

Mortalidad y rendimiento por recluta de la curvinata de río, *Plagioscion squamosissimus*, en el Orinoco medio de Venezuela

Ángel González^{1*}, Jeremy Mendoza², Freddy Arocha² y Arístide Márquez³

RESUMEN

Se estudió la mortalidad y el rendimiento relativo por recluta de *Plagioscion squamosissimus* en el Orinoco medio de Venezuela, entre enero del 2000 y diciembre del 2002; utilizando las frecuencias de talla de peces capturados en el canal principal del Orinoco medio y en una de sus lagunas de inundación. La tasa de mortalidad total se determinó mediante una curva de captura, mientras que el rendimiento relativo por recluta se estimó por el modelo de Beverton y Holt (1966). La tasa de mortalidad total fue de 0,710 año⁻¹, con una mortalidad natural de 0,480 año⁻¹ y una mortalidad por pesca de 0,230 año⁻¹. La tasa de explotación a la cual se encuentra sometida actualmente la especie fue de 0,324, mientras que la estimada para alcanzar el máximo rendimiento por recluta fue de 0,880. Los resultados del rendimiento por recluta indican que la especie presentaría una explotación moderada.

Palabras clave: *Plagioscion squamosissimus*, río Orinoco, pesquerías continental, mortalidad, rendimiento por recluta, administración pesquera.

¹ Dirección de Recursos Acuáticos. Instituto Limnológico, Universidad de Oriente. Caicara del Orinoco, estado Bolívar. Venezuela. *Correo electrónico: angelgonzalez78@hotmail.com

² Departamento de Biología Pesquera. Instituto Oceanográfico de Venezuela. Cumaná, Estado Sucre.

³ Departamento de Oceanografía Química. Instituto Oceanográfico de Venezuela. Cumaná, Estado Sucre. Venezuela.

Mortality and yield by recruit of the river curvinata, *Plagioscion squamosissimus*, in middle Orinoco river in Venezuela

SUMMARY

A study of the mortality and relative yield for recruit of *Plagioscion squamosissimus* was carried out in the region of the middle Orinoco river in Venezuela, between January of 2000 and December of 2002; using the longitude of fish captured in the main channel of the river and in one of its flood lagoons. The rate of total mortality was determined by a curve of capture, while the relative yield for recruit was estimated by the model of Beverton and Holt (1966). The rate of total mortality was of 0.710 year⁻¹, with a natural mortality of 0.480 year⁻¹ and mortality for fishing of 0.230 year⁻¹. The rate of exploitation of the species at the moment was 0.324, while the estimated to reach the maximum yield for recruit was 0.880. The results of the yield for recruit indicated that the species show a moderate exploitation.

Key words: Continental fish, Orinoco river, fisheries, mortality, yield for recruit, fishing administration.

INTRODUCCIÓN

La curvinata de río, *Plagioscion squamosissimus*, se encuentra entre las especies continentales de mayor importancia comercial en Venezuela, después del coporo *Prochilodus mariae*, bagres de la familia Pimelodidae, la palometa *Mylossoma duriventre* y la cachama *Colossoma macropomum*. Aparentemente no se conoce su contribución en la producción pesquera continental en Venezuela, estimada en 60.000 t/año (CAF, 2000); aunque para la región del Orinoco medio se ha estimado una captura anual comprendida entre 12,3 y 24,4 t/año, así como un 12% en la composición de la captura (González, 2002). Es la especie más importante desde el punto de vista pesquero en la región del Orinoco medio, junto con los grandes bagres del género *Pseudoplatystoma* y *Brachyplatystoma*; sin embargo, al igual que la gran mayoría de las especies continentales que se aprovechan comercialmente en el Orinoco, en esta especie no se habían realizados estudios de evaluación del stock, excepto algunas informaciones relacionadas

con el crecimiento en peso de la población (González *et al.*, 2005) y la captura por unidad de esfuerzo (González, 2002).

