

ESTUDIO BIOLÓGICO-PESQUERO EN LA BAHÍA DE CARTAGENA, CARIBE COLOMBIANO

Biological and fishing studies in the Cartagena Bay,
Colombian Caribbean Sea

Camilo A. Gómez-Rangel¹, Ricardo Alvarez-León², Gabriel G. Luna-González³,
José F. Ospina-Arango⁴, Fabricio I. Pardo-Rodríguez⁴

RESUMEN

Nesta investigación se realizaron mensualmente cinco faenas de pesca nocturna en cuatro áreas dentro de la bahía y una en mar abierto, para doce faenas por estación y sesenta en total. Los individuos pertenecen a 89 especies y 37 familias. La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) fue de 7.2 – 20.4 kg/faena (12.3 kg/faena en promedio) e la unidad de pesca (UP) estuvo conformada por tres personas. Las especies más representativas (67.3% de la captura total) fueron: *Elops saurus* (13.0%), *Haemulon bonariense* (9.3%), *Centropomus undecimalis* (6.1%), *Bagre marinus* (5.0%), *Scomberomorus cavalla* (3.5%), *Sphyrna mokarran* (3.2%), *Caranx hipos* (3.1%), *Dasyatis guttata* (3.0%), *Mugil liza* (2.3%), *Archosargus rhomboidalis* (2.3%), *Tarpon atlanticus* (2.1%), *Tylosurus crocodilus* (1.9%) y *Cathorops spixii* (1.8%). *Scomberomorus brasiliensis*, que fue en mar abierto aportó el 13.7%, en cuanto al número de peces capturados, el 46.2% de la captura correspondió a las especies *E. saurus* (18%), *Haemulon bonariense* (16.0%) y *S. brasiliensis* (12.0%). Las mayores afinidades se dan entre las estaciones 3 y 4 en las épocas lluviosa y seca mostrando la influencia de las aguas del Canal del Dique, con las mayores diversidades en la época de transición. De las cinco estaciones muestreadas la Estación 5, fue la de mayor aporte de captura en términos de biomasa; le siguieron en su orden la Estación 3 localizada en el sector frente a Dow Química de Colombia S. A. con 151.2 kg de la captura total; la Estación 2 en el sector el Varadero-Ciénaga de Coquitos con 139.4 kg para el 18% de la captura total; la Estación 1, sector caño de Oro-Bocachica con 124.0 kg para el 17% de la captura total; y la Estación 4 sector CORELCA-FRIGOPESCA con 86.0 kg para el 12.0% de la captura total

Palabras-claves: pesca exploratoria, CPUE, diversidad específica, Bahía de Cartagena, Caribe colombiano.

ABSTRACT

In this research work five monthly night fishing operations were conducted in four areas within the Cartagena Bay and open sea, for twelve tasks per station and sixty in total. The fish individuals belong to 89 species and 37 families. The catch per unit effort (CPUE) ranged from 7.2 kg/task to 20.4 kg/task and averaged 12.3 kg/task. The fishing unit (UP) was comprised of three crew members. The most representative species (67.3% of total catch) were: *Elops saurus* (13.0%), *Haemulon bonariense* (9.3%), *Centropomus undecimalis* (6.1%), *Bagre marinus* (5.0%), *Scomberomorus cavalla* (3.5%), *Sphyrna mokarran* (3.2%), *Caranx hippos* (3.1%), *Dasyatis guttata* (3.0%), *Mugil liza* (2.3%), *Archosargus rhomboidalis* (2.3%), *Tarpon atlanticus* (2.1%), *Tylosurus crocodilus* (1.9%) and *Cathorops spixii* (1.8%). *Scomberomorus brasiliensis* was caught outside the bay (Station 5) in the open sea and beachfront in la Escollera-Marbella, accounting for 13.7%. As far as number of fish caught is concerned, 46.2% of the catch corresponded to *E. saurus* species (18%), *H. bonariense* (16.0%) and *S. brasiliensis* (12.0%). The highest specific affinities took place between Stations 3 and 4 during the rainy and dry seasons, underscoring the influence of the Canal del Dique waters, The major diversities were found during the transition period. From the five stations sampled Station 5, area located in the bay-sea exchange in the area called the breakwater, was to capture greater contribution in terms of biomass with 244.5 kg which corresponds to 33% of the total catch, followed in order Station 3 located in the sector against Dow Chemical of Colombia S. A., with 151.2 kg of the total catch. Station 2 in the Varadero area Coquitos Swamp with 139.4 kg for 18% of the total catch, Station 1, sector-Bocachica Gold pipe with 124 kg for 17% of the total catch, and season 4 CORELCA-FRIGOPESCA industry with 86 kg for 12% of the total catch.

Keywords: exploratory fishing, CPUE, Cartagena Bay, Colombian Caribbean Sea.

¹ Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables y el Medio Ambiente. Cartagena (Bolívar) Colombia.

² Universidad de Manizales. CIMAD / Maestría en Desarrollo Sostenible y el Medio Ambiente. Manizales (Caldas) Colombia. E-mail: ricardovalvarezleon@gmail.com

³ Dow Química de Colombia S. A. Cartagena (Bolívar) Colombia.

⁴ Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano – Seccional Cartagena. Cartagena (Bolívar) Colombia.

INTRODUCCIÓN

En la Bahía de Cartagena situada al sur del Mar Caribe se han realizado algunos estudios orientados a conocer el comportamiento y estructura ecológica de esta laguna costera, entre los cuales pueden citarse los de:

1. George *et al.* (1979) que realizaron un estudio ecológico del área de influencia de la Refinería de Cartagena, encontrando un mayor número de especies en áreas no contaminadas (23) que en áreas contaminadas (7).
2. Herrera-Llano & Franky-Ocampo (1981) que trabajaron sobre la ictiofauna de la bahía y encontraron que los periodos climáticos anuales, las variaciones físico-químicas, la circulación y la renovación de las aguas de la bahía, afectan algunas de las 71 especies registradas.
3. Mercado-Silgado (1981) que estudió cinco zonas de la bahía de Cartagena: Bocagrande (1), Bocachica (2), Canal del Dique (3), Mamonal (4) y mercado público-Muelle de cabotaje (5). En las zonas 1,2 y 3 encontró buenas condiciones y una mayor variedad de especies así como larvas y juveniles de las familias Centropomidae, Bothidae, Gobiidae, Tetradontidae, Clupeidae y Mugilidae, así mismo leptocefalos de Megalopidae, Elopidae y Albulidae. Adicionalmente registra que algunos peces capturados presentaron sabor y olor a petróleo especialmente aquellos de la familia Mugilidae. Registra 58 especies agrupadas en 45 géneros y 32 familias.
4. Plagiardini *et al.* (1982) que realizaron un estudio interdisciplinario analizando las características climáticas, marinas y continentales que inciden en los procesos marinos que tienen lugar en la bahía de Cartagena en su aspecto dinámico, químico y sedimentológico.
5. Cowgill *et al.* (1989) que efectuaron un estudio en la Bahía de Cartagena sobre los efectos del derrame accidental de un compuesto organofosforado (Lorsban 4E). Basados en la muerte de aproximadamente 17 toneladas de peces, comprobaron el proceso de degradación, la contaminación del sedimento y la forma como la carga de clorofitos (ingrediente activo) derramados en la bahía fue removida periódicamente aunque la cantidad exacta del contaminante se desconoce. El tiempo de vida media del compuesto en el agua fue de 9 días y en los peces de 11 días, los efectos de los clorpirifitos en la bahía desaparecieron a los 23 días, después de ocurrido el derrame. Las especies capturadas para el análisis fueron *Arius sp.*, *Elops saurus*, *Lutjanus bucanella*, *L. mahogoni*, *Centropomus parallelus*, *Sphoeroides testudinus* y *Lobotes surinamensis*.
6. INDERENA-DOW (1989), que realizaron una investigación de comprobación por el accidente con Lorsban 4E derramado en la bahía, recolectando muestras puntuales en diferentes zonas de la Bahía. Capturando 28 especies pero solo fueron mencionadas con sus nombres vernaculares.
7. Urbano-Rosas (1989), que confirma que la bahía está siendo afectada básicamente por cuatro tipos de contaminantes, siendo las dos más importantes fuentes en su orden, las aguas negras del alcantarillado de la ciudad y los aportes del Canal del Dique.
8. Castillo-Jiménez (1983), que realizó una evaluación de huevos, larvas de peces, quetognatos e hidromedusas obtenidos mediante arrastres superficiales en 9 estaciones en la bahía. Identificando larvas de la familia Engraulidae y registra 15 géneros pertenecientes a 9 familias como son *Anchoa*, *Ariopsis*, *Caranx*, *Chloroscombrus*, *Cosmocarpus*, *Decapterus*, *Eugerres*, *Haemulon*, *Hyppocampus*, *Mugil*, *Oligoplites*, *Ophioblenius*, *Selene*, *Sphyraena*, *Sygnatus*, y *Tarpon*, siendo la primera, la más numerosa.
9. Ospina-Arango y Pardo-Rodríguez (1993) que registran los hábitos alimenticios y estado gonadal de algunas especies icticas presentes en la Bahía de Cartagena. Se recolectaron 1431 individuos para un total de 79 especies de las cuales el 53.1% son carnívoros, 3.8% omnívoros, 1.27% herbívoros, 5.06% con materia orgánica no identificable y 36.7% se hallaban con estomago vacío. Las capturas se realizaron en la noche, se registran 11 nuevas especies para la bahía como son: *Arius proops*, *Bagre bagre*, *Synodus poeyi*, *Dactylopterus volitans*, *Epinephelus striatus*, *Alectiscrinetus*,

Caranx crysos, *Ophioscion cf. microps*, *O. punctatissimus*, *Lactoprhys quadricornis* y *Diodon hystrix*.

