

## EVALUACION DE LA EFICIENCIA Y SELECTIVIDAD DE LA RED BOLICHERA EN LA PESQUERIA DE LA CIENAGA GRANDE DE SANTA MARTA, CARIBE COLOMBIANO.

Mario Enrique Rueda Hernández y Adriana Santos-Martínez

### RESUMEN

Una parte significativa del volumen de capturas anuales (27%) de la Ciénaga Grande de Santa Marta proviene de un método de pesca denominado bolicheo, el cual emplea una red de enmalle en forma de cerco. Su uso viene generando conflicto entre las diferentes comunidades pesqueras, pues su introducción mejoró la eficiencia de las capturas de los que pueden financiar este arte, mientras los demás lo culpan de causar sobrepesca. Ante este hecho y con el fin de contribuir con recomendaciones técnicas y científicas que permitan hacer un manejo sostenible de las poblaciones ícticas, se evaluó la eficiencia y selectividad del arte, usando un boliche experimental con dos tamaños de malla (6.35 cm y 7.62 cm respectivamente) y se compararon las capturas obtenidas por cada uno en 20 faenas de pesca realizadas entre octubre/93 y abril/94. Los peces capturados se contaron, midieron y pesaron, y se determinó la renta económica por faena. La captura total fue de 1285 kg, 9281 individuos, correspondientes a 18 especies, siendo la de mayor biomasa *Eugerres plumieri* (36%). El paño con malla de 6.35 cm capturó el 55% de la biomasa y el 63% de la abundancia, demostrando una mayor eficiencia en número respecto al tamaño de malla de 7.62 cm. Sin embargo, la rentabilidad de la malla de 6.35 cm fue menor en un 34% a la malla de 7.62 cm, lo que sugiere la ventaja económica de usar en los boliches el segundo tamaño de malla. Aplicando el método de Holt se estimaron los parámetros de selección de 10 especies comerciales y los tamaños de malla que cumplen con la condición de capturar sólo peces maduros. Se concluyó que la pesca con el boliche está afectando negativamente algunas de las poblaciones ícticas ya que están siendo capturados individuos por debajo de la talla media de madurez sexual (en un 80% la malla de 6.35 cm y en un 40% la malla 7.62 cm). Por lo tanto se requiere como medida de manejo reglamentar el tamaño de malla, para no afectar la sostenibilidad de los recursos y obtener una mayor rentabilidad, teniendo en cuenta la variación del esfuerzo y la disponibilidad del recurso. Por consiguiente, si *Mugil incilis*, *Cathorops spixii* y *E. plumieri* representan el 80% de las capturas anuales, se recomienda usar el tamaño de malla igual o mayor de 7.62 cm (3 pulg), con la opción de emplear el de 6.35 cm (2.5 pulg) para la captura de *M. incilis* en la época de abundancia de ésta (octubre a diciembre). No obstante, resulta indispensable acompañar estas medidas de ordenamiento con alternativas productivas para los pescadores.

### ABSTRACT

**Evaluation of efficiency and selectivity of an encircling gillnets ("Bolicheo") in the fisheries of the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombian Caribbean.** A significant proportion of the annual commercial catch (27%) of the coastal lagoon Ciénaga Grande de Santa Marta, is obtained by encircling gillnets, called by the fishermen "Bolicheo". The utilization of this fishing gear is giving rise to a conflict within the fishermen community, because its introduction increased the total catch of those few who can invest in this art, while the perceiving fisherman blame it of causing overfishing. To contribute with technical and scientific recommendations to reach a sustainable management of ichthyological

resources selectivity and efficiency were evaluated using an experimental boliche with two mesh sizes (6.35 cm and 7.62 cm respective), during 20 working days carried out between october/93 and april/94. The fish captured were counted, measured and weighted, and the economical yield of each working day was determined. The total catch was 1285 kg, of 9281 individuals, to 18 species, with *Eugerres plumieri* (36%) as the species contributing to the highest biomass. The mesh size 6.35 cm caught 55% of the biomass and 63% of the abundance, the thus being more efficient than mesh size 7.62 cm. However mesh 6.35 cm was 34% less cost-effective than 7.62 cm, suggesting an economical advantage in the former. Applying Holt's method, the selection parameters on 10 commercial species were obtained, which allowed the definition of appropriate mesh sizes to capture only mature fishes. It was concluded that fishing with boliche negative affect by some fish populations given that individual below medial mature size are being caught (80% in mesh 6.35 cm and 40% in mesh 7.62 cm). Hence, management action is required to regulate mesh size, for obtain the most cost-effective without affecting the resource renovation, according to the capture, effort and resource available, to obtain. Given that *Mugil incilis*, *Cathorops spixii* and *E. plumieri* represent 80% annual catch, it is recommend to use mesh size 7.62 cm (3 inch), with the option of using mesh size 6.35 cm (2.5 inch) to capture *M. incilis* when it is abundant (october to december). However, is necessary to accompany this recommendation with other alternative means of livinghood for fisherman.

## INTRODUCCION

La Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), es una laguna costera tropical con características estuarinas destacada por ser un área de criadero y protección de una gran diversidad de especies ícticas e invertebrados, que sustentan una importante producción pesquera. En consecuencia, como sucede en ecosistemas de este tipo, son muy frágiles y por ende se sugiere que para prevenir niveles de sobre-explotación es necesario implementar un manejo adecuado que garantice una producción sostenida (Lasserre, 1979 y Kapetsky, 1982).

La CGSM está ubicada en la costa Caribe colombiana (Figura 1), entre los 10° 43' - 11° 00' N y 74° 16' - 74° 35' O (IGAC, 1973), es la laguna costera más grande de Colombia (450 km<sup>2</sup>), y su posición geográfica posibilita intercambios de materia y energía con sistemas como el Río Magdalena, la Sierra Nevada de Santa Marta y el mar Caribe, dándole un enorme valor zoogeográfico y ecológico. La región es particularmente seca (Wiedemann, 1973), en ella se presentan cuatro períodos climáticos, dos secos (uno mayor de diciembre a marzo y uno menor de julio a agosto) y dos lluviosos (uno mayor de septiembre a noviembre y menor de mayo a junio). La precipitación anual varía entre 500 y 1000 mm (IGAC, 1973), la profundidad promedio es 1.6 m (rango entre 0.4 - 3.5 m), la temperatura del agua tiene en promedio 32°C (rango de 27 - 35 °C) y la salinidad promedio es de 25.8 (con rango entre 1.9 y 33.9, valores expresados en escala de salinidad práctica de UNESCO, 1985) (Santos-Martínez et al., 1995).

