
Gradiente de recuperación longitudinal en la estructura de la ictiofauna en un río andino regulado

Luz Fernanda Jiménez-Segura, Javier A. Maldonado-Ocampo y Clara María Pérez-Gallego

Resumen

Los cambios que tiene la biota que habita los cauces aguas abajo de las presas han sido objeto de numerosos estudios pero pocos se han focalizado a conocer los gradientes de recuperación aguas abajo de la presa e incluso la influencia de la estacionalidad en el pulso de caudal en este proceso. Desde el año 2000 la empresa de generación de energía Isagen S.A. E.S.P. ha venido monitoreando algunas características emergentes de la comunidad de especies de peces en la cuenca baja del río La Miel (cuenca del río Magdalena), aguas abajo de la presa para conocer la respuesta de la ictiofauna ante las nuevas condiciones ambientales. Con base en estos monitoreos se verificaron las hipótesis de que existe un gradiente de recuperación en las características del ensamblaje a lo largo del eje longitudinal, en dirección descarga de turbinas – desembocadura al río Magdalena, y que elevados valores en la dominancia estuvieron determinados por la llegada de especies migratorias al sitio de la descarga durante el periodo hidrológico de aguas bajas. Finalmente, se plantea la necesidad de considerar la ubicación de una presa teniendo en cuenta la posibilidad de que afluentes próximos aguas abajo amortigüen la influencia de la presa y de la operación de la central hidroeléctrica.

Palabras clave. Río represado. Energía eléctrica. Concepto de Discontinuidad Serial. Andes colombianos. Cuenca del río Magdalena.

Abstract

Changes in the biota inhabiting the streams downstream of dams have been the subject of numerous studies but few have focused on recovery gradients downstream of the dam or the influence of seasonality on the pulse of the flow in regulated streams. Since 2000 the hydro-power company Isagen SA E.S.P. has been monitoring some emerging characteristics of the fish community in the lower basin of La Miel River (Magdalena River Basin) downstream of the dam to document the response of the fish fauna to new environmental conditions. Based on this monitoring, we tested the hypothesis that there would be a gradient of recovery in the fish assemblage characteristics along the longitudinal axis, downstream from the turbine's output to its mouth in the Magdalena River. The highest values observed in the dominance index were a result of the arrival of migratory species to the site of the water discharge from the dam during low water period. Finally there is a need to weigh alternative locations of a dam taking into consideration the possibility that downstream tributaries can diminish the impact of the dam and hydropower plant operation.

Key words. Dammed river. Hydropower. Serial Discontinuity Concept. Colombian Andes. Magdalena River Basin.

Introducción

El concepto del Río Continuo (CRC) define que las variables físicas en un sistema ribereño, desde las cabeceras hasta la desembocadura, presentan un gradiente continuo. A este gradiente físico a lo largo del río, la biota acuática responde presentando patrones típicos asociados con el almacenamiento, transporte y uso de la materia orgánica (Vannote *et al.* 1980). La inclusión de barreras en este continuo conlleva cambios en la geomorfología, en la calidad del agua, en el régimen de la temperatura, en el pulso de caudal y por lo tanto en la respuesta de la biota a este cambio (Callow y Petts 1992).

La dinámica que impone una barrera dentro de este continuo ribereño es claramente expuesta en el concepto de Discontinuidad Serial CDS (Ward y Stanford 1983). El CDS afirma que aguas abajo de la presa se da inicio a un nuevo continuo a lo largo del cual la estructura de la biota acuática sufre un proceso de recuperación pero que, este dependerá a su vez, de la localización de la barrera dentro de la cuenca.

El uso del agua para generar energía eléctrica es común a nivel mundial y el efecto que tiene la construcción de embalses sobre la biota acuática es uno de los tópicos de mayor citación en las investigaciones dentro del tema ambiental (Ellis y Jones 2013). Estos efectos pueden ser fuertemente influenciados por las características mismas del embalse (p. e. localización dentro de la cuenca, altitud, tiempo de retención), de la cuenca (p. e. estacionalidad hidrológica, pendiente, presencia de otros afluentes a lo largo del cauce), así como por las reglas de operación de la central de generación.

En este trabajo, con base en la información recopilada por la empresa Isagen S. A. E.S.P. durante monitoreos en los años 2002-2009, se pretende responder las siguientes preguntas: a) ¿las características emergentes del ensamblaje de peces aguas abajo de la Central Miel I siguen un gradiente de recuperación asociado con la distancia desde el sitio de descarga y la presencia de tributarios al cauce principal del río? b) ¿la temporalidad hidrológica influye en la estructura de la ictiofauna a lo largo del cauce del río La Miel?

Material y métodos

Área de estudio

El río La Miel está localizado en la vertiente oriental del ramal central de los Andes del norte en Colombia. Su cuenca tiene 2367 km², nace a los 3600 m s.n.m. y luego de 104 km de recorrido desemboca en el río Magdalena a los 146 m s.n.m. en su margen izquierda. En la hidrografía de la zona del valle del río La Miel (cuenca baja), se destacan el río Manso y el río Samaná. Después de la confluencia del río Samaná con el río La Miel el caudal medio anual se duplica, pasando de 137 m³.s⁻¹ a un valor cercano a los 330 m³.s⁻¹ (Universidad de Antioquia-Isagen S. A. 2012).

En el río la Miel se pueden definir cuatro sectores teniendo en cuenta algunos rasgos físicos como la estructura del sustrato aguas abajo de la presa, la transparencia del agua y su velocidad, y el cambio en el nivel del agua como resultado del pulso de caudal que genera la turbinación de la central Miel I:

- 1) Cauce del río arriba de la descarga de turbinas (sitio Puente Hierro). En este sector, el río presenta sustrato arenoso con rocas de diferente tamaño, transparencia alta y velocidades intermedias; igualmente pequeños cambios en el nivel del agua como resultado de la turbinación.
- 2) Sector del río donde llega la descarga de turbinas. El cauce tiene sustrato predominantemente rocoso, con velocidad alta en el flujo del agua, al igual que alta transparencia; se presentan grandes cambios diarios en el nivel del agua.
- 3) cauce del río con influencia del río Manso (sitios La Palmera, La Cachaza y desembocadura del río Manso). En este sector la velocidad del agua se reduce, no obstante la transparencia se mantiene así como la estructura rocosa del sustrato. La influencia del caudal aportado por el río Manso amortigua el cambio diario en el nivel del agua.
- 4) Cauce del río donde desemboca el río Samaná-Sur y tiene influencia el río Magdalena (sitios San Miguel y desembocadura del río Samaná-Sur). En este sector el río reduce significativamente su transparencia, en el sustrato domina la arena sobre la roca y la velocidad del agua es menor. El cambio en el nivel del agua se amortigua con el pulso de caudal natural del río Samaná-Sur (Universidad de Antioquia-Isagen S. A. E.S.P. 2012). Para mayor detalle de las características de cada sector, ver tabla 1.