10. Herrera-Muñoz (1984), que presenta una caracterización de los fondos de la Bahía de Cartagena desde el punto de vista ecológico en dos épocas del año (febrero y octubre de 1992, correspondientes a las épocas secas y húmeda respectivamente), con base en el estudio de 29 estaciones ubicadas tanto en la Bahía interna como en la Bahía principal. Examinan algunos aspectos de la estructura de las comunidades macro-zoobentónicas allí presentes tales como abundancia, riqueza, diversidad, predominio y uniformidad de las especies, así como algunas variables ambientales como profundidad, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH, materia orgánica y granulometría. El estudio permitió hacer algunas consideraciones importantes a tener en cuenta: (1) existe una alta heterogeneidad ambiental en los sedimentos de la bahía, (2) existe una fuerte influencia de las lluvias en el desarrollo de las comunidades macro-zoobentónicas y (3) el problema de la polución se refleja de manera importante en la bita macrobiótica de la bahía.
11. Ramírez-Rodríguez (1984), que evaluó la dieta de tres especies costeras de importancia comercial, la sierra (*Scomberomorus brasiliensis*), el jurel (*Caranx hippos*) y la cojinúa (*Caranx* sp.) de las áreas aledañas a Cartagena.
12. Rodas-López & Zárate-Villareal (1994), realizan un trabajo sobre la magnitud, composición y valor económico de las capturas realizadas por una unidad de pesca trasmallera de la Boquilla en el área de influencia de Cartagena entre 1987 y 1993 registrando para la zona Bocagrande-Boquilla una captura total de 1777.8 kg, y una CPUE de 12.2 kg.

La Bahía de Cartagena está situada al sur del Mar Caribe (10°16'/10°26'N - 75°36'/75°30'W), en la costa norte de Colombia (Pagliardini *et al.*, 1992), y su origen se atribuye a formación de una barrera natural que se extendió paralelamente a la costa e hizo posible la formación de una laguna costera que constituye la bahía (Shaus, 1974). Presenta unas

dimensiones de 12 x 6 km para un área aproximada de 72 km², una profundidad promedio de 21 m y un volumen de 1.600 millones de m³ (Urbano-Rosas, 1992). El ecosistema original era de tipo marino con un importante componente coralino, lo cual se puede comprobar por la gran cantidad de fragmentos que se encuentran actualmente en las orillas. En el presente es de tipo estuarino debido al aporte de aguas dulces que recibe del canal del Dique, brazo artificial del río Magdalena, desde el siglo XVII, cuyo caudal se ha incrementado desde los años 30's tras las rectificaciones, dragados y relimpias de esta vía acuática. El efecto que se inicia en el extremo sur de la bahía, pero están orientadas de tal forma que el aporte fluvial afecta toda la bahía dependiendo de la época del año. Presenta dos entradas de renovación de aguas marinas-oceánicas (Urbano-Rosas, 1992) y se encuentra conectada con el mar de manera permanente, regida por las condiciones climáticas e hidrográficas locales y a la mezcla de aguas marinas, dulces y un gran aporte de residuos contaminantes (Garay, 1986).

Entre diciembre a abril, está sometida al régimen de los vientos que soplan regularmente del noroeste con una intensidad importante, lo que determinan una estación seca, posteriormente, de septiembre a noviembre los vientos disminuyen su intensidad dando lugar a una estación húmeda, presenta además un período de transición de mayo a agosto, con altas temperaturas y algunas lluvias de poca intensidad. La circulación del agua en la región depende de tres agentes principales: la Corriente del Caribe engendrada por los vientos alisios; la contra corriente del Darién que fluye en dirección opuesta a la anterior; y las aguas del río Magdalena que llegan a la bahía a través del Canal del Dique (Andrade-Amaya *et al.*, 1988).

La bahía posee relictos coralinos en poca extensión, dentro de los cuales se pueden nombrar las siguientes especies: *Porites porites*, *Agaricia* sp., *Meandrina meandrites*, *Acropora cervicornis*, *A. palmata*, *Montastrea* sp., encontrándose tanto en los bajos como en la parte supralitoral de las orillas bordeadas por las terrazas arrecifales del Cuaternario (Plagiardini *et al.*, 1982); arenas localizadas en las playas de algunas zonas infralitorales de pendiente suave y sometidas a tránsito arenoso (Bocagrande, el Laguito y Castillo Grande), dentro de estos tipos se encuentra la arena calcárea siendo la más representativa en la Bahía, constituida exclusivamente por residuos coralinos, algas calcáreas y biodetritos; los lodos ocupan una gran extensión tanto en áreas profundas del centro

como en áreas protegidas por islotes cubiertos por manglares (Plagiardini *et al.*, 1982).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron en cinco estaciones de muestreo entre la zona somera y media en la Bahía de Cartagena (4) y su área de influencia (La Escollera-Playa de Marbella) (1), con profundidades entre 0 y 20 m, con el fin de abarcar al máximo la columna de agua en las zonas trabajadas, entre Junio de 1992 y Junio de 1993. (Figura 1).

Características de las estaciones

Estación 1. Localizada entre Caño del Oro y Bocachica, influenciada por aguas marinas que penetran por Bocagrande siendo claras en el verano

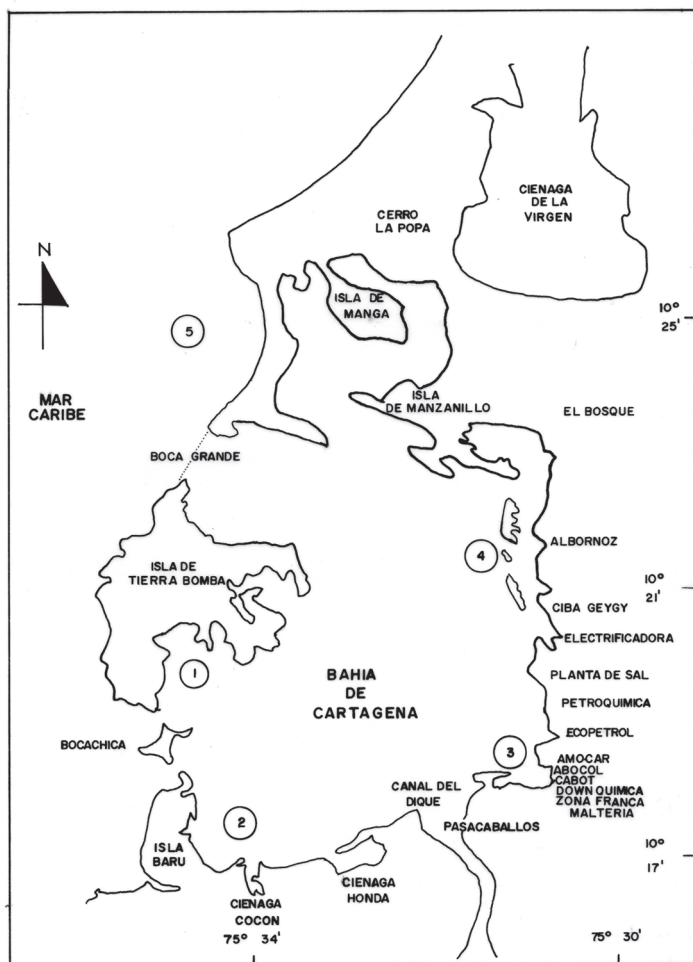


Figura 1 - Estaciones de muestreo dentro (1 - 4) e fuera (5) de la Bahía de Cartagena, Colombia.

y turbias en el invierno a consecuencia de las corrientes superficiales turbias del Canal del Dique el cual además aporta mucho material flotante (madera, plástico, vegetación entre otros) al área. El sustrato es limoso en el sector más protegido hacia la costa conformada por manglares, encontrándose en la parte externa de la ensenada que allí se forma, un bajo rocoso-coralino. La profundidad oscila entre los 0 y 5 m.

