

Variación espacio-temporal de las larvas de tres especies de peces migratorios en el cauce del río Magdalena (Colombia), durante el ciclo hidrológico 2006-2007

Spatio-temporal variation of the larvae of three species of migratory fish in the stream bed of the Magdalena river (Colombia), during the 2006-2007 hydrological cycle

María I. Pareja-Carmona^{1,3}, Luz F. Jiménez-Segura^{1,2,4}, Luz E. Ochoa-Orrego¹

Resumen

En la cuenca media del río Magdalena (Colombia) se tomaron muestras semanales durante el ciclo hidrológico 2006-2007 para evaluar la variación espacio-temporal de las larvas de tres especies de peces migratorios (*Prochilodus magdalenae* Steindachner 1879, *Pimelodus* spp. y *Pseudoplatystoma magdaleniatum* Buitrago-Suarez y Burr 2007). Para este análisis se consideró la abundancia y la densidad de individuos en cada una de las muestras tomadas en el canal principal del río Magdalena a la altura de Puerto Berrío (Antioquia). Se capturó un total 490 individuos, de los cuales la mayor abundancia la obtuvo *Pimelodus* spp. (74,7%), seguido de *P. magdaleniatum* (13,7%) y *P. magdalenae* (11,6%). Se encontró que la abundancia y la densidad de las larvas entre los sitios muestreados fueron homogéneas y sólo se encontraron diferencias significativas entre los periodos hidrológicos asociadas a la interacción de factores físicos como el aumento en el nivel de agua.

Palabras clave: Distribución de peces, ictioplancton, peces migratorios, río Magdalena, Colombia.

Abstract

In the middle Magdalena river drainage (Colombia) samples were taken weekly during the 2006-2007 hydrological cycle to assess the spatio-temporal variation of the larvae of three species of migratory fish (*Prochilodus magdalenae* Steindachner 1879, *Pimelodus* spp. y *Pseudoplatystoma magdaleniatum* Buitrago-Suarez y Burr 2007). For this analysis we considered the abundance and density of individuals in each of the samples taken in the main channel of the Magdalena River at Puerto Berrio (Antioquia). A total of 490 individuals were captured, with *Pimelodus* spp. exhibiting the greatest abundance (74.7%), followed by *P. magdaleniatum* (13.7%), and *P. magdalenae* (11.6%). We found that the abundance and density of larvae among sites were homogeneous and significant differences were only encountered between hydrological periods associated with the interaction of physical factors such as an increase in the water level.

Key words: fish distribution, ichthyoplankton, migratory fish, Magdalena river, Colombia.

INTRODUCCIÓN

Los peces presentan estrategias de vida únicas (equilibrio, oportunista y estacional) y por lo tanto adaptaciones biológicas específicas (Nakatani et al. 2001, Winemiller 1989), determinadas por las variaciones en las condiciones ambientales (Vazzoler 1996). Dentro de las principales estrategias adaptativas, están los movimientos migratorios, que permite a los organismos enfrentarse con la heterogeneidad ambiental tanto temporal como espacial de una manera previsible y que resulta en la presencia sucesiva de

animales de una misma especie en diferentes hábitats (Usma et al. 2009).

Los peces al igual que otros organismos realizan migraciones de acuerdo a tres propósitos: alimento, refugio y reproducción; este último, es más evidente que las migraciones por refugio o alimentación. Muchas especies de peces presentan desoves aguas arriba, por lo que estas migraciones pueden ayudar a compensar la deriva aguas abajo o mejorar su dispersión en un hábitat apropiado (Lucas y Baras 2001).

En los ríos tropicales, la reproducción de los peces

Recibido: marzo 2013; aceptado: febrero 2014.

¹ Grupo de Ictiología (GIUA), Instituto de Biología, Universidad de Antioquia. A. A. 1226. Medellín (Antioquia), Colombia.