Diseño del muestreo

Para conocer la estructura del ensamblaje en el gradiente físico en el río La Miel, los peces fueron capturados en siete sitios aguas abajo de la presa de la Central Hidroeléctrica Miel I: cinco sobre el cauce principal del río La Miel y dos en sus tributarios, los ríos Manso y Samaná Sur (Figura 1). Los muestreos se realizaron entre los años 2002 y 2009. En el año 2002, 2004 y 2005 solo se tomaron muestras en las aguas altas del segundo semestre del año y en las aguas bajas del primer semestre y no se hicieron capturas en el sitio inmediatamente arriba del túnel de descarga. En los años 2006, 2007, 2008 y 2009 se tomaron muestras en seis periodos hidrológicos de la cuenca del río Magdalena: aguas bajas, aguas subiendo y aguas altas, del primero y del segundo semestre del año.

Captura de los peces

Los peces fueron capturados con métodos de pesca activos. Fueron usadas redes de caída (atarrayas de 3, 1, y 0,5 cm de abertura de malla y 2,5 m de alto), redes de arrastre (chinchorros y barrederas) y jamas. El esfuerzo de muestreo se mantuvo entre los años 2006 y 2009 entre los muestreos y sitios. Una vez colectados los peces fueron fijados en solución

de formol al 10 % y llevados al laboratorio para su análisis. Cada ejemplar fue identificado a especie con la ayuda de literatura especializada y su estatus taxonómico fue verificado en Eschmeyer y Fong (2014). Fueron depositados al menos 10 ejemplares por especie en las colecciones de peces de la Universidad Católica de Oriente (CP-UCO) y de la Universidad de Antioquia (CIUA).

Composición y descripción del ensamblaje

El listado de especies sigue la clasificación taxonómica de Eschmeyer y Fong (2014) en donde las familias siguen un orden sistemático, y las subfamilias, géneros y especies están ordenados alfabéticamente. Para complementar el listado de especies fue incorporado el trabajo de García-Melo y Bogotá-Gregory (2006). Los especímenes identificados a nivel de género que no estaban en la lista de composición, fueron incluidos como representantes del género. Para cada especie se estableció a que categoría de amenaza pertenece según Mojica *et al.* (2012), tipo de uso (Lasso *et al.* 2011), estatus de migración (Usma *et al.* 2013) y categoría (dominante, común, ocasional, rara), según su abundancia relativa y su frecuencia en los muestreos (Magurran 2004).

Tabla 1. Algunas características del hábitat en cada uno de los sectores en el río La Miel (Valores medios y desviación estándar D. E.). Fuente: Universidad de Antioquia-Isagen S. A. E.S.P. (2012). * Intervalo.

Sector	Sitio	Caudal (m ³ .s ⁻¹)	Velocidad (cm.s ⁻¹)	Transparencia (m)	Sustrato dominante
A	Puente Hierro	0,6-1,3*	0,4 ± D.E. 0,12	0,9 ± D.E. 0,16	Arena
B	Túnel de Fuga	88 ± D.E. 72,1	2,3 ± D.E. 0,9	3,4 ± D.E. 1,4	Rocas
	La Palmera	98,65 ± D.E. 73,23	1,4 ± D.E. 0,8	2,2 ± D.E. 0,9	Guijarros
C	Río Manso	19,6 ± D.E. 16,5	1,6 ± D.E. 0,5	0,5 ± 0,32	Gravas
	La Cachaza	140,1 ± D.E. 84,32	1,6 ± D.E. 0,7	0,9 ± 0,7	Gravas
D	Río Samaná Sur	165,6 ± 130,9	1,6 ± D.E. 0,5	0,2 ± D.E. 0,15	Arena
	San Miguel	328,84 ± D.E. 181,98	2 ± D.E. 0,6	0,9 ± D.E. 3	Gravas

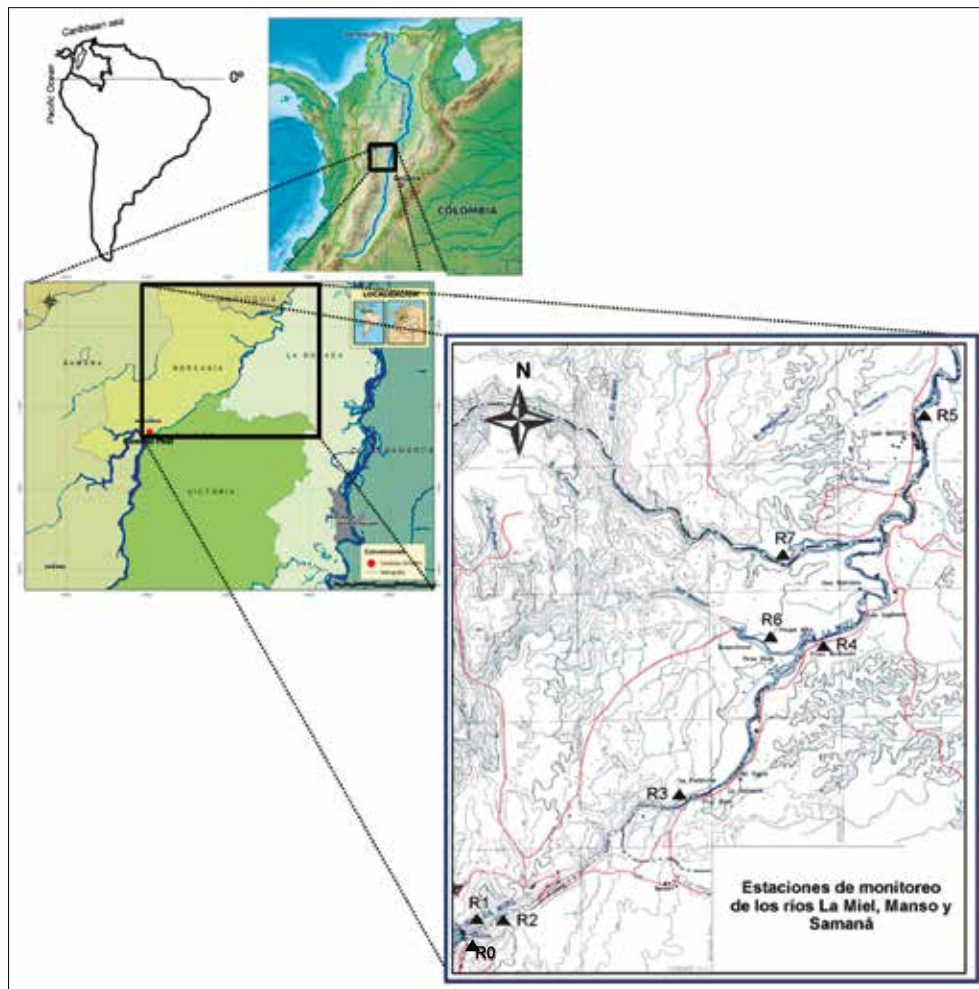


Figura 1. Localización del río La Miel. Sitios de muestreo: **R0:** Entre presa y Puente Hierro. **R1:** Puente Hierro. **R2:** Túnel de Fuga. **R3:** La Palmera. **R4:** La Cachaza. **R5:** San Miguel. **R6:** río Manso. **R7:** río Samaná. Fuente: Isagen S. A. E.S.P. 2007.