En cuanto a los recursos pesqueros, además de las especies de moluscos como la ostra (*Crassostrea rhizophorae*) y el caracol (*Melongena melongena*), de crustáceos como camarones (*Penaeus* spp.) y jaibas (*Callinectes* spp.), se puede decir que, casi todas las especies de peces existentes son de importancia

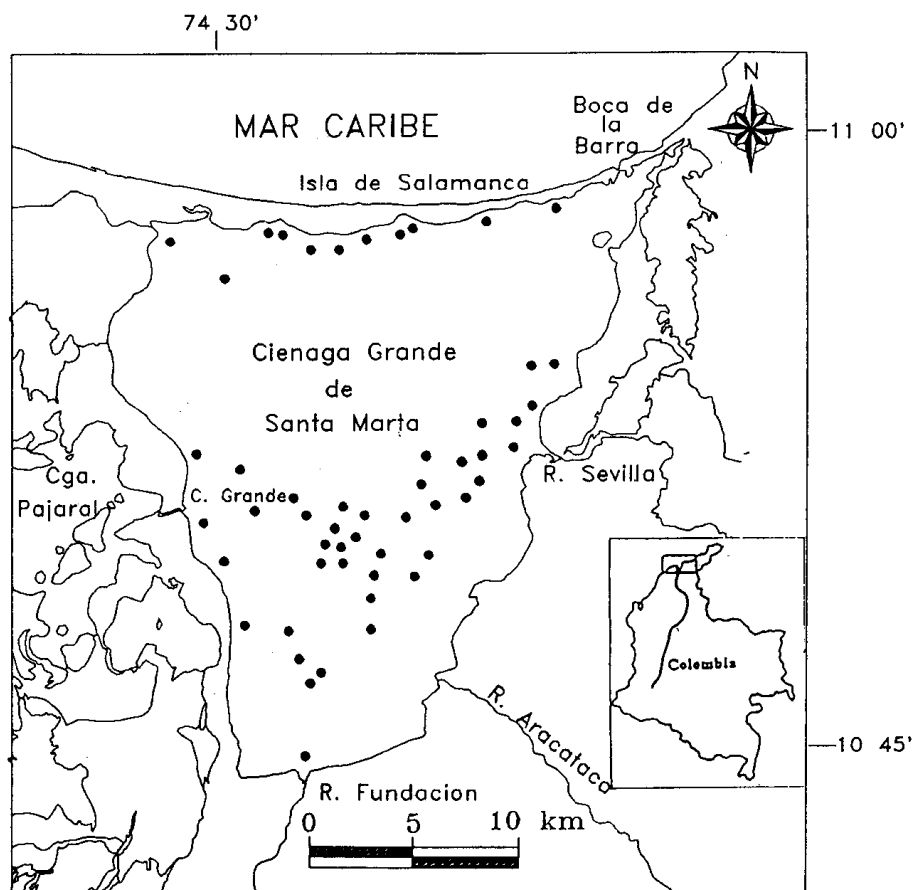


Figura 1. Area de estudio con la ubicación de los sitios donde se hicieron las faenas de pesca experimental.

comercial. De las 130 especies de peces registradas para la CGSM 48% son especies ocasionales, 15% visitantes y 37% moradoras, encontrándose en esta última categoría las principales especies comerciales, así como las de mayor biomasa y abundancia (Santos-Martínez y Acero, 1991). No obstante, estos recursos se encuentran amenazados ante el grave problema de deterioro que viene afrontando el ecosistema manifestado a través del detrimento de la calidad del agua, la muerte masiva del manglar y la posible sobrepesca (Mancera y Botero, 1993).

Desde el punto de vista pesquero, la CGSM se ha caracterizado por una extracción de tipo artesanal, de la que dependen económicamente unas 20.000 personas que viven en 3 pueblos palafíticos (Bocas de Aracataca, Buenavista y Nueva Venecia) y 4 costeros (Pueblo Viejo, Islas del Rosario, Palmira y Tasajera). Esta actividad es ejercida por 3215 pescadores, quienes emplean diferentes artes de pesca, 41 % de las cuales está representado por atarrayas,

36% por redes camaroneras, 8% por redes de enmalle fija, 11% por redes bolicheras, 2% por palangres y entre líneas de mano, nasas y aros el 2% restante (Mancera y Santos-Martínez, 1995). La red de enmalle fija fue introducida en la Ciénaga al parecer al inicio de los años 60s (Restrepo, 1968), posteriormente el método del bolicheo se implementó en la década de los 80s (Gallo, 1988), siendo casi exclusivo su uso (95%) por la comunidad de Tasajera. Su operación deriva del empleo de una red de enmalle en forma de cerco, sin hacer cambio alguno en la armadura, variando solamente el método de largada (Karlsen y Bjarnason, 1989). La práctica de este método de pesca ha generado conflicto entre Tasajera y las demás comunidades de pescadores, pues estas lo señalan como uno de los causantes de la disminución de la pesca, ya que a través de los años se ha reducido el tamaño de malla y aumentado el esfuerzo de pesca. Actualmente el boliche contribuye con un 27% al volumen de capturas comerciales de la Ciénaga (datos sin publicar, A. Santos). Se tienen antecedentes del uso de este método en las pesquerías del Salvador, Cuba y Argentina (Arias, 1988) y en el Senegal (Nédélec, 1982), en aguas poco profundas y con cierta variedad en la maniobra.

La presente investigación busca a partir de un experimento de selectividad, demostrar la hipótesis de que las tallas seleccionadas por un boliche con tamaño de malla de 6.35 cm (normalmente usado por los pescadores de la CGSM), están por debajo de la talla media de madurez sexual en la mayor parte de las especies de importancia comercial. En consecuencia este artículo permite determinar en qué medida el boliche podría afectar las poblaciones con respecto a las tallas capturadas por diferentes tamaños de malla, así como señalar la renta económica producida por cada uno de ellos que genera mayores beneficios al pescador.

## MATERIALES Y METODOS

Partiendo del criterio de que el grado de selección de cualquier arte de pesca varía de acuerdo a las características mecánicas y prácticas de la maniobra de pesca (Pope et al., 1983), se procedió a realizar faenas de pesca comparativas. Para esto se empleó un boliche experimental cuyo diseño se caracterizó por imitar las especificaciones técnicas de los boliches usados por los pescadores artesanales, además de poseer cuatro paños de red de igual área variando únicamente el tamaño de la malla ( $m_a = 6.35$  cm y  $m_b = 7.62$  cm) (Tabla 1 y Figura 2), el cual fue intercalado en el boliche con el fin de asegurar que los lances de pesca fueran simultáneos y en el mismo sitio.

Durante octubre de 1993 y abril de 1994 con la participación de

Tabla 1. Especificaciones técnicas de armado del boliche experimental. PA (material poliamida), ma (tamaño de malla de 6.35 cm), mb (tamaño de malla de 7.62 cm), Ff (fuerza de flotación), Fh (fuerza de hundimiento).