Estación 2. Localizada entre el Canal de El Varadero y Ciénaga de Coquitos, influenciada por aguas marinas que entran por Bocachica así como también por aguas que aporta el Canal del Dique. El sustrato está conformado entre limo, arena gruesa y rocoso coralino. Su profundidad entre los 0 y 20 m.

Estación 3. Localizada en la parte exterior de la Punta de Ahorcazorras, entre el muelle de Maltería de Bavaria y DOW Química de Colombia S. A. Es la más influenciada directamente y en forma permanente por las aguas y descargas que aporta el Canal del Dique a la Bahía, dándole características de estuario. El sustrato está compuesto básicamente por limos y lodos, con formaciones rocoso-coralinas hacia la costa. Su profundidad va desde los 0 y 20 m.

Estación 4. Localizada entre la punta de Albornoz e Isla Glorita, frente a FRIGOPESCA y CORELCA, influenciada en mayor o menor grado por las aguas del Canal del Dique dependiendo de la época del año (verano, lluvias), el flujo y reflujo de mareas y corrientes marinas superficiales. El sustrato está compuesto por gravilla de coral y arena gruesa. La profundidad fluctúa entre los 0 y 20 m.

Estación 5. Localizada entre el norte de la Isla de Tierrabomba hasta frente de la Playa de Marbella, influenciada por aguas netamente marinas. El sustrato está compuesto por arena fina y su profundidad va de los 0 a los 20m.

Artes y métodos de captura

Para las cinco estaciones muestreadas se utilizaron 700 m. de trasmallo de los cuales 300 m tenían un ojo de malla estirado de 10 cm y una altura de 10m; 200 m. con un ojo de malla estirado de 6 cm y 5 m. de altura y 200 m. con un ojo de malla estirado de 4 cm y 5 m de altura.

Las faenas se efectuaron abordando una embarcación de fibra de vidrio de 29 pies de

eslora y 7 pies de manga, inicialmente con un motor fuera de borda de 27 HP y a partir del quinto mes por un motor de 60 HP.

Se realizaron muestreos mensuales durante 12 meses para cada una de las cinco estaciones, en el período comprendido de junio a diciembre de 1992 y febrero a junio de 1993.

Teniendo en cuenta la ubicación de las estaciones, el tráfico de embarcaciones y la longitud del trasmallo, estas se calaron en diferentes posiciones así: en las Estaciones 1 y 2 perpendicularmente a la costa; 3 y 4 en posición oblicua a la costa y en la 5 el muestreo se realizó a la ronza o deriva con un extremo de los trasmallos fijo a la embarcación, dejándose arrastrar por la corriente.

En las Estaciones 3 y 4, los trasmallos eran revisados 2 veces durante cada faena, a las 12 am y las 5 am. En la Estación 5 se recogían las redes a las 11 pm y se procedía a calarlas nuevamente a las 12 pm, recogiendo finalmente a las 5 am. Cada faena tuvo una duración de 12 horas (6 pm-6am). La UP (trasmallos, embarcación) fue operada por tres personas (2 pescadores y un motorista).

Cada uno de los peces capturados se separaron por familia y especie, se tomaron características morfométricas como: longitud estándar (Ls), longitud total (Lt), peso húmedo, sexo y estado de madurez gonadal, el cual se determinó según la tabla basada en Vegas-Vélez (1987), modificada para un estudio multi-específico por Ospina-Arango y Pardo-Rodríguez (1993).

Para la identificación de las especies capturadas se utilizaron los trabajos de Cervigón (1966), Bohlke & Chaplin (1968), Dahl (1971), Fischer (1978), Darovec (1983), Acero & Garzón (1985). A nivel de familias, Fischer (1978) y para ordenes, Nelson (2006).

Estado de madurez gonadal

A partir de Vegas-Vélez (1987) y modificado por Ospina-Arango y Pardo-Rodríguez (1993) para un estudio multi-específico:

Macho

Estado I: gónadas pequeñas aplanadas, transparentes, ligeramente rojizas o algo grisáceas.

Estado II: gónadas pequeñas, rojo-blancuecinas con vasos sanguíneos, al presionarse no sale líquido espermático.

Estado III: gónadas totalmente opacas, blancas, liberan esperma al presionarlas.

Estado IV: gónadas rojas o gris rojizo, muy cortas y paredes muy suaves con muchos vasos sanguíneos, no liberan esperma.

Hembra

Estado I: ovarios turbios o vidriosos, cilíndricos, transparentes, paredes tirantes y pequeñas, óvulos no visibles a simple vista.

Estado II: ovarios opacos, anaranjados o rojo grisáceo, óvulos visibles a simple vista, con vitelo que le da un color naranja o rojo blancuzco.

Estado III: ovarios opacos, anaranjados o rojo blancuzco, haciéndose algo transparente con algunos, puntos anaranjados, se presentan vasos sanguíneos, ningún óvulo opaco, las paredes se arrugan.

Estado IV: ovarios de color rojo y transparentes, paredes muy suaves, rugosas con vasos sanguíneos, óvulos blancos un poco aplastados y en reabsorción.

Índice de Diversidad de Shannon-Weaver

Se calculó la diversidad de especies según la expresión:

$$\hat{H} = - \sum P_i \ln P_i$$

onde, \hat{H} = índice de Shannon-Weaver; $P_i = n_i/N$ (proporción de individuos); n_i = número de individuos en la i -ésima especie; $N = \sum n_i$ (total de individuos en todas las especies en un muestreo).

Este índice se aplicó agrupando los registros de las estaciones en los tres periodos hidroclimáticos de la región así: (a) época seca: diciembre-abril; (b) época de transición: mayo-agosto; (c) época húmeda: septiembre-noviembre.

Índice de Afinidad de Morisita

Con el fin de realizar un acercamiento a las características del hábitat se realiza la agrupación de las estaciones según sus especies mediante el citado índice:

$$C_x = 2 \sum X_{ij} X_{ik} / (\lambda_1 + \lambda_2) N_j N_k$$

$$\lambda_1 = \sum [X_{ij} (X_{ij} - 1)] / N_j (N_j - 1)$$

$$\lambda_2 = \sum [X_{ik} (X_{ik} - 1)] / N_k (N_k - 1)$$

onde, C_x = índice de similitud de Morisita entre la muestra j y k ; X_{ij} , X_{ik} = número de individuos

de la especie i en la muestra j y la muestra k ; $N_j = \sum X_{ij}$ = número total de individuos en la muestra j ; $N_k = \sum X_{ik}$ = total de individuos en la muestra k .

RESULTADOS

Se recolectaron un total de 1808 peces pertenecientes a 37 familias, 58 géneros y 89 especies durante las 60 faenas.

Resultados por estación

Estación 1

• Se capturaron 210 individuos distribuidos en 24 familias y 43 especies que aportaron una Captura Total (CT) de 123.6 kg y una Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de 10.3 kg/faena.

• Las familias más representativas en aporte de biomasa fueron: *Dasyatidae* (19.3 kg), *Elopidae* (18.4 kg) y *Carangidae* (16.9 kg), representando en conjunto el 44.2 % de la CT para esta estación.

• La faena que más aportó biomasa fue la número 12, correspondiente a Junio de 1993 (mes de transición) y la que menos aportó fue la número 6 correspondiente a Diciembre de 1992 el cual corresponde a un mes de vientos muy fuertes). En cuanto al número de individuos capturados por faena, el comportamiento fue similar al de la distribución de la biomasa.

• Las familias más representativas en número de especies fueron *Carangidae* (11), *Lutjanidae* (8) y *Hemulidae* (4) representando el 41.85 % de las especies encontradas

• Las especies con mayor aporte de biomasa fueron: *Elops saurus* (18.4 kg), *Dasyatis gutatta* (15.5 kg), *Tylosurus crocodilus* (13.3 kg), *Archosargus rhomboidalis* (4.3 kg), *Anisotremus surinamensis* (4.3 kg), *Caranx hippos* (4.3 kg) para un 48,6 kg de la biomasa total aportada por esta Estación

• Las especies más representativas en número de individuos capturados fueron: *E. saurus* (56), *C. spixii* (26), *O. saurus* (24), *A. rhomboidalis* (15) y *C. hippos* (13) representando estos el 43.4% del número total de individuos. Se capturo en además un ejemplar adulto de langosta *Panulirus argus*.

