REV. INTROPICA	ISSN 1794-161X	1	51-65	SANTA MARTA, COLOMBIA, MARZO DE 2004

PROSPECCIÓN ACÚSTICO-PESQUERA Y CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE ALGUNOS RECURSOS DE TIPO DEMERSAL EN EL CARIBE COLOMBIANO

FISHERY SURVEY USING ACOUSTICS AND ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION OF SOME DEMERSAL RESOURCES IN THE COLOMBIAN CARIBBEAN

Luis M. Manjarrés Martínez, Jorge E. Viaña Tous, José F. Torres Hernández, Alba R. Vergara Castaño, Germán Rodríguez Páez y José L. Correa Daza

RESUMEN

En el marco del Programa de Pesca Vecep (Inpa-Colombia) se llevó a cabo una campaña piloto de reconocimiento acústico de fondos y de recursos demersales, previa a la evaluación por área barrida realizada por ese mismo programa. La campaña se realizó en la franja del Caribe colombiano comprendida entre el límite exterior de la pesca artesanal y el borde externo de la plataforma continental, y desde Punta Gallinas hasta Cabo Tiburón. Se efectuaron también algunas pescas comprobatorias con palangres de fondo, así como estaciones oceanográficas en todo el área prospectada. Aunque algunos resultados de interés fueron divulgados a los industriales del sector pesquero a través de un boletín técnico y de un taller, los principales resultados no habían sido formalmente publicados. El presente trabajo rescata los aspectos más relevantes desde el punto de vista pesquero y oceanográfico, haciendo énfasis en las condiciones ambientales de los caladeros en que se capturaron pargos y meros de profundidad.

PALABRAS CLAVE: *Demersal, acústica, prospección, Caribe colombiano, pargos, meros.*

ABSTRACT

Within the framework of the Fishing Program Vecep (Inpa-Colombia) a pilot acoustic survey was carried out for the reconnaissance of bottoms and demersal resources, previous to the evaluation by the swept area method made by that same program. The survey was made in the strip between the outer limit of the artisanal fishing zone and the external edge of the continental shelf, and from Punta Gallinas to Cabo Tiburón, on the Colombian Carribbean. Some fishing operations with bottom long lines also took place, as well as oceanographic stations in all the surveyed area. Although some results of interest were disclosed to the businessmen in the fishing sector through a technical bulletin and a workshop, the main results had not yet been formally published. The present work rescues the most important aspects from the fishing and oceanographic point of view, making emphasis on the environmental conditions in the sites where groupers and snappers were caught.

KEY WORDS: *Demersal, acoustic, survey, colombian Caribbean, snappers, groupers.*

INTRODUCCIÓN

Dentro del esquema general de las investigaciones del Programa Vecep en el litoral atlántico, se efectuó la evaluación de los recursos demersales inexplorados o subexplotados, con énfasis en lutjánidos («pargos») y serránidos («meros»), aplicando el método de área barrida (Manjarrés et al., 1999). El material analizado en este trabajo corresponde a la campaña piloto de reconocimiento de fondos y de recursos demersales, realizada con anterioridad a dicha evaluación (diciembre de 1994), la cual proporcionó una aproximación general a la abundancia y distribución de los recursos demersales dentro de la franja del Caribe colombiano que incluso en la

actualidad no es accedida por la pesca artesanal propiamente dicha.

En dicha campaña se realizaron también algunas prospecciones con palangres de fondo destinadas a detectar algunos caladeros para la pesca de recursos demersales de interés comercial, así como estaciones oceanográficas. Algunos resultados de interés fueron divulgados a los industriales del sector pesquero a través de un boletín técnico y de un taller. No obstante, los principales resultados desde el punto de vista pesquero y oceanográfico no habían sido publicados. Teniendo en cuenta que con posterioridad a dicha campaña en el Caribe colombiano no se ha realizado una prospección acústica para recursos de fondo con una cobertura similar, ni tampoco exploraciones con palangres de fondo en la zona suroccidental (Islas del Rosario-Cabo Tiburón), el presente trabajo rescata los aspectos más relevantes desde el punto de vista pesquero, caracterizando ambientalmente aquellos caladeros considerados como promisorios para la pesca de pargos y meros de profundidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

GENERALIDADES

Se utilizó el B/E/P «El Aprendiz», embarcación de la Fundación Centro Náutico Pesquero del Caribe (Sena), con eslora de 33 m, propulsor de 750 HP y velocidad máxima de 11 nudos. La campaña, efectuada del 10 al 21 de diciembre de 1994, estuvo delimitada por las posiciones 12°27.11'/ 71°46.84' (4 mn al W de Pta. Gallinas) y 08°48.37'/ 77°14.95 (9 mn al NE de Cabo Tiburón), en el Caribe colombiano. Se abarcó la franja comprendida entre el límite exterior actual de la pesca artesanal y el borde externo de la plataforma continental (alrededor de la isóbata de los 200 m). (Figura 1). El programa desarrollado comprendió 504 mn de recorrido efectivo, 37 estaciones oceanográficas y 6 lances con palangre horizontal de fondo («long-line»).

PROSPECCIÓN HIDROACÚSTICA

Se usó la ecosonda científica Simrad EY-200P, equipada con un transductor de cerámica Simrad TR-3822 (frecuencia de trabajo de 38 Khz), impresora a color para registro de ecogramas en papel y un computador personal con tarjeta de lectura para el Programa de Adquisición de Datos Hidroacústicos –Hadas– (Hidro Acoustic Data Acquisition System), con el cual se llevó a cabo la digitalización y el análisis computarizado de los ecogramas. La longitud promedio de la Unidad Básica de Muestreo acústico (UBM) fue de 2 mn, determinada por el tiempo y la velocidad del barco. A una velocidad de 8 nudos, esta distancia

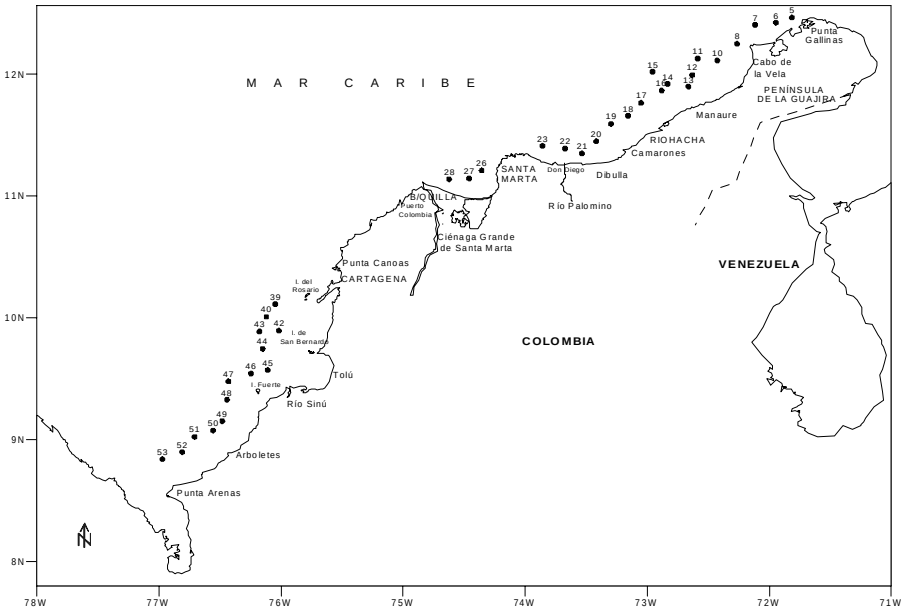

Figura 1. Estaciones oceanográficas efectuadas durante el trayecto de la prospección acústica.