Análisis de datos

La información de los muestreos realizados en los años 2002, 2004 y 2005 solo se incluyó para definir la composición de la comunidad de peces debido a que tuvieron diferentes tiempos y esfuerzos de muestreo. La información de los años 2006, 2007, 2008 y 2009 se utilizó para el análisis de la estructura de la comunidad. Los datos de abundancia por especie se usaron en términos de su porcentaje con relación al total de la muestra para reducir el efecto del método de muestreo.

Para definir si la composición del ensamblaje es particular al sitio dentro de la cuenca, se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico

NMDS, usando el índice de Jaccard para valores de presencia-ausencia; el análisis se consideró robusto cuando el valor de estrés fue menor a 0,2. En este análisis solo fueron incluidos los taxa identificados a especie, y aquellos ejemplares que representaron algún género no incluido dentro del listado; fueron excluidas aquellas especies comunes a todos los sitios de monitoreo. Para conocer la estructura de la ictiofauna en los sitios de los sectores del río y periodo hidrológico analizado, fue utilizado el estimador de la diversidad Alfa de Fischer, así como la Dominancia D, la abundancia total y el número de especies. Para verificar si existieron diferencias significativas en estas características de acuerdo con el sitio, periodo

y año de muestreo se usaron análisis de varianza no paramétricos. El criterio de significancia estadística fue cuando $p < 0,05$.

Resultados

En total se registraron 105 taxa (95 especies confirmadas y diez identificada a nivel de género), representantes de 66 géneros, 23 familias y seis órdenes (Anexo 1). Los órdenes con mayor número de especies fueron Characiformes y Siluriformes (89 % del total). Las familias Characidae (30 especies, 16 géneros) y Loricariidae (18 especies, 13 géneros), representaron el 55 % del total de especies. Del total de especies registradas, 17 están incluidas con alguna categoría de amenaza en el libro rojo de peces de agua dulce de Colombia (Mojica *et al.* 2012); 18 especies tienen importancia pesquera y son migratorias; dos especies son introducidas desde África (*Oreochromis niloticus* y *Coptodon rendalli*) y una especie trasplantada desde la cuenca del Amazonas y Orinoco (*Colossoma macropomum*). Seis de las especies registradas por García-Melo y Bogotá-Gregory (2006), no fueron reportadas en los monitoreos de Isagen (2002-2009).

En el 2002 el número de especies fue de 35, y en el 2006 el número de especies reportadas se duplico; en

los siguientes años el incremento no supero el 10 %, y en el año 2009 se alcanzaron las 95 especies (Figura 2). Dieciseis especies se reportaron en todos los años de monitoreo, 14 en cinco de los años, 17 en cuatro, 13 en tres y 34 en solo uno de los años. Del total de especies, 28 % fueron dominantes, 16 % ocasionales y 56 % raras. Dentro de las especies dominantes se destacaron por su importancia para los pescadores de la región *Prochilodus magdalenae*, *Ichthyoelephas longirostris*, *Leporinus muyscorum*, *Cyphocharax magdalenae* y *Salminus affinis* (Tabla 1).

La composición del ensamblaje fue particular a cada sitio dentro del área monitoreada (estrés= 0,1) (Figura 3). El ensamblaje de peces en el sector del río representado por los sitios más próximos a la presa (Puente Hierro y La Cachaza) y a la descarga del túnel de fuga estuvo conformado principalmente por especies de pequeño porte como las de los géneros *Argopleura*, *Astyanax*, *Creagrutus*, *Geophagus*, *Characidium*, *Astroblepus*, *Bryconamericus*, *Hemibrycon*, *Saccodon* y *Lasiancistrus*. En el sector del río La Miel próximo a la influencia del río Manso, fueron comunes especies como *Argopleura magdalenensis*, *Gephyrocharax melanocheir*, *Oreochromis niloticus*, *Saccoderma hastatus*, y *Sturisoma panamense*. La presencia de especies como *Panaque cochliodon*,

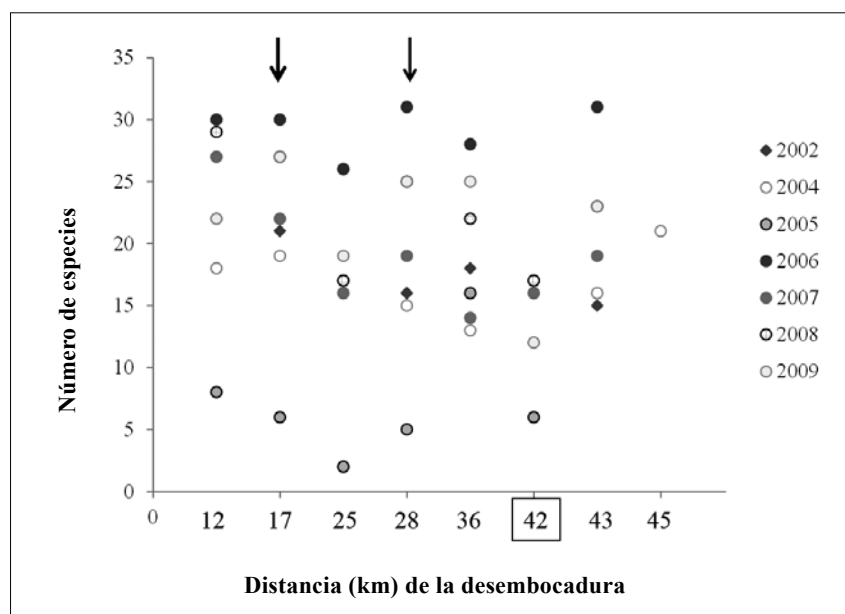


Figura 2. Distribución del número de especies en cada sitio de muestreo y año de monitoreo. Sitio resaltado en cuadro: lugar de descarga de la central Miel I, flechas: ríos tributarios al río La Miel.

Pseudoplatystoma magdaleniatum, *Colossoma macropomum*, *Cetopsis othonops*, *Prochilodus magdalenae*, *Curimata mivartii*, *Ancistrus centrolepis* y *Cynodonichthys* spp., caracterizó el ensamblaje de especies del río Samaná Sur y el río La Miel, próximo a su desembocadura al río Magdalena.

Con excepción de la abundancia y la dominancia, las otras características del ensamblaje presentaron una tendencia a incrementarse hacia aguas arriba o aguas abajo de la descarga de turbinación de la Central Miel I (Tabla 2, Figura 4). La dominancia y la abundancia fueron mayores durante los periodos hidrológicos de aguas bajas, sin embargo, estos indicadores fueron particulares al sector del río. Durante este periodo hidrológico el incremento en la abundancia relativa de especies migratorias como *Prochilodus magdalenae* y *Salminus affinis*, elevó la dominancia en los sitios próximos a la descarga de la central (Figura 5a y 5b). La variación en las características que describen la estructura del ensamblaje (diversidad, riqueza, dominancia) entre los años de monitoreo

fue importante (CV = 30-90 %) y se observó que esta variación tiende a reducirse con el incremento en la distancia desde la descarga de turbinas (Figura 6). Aunque no es clara si esta relación es particular al periodo hidrológico, los menores coeficientes de variación fueron observados durante los periodos de aguas altas.