² Docente, Instituto de Biología, Universidad de Antioquia. A. A. 1226. Medellín (Antioquia), Colombia.

Correos electrónicos: ³<isabel795@gmail.com>; ⁴<luz.jimenez@udea.edu.co>.

generalmente es temporal y existe una sincronización entre los procesos reproductivos y el incremento en el nivel de las aguas ocasionado por el régimen hidrológico (Montreuil et al. 2001). Otros factores ambientales críticos para la maduración gonadal y la reproducción son la temperatura y el fotoperíodo (Lowe-McConnell 1987), además el nivel máximo del agua actúa como indicador del final del periodo reproductivo (Munro 1990, Vazzoler et al. 1997).

Cerca del 10% de las especies de peces que se conocen en la cuenca media del río Magdalena poseen hábitos migratorios; las cuales desovan principalmente en los afluentes al río y derivan hacia los ambientes cenagosos que son utilizados como áreas de crecimiento, alimentación y refugio para las larvas y juveniles (Jiménez-Segura 2007, Usma et al. 2013). Uno de los elementos más importantes en el ciclo de vida de muchas especies de peces migratorios, es la deriva de huevos y larvas en los ríos, que permite su dispersión y abundancia (Krebs 1994, Nikolsky 1978, Oliveira y Araujo-Lima 1998).

La cuenca del río Magdalena, presenta un régimen hidrológico bi-modal, con el cual los peces realizan cuatro movimientos longitudinales en el cauce principal del río. Al inicio del año, cuando se reduce el nivel del río se observa la migración de subienda, que involucra el desplazamiento de los adultos desde los planos de inundación hacia los tramos altos del río; posteriormente con las lluvias se genera el incremento en el nivel del agua permitiendo el desove de las especies y la migración río abajo (bajanza), en donde juveniles y adultos ingresan a los planos de inundación. Durante el segundo

semestre, los bajos niveles del agua provocan una nueva migración y un nuevo evento reproductivo (Jiménez-Segura 2007).

Para entender mejor la dinámica reproductiva de las especies de peces es necesaria la evaluación del ictioplancton (Alves y Moura 1992, Atencio-García et al. 1999); además de definir la distribución de estos embriones y larvas, como una herramienta útil para inferir y delimitar áreas de desove y los procesos de dispersión, y para definir las acciones de manejo y conservación de los recursos pesqueros explotados (Jiménez-Segura 2007, Oliveira y Araujo-Lima 1998). Pese a esta importancia, en Colombia se tiene muy poca información del ictioplancton de las especies dulceacuícolas, en especial de las de interés comercial (especies migratorias) (Lasso et al. 2011), que representan el 90% de la pesca continental colombiana (Usma et al. 2009).

Con el siguiente trabajo se pretende conocer la variación de la distribución espacial y temporal de las larvas de tres especies migratorias (*P. magdalenae*, *Pimelodus* spp. y *P. magdaleniatum*) en la sección transversal del cauce del río Magdalena en la cuenca media y cómo ésta se encuentra influenciada por el pulso de inundación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio. El área de estudio se localiza en la cuenca media del río Magdalena en el sector de Puerto Berrio (Antioquia), Colombia que se encuentra a una altitud de 111 m y entre los 6° 29' 15,7" N y 74° 24' 21" O (figura 1).

