

DINÁMICA POBLACIONAL Y PESQUERÍA DE LA LISA, *MUGIL INCILIS*, EN LA CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA, CARIBE COLOMBIANO

por

Claudia Sánchez Ramírez¹, Mario Rueda¹ y Adriana Santos-Martínez²

Resumen

Sánchez, C., M. Rueda & A. Santos-Martínez: Dinámica poblacional y pesquería de la lisa, *Mugil incilis*, en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. Rev. Acad. Colomb. Cienc. **22**(85): 507-517. 1998. ISSN 0370-3908.

Debido a la importancia comercial de la lisa *Mugil incilis* en la pesquería artesanal de la Ciénaga Grande de Santa Marta se realizó este trabajo, el cual a partir de información de estadísticas y prospecciones pesqueras, analiza aspectos reproductivos, crecimiento, mortalidad, patrón de reclutamiento, rendimiento por recluta y biomasa. Se estableció que este recurso está sobreexplotado en la zona y que es necesario tomar medidas de manejo como la disminución del esfuerzo pesquero y aumento de la talla media de captura que permitan garantizar un aprovechamiento sostenible de la pesquería.

Palabras claves: *Mugil incilis*, Lagunas costeras, Dinámica de poblaciones, Pesca artesanal.

Abstract

This paper was made due the commercial importance of the lisa *Mugil incilis* in the artisanal fishery of the Ciénaga Grande de Santa Marta. Using statistical information and fishing prospections, aspects such as reproductivity, growth, mortality, recruitment pattern, yield per recruit, and biomass are analyzed. It was established that this resource is overexploited in the area and that it is necessary to take management measures such as fishing effort reduction and increase in the minimum size capturable in order to assure a sustainable fishery exploitation.

Key words: *Mugil incilis*, Coastal lagoons, Population dynamics, Artisanal fishery.

¹ Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, INVEMAR, A.A. 1016, Santa Marta, Colombia. Dirección actual: CINVESTAV-IPN Unidad Mérida, A.P. 73 Cordemex, 97310 Mérida, Yucatán, México. E-mail: csanchez@kin.cieamer.conacyt.mx – mrueda@kin.cieamer.conacyt.mx

² Instituto de Estudios Caribeños, Universidad Nacional de Colombia. A.A. 968, San Andrés, Colombia

Introducción

La Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) es la laguna costera más extensa de Colombia (450 km²) ubicada a los 10°43' - 11°00'N y 74°15' - 35'O en la costa Caribe (Figura 1). Se caracteriza por su gran dinámica en cuanto al intercambio de materia y energía con el mar y las zonas continentales, además de poseer una gran productividad reflejada en la riqueza de sus recursos pesqueros que aprovisionan el mercado local y nacional. La CGSM se encuentra en una zona árida en donde las lluvias no superan los 1000 mm (IGAC, 1973), con un régimen de precipitación bimodal caracterizado por un periodo seco mayor (diciembre a abril) y una época lluviosa mayor (septiembre a noviembre); estas épocas están separadas por dos periodos de transición (lluvioso menor mayo a junio, y seco menor julio a agosto) (Bula-Meyer, 1989). Los promedios anuales de profundidad y temperatura del agua son 1.5 m y 30°C respectivamente, en tanto el rango de salinidad se encuentra entre 9 y 33. Una completa descripción del área de estudio se encuentra en Botero y Mancera (1996).

La pesca es de tipo artesanal y dependen de ella directamente 20000 personas (Viloria y Santos-Martínez, datos inéditos). La producción pesquera se basa en unas diez especies ícticas (*Eugerres plumieri*, *Mugil incilis*, *Cathorops spixii*, *Ariopsis bonillai*, *Micropogonias furnieri*, *Tarpon atlanticus*, *Elops saurus*, *Diapterus rhombeus*, *Bairdiella ronchus* y *Centropomus ensiferus*) de las 130 registradas para la CGSM (Santos-Martínez y Acero, 1991); en moluscos como la ostra (*Crassostrea rhizophorae*) y el caracol (*Melongena melongena*) y crustáceos como camarones (*Penaeus* spp.) y jaibas (*Callinectes* spp.). La especie *Mugil incilis* Hancock 1830, se distribuye desde el Mar Caribe y América central hasta el sureste del Brasil (Cervigón, 1993). Se encuentra en zonas estuarinas de aguas salobres, ocasionalmente en aguas marinas e hipersalinas, pero no en áreas insulares oceánicas (Cervigón et al., 1992).

En la CGSM *M. incilis* es la principal especie comercial por su abundancia y biomasa, representando aproximadamente el 47% de las capturas comerciales de los últimos años (SIPEIN, datos inéditos). Debido a su importancia como recurso pesquero ha sido objeto de varios estudios sobre sus aspectos biológicos, ecológicos y pesqueros (Perdomo, 1973; Blanco, 1980; Osorio, 1985; Santos-Martínez, 1989; Sánchez, 1997). El alto grado de deterioro ambiental que presenta la CGSM sumado a la carencia de manejo de la actividad pesquera, ha ocasionado un aparente descenso de este recurso en

las capturas comerciales. Como consecuencia, se plantea este trabajo el cual analiza algunos aspectos de la reproducción, así como la estimación de los parámetros de crecimiento y mortalidad, el reclutamiento, el rendimiento por recluta y la biomasa de *M. incilis*.

