

An. Inst. Inv. Mar. Punta de Betín	14	67-84	Santa Marta, Colombia, 1984	ISSN 0120-3959
---------------------------------------	----	-------	--------------------------------	-------------------

**ESTIMACION DEL CRECIMIENTO Y MORTALIDAD DEL CHIVO
CABEZON *Ariopsis bonillai* (MILES, 1945) (PISCES: SILURIFORES:
ARIIDAE), EN LA CIENAGA GRANDE DE SANTA MARTA,
COLOMBIA**

Octavio David Galvis Cortés

RESUMEN

A partir de septiembre de 1981 y durante 14 meses consecutivos de muestreo en la Ciénaga Grande de Santa Marta, se capturaron 3477 ejemplares de chivo cabezón *Ariopsis bonillai* (Miles, 1945). Con base en estas capturas, se estimó la relación talla-peso para hembras y machos en forma separada y en conjunto. Se obtuvieron las curvas de crecimiento según von Bertalanffy en talla y peso para ambos sexos y también los valores preliminares de las tasas de mortalidad natural (M), total (Z) y por pesca (F). Se analiza la variación de estos resultados entre sexos como una función causa-efecto, originada por el fenómeno de la incubación oral característico en la especie.

ABSTRACT

From September 1981 and during 14 months of continued sampling in the Ciénaga Grande de Santa Marta, 3477 specimens of the New Granada sea catfish *Ariopsis bonillai* (Miles, 1945) were captured. These catches served as a basis for estimation of the size-weight relationships calculated for both males and females separately and in a combined fashion. Growth curves for length and weight after von Bertalanffy's model were obtained, as well as preliminary values for natural (M), total (Z) and fishing mortality (F). The variation of these results is analyzed for both sexes as a cause-effect function resulting from the mouth breeding behavior characteristic of this species.

INTRODUCCION

Cinco años atrás las tres especies de la familia Ariidae presentes en la Ciénaga Grande de Santa Marta eran desechadas en su totalidad y formaban aproximadamente el 60% de la ictiofauna acompañante de la pes-

ca comercial del sábalo, robalo, mojarra rayada, lebranche y lisa. En la actualidad el empobrecimiento de estas pesquerías artesanales ha hecho que el "chivo cabezón", "chivo grande" y "mapalé", hayan venido a sustituir lentamente a las especies antes mencionadas, alcanzando una situación de preponderancia en la economía de las numerosas familias de pescadores de las poblaciones adyacentes a la Ciénaga.

Como la gran mayoría de los Siluriformes los áridos realizan el cuidado parental de las crías en las primeras fases del desarrollo embrionario (Breder y Rosen, 1966). El mencionado fenómeno consiste en la incubación de los huevos fecundados en la cavidad oral de los machos progenitores durante 50 a 70 días (Gudger, 1918), llevando esto a profundas modificaciones a nivel fisiológico, morfológico y etológico para ambos sexos (Breder y Rosen, 1966). A nivel fisiológico las modificaciones más importantes se presentan en el epitelio bucal de los machos (Thistlethwaite, 1947) y en los productos gonadales femeninos (Gudger, 1916 y 1918). Los cambios morfológicos originan un acentuado dimorfismo sexual que se manifiesta especialmente en las hembras con alargamiento de las aletas pelvicas (Merriman, 1940; González, 1972; Galvis, en preparación), la aparición de una carnosidad oscura en el borde interno superior de estas mismas aletas (Merriman, 1940; Yáñez *et al.*, 1976) y el mayor tamaño y corpulencia que alcanzan con relación a los machos. Las variaciones etológicas van encaminadas a lograr una mayor eficiencia del proceso de reproducción de la especie (Galvis, 1983).

Ariopsis bonillai (Miles, 1945) es una especie de tamaño mediano, alcanzado en las capturas de la Ciénaga más de los 46 cm de longitud total y 1.000 g de peso. Su abundancia en la Ciénaga Grande es alta y por tal razón se ha iniciado una extracción intensiva a lo largo de todo el año aprovechando la creciente aceptación que está tomando su carne. Esto hace pensar que en un futuro próximo se pueda llegar a una sobreexplotación, como ha sucedido con las demás especies comercializadas de este ecosistema. Desafortunadamente los estudios que involucran en forma profunda los aspectos bioecológico-pesqueros de los áridos y que sirvan como base para la expedición de normas prácticas que garanticen una explotación racional del recurso, son muy escasos a nivel regional, nacional y aun mundial.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El ecosistema Ciénaga Grande de Santa Marta es la laguna costera más importante de Colombia por su extensión, por la gran diversidad de vida que encierra en sus aguas y por su potencial pesquero (Inderena,

La Ciénaga Grande es una laguna salobre rodeada por un cinturón de densidad variable de manglares *Rhizophora mangle*, *Avicennia germi-nans*, *Laguncularia racemosa* y una gran variedad de plantas halinore-sistentes como trupillos, cactáceas y gramíneas. Su forma es triangular con una profundidad media de 1.5 m aproximadamente; ocupa cerca de 480 Km² de la llanura aluvial septentrional inundable del Río Magdalena (Cetih, 1978). Se encuentra enmarcada por el occidente con el sistema de ciénagas de Pajarales y la Aguja; por el oriente con el piedemonte de la Sierra Nevada de Santa Marta y la Zona Bananera. Al norte limita con el Mar Caribe, del cual está separada por una barra de arena cubierta de manglares y playones salinos denominada Isla de Salamanca, que permi-te la interrelación ciénaga-mar solo por la Boca de la Barra al extremo oriental (Hernández *et al.*, 1978).