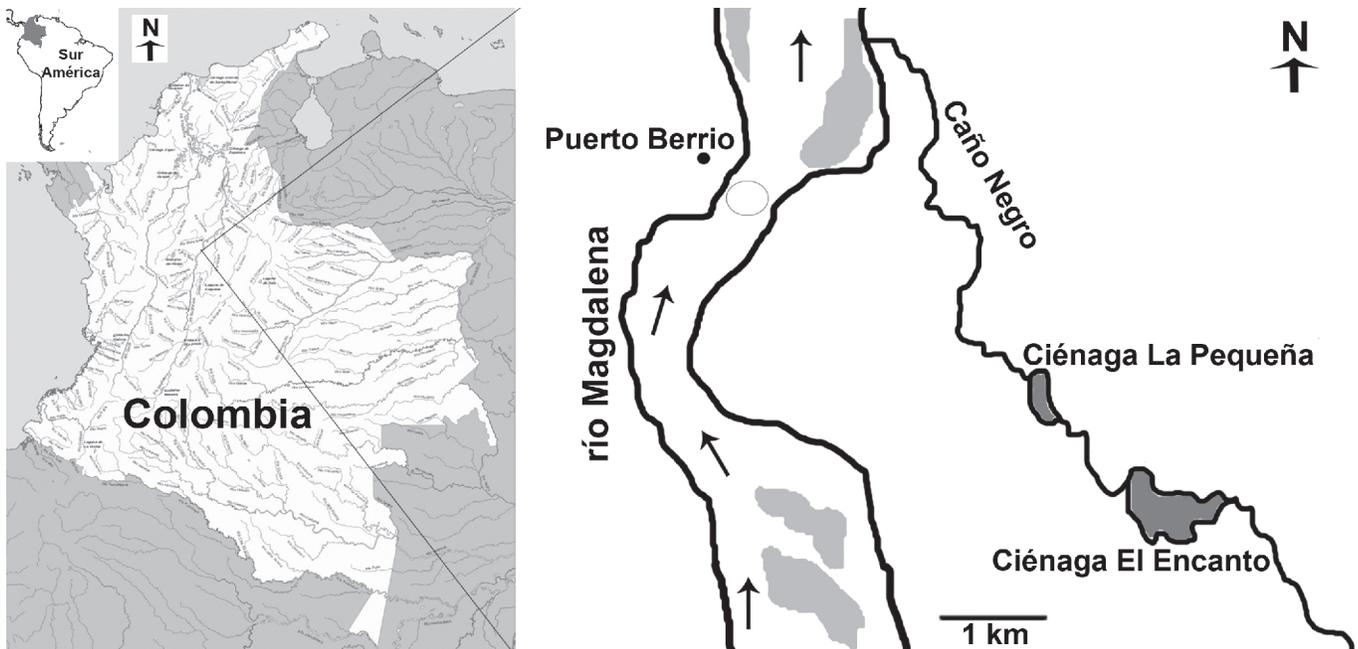


Figura 1. Área de estudio y localización del sitio de muestreo en el cauce del río Magdalena (Colombia) (circulo negro) [tomado de Jiménez-Segura (2007)]

Metodología de muestreo. Las muestras analizadas provienen de capturas realizadas semanalmente desde febrero de 2006 hasta enero de 2007 dentro de la evaluación para el proyecto “Ictioplancton y reproducción de los peces en la cuenca media del río Magdalena (sector de Puerto Berrío, Antioquia)”. Las muestras se tomaron en tres sitios sobre una sección del canal principal del río Magdalena, en las dos riberas se tomaron muestras superficiales a 0,5 m de profundidad y en la ribera izquierda (con mayor profundidad), se tomó una muestra adicional en el fondo para un total de tres muestras por semana.

Para recolectar el ictioplancton se utilizó la metodología propuesta por Gale y Mohr (1978) con modificaciones en el área de la abertura de la red y tamaño de la malla. Se utilizó una red cónico-cilíndrica de boca circular con diámetro de 0,38 m, 1,2 m de largo y 0,4 mm de malla; con un flujómetro mecánico General Oceanics instalado en el centro de la boca de la red para obtener el volumen de agua filtrado durante un minuto. Las muestras se tomaron en las primeras horas de la mañana (8:00). Cada muestra se fijó en formaldeído al 5%, neutralizada con carbonato de calcio.