Estación 2

• Se capturaron 371 peces pertenecientes a 22 familias y 47 especies, los cuales aportaron para esta Estación una captura total de 131.4 kg equivalente a una CPUE de 11.0 kg.

• Las especies con mayor aporte de biomasa fueron: *C. undecimalis* (17.4 kg), *E. saurus* (16.3 kg), *B. marinus* (9.4 kg), *M. atlanticus* (8.1 kg) y *H. bonariense* (8.1 kg), representando el 45.2 % de la biomasa total para esta Estación

• Las familias más representativas en número de especies fueron: *Carangidae* (8), *Lutjanidae* (7), *Ariidae* (5), representando el 41.7% de las especies encontradas para esta estación.

• Las familias más representativas en aporte de biomasa fueron *Centropomidae* (18.2 kg), *Ariidae* (17.6 kg), *Elopidae* (16.3 kg) y *Mugilidae* (14.4 kg) representando el 50.6% de la biomasa total capturada.

• La faena que mas biomasa apporto para esta Estación fue la correspondiente a Septiembre de 1992 y la menor captura correspondió a la de Junio de 1992, cabe anotar que las faenas 1 y 12 las cuales correspondieron a Junio de 1992 y 1993 se noto una diferencia significativa.

• El comportamiento en cuanto al número de individuos capturados en esta Estación presento un pico máximo en Octubre de 1992 y un mínimo en Junio de 1993.

• Las especies más representativas en número de individuos capturados fueron *E. saurus* (64), *C. spixii* (36), *H. bonariense* (35) y *C. chrysurus* (25), Los cuales representan el 42.8% del total de los individuos capturados en la Estación

Estación 3

• Se capturaron 331 peces pertenecientes a 15 familias y 29 especies, las cuales aportaron 150.3 kg equivalentes a una CPUE de 12.6 kg, siendo este ultimo el valor mas alto obtenido dentro de la bahía, sin tener en cuenta la Estación5 dada su ubicación. Por otra parte fue la Estación que registró el menor número de especies.

• Las familias más representativas en aporte de biomasa fueron *Haemulidae* (31.5 kg), *Elopidae* (30.8 kg), *Centropomidae* (28.2 kg), *Ariidae* (14.7 kg) y *Mugilidae* (12.0 kg), representando el 77.8 % de la biomasa total capturada.

• En cuanto al número de especies que apporto esta Estación, están las familias *Carangidae* (8), *Centropomidae* (3) y *Ariidae* (3).

• Las especies más representativas en aporte de biomasa fueron *H. bonariense* (31.5 kg), *E saurus* (30.8 kg) y *C. undecimalis* (24.4 kg), representando el 57.6% de la captura total para esta Estación.

• Las especies con mayor aporte en número de individuos capturados fueron *H. bonariense* (121) y *E. saurus* (99), representando el 57.9%

- En cuanto al número de individuos capturados el mayor pico correspondió a la faena 4 en Septiembre de 1992 y la menor a la faena 9 en Abril de 1993.

- La mayor captura en términos de biomasa se registró en Septiembre de 1992 y la menor captura se obtuvo en Junio de 1993.

Estación 4

- Se capturaron 309 peces pertenecientes a 20 familias y 37 especies las cuales aportaron una captura total de 86 kg y una CPUE de 7.2 kg, siendo este último, el valor más bajo encontrado de todas las estaciones donde se capturaron además 3 ejemplares de *Panulirus argus*.

- Las familias más representativas para esta Estación en aporte de biomasa fueron Haemulidae (21.7 kg) y Elopidae (17.0 kg), representando estos el 45.1% de la captura total. Las familias más representativas en número de especies fueron Carangidae (7), Lutjanidae (5) y Gerreidae (4), representando el 41% de la captura.

- Las especies más representativas en aporte de biomasa están *H. bonariense* (21.7 kg) y *E. saurus* (17.0 kg), representando el 43.6% de la captura.

- En cuanto al número de individuos capturados *H. bonariense* (119) y *E. saurus* (97), representando el 50.8% del total de los peces capturados en esta estación.

- La faena de Abril de 1993 registro el mayor pico de captura seguida por la de Septiembre de 1992.

- La faena de Septiembre de 1992 aportó la mayor biomasa y el menor aporte de biomasa se dio en Diciembre de 1992.

Estación 5

- Se capturaron 246 peces pertenecientes a 21 familias representadas en 38 especies, las cuales aportaron una captura total de 244 kg y una CPUE de 20.4 kg, el cual fue el valor mas alto de captura entre todas las estaciones

- Se presentaron valores mínimos de CPUE en Junio de 1993 con 2 kg/faena y un máximo en Septiembre con 62.6 kg/faena.

- La familia más representativa en aporte de biomasa fue Scombridae (141.8 kg) que aportan el 58% de la captura total para esta Estación

- En cuanto al número de especies, la familias más representativas fueron, Carangidae (8), Scombridae (3) y Belonidae (3).

- Las especies más representativas en aporte

de biomasa fueron *S. brasiliensis* (93.7 kg) y *S. cavalla* (26.0 kg), aportando el 48.9% de la captura total.

- En número de individuos capturados la especie mas representativa fue *S. brasiliensis* (123), aportando el 42.6% de la captura total

- La faena que más aportó biomasa fue la correspondiente al mes de Octubre de 1992, obteniéndose la mayor captura del total de las 60 faenas realizadas con una captura de 62.5 kg, y la de menor captura la de Junio de 1993.

- En cuanto al número de individuos capturados, el mes de Octubre de 1992 presentó el mayor pico, y el menor pico se presentó en Junio de 1993.

- El valor de la CPUE encontrado para la Bahía de Cartagena (E-1, E-2, E-3 y E-4), en el periodo Junio de 1992 a Junio de 1993, se registró un mínimo de 6.3 kg/faena y un máximo de 19.2 kg/faena en Septiembre de 1992.

Índice de Diversidad. Se realizó en tres épocas concordantes con los diferentes periodos hidroclimáticos del año en la región. Después de analizar cada una de las estaciones se obtuvieron los siguientes resultados:

- En la Estación 1 la diversidad presentó un valor de 3.13 en la época seca, el mayor para la Estación así como también el mayor para todas las demás. El menor valor fue de 2.39 el cual corresponde a la época lluviosa.

- Para la Estación 2 el mayor valor es 2.93 y corresponde a la época de transición. El menor fue de 2.58 correspondiente a la época seca.

- Para la Estación 3 el mayor valor es 2.44, para la época de transición y el menor valor correspondió a la época seca con un valor de 1.79.

- Para la Estación 4 el mayor valor es de 2.58, para la época de transición y el menor valor es de 1.84 para la época seca.

- En la Estación 5 la época de transición tiene el mayor valor, equivalente a 2.30 y el menor valor de 1.21 para la época húmeda. Este último es el menor valor registrado de H'n encontrado para todas las estaciones.

- Con excepción de la Estación 1, las mayores diversidades para todas las estaciones se dieron en la época de transición, y para las Estaciones 2, 3 y 4, las menores se dieron en la época seca 'qs

Índice de afinidad. La agrupación de estaciones según el índice de afinidad de Morisita mostró que para la información obtenida en la

investigación realizada, se pudo establecer mediante los dendogramas correspondientes, que las Estaciones 1 y 2 localizadas dentro de la bahía y que tienen influencia marina en mayor o menor grado dependiendo de la época del año son más ricas en especies que la Estación 3, que tiene influencia directa de aguas dulces provenientes del Canal del Dique, la cual a pesar de presentar la más baja diversidad en cuanto a número de especies, por el contrario aportó la mayor CPUE, estando representada en su mayor porcentaje por especies estuarinas tales como *E. saurus*, *C. undecimalis*, *M. liza*, *T. atlanticus* (Ospina-Arango y Pardo-Rodríguez, 1993).

Como ya se anotó, las Estaciones 1 y 2 son las estaciones menos influenciadas por aguas del Canal del Dique, presentando los más altos índices de diversidad (H') respectivamente encontrados para la Bahía de Cartagena, siendo la Estación 2 la segunda en CPUE y la Estación 1 la tercera. Debido a que el número de individuos capturados por especie fue bajo en general y las especies que aportaron el mayor número de individuos son relativamente pequeñas como es el caso de *C. spixii*, *O. saurus*, *E. cinereus*, *H. bonariense*, *A. rhomboidalis*, juveniles de *C. hippos*, *C. latus* y *E. saurus*.