Materiales y métodos

Trabajo de campo

La información presentada en este trabajo proviene de dos muestreos: a) Estadísticas pesqueras y b) Prospecciones pesqueras, ambas actividades desarrolladas en el marco del Proyecto Evaluación de los Principales Recursos Pesqueros de la Ciénaga Grande de Santa Marta, realizado entre 1993 y 1996. La actividad a) consistió en un muestreo diario de la captura y el esfuerzo estratificado por zona (Figura 1), usando un tamaño muestral óptimo. Este estudio sólo toma en cuenta la información correspondiente a las frecuencias de longitud de las capturas comerciales de *M. incilis* para el periodo comprendido entre noviembre de 1994 y diciembre de 1995.

La actividad b) hace referencia a cuatro muestreos de prospección pesquera realizados en noviembre/93, marzo/94, junio/94 y agosto/94 respectivamente. En cada muestreo se aplicó el método de área barrida empleando el boliche (Rueda et al, 1997) en 115 estaciones (de 4 km² cada una, Figura 1) ubicadas en el área de estudio por medio de un geoposicionador GPS-NAV 5000D. En cada estación se hizo un lance, usando para cubrir el total de estaciones ocho boliches movilizados en canoas con motor fuera de borda; cada boliche encierra un área promedio igual a 0.005 km² dentro de la estación. El total de peces capturados por lance fue almacenado en bolsas plásticas para su posterior análisis en laboratorio, al mismo tiempo en cada muestreo se tomó la salinidad y temperatura superficial del agua. Para propósitos de este estudio se analiza la información relacionada con la abundancia relativa y aspectos biológicos de *M. incilis*.

Reproducción

La variación de la proporción de los diferentes estados de madurez a lo largo del tiempo fue usada para identificar de manera general el comportamiento reproductivo de *M. incilis*. De los 793 individuos capturados en los muestreos de prospección pesquera, se realizó un submuestreo biológico de 136 peces procurando abarcar el rango de tallas obtenido. A cada individuo se le tomó la longitud total (al medio centímetro inferior), el peso total y por medio de observación macroscópica del material gonadal, se determinó el sexo y el estado de madurez usando la

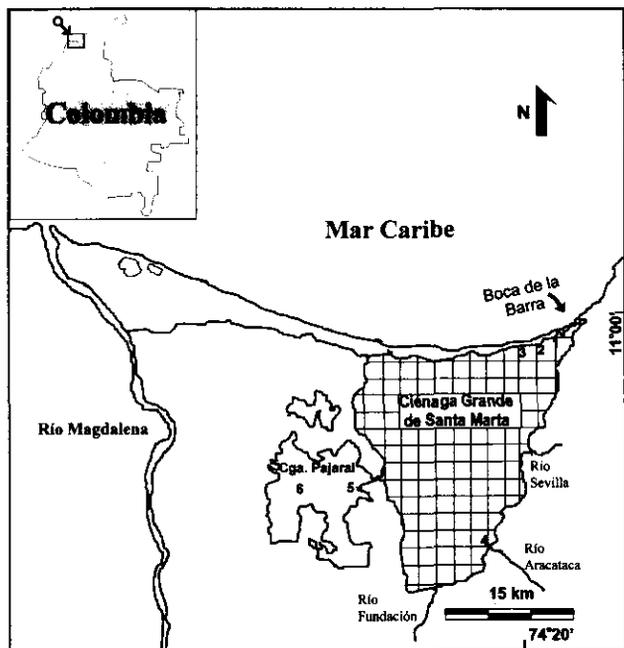


Figura 1. Área de estudio Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. Los números indican la ubicación de las zonas donde se tomaron las estadísticas pesqueras: 1. Isla del Rosario, 2. Palmira, 3. Tasajera, 4. Bocas de Aracataca, 5. Buenavista, 6. Nueva Venecia. El área cuadriculada corresponde a las 115 estaciones de los muestreos de prospección pesquera.

escala de Holden y Raitt (1975) modificada por Santos-Martínez (1989) la cual consta de cinco estados (I= Juveniles, II= Inmaduros, III= Madurando, IV= Maduros y V= Desovados). Igualmente los individuos maduros y desovados encontrados fueron tomados en cuenta para determinar la talla media de madurez sexual graficando la frecuencia acumulada relativa de las tallas.

Crecimiento

De las estadísticas pesqueras (actividad a) se obtuvo información de frecuencias de longitud de un total de 12'033.901 individuos de *M. incilis* capturados entre noviembre de 1994 y octubre de 1995, usando diferentes artes de pesca. Las frecuencias de longitud fueron agrupadas mensualmente en intervalos de 2 cm (Tabla 1). Los parámetros de crecimiento fueron estimados empleando el paquete computacional FiSAT (Herramientas para la Evaluación de Stocks de FAO-ICLARM) (Gayanilo et al., 1993). El crecimiento se ajustó al descrito por la función estacionalizada de von Bertalanffy (VBGF), la cual expresa la talla en función de la edad (Sparre y Venema, 1995):

$$L_{(t)} = L_{\infty} (1 - \exp(-k * (t - t_0) - (ck / 2\pi) * \sin(2\pi * (t - ts)))) \quad (1)$$

donde $L(t)$ es la longitud a la edad t , L_{∞} es la longitud asintótica, k es la constante de crecimiento, t_0 es la edad hipotética a la longitud cero, c es el parámetro de amplitud de la oscilación del crecimiento y ts es la parte del año en que la tasa de crecimiento es máxima. Usando la rutina ELEFAN I (Pauly, 1987) se ajustó la curva de crecimiento a los datos de frecuencia de longitud reestructurados considerando oscilaciones estacionales a partir de combinaciones de L_{∞} y k . El valor de t_0 se estimó con el inverso de la VBGF:

$$t_0 = t + \frac{1}{k} \ln \left(1 - \frac{L_t}{L_{\infty}} \right) \quad (2)$$

usando un promedio de longitud de 5 cm alcanzado en 2 meses según las observaciones hechas por Blanco (1980). El índice de desempeño del crecimiento (ϕ') de Pauly y Munro (1984), utilizado como el mejor medio para comparar curvas de crecimiento de una especie, se estimó a partir de la ecuación:

$$\phi' = \log_{10} k + 2 \log_{10} L_{\infty} \quad (3)$$

Mortalidad

Los parámetros de mortalidad fueron estimados usando la rutina de mortalidad del paquete computacional FiSAT a partir de las frecuencias de longitud de las capturas comerciales (actividad a) obtenidas entre enero y diciembre de 1995. La tasa de mortalidad total (Z) fue estimada utilizando dos métodos alternativos: la curva de captura linealizada convertida a tallas (Pauly, 1984):

$$\ln \left(\frac{N_i}{\Delta t_i} \right) = a + b * t'_i \quad (4)$$

donde N_i es el número de individuos capturados pertenecientes a la clase de longitud i ; t'_i es la edad relativa de la clase de longitud i y Dt_i es el tiempo medio requerido por individuo para su crecimiento a través de la clase i ; y la ecuación de Beverton y Holt (1957)

$$Z = k * \left(\frac{L_{\infty} - \bar{L}}{\bar{L} - L'} \right) \quad (5)$$

Tabla 1. Datos de frecuencia de longitud de *Mugil incilis* en la Ciénaga Grande de Santa Marta, usados para la estimación de parámetros de crecimiento. Capturas comerciales entre noviembre de 1994 y octubre de 1995.

Clase de talla	Nov/94	Dic/94	Ene/95	Feb/95	Mar/95	Abr/95	May/95	Jun/95	Jul/95	Ago/95	Sep/95	Oct/95
5		193										
7		4732										
9		3379								2390		
11		193										
13									9093			
15	34566	3156	147		33678			4463	45757	443	9110	
17	218918	178834	6591	3969	176285	47794		8309	60931	11490	24348	70578
19	189694	293077	66891	59363	175038	103613	80173	14812	50943	74809	66912	177478
21	163788	323943	71162	158492	179497	130092	79846	16384	49819	96074	165723	270548
23	342468	270225	86286	122547	109319	121801	63452	8626	72344	116298	230518	379798
25	432178	173966	84292	137780	185155	93544	60466	7255	66193	137730	330529	515131
27	350165	59465	72060	191335	124662	40195	55714	7944	46170	96229	282636	405857
29	53604	58872	36649	119137	64439	26269	7755	1178	28866	45348	185306	428310
31	4176	52150	17429	38123	11018	1500	7206	1586	11581	41009	121498	333042
33	1034	25420	1565	10218			515	363	2719	13717	24383	165923
35		10079	2150							13891	25510	90802
37			2687							217	2494	7294
39			1612							108		768

donde k y L_8 son parámetros de la VBGF, \bar{L} es la talla media de los peces de longitud L' y más grandes en tanto L' es alguna talla en la que todos los peces de ese tamaño y más grandes están sometidos a plena explotación.

La tasa de mortalidad natural (M), se estimó usando la ecuación empírica de Pauly (1984):

$$\log_{10} M = 0.0066 - 0.279 * \log_{10} L_8 + 0.6543 * \log_{10} k + 0.4634 * \log_{10} T \quad (6)$$

donde L_8 y k son parámetros de la VBGF y T es la temperatura media anual del agua (30 °C para este estudio).

La mortalidad por pesca F (año-1) fue calculada por la Eq. 7, y la tasa de explotación

E (año-1) fue calculada por la Eq. 8:

$$F = Z - M \quad (7)$$

$$E = F / Z \quad (8)$$

La talla media de captura fue estimada a partir de la curva de selección realizada con base en el lado izquierdo de la curva de captura linealizada convertida a tallas y en el estimado de M .

Patrón de reclutamiento

El patrón de reclutamiento fue obtenido por medio del paquete computacional FiSAT, a partir de la proyección de los datos de frecuencia de longitud hacia atrás en el eje temporal usando los parámetros de crecimiento.

Rendimiento por recluta (R'/R) y biomasa por recluta (B'/R)

La predicción de los futuros rendimientos y niveles de biomasa del stock de *M. incilis* se hizo empleando el paquete computacional FiSAT. Se aplicó el modelo de rendimiento relativo y biomasa por recluta de Beverton y Holt (1957) usando la ojiva logística de selección. Además se determinó una estrategia de manejo buscando un punto óptimo del rendimiento de la pesquería, probando distintas combinaciones de E (medida del esfuerzo) y L_{50} (función de la selectividad) en las isopletras de rendimiento.

Biomasa

En cada muestreo de prospección pesquera (actividad b) los individuos capturados de *M. incilis* se organizaron por estación y fueron contados, medidos (cm) y pesados (g). La captura en peso y número por unidad de área fue usada para estimar la biomasa instantánea en peso y el tamaño de la población en número de esta especie en la CGSM a partir de la Eq. (9) de área barrida (Sparre y Venema, 1995):

$$B = \left(\frac{A}{X1} \right) * \bar{C}a \quad (9)$$

donde: B es la biomasa en peso ó número, A el área total de estudio, $X1$ la proporción de peces retenida por la red y $\bar{C}a$ la captura promedio por unidad de área (en peso o número). Las estimaciones de biomasa obtenidas corresponden al stock pescable con boliche. La varianza fue estimada por la Eq. (10):

$$\text{VAR}(B) = \left[\frac{a}{X1} \right]^2 * \frac{1}{n} * \frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^n [Ca_i - \bar{C}a]^2 \quad (10)$$