La información diaria sobre el nivel del agua en el río Magdalena se obtuvo a partir de los registros del Puerto Fluvial ubicado en el municipio de Puerto Berrío (Antioquia). A partir de esta información y de acuerdo con Jiménez-Segura (2007) se definieron dos ciclos anuales (**ciclo I:** diciembre-junio y **ciclo II:** julio-noviembre) y dentro de cada uno de estos, cuatro periodos hidrológicos (aguas bajas, aguas subiendo, aguas altas y aguas bajando).

Análisis de muestras. En el laboratorio, cada muestra fue tamizada, separando el ictioplancton del material acompañante. La identificación de las larvas fue realizada utilizando la clave preliminar para larvas del río Magdalena (Jiménez-Segura 2007) y agrupadas según su categoría taxonómica de acuerdo con Araujo-Lima (1990) y Nakatani et al. (2001). Las larvas se conservaron en formaldeído al 2%.

La densidad de larvas fue calculada para 1 m³ de agua filtrada para cada sitio de muestreo. Se estimó la densidad de larvas para cada ciclo y periodo hidrológico, y para cada sitio muestreado. Para establecer si existen diferencias en la densidad de larvas entre los dos ciclos hidrológicos, se aplicó la prueba de Comparación de Rangos de Mann-Whitney (Guisande et al. 2006) y entre periodos hidrológicos, la prueba de Kruskal-Wallis (Guisande et al. 2006). Para observar si existe independencia entre el nivel del agua y la densidad de las especies, se aplicó el estadígrafo *Gamma* (γ) (Guisande et al. 2006). Para la organización de la información y el análisis estadístico, se utilizaron los paquetes EXCEL 6.0 y

STATISTICA 7.0. Para todas las pruebas se acogió un nivel de significancia del 95% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Se recolectó un total de 490 larvas de las tres especies migratorias (*P. magdalenae*, *Pimelodus* spp. y *P. magdaleniatum*) en 506,14 m³ filtrados durante todo el periodo de muestreo. La densidad total fue de 0,97 larvas/m³ y fluctuó entre 0 y 8,3 larvas/m³. La mayor densidad la presentó *Pimelodus* spp., con 0,36 larvas/m³, seguido por *P. magdaleniatum* con 0,07 larvas/m³, y finalmente *P. magdalenae* con 0,06 larvas/m³. La densidad total de ictioplancton incrementó durante la elevación en el nivel del agua en los ciclos hidrológicos (figura 2).

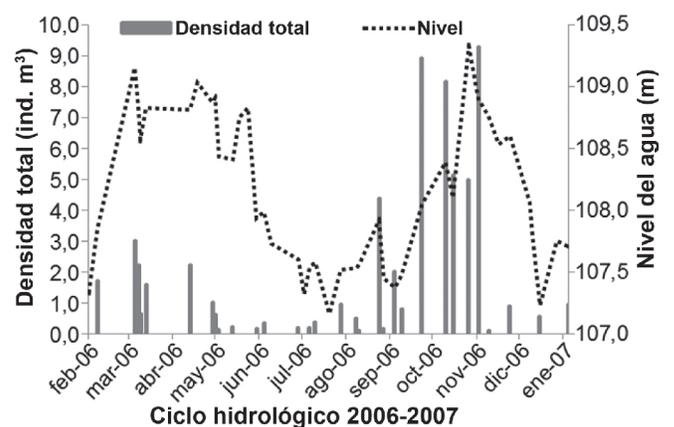


Figura 2. Densidad total de individuos (individuos/m³) para tres especies de peces migratorios: *Prochilodus magdalenae*, *Pimelodus* spp. y *Pseudoplatystoma magdaleniatum* capturadas en el río Magdalena (Colombia) durante el ciclo hidrológico 2006-2007. En el eje secundario los valores diarios del nivel (m), respecto a la cota base (altitud, m)

La densidad total de larvas que derivó en el segundo ciclo hidrológico del año 2006 fue significativamente mayor a la del primer ciclo ($Z = -1,352$; $p < 0,05$). Dentro de cada ciclo, la densidad fue diferente entre los periodos hidrológicos ($H_{(6,126)} = 33,761$; $p < 0,05$), siendo mayor en los periodos de creciente (aguas subiendo) (figura 3).