La Estación 4 aunque presentó mayores H' que la Estación 3, registro un menor valor de CPUE que la Estación 3 y para la Bahía en general, esto en razón a que especies con alto aporte de biomasa tales como *C. undecimalis*, *M. atlanticus*, *M. liza* entre otros, estuvieron presentes en proporciones mucho menor. Estas estaciones sin embargo se encuentran muy relacionadas, presentando una composición de especies y proporciones de individuos semejante durante todo el periodo de estudio desde el punto de vista de las especies que conforman cardúmenes como *E. saurus* y *H. bonariense*.

Para la Bahía de Cartagena y aguas adyacentes, las especies más representativas en cuanto a biomasa aportada fueron: *S. brasiliensis* (98.4 kg), *E. saurus* (96.0 kg), *H. bonariense* (61.4 kg), *C. undecimalis* (45.4 kg) y *B. marinus* (36.2 kg), representando un 44% de la captura total.

Las mayores capturas representadas en biomasa de registraron en la época de transición.

En cuanto a las especies más representativas en número de individuos capturados tenemos en su orden *E. saurus* (325), *H. bonariense* (288) y *S. brasiliensis* (214) aportando estos el 46.2% del total de individuos capturados.

Para la especie *S. brasiliensis* la cual aportó el mayor valor en biomasa el 98.6% de la captura total se realizó en la Estación 5, siendo estas aguas no

protegidas (mar abierto), para la Bahía de Cartagena la especie que mayor biomasa aportó fue *E. saurus*, siendo un 94.8% de individuos juveniles.

Las familias más representativas en número de especies en la bahía en su orden: Carangidae (14) y Lutjanidae (9), aportando el 44% de las especies, las familias Ariidae, Scombridae y Haemulidae con 5% cada una y Gerreidae con 4%.

Se registro el estado gonadal de las 8 especies más representativas en aporte de biomasa fueron *S. brasiliensis*, *E. saurus*, *H. bonariense*, *C. undecimalis*, *B. marinus*, *S. cavalla*, *C. spixii*, *A. rhomboidalis*.

Parámetros fisicoquímicos

Para la Estación 1, la salinidad presentó un mínimo en Septiembre (época de lluvias) de 8 ppt, incrementándose este valor hasta alcanzar un máximo de 30 ppt en Abril (época seca). La temperatura presentó valores mínimos 27°C en los meses de Agosto (transición), Diciembre y Febrero (seca), y los mayores valores se presentaron en los meses de Septiembre (lluvias) con 35°C y Abril (seca) con 30°C.

Para la Estación 2 la salinidad registro un mínimo de 11 ppt en Septiembre (lluvias) y un máximo de 31 ppt en Marzo (seca). La temperatura registro un mínimo de 28°C en Agosto (transición) y picos máximos con 32°C en los meses de Septiembre (lluvias), Abril (seca) y Marzo (transición).

En la Estación 3 la variación de salinidad tuvo un mínimo de 1 ppt en Septiembre y Octubre (lluvias) y un máximo de 22 ppt en Agosto (transición). La temperatura registro un mínimo de 29°C en Agosto (transición) y un máximo de 36°C en Abril (seca).

En la Estación 4 la salinidad tuvo un mínimo de 7 ppt en el mes de Junio (transición) y un máximo de 25 ppt en Agosto (transición). La temperatura tuvo un mínimo de 30 °C en Agosto (transición) y un máximo de 36°C en Abril (seca).

En la Estación 5 se registro un mínimo de 28 ppt en Junio (transición) y Septiembre (lluvias), y un máximo de 33 ppt en Febrero (seca). La temperatura tuvo un mínimo de 27°C en Febrero y Marzo (transición) y un máximo de 36°C en Junio de 1992 y Junio de 1993 (transición).

DISCUSIÓN

Analizando conjuntamente los resultados obtenidos en esta investigación durante el periodo

Junio de 1992 a Junio de 1993 por Castillo-Jiménez (1993), Herrera-Muñoz (1993) y Ospina-Arango & Pardo-Rodríguez (1993), observase que la abundancia de huevos de peces son bajas y medias tanto en la época seca como para la época de transición. Para la época de lluvias se observa un aumento en las densidades encontrándose para la mayor parte de la Bahía abundancias medias y altas, en cuanto a la distribución espacio temporal de los huevos se pudo observar que las mayores abundancias se encontraron en los sectores Suroriental, Nororiental y Noroccidental de la bahía.

Se registran en la bahía huevos durante todo el año, es decir sus ecosistemas son utilizados permanentemente como áreas de desove. Se determinaron tres tipos de abundancia: El primero, correspondiente el periodo seco; el segundo en la época de transición y el tercero en la época de lluvias en la cual se observo el mayor numero de huevos.

La abundancia está distribuida entre: Baja = <100 huevos/100 m³, Media = 101-500 huevos/100 m³ y Alta = >500 huevos/100 m³. Del total de huevos recolectados el 77% correspondió a la familia Engraulidae, y las mayores concentraciones de huevos se registraron en la región Noroccidental y Suroccidental de la bahía, las cuales corresponden a las bocas de contacto de la Bahía con mar abierto.

El 92.6% de las muestras obtenidas registraron presencia de larvas. En general la abundancia de estas en la bahía fue baja. En Julio se observo un aumento en el numero de larvas capturadas, en la zona Suroccidental, la cual corresponde a la Estación 3 con una densidad de 239 larvas/100 m³, siendo el valor máximo obtenido durante todo el periodo de estudio para todas las estaciones. Sin embargo las mayores densidades por muestreo se registraron para la época de invierno en la zona Suroccidental, Suroriental y Nororiental, esta época enriquece las aguas de la Bahía por los portes de nutrientes los cuales provienen del Canal del Dique (Ospina-Arango & Pardo-Rodríguez, 1993).

Se observo en la composición de las larvas de los peces que las mayores abundancias de individuos pertenecen a la familia Engraulidae, la cual aparece en todas las estaciones y durante el tiempo de estudio, siendo un 88.2% del total de larvas capturadas.

El comportamiento de las larvas en el sector Noroccidental difiere de las demás zonas, ya que en esta área las larvas predominantes pertenecen a la familia Carangidae. El sector Suroccidental difiere en cuanto a la composición de larvas de las demás estaciones, ya que a lo largo del estudio se

encontraron solo larvas de *Anchoa* sp., mientras que en otras zonas presentan por lo menos tres familias. Castillo-Jiménez (1993) sugiere que por los cambios de salinidad marcados de esta zona, solo se permite que larvas de especies eurihalinas puedan estar en dicho lugar como es el caso de la familia Engraulidae.

Según Herrera-Muñoz (1993) en la época seca (Febrero de 1992) se registraron variaciones de temperatura del agua del fondo de 4°C. La menor temperatura fue de 27°C en el sector de Bocagrande, la mayor fue de 31°C en la zona de influencia de Ciénaga Honda e Isla Bruja.

Para el periodo de lluvias (Octubre de 1992) en general se registraron mayores temperaturas del agua de fondo con un rango de variación de 4°C. La menor temperatura registrada para este periodo fue de 28° C frente al Canal del Varadero y en la zona de influencia directa del Canal del Dique. La mayor temperatura registrada fue de 32°C frente a Albornoz y CORELCA, ésta última es la Planta de Energía Eléctrica de la ciudad.

La salinidad del agua de fondo para la época seca registra valores con un rango entre 24.6 y 35.6 ppt. El valor mas bajo se registro en la boca de Ciénaga Honda y frente a ÁLCO entre los veriles de 5 a 10 m de profundidad y el valor mas alto en la Bahía interna, Ensenada Salada frente al Canal del Dique. Para el periodo de lluvias se observo un descenso en la salinidad del agua de fondo y un mayor rango de variación entre 20.9 y 35 ppt (Herrera-Muñoz, 1993).

Para el oxígeno disuelto del agua de fondo para la época seca se registraron niveles muy variados desde la sobresaturación (146%) hasta valores críticos (21%). Para el periodo de lluvias los niveles de oxígeno disuelto descendieron, persistiendo valores de sobresaturación (103%); así mismo se mantuvieron niveles críticos (>70%) para la biota aeróbica (Herrera-Muñoz, 1993).

Para la época seca el rango de variación de temperatura del sedimento oscilo entre 27°C frente a la Ensenada Salada y 32°C. El periodo de lluvias se observo un aumento en la temperatura del sedimento, registrándose una máxima de 32°C y una mínima de 28.5°C.

Al igual que la temperatura del agua de fondo, las mayores temperaturas del sedimento se registraron en las estaciones mas someras con un rango entre 29°C y 32°C para la época seca y entre 29.5°C y 31°C para el periodo de lluvias. Las menores temperaturas del sedimento se registraron en las estaciones mas profundas (>20 m) con rangos entre

28 y 29°C para la época seca y entre 28.5°C y 29.5°C para el periodo de lluvias.