(UBM) equivale a un tiempo de 15 minutos (Forbes y Nakken, 1974; McLennan, 1984; McLennan y Forbes, 1987; McLennan y Simmonds, 1991; Simmonds et al., 1991).

Los controles en la ecosonda fueron ajustados de la siguiente forma: Rango, variable; Tasa de Pings, media; Longitud de pulso, corta; Ganancia, variable; Atenuador, 0 y -15 db; TVG, 20 log r; Potencia, 1/1; Velocidad sonido, 1500 m/seg; Profundidad mínima, variable. Los parámetros definidos en el software Hadas para la digitalización de las UBM's fueron los siguientes: Ganancia, variable; TVG, 20 log r; Nivel de ruido, variable; Nivel de fondo, variable; Duración de fondo, 8 muestras; Distancia de fondo, 1 m; Ruido de superficie, 3 m; Peces aislados, 7 muestras; y Profundidad máxima, 200 m.

El análisis de la información obtenida durante la campaña comprendió los siguientes pasos: a) revisión detallada de los registros en el papel de la ecosonda, para determinar los ecogramas de interés en términos de recursos demersales; b) comparación de los ecogramas en el papel de registro con los archivados en el programa Hadas, para verificar la correcta posición y correspondencia de los mismos; c) repaso de los ecogramas seleccionados para ubicación de las manchas cercanas al fondo, pero diferenciadas del mismo; d) proceso de eco-integración de los ecogramas seleccionados en la capa cercana al fondo; y e) elaboración de un mapa de distribución y abundancia relativa de los registros cercanos al fondo.

El paso d comprendió el cálculo, mediante el programa Hadas, de los valores medios de eco-integración (M) para cada UBM. A partir de cada uno de estos valores se halló el respectivo coeficiente volumétrico de dispersión (sv), dado en m2/m3, el que a su vez permite calcular el coeficiente de retrodispersión sonora por unidad de área o valor promedio de la intensidad de ecos por área (Sa), dado en m2/mn2, el cual mide la densidad relativa del recurso en una capa de profundidad, y es directamente proporcional a la cantidad de ecotrazos presentes en la misma.

La secuencia de cálculos que lleva a este valor de Sa es la siguiente:

$$Sv = M * Ki / d, \qquad (1)$$

donde Ki es la constante instrumental de calibración del equipo (3.96 * 106) y d es el espesor de la capa ecointegrada.

$$Sa = Sv * d * Ka \qquad (2)$$

donde Ka es el factor instrumental por área

(= 4 * p * 18522 = 43*106).

Para el paso e se utilizó el programa Surfer 6.O, obteniéndose los contornos de los valores de Sa, lo que permitió delimitar diferentes zonas con base en las siguientes categorías de abundancia relativa de los recursos cercanos al fondo:

1. Escaso. Valores de Sa en el intervalo de 0 a 9. La presencia de especies demersales es muy baja, por lo cual estas zonas no representan una buena opción para la pesca.
2. Poco abundante. Valores en el intervalo de 10 a 99. En estas áreas es baja la probabilidad de obtener buenas capturas. Los ecotrazos están muy dispersos.
3. Abundante. Valores en el intervalo de 100 a 499. Indican una mayor densidad de ecotrazos de tipo demersal. La zona es apta para este tipo de pesca.
4. Muy abundante. Valores mayores de 500. Indican una alta concentración y densidad de recursos demersales.

En el área comprendida entre la desembocadura del río Palomino y unas 30 mn al oeste de la desembocadura del rio Magdalena, se continuó con la prospección acústica, pero la información obtenida en esa zona se limitó al registro de la información batimétrica, debido a que el programa de eco-integración (Hadas) solo permite hallar valores de abundancia relativa hasta una profundidad de 200 m. Además, entre la desembocadura del río Magdalena y 15 millas al oeste de las Islas del Rosario, se presentaron condiciones meteorológicas adversas, por lo que la navegación debió efectuarse fuera de la plataforma continental, a profundidades que oscilaron entre 300 y 500 m. Por ello, en esa franja no se pudo obtener información hidroacústica de ningún tipo.

Para determinar la existencia de diferencias significativas en la abundancia de ecotrazos de tipo demersal entre los dos estratos de profundidad, se aplicó la prueba de Mann-Whitney (Glover y Mitchell, 2002). Se definieron dos categorías: una corresponde a ecotrazos que están a menos de 100 m de profundidad y la otra a registros presentes en profundidades de 100 a 200 m. Los datos de eco-integración se estandarizaron en Sa/mn para efectuar este análisis.

PROSPECCIÓN PESQUERA DE GRANDES DEMERSALES

En algunas de las zonas donde se logró detectar manchas de peces cercanas al fondo, se realizaron faenas de pesca comprobatoria con un palangre horizontal de fondo conformado por anzuelos tipos «atunero» y «tiburonero» (Figura 2). Por las características de selectividad de estos anzuelos, el uso en profundidad de este arte implica que los caladeros identificados deben calificarse como aptos para la captura de recursos demersales de gran tamaño, específicamente. Para cada operación de pesca se tomó nota de la fecha y hora de calado, el tiempo de reposo, la posición geográfica, el rumbo del calado, la profundidad, la topografía del fondo (mediante ecosondeo), el estado del mar, la fase lunar y los datos relativos a la composición de la captura por especie. Todos los lances fueron diurnos y el tiempo de reposo del palangre fluctuó entre 70 y 113 minutos. Los rumbos de calado variaron de acuerdo con la dirección e intensidad de las corrientes y el viento. Como carnada se empleó la especie Auxis thazard («atún patiseca», «cachorreta»).

Para cada lance de pesca se registró la composición de las capturas (peso y número) por especie o, en casos extremos, por género. La identificación taxonómica se hizo con base en las fichas FAO (Cervigón et al., 1992) y en los trabajos de Acero y Garzón (1985) y Cervigón (1994). Además del muestreo de las capturas, el trabajo biológico-pesquero incluyó la medición de la longitud total.