ESPECIFICACIONES TECNICAS	RED BOLICHERA EXPERIMENTAL
Tamaño de malla para cada paño	ma = 6.35 cm mb = 7.62 cm
Material del paño	PA monofilamento ( $\phi = 0.3$ mm) color blanco
Material relingas	PA multifilamento ( $\phi = 3.0$ mm) color blanco
Material hilo de encabalgue	PA multifilamento ( $\phi = 0.6$ mm) color blanco
Material flotadores	Poliestireno expandido "icopor" ( $\phi = 8.0$ cm)
Flotabilidad por flotador	0.27 kgf
Número de flotadores	1 cada 1.6 m
Material lastre	Plomo en barra (49 g por barra)
Número de lastres	1 cada 1.3 m
Longitud paño estirado	286 m cada paño
Longitud de trabajo	100 m por paño
Altura de trabajo	2.48 m
Coefficiente de encabalgue horizontal	0.35
Coefficiente de encabalgue vertical	0.93
Relación Ff : Fh	4.4 : 1
Longitud entalles	ma (L = 4.44 cm) mb (L = 5.33 cm)

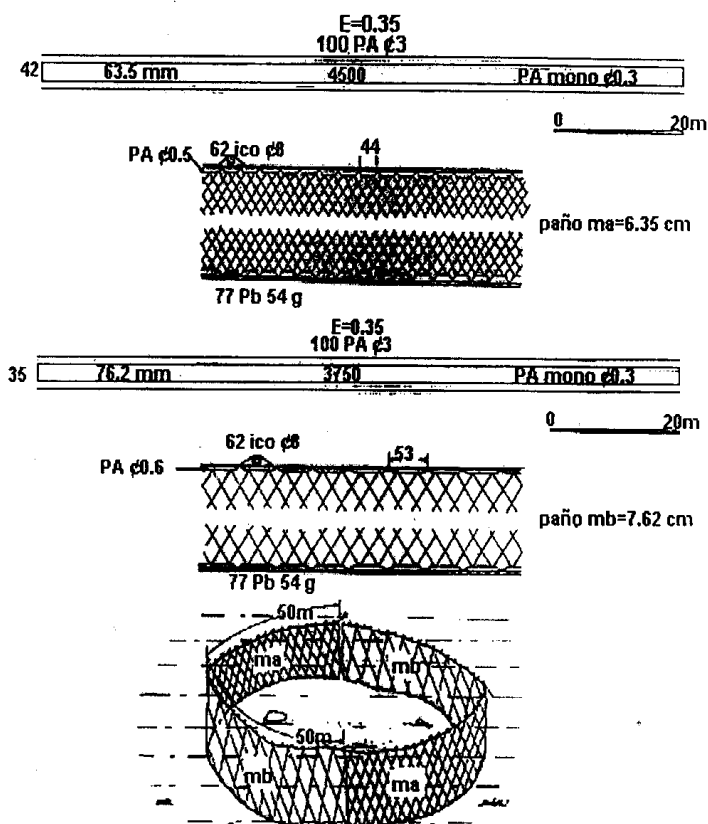


Figura 2. Plano esquemático de la red bolichera experimental.

pescadores artesanales, se realizaron 20 faenas con 16 lances, cada una en diferentes sitios de la CGSM que correspondieron a los usualmente visitados por los pescadores (Figura 1). La duración de cada faena fue de ocho horas (entre las 5:00 y 13:00 horas) en tanto la duración media por lance fue de 15 minutos. La maniobra en cada lance fue realizada por tres hombres, que largan la red desde una canoa en movimiento describiendo un círculo en el agua hasta juntar los dos extremos de ella; inmediatamente ingresan al interior del círculo donde dos hombres golpean la superficie del agua con palos de madera, en cuyo extremo hay un tapón de caucho que aumenta la superficie de choque. Posteriormente la canoa se detiene para cobrar el boliche, desenmallar los peces aprisionados y nuevamente tender la red en la cubierta de proa, quedando lista para un nuevo lance.

En cada lance se tomó información de la composición de la captura en número de individuos, peso y talla, de cada especie discriminada por tamaño de malla; además, se colectó información relativa a los costos de operación y los ingresos totales (estimados a partir del precio de venta del volumen capturado) para obtener la rentabilidad por faena.

A partir de la información anterior se calcularon diferentes medidas de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE): número de individuos por faena ( $Ni/F$ ), peso de la captura por faena ( $kg/F$ ) y rentabilidad por faena ( $\$/F$ ), que permitieron comparar la eficiencia de cada tamaño de malla del boliche. Los datos obtenidos se describieron a través de medidas estadísticas de tendencia central y dispersión, además se realizaron tres ANOVAS a una vía para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas de la CPUE proveniente de cada tamaño de malla; previa comprobación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y de Bartlett respectivamente (STSC, 1991).

Con la información de tallas y número de individuos capturados, se estimaron los parámetros de selección y se construyeron las curvas de selectividad para cada tamaño de malla de las diez especies mejor representadas en el muestreo, utilizando el método de Holt (Sparre y Venema, 1995). La aplicación de este método requiere del cumplimiento de tres supuestos: las tallas óptimas de captura deben ser proporcionales al tamaño de malla, las dos curvas de selectividad deben tener la misma desviación estándar y los paños de red usados en el boliche deben tener el mismo poder de pesca. Además, dos condiciones independientes importantes son que las curvas de selección de los dos tamaños de malla se superpongan y que los paños de red se calen en la misma área y al mismo tiempo.

Puesto que el principio de captura identificado para el boliche es el de

una red de enmalle, la curva de selección tiene forma de campana y el análisis estadístico de los resultados se fundamenta en la ecuación de la distribución normal:

$$S(L) = e^{\left[ -\frac{(L-L_m)^2}{2s^2} \right]} \quad (1)$$

Donde :

$S(L)$  = Fracción retenida (porcentual en base uno).

$L$  = Es el punto medio de la clase de talla.

$L_m$  = Talla óptima de captura (moda de la curva normal).

$s$  = Desviación estándar de la distribución normal.

Dicha ecuación se ajusta a la expresión lineal:

$$\ln \left( \frac{C_b}{C_a} \right) = a + b \times L \quad (2)$$

Donde los datos de ingreso para el análisis fueron el número de peces capturados por clase de talla para cada uno de los paños,  $C_a$  y  $C_b$  y los dos tamaños de malla utilizados,  $m_a$  (6.35 cm) y  $m_b$  (7.62 cm). Los parámetros que se estimaron en el experimento fueron:

$L_{m_a}$  = Talla óptima de captura para  $m_a$ .

$$L_{m_a} = -2 \times \frac{a \times m_a}{b \times (m_a + m_b)} \quad (3)$$

$L_{m_b}$  = Talla óptima de captura para  $m_b$ .

$$L_{m_b} = -2 \times \frac{a \times m_b}{b \times (m_a + m_b)} \quad (3)$$

$s$  = Desviación estándar común.

$$s = \sqrt{\frac{-2 \times a \times (m_b - m_a)}{b^2 \times (m_a + m_b)}} \quad (5)$$

FS = Factor de selección.

$$FS = \frac{-2 \times a}{b \times (m_a + m_b)} \quad (6)$$

Con base en las tallas óptimas de captura por tamaño de malla y los factores de selección para cada especie estimados, se calcularon los tamaños de malla (TM) a recomendar teniendo en cuenta la talla media de madurez sexual (Tmad) así:

$$TM = Tmad / FS \quad (7)$$

## RESULTADOS

La captura total fue de 1285 kg compuesta por 9281 individuos correspondientes a 18 especies, entre las que se encuentran las de mayor importancia comercial (Tabla 2); así mismo la especie de mayor abundancia y peso fue *Eugerres plumieri* conformando un 47% y 36% respectivamente de la captura total. La captura en peso proveniente del paño ma (6.35 cm) constituyó el

Tabla 2. Composición de la captura en número de individuos (Ni), peso (kg) y porcentaje en peso (%) por especie discriminada según tamaño de malla (ma y mb), obtenida en 20 faenas de pesca con el boliche experimental en la CGSM.

