

EVALUACIÓN DE LA SELECTIVIDAD DEL TRASMALLO EN LA PESQUERÍA ARTESANAL DE LA ZONA DELTAICA ESTUARINA DEL RÍO SINÚ, CARIBE COLOMBIANO

SELECTIVITY ASSESSMENT OF GILLNETS IN THE ARTISANAL FISHERY OF THE SINU RIVER ESTUARINE DELTA ZONE, COLOMBIAN CARIBBEAN

Héctor Martínez-Viloria, Juan Carlos Narváez, Roberto Rivera y Oscar D. Solano

RESUMEN

En la zona deltaica estuarina del río Sinú (ZDERS) se desarrolla una de las pesquerías artesanales más importantes del norte de Colombia. En ésta poco se conoce del impacto que causan los artes de pesca sobre el recurso y mucho menos de aquellas que no son permitidas. Con el propósito de evaluar la selectividad del trasmallo sobre las principales especies comerciales, se estimaron los parámetros de selección de *Mugil incilis*, *Eugerres plumieri*, *Prochilodus magdalenae*, *Ariopsis bonillai* y *Centropomus undecimalis*. Entre 2001 y 2002 se hizo un seguimiento de las unidades económicas de pesca que operan con este arte para coleccionar datos de frecuencias de tallas discriminados por los cinco tamaños de malla (TM) más frecuentes (5.08, 6.35, 7.62, 8.89 y 10.16 cm). Con un total de 16427 individuos capturados, se determinó que el trasmallo ejerce una presión negativa sobre las especies estudiadas cuando se usan TM entre 5.08 y 7.62 cm. En general, las longitudes óptimas de captura estimadas para cada especie con diferentes TM estuvieron por debajo de la talla media de madurez de cada una. Se observó el mismo efecto en las especies que alcanzan grandes tallas (*C. undecimalis*, *A. bonillai* y *P. magdalenae*), cuando se operan trasmallos con TM de 10.16 cm. Se presentaron valores bajos en el factor de selección para *E. plumieri* y *P. magdalena* y altos para *M. incilis*, *A. bonillai* y *C. undecimalis*. Las diferencias en los valores de selección fueron atribuidas en gran parte a la morfología de cada especie, peces altos (*E. plumieri* y *P. magdalena*) oblongos (*M. incilis* y *A. bonillai*) y alargado (*C. undecimalis*). Se propone que el uso del trasmallo sea restringido durante las épocas reproductivas de las especies estudiadas.

PALABRAS CLAVE: Selectividad de artes, zona deltaica estuarina del río Sinú, trasmallos, recursos pesqueros, manejo.

ABSTRACT

One of the most important artisanal fisheries in northern Colombia is being developed in the deltaic estuarine zone of the Sinú River (ZDERS). Little is known about the impact on the resource caused by fishing gears and even less about those which are not allowed. In order to estimate the selectivity of gillnets or «trasmallos»

Dirección de los Autores::

SENA Agropecuario del Magdalena, Santa Marta, Colombia. hmartinezv@yahoo.com (H.M.V.). Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés", Grupo de Ecología Pesquera, Programa de Valoración y Aprovechamiento de Recursos Marinos, A.A. 1016, Santa Marta, Colombia. jnarvaez@invemar.org.co (J.C.N.). Universidad Simón Bolívar, Carrera 59 No. 59-92, Barranquilla, Colombia. robrivera8@hotmail.com (R.R.). Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés", Coordinación de Servicio Científico, A.A. 1016, Santa Marta, Colombia. odsolano@invemar.org.co (O.D.S.).



in this artisanal fishery, selection parameters for five of the main commercial species, *Mugil incilis*, *Eugerres plumieri*, *Prochilodus magdalenae*, *Ariopsis bonillai* and *Centropomus undecimalis*, in 2001 and 2002, length frequency data for mesh sizes in the main landing sites were collected. A total of 16427 individuals were caught with mesh sizes from 5.08 to 10.16 cm stretched. It has been determined that gill nets exerts a negative pressure on the studied species when used with mesh sizes of 5.08 and 7.62 cm. Optimal catch length for each species, estimated with different mesh sizes, were found below the mean length of sexual maturity. The same effect was observed with those species reaching big sizes (*C. undecimalis*, *A. bonillai* and *P. magdalenae*) when fished with gill nets whose mesh size was 10.16 cm. Observed Selection factor values were low for *E. plumieri* and *P. magdalenae*, and high for *M. incilis*, *A. bonillai* and *C. undecimalis*. Differences in selection factor were attributed to the morphology of each species, tall (*E. plumieri* and *P. magdalenae*), oblong (*M. incilis* and *A. bonillai*) and long fishes (*C. undecimalis*). Minimum catch length and mesh sizes for each species are recommended. Some aspects on the sustainable management of the fish resource in the ZDERS fishery are discussed.

KEY WORDS: gear selectivity, deltaic estuarine zone of Sinú river, gillnets, fish resources, management.

INTRODUCCIÓN

Los estuarios y lagunas costeras cumplen una función ecológica importante para una gran cantidad de especies ícticas e invertebrados. Estos son utilizados como estaciones en los patrones de migraciones de algunas especies, puesto que proporcionan protección, refugio y alimento tanto a juveniles, como adultos. La mayoría de esas especies tienen un alto valor económico. Por tales razones, estos ecosistemas sustentan importantes pesquerías artesanales, ejerciendo altos niveles de explotación sobre el recurso (Lasserre, 1979; Kapetsky, 1982; Marten y Polovina, 1982; Yáñez-Arancibia, 1985; Sánchez *et al.*, 1998; Rueda y Santos-Martínez, 1999; Blaber, 1997; Blaber *et al.*, 2000; Jackson *et al.*, 2001; Manson *et al.*, 2005). Esta situación se ve reflejada en la zona deltaica estuarina del Río Sinú (ZDERS), ya que por ser una región constituida por un complejo de ciénagas intercomunicadas a través de caños y por intercambiar materia y energía con el río Sinú y el Mar Caribe, está sometida a impactos humanos, reflejados en la puesta en marcha de la hidroeléctrica URRRA I y una intensa actividad agropecuaria, maricultura y pesquera (INPA-URRA, 2001; INVEMAR-URRA, 2002).