En general, las mayores densidades para cada especie se presentaron en el segundo ciclo hidrológico (figura 3). Además, se presentaron diferencias significativas en la densidad de larvas entre periodos hidrológicos para las tres especies (tabla 1).

La densidad de larvas de *P. magdalenae* y *Pimelodus* spp. estuvo relacionada con los cambios en el nivel del agua, ambas

Tabla 1. Valores estadísticos para los ciclos (Mann-Whitney) y periodos hidrológicos (Kruskal-Wallis) de la densidad de larvas en el río Magdalena (Colombia) durante el ciclo hidrológico 2006-2007

Especies	Ciclo	Periodo
<i>Prochilodus magdalenae</i>	Z = 0,3032; p < 0,05	H _(6, 126) = 23,64; p = 0,0006
<i>Pimelodus spp.</i>	Z = -1,5855; p < 0,05	H _(6, 126) = 28,31; p = 0,0001
<i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i>	Z = -0,2460; p < 0,05	H _(6, 126) = 25,62; p = 0,0003

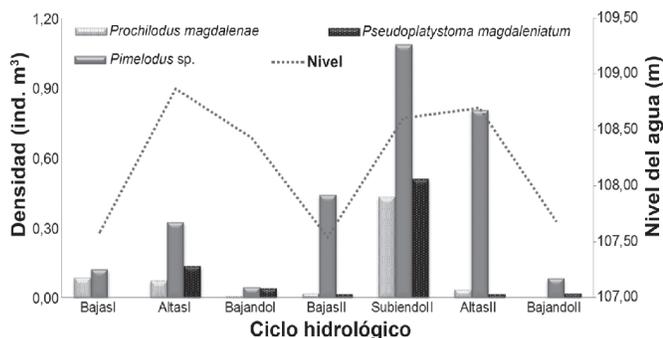


Figura 3. Densidad de tres especies de peces migratorios: *Prochilodus magdalenae*, *Pimelodus spp.* y *Pseudoplatystoma magdaleniatum* en el río Magdalena (Colombia) durante el ciclo hidrológico 2006-2007 y cambios en el nivel del agua (valor promedio de cada periodo hidrológico), respecto a la cota base (altitud, m)

Tabla 2. Valores estadísticos para la distribución espacial (riberas derecha e izquierda y fondo) de la densidad de larvas de tres especies de peces migratorios en el río Magdalena (Colombia) durante el ciclo hidrológico 2006-2007

Especies	H	p
<i>Prochilodus magdalenae</i>	1,15	0,56
<i>Pimelodus spp.</i>	0,12	0,94
<i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i>	0,08	0,96

especies presentaron una correlación positiva ($r = 0,47$, $p = 0,00001$ y $r = 0,16$, $p = 0,031$, respectivamente). Esta relación no fue observada para *P. magdaleniatum* ($r = 0,15$, $p = 0,14$). Al evaluar la densidad de larvas entre sitios (riberas y fondo) para cada especie, no se encontraron diferencias significativas (figura 4, tabla 2).

DISCUSIÓN

La mayoría de especies migratorias de agua dulce en Colombia se encuentran en algún grado de amenaza (Mojica et al. 2012), las cuales por sus características ecológicas, son susceptibles a los efectos de la intervención antrópica (contaminación, deforestación, interrupción de rutas migratorias y sobreexplotación pesquera). La cuenca del río Magdalena es el cuerpo de agua más importante de Colombia y soporta cerca del 80% de la población humana del país, por lo que las amenazas a las poblaciones ícticas son mayores. Esto se ha evidenciado en la disminución de las capturas de pesca (Galvis y Mojica 2007) y las densidades de larvas; Jiménez-Segura (2007) registró valores mayores para *P. magdalenae*, *Pimelodus spp.* y *P. magdaleniatum* a los encontrados en este trabajo.