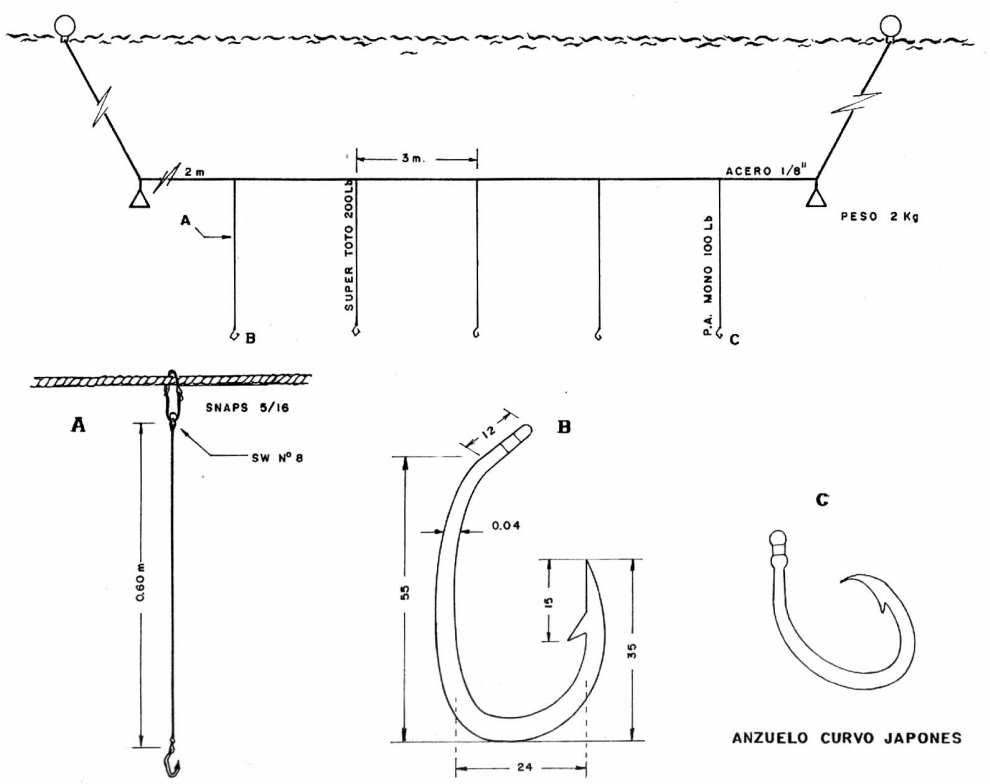

Figura 2. Diseño del palangre horizontal de fondo empleado en la prospección pesquera

Para el cálculo de la CPUE se utilizó la medida «kg/100 anzuelos», a efectos de hacer cotejables los rendimientos de los diferentes lances. El esfuerzo aplicado en cada lance varió entre 420 y 570 anzuelos, por las condiciones ambientales adversas de algunos caladeros al momento de la prospección. También se calculó el porcentaje de lutjánidos y serránidos en las capturas, la composición de la captura total por familia y por especie, y por estrato de profundidad. Finalmente, se realizó un análisis comparativo de las capturas en los diferentes lances, para determinar zonas de pesca similares en términos de los recursos presentes. Para ello se empleó el índice de disimilaridad de Bray Curtis.

Para el análisis de las tallas modales de las especies dominantes en las capturas, se empleó el método de Battacharya (Sparre y Venema, 1989).

Oceanografia Física

El programa desarrollado comprendió un total de 37 estaciones oceanográficas. En cada estación, para toda la columna de agua (hasta una altura de 10 m sobre el fondo) se registró información de profundidad (presión), temperatura, conductividad (salinidad), usando un CTDO Sea-Bird Electronics Modelo 19-03.

La información se transfirió a un computador y a un formato interpretable mediante el programa Seasoft. El procesamiento de los datos tuvo como finalidad obtener las distribuciones verticales de las variables temperatura y salinidad, mediante isogramas, y el sistema de corriente superficial vigente, aplicando el método de relación de corrientes geostróficas (Panzarini, 1970; Ruiz, 1984). Este método está basado en el denominado flujo geostrófico, en el cual la aceleración resultante de una partícula de fluido es cero, al considerar sólo las fuerzas debidas al gradiente de presión y la fuerza de Coriolis. Al contar con la topografía de la isoterma representativa de una sección del océano (isóbaras), es posible estimar la circulación de flujos superficiales y así obtener una gráfica del sistema de corrientes marinas. La isoterma que mejor caracteriza la costa del Caribe colombiano es la de 25°C; por tanto, para la construcción del mapa de corrientes superficiales, en la posición de cada estación oceanográfica se anotó la presión en decibares a la que se encontraba la temperatura de 25°C, con lo cual se obtiene la topografía de la isoterma correspondiente a esa temperatura.

RESULTADOS

Distribución y abundancia relativa de ecotrazos demersales

Ecotrazos abundantes

Esta categoría de ecotrazos se distribuyeron en diferentes zonas a lo largo del área evaluada: a lo largo de la plataforma guajira, 30 mn al oeste de las Islas de San Bernardo (frente al Golfo de Morrosquillo) y frente a Arboletes. Un análisis más puntual de las densidades relativas de ecotrazos revela además que en la Península de La Guajira los mayores valores se registraron a unas 10 mn al oeste de Punta Gallinas, y entre el Cabo de La Vela y Manaure, a unas 20 mn de la costa. En la zona cercana a las Islas de San Bernardo se presentaron registros relevantes en dos parches de unas 10 mn de longitud, con una densidad relativa de ecotrazos que alcanza a calificarse como «muy abundante» (Figura 3).

Ecotrazos poco abundantes

Esta categoría de densidad relativa de ecotrazos de tipo demersal se encontró en tres zonas: la primera a 5 mn al norte del Cabo de La Vela, a lo largo de 15 mn; la segunda, entre Riohacha y el río Palomino, a 10 mn de la costa, con una extensión de 60 mn; y la tercera, entre el Golfo del Morrosquillo y Punta Arboletes, a unas 15 mn de la costa, con una extensión de 45 mn (Figura 3).

Ecotrazos escasos

Esta categoría se encontró en dos zonas: a unas 20 mn al norte de Riohacha, con una extensión de 5 mn, y entre Punta Arboletes y Cabo Tiburón, a 15 mn de la costa y con una extensión de 50 mn.

Densidades por estrato de profundidad

Se estableció la existencia de diferencia significativa ($P<0.05$) en las densidades de ecotrazos (Sa) de tipo demersal, entre los estratos de profundidad «< 100 m» y «100-200 m», en los cuales se registraron valores promedio de Sa de 72.38 y 49.29, respectivamente.

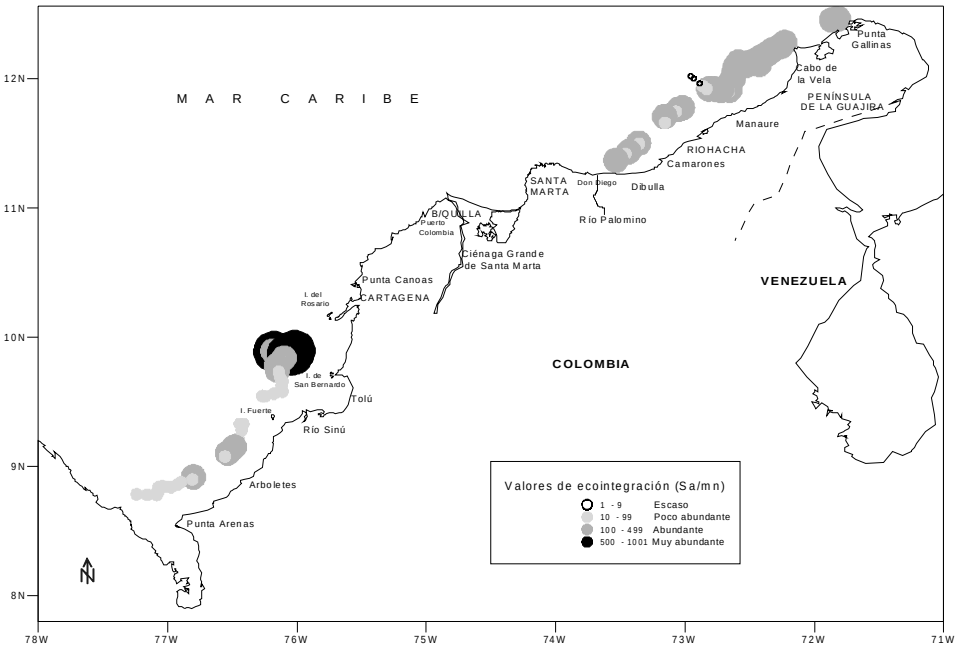

Figura 3. Distribución y abundancia relativa de recursos de tipo demersal ecodetectados

ASPECTOS BIOLÓGICO-PESQUEROS DE LOS CALADEROS PROSPECTADOS

ANÁLISIS DE LAS CAPTURAS

De los seis caladeros prospectados con el palangre horizontal, dos se ubicaron en la zona situada frente a los límites entre los departamentos del Magdalena y La Guajira, a unas 14 mn al noreste del río Palomino. Los otros cuatro se distribuyeron entre un punto situado a 20 mn al oeste de Punta Barú (No. 3) y otro ubicado a 25 mn al NW de Punta Mestizos (No. 5), frente al Golfo de Morrosquillo. En un punto intermedio entre estos dos últimos se ubicó el caladero No. 6. A excepción del caladero No. 4, en el que la profundidad de calado del palangre osciló entre 100 y 101 m, los restantes estuvieron a mas de 200 m de profundidad (Figura 4, Tabla 1).