En este trabajo se estimó la mortalidad y el rendimiento por recluta de *P. squamosissimus* en el Orinoco medio, con miras al conocimiento del nivel de explotación actual y el necesario para alcanzar el máximo rendimiento sostenible, aspecto importante en la administración del recurso. Esta forma de evaluación se hizo tomando en cuenta la disponibilidad de datos, como las frecuencias de talla de la población, los parámetros de crecimiento y el índice de captura. En el futuro se podrían aplicar otros métodos de evaluación como la estimación del potencial del recurso, la tasa de cambio de la población en función del tamaño de la población misma, marcado y recaptura, análisis de población virtual y el uso de parámetros ambientales (Csirke, 1980; Welcomme, 1980; Gulland, 1983).

Con relación a otros recursos continentales bajo explotación, la información sobre mortalidad y producción por recluta de especies neotropicales es escasa, existiendo solo algunas investigaciones relacionadas con especies de la cuenca del Amazonas como *Leporinus friderici* (De Souza, 2001), *Brycon microlepis* (Mateus y Estupiñán, 2002), *C. macropomumen* (Petre, 1983; Isaac y Rufino, 1996), *Brachyplatystoma vaillantii* (Barthem y Petre, 1995), *Pseudoplatystoma corruscans* (Mateus y Estupiñán, 2002) y *Cyphocharax magdalenae* en el río Sinú (Colombia) (Blanco *et al.*, 2005).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se consideró una muestra única de 2.754 peces capturados mensualmente entre los años 1998-2000, correspondientes a 1.518 peces capturados en el canal principal del Orinoco medio, entre boca apure y punta brava, y 1.236 peces capturados en la laguna Castellero, de la región de Caicara del Orinoco, estado Bolívar (Figura 1). Los muestreos fueron realizados utilizando redes de enmalle de 100 m de longitud y 10 cm de luz de malla, midiendo la longitud total (cm) de los peces capturados. Las frecuencias de las tallas fueron establecidas a un intervalo de clase de 1 cm y tomando en cuenta la selectividad del arte utilizado (González *et al.*, 2003).

La mortalidad total Z se estimó a partir de una curva de captura linealizada, siguiendo la metodología de Sparre y Venema (1995). Según esta metodología, la mortalidad total Z corresponde a la pendiente de la línea de

regresión entre el logaritmo del número de peces capturados por clases de talla ($\ln C(t)$) y sus correspondientes edades (t). Las edades de las clases de tallas (L) fueron determinadas a través de la ecuación inversa de Von Bertalanffy:

