días, presentando un promedio de 15,2 descendientes por hembras a una tasa intrínseca de crecimiento de 0,924 descendientes por día. La salinidad afectó la tasa instantánea de crecimiento, observándose que en los cultivos realizados a 20, 35 y 50 ‰ de salinidad, previamente aclimatados y alimentados con levadura, presentaron valores de r = 0,31; 0,20 y 0,18, respectivamente. *B. plicatilis* muestra visibles alteraciones morfológicas y fisiológicas ante cambios salinos mayores de 10‰; la óptima salinidad para el desarrollo de la cepa se encuentra entre 10 y 20‰, manifestándose también la fase sexual (mixis) en este intervalo salino.

ABSTRACT: In order to characterize a strain of the rotifer *Brachionus plicatilis*, description of the organism, different egg types, as also the main populational features of this stock were made. Besides, the effect of salinity on the behavior and population growth of the strain was studied. The isolated strain belongs to the 'S' morphotype, with an average lorical length of 183 µm. In individual microcultures (0,5 ml) fed with *Chlorella* sp., at a salinity of 25‰ and temperature of 28 °C, the stock had an average life of 6.6 days, with an average offspring of 15.2 individuals per day. The salinity affected the instantaneous growth rate, which could be observed in cultures with salinities ranging from 20, 35 and 50‰. All of these were previously acclimated and fed with yeast, which showed values of r = 0.31, 0.20 and 0.18, respectively. *B. plicatilis* showed visible morphological and physiological alterations in changes of salinities above 10‰. The optimal salinity for the best pupulation growth ranged between 10‰ and 20‰, in which the sexual phase (mixis) also occurred.

INTRODUCCION

Brachionus plicatilis es un asquelminto de 100 a 340 µm de largo (FUKUSHO, 1989), de comportamiento euritérmico y eurihalino, posee un rápido crecimiento poblacional y es resistente a altas densidades de cultivos (COLL, 1983; WALKER, 1981); estas características lo hacen muy apropiado para su utilización como alimento en larvicultura.

Datos de tipo genético, fisiológico y morfológico sugieren una gran variabilidad intraespecífica, debido a lo cual existe una alta heterogeneidad en las respuestas de diferentes cepas de *B. plicatilis* ante idénticas condiciones de cultivo (HAGIWARA *et al.*, 1988; SERRA, 1987; YÚFERA, 1982). Por ello, es imprescindible conocer detalladamente la fisiología de cualquier cepa antes de establecer su cultivo masivo, siendo ideal aislar y evaluar diferentes cepas a fin de escoger las de tamaño y fisiología apropiadas a la finalidad del cultivo.

En un principio, los trabajos realizados en Venezuela sobre *Brachionus plicatilis* fueron taxonómicos y ecológicos (INFANTE, 1978, 1982; MARCANO, 1979; MICHELANGELLI *et al.*, 1980; ZOPPI, 1974). Posteriormente, debido al auge de los cultivos camaroneros en el país, se han estudiado las técnicas y optimización del cultivo de cepas autónomas de *B. plicatilis* como alimento para las larvas de camarones (BRAZÓN, 1990; HUNG, 1989; MARÍN *et al.*, 1990). Conociendo la variabilidad de esta especie, se quiso ampliar los conocimientos básicos de cepas autóctonas, planteándose en el presente trabajo la descripción de la morfología y el comportamiento de una cepa autóctona de *Brachionus plicatilis*, incluyendo las características poblacionales más resaltantes y el efecto que la concentración salina ejerce sobre ellos.

MATERIALES Y METODOS

OBTENCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA CEPA:

Los especímenes de *Brachionus plicatilis* fueron ais-

[1]*Dirección de correspondencia: Apartado postal 6425, Caracas, 1010-A, Venezuela.*

lados de muestras de agua superficial (45‰ de salinidad) colectadas en las Salinas de Araya (Estado Sucre, Venezuela) en octubre de 1987; la cepa estudiada se obtuvo a partir de una hembra partenogénica y fue mantenida en el laboratorio en agua de mar (36‰) en un intervalo de temperatura de 27 a 32 °C, alimentada con *Chlorella* sp., *Chaetoceros* sp. o *Dunaliella* sp.

MEDIOS DE CULTIVO:

Los medios de cultivos se prepararon con agua de mar envejecida y esterilizada en un autoclave; posteriormente se enriquecieron con 0,1 ml/l de BAYFOLAND (FERTILIZANTE FOLIAR, BAYER C.A.). Para la obtención de las diferentes salinidades se utilizó sal bruta (procedente de la Salinas de Araya), agua de mar y agua bidestilada, comprobándose la salinidad con un refractómetro.

DESCRIPCIÓN DE LA CEPA AISLADA:

Se realizaron observaciones morfológicas, morfométricas y de comportamiento en las hembras, machos y huevos de la cepa aislada de *B. plicatilis*; para ello se utilizó lupa estereoscópica, microscopio óptico y micrómetro ocular. Las características morfométricas se determinaron en organismos cultivados a 25‰ de salinidad (en la cual se obtiene una alta densidad poblacional). Los rotíferos se colectaron durante la fase avanzada del crecimiento exponencial, midiendo el largo y ancho de los huevos y de la lórica de los organismos (en los machos el largo incluye lórica y corona, debido a que al ser fijados la corona no se retrae, (Fig. 1-d).

PARÁMETROS POBLACIONALES:

La siguiente metodología es similar a la empleada por SERRA (1987). De un cultivo de rotíferos, previamente aclimatados a las condiciones experimentales por quince días, se tomaron aproximadamente 200 hembras portadoras de huevos amícticos; de estos huevos, se aislaron 43 neonatos nacidos en el lapso de una hora, colocando a cada uno en cultivos individuales de 0,5 ml con *Chlorella* sp. (1×10^7 cel/l). Los microcultivos se realizaron a una salinidad de 25‰ y se mantuvieron en una incubadora a 28 °C de temperatura y luz continua. Diariamente se contabilizó la progenie de cada rotífero y se eliminó la descendencia, permaneciendo en el cultivo únicamente el organismo progenitor. Según el modelo de PIANKA (1970) se preparó la tabla de vida de la cohorte estudiada, a partir de la cual se calculó la tasa neta de reproducción (Ro), la esperanza de vida (e) y el esfuerzo reproductivo diario (erd). Se utilizó la ecuación de LOTKA (1922) para la obtención de la tasa intrínseca de crecimiento (r) a partir de la cual se calculó el tiempo generacional (G).

EFECTOS DE LA SALINIDAD:

La cepa fue sometida a un amplio intervalo de salinidad (0 a 100‰) con el fin de observar su aclimatación y comportamiento ante los cambios salinos.

Por otra parte, se realizó un ensayo para estudiar el efecto de la salinidad (20, 35 y 50‰) en el crecimiento poblacional del rotífero. En cada tratamiento se prepararon 45 tubos de ensayo con 2 ml de medio estéril, en los cuales se introdujeron dos hembras ovadas, previamente aclimatadas por quince días a las diferentes salinidades. Los cultivos se mantuvieron en una incubadora a 28 °C y luz continua. Como alimento se utilizó levadura de panificación (4×10^6 cel/ml cada dos días) en vez de microalgas, para evitar introducir otra variable debido a los cambios fisiológicos que puede producir la salinidad en las microalgas. Diariamente se tomaron al azar tres tubos de cada salinidad, fijando su contenido en lugol y contabilizando el número total de rotíferos. A partir de las curvas poblacionales se calcularon las tasas instantáneas de crecimiento (r), donde r es la pendiente de la recta obtenida con la regresión lineal de la fase de crecimiento exponencial.

RESULTADOS Y DISCUSION

DESCRIPCIÓN DE LA CEPA AISLADA:

ORGANISMOS:

Durante la fase avanzada del crecimiento exponencial del cultivo, la población femenina presentó una variación en la longitud de lórica de 142 a 224 µm con un promedio de 182,9 (± 3,19) µm, encontrándose el 80% de la población en el intervalo de 156 a 202 µm; la proporción media del ancho de la lórica con respecto a su longitud fue de 76,7% (± 4,85).

La forma y tamaño de la lórica (Fig. 1) indican que esta cepa pertenece al morfotipo 'S' ('small type'). Esta variedad se caracteriza por: A) tamaño comprendido entre

100 a 210 µm de longitud, B) forma de óvalo redondeado (donde el ancho de lórica es cerca del 80% de la longitud) y C) margen dorsal de la lórica con espinas aguzadas (FUKUSHO, 1989; OKAUCHI & FUKUSHO, 1985b; YAMASAKY, *et al.* 1987).

El tamaño de los rotíferos es un parámetro muy importante para la acuicultura, ya que las larvas de organismos cultivados se alimentan preferentemente de ciertas tallas de presas, variando esta preferencia según la especie cultivada y la edad de la larva (OKAUCHI & FUKUSHO, 1985; YÚFERA, 1982), siendo difícil encontrar alimento vivo para las etapas larvales más tempranas, donde se requiere de presas muy pequeñas. La cepa aislada tiene el tamaño apropiado para la alimentación de etapas larvales tempranas de *Sparus aurata* y *Dicentrarchus labrax* y en larvas de más de 4 días de *Mugil cephalus* y *Engraulis mordax* (THEILACKER & MACMASTER, 1971; YÚFERA, 1982).

Las hembras senescentes se reconocieron por sus movimientos lentos y erráticos, menor velocidad de filtración y, principalmente, por la reducción de sus órganos internos, en especial del germovitelario.

TABLA I. DIFERENCIAS ENTRE LAS HEMBRAS Y MACHOS DE BRACHIONUS PLICATILIS

Parámetro	Hembras	Machos
Tamaño del cuerpo (µm)	(Lórica)	(Lórica y corona)
Largo:	189,9 ± 2,89	111,3 ± 1,32
Ancho:	144,7 ± 2,76	72,1 ± 0,78
Pie:	Normal	Reducido
Mástax:	Presente	Ausente
Actividad alimenticia:	Presente	Ausente
Crecimiento después del nacimiento:	Presente	Ausente
Locomoción:	Lenta, con movimientos de levorrotación avanzando helicoidalmente.	Rápida; movimientos de levorrotación; avance en forma de zigzag en un solo plano.
Longevidad (días): (a 28°C y 25‰ de salinidad).	8 - 12	1 - 2,5
Lórica:	Gruesa. Forma bien definida.	Delgada. Morfología diferente a la de la hembra.
Corona de cilios:	Retraible dentro de la lórica.	No retraíble.
Reacción ante la luz:	Fototactismo positivo.	Dudosa.

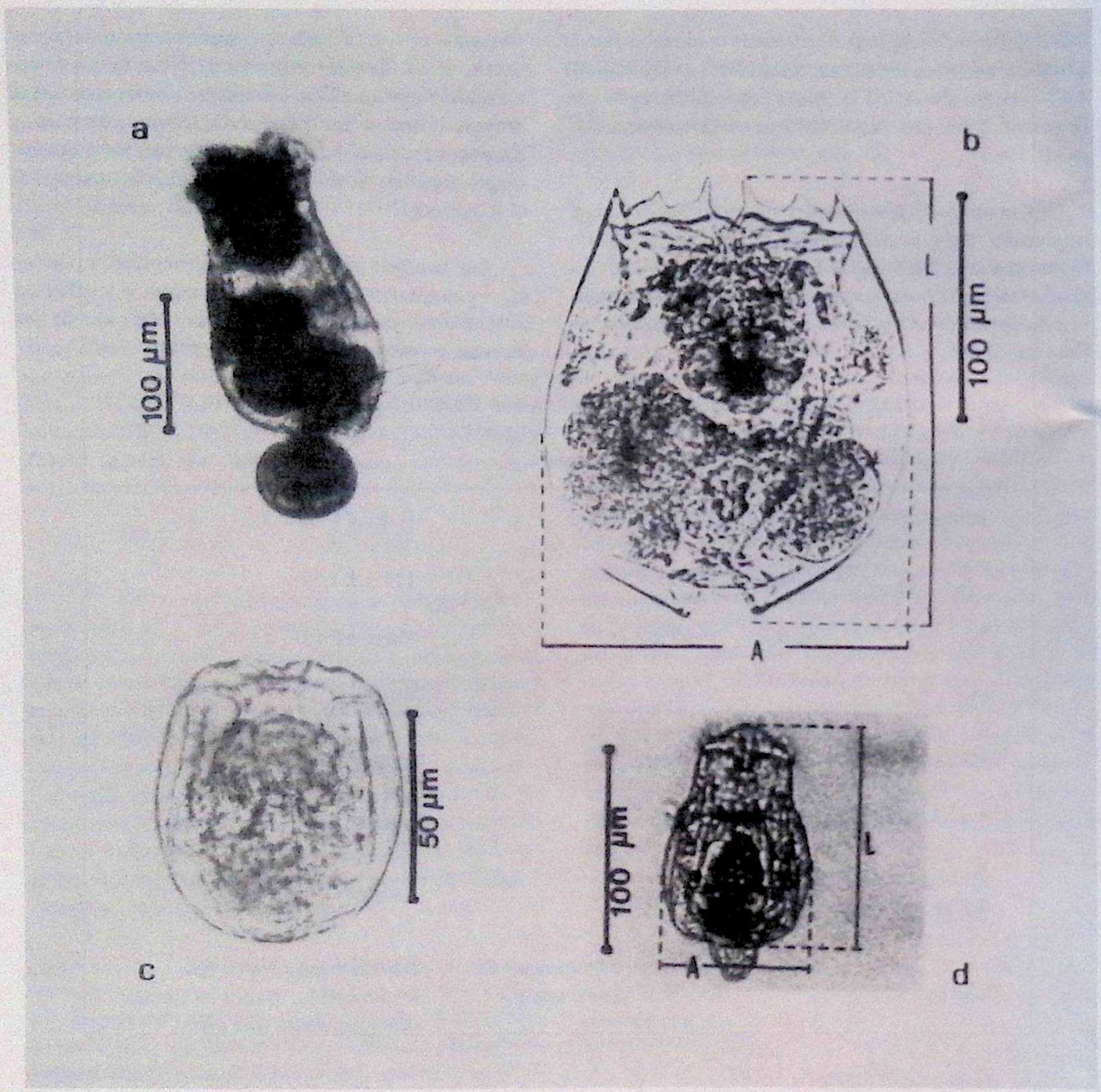


Fig. 1. Ejemplares de hembras y machos de la cepa aislada de *Brachionus plicatilis*. (a) Hembra con la corona y el pie extendidos transportando un huevo míctico en la base del pie (b) Lórica de la hembra señalando los parámetros morfométricos utilizados (L: longitud, A: ancho). (c) Lórica vacía del macho. (d) En los ejemplares masculinos la longitud incluye la lórica y la corona.

En la Tabla 1 y la Figura 1 se aprecia el marcado dimorfismo sexual de *B. plicatilis*, lo que coincide con lo descrito por GILBERT (1963) para otras especies de *Brachionus*. Los machos fueron fácilmente distinguibles de las hembras recién eclosionadas por presentar una masa densa en la parte posterior del cuerpo (el testículo) y por la mayor velocidad y diferente patrón de locomoción (Tabla 1). Muchos de ellos se observaron sobre la lórica de las hembras dando vueltas rápidamente alrededor de éstas (comportamiento precopulatorio). Las reacciones de apareamiento observadas fueron similares a las descritas por GILBERT (*op. cit.*) para este género.

HUEVOS:

Los huevos amícticos, mícticos y de resistencia se diferencian entre sí por su morfología y tamaño (Fig. 2). Los huevos de resistencia son los más grandes (Largo L = 112,7 ± 6,38 µm; Ancho A = 86,3 ± 9,95 µm) seguidos por los huevos amícticos (L = 94,9 ± 7,01 µm; A = 69,5 ± 5,53 µm) siendo los huevos mícticos los más pequeños (L = 74,9 ± 3,92 µm; A = 58,5 ± 6,02 µm). Se pudo apreciar que los tres tipos de huevos se mantienen unidos al exterior de la lórica materna por medio de un pedúnculo proveniente del interior de la cloaca; este pedúnculo a veces persiste en los huevos sueltos (Figs. 2c y 2d).

Las poblaciones de *B. plicatilis* normalmente presentan reproducción partenogénica, por lo que el huevo amíctico es el observado comúnmente. En éstos, el citoplasma es gris claro y ocupa todo el interior del huevo; al momento de la eclosión, se observó que el huevo se abre por su eje menor emergiendo una hembra. Se observaron organismos transportando desde uno hasta cinco huevos de este tipo, siendo común observar entre 1 y 2 huevos.

Los huevos mícticos (de donde nacen los machos) fueron bastante semejantes a los amícticos en cuanto a su coloración, textura y modo de eclosión, pudiendo diferenciarse de ellos por ser más pequeños y ligeramente más redondeados y porque las hembras los transportan en pares, cargando a la vez entre 2 y 8 huevos.

La cepa aislada transporta un solo huevo de resistencia (producidos por reproducción sexual) externamente en la base del pie y nunca dentro de la lórica como se ha encontrado en otras cepas del tipo 'S' (Okauchi & Fukusho, 1985a). Esta característica podría suponer una ventaja para esta cepa al permitir que la hembra produzca más de un huevo de resistencia durante su tiempo de vida, al contrario de las cepas que los transportan internamente que sólo pueden producir un huevo de resistencia que perdura dentro de la lórica de la madre aún después de muerta.

En los huevos de resistencia se observó una cubierta aparentemente más gruesa que la de los anteriores. En su interior se divisaron dos envolturas muy sutiles separadas por un espacio hialino, la primera de ellas adherida al interior de la cubierta del huevo y la otra, envolviendo el citoplasma.

Se pudo distinguir diferentes estadíos de los huevos de resistencia por la coloración del citoplasma: durante la fase de latencia (diapausa), la coloración del citoplasma fue marrón oscuro; al terminar el estado de diapausa y comenzar a desarrollarse el embrión, el citoplasma se

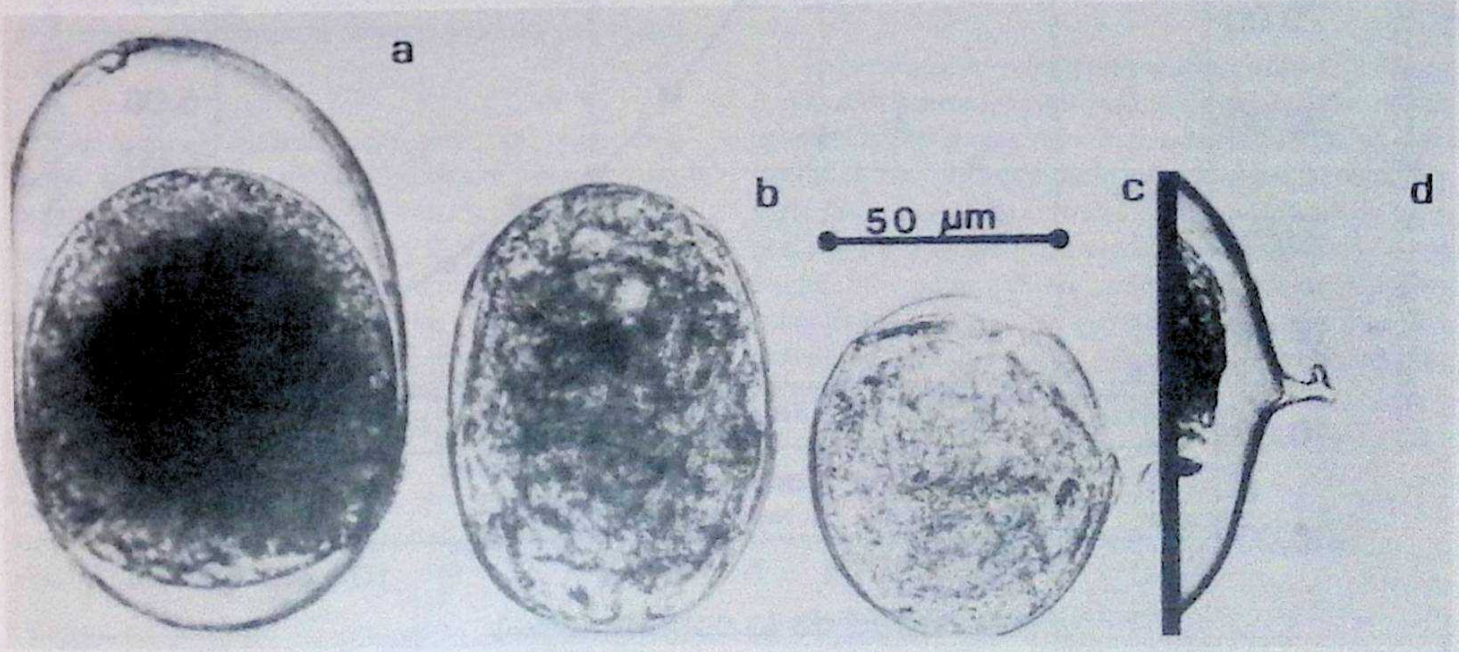


Fig. 2. Diferentes tipos de huevos de la cepa aislada de *Brachionus plicatilis*. (a) Huevo de resistencia o quístico. (b) Huevo amíctico o partenogénico. (c) Huevo míctico o sexual; al lado derecho se aprecia resto del pedúnculo que mantenía el huevo unido a la madre. (d) Detalle de un huevo amíctico mostrando resto del pedúnculo.

tornó amarillento; los huevos muertos pudieron distinguirse por su coloración grisácea.

El tiempo mínimo de diapausa (a 20 ‰ de salinidad, temperatura e iluminación naturales) fue de una semana. Al momento de la eclosión, al contrario que en los otros huevos, se observó la apertura de un opérculo en el extremo opuesto del espacio hialino. Se logró el almacenamiento de huevos de resistencia durante el lapso de cuatro meses en alta salinidad (50‰), 25 °C de temperatura y completa oscuridad. Condiciones similares a las que BLANCHOT & POURRIOT (1982) recomiendan para almacenar los huevos de resistencia: temperaturas bajas (≤ 10 °C) o altas salinidades (≈ 33‰) y oscuridad permanente. Para inducir la eclosión, se trasladaron a medio fresco (20‰ de salinidad) y condiciones naturales de temperatura e iluminación. Cuando se almacenaron huevos de resistencia a 20 ó 35‰ de salinidad, éstos eclosionaron espontáneamente en un lapso menor a un mes. En algunos huevos, mantenidos durante varios meses a 50‰ de salinidad, se observó un detalle interesante de señalar: pocas horas antes de eclosionar espontáneamente, se formó, en el espacio hialino, una burbuja de gas entre la cáscara y la primera envoltura, confiriéndole al huevo una flotabilidad entre neutra a positiva. Este fenómeno podría estar relacionado a los bajos niveles de oxígeno presentes en aguas de elevada salinidad; quizás el proceso de desarrollo del embrión requiera cierta cantidad de oxígeno, siendo la formación de burbujas un mecanismo desarrollado para aproximar los huevos a la superficie del medio donde hay una mayor concentración de este gas.

PARÁMETROS POBLACIONALES:

La cepa de *B. plicatilis* (cultivada a 25 ‰ de salinidad, 28 °C y alimentada con *Chlorella* sp.) presentó una esperanza de vida (e) de 6,6 días; en promedio, cada hembra tuvo 15,2 descendientes (Ro) a razón de 2,29 descendientes por día (erd), presentó un tiempo generacional (G) de 3,0 días y una tasa intrínseca de crecimiento (r) igual a 0,924.