Discusión

Aunque la cuenca del Magdalena no es la más rica en especies de la región neotropical (Albert y Reis 2011, Maldonado *et al.* 2011), si presenta altos endemismos, ya que entre el 37 y el 50 % de las especies sólo se reportan en los ríos transandinos al nor-occidente de Suramérica (Albert *et al.* 2011, Maldonado *et al.* 2011). La riqueza de la ictiofauna en el río La Miel representa un poco más del 50 % del número de especies reportado para la cuenca del río Magdalena-Cauca y del 7 % de la riqueza del país (Maldonado-Ocampo *et al.* 2008).

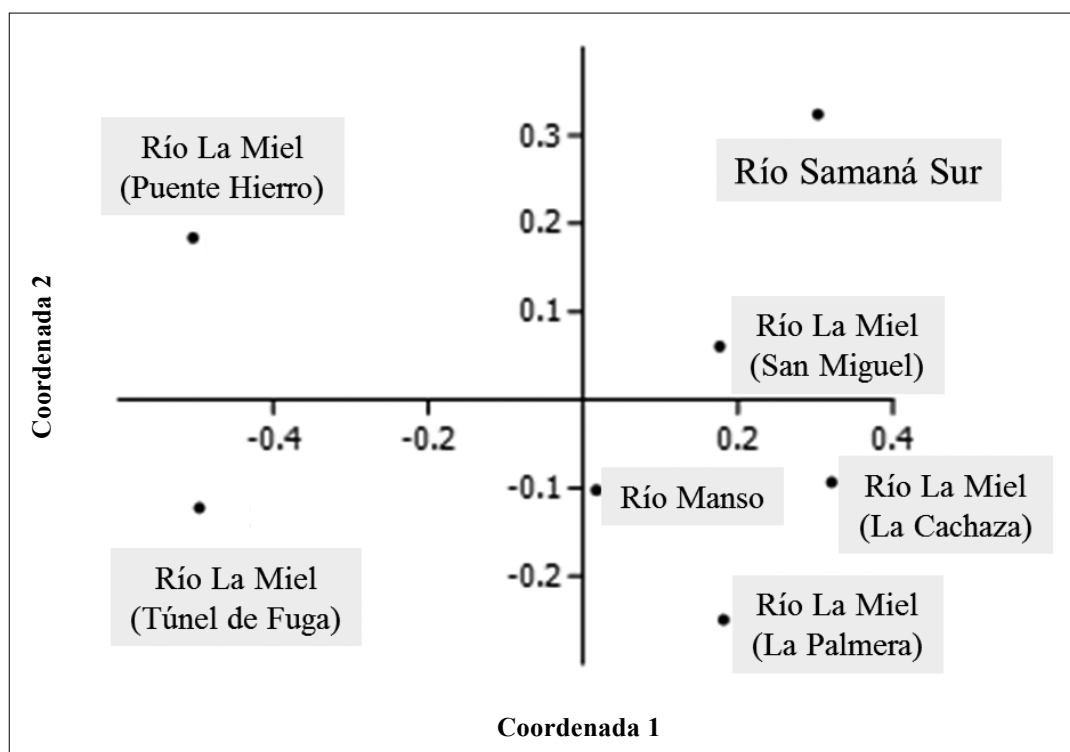


Figura 3. Ordenación de las muestras con base en la composición de especies del ensamblaje en los diferentes sitios de muestreo a lo largo del río La Miel.

Tabla 2. Medidas de tendencia central y dispersión de las características del ensamblaje de peces en el río La Miel. **I:** primer semestre. **II:** segundo semestre. **AB:** aguas bajas. **AS:** aguas subiendo. **AA:** aguas altas. **C.v.:** Coeficiente de variación (%). **Alfa:** valor de diversidad de Fischer. **S:** número de especies. **D:** dominancia. **Abund:** abundancia.

		Distancia (km)															
		General		0,5		0		6		14		17		25		30	
		media	c.v.	media	c.v.	media	c.v.	media	c.v.	media	c.v.	media	c.v.	media	c.v.	media	c.v.
AB-I	Alfa	3,4	59,17	6,7	36,85	2,1	60,16	2,7	61,86	2,2	36,82	2,7	47,91	3,5	18,19	3,6	44,98
	S	9	47,20	14	19,32	6	78,26	8	53,03	8	31,88	8	36,80	11	19,83	10	70,25
	D	0,4	51,9	0,2	42,9	0,6	37,3	0,4	28,2	0,4	59,8	0,4	70,1	0,3	22,6	0,3	30,0
	Abund	72,7	76,1	86,3	90,1	33,3	102,9	102,0	54,3	82,0	93,4	82,0	93,4	72,3	40,4	71,8	109,5
AS-I	Alfa	3,1	50,2	2,9	16,3	1,9	72,5	3,2	24,6	4,5	61,1	2,0	59,6	3,9	30,0	3,2	39,4
	S	8	38,92	8	35,36	4	63,01	9	22,53	10	20,11	8	53,64	10	14,14	11	32,53
	D	0,4	53,4	0,3	7,0	0,6	34,9	0,4	42,4	0,2	33,2	0,5	45,6	0,2	55,9	0,5	59,3
	Abund	70,0	95,1	53,0	77,1	25,5	145,1	60,8	66,5	146,8	87,4	146,8	87,4	50,5	30,3	100,3	62,3
AA-I	Alfa	3,9	57,9	3,8	43,5	2,6	84,7	7,2	34,8	3,9	50,4	3,8	74,5	2,6	32,9	3,6	27,8
	S	8	40,17	10	39,16	4	61,24	8	24,43	11	41,86	8	31,74	8	22,82	9	20,38
	D	0,3	45,4	0,2	34,5	0,5	42,4	0,2	36,8	0,3	63,8	0,3	37,7	0,4	27,2	0,2	11,1
	Abund	43,8	64,4	51,0	42,1	17,3	112,3	67,8	42,9	55,0	61,2	55,0	61,2	61,0	39,0	39,5	40,2
AB-II	Alfa	3,2	50,1	3,3	37,1	2,7	51,3	4,1	81,8	2,9	30,0	1,8	9,8	4,3	28,2	3,1	17,4
	S	8	40,79	9	57,05	5	42,24	8	53,03	8	31,88	7	28,57	10	36,86	9	28,57
	D	0,3	39,3	0,3	15,8	0,4	48,3	0,3	71,0	0,3	21,2	0,3	19,8	0,3	20,6	0,2	5,4
	Abund	57,1	124,0	92,0	151,5	16,8	28,6	58,0	59,8	111,0	107,8	111,0	107,8	39,3	54,9	50,3	48,6
AS-II	Alfa	4,4	56,4	3,5	44,6	2,9	66,7	4,3	81,3	5,9	37,4	2,9	35,2	5,5	55,5	6,0	45,1
	S	10	42,84	9	29,61	6	41,09	10	58,25	11	41,93	10	42,18	13	33,63	13	32,89
	D	0,2	35,5	0,3	26,9	0,3	10,3	0,3	50,8	0,2	26,6	0,3	15,9	0,2	33,5	0,2	68,0
	Abund	62,8	136,8	133,8	162,7	15,5	96,3	50,3	95,0	89,3	71,9	89,3	71,9	53,0	23,3	52,3	28,7
AA-II	Alfa	3,7	57,3	4,3	25,7	2,4	43,4	3,2	87,3	4,4	54,8	2,0	49,9	5,5	28,4	4,4	64,9
	S	8	50,60	9	65,42	5	47,62	6	62,63	8	15,25	8	54,11	13	28,78	9	40,18
	D	0,3	55,7	0,3	38,7	0,3	33,0	0,4	72,3	0,3	49,8	0,4	46,0	0,2	50,9	0,2	50,1
	Abund	54,3	101,8	60,0	128,4	22,3	80,5	72,8	123,6	94,3	66,7	94,3	66,7	66,3	80,3	38,5	47,4