ESPECIE	ma = 6.35 cm			mb = 7.62 cm			CAPTURA TOTAL		
	Ni	Peso	%	Ni	Peso	%	Ni	Peso	%
<i>Eugerres plumieri</i>	2077	176.3	25	2310	289.0	50	4387	465.3	36
<i>Tarpon atlanticus</i>	297	115.1	16	199	86.6	15	496	201.8	16
<i>Elops saurus</i>	820	99.8	14	295	55.9	10	1115	155.8	12
<i>Cathorops spixii</i>	783	91.0	13	160	24.7	4	943	115.7	9
<i>Micropogonias furnieri</i>	547	59.7	8	36	9.8	2	583	69.5	5
<i>Ariopsis bonillai</i>	70	14.1	2	144	36.6	6	214	50.7	4
<i>Centropomus ensiferus</i>	205	33.6	5	48	10.9	2	253	44.5	3
<i>Mugil liza</i>	100	26.2	4	57	18.1	3	157	44.3	3
<i>Bairdiella ronchus</i>	243	26.7	4	9	2.5	0.6	252	29.3	2
<i>Centropomus undecimalis</i>	54	9.7	1	27	12.0	2	81	21.7	2
<i>Mugil incilis</i>	111	13.3	2	47	7.9	2	158	21.3	2
<i>Diapterus rhombeus</i>	266	17.3	2	9	1.9	0.3	275	19.3	2
<i>Oligoplites saurus</i>	81	10.8	2	44	7.7	1	125	19.5	1
<i>Chaetodipterus faber</i>	0	0	0	30	10.2	2	30	10.2	1
<i>Gerres cinereus</i>	111	7.9	1	0	0	0	111	7.9	1
<i>Caranx hippos</i>	93	5.2	0.7	0	0	0	93	5.2	0.41
<i>Strongylura marina</i>	7	2.8	0.4	0	0	0	7	2.8	0.22
<i>Larimus breviceps</i>	1	0.2	0.03	0	0	0	1	0.2	0.01
TOTAL	5866	710.3	100	3415	574.4	100	9281	1285	100



55% de la captura total siendo el 45% restante retenido por el paño mb (7.62 cm); de manera semejante el número de individuos capturados por ma representó el 63% y por mb el 37%. Se destaca que *E. plumieri*, *Tarpon atlanticus*, *Elops saurus*, *Cathorops spixii* y *Micropogonias furnieri* conformaron el 76% de la captura en peso del paño ma, siendo estas las especies a las que está dirigida la captura. En tanto las capturas del paño mb se dirigen a las especies *E. plumieri*, *T. atlanticus*, *E. saurus* y *Ariopsis bonillai* las cuales conforman el 81%.

De la Tabla 2 se deduce que del total de especies capturadas en esta investigación (18), la malla de 7.62 cm no retuvo cuatro de ellas (*Gerres cinereus*, *Caranx hippos*, *Strongylura marina* y *Larimus breviceps*) y de dos especies (*Bairdiella ronchus* y *Diapterus rhombeus*) sólo se capturaron el 0.5%, debido a que corresponden a peces de tallas pequeñas (<15 cm) y como *S. marina* de formas alargadas. Cotejando con la malla de 6.35 cm, esta retuvo a 17 especies del total capturado, de esta forma un aumento del tamaño de malla tiende a que las capturas sean más selectivas sobre ciertas especies. Así mismo, una especie (*Chaetodipterus faber*) fue retenida sólo por la malla de 7.62 cm a consecuencia de la gran altura de su cuerpo que impedía enmallarse en la malla de 6.35 cm.

Los costos de operación de cada faena fueron de \$ 11.500 distribuidos en combustible, alquiler de la canoa, hielo y alimentación de los pescadores para el período de estudio (Figura 3); notándose cómo el combustible (gasolina y aceite) representa la mayor parte (63%). Para efectos del cálculo de la rentabilidad por tamaño de malla, se asumió para cada paño ma y mb la mitad de los costos de operación de la faena.

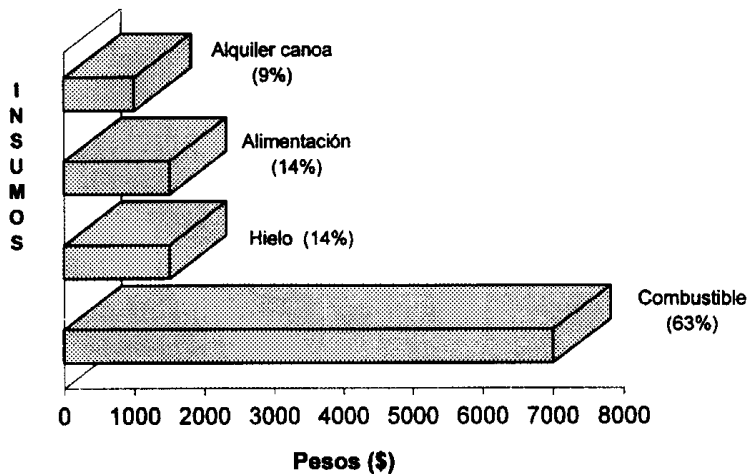


Figura 3. Distribución de los costos de operación por faena en pesos, con precios del período octubre/93 - abril/94 (porcentaje del total).

Los valores de CPUE obtenidos por tamaño de malla (Tabla 3 y Figura 4) muestran que a excepción de la rentabilidad por faena (\$/F), el paño ma es más eficiente que el paño mb. Teniendo en cuenta el número de individuos, el paño ma supera en un 26% al paño mb, así mismo con respecto a la captura en peso lo supera en un 10%; mientras que la rentabilidad por faena es mayor en un 34% en el paño mb. Según el coeficiente de variación, las capturas en peso y número de individuos mostraron mayor variabilidad en el paño mb, en tanto la rentabilidad fue más variable en el paño ma. Después de aplicar las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y de Bartlett (STSC, 1991) se hizo necesario transformar los valores de Ni/F; los resultados de los ANOVAS demuestran que hay diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las medias del Ni/F, \$/F y kg/F de cada tamaño de malla (Tabla 4), confirmando así las diferencias observadas en los datos crudos.