En la Fig. 3 se puede apreciar la duración de las fases juvenil (pre-reproductiva), adulta (reproductiva) y senil

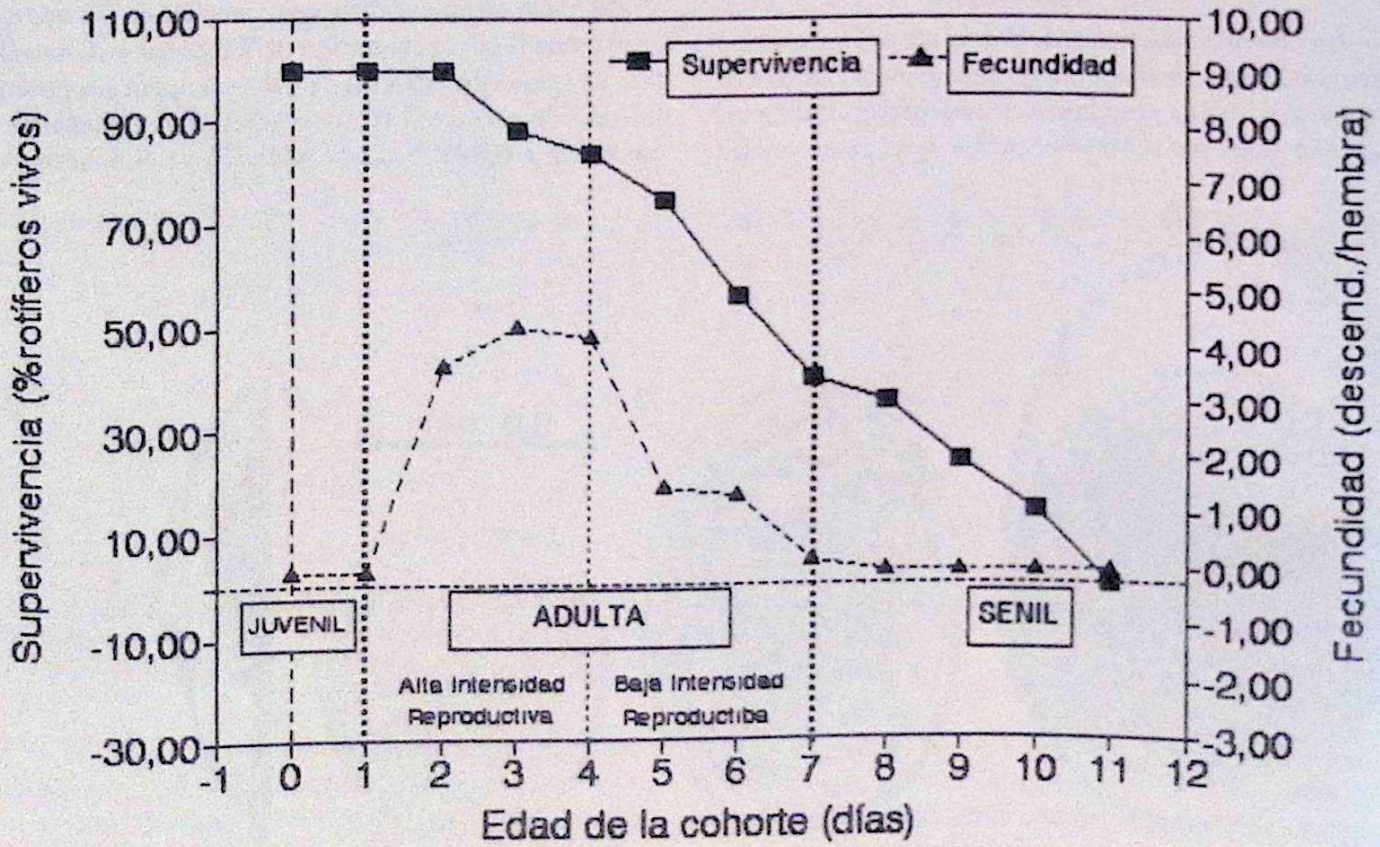


Fig. 3. Curvas de supervivencia y evolución de la fecundidad específica en una cohorte de la cepa aislada de *Brachionus plicatilis*, los recuadros señalan las diferentes etapas de vida. Microcultivos individuales de 0,5 ml mantenidos a 28 °C, 25 ‰ de salinidad, luz continua y alimentados con *Chlorella* sp. (1×10^7 cel/ml).

(post-reproductiva), así como la supervivencia de la cohorte estudiada. Nótese que todos los organismos llegaron a la fase reproductiva, por lo que aún los primeros organismos en morir (a los 3 días) pudieron dejar descendencia. La fase adulta pudo dividirse en dos partes de igual duración (Fig. 3): una de alta intensidad reproductiva, observada desde el primer día hasta el cuarto, en la cual la cohorte produjo el 81% de su descendencia; la segunda, de baja intensidad reproductiva (19% de la descendencia), se presentó desde el cuarto día hasta el séptimo. Más del 80% de la cohorte sobrepasó la fase de mayor intensidad reproductiva; sin embargo, durante el lapso de la baja intensidad reproductiva, el descenso de la supervivencia fue más acentuado, muriendo el 44% de la población en el transcurso de tres días. Es posible que esta mortandad haya sido debida al desgaste fisiológico de los organismos por el esfuerzo reproductivo realizado. Cerca del 40% de la cohorte alcanzó la etapa de senilidad.

Ruttner-Kolisko (1972) coincide al reportar largas fases post-reproductivas en *B. plicatilis*, observando que la temperatura no afecta las proporciones de las diferentes etapas de vida; Serra (1987) también obtiene fases seniles prolongadas, resaltando que la salinidad tampoco parece influir en este parámetro, pareciendo más bien una cualidad innata de cada cepa de rotífero. Sin embargo, Korstad *et al.*, (1989) encontraron una gran influencia del tipo de alimento en la proporción de las diferentes etapas de vida al afectar la duración de la fase reproductiva del organismo.

En el trabajo realizado por Serra (1987) bajo condiciones ambientales y metodológicas similares a las aquí utilizadas, se observan valores entre 0,68 a 0,99 para la tasa intrínseca de crecimiento (r) y 12,6 a 21,2 descendientes/hembra para la reproducción neta (Ro); estos valores, según el autor, son comparables a los máximos registrados en la literatura. Los parámetros poblacionales obtenidos en el presente trabajo se encuentran dentro de estos intervalos, indicando que las condiciones ambientales utilizadas deben estar cercanas a las óptimas para la cepa estudiada. Para confirmarlo, es necesario realizar experiencias similares sometiendo la cepa estudiada a otras condiciones ambientales.

Por otra parte, los valores obtenidos evidencian que la metodología utilizada en este ensayo tiene un alto grado de optimización. Aún cuando su utilización no ha sido muy extendida, la detallada información que se obtiene sobre las características poblacionales de una cohorte (ver por ejemplo: Serra, 1989 y Korstad *et al.*, 1989), la corta duración de los ensayos y la facilidad de comparación de los resultados, la hacen una metodología eficiente para este tipo de estudios.

Las características poblacionales obtenidas para la cepa aislada confirman que tiene una estrategia dirigida hacia la reproducción; siendo, como lo define Walker (1981), una especie "r" u oportunista. Sin embargo, como una aparente contradicción, la cepa presenta una fase de senilidad relativamente larga para un organismo tipo r; además, el período de fecundidad se extiende más allá de lo esencial para asegurar altas tasas de crecimiento poblacional. En términos de eficiencia poblacional para especies oportunistas, esto implica que los individuos que no contribuyen mayormente en el crecimiento poblacional (organismos seniles o en la última etapa reproductiva) compiten activamente con los otros por los recursos alimenticios. De ello se deduce que la presencia de estos organismos debe ser ventajosa para la población en conjunto.

Por ejemplo, el alargamiento de la fase reproductiva parece estar relacionado con la producción de descendencia míctica, la cual según Lubzens & Minkoff (1988), es mayor en las fases intermedia y final del período reproductivo de la madre.

La presencia de organismos seniles en la población de *B. plicatilis* tiene un sentido más enigmático; se ha tratado de explicar por el concepto de "cuidados parentales indirectos" (King, 1982), donde la población adulta condicionaría favorablemente el medio para los individuos jóvenes; aunque también se ha sugerido la posibilidad de que exista una depredación preferente en organismos senescentes debido a la lentitud de sus movimientos, permitiendo así una mayor sobrevivencia de los organismos más jóvenes (Snell, 1987).

Efecto de la Salinidad:

Respuesta a los cambios salinos:

La cepa aislada pudo ser incubada en medios con una salinidad de 5 a 94‰, concordando con lo informado por Ito (1960) (1 a 97‰). A partir de 60‰ se observaron escasos huevos, la densidad poblacional fue baja y se percibió un notable descenso en la motilidad de los orga-

nismos; cuando la salinidad fue superior de 80‰ no se observó producción de huevos. Los rotíferos toleraron cambios directos de salinidad de hasta 20‰ por encima o por debajo a la salinidad de su medio, sin embargo, el aumento directo de la salinidad pareció producir mayor stress que su disminución, por lo que fue conveniente su incremento gradual. Se pudo apreciar que los huevos bien desarrollados pudieron eclosionar y sobrevivir a cambios salinos que fueron letales a organismos ya eclosionados.

Los rotíferos transferidos a salinidades superiores o inferiores en un 10 a 20‰ sufren cambios muy visibles. En salinidades superiores a la de su medio de origen, los animales retrajeron la corona y el pie, la lórica se arrugó, la actividad motora fue drásticamente reducida y cambió el patrón de natación. En salinidades inferiores, los organismos hiperextendieron el pie y la corona adhiriéndose a las paredes o fondo del envase de cultivo; aunque presentaron fuertes contracciones del mástax y del pie, la actividad motora y alimenticia no fueron grandemente afectadas. Luego de 10 a 30 minutos (dependiendo de la magnitud del cambio salino) los rotíferos regresan a la normalidad. EPP & WINSTON (1977) sostienen que *B. plicatilis* es un organismo "osmocoformador", es decir, que mantienen la osmolaridad de sus fluidos internos igual a la de su medio. Esto explica las dramáticas transformaciones que sufre el organismo ante los cambios de salinidad.

MIXIS:

Cuando la cepa estudiada fue incubada en 10 y 25‰ de salinidad, se presentó mixis en la población (presencia de machos) y producción de huevos de resistencia, observándose la mayor producción de estos huevos a 10‰ de salinidad. GILBERT (1977) expone que la mayoría de los estudios de *B. plicatilis* establecen las altas densidades poblacionales como el principal factor desencadenante de la mixis. SNELL (1986) presenta otro punto de vista, sugiriendo que la reproducción sexual se presenta en el intervalo de condiciones óptimas para el crecimiento de *B. plicatilis*; este enfoque parece tener más sentido, lo que hace suponer que los huevos de resistencia se producen cuando las hembras tienen una óptima condición fisiológica. Es interesante notar que en rotíferos alimentados con *Chaetoceros* sp. (datos no publicados) se observó mayor producción de huevos de resistencia que en cultivos con las mismas condiciones ambientales y otros alimentos, lo cual podría indicar que esta microalga es más nutritiva para esta cepa de *B. plicatilis*.

CRECIMIENTO POBLACIONAL:

El crecimiento poblacional de la cepa aislada fue inversamente proporcional a las salinidades ensayadas (Fig. 4). A medida que aumentó la salinidad se produjo una disminución en las tasas instantáneas de crecimiento y en las densidades poblacionales máximas alcanzadas. La velocidad de crecimiento (r) para las salinidades de 20, 35 y 50‰ fue de 0,31 (± 0,009); 0,20 (± 0,030) y 0,18 (± 0,021) individuos/día, respectivamente ($p = < 0,05$). En la salinidad de 20‰, prácticamente no hubo fase de latencia; en cambio, en las salinidades de 35 y 50‰, ésta fue de 4 días para cada una (Fig. 4). En 50‰ de salinidad se presentó la más corta fase de crecimiento exponencial y la menor densidad poblacional, además los valores presentaron gran dispersión (datos no mostrados).

Comparando las tasas instantáneas de crecimiento obtenidas con las registradas por la literatura en cultivos alimentados con levadura, se observa que el valor de r para 35‰ de salinidad es comparable al reportado por YÚFERA & PASCUAL (1980) (0,20 indiv./día). Sin embargo, el valor obtenido para la salinidad de 20‰ es un poco menor al encontrado por HIRAYAMA & NAKAMURA (1976) (r = 0,389 indiv./día a 22‰ de salinidad). Esta discrepancia puede atribuirse a diferencias en: la metodología, la fisiología de las cepas de rotíferos e, incluso, al tipo de levadura utilizada.

En diversos trabajos se ha encontrado que las altas salinidades provocan una disminución de la tasa instantánea de crecimiento y de las densidades máximas alcanzada por la población de *Brachionus plicatilis* (LUBZENS *et al.*, 1985; PASCUAL & YÚFERA, 1983; SERRA, 1987); SERRA (*op. cit.*) afirma que las salinidades óptimas influyen en el rotífero aumentando no sólo la velocidad de la producción de la descendencia (r), sino también la cantidad de descendientes por hembra (Ro).

Aparte de este ensayo, se observó que el crecimiento poblacional de la cepa aislada fue mayor en cultivos mantenidos a 10‰ de salinidad (datos no publicados) siendo probable que su óptimo se encuentre entre 10 y 20‰.

El intervalo de salinidad óptima (10 a 20‰) para el

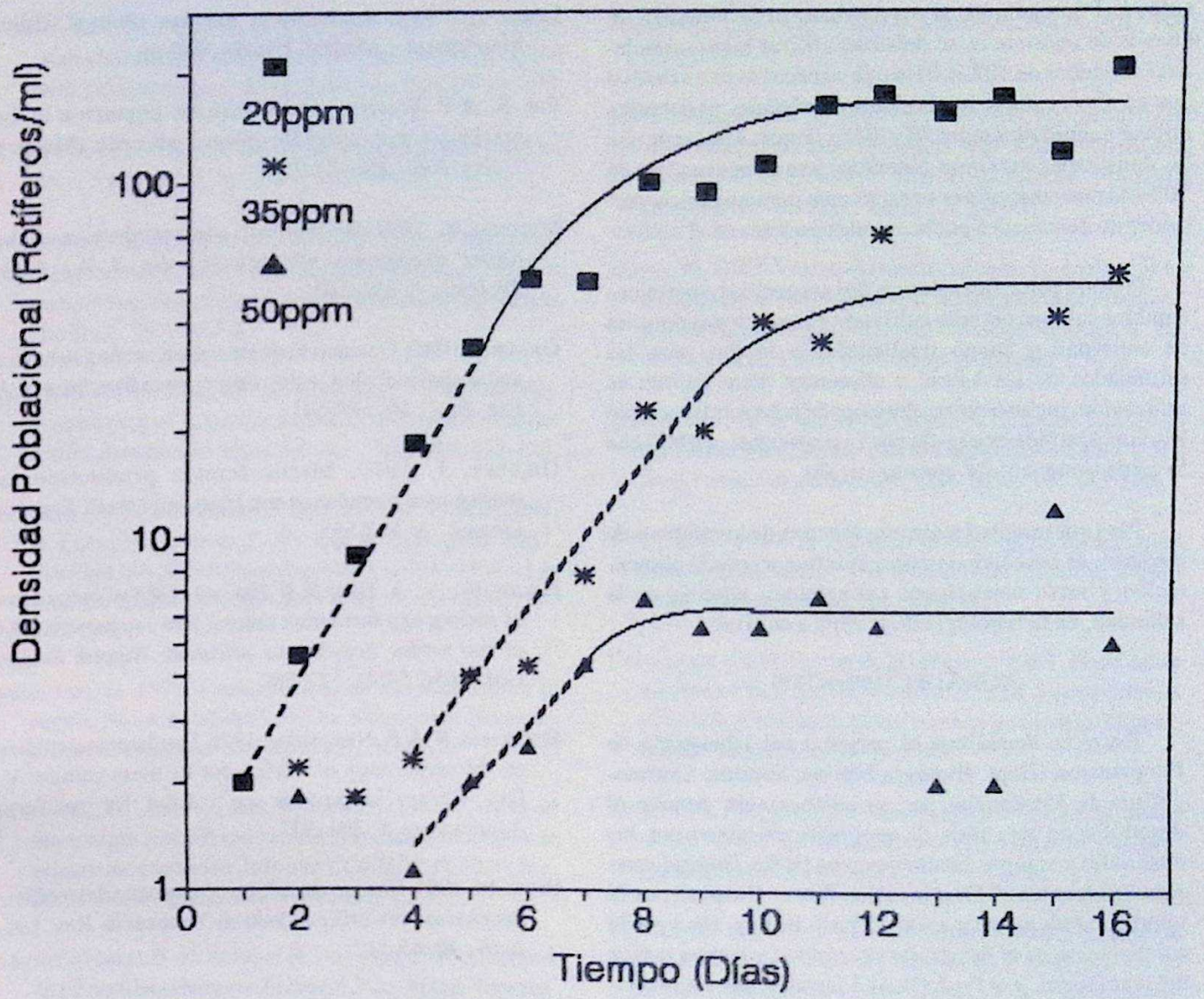


Fig. 4. Efecto de la salinidad sobre el crecimiento poblacional de la cepa aislada de *Brachionus plicatilis*. Las líneas punteadas representan la fase de crecimiento exponencial. Cultivos en 20, 35 y 50 ‰ de la salinidad, mantenidos a 28 °C, luz continua, y alimentados con levadura de panificación (4×10^6 cel/ml/2 días).

crecimiento poblacional de la cepa aislada se encuentra muy alejada a la de su lugar de procedencia (45‰). La existencia de densidades poblacionales apreciables de este rotífero en este medio hipersalino puede ser resultado de la disminución de predadores en estas salinidades y a que los rotíferos sean más eficientes que sus competidores potenciales en este medio.

Consideraciones Generales

Para conocer y predecir la dinámica poblacional de *B. plicatilis* es importante poder diferenciar las hembras de los machos y los diferentes tipos de huevos. En el caso de la acuicultura, donde es vital mantener las poblaciones del rotífero en la fase asexual, la temprana detección de los huevos mícticos (que indican el inicio de la mixis) podría permitir tomar las medidas necesarias para mantener la población en reproducción partenogénica.

La amplia capacidad eurihalina de la cepa aislada y el efecto de la salinidad en su fisiología permite manipular la velocidad del crecimiento poblacional, densidades máximas, aparición de mixis y producción de huevos de resistencia en los cultivos, dependiendo de la finalidad de su

cultivo. Por ejemplo, si se persigue la producción de huevos de resistencia, se deberían utilizar bajas salinidades (alrededor de 10‰). Si lo que se necesita es un cultivo con un alto y estable rendimiento de cosecha, se deberían utilizar salinidades entre 20 y 30‰, donde, a pesar de que las densidades máximas obtenidas son inferiores que en 10‰, la reproducción es básicamente partenogénica, permitiendo densidades poblacionales estables en el cultivo.

Por otra parte, la tolerancia de la especie a importantes cambios salinos, permite cultivarla a condiciones óptimas de salinidad y luego trasladarlas a medios con las salinidades de las larvas a alimentar. Esto facilita su utilización, incluso como alimento de larvas dulceacuícolas, como ha sido ensayado por LUBZENS *et al.*, (1987) con la carpa ornamental *Cyprinus carpio*.

Para una manipulación más efectiva de los cultivos de rotíferos, es necesario conocer la influencia de la alimentación y otras condiciones ambientales, además de la salinidad, en la fisiología de la cepa a cultivar.

AGRADECIMIENTOS

Estoy en deuda con el personal del laboratorio de Fitoplancton (Dept. Biología Marina, Instituto Oceanográfico de Venezuela) por su colaboración durante el desarrollo de esta tesis de pregrado, así como por los materiales y equipos facilitados para tal fin. Extiendo mis agradecimientos al Dr. GREGORIO REYES VÁSQUEZ por la tutoría de esta investigación, al Prof. RAFAEL DÍAZ por la colaboración en el desarrollo del trabajo y lectura crítica del manuscrito, y al Prof. CÉSAR LODEIROS, por sus acertadas observaciones a este manuscrito.

REFERENCIAS

BLANCHOT, J. & R. POURRIOT. 1982. Influence de trois facteurs de l'environnement, lumière, température et salinité, sur l'éclosion des oeufs de durée d'un clone de *Brachionus plicatilis* (O.F. Müller) Rotifére. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 295: 243-246.

BRAZÓN, P. 1990. Cultivo masivo de alimento para las larvas del camarón blanco *Penaeus schmitti*, Burkenroad, 1936. Trabajo de Pasantía de Licenciatura en Biología Marina. UDO, Cumaná, Venezuela, 68 pp.

COLL, J. 1983. *Acuicultura marina animal*. Edic. Mundiprensa, Madrid, España, 670 pp.

EPP, R. & P. WINSTON. 1977. Osmotic regulation in the brackish-water rotifer *Brachionus plicatilis* (Müller). *J. Exp. Biol.*, 68: 151-156.

FUKUSHO, K. 1989. Biology and mass production of the rotifer *Brachionus plicatilis* (1). *Int. J. Aq. Fish. Technol.*, 1: 232-240.

GILBERT, J. 1963. Contact chemoreception, mating behavior and sexual isolation in the rotifer genus *Brachionus*. *J. Exp. Biol.*, 40: 635-641.

GILBERT, J. 1977. Mictic-female production in monogononte rotifers. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.*, 8: 142-155.

HAGIWARA, A.; A. HINO & R. HIRANO. 1988. Comparison of resting egg formation among five Japanese stocks of the rotifer *Brachionus plicatilis*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 54(4): 577-580.

HIRAYAMA, K. & K. NAKAMURA. 1976. Fundamental studies on the physiology of rotifers for its mass culture. V. Dry *Chlorella* powder as a food for rotifers. *Aquaculture*, 8: 301-307.

HUNG, M. 1989. Ensayo de cultivo de una cepa del rotífero *Brachionus plicatilis* aislada en Venezuela. Rev. Lat. Acui., 40: 85-112.

INFANTE, A. 1978. Natural food of herbivorous zooplankton of Lake Valencia (Venezuela). *Arch. Hydrobiol.*, 93: 194-208.

INFANTE, A. 1982. Annual variations in abundance of zooplankton in Lake Valencia (Venezuela). *Arch. Hydrobiol.*, 93: 194-208.

ITO, T. 1960. On the culture of the mixohaline rotifer *Brachionus plicatilis* in sea water. *Rep. Fac. Fish. Prefect. Univ. Mie.*, 3: 708-740.

KING, C. 1982. The evolution of life span. In: *Evolution and genetics of life history*. H. Dingle & J. P. Hegman (Eds.), Springer - Verlag, N. Y., pp: 121-138.

KORSTAD, J.; Y. OLSEN & O. VADSTEIN. 1989. Life history characteristics of *Brachionus plicatilis* (Rotifera) fed with different algae. *Hydrobiologia*, 186/187: 43-50.

LOTKA, A. 1922. The stability of the normal age distribution. Proc. *Natl. Acad. Sci. USA*, 8: 339-345.

LUBZENS, E. & G. MINKOFF. 1988. Influence of the age of algae fed to rotifer (*Brachionus plicatilis* O. F. Müller) on the expresion of mixis in their progenies. *Oecologia* (Berlin), 75: 430-435.

LUBZENS, E.; G. MINKOFF & S. MAROM. 1985. Salinity dependence of sexual and asexual reproduction in the rotifer *Brachionus plicatilis*. *Mar. Biol.*, 85: 123-126.

LUBZENS, E.; S. ROTHBARD, A. BLUMENTHAL, G. KOLODNY, B. PERRY, B. OLUND, Y. WAX, & H. FARBSTEIN. 1987. Possible use of *Brachionus plicatilis* (O. F. Müller) as food for freshwater cyprinid larvae. *Aquaculture*, 60: 143-155.

MARCANO, G. 1979. Composición del zooplancton en la región Nororiental del Lago de Maracaibo. *Serie Informes Científicos DGIIA/IC/01, MARNR.*

MARÍN, N.; C. LODEIROS & R. VERGINELLI. 1990. Cultivo de microalgas y rotíferos para la alimentación inicial de organismos marinos. Informe CONICIT PC-050, Instituto Oceanográfico de Venezuela, 83 p.

MICHELANGELLI, F.; E. ZOPPI, & R. POURRIOT. 1980. Rotíferos de sabanas inundables en Mantecal, Edo. Apure, Venezuela. *Cah. ORSTOM, Ser. Hydrobiol.*, 13(1/2): 47-59.

OKAUCHI, M & K. FUKUSHO. 1985a. Different modes in carrying resting eggs of wild S-strains of the rotifer *Brachionus plicatilis*. *Bull. Natl. Res. Inst. Aquac.*, 8: 59-61.