La pesquería que se lleva a cabo en ZDERS es de tipo artesanal y de acceso abierto, donde cualquier miembro de la comunidad puede extraer el recurso por apropiación directa. En la actualidad, la actividad pesquera es ejercida por cerca de 616 pescadores distribuidos en cinco sitios de desembarco (Bahía de Cispatá, Caño Grande, Caño Sicará, Caño Lobo y Tinajones), conformando 350 unidades económicas de pesca (UEPs), de las cuales el 34 % operan con redes de

enmalle fija ó trasmallo, el 17% con atarrayas, el 16% con líneas de mano, el 16% con buceo para moluscos, el 6.2% con redes camarónicas y el 3.5% conformado por maruchas, nasas y palangres (INVEMAR-URRA, 2001). La pesquería no sólo está sustentada por especies de crustáceos (camarones: *Litopenaeus schmitti*, *Xyphopenaeus kroyeri*, *Farfantepenaeus subtilis*; jaibas: *Callinectes sapidus*, *C. bocourti*) y moluscos (*Crassostrea rhizophorae*, *Anomalocardia brasiliensis*, *Donnax striatus* y *Melongena melongena*), sino que los peces son los de mayor importancia para los pescadores (INVEMAR-URRA, 2001). Gran parte de esas especies se encuentran en un aparente estado de sobreexplotación.

A pesar de la importancia de la actividad pesquera en la zona, es relativamente poco lo que se conoce referente al impacto de las artes de pesca sobre el recurso. Resultados preliminares documentados en informes técnicos han demostrado el impacto negativo de este arte sobre algunas especies de interés comercial (INPA-URRA, 2001; INVEMAR-URRA, 2002); sin embargo, son poco detallados.

La red agallera ó trasmallo es el arte más utilizado en la pesquería, aportando el 21.2% de los volúmenes de captura desembarcada, con tamaños de malla (TM) entre 2.54 y 12.7 cm. Es considerado un arte de pesca pasivo y reciben este nombre debido a su forma de operar, ya que los peces durante su recorrido, al encontrarse con las redes quedan atrapados, ya sea aprisionados (el pez es retenido por una malla que le ciñe el cuerpo), engallados (el pez se introduce por una malla y no puede retroceder porque ha quedado enganchado por detrás del opérculo de las branquias) ó enredados (el

pez no se ha introducido en una malla, pero queda enganchado en la red por los dientes, las espinas de las aletas o cualquier otro saliente anatómico) (Pope *et al.*, 1983). Los paños utilizados en ZDERS están contruidos con hilos poliamida del tipo monofilamento. Presentan calibres entre 0.4 y 0.5 mm, con una resistencia a la ruptura entre 10 y 15 kg, respectivamente. Según el objetivo de captura, cada UEPs está constituida por uno o dos pescadores, los cuales buscan una zona de pesca y calan sus redes amarrándolas a maderos que se fijan al fondo (Blanco, 2001).

Con el propósito de conocer el impacto del trasmallo sobre las principales especies de interés comercial de la pesquería, en este estudio se evaluó la selectividad para las especies bocachico *Prochilodus magdalenae*, lisa *Mugil incilis*, mojarra blanca *Eugerres plumieri*, róbalo *Centropomus undecimalis* y barbudo cazón *Ariopsis bonillai*. Este estudio fue desarrollado en el marco del proyecto «Plan de seguimiento y monitoreo de la Zona Deltaica Estuarina del Río Sinú, realizado por INVEMAR y financiado por la empresa hidroeléctrica URRRA S.A.E.S.P (INVEMAR-URRA, 2002). La información generada en este estudio servirá de insumos para que el ente encargado de regular la pesca en Colombia (INCODER) y específicamente en ZDERS, pueda diseñar y desarrollar planes de manejo que permitan garantizar la explotación razonable del recurso y al mismo tiempo asegurar la renovación natural de las especies en estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio está ubicada en el Departamento de Córdoba de la costa Caribe colombiana (entre las coordenadas 9°17'46.5" y los 9°26'48.3" N y entre los 75°47' 22" y 75° 58' 40" W) (Figura1). Al sur se encuentra el distrito de riego de la Doctrina, al este la Bahía de Cispatá, al oeste el río la balsa y al norte el mar Caribe, abarcando el curso final del río Sinú (Barreto, 1999). La salinidad varía espacio-temporalmente y depende del régimen hidrológico y climático. El delta actual del Río Sinú corresponde a una zona plana, donde el régimen climático es moderadamente unimodal con un periodo seco (aguas bajas) que inicia a comienzos de diciembre y se prolonga hasta abril, cuando las lluvias no sobrepasan los 50 mm•mes⁻¹ (IDEAM, 1998). El periodo húmedo (aguas altas), va desde el mes de mayo hasta noviembre. Actualmente el régimen de aguas altas

y bajas se ve influido por la regulación del caudal que es ejercido desde la puesta en marcha de la hidroeléctrica URRRA I (INVEMAR-URRA, 2002).