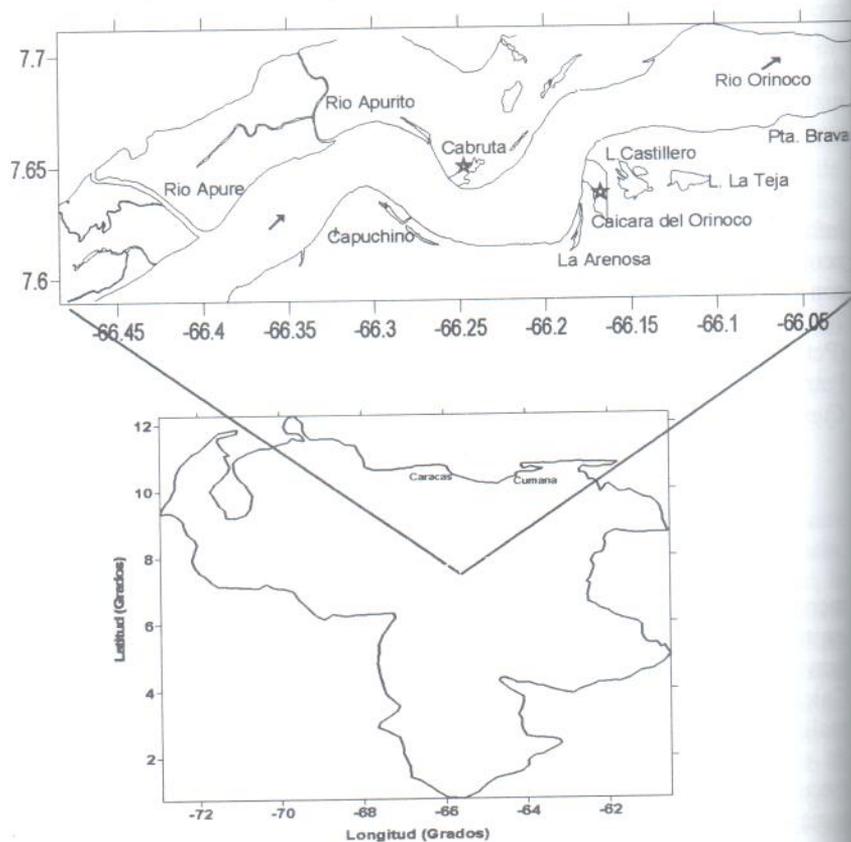


Figura 1. Zonas de muestreo de *Plagioscion squamosissimus* en el Orinoco medio de Venezuela.

$$t(L) = t_0 - \frac{1}{K} \times \ln \left(1 - \frac{L}{L_{\infty}} \right)$$

Mientras que la mortalidad natural M se determinó utilizando la fórmula empírica de Pauly (1980):

$$\ln M = -0,0152 - 0,279 \ln L_{\infty} + 0,6543 \ln K + 0,463 \ln T,$$

donde T fue el promedio de la temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$) medida durante los muestreos (28°C).

La mortalidad por pesca F se estimó a partir de la diferencia entre la mortalidad total Z y la mortalidad natural M ($F = Z - M$), según la metodología de Sparre y Venema (1995).

El rendimiento relativo por recluta (Y'/R) fue calculado por el método de Beverton y Holt (1966), utilizando el programa FISAT (Gayaniño *et al.*, 1994), según el modelo:

$$\frac{Y'}{R} = EU^{\frac{M}{K}} \left[1 - \frac{3U}{1+m} + \frac{3U^2}{1+2m} - \frac{U^3}{1+3m} \right]$$

donde,

$$m = \frac{(1-E)}{\frac{M}{K}} = \frac{K}{Z}$$

$$U = 1 - \left(\frac{L_c}{L_{\infty}} \right)$$

$$E = \frac{F}{Z} \text{ (tasa de explotación)}$$

L_c = la longitud (cm) de primera captura, equivalente a L_{50} o longitud a la cual el 50% de los peces son vulnerables al arte.

Los parámetros de crecimiento utilizados fueron los estimados por González *et al.* (2005), quien encontró no haber diferencias significativas en los modelos de crecimiento de los peces del canal principal del Orinoco medio y los de la laguna Castellero. En el estudio se utilizó el promedio de la longitud asintótica (L_∞) estimada para las dos zonas de muestreo (62,6 cm de longitud total), el promedio de la rapidez con que alcanzan la longitud máxima ($K = 0,161 \text{ año}^{-1}$) y el promedio del parámetro de condición inicial ($t_0 = 0,37$).

RESULTADOS

La muestra poblacional estuvo estructurada por peces de longitudes comprendidas entre 24 cm de longitud total y 53 cm de longitud total, con una mayor cantidad de ejemplares de entre 29 cm y 32 cm de longitud total (Figura 2).

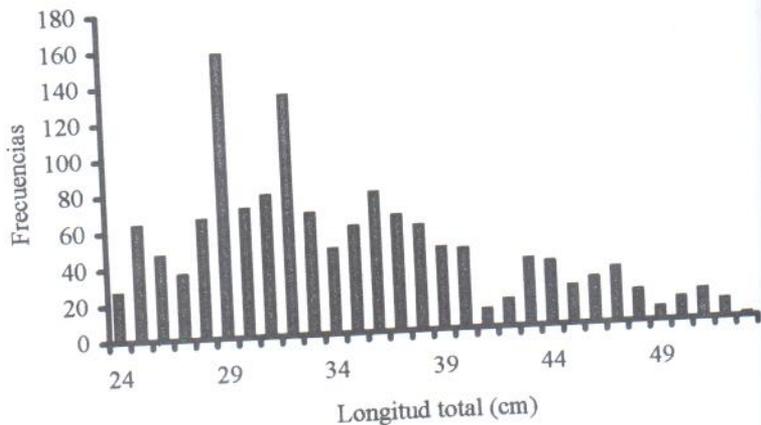


Figura 2. Frecuencias de talla de *Plagioscion squamosissimus* en el Orinoco medio de Venezuela

La mortalidad total fue de $0,710 \text{ año}^{-1}$ (Figura 3), con una mortalidad natural de $0,480 \text{ año}^{-1}$ y una mortalidad por pesca de $0,230 \text{ año}^{-1}$. La tasa actual de explotación fue de $0,324$.