OKAUCHI, M & K. FUKUSHO. 1985b. Different modes in carrying resting eggs between two wild types of the rotifer *Brachionus plicatilis* from Matsusaka. *Bull Jap. Soc. Sci. Fish.*, 51(11): 1907.

PASCUAL, E. & M. YUFERA. 1983. Crecimiento en cultivo de una cepa de *Brachionus plicatilis* O. F. Müller en función de la temperatura y de la salinidad. *Inv. Pesq.*, 47(1) 151-159.

PIANKA, E. 1970. On r- and k- selection. *Amer. Nat.*, 104: 592-597.

RUTTNER-KOLISKO, A. 1972. Der einfluß von temperatur und salzgehalt des mediums auf sloffwechsel-und vemehrunzsintensität von *Brachionus plicatilis* (Rotatoria). *Dt. Zool. Ges.*, 65: 89-95.

SERRA, M. 1987. Variación morfométrica, isoenzimática y demográfica en poblaciones de *Brachionus plicatilis*. Diferenciación genética y plasticidad fenotípica. Tesis Doctoral, Univ. de Valencia, España. 274 p.

THEILACKER, G. & M. MCMASTER. 1971. Mass culture of the rotifer *Brachionus plicatilis* and its evaluation as a food for larval anchovies. *Mar. Biol.*, 10: 183-188.

WALKER, K. 1981. A synopsis of ecological information on the saline lake rotifer *Brachionus plicatilis* Müller 1786. *Hydrobiologia*, 81: 159-167.

YAMASAKY, S.; D. SECOR & H. HIRATA. 1987. Population growth of two types of rotifer (L and S) *Brachionus plicatilis* at different dissolved oxygen levels. Nippon Suisan Gakkaishi, 53(7): 1303.

YÚFERA, M. 1982. Morphometric characterization of small-sized strain of *Brachionus plicatilis* in culture. Aquaculture, 27(1) 55-61.

YÚFERA, M. & E. PASCUAL. 1980. Estudio del rendimiento del cultivo del rotífero *Brachionus plicatilis* O. F. Müller, alimentados con levadura de panificación. *Inv. Pesq.*, 44(2): 361-368.

ZOPPI, E. 1974. Comparación de algunas características del plancton entre las lagunas costeras de Tacarigua y Unare, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 13(1/2): 129-146.

Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente 31 (1 & 2): 63-72 (1992); 5 Figs.

CONTAMINACION POR HIDROCARBUROS EN LAS LAGUNAS TACARIGUA, UNARE Y PIRITU, VENEZUELA

GILBERTO CEDEÑO F. & JAIME BONILLA R.

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

RESUMEN: Se determinaron hidrocarburos saturados para establecer la línea base sobre la contaminación por hidrocarburos de origen petrogénico en las lagunas de Tacarigua, Unare y Píritu. El grado de contaminación se estableció en base a la distribución de n-alcanos, la complejidad de la mezcla de compuestos no resueltos y la presencia de los isoprenoides fitano y pristano. De acuerdo a estos criterios, en todas las aguas se presentó mayor contaminación que en los sedimentos. La laguna de Tacarigua presentó un mayor grado de contaminación por hidrocarburos de origen antropogénico (corroborado especialmente por la presencia de fitano), debido al mayor uso y aprovechamiento que ofrece este cuerpo de agua y al aporte que introduce el río Guapo en la región Oeste.

ABSTRACT: Hydrocarbons were studied in order to establish the base line of petroleum pollution in the lagoons of Tacarigua, Unare and Piritu, Venezuela. The results showed that the waters were more polluted by antrophogenic hydrocarbon than the sediments, in all the lagoons. The Tacarigua lagoon was the most polluted perhaps due to the intensive use as a place for fisheries and tourism. In this case the antrogenic hydrocarbons were carried by Guapo river, by boats and by exchange of seawater.

INTRODUCCION

Venezuela posee un importante sistema lagunar litoral en la región centro-oriental, conformado por las lagunas de Tacarigua, Unare y Píritu. Las condiciones hidrográficas, químicas y geológicas de estas lagunas han sido estudiadas entre otros por OKUDA *et al.*, (1964) OKUDA (1968), OKUDA Y BENÍTEZ (1985), GAMBOA *et al.*, (1971), ROA Y BAY (1981) y ROA (1987). Las lagunas costeras poseen altos valores de productividad comparables con los arrecifes coralinos y los lechos de hierbas marinas. Estos valores de productividad primaria varían de acuerdo a los productores primarios, época del año, aportes críticos y limitantes de carácter físico y químico que entran al ecosistema lagunar. En este sentido, es muy importante el aporte de agua dulce y marina en el suministro y renovación de nutrientes, material orgánico y oxígeno disuelto. Igualmente, la mezcla de las aguas juega un gran papel en el intercambio de oxígeno, circulación de nutrientes y eliminación de desechos.

La salinidad también es un factor crítico en las aguas costeras donde generalmente se observan valores más altos que en el mar. El amplio gradiente de salinidad regula la vida de muchos organismos que se adaptan a estos cambios bruscos mientras que algunos peces no sobreviven a estos gradientes. Otras especies requieren diversos niveles de salinidad en las diferentes fases de la vida.

En este sentido, el flujo de agua que mantienen las cuencas hidrográficas es muy importante por que regula los niveles de estas lagunas y en la estacionalidad del período de lluvia puede reducir a una tercera parte el volumen de agua (SNEADAKER Y GETTER, 1985).

Debido a la naturaleza semicerrada y la alta productividad de las lagunas, estos cuerpos de agua han sustentado el aprovechamiento por parte del hombre. En adición, las lagunas sirven para la navegación, maricultura como reservorio de desperdicios y también se las emplea con fines recreacionales y para desarrollos residenciales.

Actualmente las lagunas costeras reciben demandas para su uso y se han generado una serie de impactos ambientales que han conducido a la pérdida económica.

La contínua degradación de las lagunas por las constantes adiciones de contaminantes, provenientes de poblaciones costeras e introducidas por los ríos, aguas de impactos ambientales con la consecuente reducción de los recursos pesqueros que a mediado plazo reinciden negativamente en la economía regional. La contaminación persistente por productos tóxicos produce la desaparición gradual de peces y mariscos y/o merma en la productividad del ecosistema lagunar, creando condiciones adversas para la reproducción y cría de especies de organismos dulceacuícolas. En este sentido, el incremento de produc-

tos químicos, como hidrocarburos en estos ambientes de circulación restringida, puede a muy corto plazo impactar al ambiente lagunar reduciendo el número de especies, y causando efectos impredecibles. La demanda indiscriminada del uso de las lagunas litorales y la vulnerabilidad a los derivados del petróleo, ha conducido a establecer un estudio preliminar del estado actual de la contaminación por hidrocarburos de origen antropogénico en las lagunas de importancia económica en la región centro-oriental de Venezuela.

Los hidrocarburos en el medio ambiente han sido extensamente estudiados para diferenciar los de origen biogénico y los provenientes del petróleo. Se han establecido muchos parámetros que permiten dilucidar algunas diferencias, las principales incluyen la mezcla de compuestos no resuelta (UCM), el índice preferencial de carbono (CPI), la presencia de los isoprenoides pristano (Pr) y fitano (Ph) y su relación con los hidrocarburos saturados heptadecano (C_{17}) y octadecano (C_{18}). Otros métodos están basados en la identificación de las olefinas las cuales son de origen biogénico; en las razones UCM/THC, Pr/Ph, CPI n-C_{15} – n-C_{20}, CPI n-C_{23} – n-C_{33}, C impar/C par, alcanos mas abundantes, etc. Sin embargo, no hay un método único para establecer la contaminación ambiental.

AREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende las lagunas de Tacarigua, Unare y Píritu, situadas en la región centro-oriental de Venezuela. (Fig. 1).

La laguna de Tacarigua está situada en el Estado Miranda y es una albúfera separada del mar por una barra que tiene entre 300 y 1.000 m de ancho (GAMBOA *et al*, 1971). Las dimensiones de la laguna son de 28 km en dirección Noreste-Sureste, y 5 km en dirección Norte-Sur. Mantiene comunicación directa con el mar por la parte occidental y tiene una profundidad promedio de 1 a 1,4 m y un área de 78 km^2. La laguna posee abundante vegetación de manglares que la subdividen en tres regiones: Oeste, Central y Este. Los aportes fluviales del río el Guapo, Cúpira, Machurucuto y otros arroyos menores influyen notables en las condiciones ambientales de la laguna, propiciando abundante material orgánico y cambios en las condiciones hidroquímicas (OKUDA *et al*, 1964 y GAMBOA *et al*, 1971).

La laguna de Unare, situada en la costa Noreste del Edo. Anzoátegui, tiene una extensión de 22 km en sentido Este-Oeste, y 5,5 km de ancho. Está separada del mar por una barra arenosa de 300 a 600 m de ancho y tiene una comunicación a través de un canal entre la laguna y la desembocadura del río Unare, que se cierra durante el período de sequía. La profundidad media de la laguna es de 0,3 a 0,5 m en la época seca y de 1,5 a 1,7 m en el período de lluvias. El río Unare aporta un gran volumen de agua a la laguna incrementando su área de 40 a 60 km^2 aproximadamente durante la época de lluvia. Otros aportes intermitentes se reciben a través de los ríos Chávez y Cautaro.

La laguna de Píritu está adyacente a la laguna de Unare, tiene una longitud máxima de 16,5 km en dirección Este-Oeste y 5 km de ancho, y una superficie de 37 km^2 (ROA y COLOMINE, 1988); está separada del mar por una barra arenosa de 100 a 300 m de ancho y se comunica por un canal de 200 m de ancho. La profundidad de la laguna es de 0,5 m en época de lluvias, mientras que en la zona Oriental se encuentran profundidades de 3,5 m. El único aporte fluvial proviene del río Unare.

METODOLOGIA

Las muestras de agua de 2 l de la superficie de las lagunas fueron tomadas durante los meses de Noviembre de 1988, Abril y Diciembre de 1989. Los sedimentos captados en la superficie durante Abril de 1989 fueron tamizados y secados a 60 ± 5 °C. Los hidrocarburos alifáticos fueron aislados, separados y analizados mediante cromatografía, de acuerdo al diagrama de la Fig. 2, usando la metodología recomendada por CARIPOL (1980) para los países del Caribe. Los n-alcanos se separaron en un cromatógrafo. Varía modelo 3.700, acoplado a un integrador Hewlett Packard modelo 3390 A, de acuerdo a las siguientes condiciones: Columna de OV-101, sílica fundida de 50 m × 0,053 mm; temp: 100 a 280 °C a 6 °C/min, detector: ionización a la llama, 280 °C; inyector: 270 °C; modo "splitless"; gas de arrastre: nitrógeno (3 ml/min). Tanto para agua como sedimento se usaron los mismos volúmenes y pesos, diluciones y cantidades inyectadas al cromatógrafo a los fines de estimar rápidamente la presencia de hidrocarburos en un gran número de muestras ambientales.

RESULTADOS Y DISCUSION

DISTRIBUCIÓN DE HIDROCARBUROS EN AGUAS SUPERFICIALES

LAGUNA DE TACARIGUA:

Se analizó la distribución de hidrocarburos de cadena

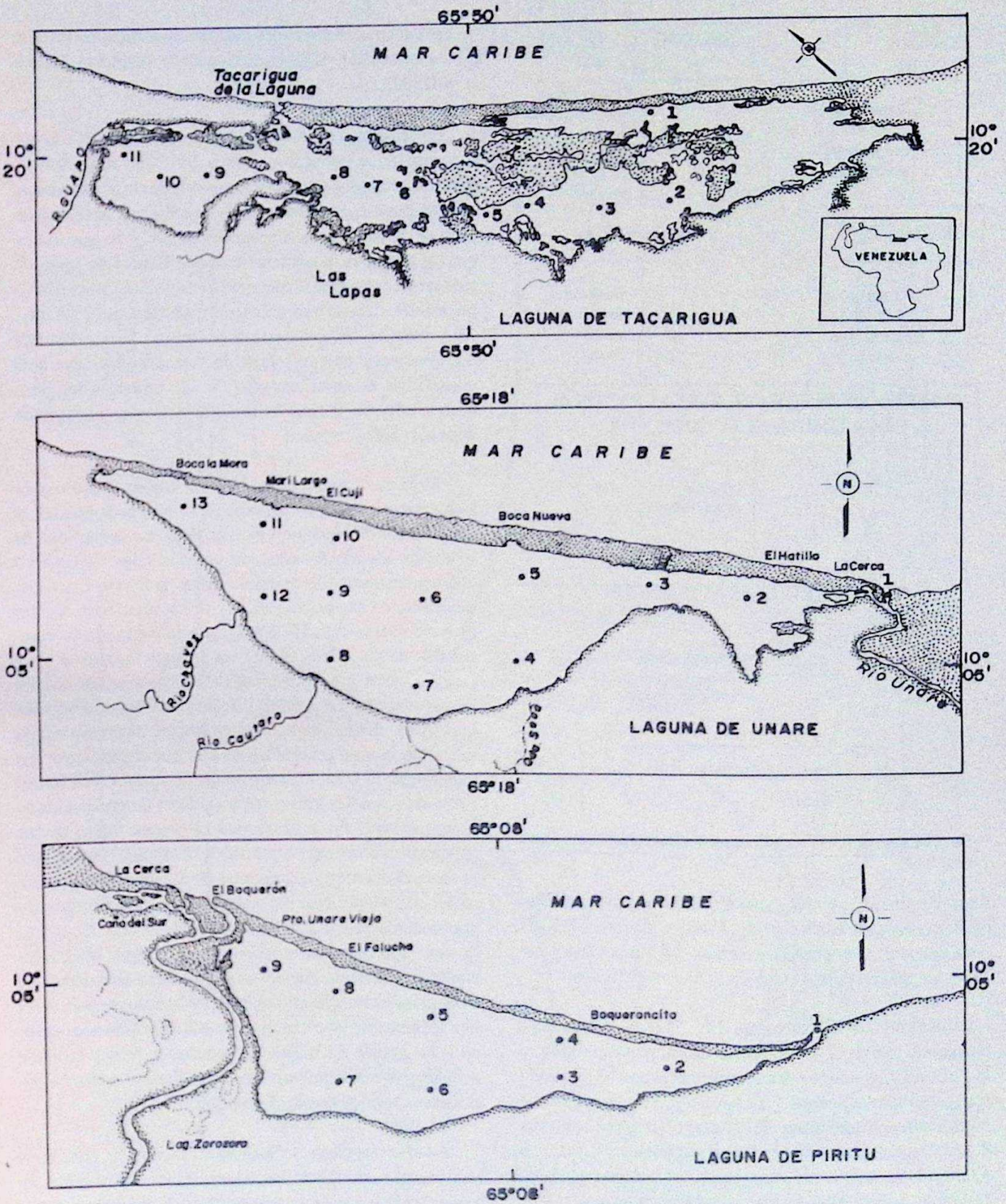


Fig. 1. Situación de estaciones en las lagunas de Tacarigua, Unare y Píritu.

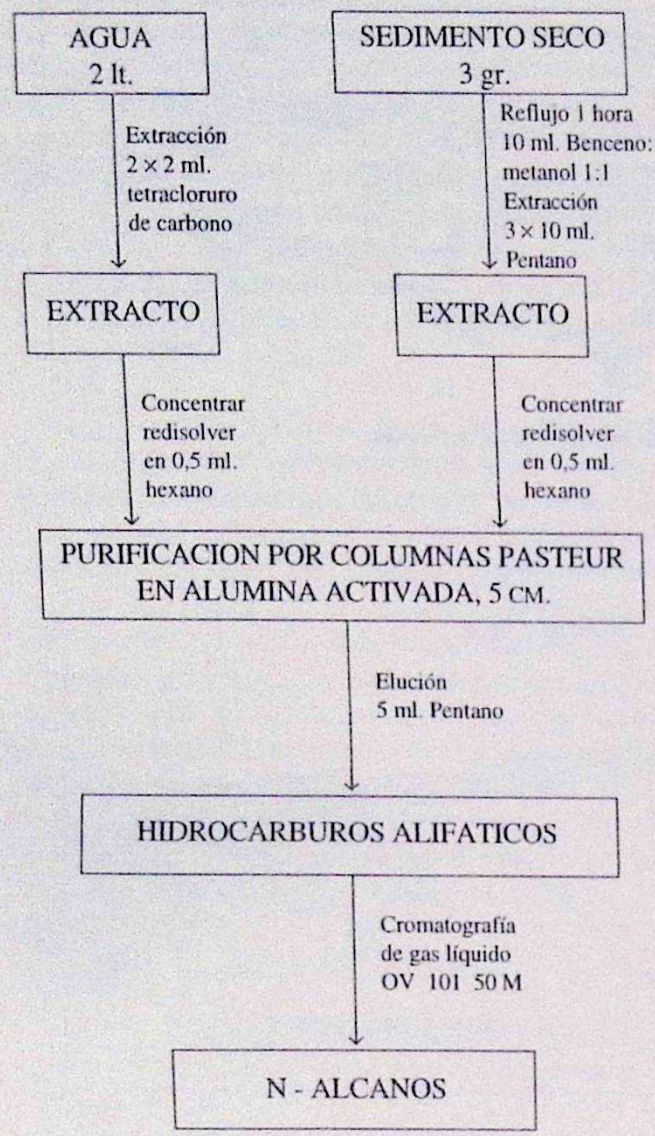


Fig. 2. Diagrama de flujo para la separación de hidrocarburos en aguas y sedimentos.

lineal desde n-C_{15} a n-C_{32} y se aplicaron algunos criterios establecidos por BURNS *et al*, (1982) y ZSOLNAY (1972), para determinar el grado de contaminación por hidrocarburos de origen petrogénico en aguas superficiales.

En la laguna de Tacarigua (Fig. 3) la distribución de n-alcanos indicó la presencia de hidrocarburos desde n-C_{15} hasta n-C_{31} y de los isoprenoides pristano (2, 6, 10, 14 tetrametil pentadecano) y fitano (2, 6, 10, 14 tetrametil hexadecano). El pristano (Pr) formó un doblete con el n-C_{17} en los cromatogramas y es un componente del petróleo y también es sintetizado por algunos organismos marinos, mientras que el fitano (Ph) se encuentra con el n-C_{18} formando otro doblete en los cromatogramas y su presencia en muestras ambientales indica contaminación porque los organismos de la biota marina no lo sintetizan (BURNS *et al*, 1982).

En la laguna de Tacarigua la zona este acusó menor contaminación por hidrocarburos derivados del petróleo, los cromatogramas no mostraron subida de la línea base, la distribución de n-alcanos es sencilla con ausencia de alcanos de peso molecular menor de n-C_{21}, lo que indica que las muestras han sufrido intemperismo. Las aguas de este sector presentaron menor contenido de hidrocarburos no resueltos, como es señalado en las estaciones 2 y 4 (Fig. 3), y reflejan los procesos degradativos que sufren los hidrocarburos en ese sector, la forma aislada del área contribuye al estancamiento de las aguas, a su poca renovación y a la proliferación de bacterias capaces de degradar hidrocarburos.

El sector Central (Fig. 3) de la laguna acusó mayor impacto por los hidrocarburos de origen petrogénico, la distribución de n-alcanos es compleja por la cantidad de isómeros adyacentes a los alcanos normales. Se observó alta concentración de pristano, fitano, n-C_{15} y n-C_{17}, especialmente en las estaciones 6 y 8. La línea base mostró gran elevación causada por la mezcla compleja de compuestos no resueltos (UCM) que se hace máxima a nivel de n-C_{20} y n-C_{21}. La presencia de los compuestos de bajo peso molecular n-C_{15} y n-C_{17}, de mayor concentración que los otros n-alcanos, indicó hidrocarburos de origen biogénico, los cuales generalmente son sintetizados por las algas como ha sido señalado por otros autores. Los hidrocarburos naturales y los antropogénicos determinados en estas muestras de agua, indica el origen mixto de los hidrocarburos del sector central de la laguna. Aún cuando no debe descartarse la presencia de alcanos de bajo peso molecular proveniente del petróleo, la forma del cromatograma donde solamente sobresalen los alcanos C_{15} y C_{17}, es muy típico de hidrocarburos de las algas, las cuales sintetizan estos compuestos en abundancia. Esta zona está en comunicación directa con el agua de mar que podría ser una vía para introducir hidrocarburos de origen petrogénico a la laguna. El tráfico de lanchas a motor también contribuye grandemente a este origen mixto de los hidrocarburos de la laguna de Tacarigua.

En el sector Oeste de la laguna (Est. 9 y 10), en la zona más cercana a la desembocadura del río, se observó en menor grado una mezcla no resuelta de hidrocarburos, con abundante concentración de pristano y fitano, alta concen-

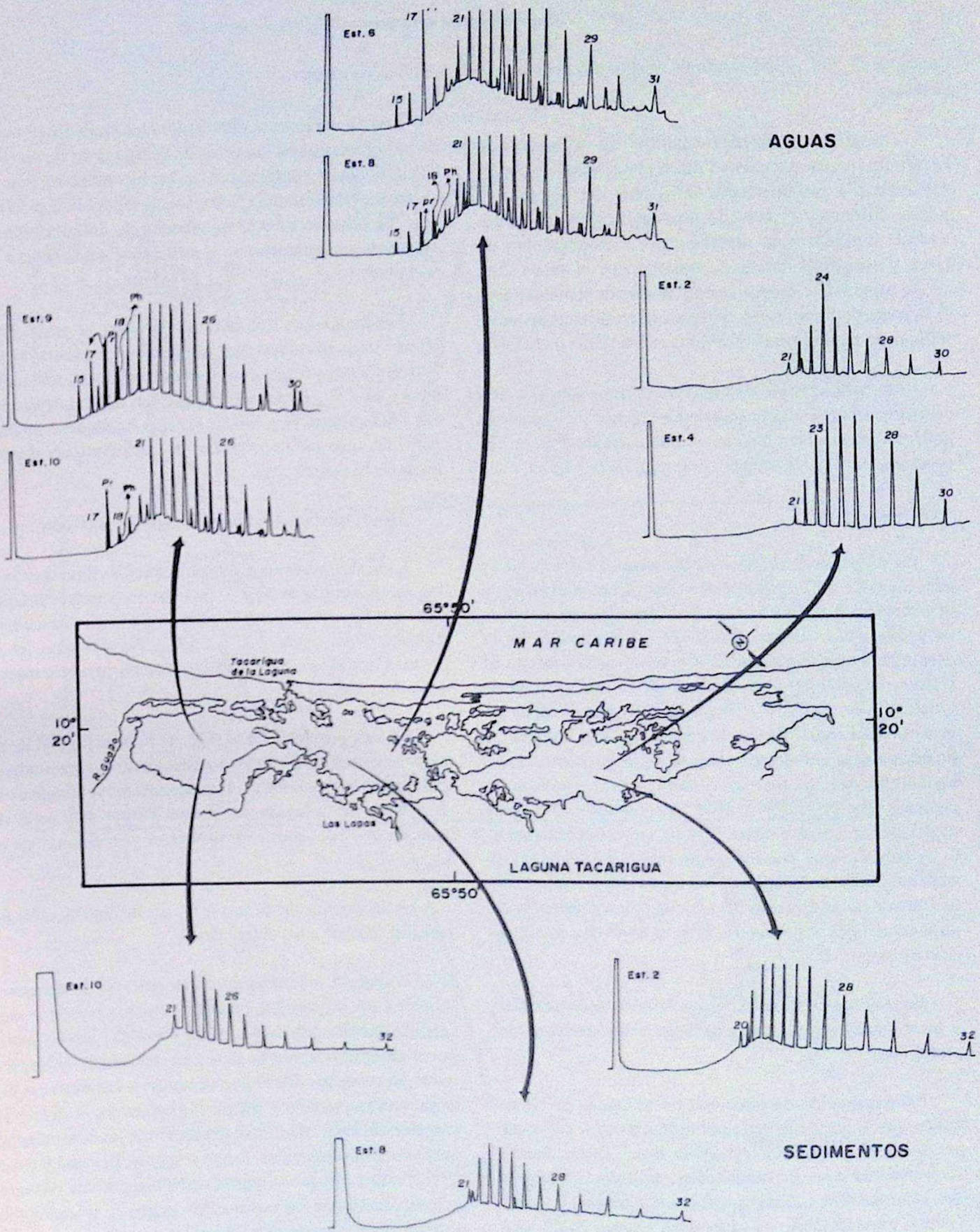


Fig. 3. Distribución de hidrocarburos en aguas y sedimentos de la Laguna de Tacarigua.

tración de C_{15} y C_{17}, indicando un origen mixto de hidrocarburos.