La relación con el mar se manifiesta con las mareas que producen osci-laciones periódicas que se modifican solamente por las precipitaciones, escorrentia y evaporación del área (Noe-Dobrea y Guzmán, 1977; Cetih, 1978), generando variaciones de salinidad para este período anual de 0 a 30°/oo, aunque en años anteriores se han registrado valores más eleva-dos que oscilan entre 2 y 38°/oo (Cosel, 1978).

Las precipitaciones tienen una marcada incidencia en la Ciénaga es-pecialmente cuando estas tienen lugar en las cabeceras de sus ríos tribu-tarios (Fundación, Aracataca, Tucurínca, Sevilla, Orihueca y Frío) los cuales se originan en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Mar-ta. El Río Magdalena, por su parte, influencia la Ciénaga Grande a través de numerosos caños que lo comunican con el sistema de ciénagas de Paja-rales, el que sirve como intermedio de los dos por medio de Caño Grande.

MATERIAL Y METODOS

Se obtuvieron 3477 ejemplares de *A. bonillai* que incluyeron todos los tamaños y edades, en 81 salidas al campo entre septiembre de 1981 y noviembre de 1982. Para su captura se utilizaron los artes de pesca regio-nales (atarraya, trasmallo y palangre) y otros diseñados experimental-mente para capturar los tamaños no obtenibles con los artes comerciales, tales como un chinchorro playero de 30 m de manga con 20 mm de ojo en la red, y un pequeño salabardo de nylon multifilamento (red cuadrada de 2 m de lado y 10 mm de ojo).

Se determinaron los parámetros talla (L), peso (P) y sexo de cada ejemplar. La relación talla-peso se estimó mediante el método de los mí-nimos cuadrado integrado al paquete SAS (Statistical Analysis System) y procesado en el computador IBM del Centro de Cálculo Electrónico de la

Universidad Nacional de Colombia. los datos se ajustaron a una curva potencial de la forma.

$$P = aL_t^b$$

donde a es el coeficiente de proporcionalidad y b el coeficiente de alometría (Pauly, 1979).

La fórmula del crecimiento utilizada es la de von Bertalanffy (1934) cuya expresión más simplificada es:

$$L_t = L_\infty \{1 - \exp[-K(t - t_0)]\}$$

donde L_∞ es la talla teórica máxima de la especie, K es el coeficiente de crecimiento o stress, t es el tiempo, t_0 es la edad que tendría el pez a la longitud cero si el crecimiento fuera de acuerdo a la ecuación de von Bertalanffy y es igual a:

$$t_0 = \frac{1}{n} \sum_{t=0}^{t_n} t + \frac{1}{K} \ln \left(1 - \frac{L_t}{L_\infty} \right)$$

donde n es el número de edades utilizadas en el cálculo.

Para la determinación de los parámetros de estas ecuaciones se utilizó el método mixto para peces tropicales de Pauly (1980) que se fundamenta en la duplicación gráfica equidistante de las frecuencias por tallas de las capturas en una unidad de tiempo, que en este caso corresponde a un mes (Figs. 2 y 3). En combinación con este método se empleó el gráfico de ajuste de Gulland y Holt (1954) (Fig. 4).

La tasa de mortalidad natural M se estimó utilizando la fórmula empírica propuesta por Pauly (1978) que tiene en cuenta los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy y la temperatura media (T) del agua:

$$\log M = -0.0066 - 0.2791 \log L_\infty + 0.65431 \log k + 0.4636 \log T$$

La tasa de mortalidad total Z se estableció con la curva de captura convirtiendo la talla en edad para luego estimar la relación lineal de la parte descendente donde el valor de la pendiente (-m) es igual a Z (Ricker, 1975).

El nivel de explotación de la población (E) se determinó por medio de la expresión (Pauly, 1980):