La estimación de biomasa mediante el método de área barrida requiere de la estimación de la proporción de peces retenida por la red ($X1$). Esta varía entre 0 y 1 (Sparre y Venema, 1995) y depende de la reacción de los peces frente a la red durante el lance, además del efecto selectivo del tamaño de la malla del boliche. En el caso de redes de arrastre el valor de $X1$ usado es 0.5, lo cual puede ser real (Pauly, 1979). No hay estimados de $X1$ para boliche, sin embargo se podría asumir un valor de $X1$ de 0.25 considerando que la reacción de los peces fuera del área barrida es motivada por el calado de la red y por el ruido causado por el motor durante el lance. El efecto selectivo en la retención del boliche para la especie *M. incilis* en la CGSM fue estimado experimentalmente en 0.16 (+/- 0.11) (Rueda et al., 1997). Combinando ambos factores que afectan $X1$, se usó un valor de 0.04 para la estimación de la biomasa de *M. incilis*.

Resultados y discusión

Reproducción

De los 136 individuos observados, el 69 % fueron hembras, el 25 % machos y un 6 % juveniles, siendo gran parte de la captura anual conformada por individuos

inmaduros. Durante la época lluviosa (noviembre), las descargas de los ríos traen consigo detritus que son la principal fuente de alimento de esta especie (Blanco, 1980, Osorio, 1985). Individuos de *M. incilis* se alimentan e inician su migración reproductiva saliendo al mar desde finales de octubre hasta finales de diciembre y regresando a la Ciénaga ya desovados a partir de enero hasta el mes de marzo donde se mantienen, desarrollan y protegen contra predadores hasta el nuevo suceso reproductivo al final de año. Este ciclo, descrito por Blanco (1980) explica la presencia de individuos maduros y desovados únicamente en el mes de noviembre de 1993 (Figuras 2A y 2B).

En la Figura 2C se muestran los cambios estacionales en la salinidad y la temperatura en los periodos muestreados. La salinidad varió de 15.6 en noviembre /93 (época lluviosa) a 30.9 en marzo y agosto /94 (época seca), de acuerdo a la acción de los ríos que descienden de la Sierra Nevada de Santa Marta y el Río Magdalena. Por el contrario la temperatura permaneció más o menos constante, oscilando entre 31.5 °C y 32.5 °C. Esta especie se encuentra en zonas con amplio rango de salinidad y temperatura (Cervigón, 1993), por lo que su permanencia, distribución y condición física no están restringidas a los cambios ambientales de la Ciénaga sino a la calidad y disponibilidad de alimento, las cuales si están fuertemente ligadas a estos cambios ambientales (Blanco, 1980). En conclusión, la CGSM es fundamental en el ciclo de vida de esta especie, ya que allí se le proporciona alimento y protección a los juveniles y adultos mientras están preparados para comenzar su período de reproducción en el mar el cual es unianual.

Crecimiento

Los valores estimados de L_8 , k y t_0 fueron 43 cm, 1 año⁻¹ y 0.042 años respectivamente. La Figura 3 muestra la curva de crecimiento superpuesta en los datos de frecuencia de longitud reestructurados de la Tabla 1. Una leve oscilación del crecimiento fue detectada ($c = 0.2$), sin embargo, no se observó la parte del año en que el crecimiento fue máximo.

El valor de ϕ' se estimó en 3.27. Algunos datos de crecimiento para las especies *M. incilis* y *M. curema* (especie cercana) en el área de distribución del recurso son suministrados en la Tabla 2. Se destaca el mejor desempeño del crecimiento mostrado por *M. incilis* en este estudio (mayor valor de ϕ') en relación con especies de Cuba, México e incluso la CGSM en años anteriores. Aunque el estimado de L_8 de este estudio (43 cm) es menor al dado por Perdomo (1973) en la CGSM (58.6 cm), y mayor a los registros de longitud máxima de Cervigón et al., (1992) y Cervigón (1993) (40 cm), éstas variaciones no afectan el desempeño del crecimiento debido a la correlación existente entre k y L_8 . (Sparre y Venema, 1995). El rápido crecimiento puede estar relacionado con la alta productividad primaria de la CGSM calculada en 1690 g C m⁻³ año⁻¹ (Hernández y Gocke, 1990) y la actual presión de pesca ejercida. Esta condición y los hábitos alimentarios, hacen de *M. incilis* una especie favorable para el cultivo en cautiverio (Blanco, 1980; Osorio, 1985).

Tabla 2. Parámetros de crecimiento de *Mugil incilis* y *Mugil curema* estimados en la Ciénaga Grande de Santa Marta y otros países.

Especie	L_8 (cm)	k (año ⁻¹)	ϕ'	País	Autor
<i>Mugil curema</i>	39.7	0.68	3.03	Cuba (Sureste)	Valle y García-Arteaga, en prensa
<i>M. curema</i>	53.2	0.10	2.45	Cuba (Noroeste)	Valle y García-Arteaga, en prensa
<i>M. curema</i>	34.5	0.11	2.23	México	Warburton, 1979
<i>M. incilis</i>	58.6	0.25	2.93	Colombia (CGSM)	Perdomo, 1973
<i>M. incilis</i>	40.0	1.00	3.27	Colombia (CGSM)	Este estudio