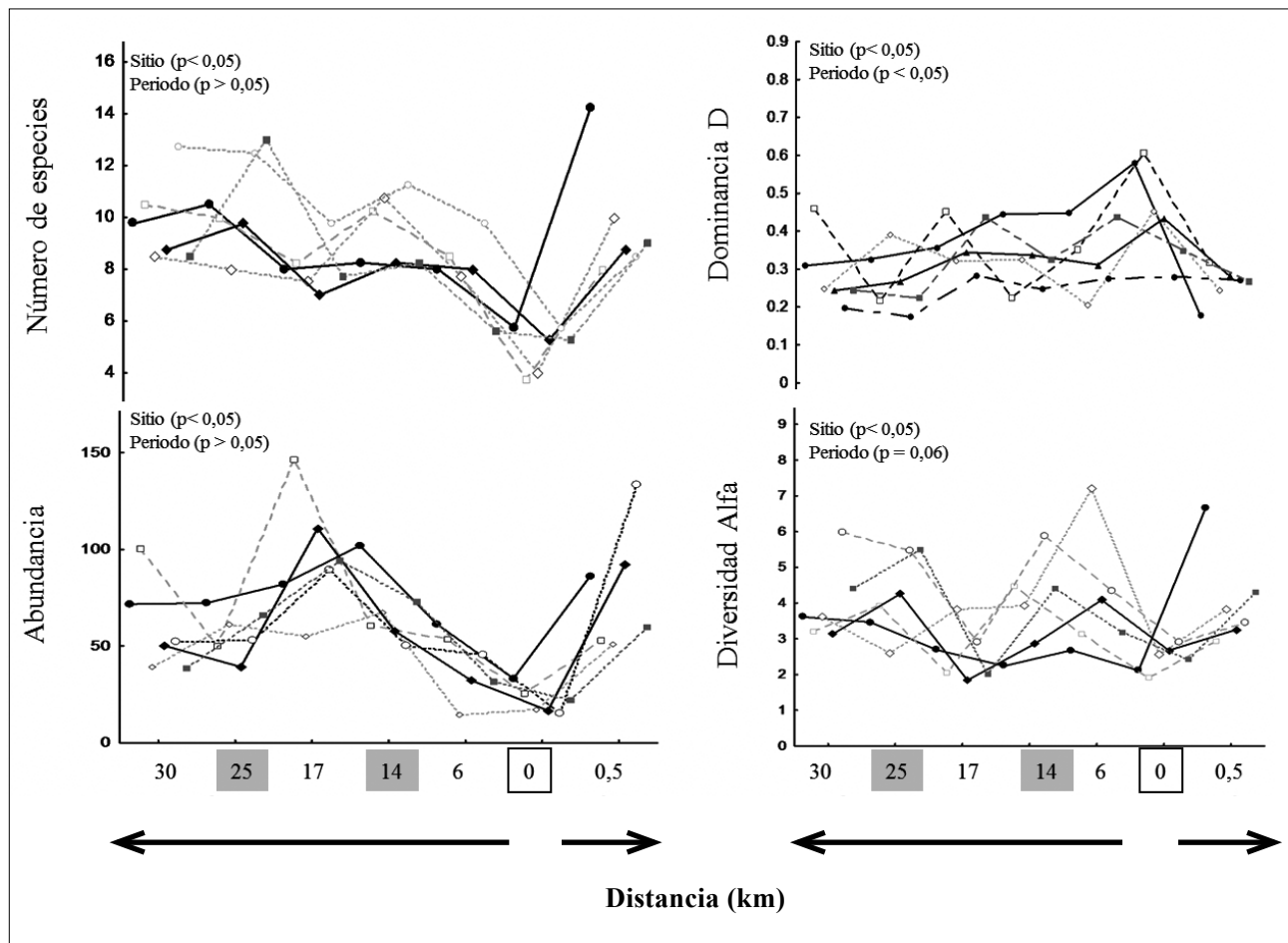


Figura 4. Características del ensamblaje de peces en el gradiente longitudinal del río La Miel (distancia desde el sitio de descarga) entre los años 2006, 2007, 2008 y 2009. Aguas bajas primer semestre: círculo negro, aguas bajas del segundo semestre: rombo negro, aguas subiendo del primer semestre: cuadro sin relleno, aguas subiendo del segundo semestre: círculo sin relleno, aguas altas del primer semestre: rombo sin relleno, y aguas altas del segundo semestre: cuadro gris. Distancia de valor cero: ubicación de la descarga de turbinación, distancia resaltada en gris: ubicación de los ríos Manso y Samaná Sur. Flecha hacia la derecha: distancia aguas arriba de la descarga de turbinación, flecha hacia la izquierda: distancia aguas abajo de la descarga de turbinación.