Un análisis global del «status» de la laguna de Tacarigua indica que existen diferentes grados de contaminación por hidrocarburos derivados del petróleo, y quizás diferentes grados de biodegradación. El sector central acusó un gran deterioro por el intercambio de aguas y el tráfico marítimo, mientras que el sector Este indicó un impacto menos significativo por el aislamiento de la zona, por la baja concentración de hidrocarburos que reflejan en menor grado el levantamiento de la línea base.

Los resultados indican que la contínua introducción de hidrocarburos en el ecosistema lagunar de Tacarigua podría a corto plazo causar un daño irreversible en las especies marinas de interés comercial de la laguna.

LAGUNA DE UNARE:

En la laguna de Unare se determinaron hidrocarburos desde n-C_{17} a n-C_{31}, y las principales características en la distribución de los n-alcanos en el área Este fue la subida de la línea base en las estaciones 1 y 3 situadas en la desembocadura del río Unare y en el área cercana al Hatillo, respectivamente. En la parte central, a nivel de Quebrada Seca (Est. 4), los n-alcanos presentaron las mismas características que lo cromatogramas anteriores; no obstante, se notó la presencia de fitano en la mezcla de los compuestos, lo cual junto con la UCM, confiere un carácter antropogénico a esos hidrocarburos. En otras estaciones del mismo sector (Est. 6), se notó abundante n-C_{17} y pristano que pueden ser de origen biogénico. Los cromatogramas señalados en la Fig. 4 (Est. 8 y 9) presentan menor concentración de n-alcanos y a diferencia de otras estaciones del mismo sector, el nivel de concentración es menor.

En el sector Oeste la UCM nuevamente se incrementó y presentó características similares a las muestras del sector Este.

La distribución de n-alcanos en la laguna de Unare indica que la parte afectada por hidrocarburos de origen petrogénico es el área de influencia del río Unare, lo cual sería explicable por los desechos que transporta, mientras que la zona Oeste quizás estaría bajo la influencia de los vientos prevalecientes en la zona en sentido E-NE, que podría acumular la materia contentiva de hidrocarburos.

LAGUNA DE PÍRITU:

Las características más resaltantes en la distribución de hidrocarburos en las aguas de la laguna de Píritu (Fig. 5) es la mayor complejidad de los hidrocarburos en las estaciones inmediatas a la barra que separa la laguna del mar. Se observó mezcla no resuelta de hidrocarburos y abundantes compuestos no identificados adyacentes a los n-alcanos.

Las estaciones que bordean la costa suroeste de la laguna no presentaron contaminación por derivados del petróleo y no se detectaron compuestos de peso molecular menor de n-C_{20}, lo que indica procesos degradativos para esa zona en particular, quizás por la poca renovación de la masa de agua para ese sector en contraposición a otras áreas de la laguna.

DISTRIBUCIÓN DE HIDROCARBUROS EN SEDIMENTOS

La distribución de n-alcanos en los sedimentos de la laguna de Tacarigua (Fig. 3) muestra características similares para el sector Este y Central, con una distribución de hidrocarburos desde n-C_{20} a n-C_{32}. No obstante, en el sector Central se observaron hidrocarburos adyacentes a los n-alcanos.

En la laguna de Unare (Fig. 4) la distribución de n-alcanos es similar en todos los sedimentos, representado por las estaciones 3, 9 y 11. Unicamente los sedimentos de la entrada de la laguna mostraron mayor profusión de compuestos diferentes a los n-alcanos y en el rango de n-C_{19} y n-C_{26}.

En la laguna de Píritu (Fig. 5) la distribución es sencilla, similar a las anteriores.

En general, los análisis cromatográficos de hidrocarburos en los sedimentos mostró el mismo patrón y una sencilla distribución de n-alcanos (de n-C_{21} a n-C_{31}) con pocos compuestos ramificados y sin mezcla de hidrocarburos no resueltos. Tampoco se observó la presencia de isoprenoides pristano y fitano. Sin embargo, la distribución de n-alcanos indicó la degradación de los compuestos de menor peso molecular. A este respecto, BLUMER y SASS (1972) señalaron que la degradación bioquímica elimina selectivamente de los sedimentos marinos, primero los alcanos de cadena normal y luego los de cadena ramificada en relación a los de la mezcla compleja de hidrocarbu-

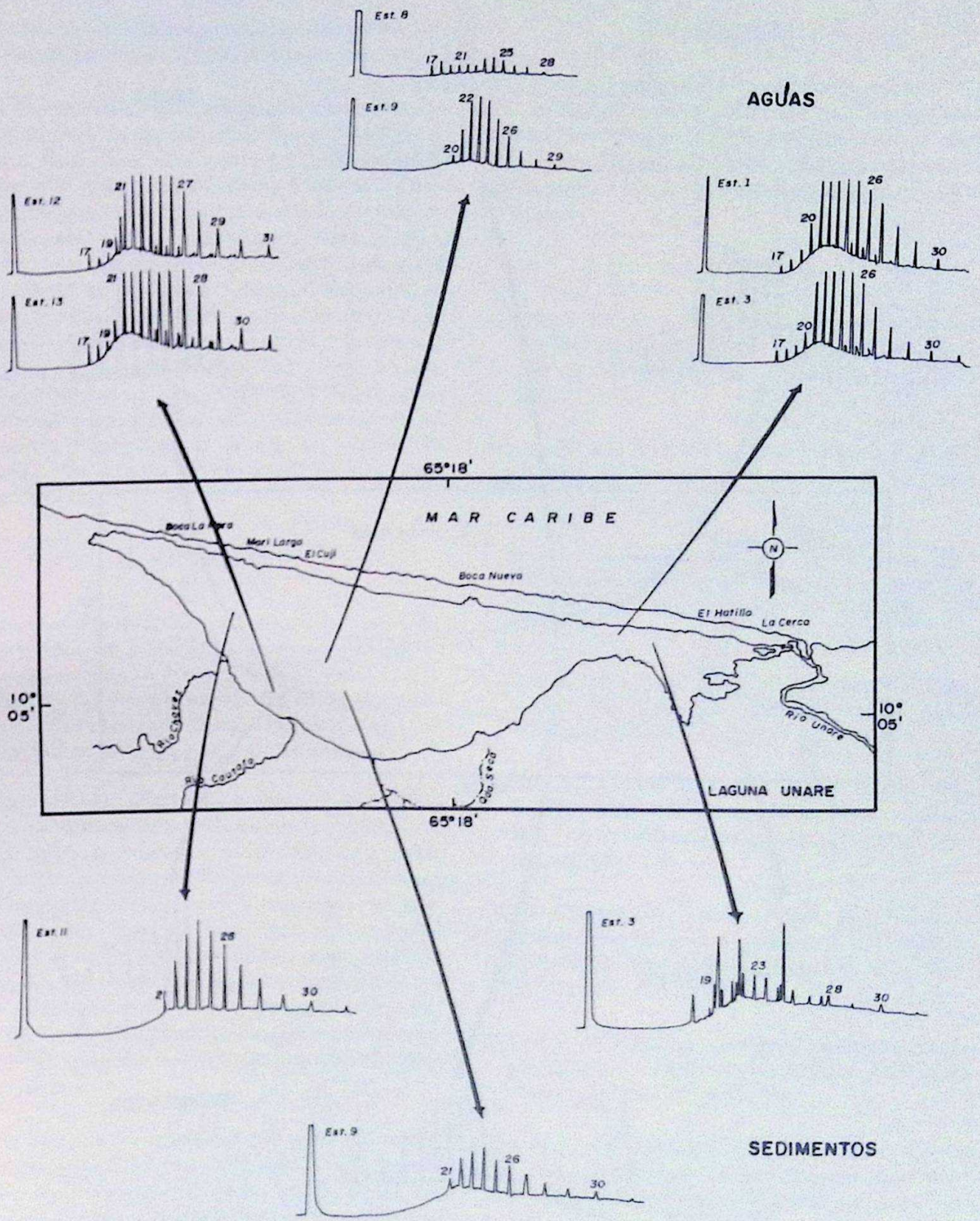


Fig. 4. Distribución de hidrocarburos en aguas y sedimentos de la Laguna de Unare.

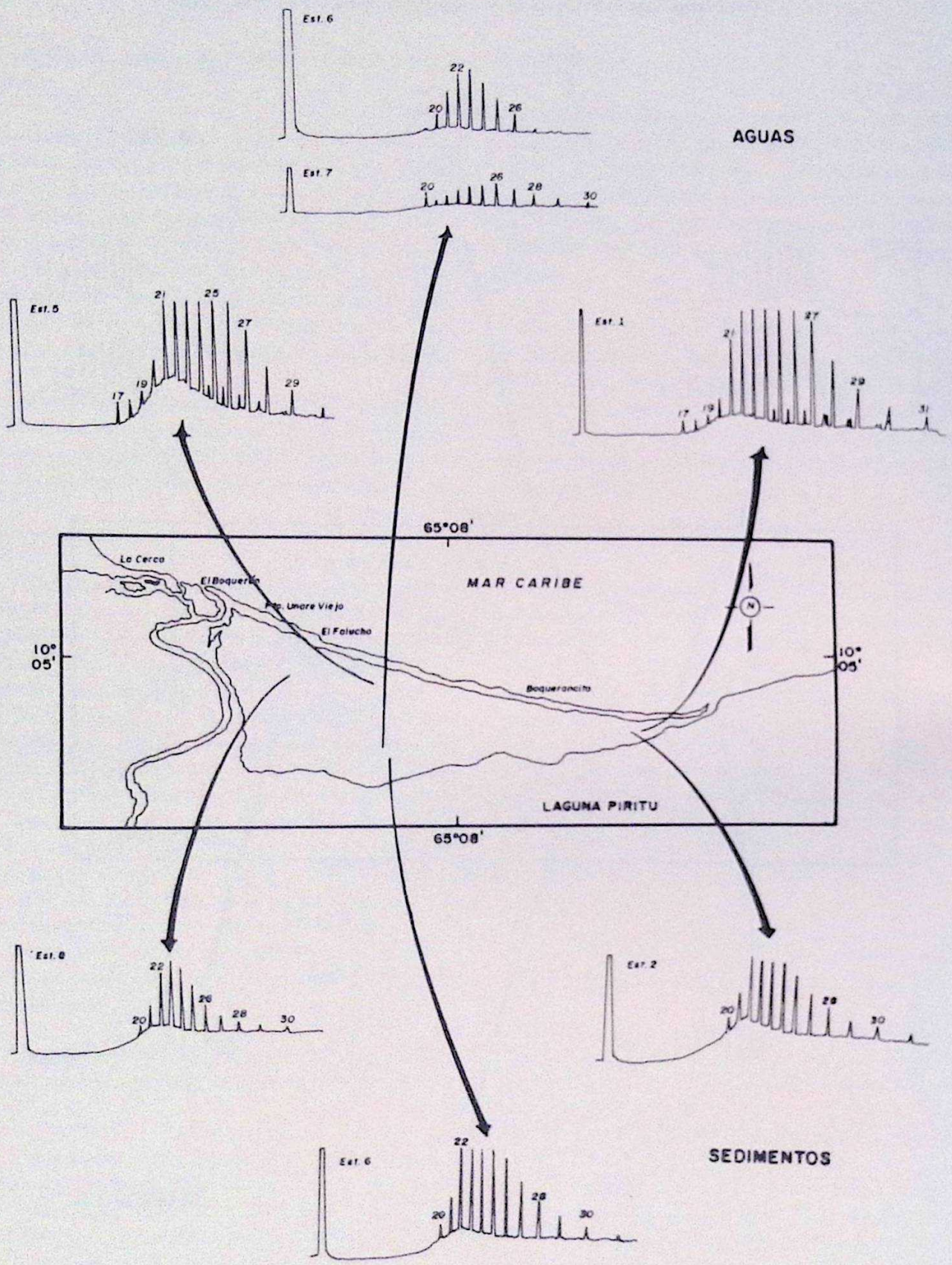


Fig. 5. Distribución de hidrocarburos en aguas y sedimentos de la Laguna de Píritu.

ros (hidrocarburos cíclicos y aromáticos por petróleo), la cual es característica de contaminación por petróleo.

La habilidad de los sedimentos para retener hidrocarburos depende del tamaño del grano, el contenido de mineral, lípidos asociados y otros materiales orgánicos (Burns *et al*, 1982). Los sedimentos arenosos con bajo contenido orgánico muestran menor contenido de hidrocarburos que los orgánicamente ricos en material orgánico. En este sentido, los sedimentos analizados fueron arcilla-limosa (Tacarigua), limo-arcillosa (Unare) y arcilla-limosa (Píritu), los cuales tienen alto contenido orgánico con razones de carbono/nitrógeno de 26,5; 11,6 y 13,5 para Tacarigua, Unare y Píritu respectivamente (Bonilla y Cedeño, 1989). Esto indica que los hidrocarburos deberían estar asociados fuertemente a los sedimentos y que cualquier vestigio de contribución antropogénica debería ser observado en el análisis cromatográfico.

CONCLUSIONES

El monitoreo realizado en las lagunas Tacarigua, Unare y Píritu indicó que hidrocarburos antropogénicos están ingresando a estos sensibles ecosistemas lagunares y las vías de ingreso son de origen marítimo y continental, aún cuando la entrada de agua de mar está restringida.

La línea base establecida a partir de los actuales niveles de hidrocarburos, indican que la actividad del hombre ha sido relevante, y no queda eliminada la posibilidad de que la contaminación se haga suficientemente persistente para causar efectos a largo plazo en estos frágiles sistemas lagunares. En tal sentido, la capacidad ambiental se vería afectada por el riesgo de aceptabilidad de sustancias tóxicas que causarían efectos dañinos tanto en el agua como en los sedimentos y organismos marinos, debido principalmente a la poca renovación de las aguas de estos sistemas lagunares de forma semicerrada.

En este estudio preliminar, las aguas del sistema lagunar mostraron mayor deterioro que los sedimentos y la laguna de Tacarigua acusó mayor contaminación. Esto indica que el estado actual del deterioro es reciente y que una mayor vigilancia podría evitar una contaminación irreversible en los sedimentos de esas lagunas.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su agradecimiento al técnico Rafael García por su magnífica colaboración durante la realización del presente trabajo. A mi hija Annelys Cedeño Gómez por su gran colaboración. A las personas seleccionadas para la lectura crítica del manuscrito por su aporte científico.

REFERENCIAS

Bonilla, J. & G. Cedeño 1989. Caracterización Orgánica del Bioecosistema Lagunar Tacarigua-Unare-Píritu. Bol. *Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 28 (1-12): 213-218.

Blumer, M. & L. Sass. 1972. The West Falmouth oil spill. II Chemistry. *Woods Hole Oceanography Institution, Tec. Rep.* 72-19-60 pp.

Burns, K. A., J. P. Villenueve & V. C. Anderling. 1982. Survey of tar, hidrocarbons and metal pollution in the Coastal Waters of Oman. *Mar. Poll. Bull. Bull.* 13 (7) 240-274.

Caripol., 1980. Manual para la vigilancia de la contaminación por petróleo. *Comisión Oceanográfica Intergubernamental.* UNESCO. 1-83.

Gamboa, B., A. García., J. Benítez & T. Okuda. 1971. Estudios de las condiciones hidrográficas y químicas de la Laguna de Tacarigua. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 10 (2): 55-72.

Okuda. T., García A. J. & J. Benítez. 1964. Variación Estacional de los elementos nutritivos de la Laguna de Unare. *Contribución al estudio de la Laguna de Unare. Inst. Oceanogr. UDO.* II. 162-180.

Okuda, T. 1968. Estudios comparativos de las condiciones hidrográficas de la Laguna de Unare y Tacarigua. *Lagena.* (17-18). 15-24.

Roa, M. P. & A. Bay. 1981. Parámetros físicos químicos de la Laguna de Unare. (Abstr). *Simposiun Internacional de la Lagunas Costeras UNESCO, Bordaux, Francia.*

Roa, M. P. 1987. Estudio comparativo de las Lagunas

Litorales del Centro Oriente de Venezuela. II *Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. Lima-Perú.*

ROA, M. P. & G. COLOMINE. 1988. *Actualización de los conocimientos y formulación de estrategias de manejos de Lagunas Costeras para pesca y acuicultura en Venezuela. INTECMAR. U.S.B. Punto C. Anexo II.*

SNEADAKER, S. C & C. D. GETTER. 1985. Plantas para el manejo de los recursos. Serie de información sobre recursos renovables. *Publ. no 2. Park. Serv. U.S. Agency for int. Dev.* 54-66.

ZSOLANY, A. 1972. Differentiation between biogenic and petroleun hydrocarbon environmental samples. *Bermuda Biological Estation, St. Georges.* 1-15 *Bermuda* 6 pp.

Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ, Oriente 31 (1 & 2): 73-89 (1992); 14 figs., 14 tabs.

ANALISIS DEL CONTENIDO ESTOMACAL Y HABITOS ALIMENTICIOS DE PALABRAX DEWEGERI (PISCES: SERRANIDAE) DE LOS ALREDEDORES DE LA ISLA DE CUBAGUA Y PUNTA DE ARAYA, VENEZUELA[1]

BERTA J. PARRA DE LORÉ

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

RESUMEN: El presente trabajo se basa en el análisis del contenido y hábitos alimenticios de *Paralabrax dewegeri* (Metzelaar, 1919) (Pisces: Serranidae) de los alrededores de la Isla de Cubagua y Punta de Araya, Venezuela, colectados mensualmente desde septiembre de 1987 a noviembre de 1988. El aparato branquial está constituido por cuatro pares de arcos branquiales: el primero presenta de 18 a 24 branquispinas de diferentes longitudes, la de los extremos son menos desarrolladas que las del centro. El estómago es relativamente grande y de paredes delgadas de gran elasticidad, presenta una región fúndica de mayor proporción que la pilórica, de paredes más gruesas y de forma cilíndrica. En la unión del estómago con el intestino se observaron de 8 a 10 ciegos pilóricos, con un promedio de 8 para ambas localidades. El intestino en *P. dewegeri* es largo, grueso y de paredes poco resistentes. El índice intestinal promedio fue de 1,21 para los organismos de la Isla de Cubagua y de 1,36 para Punta de Araya. *P. dewegeri* presentó diferencias mensuales altamente significativas en cuanto al índice de llenado, observándose valores máximos para la Isla de Cubagua en septiembre 87, mayo y julio 88, mientras que en noviembre 87 y septiembre 88 fueron los meses de menor ingestión. Para Punta de Araya los valores más altos se presentaron en marzo, mayo, julio y agosto 88 y los menores índices en noviembre y diciembre 87. El índice de vacuidad en esta especie resultó ser muy bajo, con un valor promedio de 4,09% para la Isla de Cubagua y 2,95% para Punta de Araya. De acuerdo a la naturaleza del alimento ingerido y a la categoría de los mismos *P. dewegeri* se ubica en el nivel trófico de los carnívoros. Los resultados obtenidos a través de los métodos de Frecuencia de Ocurrencia (f) y Ocurrencia numérica (ON), indican que la especie tiene preferencia alimenticia por los cangrejos en primer lugar, seguidos por los camarones, peces y ofiuros para los individuos de la Isla de Cubagua, mientras que para los de Punta de Araya se observó el orden siguiente: cangrejos, peces, camarones y ofiuros. La dieta de esta especie no varía con la talla.

ABSTRACT: This study on food and feeding habits of *Paralabrax dewegeri* was based on 948 individuals captured during Sept. 1987 to Nov. 1988 around the Cubagua Island and Punta Araya, Venezuela. The branquial apparatus was composed of 4 pairs of branchial arches with 18 to 24 branquial spines of different sizes, the extreme ends were less developed than the center. The oesophagus was short and tubular, the texture of which was thicker than the stomach. The last named one was relatively big and the walls were very elastic. There were 8 to 10 pyloric caecae at the junction of stomach and the intestine, with an average of 8. The intestine was long, thick with wall of little resistence. The mean intestinal index was 1.21 for the samples of Cubagua Island and 1.36 for Punta Araya. *P. dewegeri* in Cubagua Island showed highly significant index of fullness for the months of Sept. '87; May and July '88, while Nov. '87 and Sept. '88 showed the least fullness. The months of March, May, July and August '88 showed the highest value of fullness in the samples at Punta Araya, while the lowest was for the months of November and December '87. The Index of vacuity of this species was low, with a mean value of 4,09% for Cubagua and 3,95% for Punta Araya. *P. dewegeri* is classified as carnivorous based on the food and feeding habits. Analysis of the results of frequency of ocurrence (f) and Numerical Ocurrence (ON) of stomach contents, indicate top preference for crabs, followed by shrimps, fishes, and ophiuroids for the samples of Cubagua and crabs, fishes, shrimps and ophiuroids for the sample of Punta Araya. The diet of this species did not vary with size.

INTRODUCCION

Los Serránidos constituyen una de las familias de mayor importancia económica en muchas partes del mundo y la mayoría de sus especies son apreciadas como alimentos (RANDALL, 1968 y CERVIGÓN, 1991). Las especies que conforman a esta familia son, por excelencia, carnívoras y se alimentan principalmente de peces y crustáceos (SMITH, 1961 citado por RANDALL, 1968).

Paralabrax dewegeri es un serránido común de las costas orientales de Venezuela (Isla de Margarita y Cubagua) donde es muy abundante, siendo una de las especies más dominantes de los fondos arenosos y rocosos de 5 a 20 m de profundidad, donde por lo general, predominan los corales córneos. Los ejemplares de tallas pequeñas se encuentran entre algas, cerca de la orilla (FISCHER, 1978 y CERVIGÓN, 1991). *Paralabrax dewegeri* es conocido vulgarmente como Vieja, en el Estado Nueva

1 Este trabajo es parte de la tesis de grado presentado por el autor como requisito parcial para optar al título de Magister Scientiarum en Ciencias Marinas, Mención Biología Pesquera. Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.

Esparta, y como Taparrumbo, en el Estado Sucre. La carne de este pez es blanca, de buena calidad y se consume tanto en fresco como salado.

Debido a la importancia que tiene *Paralabrax dewegeri* como recurso pesquero en la pesca artesanal y su abundancia en los Estados Sucre y Nueva Esparta, se consideró conveniente realizar el presente estudio. Actualmente existen pocos trabajos sobre esta especie, los cuales se basan generalmente sobre su taxonomía y distribución (RANDALL, 1968; FISCHER, 1978 y CERVIGÓN, 1991). El presente trabajo tiene como objetivo determinar las características tróficas y hábitos alimenticios.

MATERIALES Y METODOS

1. MUESTREO:

Se realizaron muestreos mensuales; durante el período que va desde septiembre de 1987 a noviembre de 1988, tanto en los alrededores de la Isla de Cubagua como Punta de Araya. Por razones ajenas a nuestra voluntad, no se realizaron las capturas correspondientes a los meses de enero y febrero de 1988. Para la captura de los ejemplares, se utilizó como unidad de pesca un bote peñero de fibra de vidrio con dos motores fuera de borda y el arte de pesca utilizado fue el anzuelo. Los ejemplares de *P. dewegeri* colectados durante los muestreos, en ambas áreas de estudio, fueron colocados en una cava con hielo inmediatamente después de su captura, para así ser trasladados al laboratorio para su posterior análisis.

2. CARACTERÍSTICAS TRÓFICAS Y HÁBITOS ALIMENTICIOS:

Los ejemplares utilizados fueron pesados y medidos, luego se les extrajo el aparato branquial y el tracto digestivo mediante un corte longitudinal a nivel de la región abdominal.