FASE DE CAMPO

Sobre la base de un monitoreo pesquero entre diciembre de 2000 y agosto de 2002 se hizo seguimiento mensual a las unidades económicas de pesca (UEPs) que operan con trasmallo en la pesquería y que desembarcan en los cinco sitios de desembarque más importantes (Bahía de Cispatá, Caño Lobo, Caño Sicará, Caño Grande y Tinajones). De las 119 UEPs de trasmallo, fueron seleccionadas 25 con los TM más frecuentes (5.08, 6.35, 7.62, 8.89 y 10.16 cm), las cuales presentaron las mismas dimensiones de longitud (~300 m) y alto (~1.5 m) del trasmallo y el mismo poder de pesca (sin motor fuera de borda). Los pescadores de estas UEPs fueron capacitados para separar y clasificar a los peces aprisionados y engallados de los enredados (Pope *et al.*, 1983). Cuando se tuvo oportunidad, se participó en algunas faenas de pesca. Los peces fueron medidos a longitud total con un ictiomómetro de 0.1 cm de precisión y fueron agrupados en marcas de clase de 0.5 cm. La información de frecuencias de tallas por TM de las cinco principales especies fueron registradas en formularios de campo y luego fueron digitadas en el Sistema de Información Pesquera del INVEMAR - SIPEIN (Narváez *et al.*, 2005). A excepción de la especie *A. bonillai*, las demás especies fueron evaluadas con dos pares TM distintos.

ANÁLISIS DE DATOS

Para el procesamiento de la información, se organizaron los datos de frecuencias de tallas en tablas de entrada discriminada por TM para cada especie. A partir de las rutinas de FISAT (herramienta par la evaluación de stock de FAO-ICLARM) (Gayalino *et al.*, 1993), se obtuvo el factor de selección y la longitud óptima de captura con su respectiva desviación estándar para cada especie por TM.

La secuencia del análisis matemático de este estudio se basó en el método de Holt (1963) descrito por Sparre y Venema (1995) y se fundamentó en la ecuación de la curva normal, dado que la curva de selección de una red de enmalle tiene forma de campana:

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



$$Sb_{(L)} = e^{\left[\frac{-(L-Lmb)^2}{2S^2} \right]} \quad (2)$$

donde $Sa_{(L)}$ y $Sb_{(L)}$ son las fracciones de peces de una longitud L retenidas por la red de enmalle ma y mb respectivamente, siendo ma el valor del TM más pequeño y mb el más grande; e es el logaritmo exponencial; Lma y Lmb son las longitudes óptimas de captura para los TM ma y mb ; S^2 es la desviación estándar para cada par de TM analizado (ecuación 7).

Por derivaciones matemáticas se llega a la siguiente expresión lineal, la cual consiste en la relación entre los números de individuos capturados con el TM ma y el TM mb para cada marca de clase:

$$\ln \left(\frac{C_b}{C_a} \right) = a + b \cdot L \quad (3)$$

donde Ca es el número de individuos capturados con un TM ma y Cb el número de individuos capturados con mb , a es el intercepto de la regresión lineal y b la pendiente; L son los valores de cada marca de clase.

Una vez hallados los valores del intercepto y la pendiente se estimó el factor de selección (FS) aplicando el método de Holt (1963) (Sparre y Venema, 1995), mediante la siguiente fórmula:

$$FS = \frac{-2a}{b(ma + mb)} \quad (4)$$

Con el cálculo de FS , se determinaron las longitudes óptimas (Lma y Lmb) captura para cada par de TM comparado con la siguiente ecuación:

$$Lma = FS \times ma \quad (5)$$

$$Lmb = FS \times mb \quad (6)$$

donde Lma es la longitud óptima de captura para la malla ma y Lmb corresponde a la longitud óptima de captura para la malla mb ; La desviación estándar (S) común se estimó a partir de la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{-2a(mb - ma)}{b^2(ma + mb)}} \quad (7)$$

Con base en las tallas óptimas de captura para cada tamaño de malla, los factores de selección estimados y la talla media de madurez combinada (TMM) para cada especie documentada en la literatura, se calcularon los

tamaños de malla (TM) a recomendar. Se estimaron de la siguiente manera:

$$TM = \frac{TMM}{FS} \quad (8)$$

RESULTADOS

En total se analizaron 16427 individuos, de los cuales el 67% fueron de *P. magdalenae*; 14% de *C. undecimalis*; 8% de *A. bonillai*; 6% de *M. incilis*; 5% de *E. plumieri*. Todas las regresiones fueron significativas ($p < 0.01$) y presentaron valores superiores al 0.80 en los coeficientes correlación y determinación (Tabla 1).

Con respecto al FS , *E. plumieri* y *P. magdalenae* presentaron los menores valores (< 3.9) y *C. undecimalis*, *M. incilis* y *A. bonillai*, presentaron los valores más altos (> 3.9). Consecuentemente a este resultado, las menores longitudes óptimas de captura con el TM más pequeño (ma) se observaron en *E. plumieri* y *P. magdalenae* (< 22 cm) y las mayores en el resto de las especies (> 22 cm). Igualmente, con TM más grande (mb) se presentó el mismo resultado (Tabla 1).

En general, se observó que las redes de enmalle fijas con TM pequeños están reclutando individuos de las cinco especies por debajo de su respectiva TMM (Tabla 1). Al analizar las longitudes óptimas de captura para los tamaños de malla más grande, se observa que únicamente siguen siendo afectadas *P. magdalenae*, *A. bonillai* y *C. undecimalis*.

La curva de selección para cada especie con la fracción retenida para cada talla por TM demuestra que los individuos de las cinco especies (*M. incilis*, *P. magdalenae*, *E. plumieri*, *C. undecimalis* y *A. bonillai*) están siendo reclutados al arte con longitudes a partir de los 14 cm (Figura 2). Todas las especies capturadas con el TM de 5.08 cm presentaron longitudes óptimas de captura por debajo de la TMM de cada una. En algunos casos sucedió lo mismo con los TM de 6.35 y 7.62 cm (*M. incilis*, *P. magdalenae*, *C. undecimalis* y *A. bonillai*).