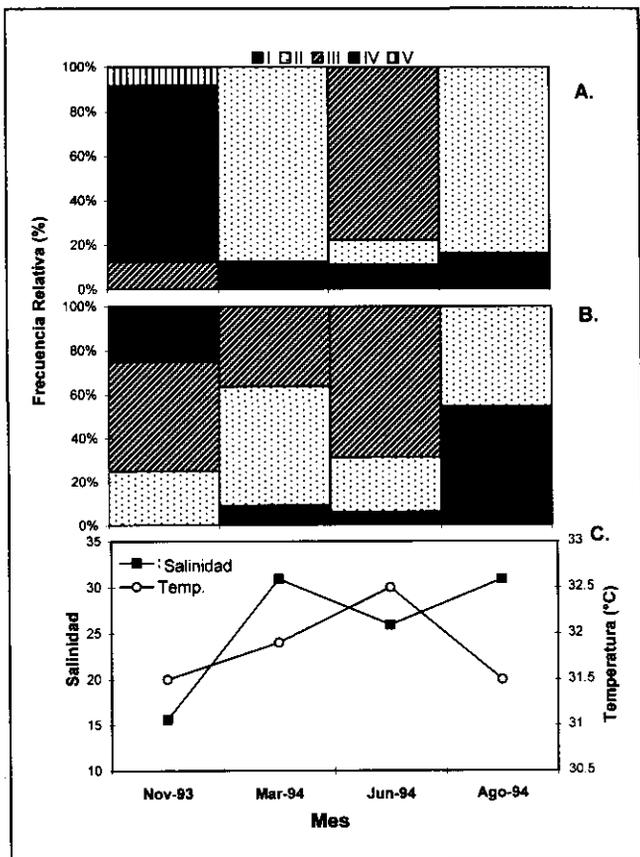


Figura 2. Proporción de estados de madurez sexual para hembras (A) y machos (B) de *M. incilis* durante cuatro muestreos de prospección pesquera en la CGSM entre noviembre de 1993 y agosto de 1994. Variación temporal de la salinidad y temperatura del agua (C). Mayores explicaciones en el texto.

Mortalidad

Los estimados de la tasa de mortalidad total obtenidos por los dos métodos usados fueron $Z = 5.78 \text{ año}^{-1}$ (pendiente de la regresión entre los puntos de la fase explotada en la curva de captura, Figura 4) y $Z = 4.87 \text{ año}^{-1}$, así fue tomado para este estudio un valor promedio de $Z = 5.3 \text{ año}^{-1}$. La tasa de mortalidad natural se estimó en $M = 1.67$, por tanto la mortalidad por pesca fue $F = 3.66$ y la tasa de explotación $E = 0.71$. Tomando en cuenta que una aproximación para conocer el estado de explotación del stock es saber que el rendimiento óptimo se alcanza cuando $F = M$, o sea que la fracción de muertes causadas por la pesca sea $E = 0.5$ (Gulland, 1971); se tiene que *M. incilis* estaría sobreexplotada.

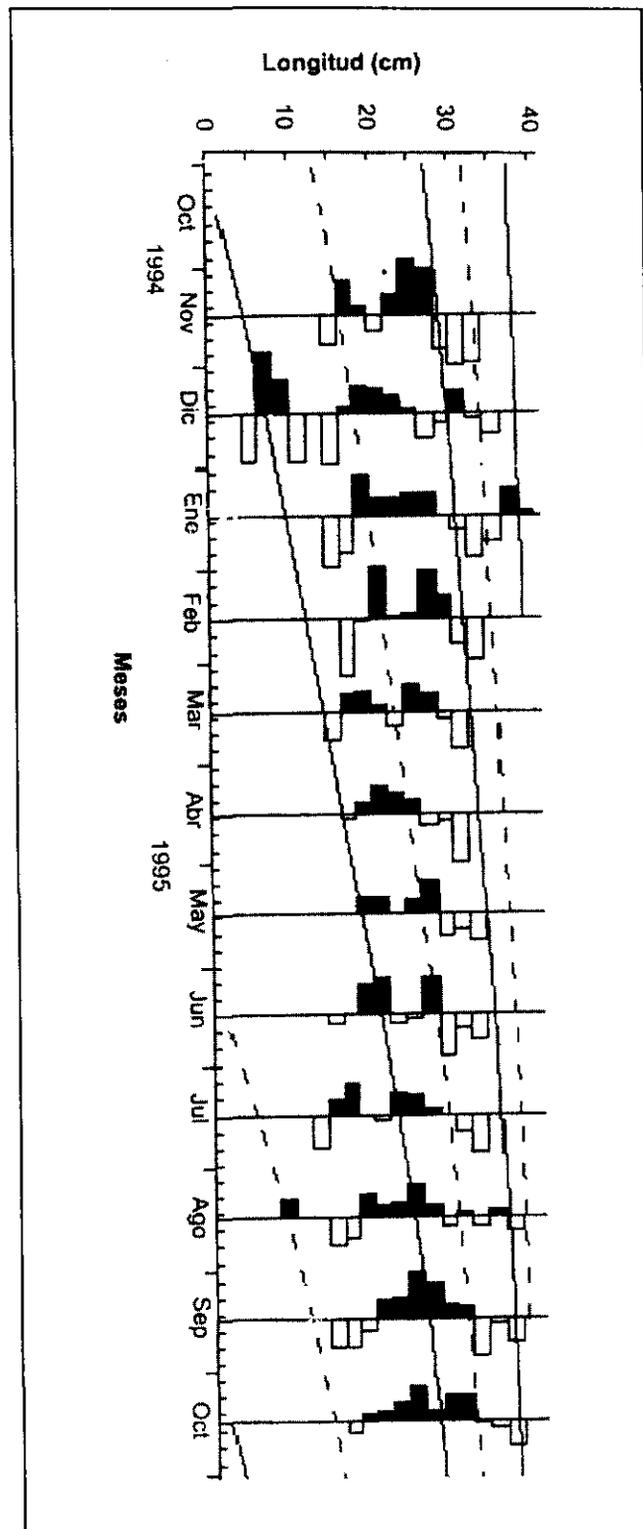


Figura 3. Curva de crecimiento estimada por la rutina ELEFAN I sobrepuesta a los datos de frecuencia de longitud reestructurados de la especie *M. incilis* en la Ciénaga Grande de Santa Marta, noviembre de 1994 a octubre de 1995.