2.1 APARATO BRANQUIAL:

El estudio del aparato branquial se realizó en 107 ejemplares de *P. dewegeri*. Una vez extraído éste, se procedió a contar el número de arcos branquiales, la longitud del primer arco branquial y el número de branquispinas presentes en el primer arco. El número de branquispinas y la longitud del primer arco branquial se relacionó con la longitud total mediante un análisis de regresión (SOKAL y ROHLF, 1969).

2.2. TRACTO DIGESTIVO:

El tracto digestivo se estudió en 500 ejemplares colectados frente a Punta de Araya y 506 ejemplares de la Isla de Cubagua. Luego de observarse su disposición y morfología macroscópica en la cavidad celómica, éste se extrajo. Los órganos así obtenidos fueron limpiados para luego ser analizados; tanto el esófago como el estómago fueron medidos con un vernier de 0,1 mm de apreciación, se contaron los ciegos pilóricos y se midió el intestino con un ictiómetro de 1 mm de precisión.

La longitud del intestino y el número de ciegos se relacionaron con la longitud total del pez mediante análisis de regresión (SOKAL y ROLHF, 1969).

2.3. ANÁLISIS DEL CONTENIDO ESTOMACAL:

El estómago se separó de las demás estructuras para lo cual se desprendieron los ciegos pilóricos y el intestino se cortó a nivel de la región pilórica. Cada estómago fue pesado y luego se les extrajo el contenido estomacal para posteriormente pesar la membrana estomacal (estómago vacío). Para determinar el peso del estómago lleno y vacío, se utilizó una balanza con 0,01 g de precisión. El contenido estomacal se examinó de inmediato con la ayuda de una lupa binocular o un microscopio (cuando fue necesario) con el objeto de identificar los renglones alimenticios.

2.3.1. Métodos cuantitativos:

A cada estómago se le determinó lo siguientes índices:

a) Indice de llenado, usado por YAÑEZ ARANCIBIA *et al.*, (1976).

La clasificación del grado del llenado de los estómagos se hizo según una escala modificada de acuerdo al criterio de Laevastú (1980).

IF < 0,10	Vacío
0,10 < IF < 0,50	Semi-vacío
0,50 < IF < 1,00	Semi-lleno
IF > 1,00	Lleno

b) Indice de Vacuidad (I.V.), este índice se determinó según la fórmula descrita por ALBERTINE-BERHAUT (1973).

c) Indice intestinal (Ii), propuesto por NIKOLSKY (1963) dado la relación que tiene con los hábitos alimenticios de los peces.

El valor del índice intestinal se interpreta de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} Ii &< 1 \quad \text{Carnívoro} \\ 1 < Ii &< 2 \quad \text{Omnívoro} \\ Ii &> 2 \quad \text{Hervíboro} \end{aligned}$$

Las diferencias del índice de llenado e índice intestinal, entre meses y clases de tallas, se determinaron a través de análisis de varianza sencillo (SOKAL y ROHLF, 1969) y comparación de medidas a posteriori por el método de Duncan.

También se relacionó la longitud total con el índice de llenado y con la longitud del intestino mediante análisis de regresión lineal.

2.3.2. Métodos cualitativos:

a) Frecuencia de ocurrencia (f), citada por Ricker (1971). Este método se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$f = \frac{n}{NE}$$

donde:

n = Número de estómagos en los cuales se encontró un determinado organismo.
NE = Número de estómagos examinados.

Obteniéndose las siguientes categorías de los renglones alimenticios:

$$\begin{aligned} f &< 0{,}10 \quad \text{Accidentales} \\ 0{,}10 < f &< 0{,}50 \quad \text{Secundarios} \\ f &> 0{,}50 \quad \text{Preferenciales} \end{aligned}$$

b) Ocurrencia numérica (ON), citada por HOLDEN y RAITT (1974) y se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$ON = \frac{N^{\circ} \text{ de ocurrencia de determinada presa}}{N^{\circ} \text{ total de presas presentes}} \times 100$$

Para establecer las diferencias en el contenido estomacal entre meses y tipo de alimento preferido, se realizó un análisis de varianza doble y comparación de medidas a posteriori por el Método de DUNCAN (STEEL y TORRIE, 1989). También se relacionaron los componentes de la dieta con la talla de la especie en estudio.

ZONA DE ESTUDIO

Para el presente trabajo se seleccionaron como área de estudio, la parte nororiental de la Isla de Cubagua y la región norte de Punta de Araya (Fig. 1). Los muestreos se realizaron a una profundidad de 5 a 7 metros.

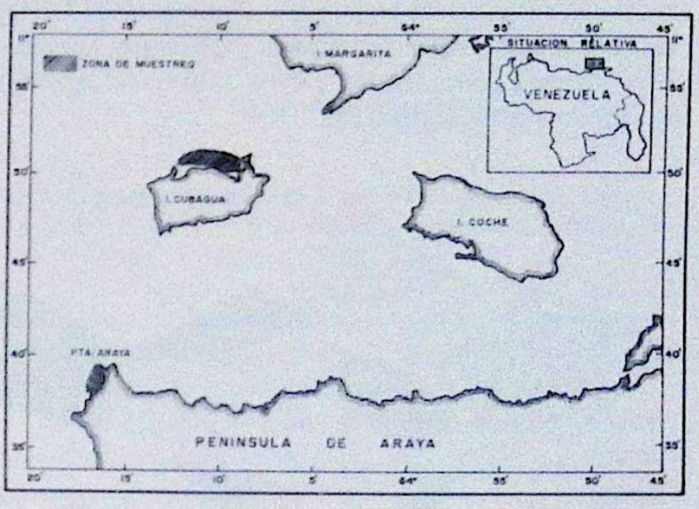


Fig. 1. Area de estudio.

Cubagua, es una pequeña isla con una superficie de 22,4 Km² y un perímetro de 25 Km. Es muy árida y de vegetación escasa, sin curso de agua dulce y sirve de asiento temporal a comunidades de pescadores. La Bahía de Charagato es abierta y presenta fondos, desde arenosos limpios con rodales de *Thalassia testudinum*, hasta ambientes rocosos y coralinos de poca extensión. A partir de los 4 - 5 m de profundidad abundan los octocorales que prácticamente tapizan el fondo de la bahía (GÓMEZ, 1988). Está ubicada entre 10° 49' 30" Latitud Norte y 64° 10' 0" Longitud Oeste, al sur de la Isla de Margarita.

Punta de Araya es una playa desprotegida con fondos arenosos, con praderas de *T. testudinum*, ubicada entre 10° 39' 0" Lat. Norte y 64° 16' 52" Long. Oeste, al noroeste de la Península de Araya. La parte norte de esta península es una de las zonas de mayor intensidad de surgencias, debido a la influencia de los vientos Alisios en las áreas adyacentes a la costa, sobre todo en los meses de enero a

abril. Las aguas superficiales de esta zona muestran gran variabilidad de temperatura y salinidad, como consecuencia de las variaciones en la intensidad de las surgencias, por los aportes fluviales, pluviales y los cambios climatológicos (BONELLS, 1986).

RESULTADOS

1. CARACTERÍSTICAS TRÓFICAS Y HÁBITOS ALIMENTICIOS:

El examen macroscópico de los ejemplares de P. *dewegeri* (Fig. 2) demostró que posee un sistema digestivo constituido por boca, faringe, esófago, estómago, intestino y orificio anal en su parte terminal (Fig. 3). Así mismo, se observaron estructuras y glándulas anexas a este sistema, tales como ciegos pilóricos, aparatos branquial, hígado y páncreas.

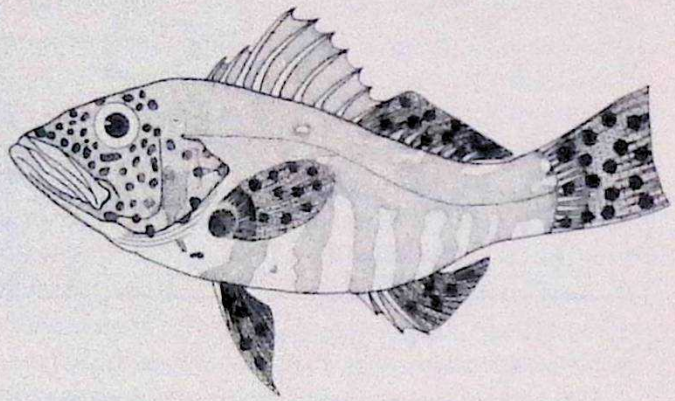


Fig. 2. Aspecto externo de *Paralabrax dewegeri* (vieja).

1.1. APARATO BRANQUIAL:

El aparato branquial está constituido por cuatro (4) pares de arcos branquiales, de los cuales el primero presenta en su parte dorso-lateral de 18 a 24 estructuras denominadas branquispinas. Se pudo observar que las próximas a los extremos son menos desarrolladas (aproximadamente 6 a 9 branquispinas) que las del centro (Fig. 4). El número promedio de branquispinas en P. *dewegeri* fue de 21, el 56,07% de los ejemplares presentaron 21 branquispinas (Fig. 5). A través de análisis de regresión, se determinó que el número de branquispinas aumenta positivamente con la longitud total del pez ($Y = 19,27 + 0,01\ X$; $r = 0,31^{**}$; $p = 0,01$).

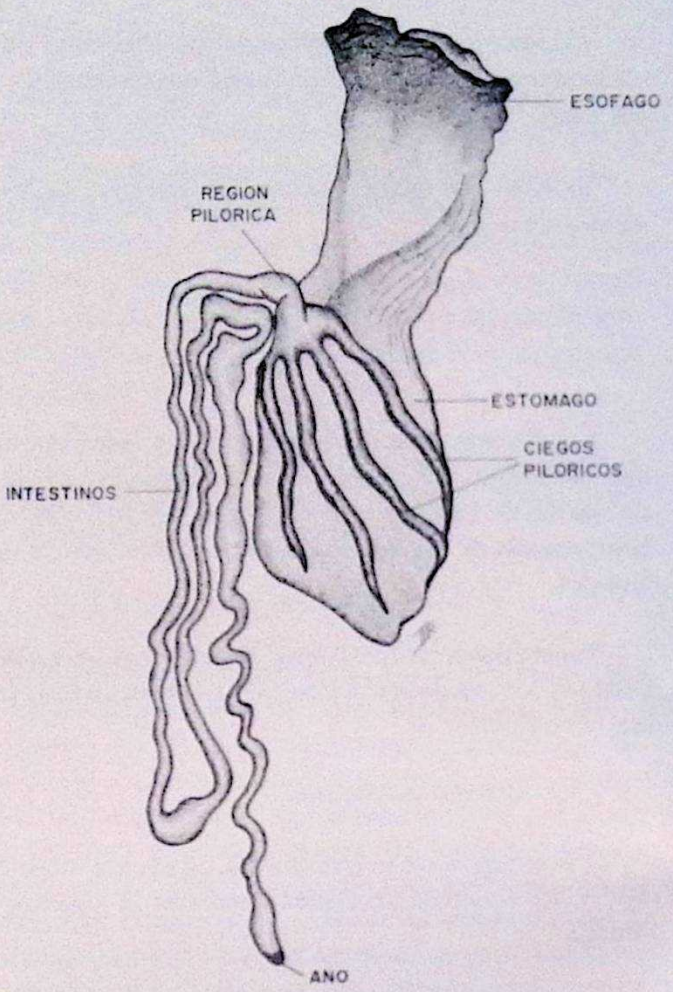


Fig. 3. Dibujo representativo del sistema digestivo de *P. dewegeri*.

La longitud de primer arco branquial varió entre 28,60 y 55,20 mm, con un promedio de 37,38 mm. La mayoría de los ejemplares presentaron una longitud del primer arco branquial entre 35 y 39 mm. Se pudo determinar que la longitud del arco aumenta positivamente con el incremento de la longitud total pez ($Y = 0,82 + 0,22\ X$; $r = 0,92^{**}$; $p = 0,01$) (Fig. 6).

1.2. TRACTO DIGESTIVO:

A continuación de la cavidad faríngea, se localiza el esófago, de forma tubular, corto y de una textura más gruesa que el estómago, con una longitud promedio de 13,6 mm y una variación entre 4,9 y 29,5 mm para los ejemplares de los alrededores de la Isla de Cubagua y entre 6,5 y 32,6 mm con la longitud media de 15,1 mm para el área de Punta de Araya. Inmediato a este órgano, se encuentra el estómago, el cual es relativamente grande, de paredes más delgadas, de gran elasticidad; en éste se

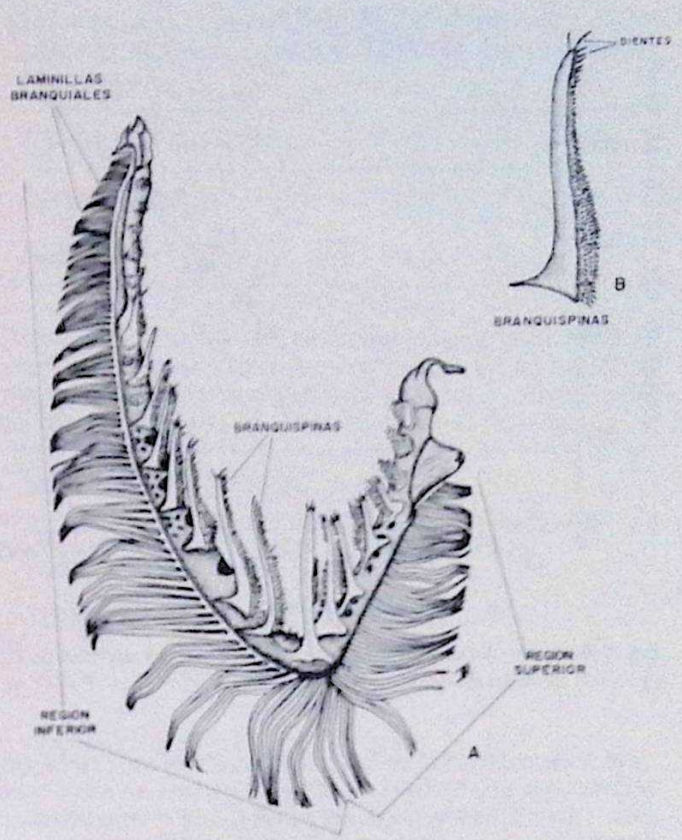


Fig. 4. Vista lateral del primer arco branquial (A) y una branquispina (B) de *P. dewegeri*.

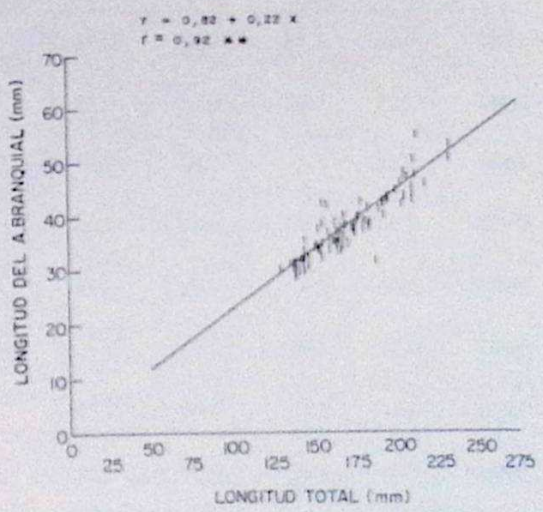


Fig. 5. Polígono de frecuencia del número de branquispinas en *P. dewegeri*.

observan dos regiones diferenciadas. La fúndica, de mayor proporción que la pilórica, de paredes más gruesas y de forma cilíndrica. La longitud del estómago estuvo comprendida entre 12,8 y 73,0 mm, con un promedio de

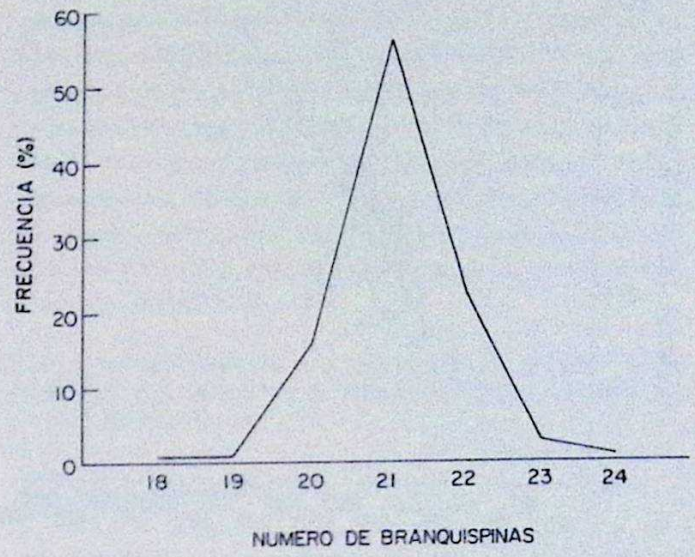


Fig. 6. Relación entre la longitud total y la longitud del primer arco branquial de *P. dewegeri* de los alrededores de la Isla de Cubagua y de Punta de Araya.

34 mm para la Isla de Cubagua y de 41 mm para Punta de Araya, con un rango entre 15,2 y 73,5 mm.

En la unión del estómago con el intestino presenta unas estructuras alargadas denominadas ciegos pilóricos. El número de estos estuvo entre 8 y 10, con un promedio de 8 ciegos para ambas localidades. Se determinó que no existe asociación entre el número de ciegos y la longitud total de esta especie.

Seguido de la región pilórica del estómago, se encuentra el intestino, el cual desciende hasta la parte terminal del estómago y luego sube alrededor de éste, pasando por encima de la región pilórica y bajando nuevamente hasta alcanzar el orificio anal. El intestino en *P. dewegeri* es grueso y de paredes poco resistentes; su longitud osciló entre 100 y 478 mm para la Isla de Cubagua y entre 90 y 520 mm para Punta de Araya, con una longitud promedio de 239 y 278 mm, respectivamente. Además, se comprobó que la longitud de este órgano es directamente proporcional a la longitud total del cuerpo, con ecuaciones de regresión ($Y = -95,18 + 1,92\ X$; $r = 0,70^{**}$) (Fig. 7) para la Isla de Cubagua, y ($Y = -147,99 + 2,15\ X$; $r = 0,73^{**}$) (Fig. 8) para Punta de Araya.

El hígado es una glándula anexa al sistema digestivo, ubicado en la parte superior del estómago cubriendo parte

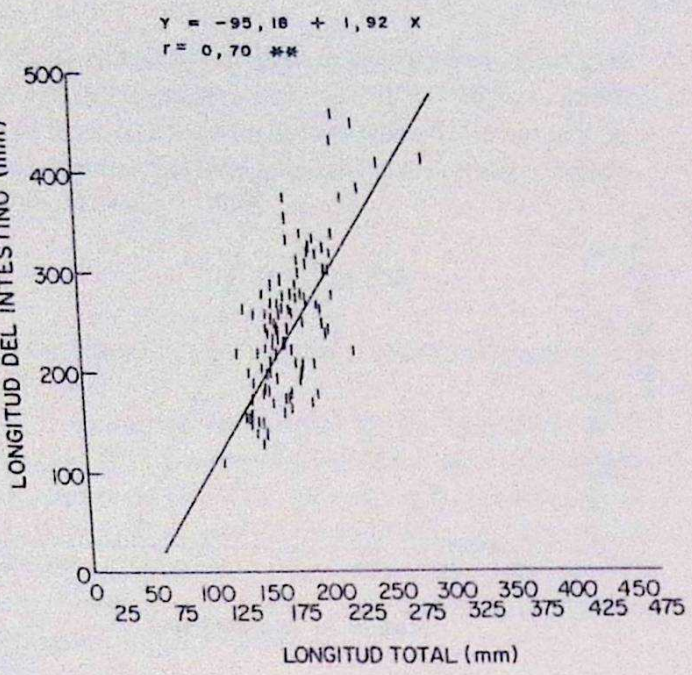


Fig. 7. Relación entre la longitud total y la longitud del intestino de *P. dewegeri* de los alrededores de la Isla de Cubagua.

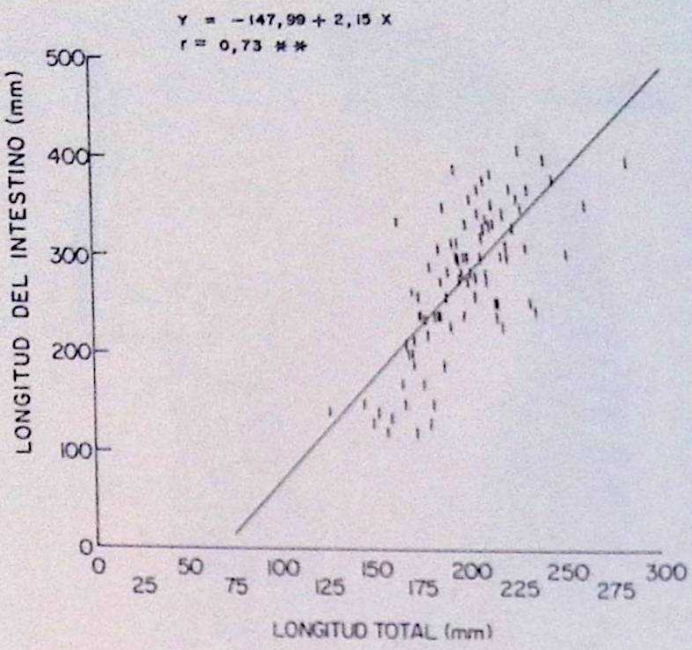


Fig. 8. Relación entre la longitud total y la longitud del intestino de *P. dewegeri* de Punta de Araya.

de éste. Su peso varió entre 0,03 y 8,01 g con un promedio de 0,84 g, para los ejemplares de la Isla de Cubagua y entre 0,11 y 8,42 g, con una media de 1,36 g para Punta de Araya. Además, se determinó el índice hepático mensual, el cual presentó un máximo (1,21) en julio de 1988 y un mínimo (0,48) en noviembre de 1987 para la Isla de Cubagua , un análisis de varianza sencillo reveló que existen diferencias mensuales significativas ($Fs = 11,54$; $p < (0,001)$ (Tabla 1a y 1b). En Punta de Araya el máximo fue de 1,43 en julio de 1988 y el mínimo de 0,60 en el mes de diciembre de 1987, igualmente se observaron diferencias mensuales significativa ($Fs = 15,58$; $p < 0,001$) (Tabla 2a y 2b).

1.3. ANÁLISIS DEL CONTENIDO ESTOMACAL

1.3.1. Métodos cuantitativos:

a) Indice de llenado: *P. dewegeri* presentó un índice de llenado anual de $1,64 \pm 0,59$ para la Isla de Cubagua y

TABLA 1A. ANALISIS DE VARIANZA SENCILLO DEL INDICE HEPATICO MENSUAL DE PARALABRAX DEWERI, DE LA ISLA DE CUBAGUA

FUENTE DE VARIACIÓN	gl	Sc	Mc	Fs
ENTRE MESES	11	16,47	1,50	11,54***
ERROR	478	61,79	0,13	

TABLA 1B. RESUMEN DE LA COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS POR EL METODO DE DUNCAN (D) DE LA VARIACION DEL INDICE HEPATICO MENSUAL DE PARALABRAX DEWEGERI, DE LA ISLA DE CUBAGUA. S = DESVIACION ESTANDAR.

MESES	RECORRIDO		MEDIA	S	D
11/87	0,09	1,38	0,48	0,28	
10/87	0,25	1,62	0,61	0,24	
12/87	0,18	1,73	0,63	0,33	
09/88	0,28	0,99	0,66	0,20	
10/88	0,36	2,17	0,78	0,32	
09/87	0,29	1,69	0,84	0,41	
03/88	0,41	2,14	0,89	0,39	
04/88	0,23	1,62	0,91	0,30	
08/88	0,14	2,41	0,93	0,40	
06/88	0,44	1,58	0,94	0,28	
05/88	0,36	2,58	0,95	0,47	
07/88	0,49	2,61	1,21	0,62	

TABLA 2A. ANALISIS DE VARIANZA SENCILLO DEL INDICE HEPATICO MENSUAL DE PARALABRAX DEWEGERI, DE PUNTA DE ARAYA.