Los sedimentos de la Bahía de Cartagena presentan contenidos de materia orgánica muy heterogénea, con rangos entre 3.14% y 20.96% para la época seca. Para el periodo de lluvias se observó una ligera tendencia a aumentar en las diferentes estaciones muestreadas con un rango entre 4.13 y 21.14 ppt.

Los análisis biológicos efectuados para el macrobentos de la Bahía de Cartagena para la época seca arrojaron un total de 15.375 individuos pertenecientes a 82 especies agrupadas en cuatro categorías. Poliquetos, moluscos, crustáceos y otros.

Los poliquetos se constituyeron en el grupo más importante en cuanto a riqueza de especies y abundancia; sus 33 especies correspondieron al 40% del total encontrado. Dentro de los poliquetos se presentan algunas especies importantes por su frecuencia y dominancia, sobresaliendo *Paraplionopsis pinnata*, *Pronospio heterobranchia*, *Aricidea taylory*, *Cirriformia filigera* y *Magolona pettiboneae*.

El segundo aporte fue de los moluscos con 25 especies equivalentes al 30% del total. Le siguieron en su orden los crustáceos equivalentes al 24% del total y por último los denominados "otros" con cuatro especies (*Balanoglossum* sp., *Branchiostoma* sp. y dos equinodermos). Dentro de los moluscos se presentan dos grupos siendo los pelecípodos los de mayor riqueza con 22 especies. Los gasterópodos, representados por 4 especies. Las especies más frecuentes fueron *Chione cancelatta*, *C. contracta*, *Poromya* sp. y *Tellina exerythra*.

Entre los crustáceos se destacaron los anfípodos y decápodos, con 6 y 12 especies respectivamente, los Isópodos con 5 especies y los Ostrácodos y Copépodos con una especie cada una (Herrera-Muñoz, 1993).

Para el periodo de lluvia se observó una sensible disminución en riqueza y abundancia de especies. Los poliquetos se destacaron por ser una vez más el grupo más importante en riqueza y abundancia de especies; sus 4.382 individuos repartidos en 22 especies constituyeron el 24% de la abundancia total. Les siguieron en importancia los moluscos con una dominancia relativa de 13 especies. Los crustáceos aportaron el 8% de la dominancia total con 485 individuos repartidos en 17 especies.

Para el caso de los poliquetos se observó una notable disminución de la riqueza de especies y de la abundancia para el periodo de lluvias

manteniéndose la dominancia de *A. taylory*, *P. pinnata*, *C. filigera* y *M. pettiboneae*.

P. pinnata que se constituyó en la especie más importante para la época seca, experimentó una considerable disminución de su abundancia y presencia en los sedimentos de la Bahía para el periodo de lluvias.

Los moluscos presentaron igualmente una disminución significativa de la riqueza de especies y su abundancia para esta misma época con 78% de individuos agrupados en 13 especies que contribuyeron con un 13% a la abundancia total.

Los crustáceos contribuyeron con 485 individuos agrupados en 17 especies equivalentes al 8% de la dominancia total para el mismo periodo. Es destacable el reemplazo de un número significativo de especies para este segundo periodo, ya que solo se mantuvieron 8 de las 20 especies encontradas en la época seca (Herrera-Muñoz, 1993).

En términos generales se detectó una dominancia significativa de los poliquetos en los sedimentos de la Bahía de Cartagena para las dos épocas (seca y lluviosa). La dominancia de los moluscos y crustáceos en cuanto a riqueza de especies y abundancia varió entre las dos épocas. En la época seca los moluscos presentaron mayor riqueza de especies y mayor abundancia que los crustáceos; por el contrario en el periodo de lluvias se observó una mayor riqueza de especies de crustáceos pero una menor abundancia de moluscos.

En los aspectos pesqueros propiamente dichos, agrupando la CPUE para las diferentes épocas tenemos para la época húmeda un promedio de 12.6 kg/faena, siendo este el mayor valor. Para la época seca la captura fue de 9.3 kg/faena y para la época de transición de 9.6 kg/faena.

Asociando la CPUE y los valores de salinidad para las tres épocas se tiene que en el periodo de invierno se presentan las menores salinidades coincidiendo con el mayor valor de CPUE; entre tanto para la época seca se presentó el menor valor de la CPUE relacionado con el mayor valor de salinidad. Para la época de transición se presentaron valores intermedios de la CPUE y salinidad.

Relacionando la CPUE y la salinidad parece ser que la primera para la Bahía de Cartagena es inversa a la salinidad, ya que las temperaturas promedio para las tres épocas presentan el mismo valor.

Para la Estación 5 la CPUE presentó el mayor valor promedio para la época de lluvia con 28.0 kg/faena, coincidiendo con el menor promedio de salinidad (29 ppt); la época seca presentó la mayor

salinidad promedio con 32 ppt, coincidiendo con la época de máxima insolación, promedios de precipitación mínimos y máxima evaporación (Andrade-Amaya, 1988).

La temperatura superficial del agua en las épocas de lluvias y transición presentaron valores promedio de 30°C, alterándose este promedio para la época seca con un valor de 28°C. Esta variación es entendible dada la influencia para la época de los vientos alisios del Norte, los cuales inciden directamente sobre el área donde se localiza esta, disminuyendo las temperaturas superficiales del agua.

Dado el promedio de salinidad en aguas superficiales para todo el periodo de estudio, en la Estación 5 fue de 30.7 ppt, se observa influencia de aguas continentales a través de la Bahía de Cartagena, de lo contrario se deberían presentar salinidades más o menos de 36 ppt características de aguas netamente marinas.

El análisis se realizó agrupando las estaciones según las especies presentes, pero para el caso de estas estaciones es evidente la influencia de las aguas del Canal del Dique, aunque por la distancia el gradiente de salinidad se manifiesta por la sustitución en la Estación 4 de las especies estuarinas presentes en la Estación 3 y se conservan las especies de cardumen ya citadas.

Las Estaciones 3 y 4 aparte de haber presentado también las más bajas diversidades para las estaciones de la Bahía, fueron las de mayor aporte en número de individuos capturados, mostrando dominancia de unas pocas especies: *H. bonariense*, *E. saurus*, *C. spxii* y *C. undecimalis*, confirmando que son estaciones que están sometidas a las condiciones más drásticas.

La Estación 5 localizada fuera de la bahía, con influencia de aguas marinas, presentó los menores índices con respecto a las cinco estaciones estudiadas, pero a diferencia de las demás, presentó la mayor CPUE, debido básicamente a la biomasa aportada por la familia Scombridae, particularmente por la especie *S. brasiliensis*, la cual también fue la de mayor aporte en biomasa para todas las estaciones y la ocurrencia de individuos de tamaño relativamente grande, aunque en pocas cantidades como es el caso de los *S. mokaran*, *C. falciformis* y *R. porosus*.

El gradiente que establece el aporte de aguas dulces del Canal del Dique se refleja en la asociación entre estaciones según sus especies. De esta manera las especies *E. saurus* y *H. bonariense*, dos de las principales componentes de la fauna íctica registrada en el presente estudio, se encuentra una importante proporción determinando la afinidad

de las estaciones sobre las que se manifiestan las condiciones de bajas salinidades y aguas turbias y que caracterizan durante las épocas lluviosas y secas a las estaciones 3-4 y 1-2. *E. saurus*, encontrado principalmente en estado juvenil parece preferir este tipo de ambiente por su baja salinidad y *H. bonariense* por el tipo de alimentación que encuentra en el fondo, por lo general asociado con el componente rocoso-coralino presente en alguna proporción.

Como primera anotación al índice de diversidad utilizado, hay que decir que desde el inicio del muestreo se introduce un factor de subestimación puesto que el arte de pesca es selectivo. Se ha utilizado como ya se ha indicado un trasmallo con ojos de malla de 10, 6 y 4 cm, el cual es selectivo, pues no involucra especies de talla menores así como juveniles.

No es intención de este documento correlacionar la diversidad de especies con algún factor ambiental tensionante o no, ya que los índices de diversidad son poco sensibles al respecto. Se trata de presentar un estado actual de referencia con vistas a campañas más rigurosas de muestreo las cuales permitan un acercamiento al impacto de la polución sobre la fauna íctica de la Bahía de Cartagena.

De las especies de peces encontradas para la Bahía de Cartagena el 53.16% fueron carnívoras, 3.8% omnívoras y un 1.27% herbívoras; un 5.06% pertenece a individuos que tenían materia orgánica no identificable (MONI) en su tracto digestivo, un 36.75% de los individuos tenían estómago vacío y el resto no registraron datos (Ospina-Arango & Pardo-Rodríguez, 1993).