La abundancia de larvas mostró grandes diferencias en la densidad durante los periodos reproductivos, siendo más abundantes al comienzo de la inundación (subiendo II) (figura 3), debido a que la migración de *subienda* se presenta en la temporada de *aguas bajas* y el desove tiene lugar al comienzo de la temporada de lluvias, cuando sube el nivel del agua aumenta la disponibilidad de alimentos y áreas de refugio para los peces jóvenes (Jiménez-Segura 2007).

La presencia de larvas en el río durante la mayor parte del año sugiere que la actividad reproductiva fue casi continua, aunque se logran diferenciar claramente los dos picos reproductivos, cada uno correspondiente a un ciclo hidrológico, que coincide con el régimen hidrológico bi-modal de la cuenca del río Magdalena. Jiménez-Segura (2007), definió que el primer semestre presenta el mayor pico reproductivo, pero debido a la ausencia de datos para el periodo de *aguas subiendo I* no se pueden confrontar estos resultados.

Debido a la dinámica pulsante del ictioplancton, no se encontró un patrón claro de distribución espacial para ninguna de las tres especies, contrario a lo registrado por otros autores

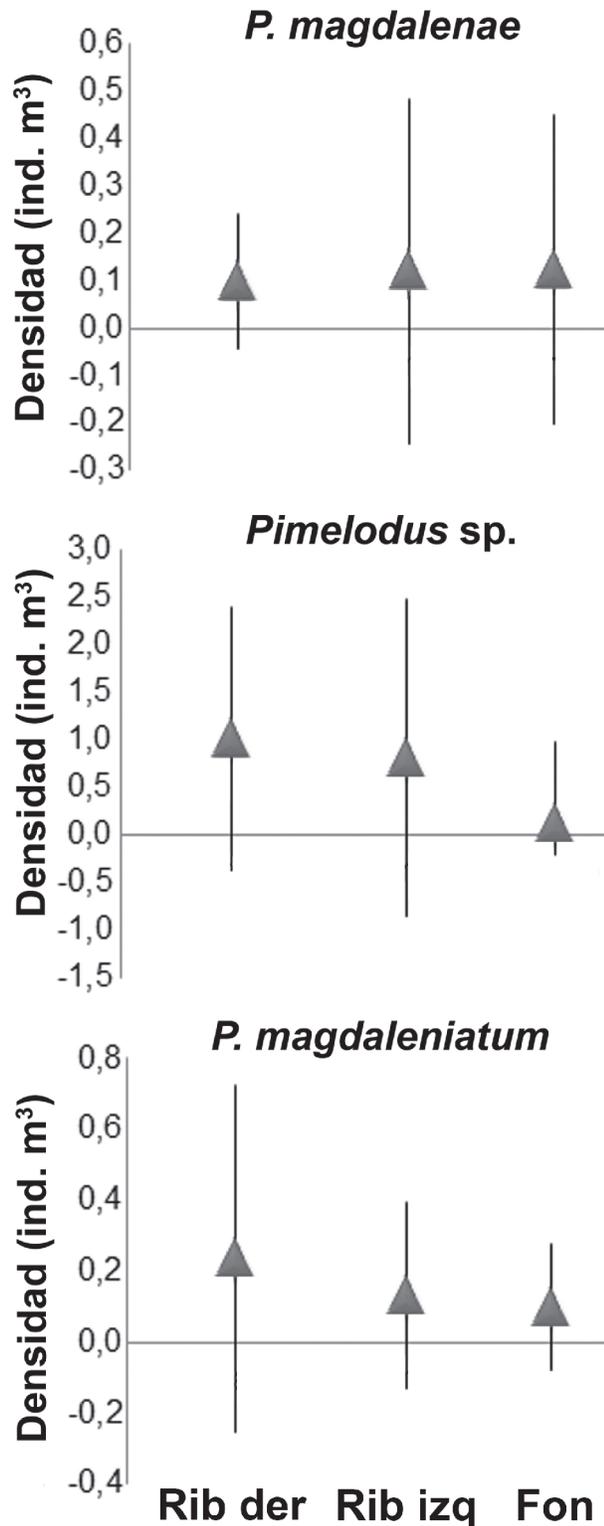


Figura 4. Distribución espacial de la densidad de las larvas de tres especies de peces migratorios: *Prochilodus magdalenae*, *Pimelodus spp.* y *Pseudoplatystoma magdaleniatum* durante el ciclo hidrológico 2006-2007 en tres sitios de la sección transversal del cauce del río Magdalena (Colombia) (las barras verticales indican la desviación estándar; **Rib der** = ribera derecha; **Rib izq** = ribera izquierda; **Fon** = fondo)

(Atencio-García 2005, Jiménez-Segura 2007), quienes encontraron que las larvas de especies de Siluriformes y sus embriones tienden a derivar por el sector con mayor velocidad y las de Characiformes lo hacen por el sitio de menor velocidad (ribera); sin embargo, Oliveira y Araujo-Lima (1998) mencionan que aunque la abundancia de larvas es elevada en los márgenes de los ríos, no implica que el transporte de las larvas se produzca principalmente en esta sección del río, es posible que estos sectores del cauce que tienen menores velocidades, actúen como áreas retenedoras de material suspendido y, en este caso, de los embriones y larvas.