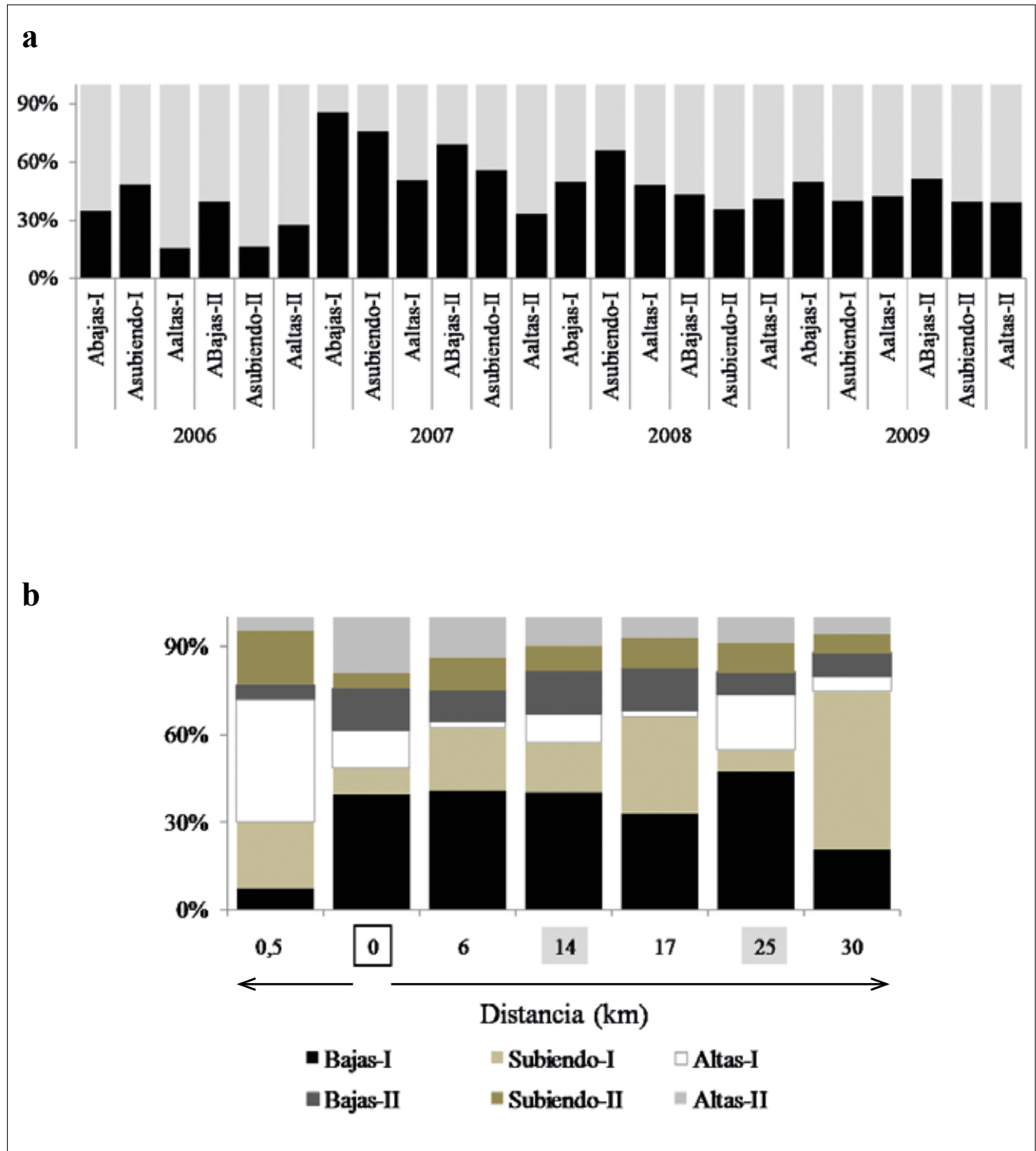


Figura 5. a) Abundancia numérica relativa de las especies migratorias respecto al total obtenido durante cada periodo hidrológico en los años 2006, 2007, 2008 y 2009. **b)** Distribución de la abundancia relativa de *Prochilodus magdalenae* en cada uno de los periodos hidrológicos monitoreados en los años 2006, 2007, 2008 y 2009; flecha hacia la derecha: distancia aguas abajo de la descarga de turbinación, flecha hacia la izquierda: distancia aguas arriba de la descarga de turbinación.

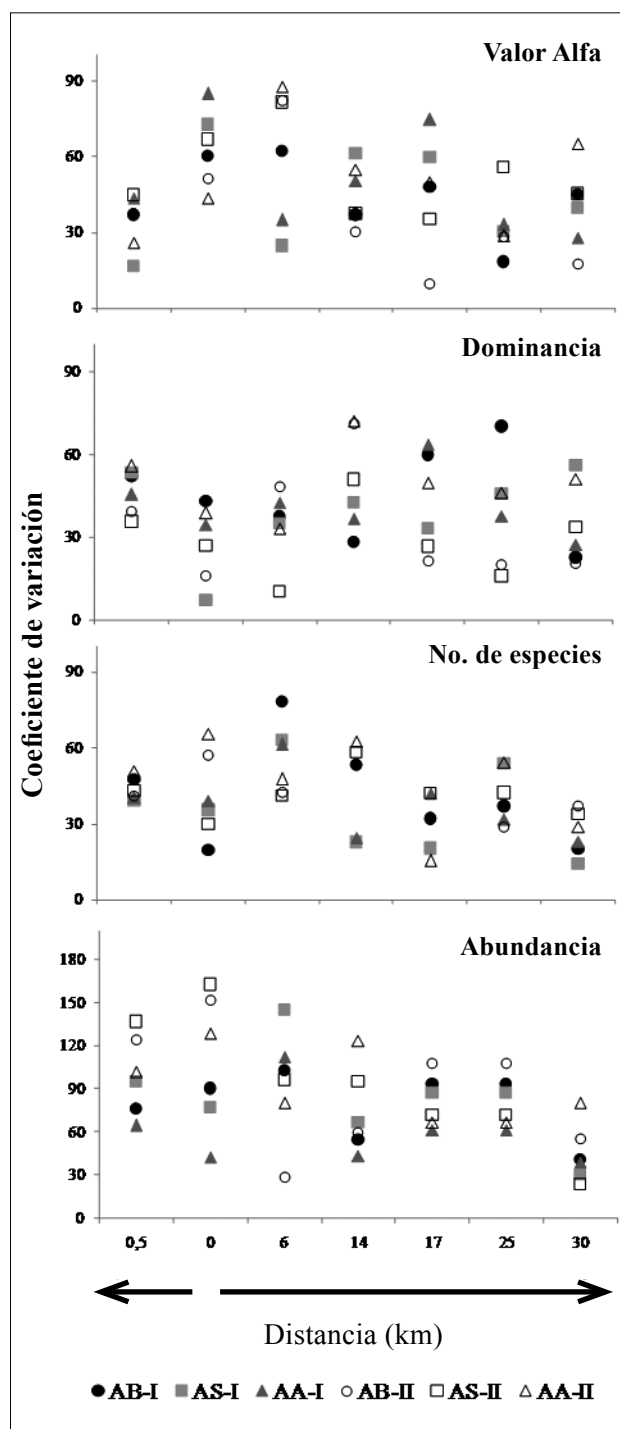


Figura 6. Variabilidad interanual (años 2006, 2007, 2008 y 2009) de las características del ensamblaje de peces en el cauce del río La Miel aguas abajo de la presa. **I:** primer semestre. **II:** segundo semestre. **AB:** aguas bajas. **AS:** aguas subiendo. **AA:** aguas altas. Flecha hacia la derecha: aguas abajo de la descarga de turbinas, flecha hacia la izquierda: aguas arriba de la descarga de turbinas.