El caladero de mayor rendimiento fue el No. 3. Comparando los caladeros con base en la CPUE (kg/100 anzuelos), se puede concluir que el de mayor abundancia relativa fue el No. 6, obteniéndose índices muy similares en el 3 y el 5. De otra parte, mientras que los dos caladeros ubicados frente a la península de La Guajira arrojaron un promedio de 7,52 kg/100 anzuelos, para los ubicados al sur de Cartagena se obtuvo un promedio de 8,70 kg/100 anzuelos (Tabla 1).

En términos absolutos, la mayor captura de lutjánidos y serránidos se presentó en el No. 3 (43,1 kg), aunque los referenciados con los números 4, 5, 8 y 9 registraron rendimientos muy similares (entre 30 y 36 kg). En los caladeros situados a menos de 200 m de profundidad no se capturó mero aleta amarilla (Epinephelus flavolimbatus) , mero paracamo (E. morio) y pargo reina (Etelis oculatus). En contraste, el pargo cebal (Lutjanus analis) sólo se registró a menores profundidades y el medregal (Seriola rivoliana) estuvo representado en las capturas de ambos estratos.

En la captura total estuvieron representadas 11 especies óseas y 5 especies de tiburones. Las primeras correspondieron a 5 familias, destacándose Lutjanidae con 6 especies, en tanto que Serranidae tuvo 2; Carangidae, Scianidae y la Ophichthidae tuvieron un solo representante. Con relación a la frecuencia de aparición, se destacaron el medregal (4/6), el tiburón del género Squalus (4/6) y el mero aleta amarilla (3/6). Por peso, las principales especies o grupos de especies fueron, en su orden, el mero aleta amarilla, el mero paracamo

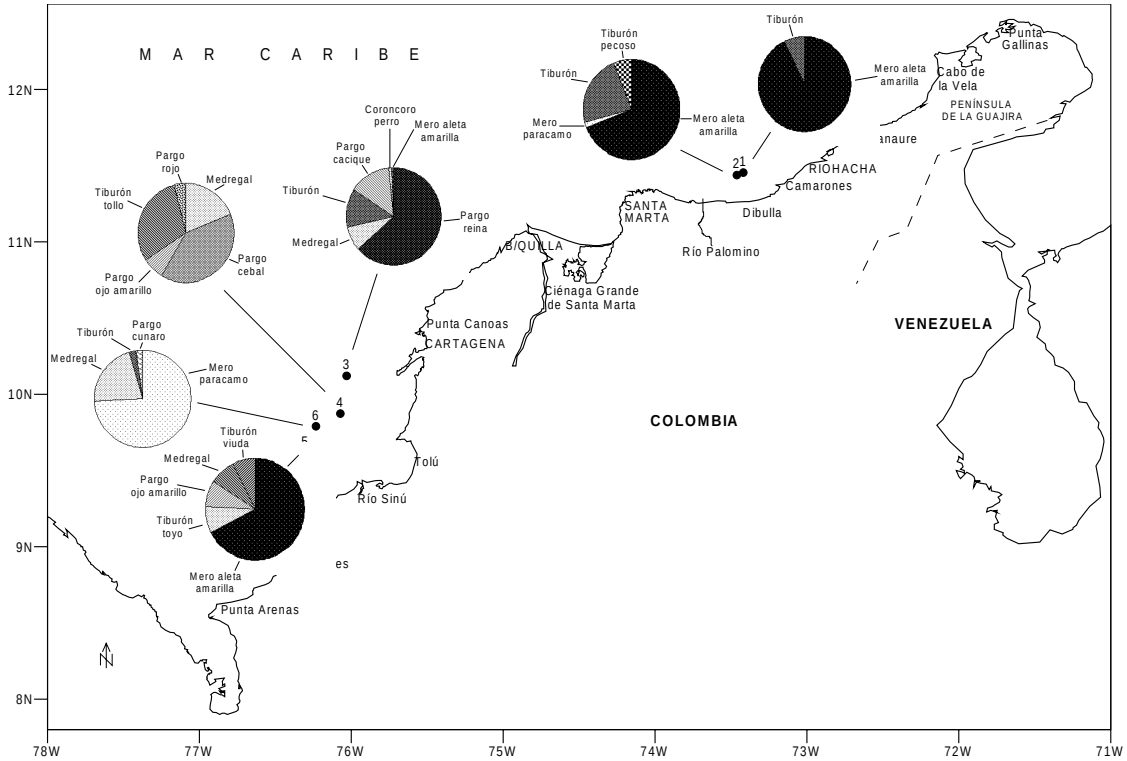

Figura 4. Ubicación de los caladeros prospectados con el palangre horizontal de fondo y composición de las respectivas capturas.

o rojo, el pargo reina, el medregal y el tiburón del género Squalus (Tabla 2). El balance de la captura total por familia lleva a confimar la dominancia en peso de la familia Serranidae, seguida por Lutjanidae (Tabla 3).

TALLAS DE CAPTURA

Se observa un comportamiento relativamente homogéneo, salvo aquellas especies que estuvieron muy poco representadas en las capturas. Predominan los ejemplares relativamente grandes. Las tallas medias fluctuaron entre 32 y 84 cm y en general se capturaron ejemplares entre 24 y 120 cm, siendo más frecuentes las tallas mayores de 50 cm.

Para las dos especies que registraron los mayores índices de ocurrencia –el mero aleta amarilla y el pargo reina– se establecieron los componentes normales de las frecuencias de tallas, a efectos de obtener una aproximación a los grupos de edad presentes en las capturas, a través de sus tallas modales. Como resultado de esta análisis (método de Battacharya), se encontró que en las capturas del mero aleta amarilla se distinguieron tres grupos normales, correspondientes a los siguientes tamaños modales: 58, 75 y 84 cm. En lo relacionado con el pargo reina, se lograron separar dos componentes normalmente distribuidos, correspondientes a las tallas 61,5 y 74,3 cm.