DISCUSIÓN

SELECTIVIDAD

Los factores de selección son inherentes a cada aparejo de pesca, están relacionados con la edad de las especies durante el desarrollo ontogénico e igualmente guardan



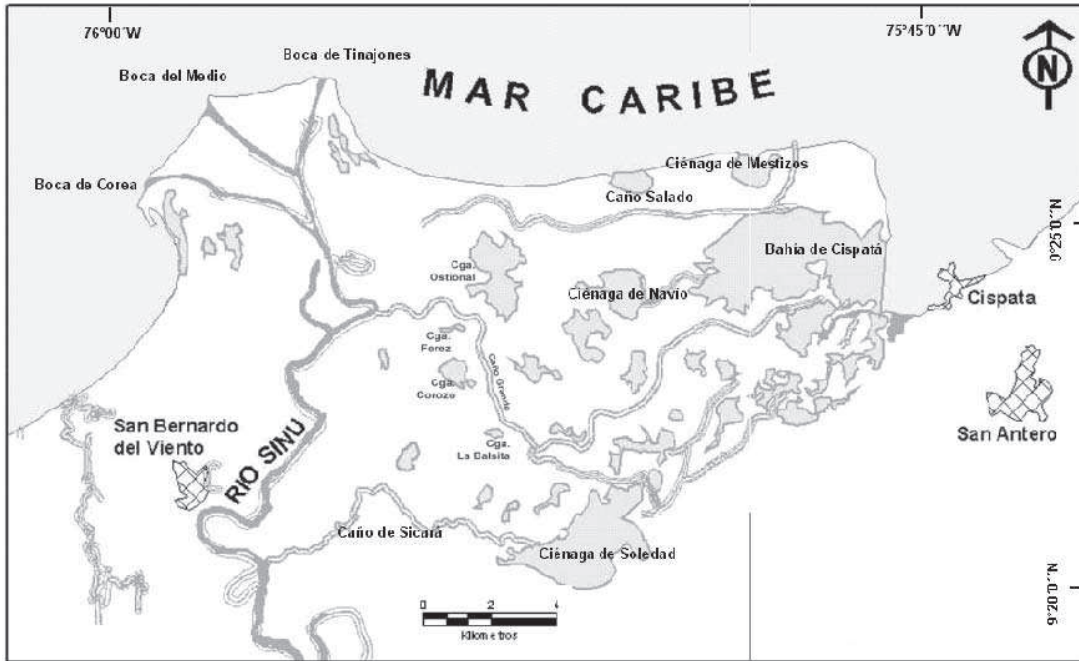


Figura 1. Área de estudio. Zona deltaica-estuarina del Río Sinú, Caribe colombiano.

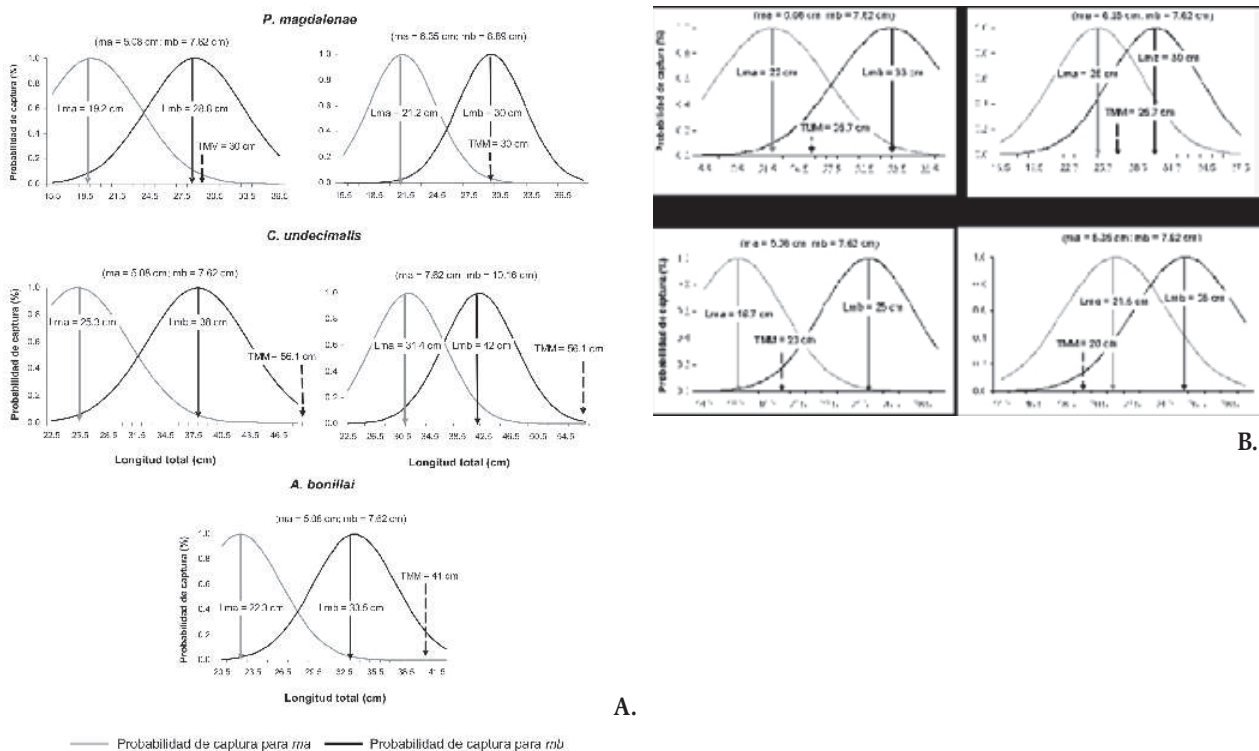


Figura 2. A. y B. Curvas de selección para las principales especies de interés comercial en la pesquería de ZDERS; *ma* y *mb* = tamaños de malla; *Lma* y *Lmb* = longitudes óptimas de captura; TMM = talla media de madurez.