$$E = \frac{F}{M + F}$$

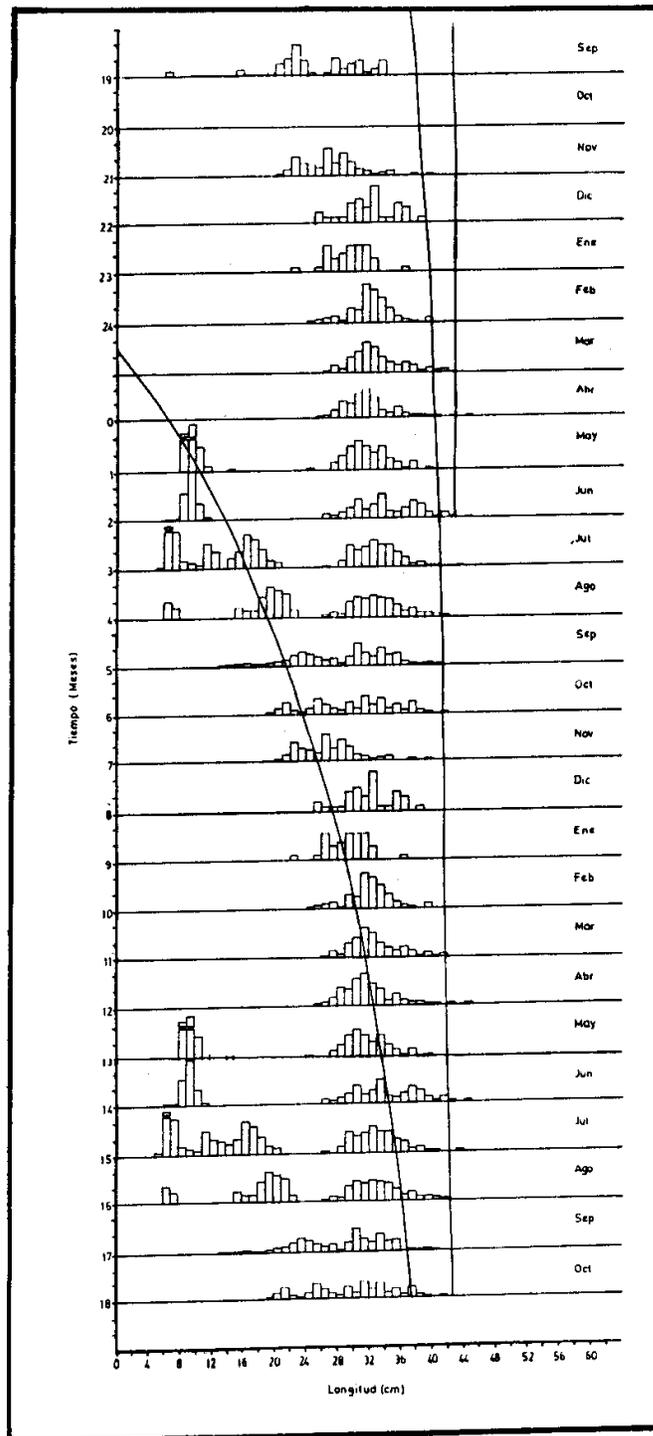


Figura 2. Determinación de la clave edad-talla por medio del método para peces tropicales de Pauly para las hembras de *Ariopsis bonillai* de la Ciénaga Grande de Santa Marta.

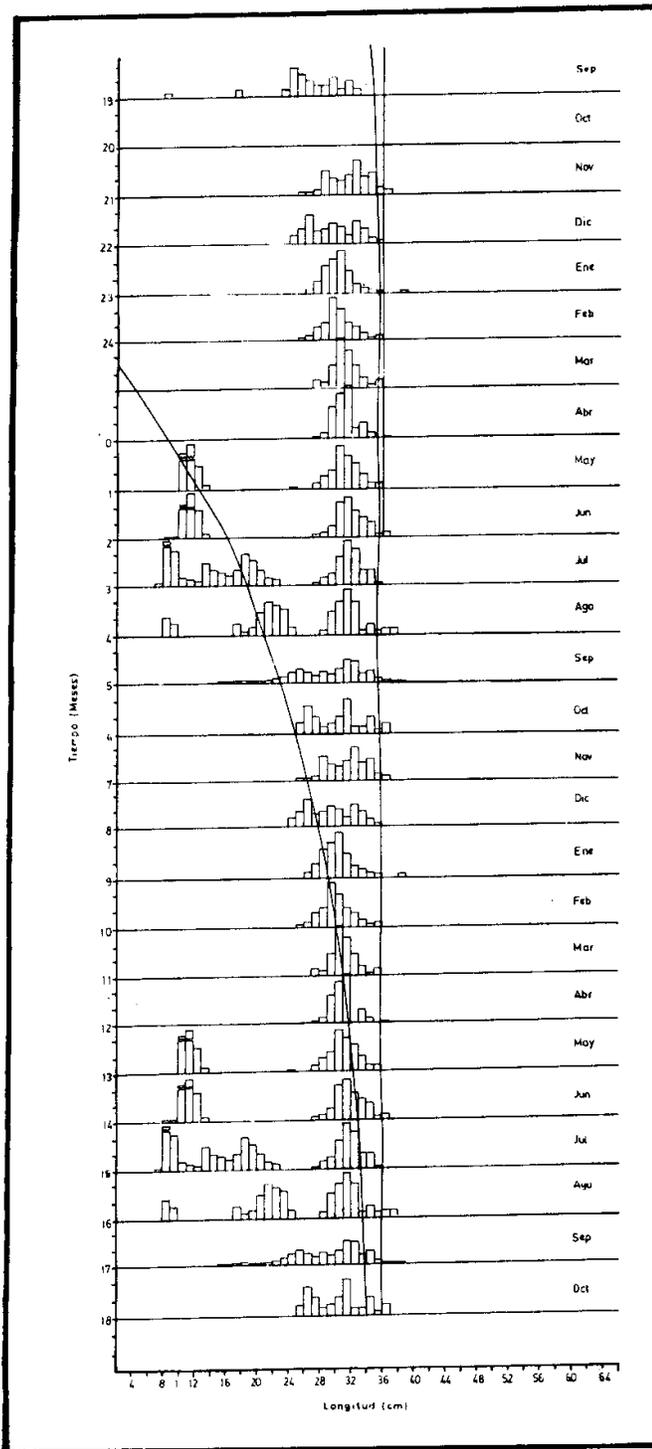


Figura 3. Determinación de la clave edad-talla por medio del método para peces tropicales de Pauly para los machos de *Ariopsis bonillai* de la Ciénaga Grande de Santa Marta.