ASPECTOS OCEANOGRÁFICOS CARACTERÍSTICOS DE LA ÉPOCA DEL ESTUDIO

TEMPERATURA SUPERFICIAL (0 M)

Se apreció una clara zonificación respecto a la variación en temperatura, de la capa superficial marina en el litoral Caribe colombiano. Al noreste de los 11030' de latitud norte, hasta los 12030' (Frente al departamento de la Guajira), se registraron valores de 22.5 a 250C, con gradiente positivo saliendo de la costa y dirigiéndose hacia el suroeste. Es clara la mayor variación entre Punta Gallinas y el Cabo de la Vela (22,5 a 24,20C), haciéndose menor del Cabo de la Vela al río Palomino (23,7 a 250C). Los valores bajos que se registraron en esta área y su

Tabla 1. Características de las operaciones con el palangre horizontal de fondo y composición de las capturas por caladero

Detalles	Caladeros					
	1	2	3	4	5	6
Fecha (mes-dia)	12-15	12-15	12-17	12-18	12-20	12-20
Hora de calado (Inic.)	09:47	14:37	11:40	11:17	07:10	11:43
Tiempo reposo	113'	71'	84'	70'	80'	84'
Latitud Inicial (N)	11°27.20'	11°26.23'	10°07.24'	09°52.37'	09°37.18'	09°47.35'
Longitud Inicial (W)	73°25.12'	73°27.68'	76°01.81'	76°04.32'	76°18.16'	76°13.95'
Rumbo calado (medio)	007°	075°	201°	035°	206°	176°
No de Anzuelos	570	514	520	560	454	420
Prof.Inic.-Fin.(m)	218-176	252-266	270-326	100-101	273-233	270-251
Topografía fondo	suave/parejo	suave/par	suave/par.	suave/par.	suave/par	suave/par
Tipo sedimento	Ar. lodosas	Ar. lodosas	Lodo aren.	Lodo aren.	Lodos	Lodos
Estado del mar	2	2	2	2	2	2
Fase lunar	1/4 crec.	1/4 crec.	llena	llena	llena	llena
Captura (kg)	35.9	45.4	56.5	21.3	47.5	47.3
CPUE (kg/100 anzuelos)	6.3	8.8	10.9	3.8	10.5	11.3
Porcentaje de pargos y meros	92.8%	67.7%	76.3%	10.8%	75.8%	76.1%
Especies	**Composiciones porcentuales**					
Mero aleta amarilla *(E. flavolinbatus*)	92.8	69.2	-	-	67.4	-
Mero paracamo (*Epinephelus morio)*	-	1.7	-	-	-	74.0
Pargo reina (*Etelis oculatus*)	-	-	2.1	-	-	-
Medregal (*Seriola rivoliana*)	-	-	8.0	18.8	8.4	21.1
Tiburón (*Squalus sp.*)	7.2	23.1	12.7	-	-	2.7
Pargo cebal (*Lutjanus analis*)	-	-	-	39.9	-	-
Pargo cacique (*P. aquilonaris*)	-	-	14.2	-	-	-
Pargo ojo amarillo (*Lutjanus. vivanus*)	-	-	-	7.0	8.4	-
Tiburón tollo **Rhizoprionodon sp.).*	-	-	-	30.5	8.4	-
Tiburón viuda (*Mustelus sp.*)	-	-	-	-	7.4	-
Tiburón pecoso (*Scyliorhinus haeckelli*)	6.0	-	-	-	-	
Pargo cunaro (*R. aurorubens*)	-	-	-	-	-	2.1
Pargo rojo (*Lutjanus. purpureus*)	-	-	-	3.8	-	-
Coroncoro Perro (*M. americanus*)	-	-	1.2	-	-	-
Tieso (*Ophichtus spinicauda*)	-	-	0.5	-	-	-
Totales	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**

distribución evidencian la presencia de la surgencia o afloramiento de aguas profundas mas frías, producida por los vientos provenientes del noreste (Alisios).

Entre las latitudes 11015'y 11°30' norte (frente a Santa Marta), se presentó un área de mayor homogeneidad superficial y mayor grado de temperatura (25 a 25.5°C), aún bajo el efecto de los Alisios con fuertes corrientes en dirección suroeste. Al sur de Cartagena (latitud 10°10' N) y hasta el norte del Cabo Tiburón (latitud 8°45' N), el mar presentó una superficie con altos valores de temperatura en un rango de variación no superior a 1°C (28 a 29°C). En dicha zona los vientos Alisios han perdido fuerza, permitiendo el calentamiento y presentándose un mar en calma.

SALINIDAD SUPERFICIAL

La salinidad de la superficie marina al noreste de los 11° de latitud norte (Ciénaga Grande de Santa Marta) hasta los 12°30' (frente a Punta Gallinas) se mantuvo entre 36.5 y 37. Es un rango estrecho y homogéneo, con valores altos de salinidad propios de aguas profundas, hecho que se justifica en el afloramiento típico de la región. Las aguas superficiales entre las latitudes 10°10' y 8° y 45' norte presentan valores más bajos y un rango más amplio, es decir, mayor variación

Tabla 2. Composición por especie de la captura total de los seis caladeros prospectados (en peso y numero).

Especies	Número	Peso(kg)	% de peso
Mero aleta amarilla (*E. flavolimbatus*)	17	95.30	37.8
Mero paracamo (*E. morio*)	6	35.75	14.2
Pargo reina (*E. oculatus*)	15	35.10	13.9
Medregal (*S. rivoliana*)	1	22.50	8.9
Tiburón tollo (*Rhizoprionodon sp.*)	2	22.50	8.9
Tiburón (*Squalus sp.*)	6	9.80	3.9
Pargo cebal (*L. analis*)	2	8.50	3.4
Pargo cacique (*P. aquilonaris*)	8	8.00	3.2
Pargo ojo amarillo (*L. vivanus*)	1	5.50	2.2
Tiburon viuda (*Mustelus sp.*)	1	3.50	1.4
Tiburon pecoso (*S. haeckelli*)	1	2.60	1.0
Pargo cunaro (*R. aurorubens*)	2	1.00	0.4
Pargo rojo (*L. purpureus*)	1	0.80	0.3
Coroncoro perro (*M. americanus*)	1	0.70	0.3
Tieso (*O. spinicauda*)	1	0.30	0.1
Totales	65	251.85	100.0

Tabla 3. Composición por familia de la captura total en los caladeros prospectados.

Familias	No.	Peso (kg)	% de Peso
Serranidae	23	131.05	52.0
Lutjanidae	29	58.90	23.4
Carcharhinidae	2	22.50	8.9
Carangidae	1	22.50	8.9
Squalidae	6	9.80	3.9
Triakidae	1	3.50	1.4
Scyliorhinidae	1	2.60	1.0
Scianidae	1	0.70	0.3
Ophichthidae	1	0.30	0.1
Totales	65	251.85	100.0

halina. De la latitud 9°40' N a la latitud 10°10' N, se observó una variación ascendente de 35 a 36; y al sur de los 9°40' N hasta los 8°45' N frente a Cabo Tiburón, se observó un gradiente (tasa de crecimiento) positivo saliendo de la costa hacia mar adentro, con valores de 33 a 35.5, representando el aporte fluvial de las aguas del Golfo de Urabá enfrentando el contraflujo de aguas que vienen de Centroamérica, conformando una corriente de dirección sureste que en esta época del año no puede aún continuar hacia el norte por la influencia de los vientos Alisios. Esta corriente es un flujo cálido, con temperaturas de 28 a 29°C (Urbano, 1993; Manjarrés et al., 1995).

DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE PARÁMETROS OCEANOGRÁFICOS EN LOS CALADEROS PROSPECTADOS

Se presenta a continuación una descripción del comportamiento vertical de las variables temperatura y salinidad, a partir de los perfiles mostrados en la Figura 5, los cuales corresponden a los grupos de estaciones más cercanos a los caladeros prospectadas con el palangre horizontal.

a) Estaciones 210-22-23 (Dibulla-Palomino). Cubren la transecta delimitada por las posiciones 11°21N- 73°32'W y 11°25'N- 73°52' W (Figura 5b). Esta sección describe una plataforma continental más estrecha y costera, con 77 m de profundidad en la estación 21, seguida de un talud que registró hasta 390 m en el extremo más occidental (estación 23). Se encuentra una columna de agua un poco mas cálida, con registros superficiales de 25°C; sin embargo, aún rigen los 23 y 24°C de temperatura en los primeros 60 m de profundidad, como producto del afloramiento que alcanza a ser percibido en esta latitud.