relación con respecto a la morfología de los peces (Pope *et al.*, 1983; Manjarrés, 1993; Sparre y Venema, 1995; Rueda y Santos-Martínez, 1997). Por ello, los valores de FS para *E. plumieri* y *P. magdalenae* fueron bajos, ya que los cuerpos de los individuos de estas dos especies son relativamente altos y comprimidos, mientras que los altos valores para *M. incilis*, *A. bonillai* y *C. undecimalis* se pueden explicar a partir de las características morfológicas que los asemejan a aspectos oblongos para las dos primeras y alargada para el caso de la tercera. Estos mismos resultados fueron observados por Manjarrés (1993), el cuál evaluó la eficiencia y selectividad de los trasmallos en el sector marino de Santa Marta (Caribe colombiano). Este autor informó que especies como el cachi-cachi (*Calamus penna*) y el bocacolorá (*Haemulon plumieri*), presentaron los menores valores de FS, según a las características del cuerpo (comprimidas y altos) y a su crecimiento, principalmente en el plano dorso ventral. Rueda y Santos-Martínez (1997), evaluaron también la eficiencia y selectividad de una red de enmalle "bolichera" en la pesquería de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM). Ellos registraron valores altos de factor de selección para *M. incilis* y *C. undecimalis*, con *ma* y *mb* similares a los analizados en este estudio, con TM de 6.35 y 7.62 cm, respectivamente. Aunque la operación del arte de pesca estudiado por esos autores es distinta a la del trasmallo, una vez más en este trabajo se sustenta la relación de la morfología de los peces con respecto al engalle de los mismos a través de los ojos de malla de las redes.

Por otro lado, las longitudes óptimas de captura estimadas para las especies *P. magdalenae*, *M. incilis*, *C. undecimalis*, *E. plumieri* y *A. bonillai*, en general, fueron menores con relación a las tallas media de madurez (Tabla 1). Es evidente el grado de afectación que causan los tamaños de malla equivalentes a 5.08, 6.35 y 7.62 cm. Para el caso *P. magdalenae*, la principal especie en la pesquería (Atencio, 1997; INPA-URRA, 2001), su población posiblemente está afectada por un TM de 5.08 cm. Igualmente, sucede para las especies *C. undecimalis* y *A. bonillai*, donde no sólo ese TM afectaría a sus poblaciones, sino que los de 6.35 y 7.62 también lo hacen, ya que los individuos están siendo capturados muy por debajo de sus TMM, siendo 56 y 41 cm para cada especie respectivamente (Mancera, 1994; Sierra, 1996). Es importante resaltar que estas dos especies por alcanzar grandes tallas y tener altos valores de TMM, quizás no se están reproduciendo a la tasa adecuada. Este mismo problema fue discutido por Rueda y Santos-Martínez (1997) en la pesquería de la CGSM, donde por las mismas razones de selectividad de las artes, las especies más afectadas son *A. bonillai*, *E. plumieri* y *C. undecimalis*.

PROPUESTA PARA EL MANEJO EN LA PESQUERÍA

Las pesquerías artesanales multiespecíficas y multiflota en países en desarrollo se caracterizan por ser complejas. Al mismo tiempo operan artes con poder de pesca diferente (Rueda y Defeo, 2003), reflejando conflictos

Tabla 1. Resultados de las regresiones lineales de cinco especies ícticas capturadas con trasmallo en la pesquería de ZDERS; TM (tamaño de malla); *ma* y *mb* (tamaños de malla analizados); el número de individuos para cada TM se presenta entre paréntesis; los coeficientes presentaron valores de $p < 0.01$ a un nivel de significancia del 99%. *Lma* y *Lmb* son las longitudes óptimas de captura; FS es el factor de selección; S es la desviación estándar; TMM es la talla media de madurez sexual (sexos combinados).

Especie	TM (cm)		Intercepto (a)	Pendiente (b)	Coeficientes		Lma (cm)	Lmb (cm)	FS	S	TMM (cm)	Fuente de la TMM
	<i>ma</i>	<i>mb</i>			<i>r</i>	<i>r</i> ²						
<i>M. incilis</i>	5.08 (471)	7.62 (221)	-10.37	0.38	0.97	0.95	22.0	33.0	4.3	5.40	25.7	Sánchez <i>et al.</i> (1998)
	6.35 (364)	7.62 (221)	-11.68	0.45	0.92	0.84	25.0	30.0	4.0	3.91		
<i>P. magdalenae</i>	5.08 (951)	7.62 (1837)	-11.6	0.48	0.96	0.92	19.2	28.8	3.8	4.48	30	INPA-URRA (2001)
	6.35 (1196)	8.89 (7123)	-20.87	0.82	0.99	0.99	21.2	30.0	3.3	3.20		
<i>C. undecimalis</i>	5.08 (632)	7.62 (855)	-14.2	0.48	0.99	0.99	25.3	38.0	4.7	5.32	56	Sierra (1996)
	7.62 (855)	10.16 (737)	-15.13	0.41	0.97	0.95	31.4	41.9	4.1	5.04		
<i>A. bonillai</i>	5.08 (508)	7.62 (737)	-19.2	0.69	0.96	0.93	22.3	33.5	4.2	4.03	41	Mancera (1994)
<i>E. plumieri</i>	5.08 (307)	7.62 (222)	-19.8	0.95	0.95	0.90	16.7	25.0	3.3	2.30	20	Rueda y Santos-Martínez (1999)
	6.35 (266)	7.62 (222)	-10.24	0.43	0.89	0.80	21.5	26.0	3.4	3.15		