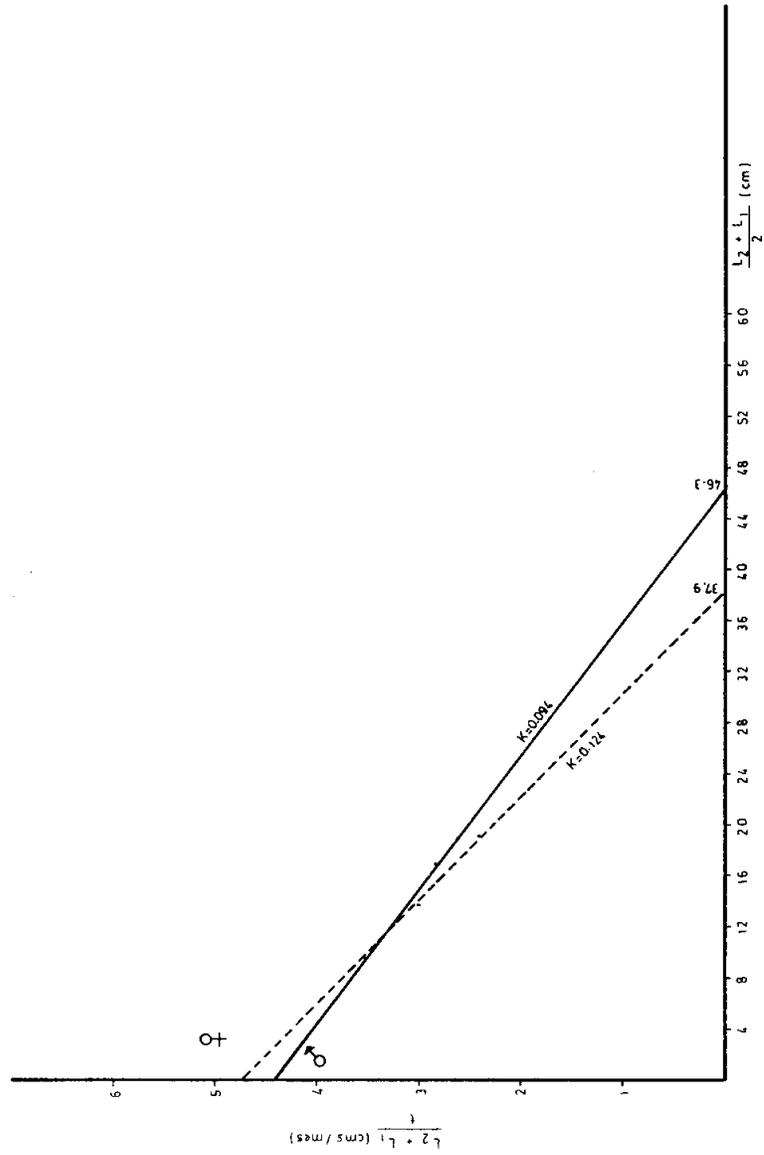


Figura 4. Ajuste de Gulland & Holt para los machos y hembras de *Ariopsis bonillai* de la Ciénaga Grande de Santa Marta.

RESULTADOS Y DISCUSION

La aparición del cuidado parental en los Siluriformes determina profundas diferencias en el crecimiento y la mortalidad de sus especies con relación a los demás peces. Sin embargo, la intensidad con que estos cambios se evidencian en los chivos varía entre las diferentes especies de la familia (Galvis, 1983). En *A. bonillai* de la Ciénaga Grande de Santa Marta, los efectos de este fenómeno se manifiestan más marcadamente a nivel morfológico que en las otras dos especies de áridos presentes en el ecosistema, *Arius proops* (Valenciennes) y *Cathorops spixi* (Agassiz).

Relación talla-peso:

Como se había mencionado anteriormente, una de las variaciones de mayor trascendencia para el chivo cabezón es el marcado dimorfismo sexual que se manifiesta en la diferente talla máxima que alcanzan los ejemplares de cada sexo al llegar a adultos y que se comienzan a visualizar a partir de los 190 mm de longitud total cuando se inicia la primera maduración sexual. Sin embargo, llama mucho la atención la ausencia de diferencias significativas en las relaciones talla-peso estimadas para cada sexo separadamente y cuyas expresiones para hembras (1) y machos (2) son:

$$P = 3.08 \times 10^{-3} L_t^{3.32} ; r^2 = 0.99 \quad (1)$$

$$P = 3.14 \times 10^{-3} L_t^{3.32} ; r^2 = 0.99 \quad (2)$$

lo que permitió hacer la siguiente generalización de dicha relación con base en todos los ejemplares capturados (Fig. 5):

$$P = 3.11 \times 10^{-3} L_t^{3.32} ; r^2 = 0.99 \quad (3)$$

teniendo presente tan solo que las hembras alcanzan una longitud máxima de 463 mm y los machos 379 mm en este ecosistema.

Estas expresiones muestran una estrecha relación de la talla y el peso a lo largo de la vida de la especie ($r^2 = 0.99$). Además, evidencian que la proporción del incremento entre la talla y el peso se mantiene constante para ambos sexos, como lo demuestra la similitud del exponente b (3.32) en las tres expresiones.

Este hecho nos podría estar indicando que la menor longitud del macho se debe a un atrofiamiento abrupto del crecimiento como respuesta al agudo stress que soportan durante el prolongado período de incubación

oral (50-70 días), en el cual están inhabilitados para ingerir alimento. Por consiguiente, durante el período de preparación para la incubación, los machos dirigen sus esfuerzos al almacenamiento de energía en forma de lípidos en los mesenterios gástricos, lo cual es más importante para la supervivencia de la especie que el mismo crecimiento corporal. Además, los machos se benefician indirectamente puesto que el menor tamaño les representa lógicamente una economía de energía durante el forzado ayuno.