Es notoria la mayor continuidad de isotermas en la columna de agua, la que disminuye su estabilidad entre los 25 y 110 m, con valores de 22.6 a 20°C de temperatura. A 200 m de profundidad se registró la isoterma de 17°C. La inclinación de las isotermas señalan una corriente con dirección hacia el sur. La salinidad varia de 36.75°/oo en la superficie a 36.2°/oo en los 200 m de profundidad, alcanzando su máximo a 50 m (36,8°/oo).

b) Estaciones 43-44-45 (Islas de San Bernardo). Estas estaciones describen una transecta entre 09°53' N-76°11' W y 09°34' N-76°06' W (Figura 5c). Entre 0 y 50 m de profundidad, la columna de agua muestra una estabilidad característica de una capa de mezcla, regida por la isoterma de 28°C, con un rango activo de 27 a 28,8°C, sección más cálida que las precedentes; presenta una salinidad de 35 a 36. Es una capa de mezcla típica de la región (a nivel latitud), donde no se observa surgencia o afloramiento, y la inclinación de las isotermas indica una corriente con dirección hacia el oriente, entrando a la costa. La plataforma se encuentra a una profundidad entre 55 y 100 m, donde existe un rango de temperatura de 27 a 24,7°C, asociado a un rango de salinidad entre 36,1 y 36,7.

c) Estaciones 45-46-47 (frente al Golfo de Morrosquillo) . Conforman una transecta ubicada entre los 09°34' N-76°06' W y 09°28'N-76°26'

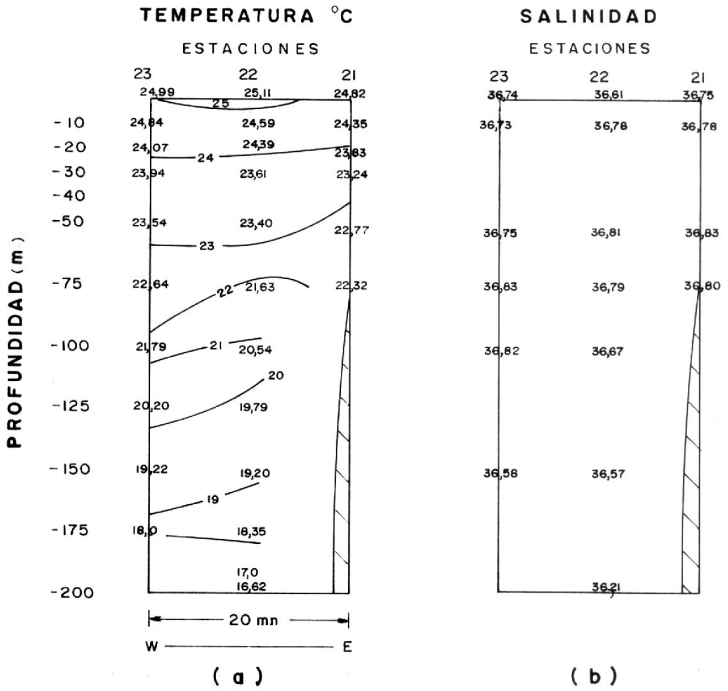

Figura 5. Perfiles verticales de las variables Temperatura (a) y Salinidad (b) en la transecta 21-23 (Dibulla-Palomino).

W, en dirección perpendicular a la costa, frente al Golfo de Morrosquillo (Figura 5d). La columna de agua sobre la plataforma describe una capa de mezcla de los 0 hasta los 60 m de profundidad, con temperaturas de 29 a 27°C, agua superficial más caliente que las encontradas al noreste; con una salinidad más baja, cuyos valores oscilan entre 34,3 a 36,3.En la estación 47, al SW de la plataforma continental, se encuentra el talud con una profundidad que llega a 318 m. La columna de agua presenta una amplia termoclina de 6 isotermas (24 a 19°C), entre los 100 y los 160 m de profundidad, la cual está asociada con una salinidad poco variable (36,7 a 36,6). A 200 m de profundidad se observó una temperatura de 17,21°C, con 36,3 de salinidad. El hecho de presentarse una termoclina tan profunda y amplia, hace posible señalar que la productividad en la zona sea reducida, pues disminuye la posibilidad de que la luz llegue a niveles por debajo de la termoclina. La inclinación de las isotermas sugieren una corriente marina en dirección hacia el noreste, indicando una contracorriente costera, respecto a la señalada en las estaciones anteriores.

DISCUSIÓN

La presencia entre el Cabo de La Vela y Riohacha de abundantes ecotrazos atribuibles a recursos demersales, guarda relación con la tradicional riqueza ictiológica de la zona de afloramiento de la Guajira. Esto confirma resultados de estudios previos, como el de JICA (1981), donde, para la misma época del presente trabajo, se afirma: «En la zona de la costa continental, se pueden observar diferencias en las condiciones oceanográficas entre el área del norte, representado por la altura de la Guajira y el área sur que se extiende desde Tolú hasta el Golfo de Urabá». Esta zonificación corresponde al efecto de los vientos Alisios provenientes del noreste, produciendo un desplazamiento de aguas superficiales frente a la península de la Guajira, permitiendo la surgencia de aguas más profundas provenientes del subtrópico (Atlántico Norte), las cuales son arrastradas por los Alisios y presentan temperaturas bajas (22-25 °C) y salinidades altas (36-37) -aguas más densas-, y una mayor disponibilidad de nutrientes como se reporta en Cucalón (1986), quién afirma: «El ascenso de aguas subsuperficiales más frías, da lugar a una mayor productividad del

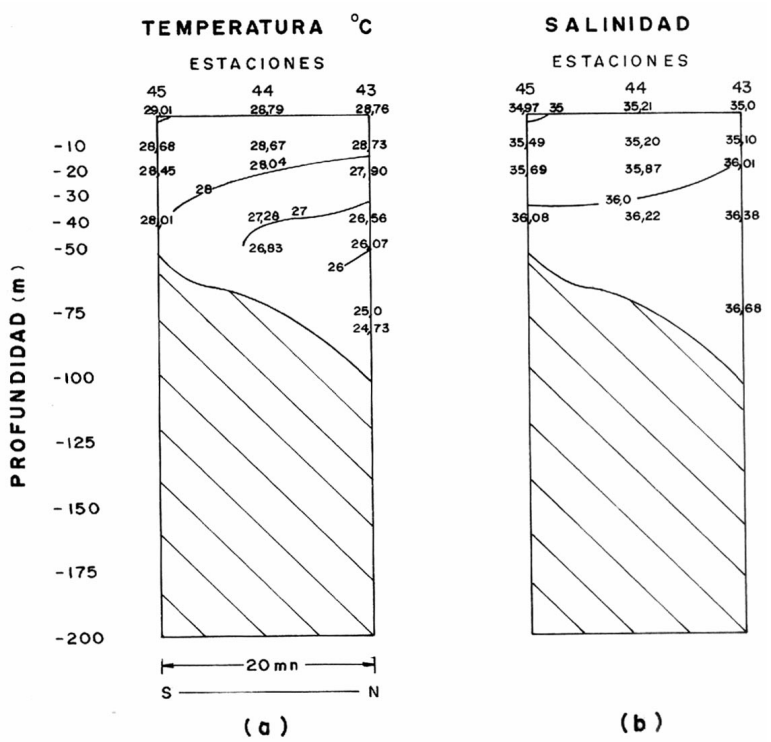

Figura 6. Perfiles verticales de las variables Temperatura (a) y Salinidad (b) en la transecta 43-45 (Islas de San Bernardo).