Bajo las condiciones actuales de una longitud de primera captura de 32 cm de longitud total y una mortalidad por pesca de $0,230 \text{ año}^{-1}$, el máximo rendimiento por recluta se estimó para una tasa de explotación de $0,880$ (Figura 4), aproximadamente tres veces más que la tasa de explotación que actualmente se aplica.

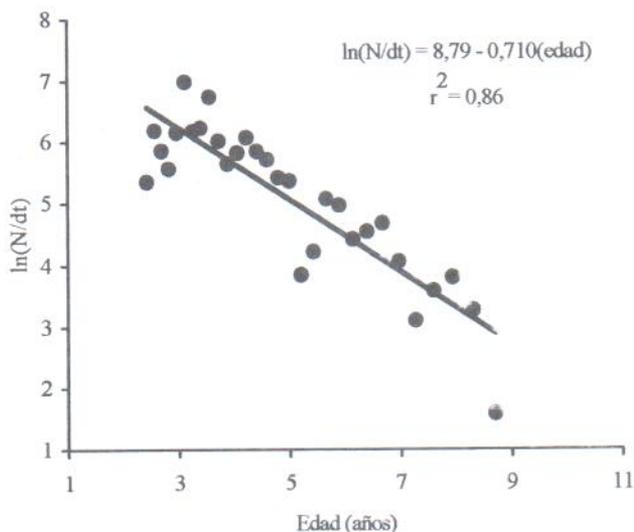


Figura 3. Curva de captura linealizada de *Plagioscion squamosissimus* en el Orinoco medio de Venezuela.

Mientras que manteniendo una longitud de primera captura de 32 cm de longitud total, el rendimiento por recluta aumentó al incrementar la mortalidad por pesca (Figura 5), alcanzándose el máximo rendimiento por recluta cuando la mortalidad por pesca se hizo igual a $0,700 \text{ año}^{-1}$, aproximadamente tres veces más que la mortalidad por pesca aplicada

actualmente. Aproximadamente, un máximo rendimiento por recluta para una mortalidad por pesca igual a $0,700 \text{ año}^{-1}$, también se obtuvo al reducir la longitud de primera captura hasta 30 cm de longitud total o al aumentarla a 34 cm de longitud total (Figura 5), aunque para longitudes de 34 cm de longitud total y más, el rendimiento por recluta tiende a disminuir (Figura 6).

DISCUSIÓN

La tasa neta de incremento natural en la parte explotable de cualquier población, para su rendimiento sostenible, depende de la diferencia entre el número de peces que mueren por causas naturales y el número de reclutas que entran en la población explotable (Gulland y Boerema, 1973). En este sentido, en las aguas de crecientes como el Orinoco, el reclutamiento anual y por ende el rendimiento, depende de las condiciones ambientales (Baca, 1998), desconociéndose la medida exacta del reclutamiento en la especie *P. squamosissimus*. En consecuencia, en el trabajo se consideró como constante el reclutamiento y el rendimiento, fue expresado en término del rendimiento por recluta (Csirke, 1980). Por otro lado, se sabe que la mortalidad natural junto con el crecimiento varía con la época del año y con el sexo (Welcomme, 1985), sin embargo en el estudio, por indisponibilidad de datos suficientes, estos no fueron estratificados según las épocas del año ni por sexo, sino que se consideró una muestra única.