entre pescadores; el acceso a la actividad es abierto, el cual dificulta el control (Seijo *et al.*, 1998); y los ecosistemas que sostienen la actividad son variables y altamente intervenidos (Lasserre, 1979; Kapetsky, 1982; Marten y Polovina, 1982; Yáñez-Arancibia, 1985; Blaber, 1997; Blaber *et al.*, 2000; Jackson *et al.*, 2001). Para manejar estas pesquerías, se propone diseñar sistemas de manejo consistentes con el enfoque precautorio para que garanticen la renovación natural de los recursos pesqueros y en consecuencia, el uso sostenible de los mismos (García, 1996; Caddy 1999). De acuerdo a Caddy (1999) y lo discutido por Rueda y Defeo (2003), estas estrategias pueden ser aplicadas dentro de un marco de redundancia de manejo, el cual podría consistir de una mezcla de medidas que incluya: (i) criterios de selectividad de artes; (ii) el aumento de las tallas medias de captura; y (iii) vedas en lugares estratégicos (por ejemplo, cerca al manglar).

Siguiendo la dos primeras medidas, es necesario discutir que algunos sistemas marinos-costeros y continentales en el trópico, donde se desarrollan pesquerías artesanales multiespecie y multiflota, un problema que resalta en el manejo de éstas es la dificultad de proponer tamaños de malla específicos, ya que debido a la gran variedad de tallas medias de madurez en la recurso íctico, un TM propuesto para una especie puede ser muy pequeño o demasiado grande para otras (Panayotou, 1983; Rueda y Santos-Martínez 1997). Este mismo aspecto se presenta en ZDERS, donde las cinco principales especies presentan TMM muy diferentes (Tabla 2). Sin embargo, basado en los procedimientos matemáticos de la ecuación 8, en la Tabla 2 se proponen algunos TM y longitudes mínimas de capturas con criterios biológico-pesqueros que deben ser tenidos en cuenta.

Siguiendo con la tercera medida, es importante considerar, también otros aspectos del análisis pesquero, como la distribución espacial y temporal del recurso (Hilborn y Walters, 1992; de Silva *et al.*, 2001), ya que facilita el entendimiento de las relaciones entre la disponibilidad o la abundancia y las condiciones del ambiente que habitan, así como los cambios temporales y espaciales de las variables involucradas. En este sentido, es necesario incluir en estudios posteriores un análisis de la distribución espacial y temporal de la estructura de las tallas para proponer zonas y épocas donde la pesca con trasmallo no afecte al recurso (zonas y épocas de veda). Dado que este estudio no contempló un análisis espacial de las tallas, sólo se puede proponer vedas durante la época reproductiva de cada especie objetivo.

Tabla 2. Longitud mínima de captura (LMC) sugerida para cada una de las especies de interés comercial y tamaños de malla (TM) sugeridos para los trasmallos en la pesquería de ZDERS.

Especie	LMC (cm) Sugerida	TM sugerido	
		TM (cm)	TM (pulgada)
<i>M. incilis</i>	27	6.82	2 3/4
<i>P. magdalenae</i>	30	8.89	3.5
<i>C. undecimalis</i>	57	12.06	4 3/4
<i>A. bonillai</i>	42	9.8	4
<i>E. plumieri</i>	22	6.82	2 3/4

El caso de *P. magdalenae* es uno de los más preocupantes. Para esta especie, debería haber mayor control y vigilancia en el uso de los trasmallos, ya que los individuos de esta especie, por desarrollarse en las ciénagas y luego salir de ellas para dirigirse río arriba y desovar (proceso conocido como «la subienda»), están siendo capturados cerca a su TMM. Esta especie ha despertado interés por parte de las comunidades de pescadores y las entidades de control, ya que se ha demostrado que desde que se instaló la hidroeléctrica URRRA I en el cauce del río Sinú, ha perdido sitios de desove (Atencio, 1997).

Por otro lado, se sabe que *M. incilis* presenta un patrón de migración desde las ciénagas hacia el mar adyacente en su época de reproductiva (Blanco, 1983). En ese mismo tiempo, por ser más vulnerable al arte, es cuando esta especie presenta su mayor rendimiento (Rueda y Santos-Martínez 1997; Santos-Martínez *et al.*, 1998; INVEMAR, 2001) y precio. Por lo tanto, se sugiere la veda durante ésta época y el uso de TM superiores a 6.82 cm durante el resto del año. Adicionalmente, se propone una talla media de captura de 27 cm.

Para el caso de *C. undecimalis*, también se propone una veda en su época reproductiva, capturas por encima de los 57 cm de talla y se sugieren trasmallos con TM superiores a 12.06 cm. Con respecto a *E. plumieri* y *A. bonillai*, aunque se sugieren longitudes mínimas de captura de 22 y 42 cm respectivamente, es importante desarrollar trabajos que permitan ampliar el conocimiento sobre aspectos reproductivos de estas dos especies en el área de estudio.

Al comparar los resultados obtenidos en esta investigación con estudios similares realizados en CGSM (Rueda y



Santos-Martínez, 1997; INVEMAR, 2001), también se observa que la mayoría de las especies analizadas en este trabajo (*E. plumieri*, *M. incilis*, *C. undecimalis* y *A. bonillai*) están siendo capturadas muy por debajo de la TMM. Esto llama la atención, ya que se nota una forma común de explotar los recursos pesqueros en los dos principales sistemas marinos-costeros del Caribe colombiano. Por ejemplo, en CGSM se ha observado que ante la escasez de recurso, los pescadores han reducido los TM, pasando de 5.39 a 5.08 cm en poco tiempo (1997 a 2000) (Rueda y Santos-Martínez, 1997; INVEMAR, 2001), lo que sin duda causará un impacto perjudicial sobre los recursos pesqueros.