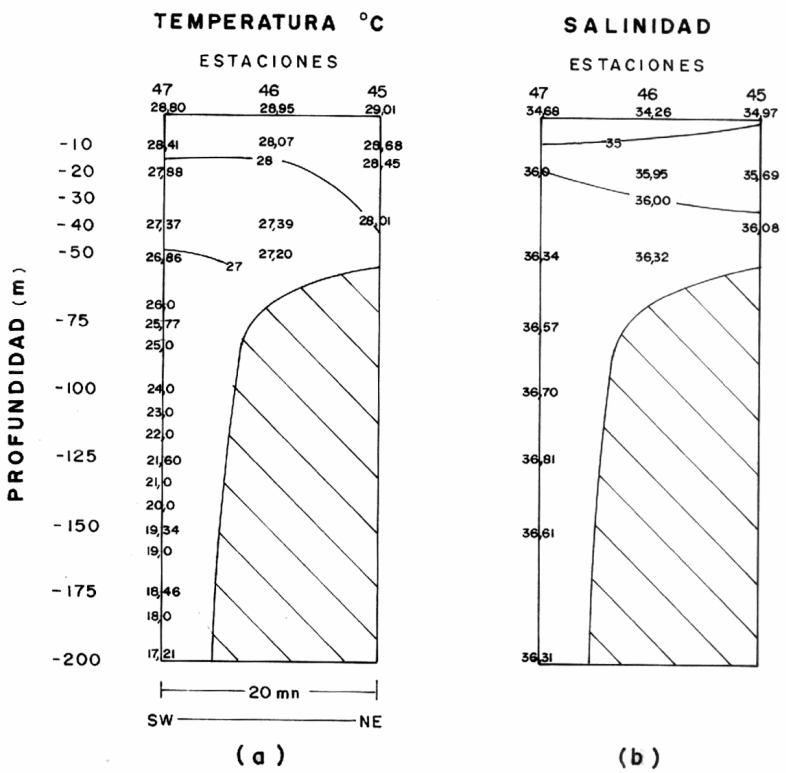

Figura 7. Perfiles verticales de las variables Temperatura (a) y Salinidad (b) en la transecta 45-47 (frente al Golfo de Morrosquillo).

Tabla 4. Datos procesados de tallas por especie (cm).

Nombre de la especie		Datos Talla (Long. Total)				
Común	Científico	n	Inf..	Sup.	Media	Coef. Var.(%)
Mero aleta amarilla	*E. flavolimbatus*	31	42	92	61	17.5
Mero paracamo	*E. morio*	7	37	82	66	21.1
Pargo reina	*E. oculatus*	15	48	79	64	12.0
Medregal	*R. rivoliana*	4	73	87	80	7.2
Pargo cebal	*L. analis*	2	69	73	71	-
Pargo cacique	*P. aquilonaris*	8	36	59	45	15.2
Pargo ojo amarillo	*L. vivanus*	2	24	70	45	-
Pargo cunaro	*R. aurorubens*	2	32	32	32	-
Pargo rojo	*L. purpureus*	1	41	41	41	-
Tieso	*Ophictus spinicauda*	4	67	120	84	29.0
Tiburón cazón	*Rhizoprionodon sp.*	32	36	51	42	9.3
Alitan pecoso	*Scyliorhinus haekelli*	1	50	50	50	-

fitoplancton, el cual requiere de estos nutrientes para su normal desarrollo». Dicho afloramiento es característico de la zona y lo registran también Cabrera (1992), JICA (1981), Institute of Marine Research (1988), Bula (1991) y CEDOC (1980, 1982, 1992).

El análisis de los resultados también permite discutir algunas posibles relaciones de tipo biológico-ambiental, en función del gradiente de profundidad. Por una parte, la prospección acústica reveló que en el estrato de 40 a 100 m de profundidad se presenta una mayor densidad de ecotrazos de recursos de tipo demersal, con respecto al estrato de 101 a 200 m (en una proporción de 1.5 a 1.0). Debe anotarse que si bien los caladeros ubicados a más de 150 m de profundidad significaron mayores capturas que el ubicado a 100 m, el número excesivamente bajo de caladeros no confiere significación estadística a los resultados, aún cuando si confirma informes existentes sobre la distribución vertical de las especies presentes en el área (Cervigón y Fisher, 1979; Acero y Garzón, 1985; Cervigón et al, 1992; Manjarrés, 1993).

Los eventos arriba descritos parecen guardar relación con el sistema de distribución vertical de las variables oceanográficas temperatura y salinidad. Este sistema muestra una capa de agua sobre toda la plataforma continental, con estabilidad (o poca variabilidad), sin presentarse una termoclina que la delimite en profundidad, conformándose una amplia «capa de mezcla». Dicha termoclina está ubicada sobre el talud a mayor profundidad (75 a 100 m) y con un amplio espesor (hasta 50 m), lo que indica la amplitud de la capa de mezcla en el litoral Caribe colombiano. El grosor de la capa de mezcla determinará la cantidad de luz aprovechable por el fitoplancton. Puesto que el mayor reservorio de nutrientes inorgánicos se encuentra en aguas por debajo de la termoclina (Cucalón, 1986), si esta capa está alejada de la superficie la productividad de la zona se verá afectada en su cadena trófica. En el caso de la plataforma en el área nororiental, caracterizada por la poca profundidad, se suma la ventaja adicional del aporte de nutrientes transportados estacionalmente por el afloramiento, lo que determina altas abundancias relativas de biomasa zooplanctónica (Vergara et al., 1999).

No obstante lo anterior, al analizar la distribución y abundancia de los recursos deben tenerse en cuenta otros eventos oceanográficos que a una escala espacial más reducida pueden también resultar determinantes. Es el caso de la zona ubicada al oeste de las Islas de San Bernardo (área suroccidental), donde se encuentran los caladeros 4, 5 y 6, la cual fue caracterizada como «abundante» y «muy abundante», desde el punto de vista de la densidad acústica de recursos demersales. Allí se encontró que el mayor porcentaje de individuos capturados correspondió a las especies pargo reina (Etelis oculatus), pargo cebal (Lutjanus analis), mero aleta amarilla (Epinephelus flavolimbatus) y mero paracamo (E. morio). Como se comprobó en el estudio, el sistema de corriente superficial que rige para la época (en dirección suroccidental), inducido por los vientos Alisios del norte, se manifestó hasta el Golfo de Morrosquillo. Allí se encuentra con la contracorriente que viene de Centroamérica, entrando a la costa (Urbano, 1993; Manjarrés et al., 1995). Estos frentes hídricos o choques de corrientes y su dirección resultante, son propicios para la presencia de cardúmenes, por la riqueza de nutrientes y alimentos que pueden concentrarse allí (cadena trófica). Sin embargo, su grado de incidencia en la abundancia de demersales está también supeditado al factor batimétrico (topografía, naturaleza y profundidad del fondo).