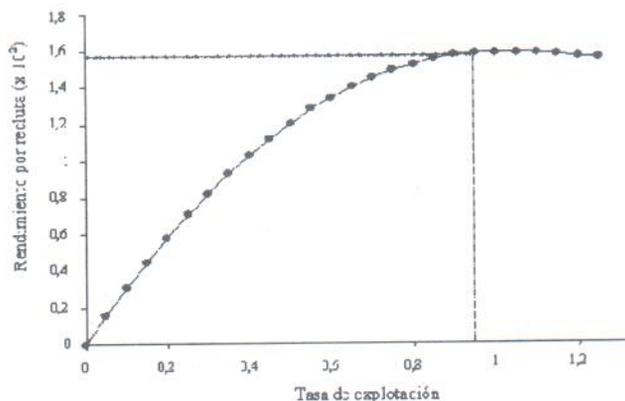


Figura 4. Rendimiento por recluta de *Plagioscion squamosissimus* y la tasa de explotación en el Orinoco medio de Venezuela.

Las longitudes de *P. squamosissimus* estuvieron comprendidas entre 24 cm y 53 cm de longitud total, principalmente entre 29 y 32 cm de longitud total. Estas longitudes fueron aproximadamente iguales a las reportadas por Williams (1995) para la represa de Guri en el estado Bolívar, así como por Nico y Taphorn (1984) y Bello (1979), para algunos cuerpos de agua de los estados Apure y Guárico. En la represa de Bariri del río Tieté (Brasil), *P. squamosissimus* puede alcanzar hasta 48 cm de longitud total, pero generalmente miden entre 19 cm y 25 cm de longitud total (Rodríguez et al., 1988).

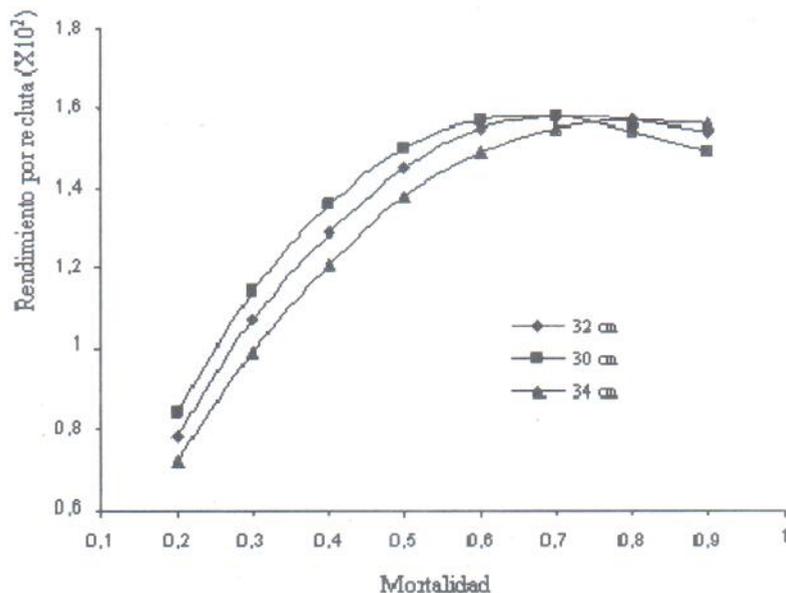


Figura 5. Rendimiento por recluta de *Plagioscion squamosissimus* y la mortalidad por pesca en el Orinoco medio de Venezuela.

La tasa de mortalidad natural fue de $0,480 \text{ año}^{-1}$, aproximadamente igual a la estimada para la especie *C. macropomum* en el bajo Amazonas (Isaac y Rufino, 1996) y *B. microlepis* en la cuenca del río Cuiabá en Brasil

(Mateus y Estupiñán, 2002). Sin embargo, en las especies *C. magdalenae* en el río Sinú de Colombia (Blanco *et al.*, 2005), *S. intermedius* en el río Cross en África (Lawrence *et al.*, 1999) y *C. chrysonotus* en el lago Malocube, también en África (Weyl *et al.*, 2005), se han determinado tasas de mortalidad natural superiores a la estimada para *P. squamosissimus* en el Orinoco medio.