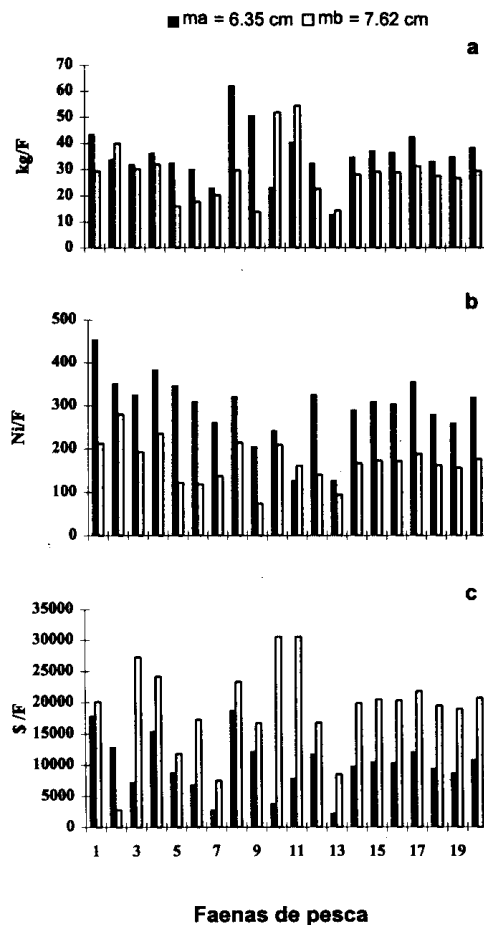


Figura 4. Valores de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) discriminados según tamaño de malla obtenidos en las 20 faenas de pesca experimental realizadas con boliche. a = Captura en peso (Kg/F), b = Captura en número de individuos (Ni/F) y c = renta económica (\$/F).

Tabla 3. Estadística descriptiva de los valores de CPUE por tamaño de malla (TM) para las 20 faenas de pesca realizadas con la red bolichera experimental. s (desviación estándar), e.e (error estándar), c.v (coeficiente de variación).

TM (cm)	CPUE	MEDIA	s	c.v (%)	e.e
6.35	Ni/F	295	78.25	26.52	17.497
	kg/F	35.41	10.22	28.86	2.28
	\$/F	10000.8	4380.4	48.8	979.49
7.62	Ni/F	169	48.46	28.66	10.83
	kg/F	28.57	10.69	37.41	2.39
	\$/F	20215.4	6314.5	31.23	1411.9

Tabla 4. Resultados de los ANOVAS aplicados para comparar los valores de CPUE provenientes de cada tamaño de malla, obtenidos en las 20 faenas de pesca realizadas con la red bolichera experimental; y pruebas de normalidad (test de Kolmogorov-Smirnov,  $p > 0.05$ : nivel de significancia) y homogeneidad de varianzas (test Bartlett,  $p > 0.05$ ).

CPUE	TRANSFORMACION	ANOVAS	TEST DE K-S	TEST DE BARTLETT
		Probabilidad	Datos transformados	Datos transformados
Ni/F	Raíz cuadrada	0.000	$p = 0.83$	$p = 0.2762$
kg/F	Ninguna	0.045	$p = 0.84$	$p = 0.8475$
\$/F	Ninguna	0.000	$p = 0.80$	$p = 0.1195$

La Tabla 5, presenta los parámetros de selección (ecuaciones 2, 3, 4, 5 y 6) de las especies cuya representación en las capturas fue suficiente para obtener un buen ajuste en la aplicación del modelo lineal de Holt y que corresponden a las especies de mayor importancia comercial. Las tallas óptimas de captura ( $L_{ma}$  y  $L_{mb}$ ) guardan proporcionalidad directa con el tamaño de malla, como se ve en las respectivas columnas de la Tabla 5, cumpliéndose así con uno de los supuestos del método de Holt.

Los factores de selección por ser inherentes a cada especie guardan relación con las características morfológicas de los peces. Como se aprecia en la Tabla 5 las especies *E. plumieri* y *D. rhombeus* de cuerpos altos y comprimidos obtuvieron los menores valores de factor de selección (2.92 y 2.87), por consiguiente éstas fueron capturadas a menores longitudes; mientras que *E. saurus*, *Centropomus undecimalis*, *T. atlanticus* y *Mugil incilis*, especies oblongas, obtuvieron los valores más altos del factor de selección (5.31, 4.80, 4.79 y 4.24 respectivamente). Por otro lado los valores de desviación estándar muestran la variabilidad de las curvas de selección de cada especie, la cual está asociada a los rangos de selección que miden el grado de vulnerabilidad

de las especies.

La Tabla 6 permite comparar las tallas óptimas de captura para cada especie obtenidas en esta investigación con los valores de la talla media de madurez sexual (Tmad) estimados en el área de estudio por diferentes autores; de esta manera se descubre que boliches con tamaños de malla de 6.35 cm y 7.62 cm capturan individuos por debajo de la Tmad discriminando entre especies. De forma análoga la Figura 5 muestra las curvas de selección para cada especie, donde además de la fracción retenida para cada talla (ecuación 1) por tamaño de malla se observan las tallas óptimas de captura y la Tmad.

Tabla 5. Parámetros de selección de 10 especies ícticas de la CGSM. Lma (longitud óptima de captura para la malla de 6.35 cm), Lmb (longitud óptima de captura para la malla de 7.62 cm), FS (factor de selección), s (desviación estándar) y r (correlación significativa) ajuste al modelo lineal de Holt.

ESPECIES	Lma (cm)	Lmb (cm)	FS	s	RANGO DE SELECCION (cm)	r
<i>E. plumieri</i>	18.5	22.3	2.92	2.12	3.1	0.94
<i>M. furnieri</i>	24.2	29.0	3.81	2.75	4.2	0.92
<i>M. incilis</i>	26.9	32.3	4.24	4.30	6.4	0.99
<i>C. spixii</i>	24.5	29.5	3.86	3.38	5.1	0.94
<i>E. saurus</i>	33.7	40.5	5.31	4.18	6.8	0.94
<i>A. bonillai</i>	22.8	27.4	3.60	3.67	5.6	0.98
<i>B. ronchus</i>	19.8	23.8	3.12	1.38	2.1	0.99
<i>C. undecimalis</i>	29.7	35.6	4.80	2.73	4.2	0.99
<i>T. atlanticus</i>	30.4	36.5	4.79	2.67	4.3	0.99
<i>D. rhombeus</i>	18.2	21.9	2.87	2.25	3.5	0.98

Tabla 6. Tallas óptimas de captura y tallas medias de madurez sexual (Tmad) para diez especies ícticas de la CGSM. Tallas en centímetros. Lma: talla óptima de captura para el tamaño de malla de 6.35 cm y Lmb: talla óptima para la malla de 7.62 cm.

ESPECIES	Lma	Lmb	Tmad	FUENTE (Tmad)
<i>E. plumieri</i>	18.5	22.3	22.0	Rubio, 1975
<i>M. furnieri</i>	24.2	29.0	28.0	Escobar, 1994
<i>M. incilis</i>	26.9	32.3	27.3	Mancera, 1994
<i>C. spixii</i>	24.5	29.5	26.2	Galvis, 1983
<i>E. saurus</i>	33.7	40.5	66.9*	Manjarrés, 1993
<i>A. bonillai</i>	22.8	27.4	41.0	Mancera, 1994
<i>B. ronchus</i>	19.8	23.8	16.0	Torres, 1994
<i>C. undecimalis</i>	29.7	35.6	56.1	Morales, 1976
<i>T. atlanticus</i>	30.4	36.5	120.0	Dahl, 1971
<i>D. rhombeus</i>	18.2	21.9	16.5	Mancera, 1994

\*Tmad estimada con especies colectadas en aguas marítimas del área de Santa Marta (entre Barra vieja "frente a la CGSM" y Punta Gomarra "Parque Nacional Natural Tairona").