Aunque los valores de conductividad del río La Miel son menores (media: 59 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$) a los reportados por Crampton (2011) para ríos andinos, la composición de especies del ensamblaje de peces en el río La Miel se ajusta a aquella definida por éste autor para ríos de piedemonte de aguas claras y sustrato rocoso, con aguas bien oxigenadas, con pH neutros y conductividades entre 100 y 200 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ donde se observan especies de loricáridos, pimelódidos, cetópsidos y pequeños Characiformes. La comunidad de peces del río La Miel está dominada por especies de pequeño porte ($LE < 100$ mm) y con menos del 10 % del total de especies con tallas mayores ($200 > x < 800$ mm de LE), algunas de ellas con comportamiento migratorio estacional, asociado con el pulso de caudal de la cuenca del río Magdalena.

La composición y riqueza de especies del ensamblaje cambio a lo largo de su eje longitudinal entre el sitio de presa y su desembocadura en el río Magdalena. Las mayores diferencias se observaron en el recambio de especies entre la descarga de turbinas y el sector próximo a la influencia de los ríos Samaná-Sur y Magdalena, y la riqueza de especies fue mayor a medida que se aumentaba la distancia desde la descarga de turbinas. Este gradiente en la ictiofauna obedece a la conformación del cauce así como a la influencia del caudal que resulta de la operación de la central Miel I y, se mantiene aun a pesar del año de monitoreo. En el sector arriba de la descarga, predominan especies de peces de pequeño tamaño como las del género *Saccodon*, *Parodon*, *Astroblepus* y *Chaetostoma* que aprovechan los ambientes que ofrece este sector del río. En este sector hay pozas de diferentes profundidades, conectadas entre sí, con fondo arenoso-rocoso, bosque ripario que cubre buena parte del cauce y amplia oferta de biofilm asociado a las rocas (Isagen S. A. 2004). En el sector de la descarga de turbinas, la alta velocidad del agua conlleva a que solo ciertas especies puedan estar presentes de manera permanente (*Andinoacara latifrons*, *Geophagus steindachneri*, *Chaetostoma* spp.) o estacionalmente (*Prochilodus magdalenae*, *Salminus affinis*), dependiendo del periodo hidrológico. Los sectores abajo de la descarga de turbinas, en particular aquellas con influencia de los ríos Manso y Samaná-Sur presentaron una ictiofauna rica en especies y típica de las zonas abajo de los 200 m s.n.m. de la cuenca, muchas de ellas migrantes

estacionales (*P. magdalenae*, *S. affinis*, *Brycon moorei*, *Potamotrygon magdalenae*, *Curimata mivartii*, *Cyphocharax magdalenae*, *Creagrutus magdalenae*, *Leporinus muyscorum*).

Este patrón de recuperación en las características del ensamblaje de la biota en ríos regulados ha sido descrito por Ellis y Jones (2013) quienes reconocen dos distancias de recuperación. La más larga, supera los cientos de kilómetros y la más corta, se encuentra entre el primer y cuarto kilómetro desde el sitio de descarga. Dadas las características del río La Miel y la amortiguación que hacen sus tributarios a la influencia de la operación de la central Miel I, se propone una tercera distancia que podría estar entre los 17 y 25 km. Teniendo en cuenta esto, además de la distancia, a la hora de la planificación sobre donde se debe ubicar una presa, deben considerarse otros factores y características que aumenten la amortiguación de los efectos de la presa sobre las comunidades de peces, tales como la magnitud del caudal, un pulso de caudal que mantenga el patrón natural de la cuenca y la carga de sedimentos.

Las temporadas de migración de algunas de las especies de peces en las regiones tropicales están asociadas con el menor nivel del agua en los ríos (Lowe-McConnell 1995, Welcomme 1979, Lucas y Baras 2001) así como sus periodos reproductivos con el incremento pulsante y positivo en el caudal (Jiménez-Segura 2010). El ensamblaje de especies en el río La Miel durante el periodo de aguas bajas, en particular en la descarga de las turbinas -el sitio más distante de la desembocadura al río Magdalena-, presentó mayores valores de dominancia debido al incremento en la abundancia de especies migratorias como *P. magdalenae* y *S. affinis*. Esto confirma que el estímulo a la migración hacia aguas arriba se mantiene y los individuos migratorios usan el río La Miel como ruta de migración, aun a pesar que no puedan sobrepasar la presa, de hecho, muchos de ellos ingresan a los túneles de descarga permanecen allí unos días y retornan nuevamente al río La Miel (López-Casas *et al.* 2014; Universidad de Antioquia-Isagen S.A. 2012). Esta tendencia (mayor dominancia y abundancia de especies migrantes durante las aguas bajas), no se observó en los ríos Manso y Samaná-Sur. Esto es resultado de la ausencia de barreras dentro de sus cauces que impiden la

migración, lo que permite que los peces continúen su viaje aguas arriba de estos cauces, y se registren desoves en estos ríos (Universidad de Antioquia-Isagen S.A. 2012). La presencia de una barrera (como sucede en el sector entre la descarga de turbinas y la presa), hace que los peces se acumulen allí y por lo tanto sean más vulnerables a los aparejos de pesca.

Diecisiete de las especies del ensamblaje en el río La Miel tienen algún riesgo a su conservación. Estas especies se distribuyen en toda la cuenca del río Magdalena-Cauca y su inclusión en alguna de las categorías obedece a la situación ambiental negativa actual de esta (Mojica *et al.* 2012). La causa principal es la modificación del hábitat, las prácticas inapropiadas en la pesca artesanal y recientemente, la reducción en la conectividad entre los sistemas acuáticos que son utilizados por los peces. El cambio en el hábitat y la afectación de la conectividad resultan de la interacción de diversas causas que actúan de manera sinérgica y repercuten en la reducción de sus poblaciones (p. e. minería de metales y piedras preciosas en los cauces de los ríos y ciénagas, avance de la frontera agropecuaria sobre las áreas cenagosas, aislamiento de las ciénagas, formación de embalses, generación de energía hidroeléctrica, introducción de especies foráneas) (Maldonado *et al.* 2011, Barletta *et al.* 2010, Galvis y Mojica 2008).

Como parte de la gran cuenca Magdalena, el río La Miel y sus tributarios no son la excepción ya que además de la presencia del embalse y de la generación de la central Miel I, se reportan especies foráneas como *Coptodon* spp. y *C. macropomum*, actividades de minería artesanal para extracción de oro del río, prácticas inadecuadas en la pesca artesanal, cultivos agrícolas llegando hasta el borde del río, construcción de un dique que limita la conexión entre el río y la ciénaga Palo Grande, y un pequeño lago del plano lateral del río (Jiménez-Segura *et al.* 2011).

En conclusión, se observó un gradiente de recuperación en las características del ensamblaje de peces del río La Miel desde el sitio de descarga de turbinas y en dirección hacia la desembocadura al río Magdalena, donde los tributarios hacen sus aportes y amortiguan el efecto que produce la oscilación en el nivel del agua ocasionado por la operación de la central Miel I.