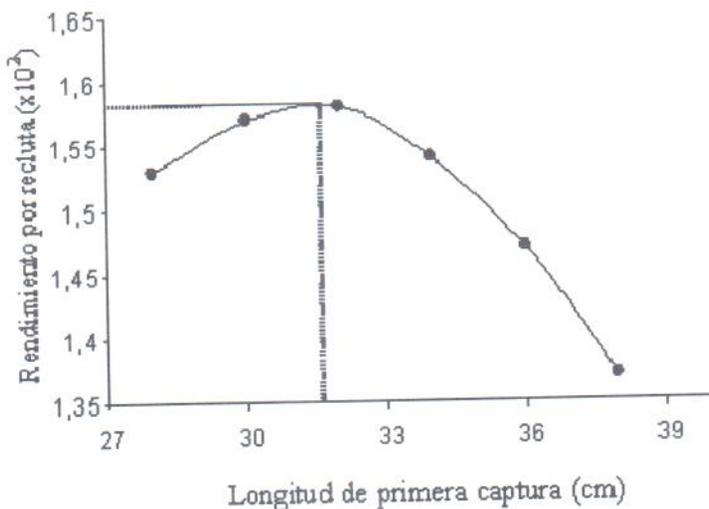


Figura 6. Rendimiento por recluta de *Plagioscion squamosissimus* y la longitud de primera captura en el Orinoco medio de Venezuela.

La tasa de mortalidad por pesca fue de $0,230 \text{ año}^{-1}$, inferior a las estimadas para las especies *C. macropomum* en el bajo Amazonas (Isaac y Rufino, 1996), *C. magdalenae* en el río Sinú (Blanco *et al.*, 2005), *S. intermedius* en el río Cross (Lawrence *et al.*, 1999) y *C. chrysonotus* en el lago Malocube (Weyl *et al.*, 2005). Los valores de la mortalidad natural y por pesca de *P. squamosissimus*, determinaron una tasa de mortalidad total de $0,710 \text{ año}^{-1}$, menor que las estimadas para *C. macropomum* en el bajo Amazonas (Isaac y Rufino, 1996), *C. magdalenae* en el río Sinú (Blanco *et al.*, 2005), *S. intermedius* en el río Cross (Lawrence *et al.*, 1999) y *C.*

chrysonotus en el lago Malocube (Weyl *et al.*, 2005). Aproximadamente el 68% de la mortalidad total de *P. squamosissimus* se produjo por causas naturales, mientras que apenas el 32% fue debido a la actividad pesquera, con una mayor influencia de la mortalidad natural en comparación con la mortalidad por pesca. Un mayor efecto de la mortalidad natural en la mortalidad total, también se ha observado en especies como *L. fridereci* en la represa de Volta Grande en Brasil (De Souza, 2001), mientras que en otras especies como *Tenualosa ilisha* en el río Menga de la India, los altos valores de mortalidad total se deben a la actividad pesquera (Miah *et al.*, 1997).

En las condiciones actuales de crecimiento, mortalidad y talla de primera captura de *P. squamosissimus*, la fracción de la población que efectivamente está siendo removida por la pesca ($E = 0,324$) está muy por debajo de la tasa de explotación estimada para alcanzar un máximo rendimiento por recluta ($E = 0,880$), encontrándose la especie en un nivel de explotación moderada. El mismo nivel de explotación moderada, se ha señalado en especies como *B. microlepis* en la cuenca del río Cuibá, *C. macropomum* en el estado de Amazonas y *P. corruscans* en el pantanal del estado de Mato Grosso, en Brasil (Mateus y Estupiñán, 2002).

Manteniendo la longitud de primera captura en 32 cm de longitud total en *P. squamosissimus*, el máximo rendimiento por recluta se alcanzaría para una tasa de mortalidad por pesca de $0,700 \text{ año}^{-1}$, aproximadamente 3 veces más que la tasa de mortalidad por pesca actual ($0,230 \text{ año}^{-1}$). Esto indica que aparentemente se está capturando mucho menos del potencial disponible y que el recurso podría soportar hasta tres veces más el esfuerzo de pesca que actualmente se aplica. Este esfuerzo de pesca fue establecido por González (2002) en un promedio anual de 1.104 días de pesca y 3.435 horas efectivas de pesca.