Se puede afirmar que la densidad de larvas mostró diferencias durante los periodos reproductivos, siendo más abundante al comienzo de la inundación (aguas subiendo II). La presencia de larvas en el río durante la mayor parte del año sugiere que la actividad reproductiva de las tres especies fue casi continua, aunque se mantienen los picos reproductivos que coinciden con el aumento en el nivel del agua. No se encontraron diferencias significativas en la distribución espacial para ninguna de las tres especies.

Es bien conocido que la actividad pesquera está generando una sobreexplotación del recurso íctico, por lo que la recuperación natural no compensa el efecto pesquero, provocando extinciones locales, regionales o totales. No obstante, existen algunos factores poco evidenciados y diagnosticados que están relacionados directamente con la reproducción de las especies. La captura de individuos reproductivamente activos, así como el deterioro en las áreas de desove y de crianza, provocan la disminución en las poblaciones, principalmente de aquellas que realizan migraciones para completar sus ciclos de vida. El conocimiento del ictioplancton además de ser un aporte al desarrollo morfológico de las especies, permite delimitar las áreas de desove y definir acciones de manejo y preservación de recursos explotados. Estas acciones deben estar dirigidas no sólo a prevenir o mitigar los problemas en el manejo y aprovechamiento de los recursos pesqueros, sino también a atender y reducir los posibles daños irreversibles que se puedan presentar en el ambiente.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado con la beca A3747 del Fondo Internacional para el apoyo de la Ciencia (IFS, siglas en inglés). Los autores agradecen al señor Octavio Quesada, miembro de la asociación de pescadores ASOPESCA, el apoyo que viene dando desde el año 2004 en el desarrollo del monitoreo al ictioplancton en la cuenca media del río Magdalena.