Se determinó que un 33.33% de los peces capturados se alimenta de peces-crustáceos, 28.57% de peces, 16.67% de crustáceos, 4.76% de peces-gasterópodos-crustáceos, 16.66% restantes se distribuyen en 7 grupos de 2.38% cada uno, que se alimentan de peces-crustáceos-esponjas; gasterópodos-poliquetos-crustáceos-equinodermos; peces-bivalvos; peces-cefalópodos; moluscos-peces; equinodermos-moluscos. Los peces omnívoros según sus hábitos se distribuyen en tres grupos con 33.33% cada uno: corales-gasterópodos-crustáceos-algas; crustáceos-vegetales y esponjas-algas-peces (Ospina-Arango & Pardo-Rodríguez, 1993).

Se puede deducir al analizar las especies del macrobentos y los hábitos de los peces, que existe una relación directa y significativa entre el fondo y las especies que habitan en la Bahía de Cartagena, de tal forma que en la medida en que se mejore la calidad de estos fondos en cuanto a la disminución en el aporte

de materia orgánica (alcantarillados e hidrocarburos principalmente) y sedimentos continentales muy seguramente la fauna íctica tendrá posibilidades de incrementarse, debido muy seguramente a una mayor disponibilidad de alimento.

Analizando las principales especies ícticas en su orden se tiene que:

- *E. saurus* fue la especie que mas aportó individuos durante el estudio con un 71% en estado juvenil, encontrando dentro de la bahía y 29% de adultos capturados en mar abierto en estado gonadal I, II, III y IV, indicándonos que esta especie permanece dentro de la Bahía en su estado juvenil, pasando a mar abierto en estado adulto. Entre Septiembre y Octubre se presentó el mayor número de individuos, coincidiendo con la época de lluvias, especialmente en las estaciones 3 y 4 con una mayor influencia del Canal del Dique.

- *H. bonariense*, no se registraron juveniles debido a la selectividad del arte de pesca, por su parte los estados gonadales I, II, III y IV se presentan indistintamente durante todos los meses de muestreo, mostrando un mayor porcentaje de individuos capturados en estado gonadal III, entre los meses de Septiembre a Diciembre, Febrero y Marzo, con picos máximos en el mes de Octubre y Febrero; su proporción sexual fue de 0.95 M:1 F. Esta es una especie residente en la Bahía de Cartagena, e sus mayores capturas se registraron en las estaciones 3 y 4 con características de aguas turbias y fondo rocoso; mostrando en este caso preferencia por el consumo en su orden de: cangrejos, estomatópodos, camarones y peces.

- *S. brasiliensis*, se registraron algunos juveniles dentro de la bahía; la totalidad de los individuos adultos capturados se obtuvieron en mar abierto (Estación 5). Al encontrarse individuos en diferentes estados gonadales durante todo el año especialmente estados gonadales III y IV es posible afirmar que esta especie desova durante todo el año con picos máximos en el mes de Junio y Octubre, coincidiendo con épocas de transición y lluvias; por otra parte fue la Estación que mas aportó captura para esta especie con una proporción macho: hembra 2.1 : 1

- *C. spixii*, de esta especie se observó su presencia a lo largo de todo el año, sin embargo en los meses de Septiembre, octubre, Febrero y Marzo, el número de individuos se incrementó. Sus hábitos alimenticios están representados por bivalvos, peces, crustáceos, mysis de larvas, copépodos, estrellas de mar, cangrejos y calamares en la Bahía de Cartagena.

Todas las estaciones dentro de la bahía registraron su presencia, aportando una mayor captura en biomasa, las Estaciones 4, 2, 3 y 1 respectivamente. Es una especie residente en la bahía desarrollando en esta por lo menos su fase adulta.

- *A. rhomboidalis*, apareció en las Estaciones 4, 2 y 1, estaciones relacionadas con fondos rocosos y praderas de *Thalassia*; registrándose para la Estación 3 que aunque presenta fondos rocosos con características similares a las anteriores pero sin influencia de *Thalassia* e influencia directa de las aguas del Canal del Dique, lo que demuestra su preferencia por aguas marinas. Su espectro alimenticio es representado por (86.96%), esponjas (60.8%), equinodermos (47.8%), *Thalassia* (8.7%), bivalvos, anfipodos, gasterópodos y restos vegetales un 4.4% cada uno; siendo esta especie omnívora con preferencia por las algas seguida de esponjas y equinodermos. No se capturaron juveniles debido a la selectividad del arte de pesca y los adultos aparecieron a lo largo del año mostrando picos de madurez (estado gonadal III) en Septiembre de 1992 y Marzo de 1993, épocas de lluvia y transición respectivamente, siendo mayor en la época de transición. En Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre y Junio de 1993 se presentaron individuos desovados. Se presentó una relación sexual de 1.46M : 1F, una talla media de 18.8 cm y un promedio de 207.3 gr. De acuerdo a lo anterior podemos considerar esta especie como residente en la Bahía de Cartagena.

- *C. undecimalis*, estuvo presente en su orden en las Estaciones 3, 2, 4 y 1 encontrándose especialmente en las dos primeras, los meses de mayor captura en estado gonadal III fueron Junio de 1992 y Abril de 1993 coincidiendo con la época de transición, presentando además un individuo desovado para el mes de Octubre de 1992. Todos los peces encontrados en estado gonadal III y IV fueron machos; la mayor población de *C. undecimalis*, se encontró en estado gonadal I y II respectivamente. Su presencia en los 9 (Estación 3) y en los 7 (Estación 2) de los 12 muestreos evidencian la influencia de aguas continentales, alta y media turbidez, y costas bordeadas por manglares con presencia de pequeñas lagunas. Esta especie tiene preferencia en los hábitos alimenticios por los peces en 100% y 12.5% por bivalvos, mostrando una baja relación alimenticia de organismos del bentos para la bahía.

- *B. marinus*, se presentó en las cinco estaciones con notorio aporte de biomasa en las Estaciones 4 y 2 con mayor influencia marina, aunque las Estaciones

3 y 4 con influencia de aguas continentales también aportaron esta especie, seguramente por ser de hábitos preferiblemente relacionados con el fondo donde las condiciones de salinidad y temperatura se comportan en forma más estable con relación a las aguas marinas. Esta especie presenta un amplio espectro alimenticio conformado por peces 52%, cangrejos 24%, vegetales 12%, camarones 8%, isópodos, algas, frutas, coral, bivalvos y gasterópodos, cada uno con el 4%. El número de individuos capturados fue mayor en las épocas de transición y verano notándose una disminución en el invierno, lo que ratifica su preferencia por aguas marinas. En estado gonadal III y IV se observaron individuos en la época seca y de transición seguramente por las condiciones dadas por la misma influencia de aguas.

- *S. cavalla*, se presentó durante los meses de Julio, Agosto y Octubre, registrándose el mayor número de individuos en Agosto, todos colectados en la Estación 5, mostrando que esta especie es netamente marina. Su relación macho: hembra 1:1, la talla media fue de 52.2 cm (Ls) y un peso medio de 1.6 kg. Los hábitos alimenticios se componen de peces y calamares con el 100% y 7.69% respectivamente, siendo una especie carnívora y selectiva en la parte pelágica de la columna de agua.

Salinidad. Promediando las salinidades encontradas en cada una de las 4 estaciones localizadas dentro de la Bahía de Cartagena, a lo largo de 12 meses de toma de muestras observamos que la mínima salinidad reportada se registró en el mes de Septiembre con 7 ppt y la máxima en el mes de Marzo con 23.5 ppt.

Agrupando las salinidades encontradas en la época seca de transición y época de lluvias, se establece que los mayores promedios de salinidad se registran en la época seca con 20.5 ppt, seguida en su orden por la época de transición con 14.6 ppt y la época de lluvias con 13.0 ppt.

Las temperaturas encontradas promediando de igual forma todas las registradas dentro de la Bahía en los 12 meses de muestreo se presenta un mínimo en Agosto con 28.8°C y un máximo de 34.5°C para Abril.

De igual forma agrupando las temperaturas registradas para la época seca, época de transición y época de lluvias, se estableció el mayor registro para la época seca con 32°C, seguida por la época de transición con 31°C y la época de lluvias con 30.9°C.

Es de anotar que las temperaturas son mayores en la época seca, no tanto por la influencia de las aguas continentales que por lo general incrementan las temperaturas en los estuarios sino por presentarse entre los meses de Febrero y Marzo periodos de insolación y evaporación máxima y disminución en la pluviosidad.

CONCLUSIONES

La Bahía de Cartagena es un cuerpo de agua en el cual su componente biológico está influenciado por el aporte de aguas continentales, las cuales son determinantes en la presencia o abundancia en mayor o menor grado de los organismos que en ella residen o transitan.