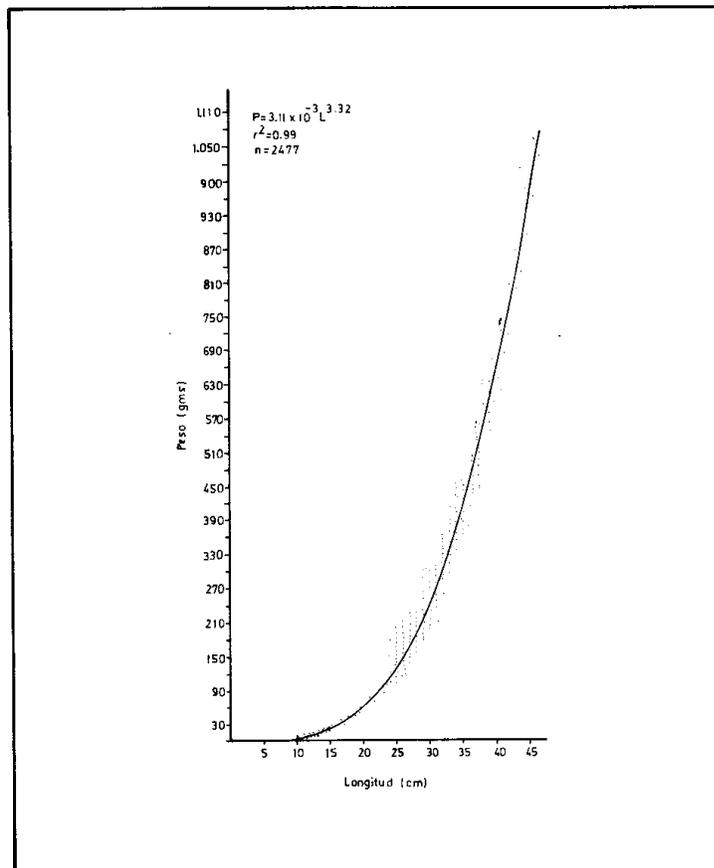


Figura 5. Relación talla-peso de *Ariopsis bonillai* de la Ciénaga Grande de Santa Marta durante el período comprendido entre septiembre de 1981 y octubre de 1982.

Crecimiento:

El dimorfismo sexual determina diferencias significativas en la relación del tamaño corporal (L_t , P) con el tiempo (edad), las cuales se cuantificaron con la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy. Para estimar los parámetros de esta ecuación, se aplicó el método propuesto por Pauly (1980). Se duplicaron los histogramas de frecuencia relativa para cada sexo correspondientes a los últimos doce meses de muestreo, permitiendo trazar sobre cada uno de ellos, una curva que unió grupos modales consecutivos (Figs. 2 y 3). Con los resultados obtenidos mediante este método, se construyeron las gráficas de ajuste de Gulland y Holt (Fig. 4) para dar los estimativos de la longitud asintótica (L_∞) y del coeficiente de crecimiento (K) para las hembras y los machos. Por lo tanto, las ecuaciones de crecimiento expresadas en tallas mensuales para las hembras (4) y los machos (5) son (Fig. 6):

$$L_t = 463 \text{ mm} \{1 - \exp [-0.094 (t + 1.2)]\} \quad (4)$$

$$L_t = 379 \text{ mm} \{1 - \exp [-0.124 (t + 1.2)]\} \quad (5)$$

las cuales muestran un comportamiento idéntico de los dos sexos hasta los 4.5 meses de edad, época en la cual han alcanzado la diferenciación sexual especialmente las hembras, encontrándose éstas en un estado intermedio de su primer desarrollo gonadal.

A esta edad, que corresponde a una longitud media de 190 mm, se inicia la divergencia en las tallas de los machos y de las hembras, lo cual corresponde a los cambios fisiológicos asociados a su estrategia reproductiva.

Por otro lado, la ecuación de crecimiento en peso de von Bertalanffy queda expresada así respectivamente para las hembras (6) y machos (7):

$$P = 1043.0 \text{ g} \{1 - \exp [-0.094 (t + 1.2)]\} 3.32 \quad (6)$$

$$P = 547.1 \text{ g} \{1 - \exp [-0.124 (t + 1.2)]\} 3.32 \quad (7)$$

y se aclara en forma gráfica la trascendencia anatómica del dimorfismo sexual a través del tiempo (Fig. 7).

Otra ventaja importante de estas expresiones es que evidencian claramente y en forma numérica, la existencia de situaciones de tensión para cada sexo en particular, tales como la incubación oral en los machos, la cual origina impedimentos tróficos periódicos. Esto está expresado por el coeficiente de stress K que muestra un mayor valor para los machos