FUENTE DE VARIACIÓN	gl	Sc	Mc	Fs
ENTRE MESES	12	22,47	1,87	15,58***
ERROR	407	48,73	0,12	

TABLA 2B. RESUMEN DE LA COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS POR EL METODO DE DUNCAN (D) DE LA VARIACION DEL INDICE HEPATICO MENSUAL DE PARALABRAX DEWEGERI, DE PUNTA DE ARAYA. S = DESVIACION ESTANDAR.

MESES	RECORRIDO		MEDIA	S	D
12/87	0,23	1,57	0,60	0,28	
11/87	0,20	0,97	0,61	0,17	
04/88	0,24	1,81	0,75	0,35	
03/88	0,48	1,42	0,80	0,22	
09/87	0,42	2,21	0,83	0,37	
10/87	0,45	1,96	0,86	0,30	
11/88	0,48	1,64	0,89	0,28	
10/88	0,15	2,76	1,00	0,54	
09/88	0,56	2,53	1,02	0,37	
06/88	0,13	2,74	1,03	0,46	
08/88	0,60	2,58	2,17	0,33	
05/88	0,50	2,49	1,18	0,37	
07/88	0,69	2,20	1,43	0,33	

de 1,40 ± 0,47 para Punta de Araya, lo que indica una condición de lleno en ambos casos. Para los ejemplares de la Isla de Cubagua, el índice de llenado osciló entre 0,86 (Semi-lleno) en el mes de septiembre de 1988 y 2,96 (Lleno) en el mes de julio de 1988, mientras que en Araya varió entre 0,75 (Semi-lleno) en noviembre de 1988 y 2,31 (Lleno) en mayo de 1988.

Se encontraron diferencias altamente significativas ($Fs = 3,55$; $p < 0,001$) para el área de Cubagua, donde se observa que los mayores valores de índice de llenado se presentaron en los meses de septiembre de 1987, mayo y julio de 1988, mientras que en noviembre de 1987 y septiembre de 1988 fueron los meses de menor ingestión (Tabla 3b). Para Punta de Araya, el ANOVA determinó que existían diferencias altamente significativas ($Fs = 4,11$; $p < 0,001$), estableciéndose que los meses de julio, agosto, marzo y mayo de 1988 fueron los meses de mayor ingestión y los de menor índice los meses de noviembre y diciembre de 1987 (Tabla 4b).

TABLA 3A. ANALISIS DE VARIANZA SENCILLO DEL INDICE DE REPLECION MENSUAL DE PARALABRAX DEWEGERI, DE LA ISLA DE CUBAGUA

FUENTE DE VARIACIÓN	gl	Sc	Mc	Fs
ENTRE MESES	11	131,93	11,99	3,55***
ERROR	501	1.695,20	3,38	

TABLA 3B. RESUMEN DE LA COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS POR EL METODO DE DUNCAN (D) DE LA VARIACION DEL INDICE DE REPLECION MENSUAL DE PARALABRAX DEWEGERI, DE LA ISLA DE CUBAGUA. S = DESVIACION ESTANDAR.

MESES	RECORRIDO		MEDIA	S	D
09/88	0,00	4,46	0,86	1,06	
11/87	0,02	4,90	0,91	1,10	
10/87	0,02	8,54	1,24	1,74	
03/88	0,09	6,36	1,24	1,36	
12/87	0,04	5,54	1,29	1,36	
10/88	0,09	14,27	1,56	2,67	
08/88	0,08	6,94	1,77	1,56	
06/88	0,00	9,03	1,87	1,84	
04/88	0,20	7,22	1,92	1,68	
09/87	0,07	8,06	1,94	2,01	
05/88	0,18	11,94	2,11	2,30	
07/88	0,37	9,36	2,96	2,40	

TABLA 4A. ANALISIS DE VARIANZA SENCILLO DEL INDICE DE REPLECION MENSUAL DE PARALABRAX DEWEGERI, DE PUNTA DE ARAYA.

FUENTE DE VARIACIÓN	gl	Sc	Mc	Fs
ENTRE MESES	12	88,70	7,39	4,11***
ERROR	422	761,40	1,80	

TABLA 4B. RESUMEN DE LA COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS POR EL METODO DE DUNCAN (D) DE LA VARIACION DEL INDICE DE REPLECION MENSUAL DE PARALABRAX DEWEGERI, DE PUNTA DE ARAYA. S = DESVIACION ESTANDAR.

MESES	RECORRIDO		MEDIA	S	D
11/88	0,11	5,48	0,75	0,98	
09/87	0,06	4,14	0,86	1,10	
11/87	0,03	4,98	0,93	1,06	
12/87	0,03	6,99	0,96	1,55	
04/88	0,03	7,47	0,98	1,29	
10/87	0,17	3,96	1,43	1,17	
09/88	0,16	5,80	1,44	1,32	
10/88	0,12	5,08	1,56	1,33	
06/88	0,24	4,30	1,60	1,03	
07/88	0,18	4,98	1,74	1,15	
08/88	0,36	5,42	1,75	1,27	
03/88	0,08	6,36	1,83	1,53	
05/88	0,07	9,18	2,31	2,15	

Comparando gráficamente el comportamiento de los promedios mensuales del índice de llenado e índice hepático, se pudo determinar que los primeros muestran un patrón similar en sus fluctuaciones mensuales, correspondiendo los máximos y mínimos valores del índice hepático con los del índice de repleción.

Al relacionar el índice de llenado con la longitud total del pez, se pudo comprobar que no existe relación lineal entre ambas variables (Cubagua: $Fs = 1,32$; $p < 0,05$) (Araya: $Fs = 0,23$; $p > 0,05$).

b) Indice de vacuidad: De los 513 ejemplares analizados de P. *dewegeri* de la población de la Isla de Cubagua, se encontraron 21 estómagos vacíos, lo que representa un índice de vacuidad aproximado del 4,09%, con una variación mensual de 0% (abril y mayo de 1988) y 21,74% (septiembre de 1988), (Tabla 5 y Fig. 9).

TABLA 5. VARIACION MENSUAL DEL NUMERO DE EJEMPLARES DE PARALABRAX DEWEGERI, DEL A ISLA DE CUBAGUA, SEGUN EL GRADO DE LLENADO DEL ESTOMAGO E INDICE DE VACUIDAD (IV) N = TAMAÑO DE LA MUESTRA; LL = LLENO; SLL = SEMI-LLENO; SV = SEMI-VACIO; V = VACIO.

MESES	N	LL	SLL	SV	V	Iv
09/87	40	24	7	7	2	5,00
10/87	42	14	7	16	5	11,90
11/87	58	16	7	32	3	5,17
12/87	38	15	9	13	1	2,63
03/88	55	21	10	23	1	1,82
04/88	42	26	9	7	–	0,00
05/88	41	26	8	7	–	0,00
06/88	37	21	5	10	1	2,70
07/88	28	22	5	1	–	0,00
08/88	47	29	6	10	2	4,26
09/88	23	8	4	6	5	21,74
10/88	62	21	13	27	1	1,61
TOTAL	513	243	90	159	21	4,09

En Punta de Araya se estudió un total de 435 estómagos, de los cuales 13 ejemplares presentaron estómagos vacíos, correspondiendo esto a un índice de vacuidad aproximado del 2,95% (Fig. 10) y osciló entre 0 y 16,6% (Tabla 6).

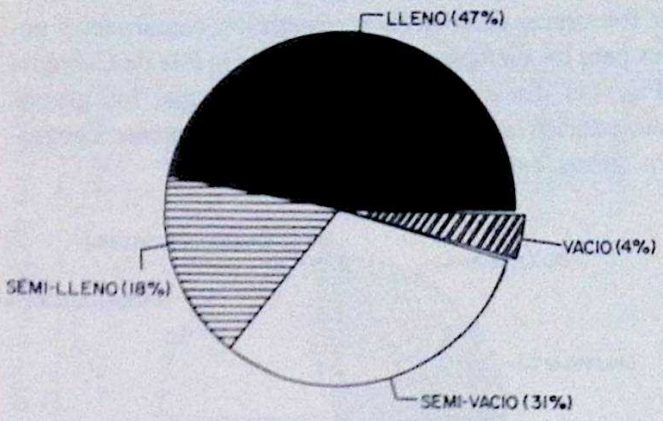


Fig. 9. Ciclograma del grado de llenado e índice de vacuidad de *P. dewegeri* de los alrededores de la Isla de Cubagua.

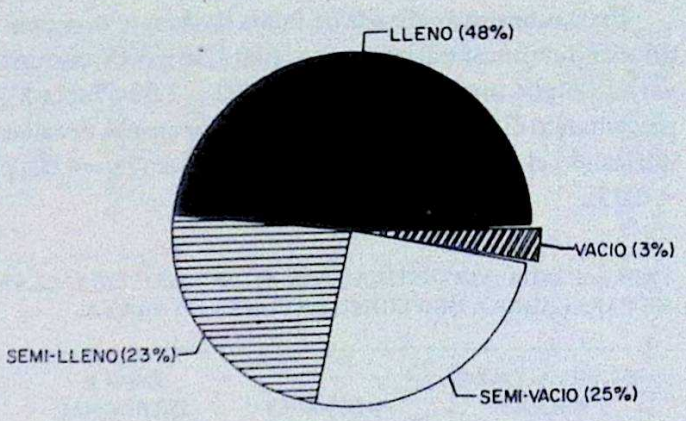


Fig. 10. Ciclograma del llenado e índice de vacuidad de *P. dewegeri* de Punta de Araya.

TABLA 6. VARIACION MENSUAL DEL NUMERO DE EJEMPLARES DE PARALABRAX DEWEGERI, DE PUNTA DE ARAYA, SEGUN EL GRADO DE LLENADO DEL ESTOMAGO E INDICE DE VACUIDAD (IV). N = TAMAÑO DE LA MUESTRA; LL = LLENO; SLL = SEMI-LLENO; SV = SEMI-VACIO; V = VACIO.

MESES	N	LL	SLL	SV	V	Iv
09/87	30	7	9	9	9	16,67
10/87	45	21	14	10	–	0,00
11/87	30	8	8	13	1	3,33
12/87	36	7	7	18	4	11,11
03/88	30	19	7	3	1	3,33
04/88	32	9	11	11	1	3,12
05/88	39	29	3	6	1	2,56
06/88	36	25	6	5	–	0,00
07/88	40	30	7	3	–	0,00
08/88	28	21	5	2	–	0,00
09/88	36	17	7	12	–	0,00
10/88	22	13	6	3	–	0,00
11/88	31	4	12	15	–	0,00
TOTAL	435	210	102	110	13	2,95

c) Indice intestinal: *P. dewegeri* presentó un índice promedio de 1,21 ± 0,23 para los ejemplares de la Isla de Cubagua, con valores comprendidos entre 0,67 y 1,44 (Tabla 7). El análisis de varianza indicó diferencias significativas en cuanto al índice intestinal por grupos de tallas ($Fs = 6,26$; $p < 0,05$).

TABLA 7 INDICE INTESTINAL POR INTERVALOS DE TALLAS DE PARALABRAX DEWEGERI, DE LA ISLA DE CUBAGUA.

INTERVALOS DE TALLAS (LONGITUD TOTAL)	FRECUENCIA	ÍNDICE INTESTINAL PROMEDIO
105		
125	4	0,67
145	50	1,05
165	150	1,15
185	147	1,22
205	85	1,28
225	48	1,44
245	15	1,41
265	3	1,39
285	3	1,11
305	1	1,34

En la muestra analizada de Punta de Araya, se encontró un índice intestinal promedio igual 1,36±0,18, con una variación por intervalos de tallas 1,02 y 1,50 (Tabla 8), presentando diferencias significativas por grupos de tallas utilizando el mismo tipo de análisis anterior ($Fs = 4,02$; $p < 0,05$).

TABLA 8. INDICE INTESTINAL POR INTERVALOS DE TALLAS DE PARALABRAX DEWEGERI, DE PUNTA DE ARAYA.

INTERVALOS DE TALLAS (LONGITUD TOTAL)	FRECUENCIA	ÍNDICE INTESTINAL PROMEDIO
125		
145	5	1,02
165	29	1,08
185	96	1,25
205	121	1,45
225	117	1,47
245	44	1,50
265	10	1,47
285	5	1,45
305	1	1,44
325	0	–
345	1	1,46

1.3.2. Métodos cualitativos:

El método de frecuencia de ocurrencia demostró que esta especie tiene preferencias alimenticias en primer lugar por los cangrejos, seguidos por los camarones, peces y ofiuros. Además, se encontraron otros renglones alimenticios en pequeñas cantidades tales como moluscos (bivalvos, gasterópodos), coral, anomuros, poliquetos, *Balanus*, *Aplysia*, estomatópodos, algas y piedras (Tablas 9 y 10).

El método de ocurrencia numérica demostró que los renglones alimenticios mayormente ingeridos por esta especie eran los mismos que se encontraron por el método de frecuencia de ocurrencia: cangrejos, camarones y peces para los ejemplares estudiados de la Isla de Cubagua (Fig. 11). En el caso de Punta de Araya, los grupos alimenticios se presentaron en el orden siguiente: cangrejos, peces, camarones y ofiuros (Fig. 12).

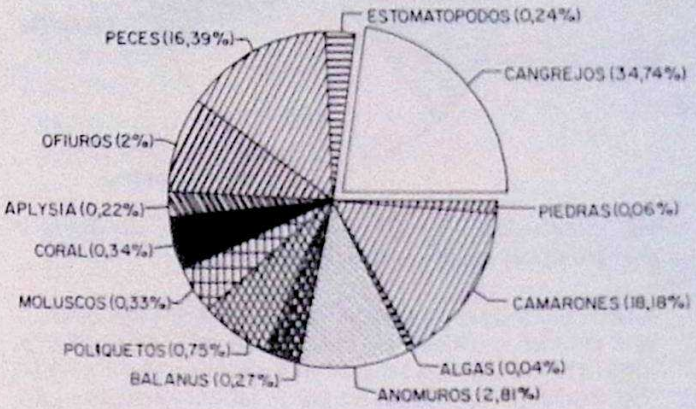


Fig. 11. Ciclograma de los componentes de la dieta de *P. dewegeri* de los alrededores de la Isla de Cubagua (Ocurrencia Numérica).

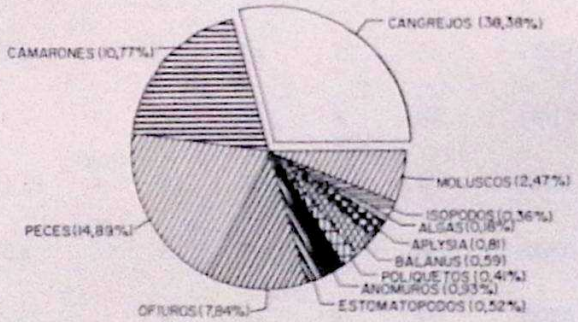


Fig. 12. Ciclograma de los componentes de la dieta de *P. dewegeri* de Punta de Araya (Ocurrencia Numérica).

Previamente, los análisis de ANOVA 2 se probaron si las varianzas eran homogéneas, encontrándose homogeneidad en las varianzas, calculadas para los tres (3) renglones alimenticios, presentes en todos los meses de estudio de la Isla de Cubagua de acuerdo a los dos métodos aplicados, mientras que en Punta Araya las varianzas resultaron heterogéneas, por lo que fue necesario hacer transformaciones angulares (ARCSENO (vx)) de los valores encontrados por los métodos de frecuencia y ocurrencia numérica durante el análisis del contenido estomacal.

Se encontró que no existen diferencias mensuales en la

TABLA 9. FRECUENCIA DE OCURRENCIA (F) MENSUAL DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ALIMENTOS PREFERIDOS POR P. DEWEGERI, DE LA ISLA DE CUBAGUA, $\overline{X}$ = PROMEDIO ANUAL.

ESPECIES	SEP 87	OCT 87	NOV 87	DIC 87	MAR 88	ABR 88	MAY 88	JUN 88	JUL 88	AGO 88	SEP 88	OCT 88	X
CANGREJOS	0,53	0,25	0,40	0,37	0,36	0,71	0,59	0,65	0,71	0,54	0,30	0,46	0,49
CAMARONES	0,28	0,37	0,10	0,13	0,93	0,36	0,41	0,27	0,18	0,08	0,30	0,28	0,31
PECES	0,14	0,12	0,05	0,37	0,21	0,24	0,24	0,25	0,50	0,14	0,22	0,30	0,23
OFIUROS	–	–	–	–	–	0,07	–	0,05	–	0,14	0,13	0,15	0,05
MOLUSCOS	–	0,03	–	–	–	–	–	–	0,04	–	–	0,03	0,01
CORAL	–	0,03	–	–	0,07	0,02	0,02	–	–	–	–	0,03	0,01
ANOMUROS	–	–	0,07	0,05	0,07	0,02	0,02	0,22	–	–	0,17	0,15	0,06
POLIQUETO	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,12	–	–	0,01
BALANUS	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,03	0,003
APLYSIA	–	–	–	–	–	–	0,05	–	–	–	–	–	0,004
ALGAS	0,02	–	–	–	–	0,02	–	–	–	–	–	–	0,002
ESTOMATÓPODOS	0,07	–	–	–	–	0,02	–	–	–	–	–	–	0,002
PIEDRAS	–	–	–	–	0,04	–	–	–	–	–	–	–	0,003
*N. IDENT.	0,19	0,32	0,50	0,34	0,14	0,19	0,29	0,38	0,29	0,18	0,48	0,48	0,32
CARNADA	0,07	0,05		–	–	–	–	0,05	–	0,02	–	–	0,01

*MATERIAL DIGERIDO Y SEMI-DIGERIDO NO IDENTIFICADO

TABLA 10. FRECUENCIA DE OCURRENCIA (F) MENSUAL DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ALIMENTOS PREFERIDOS POR P. DEWEGERI, DE PUNTA DE ARAYA. $\overline{X}$ = PROMEDIO ANUAL

ESPECIES	SEP 87	OCT 87	NOV 87	DIC 87	MAR 88	ABR 88	MAY 88	JUN 88	JUL 88	AGO 88	SEP 88	OCT 88	NOV 88	X
CANGREJOS	0,30	0,42	0,30	0,33	0,73	0,47	0,66	0,83	0,80	0,86	0,67	0,73	0,32	0,57
CAMARONES	0,33	0,16	0,20	0,06	0,30	0,28	0,05	0,17	0,30	0,25	0,17	0,14	0,32	0,21
PECES	0,10	0,40	0,24	0,19	0,27	0,09	0,37	0,22	0,20	0,25	0,30	0,27	0,06	0,23
OFIUROS	0,06	0,11	0,03	0,06	0,07	0,13	0,24	0,33	0,45	0,43	0,22	0,09	0,16	0,18
MOLUSCOS	–	0,04	0,03	0,08	–	0,06	–	0,08	0,03	–	0,13	0,05	–	0,04
ANOMUROS	–	–	–	0,06	0,03	–	0,05	–	–	–	–	0,05	0,06	0,02
POLIQUETO	–	–	–	–	0,03	0,03	–	0,03	–	0,07	–	–	–	0,01
BALANUS	–	–	–	–	0,03	–	–	0,06	0,03	0,07	–	–	0,03	0,01
APLYSIA	–	–	–	–	–	0,03	–	–	–	0,07	–	–	0,03	0,01
ALGAS	–	–	–	–	–	0,03	–	–	–	–	0,03	–	–	0,01
ISÓPODOS	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,04	–	0,05	–	0,01
ESTOMATÓPODOS	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,04	–	0,09	–	0,01
*N. IDENT.	0,16	0,18	0,20	0,36	0,13	0,13	0,08	0,19	0,05	0,46	0,19	0,32	0,65	0,23
CARNADA	0,10	0,07	0,13	0,03	0,10	–	0,21	–	0,10	0,18	0,14	0,05	–	0,09

*MATERIAL DIGERIDO Y SEMI-DIGERIDO NO IDENTIFICADO

TABLA 11 A. ANALISIS DE VARIANZA DE TRES TIPOS DE ALIMENTOS PREFERIDOS POR PARALABRAX DEWEGERI, DE LA ISLA DE CUBAGUA ; DURANTE UN PERIODO DE DOCE MESES. FRECUENCIA DE OCURRENCIA (F).

FUENTE DE VARIACIÓN	gl	Sc	Mc	Fs
ENTRE MESES	11	0,32	0,03	1,00
TIPOS DE ALIMENTOS	2	0,34	0,17	5,67**
ERROR	22	0,74	0,03	

TABLA 11 B. RESUMEN DE LA COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS POR EL METODO DE DUNCAN (D) DE LA VARIACION DE LOS TIPOS DE ALIMENTOS PREFERIDOS POR PARALABRAX DEWEGERI; DE LA ISLA DE CUBAGUA. S = DESVIACION ESTANDAR.

TIPOS DE ALIMENTOS	RECORRIDO		MEDIA	S	D
PECES	0,05	0,50	0,23	0,12	
CAMARONES	0,08	0,93	0,31	0,22	
CANGREJOS	0,25	0,71	0,49	0,16	

TABLA 12 A. ANALISIS DE VARIANZA DE TRES TIPOS DE ALIMENTOS PREFERIDOS POR PARALABRAX DEWEGERI, DE LA ISLA DE CUBAGUA ; DURANTE UN PERIODO DE DOCE MESES. OCURRENCIA NUMERICA (ON).

FUENTE DE VARIACIÓN	gl	Sc	Mc	Fs
ENTRE MESES	11	837,69	76,15	0,39
TIPOS DE ALIMENTOS	2	2.455,28	1.227,64	6,22**
ERROR	22	4.340,30	197,29	

TABLA 12 B. RESUMEN DE LA COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS POR EL METODO DE DUNCAN (D) DE LA VARIACION DE LOS TIPOS DE ALIMENTOS PREFERIDOS POR PARALABRAX DEWEGERI; DE LA ISLA DE CUBAGUA. S = DESVIACION ESTANDAR.

TIPOS DE ALIMENTOS	RECORRIDO		MEDIA	S	D
PECES	1,67	34,88	16,39	9,86	
CAMARONES	4,40	61,43	18,18	15,51	
CANGREJOS	15,68	48,34	34,74	11,53	

dieta de *P. dewegeri* (Tablas 11a, 12a, 13a y 14a); sin embargo, se encontraron diferencias altamente significativas en cuanto al tipo de alimento. La muestra poblacional analizada de la Isla de Cubagua mostró preferencia por los cangrejos y como dieta secundaria los camarones y peces. La prueba se aplicó a los resultados obtenidos por ambos métodos, mostrando resultados similares (Tablas 11b y 12b). En la otra localidad analizada, la misma prueba permitió observar que la dieta de *P. dewegeri* está constituida principalmente por cangrejos, seguidos de peces y camarones, que conforman el alimento secundario y un tercer grupo ocupado por los ofiuros (Tablas 13b y 14b).

TABLA 13 A. ANALISIS DE VARIANZA DOBLE DE CUATRO TIPOS DE ALIMENTOS PREFERIDOS POR PARALABRAX DEWEGERI, DE PUNTA DE ARAYA ; DURANTE UN PERIODO DE TRECE MESES. FRECUENCIA DE OCURRENCIA (F).