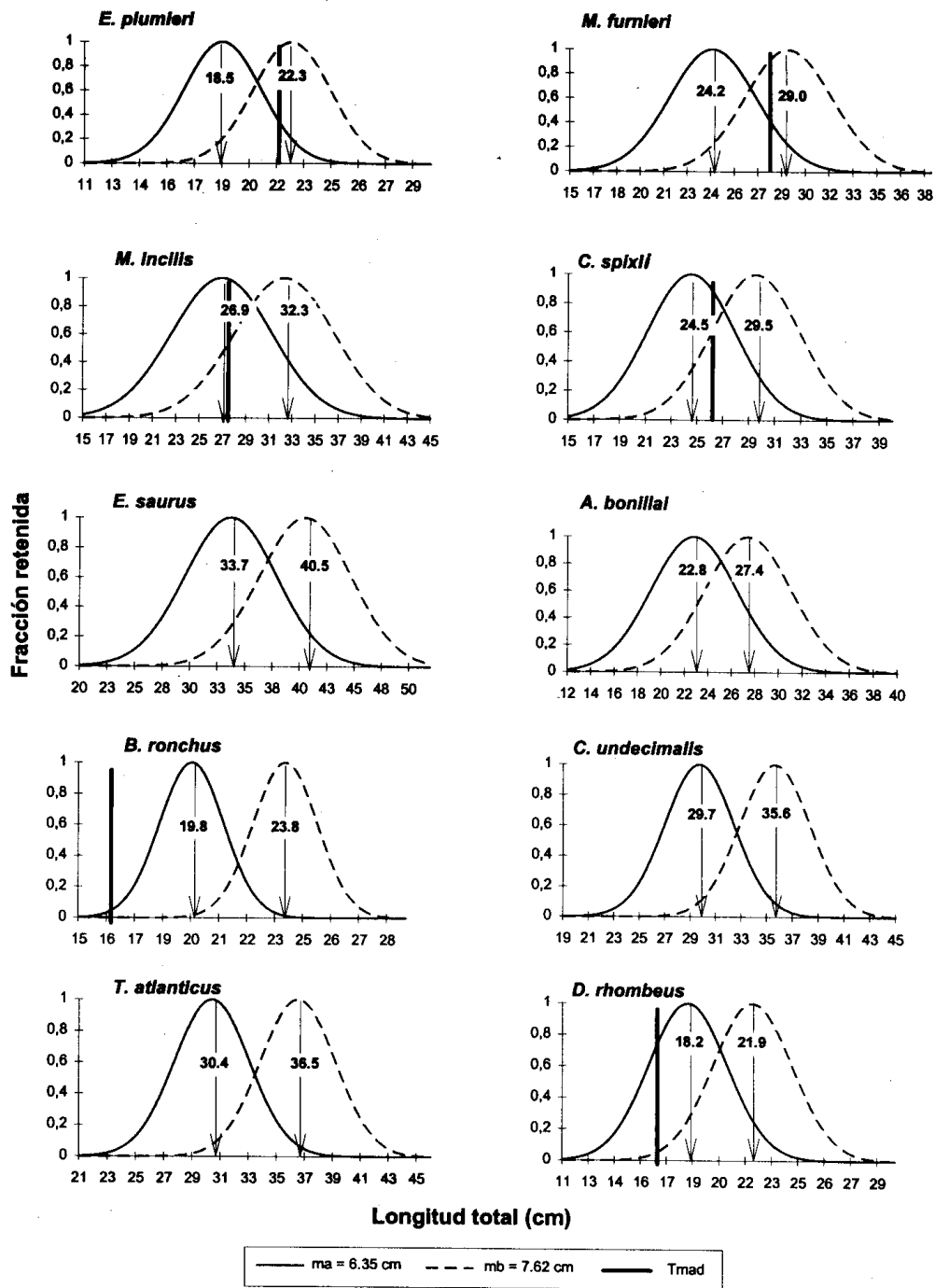


Figura 5. Curvas de selección para diez especies ícticas comerciales capturadas con boliche, en la CGSM. Las flechas indican las longitudes óptimas de captura para cada tamaño de malla (6.35 cm y 7.62 cm) y la línea oscura muestra la talla media de madurez (Tmad).

Se aprecia como para la mayoría de casos con excepción de *B. ronchus* y *D. rhombeus*, las tallas óptimas de captura para la malla ma están por debajo de la Tmad; no ocurriendo lo mismo con la malla mb, en que sólo cuatro especies son capturadas por debajo de la Tmad.

Por otro lado en las curvas de selección se identificó la superposición entre las tallas de captura, destacándose la gran amplitud de los rangos de selección, en los cuales se consideró que una fracción de retención menor a 0.25 (parte inferior de las curvas) es más producto del azar y del enredo del boliche. Como consecuencia se asumió que el mayor rigor de la selección (expresado como rango de selección en la Tabla 5) viene indicado por la diferencia entre las tallas máxima y mínima correspondientes a una fracción de retención de 0.75 (parte superior de las curvas).

### DISCUSION Y CONCLUSIONES

El boliche de la CGSM debido a las características del diseño (tenidas en cuenta para la red experimental usada en este estudio) como coeficiente de encabalgue (0.37 a 0.50), diámetro del hilo (0.1 a 0.3 mm), alta flotabilidad y gran área de pesca (hasta 900 m<sup>2</sup>) además de la rapidez y facilidad de su maniobra (Rueda, 1995), se convierte técnicamente en el arte de pesca más eficiente de la Ciénaga. Este ha sido adaptado a través del tiempo por los pescadores para capturar ciertas especies de tallas y formas determinadas, a través de lo cual se mide la efectividad del arte dada la rentabilidad alcanzada.

Trabajos realizados de pesca experimental con redes de enmalle (Granados y Escobar, 1977 y Manjarrés, 1993) han mostrado que los rendimientos en peso para capturas con diferentes tamaños de malla, son en general mayores para las mallas más grandes aún ocurriendo con frecuencia que es mayor el número de individuos retenidos en las mallas pequeñas. Tal comportamiento no se cumplió en este estudio, pues los ANOVAS (Tabla 4) mostraron que tanto en número de individuos como en peso la captura proveniente de la malla de 6.35 cm superó a la de 7.62 cm. Lo anterior evidencia el predominio de peces pequeños en el stock pescable de la CGSM, como lo menciona Santos-Martínez (1989) en el estudio ecológico de la comunidad íctica.