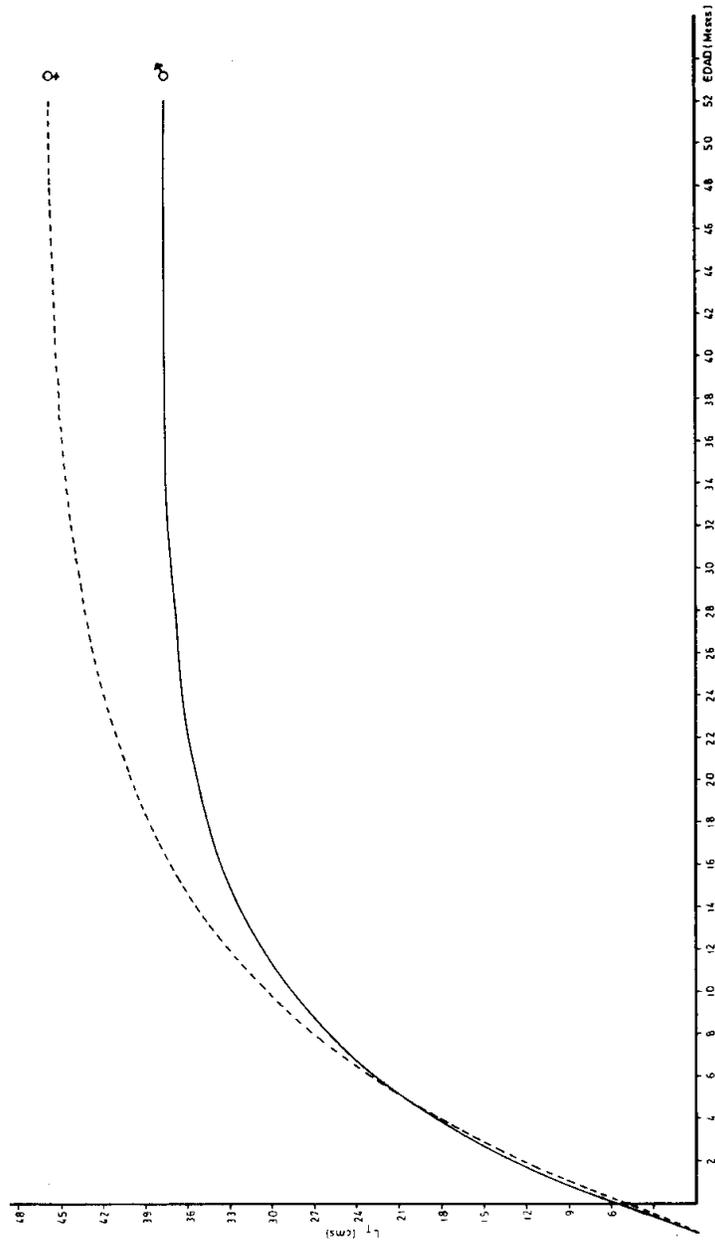


Figura 6. Curva de crecimiento en talla de von Bertalanffy para los machos y hembras de *Ariopsis bonifai* de la Ciénaga Grande de Santa Marta.

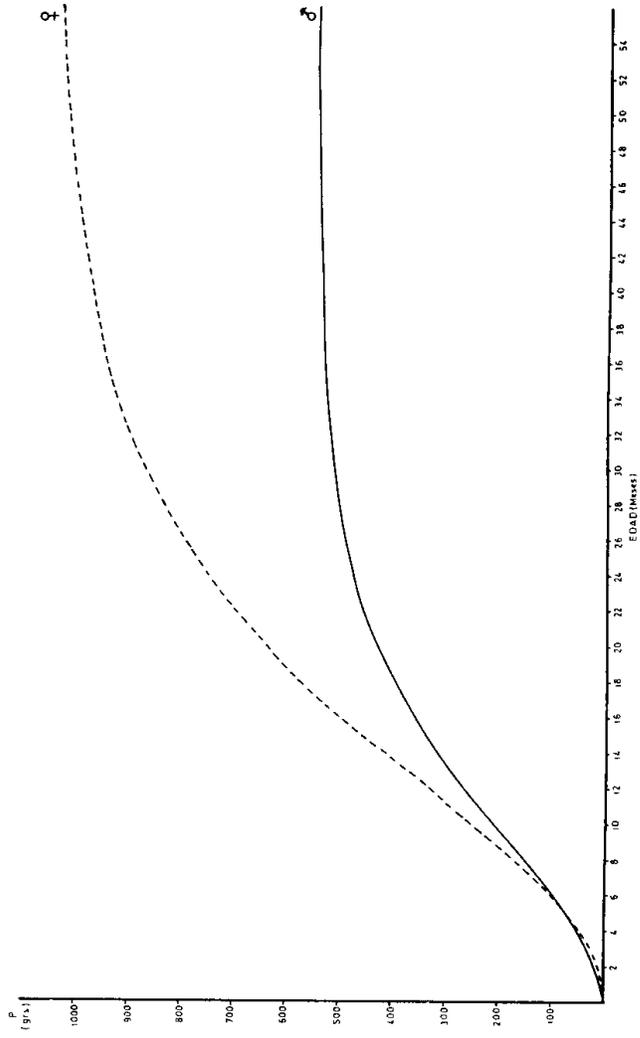


Figura 7. Curva de crecimiento en peso de von Bertalanffy para los machos y hembras de *Ariopsis bonillai* de la Ciénaga Grande de Santa Marta.

(0.124) que para las hembras (0.094), determinando un atrofiamiento en el crecimiento de éstos (379 mm) respecto al de las hembras (463 mm). Esta inversa proporcionalidad entre las magnitudes de K y la longitud máxima se presenta en la mayoría de los peces (Pauly, 1979).