A todo lo anterior se le suma otro punto importante, la mayoría de las especies analizadas en este estudio están consideradas en el libro rojo en peligro crítico (*P. magdalenae*), en peligro (*Ariopsis bonillai*) y como vulnerables (*E. plumieri* y *C. undecimalis*) (Mejía y Acero, 2002; Mojica *et al.*, 2002). En este sentido, es necesario evitar que en ZDERS se llegue a esas mismas consecuencias, ya que aún no se ha observado allí el grado de deterioro a que han llegado otros ecosistemas. Los sitios de desembarque donde se debe tener mayor atención por parte de las entidades de control y vigilancia son: Tinajones, Caño Lobo y Bahía de Cispatá, ya que allí se registran capturas con trasmallos de tamaños de malla entre 5.08 y 6.35 cm. Otros sitios como Sicará y Caño Grande, bajo un esquema de co-manejo (donde los pescadores también asumen la responsabilidad de controlar y vigilar), *P. magdalenae* se captura con TM de 7.62 cm y por lo tanto, no se ha observado ningún efecto. También es de suma importancia, que las instituciones administradoras del recurso presten más atención al manejo de los estuarios y lagunas costeras, ya que, como se mencionó desde el inicio, son considerados sitios de crianza de muchas especies marinas que se encuentran muy mermadas en sus abundancias y por lo tanto deben ser protegidos (Blaber, 1997; Blaber *et al.*, 2000; Jackson *et al.*, 2001; Rueda y Defeo, 2003; Manson *et al.*, 2005). Una forma más efectiva de conservación, es cumplir con las normas que prohíben el uso de los trasmallos en estos sistemas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las directivas del INVEMAR y a la empresa URRRA EPSP porque a través del proyecto «Plan de Seguimiento y Monitoreo de la Zona Deltaico Estuarina del Río Sinú – ZDERS», financiado por estas dos instituciones, se obtuvieron los datos analizados en esta investigación. Agradecen a J. Blanco y E. Viloria

por sus comentarios. Igualmente, al grupo de pescadores por su apoyo en las actividades de campo. El segundo autor agradece a COLCIENCIAS por su apoyo financiero con una beca del programa «Jóvenes Investigadores». También agradecen a dos anónimos evaluadores por sus comentarios.

BIBLIOGRAFÍA

- Atencio, V., 1997. Identificación de áreas de desove de las principales especie reofilicas en el río Sinú. En Resúmenes de conferencias y exposiciones del IV Simposio Colombiano de Ictiología, Santa Marta, 7-10/Ago/97.
- Barreto M., 1999. Diagnostico Ambiental del Golfo de Morrosquillo (Punta Rada-Tolú): una aplicación de sensores remotos y SIG como contribución al manejo de zonas costeras. Curso AGS-6 (noviembre 25 de 1998 - julio 23 de 1999) ITC. 185p.
- Blaber, S.J.M. 1997. Fish and fisheries of tropical estuaries. London: Chapman y Hall, 367p.
- Blaber S.J.M., D.P. Cyrus, J.J. Albaret, Ching Chong Ving, J.W. Day, M. Elliott, M.S. Fonseca, D.E. Hoss, J. Orensanz, I.C. Potter, W. Silvert. 2000. Effects of fishing on the structure and functioning of estuarine and nearshore ecosystems. *ICES J Mar Sci* 57:590-602.
- Blanco, J.A., 1983. The condition factor of *Mugil incilis* Hancock (Pisces: Mugilidae) and its seasonal changes in the Ciénaga Grande de Santa Marta (Colombia). *Ann Inst Invest Mar Punta Betín* 13: 133-142.
- Blanco, Y., 2001. Caracterización de las pesquerías en Cispatá y Caño Lobo en el Golfo de Morrosquillo (Caribe Colombiano). Tesis Ingeniero Pesquero. Universidad del Magdalena, Santa Marta, 224p.
- Caddy, J.F. 1999. Fisheries management in the twenty-first century: will new paradigms apply?. *Rev Fish Biol Fisheries* 9:1-43.
- De Silva, S.S., U.S. Amarasinghe, C. Nissanka, W.A.D.D. Wijesooriya y M.J.J. Fernando, 2001. Use of geographical information systems as a tool for predicting fish yield in tropical reservoirs: case study on Sri Lankan reservoirs. *Fisheries Management and Ecology* 8: 47-60.
- García, S.M. 1996. The precautionary approach to fisheries and its implications for fishery research, technology and management: an updated review. En: Precautionary approach to fisheries. Part 2. *FAO Fish Tech Pap* 350/2, Rome, p 1-75.
- Gayalino, F.C., P. Sparre y D. Pauly, 1993. The FISAT User Guide. FAO - ICLARM Stock Assessment Tools. FAO Comput. Inf. Ser. Fish. Roma. Italia.
- Hilborn, R. y C.J. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamics and uncertainty. Chapman & Hall, New York.
- Holt, S.J., 1963 A method of determining gear selectivity and its application. *Spec.Publs. ICNAF* (5):106-15
- IDEAM, 1998. Morfodinámica, población y amenazas naturales en el litoral Caribe colombiano. (Valle del Sinú-Morrosquillo-Canal del Dique). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Ministerio del Medio Ambiente. 70p.
- IGAC, 1983. Estudio General de los suelos de los municipios que conforman la parte media y baja de la cuenca del Sinú. (Departamento de Córdoba). Instituto Geográfico «Agustín Codazzi», Subdirección Agrológica. Republica de Colombia, Ministerio de Hacienda y Crédito publico. Bogotá, Colombia. 236p.
- INPA-URRA, 2001. Monitoreo y estadística pesquera en la cuenca del Río Sinú con participación comunitaria. Informe Final. Montería, Colombia. 55p.