REFERENCIAS

- Araujo-Lima CARM. 1990. A larva da branquinha comum, *Potamorhina latior* (CURIMATIDAE: PISCES) da Amazônia central. Revista Brasileira de Biologia, 51 (1): 45-56.
- Atencio-García VJ, Solano JM, Quiroz H. 1999. Áreas de desove de los peces migratorios del río Sinú aguas abajo de la hidroeléctrica Urrá. Proyecciones investigativas. Colombia, 5: 11-23.
- Atencio-García VJ. 2005. Descripción del desarrollo ontogénico y aspectos del alevinaje de la dorada (*Brycon sinuensis* Dahl, 1955) [Trabajo presentado como requisito para optar a Profesor Titular]. [Montería (Colombia)]: Universidad de Córdoba. p. 57.
- Jiménez-Segura LF. 2007. Períodos reproductivos de los peces migratorios en la cuenca del río Magdalena a la altura de Puerto Berrío (Antioquia, Colombia) [Tesis de doctorado]. [Medellín (Colombia)]: Universidad de Antioquia. p. 154.
- Galvis G, Mojica JI. 2007. 'The Magdalena River fresh water fishes and fisheries'. Aquatic Ecosystem Health & Management, 10 (2): 127-139.
- Gale WF, Mohr HW Jr. 1978. Larval fish drift in a large river with a comparison of sampling methods. Transactions of the American Fisheries Society, 107: 46-55.
- Guisande C, Barreiro F, Maneiro I, Riveiro I, Vergara AR, Vaamonde A. 2006. Tratamiento de datos. Madrid (España): Díaz de Santos. p. 356.
- Krebs CJ. 1994. Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance. 4th ed. New York (U. S. A.): Harper Collins College Publishers. p. 801.
- Lasso CA, Agudelo-Córdoba E, Jiménez-Segura LF, Ramírez-Gil H, Morales-Betancourt M, Ajiaco-Martínez RE, Gutiérrez F. de Paula, Usma-Oviedo JS, Muñoz-Torres SE, Sanabria-Ochoa AI. 2011. I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Bogotá (Colombia): Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). p. 715.
- Lowe-McConnell RH. 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge (U. K.): Cambridge University Press. p. 382.
- Lucas MC, Baras E. 2001. Migration of freshwater fishes. Oxford (U. K.): Blackwell Science. p. 420.
- Mojica JI, Usma JS, Álvarez-León R, Lasso CA. 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. Bogotá (Colombia): Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. p. 319.
- Montreuil V, García A, Rodríguez R. 2001. Biología reproductiva de *Prochilodus nigricans* (boquichico), en la Amazonía peruana. Folia Amazónica, 12 (1-2): 5-13.
- Munro AD, Scott AP, Lam TJ. 1990. Reproductive Seasonality in Teleosts: Environmental Influences. Florida (U. S. A.): CRC Press Inc. p. 264.
- Nakatani K, Agostinho A, Baumgartner G, Bialezki A, Sanches P, Makrakis M, Pavanelli C. 2001. Ovos e larvas de peixes de água doce, desenvolvimento e manual de identificação. Maringa (Brasil): Eduem. p. 378.
- Nikolsky GV. 1978. The ecology of fishes. 2nd ed. Auburn (U. S. A.): T. F. H. Publications. p. 352.
- Oliveira EC, Araujo-Lima CARM. 1998. Distribuição das larvas de *Mylossoma aureum* e *M. duriventre* (Pisces: Serrasalminidae) nas margens do rio Solimões, AM. Revista Brasileira de Biologia, 58 (3): 349-358.
- Usma-Oviedo S, Villa-Navarro F, Lasso C, Castro F, Zuñiga PT, Cipamocha CA, Ortega-Lara A, Ajiaco H, Ramírez-Gil H, Jiménez LF, Maldonado-Ocampo J, Muñoz JA, Suarez JT. 2013. Peces dulceacuícolas migratorios. En: Zapata IA, Usma S (eds.). Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Vol. 2. Bogotá D. C. (Colombia): Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, WWF-Colombia. p. 486.
- Vazzoler A. 1996. Biología da reprodução de peixes teleósteos: teoria e pratica. Maringa (Brasil): Eduem. p. 169.
- Vazzoler AE, Suzuki HI, Marques EE, Lizama M. 1997. Primeira maturação gonadal, períodos e áreas de reprodução. En: Vazzoler AE, Agostinho AA, Hanh NS, editores. A Planície de inundação do Alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológico e sócio econômico. Maringa (Brasil): Eduem. p. 249-266.
- Winemiller KO. 1989. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environmental. Oecologia, 81: 225-241.