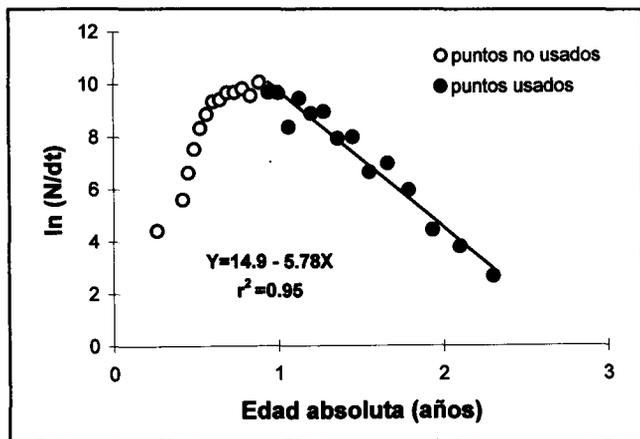


Figura 4. Curva de captura de *M. incilis* de la Ciénaga Grande de Santa Marta, enero de 1995 a diciembre de 1995.

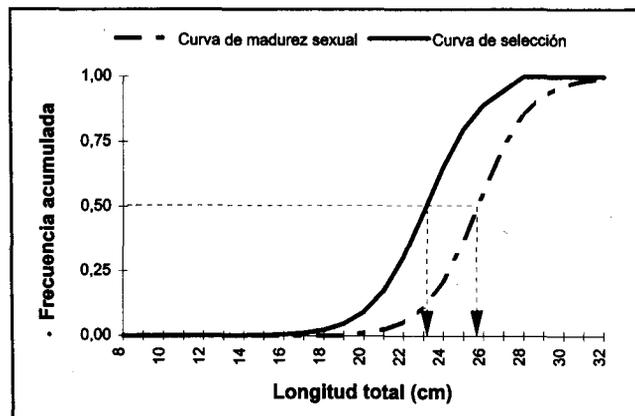


Figura 5. Curvas sobrepuestas de madurez sexual y de selección para *M. incilis* en la Ciénaga Grande de Santa Marta. $L_{mad} = 25.7$ cm y $L_{50} = 23.1$.

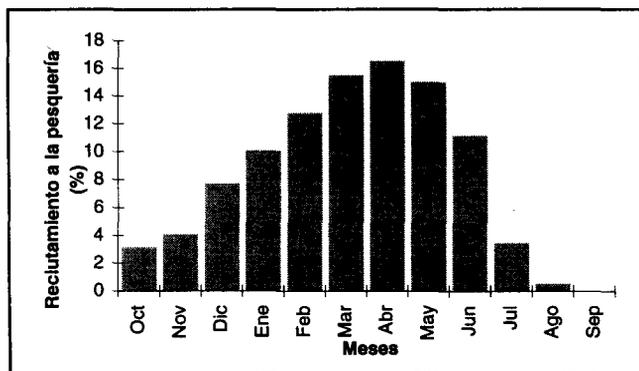


Figura 6. Patrón de reclutamiento de *M. incilis* en la Ciénaga Grande de Santa Marta.

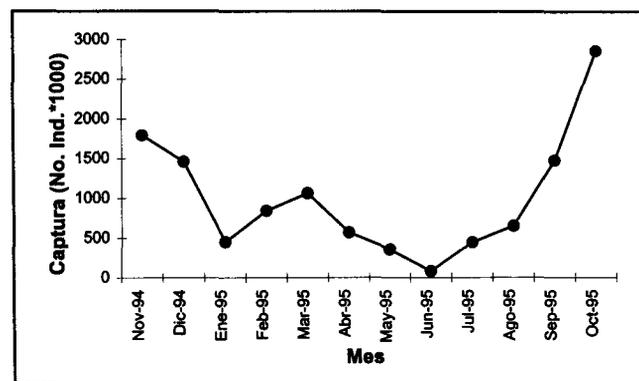


Figura 7. Variación mensual de las capturas comerciales de *M. incilis* en la Ciénaga Grande de Santa Marta, noviembre de 1994 a octubre de 1995.

La Figura 5 sobrepone las curvas de selección y madurez sexual, lo cual permite determinar la proporción de tallas de la población capturadas por la pesquería. Se observa que *M. incilis* está siendo reclutada a la pesca desde una longitud de 14 cm, su talla media de captura (L_{50}) es 23.1 cm, en tanto la talla media de madurez actual es de 25.7 cm. Lo anterior implica que se esté afectando la renovación natural del stock y que posiblemente se esté sobrepescando por crecimiento y reclutamiento al no dejar crecer a los peces e impedir que al menos el 50 % de la población alcance a desovar por primera vez.