La CPUE promedio para la Bahía de Cartagena, considerando las estaciones 1, 2, 3 y 4, fue de 10.3 kg/faena, siendo este promedio regular en cuanto a captura.

La CPUE para cada una de las 5 estaciones muestreadas dieron: Estación 1 = 10.3 kg/faena, Estación 2 = 11.0 kg/faena, Estación 3 = 12.6 kg/faena, Estación 4 = 7.2 kg/faena y Estación 5 = 20.4 kg/faena.

Para las Estaciones 1 a 5 se capturaron 737.6 kg (peso húmedo) de pescado, equivalentes a 1.808 individuos, pertenecientes a 89 especies agrupadas en 37 familias.

Las especies icticas que más aportaron biomasa (kg) fueron: *S. brasiliensis* 13.7%, *E. saurus* 13.0%, *H. bonariense* 9.3%, *C. undecimalis* 6.1% y *Bagre marinus* 5.0%.

Se confirma el registro de 11 nuevas especies para la Bahía de Cartagena: *Arius proops*, *Bagre bagre*, *Synodus poeyi*, *Dactylopterus volitans*, *Epinephelus striatus*, *Alectis crinitus*, *Caranx crysos*, *Ophioscion cf. microps*, *Ophioscion punctatissimus*, *Lactophrys quadricornis* y *Diodon hystrix*.

La salinidad es la variable que presentó mayor fluctuación durante todo el tiempo de estudio, con un rango entre 1 ppt y 33 ppt.

Se presenta una constante de afinidad por especies entre las Estaciones 3-4 y 2-1 que se mantiene para las épocas de lluviosa y seca.

Con excepción de la Estación 1, las mayores diversidades se dan para la época de transición, la Estación 1 presenta la mayor diversidad para todo el periodo de estudio en la época seca ($H'_{n=3.13}$). En las Estaciones 2, 3 y 4 las mayores diversidades se dan en la época seca.

Uno de los factores de polución mas graves de la Bahía de Cartagena fue la gran cantidad de materia orgánica que reciben sus aguas, especialmente en algunos sectores del perímetro urbano y el sector de la Zona Industrial de Mamonal, donde la biota macro-béntica esta casi o totalmente ausente.

Es evidente el cambio en la estructura de las comunidades macro-zoo bentónica en la Bahía de Cartagena de la época seca a la época de lluvias.

Debido a la selectividad del arte de pesca utilizado, una parte de la población íctica en este caso individuos juveniles así como peces de poco tamaño no se pudo hacer un estudio más profundo.

Los resultados presentados en este estudio nos dan una visual puntual del recurso pesquero capturable existente en la bahía, el cual puede presentar variaciones más o menos considerables en un lapso de tiempo amplio.

Dado el valor obtenido de CPUE para la Bahía de Cartagena, no se deberá fomentar en esta una pesquería diferente a la de subsistencia para lo cual el arte de pesca recomendado es el anzuelo. Por el contrario se deberá incentivar en las áreas marinas adyacentes, si se pretende obtener algún beneficio económico de la actividad, para el caso en que se requiera utilizar la red agallera o trasmallo, se recomienda para esta área emplearlo para media agua o fondo en forma estática, ya que el transito de embarcaciones en este sector es considerable, presentándose alto riesgo cuando es de superficie y a la deriva.

Definitivamente uno de los factores que hace poco rentable la pesca artesanal en nuestro medio es el alto costo de mantenimiento de las embarcaciones que se dedican a la pesca, así como los insumos para el funcionamiento de estas embarcaciones pues la mayoría son a gasolina, para este estudio se utilizaron dos tipos de motor a gasolina y a ACPM siendo de mejor desempeño en cuanto a economía el segundo, teniendo una relación de consumo de 3.5:1 respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acero-Pizarro, A. & Garzón-Ferreira, J. Los pargos (Pisces: Perciformes: Lutjanidae) del Caribe colombiano. *UDA-Actualidades Biológicas*, v.14, n.53, p.89-99, 1985.

Andrade-Amaya, C.A.; Arias-Isaza, F. & Thomas, F. Nota sobre la turbidez, circulación y erosión en la región de Cartagena (Colombia). *Bol. Cient. CIOH.*, v.8, n.71-81, 1988.

Bohlke, J.E. & Chaplin, C.C.G. *Fish of the Bahamas and adjacent tropical waters*. Livingstone Publishing Company, 771 p., Wynnewood, 1968.

Castillo-Jiménez, A.M. *Evaluación de huevos y larvas de peces y algunos depredadores zooplanctónicos de la Bahía de Cartagena*. Tesis Profesional. Fac. Biol. Mar. Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 97 p., 1993.

Cervigón, F. *Los peces marinos de Venezuela. Vol. 1 - 2*. Fundación La Salle de Ciencias Naturales, 2ª edición, 951 p., Caracas, 1996.

Cowgill, U.M.; Gowland, R.T.; Ramírez, C.A. & Fernández, V. The history of chlorophyll:spillover: Cartagena, Colombia. *Environment International*, v.17, p.61-71, 1991.

Dahl, G. *Los peces del norte de Colombia*. INDERENA/Min. Agricultura, 191 p., Bogotá, 1971.

Darovec Jr., J.E. *Sciaenid fishes (Osteichthyes: Perciformes) of Western Peninsula Florida*. Memoirs of the Hourglass Cruises, v.6, n.3, St. Petersburg, 1983.

Fisher, W. (ed.). *FAO species identification sheets for fisheries purposes. Western Central Atlantic (Fishing Area 31)*. FAO. Roma, Vol I-VII, 1978.

George, J.; García, B.E. & De Vito, D. *Estudio ecológico del área de influencia de CAR sobre la Bahía de Cartagena*. ECOPETROL / Min. Minas y Energía, 90 p., Cartagena, 1979.

Herrera-Llano, E. & Franky-Ocampo, J.C. *Notas ecológicas en la ictiofauna de la Bahía de Cartagena*. Tesis Profesional. Fac. Biol. Mar. Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 1981.

Herrera-Muñoz, J.E. *Caracterización de la biocenosis macro-zoobéntica de fondos de la Bahía de Cartagena y su relación con algunos parámetros ambientales*. Tesis Profesional. Fac. Biol. Mar. Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 158 p. 1993.

INDERENA/DOW. *Resultado de la faena de pesca en la Bahía de Cartagena el 2 y 3 de Agosto de 1989*. Inst. Nal. de los Rec. Nat. Renov. y el Ambiente, Informe Técnico, p.1-46, 1989.

Mercado-Silgado, J.E. *Inventario preliminar de la fauna íctica de la Bahía de Cartagena y algunas consideraciones ecológicas*. INDERENA, *Rev. Divulg. Pesq.*, v.16, n.2, 1981.

Nelson, J.S. *Fishes of the world*. John Wiley and Sons, Inc., 416 p., New York, 1994.

Ospina-Arango, J.F. & Pardo-Rodríguez, F.I. *Evaluación del estado de madurez gonadal y los hábitos*

alimenticios de la ictiofauna presente en la Bahía de Cartagena. Tesis Profesional. Fac. Biol. Mar. Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 147 p., 1993.

Pagliardini, J.L.; M. Gómez, H.; Gutiérrez, S.; Zapata, A.; Jurado, J. & Vernetto, G. Síntesis del proyecto Bahía de Cartagena. *Bol. Cient. CIOH.*, v.4, p.49-110, 1982.

Ramírez-Rodríguez, R.A. *Dieta alimenticia de la sierra Scoberomorus brasiliensis (Collette) 1978, del jurel Carax hippos (Linnaeus) 1776 y de las cojinúas Caranx sp. presentes en la zona costera aledaña a Cartagena, Colombia.* Tesis Profesional. Fac. Biol. Mar. Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 44 p., 1984.

Rodas-López, E. & Zarate-Villarreal, M. *Magnitud, composición y valor económico de las capturas realizadas por una unidad de pesca trasmallera de la Boquilla en el*

área de influencia de Cartagena (Bolívar) entre 1987 y 1993. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, Inf. Técnico, 66 p., 1994.

Shaus, R.H. *Estimación del periodo de renovación de aguas en un estuario o una bahía, con aplicaciones en la Bahía de Cartagena de Indias.* DIVOC, Inf. Técnico, 27 p., Bogotá, 1974.

Urbano-Rosas, J. Estado actual de la Bahía de Cartagena vs. contaminación. *Bol. Cient. CIOH.*, v.10, p.3-12, 1982.

Vegas-Vélez, M. *Ictiología.* Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología, 271 p., Lima, 1987.

Vernetto, G. Estandarización de los criterios sedimentológicos para la cartografía de la plataforma continental. *Bol. Cient. CIOH.*, v.14, p.3-13, 1982.