Mortalidad:

Indudablemente, la existencia de presiones tróficas diferentes para cada sexo, origina variaciones marcadas en la mortalidad de la población. Lógicamente, los machos por realizar la incubación oral están expuestos a una decadencia en sus sistemas orgánicos más intensa que las hembras, lo cual, produce una mayor mortalidad de los machos a medida que la edad se incrementa. Por tanto, aumentan los valores de los coeficientes de mortalidad M y por ende los de la mortalidad total Z.

El valor de M es de 1.77 para las hembras y para los machos de 2.24, indicando la existencia de una presión ambiental definitivamente mayor para los machos, que necesariamente induce a un valor más elevado de Z.

Esto pudo ser comprobado con la curva de edad contra abundancia (Ricker, 1975), obteniéndose valores de mortalidad total de 4.92 y 6.48 para hembras y machos respectivamente. Esto nos indica que la tasa de sobrevivencia (S) es muy baja (0.0073 para las hembras y 0.0015 para los machos), lo que significa que la esperanza de muerte (A) para un año es del 99.27% para las hembras y del 99.98% para los machos. En la figura 8 se puede observar la estimación de la mortalidad total mensual, que para efectos de comparación con el valor de la mortalidad natural, se llevó a términos anuales.

Consecuentemente se pudo obtener con estos resultados una estimación de la mortalidad por pesca F (Ricker, 1975) que corresponde para las hembras a 3.15 y para los machos a 4.24.

Con base en estas tasas se determinó el nivel de explotación, E, del recurso, encontrándose valores de 0.64 para las hembras y 0.65 para los machos. Esto revela que el nivel de explotación es mayor que el óptimo (E óptimo = 0.50) para ambos sexos, en este período de tiempo. Esto significa en otros términos, que hubo una sobrepesca de chivo cabezón durante el período en que se realizó el presente estudio.

Tomando estos resultados como elementos de juicio, es de esperarse que en el futuro inmediato se incrementen las unidades de esfuerzo, para cubrir las necesidades de la oferta y la demanda.

Tradicionalmente los pescadores de la Ciénaga Grande de Santa Marta han ido incrementando el esfuerzo pesquero a medida que han visto desaparecer paulatinamente las grandes especies comerciales. Actual-

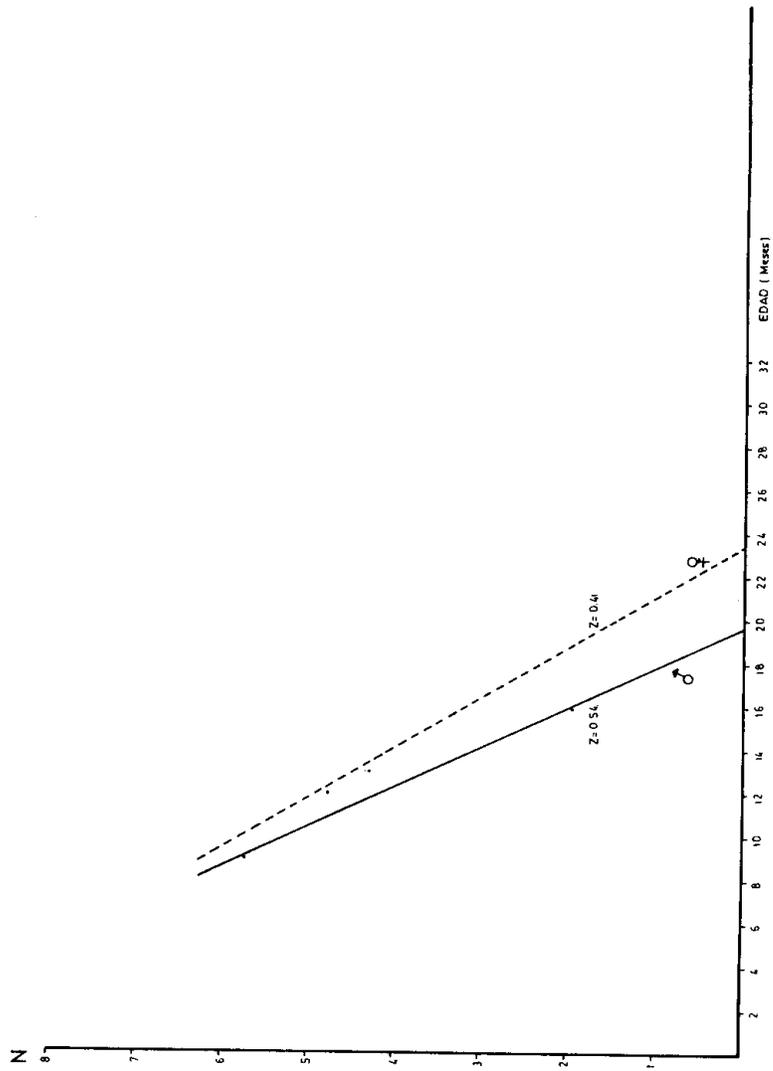


Figura 8. Mortalidad total para machos y hembras de *Ariopsis bonillai* en la Ciénaga Grande de Santa Marta.

mente, el ojo de malla que utilizan varía entre 70 y 120 mm de entrenado, con una marcada tendencia a su reducción. Desafortunadamente, la aparición de las redes de nylon monofilamento (transparente) ha permitido que los pescadores amplíen sus actividades pesqueras a las horas diurnas, las cuales estaban restringidas exclusivamente a la noche antes del advenimiento de este material. Estas actuales tendencias de las pesquerías de chivo cabezón en la Ciénaga Grande de Santa Marta, permiten pronosticar a corto plazo un detrimento del ecosistema, al exterminarse casi por completo las especies de tamaño mediano que ocupan niveles tróficos intermedios. Esto permitirá la proliferación de especies pequeñas de niveles tróficos inferiores, que tienen bajo o ningún valor económico, originando un cisma en el ecosistema con efectos no predecibles.