Patrón de reclutamiento

Puesto que juveniles de *M. incilis* entran a la CGSM entre enero y marzo provenientes del mar, se encontró que de marzo a mayo ocurre el pulso estacional de reclutamiento (Fig. 6) guardando así relación con la migración reproductiva. Dado el rápido crecimiento de esta especie durante esta etapa de su vida, cinco meses después los individuos alcanzan la talla de primera captura, 14 cm en octubre, aportando a las altas capturas comerciales registradas (Fig. 7). Condiciones favorables que garantizan buenos reclutamientos se alcanzan en la

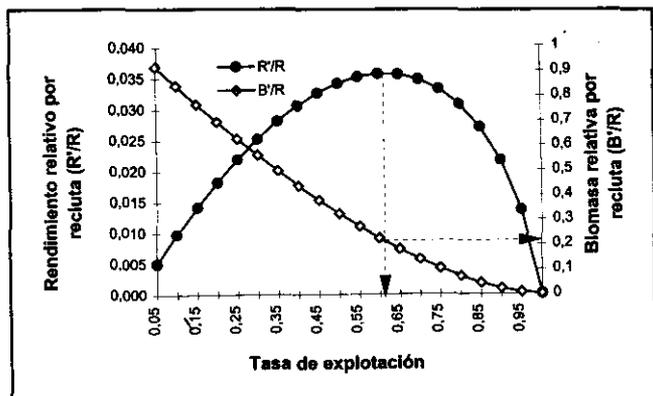


Figura 8. Rendimiento y biomasa relativos por recluta para *M. incilis* en la Ciénaga Grande de Santa Marta, usando la curva logística de selección.

medida que las áreas de borde de manglar sean conservadas, ya que éstas proporcionan las zonas de refugio y alimentación para la especie en etapa juvenil.

Rendimiento por recluta (R'/R) y biomasa por recluta (B'/R)

La Figura 8 muestra los resultados de los análisis de R'/R y B'/R realizados para *M. incilis* en la CGSM. Se

determinó que la tasa de explotación óptima (E_{max}) que permite alcanzar el máximo rendimiento de la pesquería fue 0.61, la cual al compararse con la tasa de explotación actual ($E = 0.71$) está por debajo; en consecuencia esta especie se encuentra sobreexplotada en términos de R'/R y B'/R . No obstante basar una estrategia de manejo del recurso en situarse en el punto E_{max} es bastante riesgoso, pues un aumento del esfuerzo de pesca provocaría la disminución brusca del rendimiento (Figura 8), en consecuencia se recomienda tomar un punto intermedio equivalente a un décimo de la pendiente de la curva de rendimiento al origen ($E_{0.1} = 0.55$) lo cual es una medida precautoria o adversa al riesgo. Para alcanzar este punto se hace necesario disminuir el esfuerzo de pesca en un 20% ($F = 2.9 \text{ año}^{-1}$) y aumentar L_{50} a 26 cm. De esta manera la especie podría tener un excedente de biomasa cercano al 30% que garantiza la producción del stock y genere mayores ingresos económicos al pescador.

Biomasa

Un total de 793 individuos de *M. incilis* fueron capturados en las diferentes prospecciones pesqueras así: en nov/93 = 357, mar/94 = 118, jun/94 = 102 y ago/94 = 146. En las Figuras 9A y 9B se muestra la variación de la captura promedio por unidad de área en peso y número de cada prospección. Estos valores estuvieron comprendidos entre 71 kg/km^2 (713 individuos) en la época lluviosa

Tabla 3. Estimaciones de biomasa instantánea y tamaño de la población en número de *Mugil incilis* con su variabilidad en la Ciénaga Grande de Santa Marta, realizadas por el método de área barrida en prospecciones pesqueras entre noviembre de 1993 y agosto de 1994.

	Nov/93	Mar/94	Jun/94	Ago/94
Biomasa (t)	799	236	315	304
- Varianza	10631	1625	3618	2727
- Intervalo de confianza	19	7	11	10
Población en número ($\times 10^3$)	8021.2	2688.8	3330.0	3161.2
- Varianza	1.05×10^{12}	2.42×10^{11}	4.19×10^{11}	3.17×10^{11}
- Intervalo de confianza	193211	90720	119396	104815

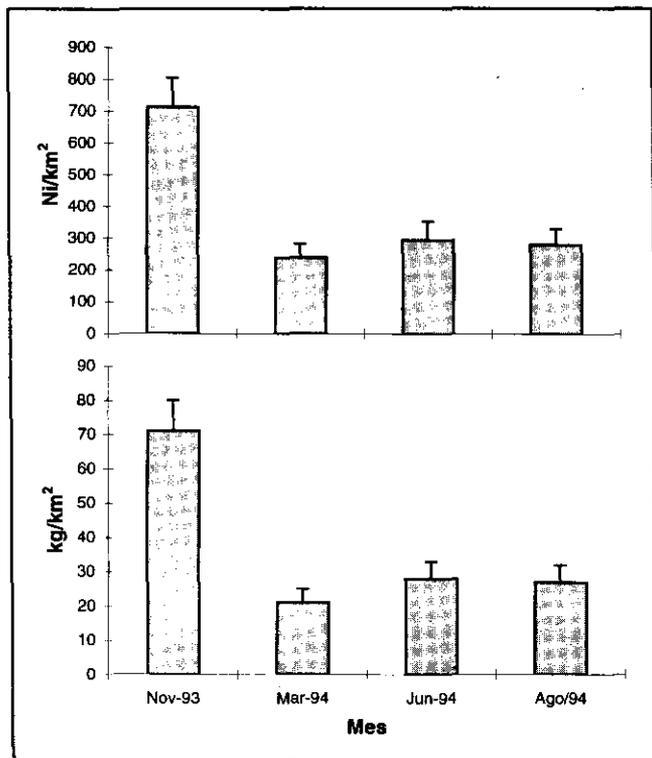


Figura 9. Captura promedio por unidad de área de *M. incilis* en la Ciénaga Grande de Santa Marta obtenida en los cuatro muestreos de prospección pesquera realizados entre noviembre de 1993 y agosto de 1994. Captura en número de individuos (A) y en peso (B). Las barras indican error estándar.

mayor y 21 kg/km² (239 individuos) en época seca mayor. El patrón anual de biomasa muestra un fuerte descenso de nov/93 hacia el resto del año, lo cual podría explicarse por el desplazamiento de la especie hacia los canales que comunican la CGSM con el Río Magdalena, en busca de alimento luego del periodo de reproducción (Blanco, 1980). Este patrón concuerda con el comportamiento de las capturas comerciales (Figura 7), aunque esta información corresponde al año siguiente (nov/94-oct/95).