El máximo rendimiento por recluta también se podría alcanzar al reducir la longitud de primera captura a 30 cm de longitud total o menos, o al aumentarla a 34 cm de longitud total. Sólo que en 30 cm de longitud total se estarían capturando peces inmaduros, según lo señalado por González (2002) en cuanto a la longitud que corresponde al 50% de madurez sexual de *P. squamosissimus* (30 cm de longitud total); mientras que si se aumenta a 34 cm la longitud de primera captura, se empezaría a obtener rendimientos más bajos. Lo recomendable entonces sería mantener la longitud de primera captura en 32 cm de longitud total, utilizando por ejemplo redes de enmalle de 10 cm de luz de malla. Aún considerando que en ambientes de inundación

como el Orinoco, el rendimiento anual de *P. squamosissimus* depende principalmente de los factores ambientales (Baca, 1998), un exceso en el esfuerzo de pesca y principalmente una baja longitud de primera captura, podría conducir a un estado de sobreexplotación del recurso, tal como se ha demostrado en especies como *C. macropomum* (Isaac y Rufino, 1996) y *B. vaillantii* en el bajo Amazonas (Barthem y Petrere, 1995), *T. ilisha* en el río Menga de la India (Miah *et al.*, 1997), *S. intermedius* en el río Cross en África (Lawrence *et al.*, 1999) y *C. chrysonotus* en el lago Malocube, también en África (Weyl *et al.*, 2005).

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones actuales de longitud de primera captura, crecimiento y mortalidad, la tasa de explotación de *P. squamosissimus* es aproximadamente tres veces menor que la necesaria para alcanzar el máximo rendimiento sostenible, tratándose de una especie que, en la región del Orinoco medio de Venezuela, está moderadamente explotada. Bajo las condiciones actuales de explotación, el recurso podría soportar tres veces más el esfuerzo de pesca que actualmente se aplica.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo de Investigación y Dirección del Instituto Limnológico de la Universidad de Oriente por el financiamiento del proyecto que originó el presente trabajo y la logística prestada. Al TSU Alexis Guerrero y a los Srs. Juan Infante y Carlos Cardozo, por su colaboración en los aspectos de informática y muestreos.

BIBLIOGRAFÍA

- Baca J.F. 1998. Amazonian fisheries: Socioeconomic issues and management implications. Environmental Economics Programme, Lima, Perú. Paper DP 98-02. 52 p.
- Barthem R.B. y M. Petrere Jr. 1995. Fisheries and population dynamics of *Brachyplatystoma vaillantii* (Pimelodidae) in the Amazon estuary. Ann. World Fisheries Congress, Atenas. pp.329-340.

- Bello C.L.C. 1979. Hábitos alimenticios de la Curvinata *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Actinoptergii, Scianidae) en el Embalse de Guanapito, estado. Guárico. Tesis de Grado, Facultad de Ciencias, Escuela de Biología, Universidad Central de Venezuela. Caracas. 79 p.
- Beverton R.J.H. y S.J. Holt. 1966. On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Invest., Lond., Series 2(19). 533 p.
- Blanco V.H., G.J. Salipa, W. Charles, F.F. Olaya-Nieto, S.B. Segura-Guevara y G.T.P. Bru-Cordero. 2005. Crecimiento y mortalidad de la yalua (*Cyphocharax magdalenae*) en el río Sinú, Colombia. Revista MVZ-Córdoba., 10 (1): 555-563.
- CAF (Corporación Andina de Fomento). 2000. Las Lecciones de El Niño: Memorias del Fenómeno El Niño 1997 - 1998: Retos y propuestas para la Región Andina: Venezuela. CAF, Caracas.
- Csirke J. 1980. Introducción a la dinámica poblacional de peces. FAO. Doc. Tec. Pesca, Nº 192: 82 p.
- De Souza Braga F.M. 2001. Crecimiento e mortalidade de *Leporinus frederici* (Ostariophysi, Anostomidae) na represa de Volta Grande, rio Grande, localizada entre os Estados de Mina Geracis e Sao Paulo, Brasil. Acta Scientiarum, 23(2): 415-420.
- Gayanilo Jr. F.C., P. Sparre y D. Pauly. 1994. The FAO-ICLARM stock assessment tools (FISAT) User's Guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries), 6. 186 p.
- González S.A.R. 2002. Dinámica poblacional de la Curvinata de río *Plagioscion squamosissimus* en la región del Orinoco medio. Tesis Magíster Scientiarum. Instituto Oceanográfico de Venezuela. Universidad de Oriente, Cumana. 92 p.
- González A., J. Mendoza, F. Arocha y A. Márquez. 2003. Selectividad de la red de enmalle sobre la curvinata de río *Plagioscion squamosissimus* en el Orinoco medio. Zootecnia Trop., 21(4): 371-382.
- González A., J. Mendoza, F. Arocha y A. Márquez. 2005. Crecimiento de la curvinata de río *Plagioscion squamosissimus* en el Orinoco medio. Zootecnia Trop., 23(2): 155-170.
- Gulland J.A. y L.K. Boerema. 1973. Scientific advice on catch levels. Fish. Bull., 71(2): 325-335.