Dentro de las estrategias de manejo de recursos pesqueros, la regulación de la composición de la captura a través del control de la selectividad del arte permite no solo proteger la estructura poblacional, sino también obtener mejores beneficios económicos de la captura. En este orden de ideas este estudio concluye que de los tamaños de malla tomados en cuenta en el experimento de selectividad, el de 7.62 cm, captura menos individuos por debajo de la

Tmad y alcanza los mayores niveles de rentabilidad económica, por tanto se recomienda a los pescadores de la CGSM usar el tamaño de malla de 7.62 cm en sus boliches. Se advierte que el uso de tamaños de malla menores a 6.35 cm; por ejemplo de 5.08 cm empleado en un 17 % de los boliches de la CGSM (Sistema de Información Pesquera INVEMAR, SIPEIN-CGSM), podría seguramente capturar a las 10 especies de este estudio (las más abundantes de la CGSM), por debajo de la Tmad lo que afectaría la renovación natural del stock pescable de la Ciénaga.

Las especies más afectadas son *E. saurus*, *C. undecimalis*, *T. atlanticus* y *A. bonillai*, las cuales alcanzan gran tamaño y al parecer las tres primeras maduran y desovan en el mar (Santos-Martínez y Acero, 1991 y Mancera y Santos-Martínez, 1995), por lo tanto estas especies son capturadas desde hace unos diez años en estado juvenil en la CGSM (Santos-Martínez, 1989 y 1991; Santos-Martínez y Arboleda, 1993).

Comparando los resultados obtenidos por Gallo (1988) y los del presente estudio, es claro y esperado el efecto de la reducción del tamaño de malla sobre las tallas capturadas. Así, mientras el citado autor estimó a partir de un boliche con malla de 10.7 cm, que las tallas medias de captura para *T. atlanticus*, *C. undecimalis* y *E. plumieri* eran de 38.6 cm, 42.6 cm y 27.1 cm respectivamente; ocho años después (Tabla 6) con un tamaño de malla de 7.62 cm la talla media de captura para las especies citadas se ha reducido en promedio 4.5 cm y para el tamaño de malla de 6.23 cm en 10 cm. No obstante, las dos primeras especies mencionadas desde la aparición del boliche han sido capturadas por debajo de la Tmad.

La variación observada en las Tmad pone de manifiesto la dificultad operacional de seleccionar un tamaño de malla para una pesquería multiespecífica como la de la CGSM, ya que el tamaño de malla óptimo para una especie probablemente sea demasiado pequeño o grande para otras. En consecuencia Panayotou (1983) expone la necesidad de llegar a un compromiso en cuanto al tamaño de malla, en donde ciertas especies se explotarán excesivamente y otras quedarán subexplotadas. Dicho compromiso debe tomarse entre el administrador del recurso y el pescador, abordando el criterio de aumentar el valor de la captura con una pesca basada en tallas mayores, de manera que posibilite la consecución de un rendimiento máximo sostenible apoyado en un rendimiento máximo económico.

De todo lo anterior se puede concluir que el activo uso del boliche con pequeños tamaños de malla (5.08 cm y 6.35 cm), de eficiente diseño y maniobra de pesca, relativa alta capturabilidad (Rueda, 1995) y que captura una gran parte de las especies de importancia comercial por debajo de la Tmad, está

contribuyendo a la disminución del recurso pesquero. Con miras a garantizar la captura de individuos maduros en la Tabla 7 se presentan los tamaños de malla a usar en los boliches (ecuación 7).

Tabla 7. Especies de importancia comercial de la CGSM con los tamaños de malla recomendados desde el punto de vista biológico-pesquero y económico para ser empleados en boliches y redes fijas.

ESPECIES		TAMAÑO DE MALLA	
Nombre científico	Nombre común	cm	pulgadas
<i>E. plumieri</i>	Mojarra rayada	7.62	3
<i>M. furnieri</i>	Coroncoro	7.62	3
<i>M. incilis</i>	Lisa	6.44	2 1/2
<i>C. spixii</i>	Chivo mapalé	6.8	2 3/4
<i>E. saurus</i>	Macabí	12.6	5
<i>A. bonillai</i>	Chivo cabezón	11.4	4 1/2
<i>B. ronchus</i>	Carrurra	5.13	2
<i>C. undecimalis</i>	Róbalo	11.7	4 1/2
<i>T. atlanticus</i>	Sábalo	22.9	9
<i>D. rhombeus</i>	Mojarra blanca	5.75	2 1/4

Sin embargo, es obvia la falta de aplicabilidad de recomendar en la pesquería de la CGSM un tamaño de malla para cada especie, por lo tanto se deben tomar medidas de manejo combinadas que tengan en cuenta la variación del esfuerzo, la disponibilidad del recurso y la regulación del tamaño de malla, para que beneficien a los pescadores con mayor rentabilidad y que permitan mantener de manera sostenible a las principales poblaciones ícticas. Partiendo de estas consideraciones se propone reglamentar el tamaño de malla igual ó mayor a 7.62 cm (3 pulgadas) para la red bolichera, el cual puede ser utilizado durante todo el año sin afectar a las tres principales especies (*M. incilis*, *C. spixii* y *E. plumieri*), que aportan el 80% (4299 t) de la captura total de peces en el año (noviembre de 1993 a octubre de 1994), según los reportes del Sistema de Información Pesquera INVEMAR, SIPEIN-CGSM. Además, se podría tener la opción de emplear un tamaño de malla de 6.35 cm (2.5 pulgadas) para la captura de *M. incilis* en la época de abundancia de ésta (octubre a diciembre); siempre y cuando se restrinja la pesca en el área de migración hacia el mar, área comprendida entre el Río Sevilla y Boca de la Barra, Aprox. 60 Km<sup>2</sup>.

Estas recomendaciones serán viables en la medida que las instituciones y las comunidades realicen procesos de concertación, de vigilancia y monitoreo, lo que con el tiempo permitirá seguir validando y generando nuevas alternativas de manejo que involucren otras especies del ecosistema.



## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR, al Instituto Colombiano para el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología - COLCIENCIAS (proyecto Evaluación de los principales recursos pesqueros de la Ciénaga Grande de Santa Marta - cod. 2105-09-028-94) y al proyecto Colombo-Alemania de Rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta PRO-CIENAGA, por el apoyo financiero y logístico suministrado para la realización del presente trabajo. Igualmente agradecemos al codirector de PRO-CIENAGA Fase I Dr. Horst Salzwedel, al Jefe del Programa Calidad Ambiental Marina M.Sc. José Ernesto Mancera por la confianza y loable gestión para la realización de este trabajo y al asesor Dr. Jaime Mendo de la Universidad Nacional Agraria La Molina del Perú, por la asesoría prestada en el análisis de la información y en la lectura del manuscrito. Al Dr. Sven Zea de la Universidad Nacional de Colombia, por la revisión del abstract. Igualmente a los evaluadores anónimos por la lectura crítica del artículo. Agradecemos especialmente, al señor Lorenzo Pérez y familia, pescadores artesanales de la Ciénaga, por su invaluable desempeño en las actividades de campo.