La Tabla 3 presenta los valores estimados de biomasa instantánea del stock pescable con boliche de *M. incilis* en la CGSM. La alta variabilidad encontrada es inherente a la abundancia y naturaleza del recurso. No existen en la literatura estimaciones de biomasa para esta especie en la CGSM, por tanto aunque puntuales los datos obtenidos en este estudio, proporcionan una idea de la magnitud del recurso y de su variación temporal, que aún sustenta la actividad pesquera comercial en este sistema lagunar.

Agradecimientos

Los autores desean expresar sus agradecimientos al Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), al Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (COLCIENCIAS) y al Proyecto Colombo-Alemán 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 Dr. Jaime Mendo por la asesoría suministrada en el diseño muestral y el análisis de la información, a el Ing. Pesquero Efraín Viloría por sus comentarios y sugerencias y especialmente al señor Lorenzo Pérez y familia, pescadores nativos de la CGSM por su invaluable desempeño en las actividades de campo.

Bibliografía

- Beverton, R.S.H. y S.J. Holt.** 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Invest. Ser., 2(19):1-533.
- Blanco, J.A.** 1980. Algunos aspectos ecológicos y biológico-pesqueros de la lisa *Mugil incilis* Hancock 1830, en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. (Pisces: Mugilidae). Tesis Biol. Univ. Nal. Col. Bogotá. 60 p.
- Botero, L. y J.E. Mancera.** 1996. Síntesis de los cambios de origen antrópico ocurridos en los últimos 40 años en la Ciénaga Grande de Santa Marta (Colombia). Rev. Acad. Colomb. Cienc. 20(78): 465-474.
- Bula-Meyer, G.** 1989. Altas temperaturas estacionales del agua como condición disturbadora de las macroalgas del Parque Nacional Tayrona, Caribe colombiano: Una hipótesis. An. Inst. Invest. Mar. Punta Betón. 19-20:9-21.
- Cervigón, F.** 1993. Los peces marinos de Venezuela. Segunda edición. Fundación Científica Los Roques. Caracas. Volumen II. 499 p.
- **R. Cipriani, W. Fischer, L. Garibaldi, 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 aguas salobres de la costa septentrional de Sur América. Roma, FAO, 513 p.
- Gayanilo, F.C., P. Sparre y D. Pauly.** 1993. The FISAT User's Guide. FAO-ICLARM Stock Assessment Tools. FAO Comput. Inf. Ser. Fish. 99, Roma.
- Gulland, J.A.** 1971. Fish Resources of the Ocean. Fishing News Books, London, 255pp.
- Hernández, C.A. y K. Gocke.** 1990. Productividad primaria en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. An. Inst. Invest. Mar. Punta Betón. 19-20:101-119.

- Holden, M.J. y D.F.S. Raitt.** 1975. Manual de ciencia pesquera. Parte II: Métodos para investigar los recursos pesqueros y su aplicación. Roma, FAO. Doc. Tec. de Pesca, 115:1-211.
- IGAC.** 1973. Monografía del Departamento del Magdalena. Inst. Geogr. Agustín Codazzi, Bogotá. 162p.
- Osorio, D.** 1985. Ecología trófica de *Mugil curema*, *M. incilis* y *M. liza* (Pisces: Mugilidae) en la Ciénaga Grande de Santa Marta. Tesis Biol. Univ. Nal. Col. Bogotá. 108 p.
- Pauly, D.** 1979. Gill size and temperature as governing factors in fish growth: a generalization of von Bertalanffy's growth formula. Ber. Inst. Meereskde, Kiel, 63:1-156.
- _____. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use for programmable calculators. ICLARM stud. Rev., 8: 325pp.
- _____. 1987. A review of the ELEFAN System for analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. p 7-34. Pauly and G.R. Morgan (eds), Length-based methods in fisheries research ICLARM Conf. Proc. 13, 468 p.
- _____ & **J.L. Munro.** 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. Fishbyte, 2(1): 21.
- Perdomo, J. M.** 1973. Contribución al estudio biológico pesquero de la lisa *Mugil incilis* Hancock. Tesis Lic. Cienc. Mar. Fund. Univ. Bog. Jorge Tadeo Lozano. 93 p.
- Rueda, M., J.E. Mancera y J. Mendo.** 1997. Estimación del factor de retención de la red bolichera empleada en la pesquería de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 21(81):487-495.
- Sánchez, C.** 1997. Variación espacial y temporal de la ictiofauna de Ciénaga Grande de Santa Marta, Complejo Pajarales y ciénagas del costado occidental de la Isla de Salamanca, Caribe colombiano. Tesis Biol. Univ. Nal. Col. Santafé de Bogotá. 173 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. Nal. Col. Bogotá, 178pp.
- _____ & **A. Acero.** 1991. Fish community of the Ciénaga Grande de Santa Marta (Colombia): Composition and zoogeography. Ichthyol. Explor. Freshwaters, 2(3): 247 - 263.
- Sparre, P. y S.C. Venema.** 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros Tropicales. Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca. Valparaiso, Chile, 306(1): 420pp.
- Valle, S. V. y J.P. García.** (en prensa). Growth parameters of marine fishes in Cuban waters. In: Fish Base, Base de datos de peces del mundo. FAO - ICLARM.
- Warburton, K.** 1979. Growth and productions of some important species of fish in a Mexican coastal lagoon system. J. Fish Biol. 14: 449-464