- INVEMAR, 2001. Monitoreo de las condiciones ambientales, estructurales y funcionales de la vegetación y de los recursos pesqueros de la Ciénaga Grande de Santa Marta y Complejo de Pajarales: Un enfoque de manejo adaptativo. Informe Final, Junio a Diciembre de 2001. Santa Marta, Colombia. 193p.
- INVEMAR-URRA, 2001. Plan de seguimiento y monitoreo de la zona deltaica estuarina del Río Sinú. Informe Final, Noviembre de 2000 a diciembre de 2001. Santa Marta, Colombia 374p.
- INVEMAR-URRA, 2002. Plan de seguimiento y monitoreo de la zona deltaica estuarina del Río Sinú. Informe Técnico de avance, Marzo de 2002 a Agosto de 2002. Santa Marta, Colombia.
- Jackson, J.B.C., M.X. Kirby, W.H. Berger, K.A. Bjorndal, L.W. Botsford, B.J. Bourque, R.H. Bradbury, R. Cooke, J. Erlandson, J.A. Estes, T.P. Hughes, S. Kidwell, C.B. Lange, H.S. Lenihan, J.M. Pandolfi, C.H. Peterson, R.S. Steneck, M.J. Tegner y R.R. Warner. 2001. Historical Overfishing and the Recent Collapse of Coastal Ecosystems. *Science* 293: 629-637.
- Kapetsky, J. M., 1982. Consideraciones para la ordenación de las pesquerías en lagunas y esteros costeros. *FAO, Doc. Téc. Pesca* 218: 1-49.
- 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. Informe técnico, INVEMAR, Santa Marta. 19p.
- 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 en el área de Santa Marta, INPA - CIID - UNIMAGDALENA. Boletín Técnico, Santa Marta, 23p.
- Manson, F.J., N.R. Loneragan, G.A. Skilleter y S.R. Phinn, 2005. An evaluation of the evidence for linkages between mangroves and fisheries: a synthesis of the literature and identification of research directions. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 43: 483-513.
- Marten G., G. y J.J. Polovina, 1982. A Comparative study of fish yields from various tropical ecosystems. En: ICLARM Conference Proceedings 9 (Eds). *Theory and Management of Tropical Fisheries*; 9: 255-285
- Mejía L.E. y A. Acero (Eds), 2002. Libro rojo de peces marinos de Colombia. La serie Libros Rojo de Especies Amenazadas de Colombia. INVEMAR, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 174p.
- Mojica, J.I, C. Castellanos, J. S. Usma y R. Álvarez (Eds), 2002. Libro Rojo de Peces Dulceacuicolas de Colombia. La serie Libros Rojo de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 288p.
- Narváez B., J.C., M.E. Rueda, E.A. Viloria, J.A. Blanco, J.A. Romero y F. Newmark, 2005. Manual del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR: Una herramienta para el diseño de sistemas de manejo pesquero. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR. Santa Marta, Colombia. 128 p. (Serie de documentos generales del INVEMAR No. 18).
- Panayotou, T., 1983. Conceptos de ordenación para las pesquerías a pequeña escala: aspectos económicos y sociales. *FAO, Doc. Téc. Pesca*, Roma, Italia, 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* 41(1): 1-56.
- Rueda, M. y A. Santos-Martínez, 1997. Evaluación de eficiencia y selectividad de la red bolichera en la pesquería de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. *Bol Invest Mar Cost* 26:17-34.
- Rueda, M. y A. Santos-Martínez, 1999. Population dynamics of the striped mojarra *Eugerres plumieri* from the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. *Fish Res* 42:155-166
- Rueda, M. y O. Defeo. 2003. Linking fishery management and conservation in a tropical estuarine lagoon: biological and physical effects of an artisanal fishing gear. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 56: 1-9.
- Sánchez, C.M., M. Rueda y A. Santos-Martínez, 1998. Dinámica poblacional y pesquería de la lisa *Mugil incilis*, en la Ciénaga Grande de Santa Marta. *Rev Acad Colomb Cien Exac Fis Cienc Nat* 22(85) 507-517.
- Santos-Martínez A., E.A. Viloria, C. Sánchez, M. Rueda, R. Tijero, M. Grijalba y J.C. Narváez-B., 1998. Evaluación de los principales recursos pesqueros de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Costa Caribe Colombiana. Informe Final, COLCIENCIAS, INVEMAR y GTZ-PROCIENAGA. 2 Vol + 3 disquete. Santa Marta, Colombia.
- Seijo, J.C., O. Defeo y S. Salas. 1998. Fisheries bioeconomics. Theory, modelling and management. *FAO Fish Tech Pap* 368, Rome.
- Sierra, P., 1996. Biología, ecología y algunos aspectos pesqueros del róbalo *Centropomus undecimalis* (Pisces: Centropomidae) en La Bahía de Cispatá, Golfo de Morrosquillo, Caribe Colombiano. Tesis Bil. Mar., Univ. Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, 165p.
- Sparre, P. y S.C. Venema, 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1 - Manual. *FAO, Doc. Téc. Pesca* 306 (1): 1 - 420.
- Yáñez-Arancibia, A., 1985. Ecología y comunidades de peces en estuarios y lagunas costeras: Hacia una integración del Ecosistema. 654 p.

Fecha de recepción: 15/12/04
Fecha de aceptación: 16/08/06