- Gulland J.A. 1983. El porque de la evaluación de poblaciones. FAO. Circ. Pesca, 759. 20 p.
- Isaac V.J. y M.L. Rufino. 1996. Population dynamics of tambaqui *Colossoma macropomum* Curvier, in the lower Amazon Brazil. Fish. Manag. Ecol., 3: 315-333.
- Lawrence E., P.E. Lebo y R.P. King. 1999. The dynamics of an exploited population of a siluroid catfish (*Schilbe intermedius*, Reupell 1832) in the Cross River, Nigeria. Fish. Res., 4(3): 295-307.
- Mateus L.A. de F. y G.M.B. Estupiñán. 2002. Fish stock assessment of piraputanga *Brycon microlepis* in the Cuibá river basing, Pantanal of Mato Grosso, Brazil. Braz. J. Biol., 2 (1): 165-170.
- Miah M.S., G.C. Haldar y M.A. Arman. 1997. Estimation of growth and mortality parameters of Hilsa *Tenuulosa ilisha* (Ham.) population in the Meghna river of Bangladesh. Indian J. Fish., 44 (2): 133-139.
- Nico L.G. y D.C. Taphorn. 1984. Biología de la Curvinata *Plagioscion squamosissimus* en el Módulo Fernando Corrales de UNELLEZ, Apure. Rev. UNELLEZ Cienc. Tecnol., 2: 31-39.
- Pauly D. 1987. A review of ELEFAN system for analysis of length-frequency data in fish and aquatics invertebrates. En Pauly D. y G.R. Morgan (Eds.) Length based methods in fisheries research. ICLARM Conference Proceedings, 13: 7-34.
- Petrere Jr. M. 1983. Yield per recruit of the tambaqui *Colossoma macropomum* Curvier, in the Amazonas state, Brazil. J. Fish. Biol. 22: 133-144.
- Rodríguez A.M., J.D. Rodríguez, M.N. Morales y A.E. Ferreira. 1988. Aspectos da estrutura populacional dapescada-piauí *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Scianidae), na represa de Bariri, Río Tietê, estado de Sao Paulo, Brazil. B. Inst. Pesca, 15(2): 155-167.
- Sparre P. y S.C. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1, Manual FAO. Doc. Tec. Pesca, N° 306/1. Rev.1. 420 p.
- Welcomme R.L. 1980. Ordenación de la explotación pesquera de los grandes ríos. FAO. Doc. Tec. Pesca, N° 194. 65 p.
- Welcomme R.L. 1985. River fisheries. FAO Fish., Tech. Pap. N° 262. 330 p.

- Weyl O.L.F., A.J. Booth, K.R. Mwakiyongo y D.S. Mandere. 2005. Management recommendations for *Copadichromis chrysonotus* (Pisces: Cichlidae) in Lake Malombe, Malawi, based on per-recruit analysis. *Fish. Res.*, 71(2):165-173.
- Williams J.D. 1995. Ecology of large piscivorous fishes in Guri Reservoir, Venezuela, with notes on community structure. MSc. Thesis, Wildlife and Fishery Sciences. Texas A&M University, Texas. 77 pp.