## BIBLIOGRAFIA

- Arias, P. 1988. Artes y métodos de pesca en aguas continentales de América Latina. COPESCAL. Doc. Ocas., (4): 178 p.
- Dahl, G. 1971. Los peces del norte de Colombia. INDERENA, Bogotá, 391 p.
- Escobar, M. 1994. Aspectos Biológicos y Ecológicos, con énfasis en reproducción y alimentación, de *Micropogonias furnieri* y *Stellifer venezuelae* (Pisces: Sciaenidae) en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. Tesis Biol., Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 132 p.
- Gallo, J. 1988. Análisis preliminar de los artes y métodos de pesca en la Ciénaga Grande de Santa Marta, con énfasis en el método del bolicheo. Trianea, 1: 229-242.
- Galvis, O. 1983. Los áridos de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Tesis M. Sc. Univ. Nacional de Colombia, Bogotá, 163 p.
- Granados, J. y J. Escobar. 1977. Selectividad de trasmallos para las especies Pacora (*Plagioscion surinamensis*) y Bocachico (*Prochilodus reticulatus*) en ciénagas del bajo Magdalena (Colombia). Proyecto para el desarrollo de la pesca continental INDERENA - FAO, Bogotá, 35 p.
- IGAC. 1973. Monografía del Departamento del Magdalena. Inst. Geogr. Agustín Codazzi, Bogotá, 162 p.
- Kapetsky, J. M. 1982. Consideraciones para la ordenación de las pesquerías en lagunas y esteros costeros. FAO, Doc. Téc. Pesca, Roma, 218: 1-49.
- Karlsen, L. y B. A. Bjarnason. 1989. La pesca artesanal con redes de enmalle de deriva. FAO, Doc. Téc. pesca, Roma, 284: 1-60.
- Lasserre, P. 1979. Las lagunas costeras: ecosistemas de refugio, focos de cultivo y objetivos de expansión económica. La naturaleza y sus recursos, 15(4): 3-21.
- Mancera, J. E. 1994. Hacia un ordenamiento pesquero de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Informe Programa Lagunas Costeras. INVEMAR, Santa Marta, 19 p.
- Mancera, J. E. y A. Santos-Martínez. 1995. Los recursos pesqueros y la pesquería de la Ciénaga Grande de Santa Marta, una propuesta para el Plan de Manejo Ambiental: 1-19. En Mancera, J.E. y L. Botero (eds.): Estudio ecológico de la Ciénaga Grande de Santa Marta, delta exterior del Río Magdalena, 3ra etapa. Informe Final Proy., COLCIENCIAS - INVEMAR,

- Santa Marta, 128 p.
- Manjarrés, L. 1993. Eficiencia y selectividad de redes de enmalle en el área de Santa Marta. Proyecto Integral de Investigaciones y Desarrollo de la Pesca Artesanal Marítima en el Área de Santa Marta, INPA-CIID-UNIMAGDALENA. Boletín técnico, Santa Marta, 23 p.
- Morales, J. 1976. Estudio bioecológico pesquero del róbalo (*Centropomus undecimalis* Bloch, 1792) en la Ciénaga Grande de Santa Marta. Tesis Biol. Mar. Univ., Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 81 p.
- Nédélec, C. 1982. Definition and classification of fishing gear categories. FAO, Fish. Tech. Pap. Roma, 222:51 p.
- Panayotou, T. 1983. Conceptos de ordenación para las pesquerías a pequeña escala: aspectos económicos y sociales. FAO, Doc. Téc. Pesca, Roma, 228: 1-60.
- Pope, J. A.; A. R. Margetts; J. Hamley y E. F. Akyüz. 1983. Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. Parte 3. Selectividad del arte de pesca. FAO, Doc. Téc. Pesca, Roma, 41(1): 1-56.
- Restrepo, M. A. 1968. La pesca en la Ciénaga Grande de Santa Marta. CVC. Depto. Econ. Agrop. Pesq. Invest. Pesq., 3: 1-69.
- Rubio, C. 1975. Sobre el crecimiento, sexualidad y desarrollo gonadal de la mojarra rayada *Eugerres plumieri* (Cuvier) de la Ciénaga Grande de Santa Marta con anotaciones de su biología. Tesis Biol. Mar., Univ. Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 100 p.
- Rueda, M. 1995. Evaluación de la eficiencia y selectividad de redes de enmalle en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. Tesis Ing. Pesq., Univ. del Magdalena, Santa Marta, 107 p.
- Santos-Martínez, A. 1989. Estudio biológico y ecológico de la ictiofauna de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. Tesis M. Sc., Univ. Nacional de Colombia, Bogotá, 178 p.
- Santos-Martínez, A. 1991. Aspectos biológicos, ecológicos y estado actual de la población del Róbalo *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) en la Ciénaga Grande de Santa Marta - Caribe colombiano. Informe final INVEMAR, Santa Marta, 58 p.
- Santos-Martínez, A. y A. Acero. 1991. Fish community of the Ciénaga Grande de Santa Marta (Colombia): Composition and zoogeography. Ichthyol. Explor. Freshwaters, 2(3): 247-263.
- Santos-Martínez, A. y S. Arboleda. 1993. Aspectos biológicos y ecológicos del macabí *Elops saurus* Linnaeus (Pisces: Elopidae) en la Ciénaga Grande de Santa Marta y costa adyacente, Caribe colombiano. An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín, 22: 77-96.
- Santos-Martínez, A.; J. Mendo; J. E. Mancera; L. Botero; E. Viloria y M. Rueda. 1995. Biomasa ictica total y su distribución espacial en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. Mem. VI Congreso Latinoamericano de Cien. Mar, COLACMAR, Mar del Plata, Argentina, 179 p.
- Sparre, P. y S. C. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1 - Manual. FAO, Doc. Téc. Pesca, Valparaíso, Chile, 306(1): 1-420.
- STSC. 1991. Statistical graphics system. Reference Manual. V. 5.2. Reference Manual. Statistical Graphics Corporation, Rockville (MD). United States of America, D36.
- Torres, L. 1994. Aspectos Biológicos y Ecológicos de la carrura *Bairdiella ronchus* (Cuvier, 830) (Pisces: Sciaenidae) en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. Tesis Biol., Pontificia Univ. Javeriana, Bogotá, 120 p.
- UNESCO. 1985. The international system of units (SI) in oceanography, Tech. Papers 45, IAPSO Pub. Sci. 32, Paris, France, 124 p.
- Wiedemann, H. U. 1973. Reconnaissance of the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia: Physical parameters and geological history. Mitt. Inst. Colombo-Alemán, Invest. Cient., 7: 85-119.

FECHA DE RECEPCION: octubre 22, 1996.

FECHA DE ACEPTACION: julio 8, 1997

#### DIRECCION DE LOS AUTORES

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), A.A. 1016, Santa Marta, Colombia (M.R). Instituto de Estudios Caribeños. Univ. Nal. de Colombia. Hansa Reef 6, San Andrés y Providencia, Colombia. E-mail: asantosm@bacata.usc.unal.edu.co (A.S-M.).