FUENTE DE VARIACIÓN	gl	Sc	Mc	Fs
ENTRE MESES	12	1.519,03	126,59	1,19
TIPOS DE ALIMENTOS	3	5.290,07	1.763,36	16,52**
ERROR	36	3.843,43	106,76	

TABLA 13 B. RESUMEN DE LA COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS POR EL METODO DE DUNCAN (D) DE LA VARIACION DE LOS TIPOS DE ALIMENTOS PREFERIDOS POR PARALABRAX DEWEGERI; DE PUNTA DE ARAYA. S = DESVIACION ESTANDAR

TIPOS DE ALIMENTOS	RECORRIDO*		MEDIA*	S*	D
OFIUROS	9,97	53,73	24,59	12,84	
CAMARONES	12,92	35,06	26,60	7,32	
PECES	14,18	39,23	27,87	7,48	
CANGREJOS	33,21	68,03	49,49	13,25	

* DATOS OBTENIDOS MEDIANTE TRANSFORMACION ANGULAR

Además, se pudo observar que durante todos los meses de estudio, en el contenido estomacal se encontró material digerido o semidiferido, el cual no pudo ser identificado, ocupando un 22,18% (ON) y 0,32 (f) de promedio anual

TABLA 14 A. ANALISIS DE VARIANZA DOBLE DE CUATRO TIPOS DE ALIMENTOS PREFERIDOS POR PARALABRAX DEWEGERI, DE PUNTA DE ARAYA ; DURANTE UN PERIODO DE TRECE MESES. OCURRENCIA NUMERICA (ON).

FUENTE DE VARIACIÓN	gl	Sc	Mc	Fs
ENTRE MESES	12	201.47	16,79	0,28
TIPOS DE ALIMENTOS	3	4.147,99	1.382,67	23,55**
ERROR	36	2.113,66	58,71	

TABLA 14 B. RESUMEN DE LA COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS POR EL METODO DE DUNCAN (D) DE LA VARIACION DE LOS TIPOS DE ALIMENTOS PREFERIDOS POR PARALABRAX DEWEGERI, DE PUNTA DE ARAYA. S = DESVIACION ESTANDAR.

TIPOS DE ALIMENTOS	RECORRIDO*		MEDIA*	S*	D
OFIUROS	3,24	25,40	14,79	7,37	
CAMARONES	11,09	34,27	18,02	7,50	
PECES	12,25	33,02	22,11	6,00	
CANGREJOS	27,69	47,70	38,04	6,81	

*DATOS OBTENIDOS MEDIANTE TRANSFORMACION ANGULAR

en el área de Cubagua (Tablas 9 y 10). En la otra área de estudio, los estómagos presentaron un promedio anual de 15,30% (On) y 0,23 (f) de material no identificado e igualmente estuvo presente durante todo el período de estudio.

Las figuras 13 y 14, muestran la frecuencia de ocurrencia del tipo de alimento ingerido por *P. dewegeri* con relación a la talla, observándose que los cinco renglones alimenticios (cangrejos, camarones, peces, ofiuros y otros) están presentes en casi todas las clases de tallas, con algunas variaciones. En los intervalos de 245 a 264 mm y 265 a 284 mm de longitud total, se nota la ausencia de uno u otro renglón, esto quizás se deba a la poca cantidad de organismos analizados. En general, se observa una marcada preferencia por los cangrejos en casi todas las tallas, tanto en la Isla de Cubagua como de Punta de Araya. El análisis de varianza doble aplicado a los tres renglones más frecuentes indicó que no existen diferencias significativas ($P > 0,05$), en cuanto al tipo de alimento ingerido según la talla de la especie en ambas localidades.

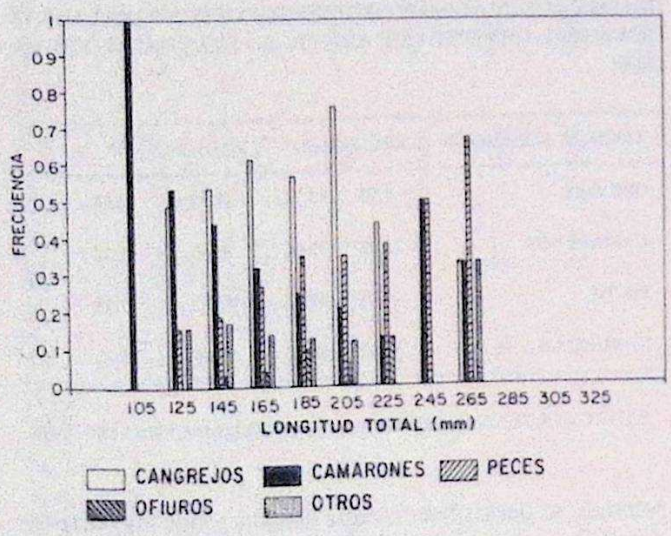


Fig. 13. Frecuencia de ocurrencia de los componentes de la dieta de *P. dewegeri* de los alrededores de la Isla de Cubagua, de acuerdo a la talla.

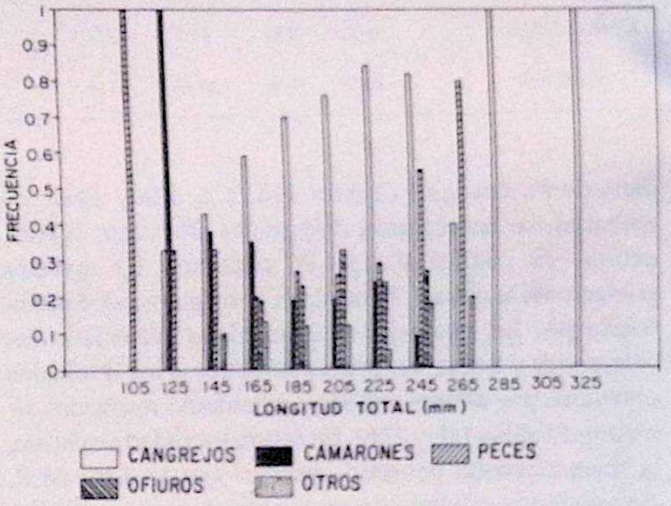


Fig. 14. Frecuencia de ocurrencia de los componentes de la dieta de *P. dewegeri* de Punta de Araya, de acuerdo a la talla.

DISCUSION

La alimentación es una de las funciones más importantes en un organismo, ya que el crecimiento, desarrollo y reproducción se llevan a cabo a expensas de la energía que entra en el organismo en forma de alimento (NIKOLSKY, 1963). Los peces, como todos los animales, requieren de una nutrición adecuada para su crecimiento, reproducción y supervivencia. Es por todas estas razones que el estudio

del régimen alimentario es de gran importancia, ya que permite un mayor conocimiento de los aspectos biológicos de la especie como son migración, crecimiento, variaciones estacionales y su ubicación en la cadena trófica.

La constitución anatómica del tubo digestivo es un criterio básico para determinar el tipo de alimentación en los peces, en base a que la estructura del aparato digestivo varía o es influenciada por el régimen alimenticio (KAPOOR *et al.*, 1975; citado por TORRES, 1986).

P. dewegeri se caracteriza por presentar una boca terminal, con mandíbula inferior prominente, la cual presenta pequeños dientes con una hilera externa de pequeños caninos muy separados entre si. Posee dientes villiformes en vómer y palatinos. Las branquias son poco numerosas y las de los extremos son menos desarrolladas que las del centro. El tracto digestivo está bien diferenciado en esófago, estómago, intestino y un orificio anal en su parte terminal. Todas estas características permiten colocar a la especie estudiada dentro de la categoría de los carnívoros.

Esta especie presentó de 8 a 10 ciegos pilóricos bien desarrollados, con un promedio de 8 ciegos para ambas localidades estudiadas. TORRES (1986) señala que la presencia o no de los ciegos pilóricos en los peces parece no estar relacionada con los hábitos alimenticios. En realidad la especialización y función de los ciegos pilóricos en peces no ha sido concretamente determinada. La importancia de esta estructura radica en que ellas secretan enzimas esenciales para la digestión, entre las cuales se encuentran enzimas parecidas a la diastasa y tripsina (THOMPSON, 1954).

Es conocido que existe una relación entre el largo del intestino y la comida de cada especie. Por lo general, un intestino corto es característico de aquellos organismos que se alimentan a base de animales (NIKOLSKY, 1963). *P. dewegeri* presenta un intestino largo, grueso con paredes poco resistentes, por lo general con abundante contenido de desecho, el cual en muchos casos estaba constituido por restos de caparazones de cangrejo, conchas de caracoles, corales, etc., lo cual no concuerda con lo descrito por NIKOLSKY (1963), ya que su longitud sobrepasa el 100% de la longitud total del pez. El índice intestinal promedio fue de 1,21 para los organismos de la Isla de Cubagua, con valores comprendidos entre 0,67 y 1,44. Para la otra zona de estudio, el índice intestinal promedio fue de 1,36 y varió de 1,02 y 1,50. Se encontraron diferencias significativas en cuanto al índice intestinal por grupos de tallas en ambas localidades.

Además, se pudo comprobar que el largo del intestino es directamente proporcional a la longitud total del cuerpo. La longitud que despliega este órgano está en función a la cantidad material indigerible de la dieta de los organismos (TORRES, 1986), lo que podría explicar en cierta forma el por qué del largo del intestino en esta especie, tomando en consideración la presencia de caparazones de cangrejos, conchas de caracoles y restos de corales (restos de alto contenido de carbonato de calcio), los cuales no son digeridos en el estómago.

En *P. dewegeri*, los valores mensuales del índice de llenado variaron entre 0,86 (Semi-lleno) en el mes de septiembre de 1988, y 2,96 (Lleno) en julio de 1988, con un promedio anual de 1.64 (Lleno) para los organismos de la Isla de Cubagua.

La especie presenta diferencias mensuales altamente significativas en cuanto al índice de llenado se refiere, en ambas zonas. Los máximos valores para la Isla de Cubagua se presentaron en los meses de septiembre de 1987, mayo y julio de 1988, mientras que en noviembre de 1987 y septiembre de 1988 fueron los meses de menor ingestión. Para Punta de Araya los meses de mayor ingestión fueron mayo, julio, agosto de 1988 y los de menor índice los meses de noviembre y diciembre de 1987. Así mismo, se determinó que no existe relación lineal entre el índice de llenado y la longitud total del pez.

Todo lo anterior indica que *P. dewegeri* es una especie que constantemente está ingiriendo alimento, lo cual fue corroborado al determinar el índice de vacuidad, el cual resultó ser muy bajo para todo el período de estudio. El promedio anual hallado fue de 4,09% para los ejemplares de la Isla de Cubagua y 2,95% para el área de Punta de Araya.

La extraordinaria complejidad de las relaciones tróficas en los peces quizás explica la importancia de las adaptaciones de los órganos digestivos y las estructuras de la alimentación. Estas adaptaciones pueden llegar a ser muy evidentes y estar asociadas al tipo de alimento.

El estudio de los componentes del contenido estomacal permite corroborar el tipo de dieta de los peces, determinada por los aspectos anteriormente discutidos.

De acuerdo a la naturaleza del alimento presente en los estómagos analizados de *P. dewegeri* y a la categoría de los mismos, esta especie se ubica en la categoría de los carnívoros. Según los valores encontrados tanto para el método de frecuencia de ocurrencia (f) como el de ocurrencia numérica (ON), se observó que esta especie tiene preferencia alimenticia por los cangrejos en primer lugar, seguidos por los camarones, peces y ofiuros, ésto en lo que respecta a la población de la Isla de Cubagua.

En el caso de Punta de Araya, los renglones alimenticios se presentaron en el orden siguiente: cangrejos, peces, camarones y ofiuros. CERVIGÓN (1966) señala que la alimentación de esta especie es variada y que ingiere la pequeña fauna característica del habitáculo que ocupa. En once (11) ejemplares examinados, encontró restos de crustáceos decápodos, de *S. seticornis*, camarones, Gobiidae, gusanos, pulpos, arenques, moluscos gasterópodos y lamelibranquios y equinodermos Ophiuoridea. En general, esto concuerda con lo encontrado en el presente trabajo. PREJS y COLOMINE (1981) señalan que los hábitos alimenticios pueden cambiar en una misma especie de acuerdo a la localidad, las condiciones del alimento, estacionalidad, la edad o el sexo.

En el presente trabajo, *P. dewegeri* mostró diferencias altamente significativas en cuanto al tipo de alimento ingerido. La población analizada de la Isla de Cubagua mostró preferencia por los cangrejos y como dieta secundaria los camarones y peces. En Punta de Araya se determinó que la dieta de esta especie estuvo constituida por cangrejos, seguidos por peces y camarones como alimento secundario y un tercer grupo ocupado los ofiuros. Al analizar la relación de la dieta con la talla de la especie en estudio, se pudo observar que no existen diferencias en cuanto al tipo de alimento ingerido al aumentar la talla. Los cinco renglones alimenticios estuvieron presentes en casi todas las clases de tallas, con pequeñas variaciones, la cuales dependen de la abundancia, migración u otro factor que influya en su disponibilidad como alimento en el medio ambiente.

RANDALL (1967), indica que los Serranidae son típicamente demersales. SMITH (1961), citado por RANDALL *op. cit.*, también observó que comen principalmente peces y crustáceos. Su alimentación la realizan tanto de día como de noche, pero la mayor actividad es al anochecer o al amanecer; los serránidos más pequeños, en general son diurnos. TOROSSI (1982) indicó que *Epinephelus itajara*, de la Laguna de la Restinga y zonas adyacentes, se alimentan preferiblemente durante la noche y especialmente de crustáceos brachiuros del género Callinectes (jaibas) y de peces de la familia Ariidae y Mugilidae (bagres y lisas). MUNRO (1983) estudiando la alimentación de tres especies nuevas en las costas de Jamaica, observó que *E. quttatus* se alimentaba de pequeños peces (*Haemulon aurolineatum* y *H. melanurum*), cangrejos y langostas; *E. striatus* fue capturada ocasionalmente con morenas (*Gymnothorax moringa*) en sus estómagos; mientras que *Epinephelus mystacinus*, capturada a unos 200 m, contenía en su estómago camarones y anguilas parcialmente digeridas. OBANDO (1987) observó que *Diplectrum formosum* presenta adaptaciones de la boca, cavidad bucal y faríngea propias de peces que se alimentan en general de invertebrados marinos que viven cerca del fondo o sobre el substrato. Sus hábitos alimenticios corresponden a un carnívoro voraz, eurífago poco selectivo, con preferencia por los crustáceos pequeños, especialmente larvas de camarones.

CONCLUSIONES

1.- *Paralabrax dewegeri* presenta un aparato branquial característico de los organismos carnívoros.

2.- De acuerdo a los análisis cualitativos y cuantitativos del contenido estomacal, se concluye que esta especie es un organismo carnívoro, voráz, y de hábitos alimenticios bentónicos, con una marcada preferencia por los cangrejos en ambas localidades.

3.- La dieta no varía al aumentar la talla de la especie.

REFERENCIAS

ALBERTINE-BERHAUT, J. A. 1973. Biologies des estades juveniles de teleosteens mugilidae *Mugil auratus* Risso, 1810; *Mugil capito* Cuvier, 1829 et *Mugil saliens* Risso, 1810 I. Regimen alimentaire. *Aquaculture*. 2: 251-266.

BONELLS, D. H. 1986. Características hidrográficas y químicas de las aguas superficiales en las áreas adyacentes a la Isla de Margarita. *Trabajo de Grado. Mag. Sci. Cienc. Mar. Oceanogr. Quim. U.D.O. 112 p.*

CERVIGÓN, F. 1991. *Los peces marinos de Venezuela.*

Estación Investigaciones Marinas de Margarita. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Caracas. Tomo I: 288-341.

FISCHER, W. (Ed.) 1978. *F.A.O. Species identification sheets for fishery purposes.* Western Central Atlantic (Fishing area 31) Vol. IV-V, Unpaginated F.A.O., Rome.

GÓMEZ, A. 1988. Ecología Pelágica de la Bahía de Charagato Isla de Cubagua, Venezuela. *Trabajo presentado como requisito parcial para ascender a la categoría de Pro. Titular. U.D.O. Cumaná.* 97 pp.

HOLDEN, M. J. & D. RAIT. 1974. Manual of fishery sciences. Part. II. Methods of resource investigation and aplications. *FAO Fishery Technical Papers.* 115(1): 35-43.

LAEVASTU, T. 1980. *Manual de métodos de Biología Pesquera.* F.A.O. Editorial Acribia Zaragoza. España. 243 pp.

MUNRO, J. L. (Ed.) 1983. Caribbean coral fishery resources Iclarm. *Studies and Reviews International Center forliving aquatic resources, management. Manila, Philippineas* 7: 276 pp.

NICKOLSKY, G. 1963. *The ecology of fishes.* Academic, Press. New York. 185-187.

OBANDO, R. A. 1987. Aspectos biológicos y biométricos del bolo, *Diplectrum formosun* (Linneaus, 1766) de la costa sureste de Margarita, Venezuela. *Trabajo de Grado. Mag. Sc. Cienc. Mar. U.D.O. 169 p.*

PREJS, A Y J. COLOMINE. 1981. *Métodos para el estudio de los alimentos y las relaciones tróficas de los peces.* U.C.V. 129 pp.

RANDALL, J. E. 1967. Food habits of reef fishes of the West Indies. *Stud. Trop. Oceanogr. Univ. Miami,* 5: 655-847.

_____ 1968. *Caribbean reef fishes.* T.F.H. Publ. Jersey City, N. J., 318 p.

RICKER, W. R. 1971. *Methods for assessment of fish production-fresh water.* International Biological Programe. Hand Book No. 2 Blackwell Sicentific Publications. Oxford and Edimburg. 348 p.

SOKAL, R. R. & J. ROHLF. 1969. *Biometry.* W. H. Freeman and Co. San Francisco.

STEEL, R. & J. TORRIE. 1960. *Principles and Procedures of Statistics.* McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.

THOMPSON, J. M. 1954. The organs of feeding and the food of some Australian Mullet. *Austr. J. Mar. and Fresh Water Res.* 5(3): 469-485.

TOROSSI, J. M. 1982. Aspectos biológicos y ensayos de cultivo del mero guasa *Epinephelus itajarra* (Liechtenotein 1822) (Pisces: Serranidae) en la Laguna de Restinga; Isla de Margarita. *Trabajo de Grado, Lic. Biología. Esc. Sci.,* U.D.O.

TORRES, A. M. 1986. Aspectos biológicos del Carite Lucio *Scomberomorus cavalla* (Curvier, 1829), Pisces: Scombridae, en el Norte del Estado Sucre, Venezuela. *Trabajo de grado. Mag. Sci. Cienc. Mar., U.D.O.* 166 pp.

YAÑEZ - ARANCIBIA, A., J. CURIEL - GÓMEZ & V. DE YÁÑEZ. 1976. Prospección biológica y ecológicas del bagre marino Galeichthys caerulescens (Gunther) en el sistema de la Laguna Costera de Guerrero, México (pisces: Aridae). *An. Centro Cienc. Mar. y Limnol. Univ. Nac. Autón. México.* 3(1): 125-180.

Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente 31 (1 & 2): 91-97 (1992); 3 figs.

PARASQUILLA MERIDIONALIS Y SQUILLA RUGOSA (CRUSTACEA: STOMATOPODA). DOS NUEVOS REPORTES DE ESTOMATOPODOS PARA LA REGION NORORIENTAL DE VENEZUELA

JUAN PABLO BLANCO RAMBLA & LUIS BELTRÁN LARES M.

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

RESUMEN: Este trabajo reporta la presencia de *Parasquilla meridionalis* MANNING, 1961 y *Squilla rugosa* BIGELOW, 1893 (Crustacea: Stomatopoda) en las costas de la región nororiental de Venezuela (Uchire y las islas de Los Testigos y Los Frailes). Se presenta una descripción de las especies, datos de las localidades, coloraciones y otras características.

ABSTRACT: This paper reports the occurrence of *Parasquilla meridionalis* MANNING, 1961 and *Squilla rugosa* BIGELOW, 1893 (Crustacea: Stomatopoda) in the northeastern coast of Venezuela (Uchire, Los Testigos and Los Frailes islands). The authors also describe the specimens, localities, colorations and other important characteristic of the species.

INTRODUCCION

Los estomatópodos constituyen un grupo de crustáceos de hábitat principalmente tropical y subtropical (CALDWELL & DINGLE, 1976). En aguas venezolanas, CHACE (1956) señaló la presencia de *Gonodactylus oerstedii* en el Gran Roque (archipiélago de Los Roques); RODRÍGUEZ (1959) citó a *Cloridopsis dubia* para Las Marites, Isla de Margarita; MANNING (1969) citó seis géneros y catorce especies de estomatópodos en diferentes puntos de la costa desde el Golfo de Venezuela hasta el Delta del río Orinoco. Finalmente, BLANCO & LARES (1983) trabajaron sobre el dimorfismo sexual de *Squilla empusa* en el área del Golfo de Paria.

En el presente trabajo se señalan dos nuevos registros de estomatópodos para la región nororiental del país: *Parasquilla meridionalis* y *Squilla rugosa*.

MATERIALES Y METODOS

Los especímenes fueron colectados en la fauna acompañante ("broza") de las caladas de arrastre de camarón efectuadas en las áreas de Uchire, Los Testigos y Los Frailes (Fig. 1).

La mayoría de las muestras colectadas fueron congeladas para su preservación y posterior traslado al laboratorio; en los casos en los cuales los animales fueron capturados vivos, éstos fueron sumergidos en una solución de isobutanol con agua de mar en una concentración de 1 ml/l, siguiendo la metodología empleada por FERRERO Y PRESSACO (1982) para anestesiar a estos animales, evitando así daños en las estructuras y apéndices que pudiesen ocasionarse al golpear contra los envases, dada su conocida agresividad. Una vez alcanzado el estado de anestesia, se incrementó paulatinamente la concentración de la solución hasta alcanzar los 2 ml/l, lo que inducía una muerte tranquila de los animales, permitiendo mantener la flexibilidad de los mismos, condición ésta que facilitó la manipulación y observación.

La totalidad del material colocado fue preservado en envases de vidrio de 3 l de capacidad, conteniendo una solución de alcohol etílico al 70%, formalina al 40% y agua destilada, en una proporción de 3:1:6. Esta solución fue ensayada previamente en el laboratorio obteniéndose buenos resultados, tanto en la fijación de la coloración como en la flacidez de los animales; en algunos casos, se añadieron 5-10 gotas de glicerina para "aflojar" las articulaciones de estos crustáceos.

Los especímenes colectados y preservados fueron analizados en cuanto a su morfología externa; se tomaron

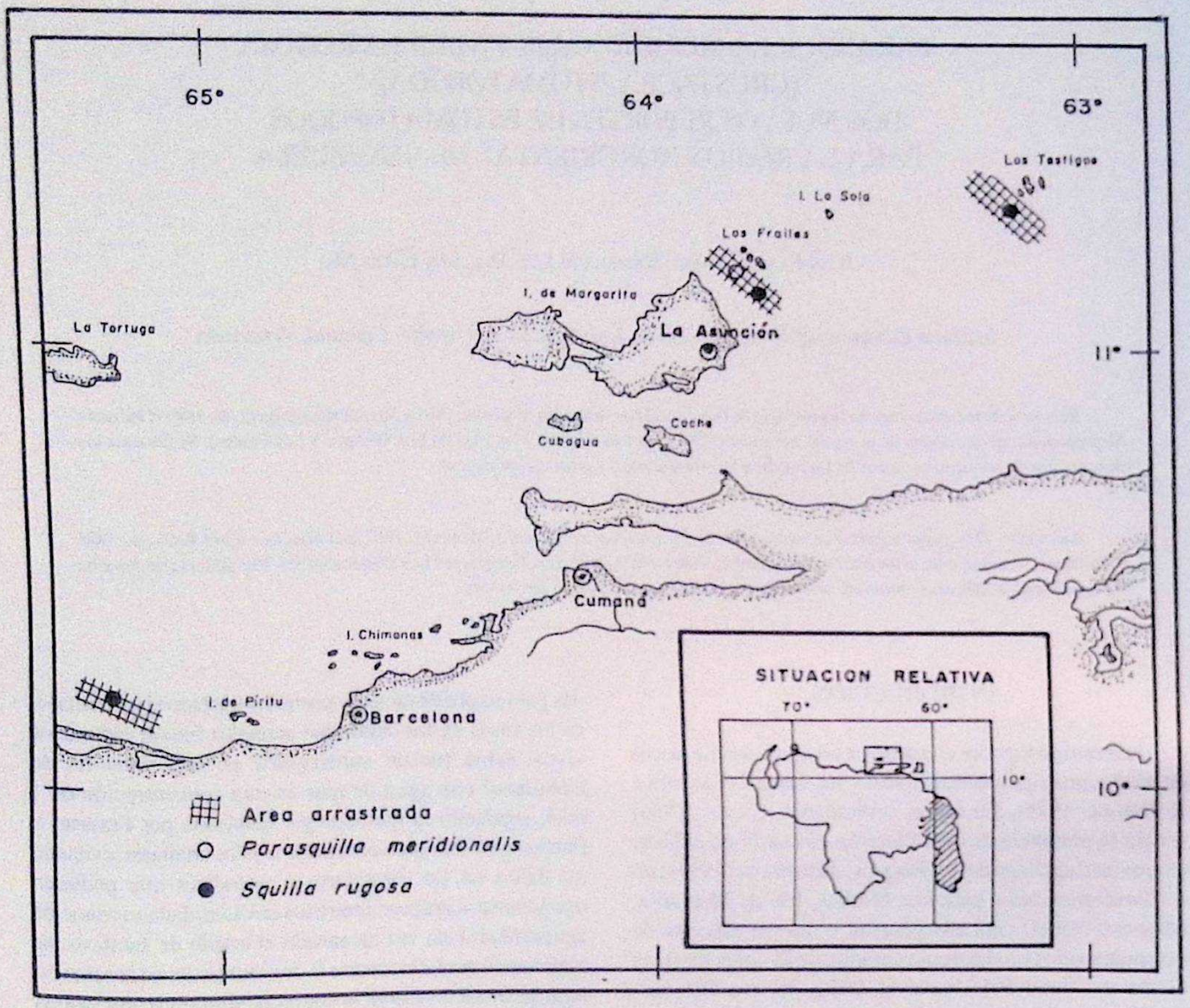


Fig. 1. Area de estudio (Región nororiental de Venezuela) mostrando el área muestreada y la distribución de las dos especies.

fotografías y se realizaron dibujos en cámara lúcida montada en una lupa WILD M-5.