AGRADECIMIENTOS

Mis agradecimientos al Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales "Francisco José de Caldas" COLCIENCIAS. Igualmente a los doctores Daniel Pauly, Científico Asociado del International Center for Living Aquatic Resource Management ICLARM; Ulli Damm, biólogo Pesquero de la Misión Alemana en el Instituto del Mar del Perú IMARPE y Ricardo Alvarez, Asistente Científico del INVEMAR por los comentarios críticos del manuscrito. Al doctor Rudi van Thielen, Biólogo Pesquero de la Misión Alemana en el INVEMAR por la Supervisión del proyecto; al Ingeniero Hector Pinzón, Director del Centro de Cálculo Electrónico de la Universidad Nacional de Colombia y el Agrónomo Juan Ospina por su decidida colaboración en el procesamiento de la información y al Biólogo Jacobo Blanco por la elaboración del abstract.

BIBLIOGRAFIA

- Bertalanffy, L. von. 1934. Untersuchungen uber die Gesetzlichkeit des Wachstums. I Allgemeine Grundlangen der Theorie, mathematische und physiologische Gesetzlichkeiten des Wachstums bei Wassertieren. Roux. Archiv fur Entwicklungstechnik, 131: 613-652.
- Breder, C. & D. Rosen. 1966. Modes of reproduction in fishes. T.F.H. New York, 941 p.
- CETIH. 1978. Diagnóstico sobre el comportamiento hídrico de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Inf. Final Univ. de los Andes-INDERENA, Bogotá, 53 p.
- Cosel, R. von. 1978. Die Mollusken der Ciénaga Grande de Santa Marta (Kolumbien) und ihre Lebensgemeinschaften im Wechsel der Jahreszeiten. Diss. Dr. rer. nat. Univ. Giessen, 348 p.

- Galvis, O. 1983. Los áridos de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Tesis M.Sc. Fac. de Cienc. Univ. Nal. de Colombia, 186 p.
- González, I. 1972. Aspectos biológicos y distribución de algunas especies de peces de la familia Ariidae de las lagunas litorales del noroeste de México. Tesis Profesional Fac. Cienc. Univ. Nal. Autón. México, 88 p.
- Gudger, E. 1916. The gaff-topsail (*Felichthys felis*), a sea catfish that carries its eggs in its mounth. Zool.; Scient. Contr. New York. Zool. Soc., 2 (5): 123-156.
- _____. 1918. Oral gestation in the gaff-topsail catfish, *Felichthys felis*. Publ. Carn. Inst. Wash., 252: 25-52.
- Gulland, J. & S. Holt. 1954. Estimation of growth parameters for data at inequal time intervals. J. Cons. CIEM, 25(1): 47-49.
- Hernández, J., P. von Hildebrand & R. Alvarez-León. 1978. Problemática del manejo de manglares con especial referencia al sector occidental de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. In: Vegas Vélez, M. (Ed.). Mem. Sem. Lat. Amer. sobre el Estudio Cient. y el Impacto Humano en el Ecosistema de Manglares. Cali (Valle) Colombia, nov. 27 - dic. 1o.: 364-386.
- INDERENA. 1969. Evaluación de los recursos pesqueros de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Inst. Nal. Rec. Nat. Renov. y el Amb. Div. Gral. de Pesca. Bogotá D.E., Inf. Téc. (2), sp.
- Merriman, D. 1940. Morphological and embriological studies on two species of marine catfish, *Bagre marinus* and *Galeichthys felis*. Zool. New York, 25(3): 221-248.
- Miles, C. 1947. Los peces del Río Magdalena. Min. de la Eco. Nal. Bogotá, 214 p.
- Noe-Dobrea, I & O. Guzmán. 1977. Estudios sobre la evopotranspiración media desde la superficie del agua en Colombia. HIMAT. Bogotá, 65 p.
- Pauly, D. 1978. A discussion of the potencial use in population dynamics of the interrelationships between natural mortality, growth parameters and the mean environmental temperature in 122 fis stocks. Demersal Fish Committee ICES/CM/G. 28, 36 p.
- _____. 1979. Gill size and temperature as governing factors in fish growth: A generalization of von Bertalanffy's Formula. Ber. Inst. Meereskd. Christian-Albrechts-Univ. Kiel. 63: 1-56.
- _____. 1980. A selection of simple methods for the assessment of tropical stocks. FAO Fish. Circ., (729): 1-54.
- Ricker, W. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Dep. of the Envirom. Fish. and Mar. Ser. Ottawa, 382 p.
- Thistletwaite, G. 1947. The oral epithelium in the brooding male catfish, *Galeichthys felis*. Proc. Lousiana Acad. Sci., 10: 195-196.
- Yáñez-Arancibia, A., J. Curriel & V. de Yáñez. 1976. Prospección biológica y ecológica del bagre marino *Galeichthys caerulescens* (Günther) en el sistema lagunar costero de Guerrero México (Pisces: Ariidae) An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 3(1): 125-180.

Manuscrito aceptado para publicación en noviembre 28 de 1984.

Dirección del Autor:
 INVEMAR
 Apartado Aéreo 1016
 Santa Marta
 Colombia.