De otro lado, en la zona ubicada entre Riohacha y el Río Palomino se halló una población de individuos aparentemente grandes, de acuerdo con las estimaciones de tallas promedio que realiza el Programa HADAS y los resultados de una prospección posterior realizada con palangres de fondo entre Camarones (Guajira) y Bocas de Ceniza (Zúñiga et al., 1997). Esta población parece estar constituida, entre otras especies, por individuos de la familia Serranidae, esto es, Meros y chernas, y en especial por el llamado Mero aleta amarilla (Epinephelus flavolinbatus), el cual apareció en un alto porcentaje en las pescas comprobatorias efectuadas dentro de esta área. En lo relacionado con la dominancia de los pargos y los meros en las capturas, es necesario enfatizar el papel relevante que juega la selectividad del arte utilizado. Es conocida la fuerte selección que acompaña a las capturas con anzuelo; por ello, esta composición no refleja en modo alguno la

verdadera estructura de especies y tamaños en el área prospectada, pero tiene una ventaja comparativa respecto a las evaluaciones mediante área barrida (con redes de arrastre): la accesibilidad a fondos no arrastrables, donde este tipo de recursos es más abundante y frecuente.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Programa de Pesca Inpa-Vecep/UE por el apoyo brindado para la realización de la campaña que generó la información usada en esta publicación; a las directivas del Sena y a la tripulación del B/E/P «El Aprendiz». También expresan su reconocimiento a las directivas en ese entonces del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura Inpa, en especial a su Gerente, Dr. Alejandro Londoño Garcia; al Dr. Orlando Mora Lara, Sugerente de Planeación y Desarrollo; al Dr. Foción Escorcia, Gerente (e) de la Regional Atlántico; al Dr. Mauricio Valderrama, Jefe de la División de Investigaciones, y al Dr. Jorge Gallo, Enlace Técnico Inpa-Vecep/UE, por el decidido respaldo y diligencia con que emprendieron las iniciativas tendientes a concretar la campaña.

BIBILIOGRAFÍA

Acero, A. y J. Garzón. 1985. Los pargos (Pisces: Perciformes: Lutjanidae) del Caribe colombiano. Actualidades biológicas, Vol. 14, No 53: 89-99.

Blanco, J. 1988. Las variaciones ambientales estacionales en las aguas costeras y su importancia para la pesca en la región de Santa Marta Caribe colombiano. Tesis Magister Biol.. Mar. Univ. Nal Col.

Bula, G. 1991. Oceanografía. En: Caribe Colombia: 101-112.

Cabrera, E. 1992. Estudio de las características oceanográficas del Caribe colombiano región III zona I. En: Boletín científico CIOH No.13.

CEDOC (Centro de Datos Oceanográficos de Colombia). 1980. Crucero Océano IV área 4 No. 4. Informe Oceanográfico Dimar.

_____. 1982. Crucero Océano IV No. 6. Informe Oceanográfico Dimar.

_____. 1992. Crucero Océano VI No. 12. Informe Oceanográfico Dimar.

Cervigón, F. 1994. Los peces marinos de Venezuela. Vols. I-IV, Ed. Ex Libris, Caracas.

_____ y W. Fischer. 1979. Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para America Latina. Parte I - Atlántico Centro y Sur occidental, INFO-PESCA, Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación, FAO, 372 p.

_____ , R. Cipriani, W. Fisher, L. Garibaldi, M.M. Hendrickx, A.J. Lemus, R. Márquez, J.M. Poutiers, G. Robaina y B. Rodríguez. 1992. Fichas FAO de identificación de especies para los fines de la pesca. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de agua salobres de la costa septentrional de Sudamérica. Roma, FAO, 513 p.

Glover, T. y K. Mitchell. 2002. An introduction to Biostatistics. Mc-Graw Hill, 416 p.

Cucalón, E. 1986. Variabilidad oceanográfica frente a la costa de Ecuador durante el período 1981-1986. En: Boletín *Erfen N oct.-*_dic. No. 19: 16 - 18p.

Forbes, S. T. y O. Nakken. 1974. Manual de Métodos para el Estudio y la Evaluación de los Recursos Pesqueros. Parte 2. Utilización de Instrumentos Acústicos para la localización de Peces y la Estimación de su Abundancia. FAO Man. Cienc. Pesq.,(5), 144p.

Holden, M. J. y D.F.S. Raitt. 1975. Manual de Ciencia Pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. FAO. Doc. Tec. Pesca. (115) Rev. 1, 211 p.

Institute of Marine Research (IMR). 1988. Prospección de los recursos pesqueros de las áreas de la plataforma entre Surinam y Colombia. Informe final. Bergen, Noruega, 160 p.

JICA, 1981. Informe de la investigación sobre recursos pesqueros marítimos en la República de Colombia, Convenio Inderena-Jica, Bogotá, 525 p.

MacLennan D. N. 1984. Acoustic Tecnniques for Stock Assessment. *Scottish Fisheries Bulletin.* N°48. Department of Agriculture and Fisheries for Scotland. Marine Laboratory. Aberdeen, 55 p.

Maclennan, D. N. y S.T. Forbes. 1987. Acoustic Methods of Fish Stock Estimation. Scottish Fisheries Report. Marine Laboratoy. Aberdeen, Scotland, 16p.

Maclennan, D. N. y E.J. Simmonds. 1991. Fisheries Acoustics. Chapman Hall. London, England, 336p.

Manjarrés, L. 1993. Prospección pesquera de recursos demersales en el Caribe colombiano (Departamentos Magdalena y Guajira) - Marzo de 1993. En:

Informe Técnico Final del Proyecto Integral de Investigaciones y Desarrollo de la Pesca Artesanal en el Area Marítima de Santa Marta Inpa-CIID-Unimagdalena. Santa Marta: 113-120.

_____, A.R. Vergara, J. Torres, G. Rodríguez, E. Arteaga, J. Arévalo, J. Viaña, R. Galvis y J. Rodríguez. 1995. Crucero de Evaluación de Recursos Demersales en el Caribe Colombiano Inpa/Vecep/Demer 9401. Informe final. Rev. Divulg. Científ. y Tecnolog. Prog. Inpa/Vecep/UE, RA-04, 74p.

_____ y J.C. Arévalo. 1999. Abundancia, distribución y aspectos ecológicos de los recursos de peces demersales. Bol. Cient. Inpa, No. 6: 35-52.

Simmonds E. J., N.J. Williamson, F. Gerlotto y A. Aglen. 1991. Survey Design and Analysis Procedures: A Comprehensive Review of Good Practice. ICES. Working Group Meeting in Ancona, Italy. April 1991, 113p.

Sparre, P., E. Ursin y S. Venema. 1989. Introduction to tropical fish stock assesment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Techn. Papers, No 306.1, Rome, FAO, 337 p.

Urbano, J. 1993. Masas de agua en el Caribe colombiano. Boletín Científico CIOH, 14: 3-30.

Vergara, A.R., E. Arteaga y J. Rodríguez. 1999. Composición, abundancia y distribución del ictioplancton. Bol. Cient. Inpa, No. 6: 77-84.

Zúñiga, H., J.L. Correa, G. Higuera, J. Asis y J. Muñoz. 1997. Resultados de las campañas de pesca experimental para la ubicación de caladeros entre Boca de Camarones (Guajira) y Tasajera (Magdalena). Caribe colombiano. Rev. Divulg. Científica y Tecnológica No. RA-009. Prog. de Pesca de la Unión Europea Inpa-Vecep: 1-41.

FECHA RECIBIDO: 05/12/02 **FECHA ACEPTADO: 26/12/02**

DIRECCIÓN DE LOS AUTORES:

Universidad del Magdalena (Intropic), A.A. 1690, Santa Marta, Colombia, e-mail: intropic@unimag.edu.co (L.M.M.M.); Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA), Cra. 8 No. 26B-39, Santa Marta, Colombia, e-mail: propargos@celcaribe.net.co (J.E.V.T., J.F.T.H., A.R.V.C., G.R.P. y J.L.C.D.).