RESULTADOS

Superfamilia GONODACTYLIDAE GIESBRECHT, 1910
Familia PSEUDOSQUILLIDAE MANNING, 1977
Género *Parasquilla* MANNING, 1961
Parasquilla meridionalis MANNING, 1961
(Fig. 2)

Parasquilla meridionalis MANNING, 1961: 8, Lám 2; 1963: BULLIS & THOMPSON, 1965: 13. MANNING, 1969: 283, fig. 78.

Registros previos: Norte de la Guayana Británica, Norte de Surinam, Oeste del Cabo Cacipore (MANNING, 1961); Atlántico Suroccidental (MANNING, 1963); costa del territorio de Amapá, Brasil (BULLIS & THOMPSON, 1965).

Material examinado: 2 machos, lt 101,5 – 106,0 mm; 4 hembras, lt 81,1 – 109,6 mm; SW archipiélago de Los Frailes, 73 m de profundidad.

Diagnosis: Margen anterior de la placa rostral redondeado; margen posterolateral de los somitas torácicos 6to. y 7mo. redondeado o subagudo, sin espinas; 2 tubérculos en el caparazón. Dientes submedios del telson con ápices móviles; prolongación basal del urópodo terminada en tres espinas.

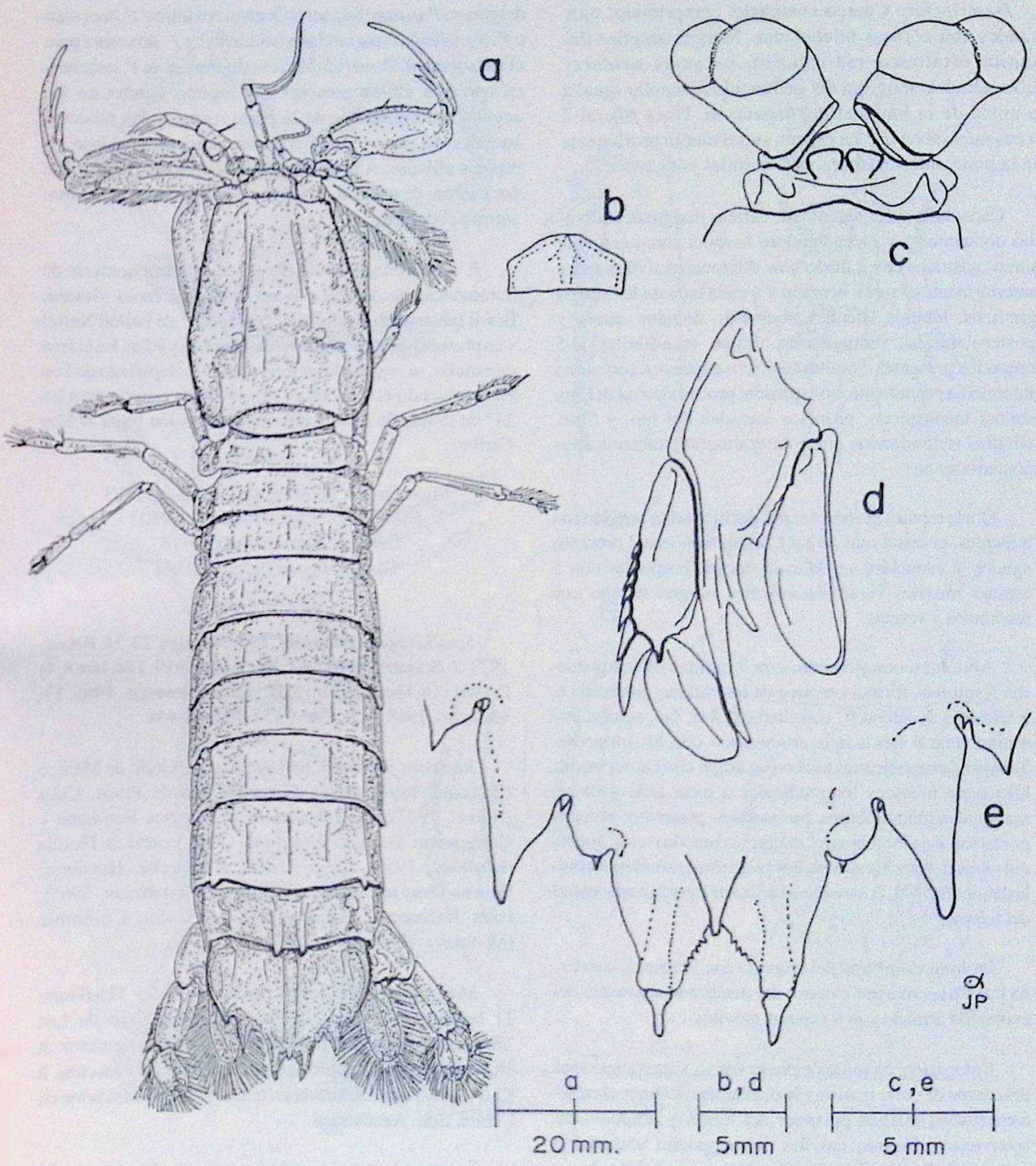


Fig. 2. *Parasquilla meridionalis*. (a) Especimen hembra, LT = 111,4 mm. (b) placa rostral. (c) Somita oftálmico (la placa rostral ha sido removida). (d) Urópodo derecho (vista ventral, setas omitidas). (e) Margen posterior del telson.

Descripción: Cuerpo compacto, comprimido; ojos grandes con córneas bilobuladas. Margen anterior del somita oftálmico redondeado, escamas oculares subcuadradas; longitud del pedúnculo antenular igual a la mitad de la longitud del caparazón. Placa rostral 2 veces más ancha que larga, con surco medio prominente en la parte anterior, márgenes laterales cóncavos.

Caparazón sin carina media, carinas marginales curvadas dorsalmente y extendiéndose hasta el surco cervical; surcos gástricos con 2 tubérculos diferenciados dispuestos anteriormente al surco cervical y a cada lado de los surcos gástricos; lóbulos laterales abultados, ángulos antero y posterolaterales redondeados. Palpo mandibular y 5 epípodos presentes. Somitas torácicos expuestos con carina intermedia prominente, no espinada; proceso lateral del 5to. somita inconspícuo, procesos laterales del 6to. y 7mo. somitas redondeados anterolateralmente, subtruncados posteriormente.

Quela raptora grande, fuerte; dactilopodito armado con 3 dientes, el distal más largo. Carpopodito con 2 procesos agudos y espinados en la cara dorsal; propodito con 3 espinas móviles ventrodistalmente, margen interno con tubérculos y fosetas.

Abdomen comprimido, con 9 carinas en los primeros 5 somitas, fórmula espinal de las carinas: submedia 6, intermedia 5, lateral 6, marginal (3) 4-5; 6to. somita con espina ventral frente a la articulación con los urópodos. Telson ligeramente más ancho que largo, con carina media, hileras de muescas longitudinales a cada lado y diente marginal agudo; lóbulos prelaterales presentes; margen posterior con 6 dientes, el par submedio con ápices móviles, dentículos submedios pequeños, móviles; fórmula denticular: 4-9, 2, 1 visibles fácilmente por la cara ventral del telson.

Prolongación basal del urópodo con 3 espinas, la externa más larga; margen externo del penúltimo segmento del exopodito armado con 9 espinas móviles.

Coloración: en solución preservativa, superficie dorsal del cuerpo de color marrón claro, laterales de tonos oscuros metalizados; margen posterior del telson y urópodos de color rojizo. Espinas móviles del exopodito uropodal y muescas de la superficie dorsal del telson de color rojo.

Discusión: Hasta ahora han sido descritas tres especies del género *Parasquilla* para el Océano Atlántico: *P. coccinea* y *P. meridionalis* para el lado occidental y *P. ferussaci* para el lado oriental. *P. meridionalis* se diferencia de *P. coccinea* en que ésta última presenta dos espinas agudas en los ángulos anterolaterales de la placa rostral y los procesos laterales del 6to. y 7mo. somitas torácicos terminan en espinas afiladas. Ambas especies difieren de *P. ferussaci* por carecer de espinas en las carinas intermedias del 6to. somita abdominal.

P. meridionalis se distribuye en la costa nordeste de Suramérica, desde la Guayana Británica hasta Amapá, Brasil (abarcando desde los 4° hasta los 7° de latitud Norte) y en profundidades comprendidas entre 46 y 92 m. En el área de estudio, se registra la especie para el archipiélago de Los Frailes, siendo éste el primer registro de la especie para los 11° de latitud, lo cual amplía su distribución hasta el Mar Caribe.

Superfamilia Squilloidea Latreille, 1803
Familia Squillidae Latreille, 1803
Género *Squilla* Fabricus, 1787
Squilla rugosa Bigelow, 1961
(Fig. 3)

Squilla rugosa Bigelow, 1894: 541, figs. 23-24; Boone, 1927: 7; Schmitt, 1940: 162; Holthuis, 1959: 174, lám 8, 1-2; 1961: 18, lám 4, figs. 1-3; Bullis & Thompson, 1965: 13; Manning, 1968: 129; 1969: 155, Fig. 43-44a.

Registros previos: Charlotte Harbor, Golfo de México (Bigelow, 1894); Bahía Siguanea, Isla de Pinos, Cuba (Boone, 1927); desembocadura de los ríos Suriname y Coppename, Surinam (Holthuis, 1959); costas de Florida (Manning, 1959); Cayo Arenas, Campeche, Honduras, Cayena-Guayana Francesa (Bullis & Thompson, 1965); Islas Bahamas, Yucatán-México, Cuba, Colombia (Manning, 1969).

Material examinado: 16 machos, lt 70,5 – 116,0 mm; 11 hembras, lt 82,4 – 119,0 mm, archipiélago de Los Testigos; 14 machos, lt 86,9 – 93,8 mm; 14 hembras, lt 85,5 – 91,6 mm, archipiélago de Los Frailes, 31 machos, lt 83,0 – 112,0 mm; 36 hembras, lt 82,0 – 121,0 mm, norte de Uchire, Edo. Anzoátegui.

Diagnosis: Placa rostral sin carina media; caparazón con carina media sin bifurcación anterior. Dactilopodito de la quela raptora con 6 dientes. Proceso lateral del 5to.

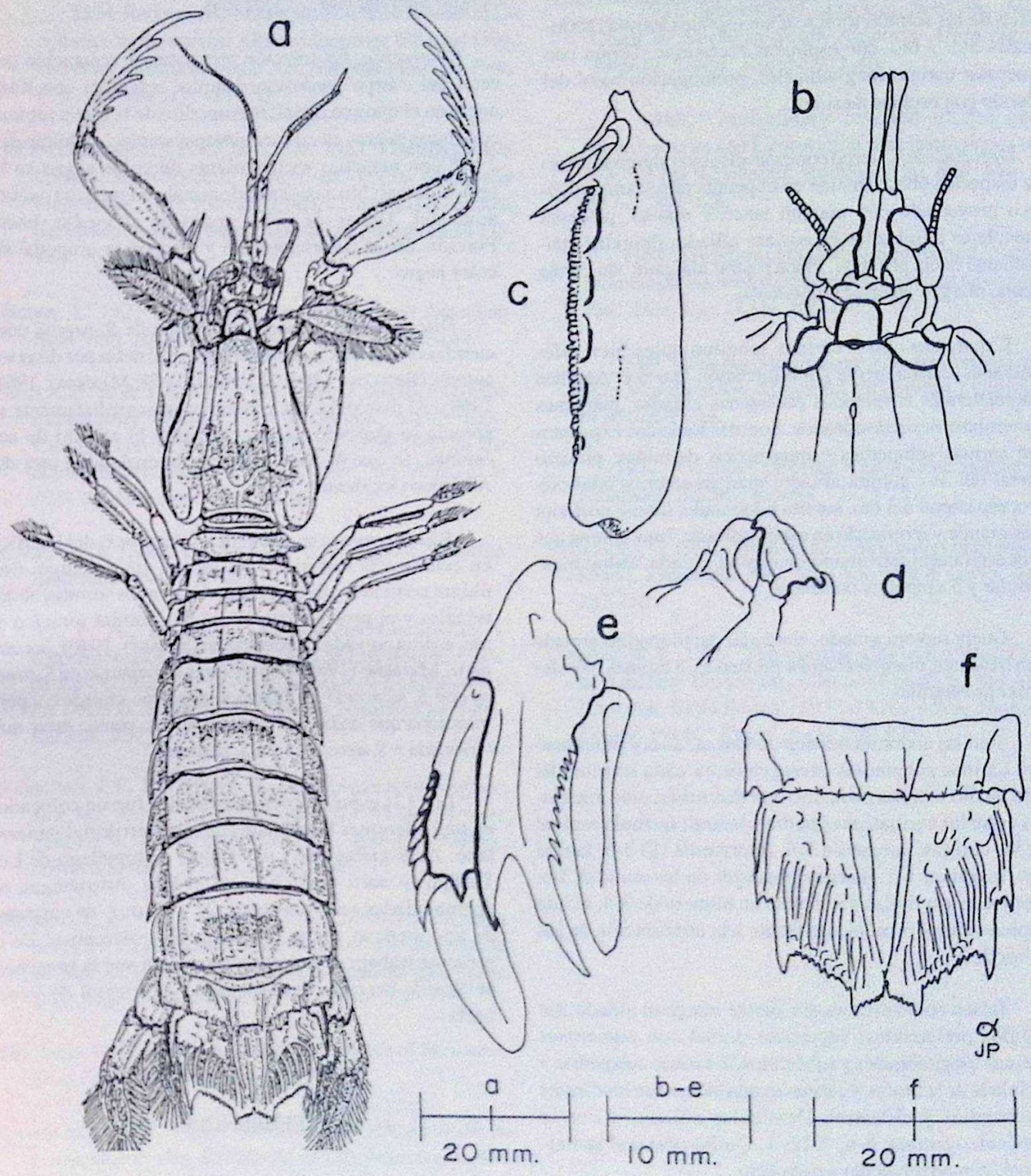


Fig. 3. *Squilla rugosa*. (a) Especimen hembra, LT = 108,7 mm. (b) Porción anterior del caparazón, somita oftálmico y placa rostral. (c) Cara interna del propodito de la quela raptora. (d) Carpopodito de la quela raptora y su articulación con el mero y el propodo. (e) Urópodo derecho (vista ventral, setas omitidas). (f) Telson y 6to. somita abdominal (vista dorsal).

somita torácico terminado en espina afilada; carinas intermedias de los somitas torácicos sin espinas; somitas abdominales 5to. y 6to. con espínulas accesorias. Telson con numerosas carinas longitudinales; prolongación basal del urópodo con espinas mesiales.

Descripción: Cuerpo comprimido; ojos alargados, córnea dispuesta oblícuamente en el pedúnculo; somita oftálmico proyectado con margen anterior obtuso; procesos antenulares terminados en espinas afiladas dirigidas oblícuamente hacia adelante. Placa rostral alargada, sin carina media, margen anterior redondeado.

Caparazón con 5 carinas longitudinales bien diferenciadas, carina media sin bifurcación anterior. Angulos anterolaterales terminados en espinas afiladas; márgenes posterolaterales redondeados. Somitas torácicos expuestos con carinas submedias e intermedias definidas; proceso lateral del 5to. somita afilado, margen anterior convexo. Proceso lateral del 6to. somita bilobulado, lóbulo posterior más grande y terminado en espina afilada; 7mo. somita con proceso lateral terminado en espina afilada. Palpo mandibular y 5 epípodos presentes.

Quela raptora grande, alargada; dactilopodito armado con 6 dientes, margen anterior pectinado, 3 espinas móviles proximoventrales.

Somitas abdominales con carinas afiladas y prominentes; carinas submedias divergentes en cada somita; del 2do. al 5to. somita cada uno con dos tubérculos anteriores entre las carinas intermedia y lateral; fórmula espinal de las carinas: submedia 5-6, intermedia (2) 3-6, lateral 1-6, marginal 1-5; margen posterior de los somitas 5to. y 6to. con espínulas accesorias en número de 0-4, a cada espina ventral prominente frente a la articulación de los urópodos.

Telson con carina media, diente marginal afilado; sin lóbulos prelaterales; superficie dorsal con numerosas carinas longitudinales y tubérculos, 2 carinas submedias a cada lado de la media, 4 carinas a cada lado, entre los dientes intermedios y el lateral. Dentículos afilados y con la siguiente fórmula: 4-6, 7-12, 1. Quilla postanal prominente, con un tubérculo a cada lado.

Margen externo del penúltimo segmento del exopodito uropodal con 7-8 espinas móviles; prolongación basal del urópodo con 2 espinas, la interna, más grande, margen externo aserrado con 7-13 espinas.

Coloración: En solución preservativa, coloración general del cuerpo parduzca; escamas antenales con línea negra en el margen distal; meropodito de la quela raptora con líneas negras en su cara externa; somitas abdominales 2 y 5 con manchas rectangulares de color negro en la región dorsal; 5to. somita abdominal con mancha oscura adicional. Telson de color negro en el medio distal. Porción distal del endopodito y exopodito uropodal de color negro.

Discusión: La anterior descripción de *S. rugosa* concuerda con descripciones anteriores realizadas por diversos autores (BIGELOW, 1894; HOLTHUIS, 1959; MANNING, 1961, 1969). Al manipular los especímenes, inmediatamente se aprecia lo marcado de sus carinas y lo afilado de sus espinas, lo que la hace diferente de cualquiera otra del Atlántico Occidental.

Squilla rugosa se asemeja a *S. hancocki* del Pacífico en cuanto a la rugosidad del telson; sin embargo, ésta última no tiene espínulas accesorias en los somitas abdominales y el proceso lateral del 5to. somita torácico es una espina curvada anteriormente (SCHMITT, 1940); por otra parte, MANNING (1969) sugiere otras semejanzas de *S. rugosa* con *S. hancocki* en cuanto a su patrón cromático, pero menciona que dadas sus características, parece estar más vinculada a *S. deceptrix* y a *S. discors*.

Los 121 especímenes examinados fueron colocados en tres diferentes localidades del mar territorial venezolano: Archipiélago de Los Frailes, archipiélago de Los Testigos y norte de Uchire, en el Edo. Anzoátegui, en profundidades variables entre 21 y 73 m, y en sustratos de tipo arenoso, areno-fangoso y fango-arenoso. En el presente trabajo se reporta por primera vez la presencia de *Squilla rugosa*, para la región Nororiental de Venezuela.

REFERENCIAS

BIGELOW, R. P. 1893. Preliminary notes on the Stomatopoda of the Albatross collections and other specimens in the National museum. *John Hopkins University Circulars* 12 (106): 100-102.

_____ 1894. Report on the crustacea of the order Stomatopoda collected by the steamer Albatross between 1885 and 1891, and other specimens in the U.S. National Museum. *Proc. U.S. Nat. Mus.*, 17: 489-550.

BLANCO-RAMBLA, J. P. Y L. B. LARES. 1983. Contribución al conocimiento sobre el dimorfismo sexual de *Squilla empussa*ay, 1818 (Stomatopoda, Crustacea) en el área del Golfo de Paria. *Acta Científica Venezolana* 34 (1): 484.

BOONE, L. 1927. Crustacea from tropical east American Seas. *Bull. Bingham Oceanogr. Coll.*, 1 (2): 1-147.

BULLIS, H. R. & J. R. THOMPSON. 1965. Collections by the exploratory fishing vessels Oregon, Silver Bay, Combat and Pelican made during 1956-1960 in the southwestern North-Atlantic. *Spec. Sci. Rep., U.S. Fish Wild life Serv.*, 510: 1-130.

CALDWELL, R. L. & H. DINGLE. 1976. Stomatopods. *Scientific American* 234 (1): 80-89.

CHACE, F. A., JR. 1956. Crustáceos Decápodos y Estomatópodos del Archipiélago de Los Roques e Isla de La Orchila. *En: El Archipiélago de Los Roques y La Orchila.* Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, Caracas. 257 p.

FABRICIUS, J. C. 1787. *Mantissa Insectorum sistens eorum species nuper detectas adiectis characteribus genericis, differentiis specifics, emendationibus, observationibus* 1: xx + 348 Hafniae.

FERRERO, E. A. Y L. PRESSACCO. 1982. Metodi d' anestesia nei crostacei. Effetti dell' isobutanolo e della xilazina su Squilla mantis (Crustacea, Stomatopoda). *Mem. Biol. Mar. e Ocean.*, 12 (1): 47-75.

HOLTHUIS, L. B. 1959. Stomatopod crustacea of Suriname. *Stud. Fauna Suriname* 3 (10): 173-191.

LATRELILLE, P. A. 1803. *Historie naturelle, géneralle et particulière, des Crustacés et des Insectes* 3: 467 p. Paris.

MANNING, R. B. 1959. A checklist of the stomatopod crustaceans of the Florida-Gulf of Mexico area. *Quat. J. Fla. Acad. Sci.* 22 (1): 13-24.

_____ 1961. Stomatopod crustacea from the Atlantic Coast of Northern South America. *Allan Hancock Atlantic Exped., Rep.* N° 9: 1-46.

_____ 1963. Preliminary revision of the genera Pseudosquilla and Lysiosquilla with descriptions of six new genera (Crustacea: Stomatopoda). *Bull. Mar. Sci.*, 13 (2): 308-328.

_____ 1968. A revision of the family Squillidae (Crustacea: Stomatopoda), with the description of eight new genera. *Bull. Mar. Sci.*, 18 (1): 105-142.

_____ 1969. Stomatopod crustacea of the Western Atlantic. *Stud. trop. Oceanog. Miami*, 8: (viii + 380 pp.). University of Miami Press.

_____ 1977. A monograph of the West African Stomatopod Crustacea. *Atlantic Report*, 12: 25-181.

RODRÍGUEZ, G. 1959. The marine communities of Margarita Island, Venezuela. *Bull. Mar. Sci. Gulf & Carib.*, 9 (3): 237-280.

SCHMITT, W. L. 1940. The stomatopods of the West Coast of America. Bassed on collections made by the Allan Hancock Expeditions. 1933-1938. *Allan Hancock Found. Pacific Exped.*, 5 (4): 129-225.