Este patrón se conservó en los periodos hidrológicos monitoreados, aunque es importante resaltar que las migraciones de peces desde las áreas cenagosas durante los periodos de aguas bajas pueden influir en la dominancia y diversidad del ensamblaje. Estos resultados brindan elementos importantes para definir, dentro de las cuencas de ríos que puedan ser de interés para la generación de energía eléctrica, la localización de los embalses utilizando como criterio la presencia de ríos tributarios que mantengan el patrón de pulso de caudal natural y un caudal de igual o mayor magnitud al que río que será regulado.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la empresa Isagen S.A. E.S.P. por permitir el uso y publicación de los datos. El análisis de la información se desarrolló bajo el convenio de cooperación No. 46/3246 entre la Universidad de Antioquia e Isagen S. A. E.S.P.

Literatura citada

- Albert J. y R. Reis. 2011 (Eds.). Historical biogeography of Neotropical freshwater fishes. University of California Press, Ltda. London, England. 388 pp.
- Albert J., Petri P. y R. Reis, 2011. Major biogeographic and phylogenetic patterns. Pp: 21-56. *En*: Albert J. y R. Reis (Eds.). Historical biogeography of Neotropical freshwater fishes. University of California Press, Ltda. London, England.
- Anderson E. P., M. C. Freeman y C. M. Pringle. 2006. Ecological consequences of hydropower development in Central America: Impacts of small dams and water diversion on Neotropical stream fish assemblages. *River Research and Applications* 22: 397-411.
- Barletta, M., A. J. Jaureguizar, C. Baigun, N. F. Fontoura, A. A. Agostinho, V. M. F. Almeida-Val, A. L. Val, R. A. Torres, L. F. Jiménez-Segura, T. Giarizzo, N. N. Fabré, V. S. Batista, C. A. Lasso, D. C. Taphorn, M. F. Costa, P. T. Chaves, J. P. Vieira y M. F. M. Correa. 2010. Fish and aquatic habitat conservation in South America: a continental overview with emphasis on Neotropical systems. *Journal of Fish Biology* 76: 2118-2176.
- Calow, P. y G.E. Petts. 1992. The rivers handbook. Backwell Scientific Publications. 536 pp.
- Crampton, W. 2011. An Ecological perspective on diversity and distributions. Pp. 165-184. *En*: Albert J. y R. Reis (Eds.). Historical biogeography of Neotropical freshwater fishes. University of California Press, Ltda. London, England.
- Ellis, L. y N. E. Jones. 2013. Longitudinal trends in regulated rivers: a review and synthesis within the context of the serial discontinuity concept. *Environmental Reviews* 21:136-148.
- Eschmeyer, W. y Fong. 2013. Catalog of fishes. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp> (fecha de consulta: 23 de enero de 2014).
- Ferraris Jr., C. J. 2007. Checklist of catfishes, recent and fossil (Osteichthyes: Siluriformes) and catalogue of Siluriform primary types. *Zootaxa* 1418:1-628.
- Galvis, G. y J. I. Mojica. 2007. The Magdalena River freshwater fishes and fisheries. *Aquatic ecosystem health and management* 10: 127-139.
- García-Melo, L. J. y J. D. Bogotá-Gregory. 2006. Caracterización de la fauna íctica en la cuenca del río La Miel, oriente de Caldas. Informe técnico presentado a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas. 40 pp.
- Jiménez-Segura, L. F., J. Palacio y R. Leite. 2010. River flooding and reproduction of migratory fish species in the Magdalena River basin, Colombia. *Ecology of Freshwater Fish* 19: 178-186.
- Jiménez-Segura L. F., C. Granado-Lorencio, A. Gulfo, J. D. Carvajal, A. Hernández, F. Álvarez, J. P. Echeverry, A. Martínez y J. Palacio. 2011. Uso tradicional de los recursos naturales pesqueros y conservación de la biodiversidad en regiones tropicales subdesarrolladas: hacia un modelo de ecología de la reconciliación. Informe final. Universidad de Antioquia, Universidad de Sevilla, Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, Cormagdalena. 230 pp.
- Lierman, R., C. Nilsson, J. Robertson y R.Y. Ng. 2012. Implications of dam obstruction for global freshwater fish diversity. *BioScience* 62 (6): 539-548.
- López-Casas, S., L. F. Jiménez-Segura y C. Pérez. 2014. Peces migratorios en la caverna de oscilación: Central Miel I (Caldas-Antioquia). *Biota Colombiana* 15: (Especial Embalses y ríos regulados): 28-41.
- Lowe-McConnell, R. H. 1995. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press. U. K. 382 pp.
- Lucas, M. C. y E. Baras (Eds.). 2001. Migration of freshwater fishes. Oxford: Blackwell Science. 420 pp.
- Maldonado, M., J. A. Maldonado-Ocampo, H. Ortega, A. Encalada, F. Carvajal-Vallejos, J. F. Rivadeneira, F. Acosta, D. Jacobsen, A. Crespo y C. A. Rivera-Rondón. 2011. Biodiversity in aquatic system of the tropical Andes. Pp. 276-294. *En*: Herzog, S. K., R. Martínez, P. M. Jørgensen y H. Tiessen (Eds.). Climate Change and Biodiversity in the tropical Andes. Inter-American Institute of Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), São José dos Campos/Paris.

- Maldonado-Ocampo, J., R. Vari y J. S. Usma. 2008. Checklist of the freshwater fishes in Colombia. *Biota Colombiana* 9: 143-237.
- Maldonado-Ocampo, J. A., A. Ortega-Lara, J. S. Usma, G. Galvis, F. A. Villa-Navarro, L. Vásquez, S. Prada-Pedrerros y C. A. Rodríguez. 2005. Peces de los Andes de Colombia: guía de campo. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. Colombia. 346 pp.
- Reis R. E., S. O. Kullander y C. J. Ferraris Jr. 2003. Checklist of the fresh water fishes of South and Central America. EDIPUCRS. Porto Alegre, Brasil. 742 pp.
- Universidad de Antioquia-Isagen S.A. E.S.P. 2012. Dinámica de la asociación de peces en la Cuenca baja del río La Miel. Informe final. Convenio de cooperación No. 46/3648. 275 pp.
- Usma-Oviedo S., F. Villa-Navarro, C. A. Lasso, F. Castro, P. T. Zuñiga, C. A. Cipamocha, A. Ortega-Lara, R. E. Ajiaco, H. Ramírez-Gil, L. F. Jiménez, J. Maldonado-Ocampo, J. A. Muñoz y J. T. Suárez. 2013. Peces dulceacuicolas migratorios. Pp. 216-485. *En*: Zapata, I. A. y J. S. Usma (Eds.). Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Vol. 2 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. WWF-Colombia, Bogotá, D. C. Colombia.
- Vannote, R. L., G. W. Minshall, K. W. Cummins, J. R. Sedell y C. E. Cushing. 1980. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 130-137.
- Ward, J.V. y J. A. Stanford. 1983. The serial discontinuity concept of lotic ecosystems. Pp. 29-42. *En*: T. D. Fontaine and S. M. Bartell (Eds.). Dynamics of Lotic Ecosystems. Ann Arbor Scientific Publishers, Ann Arbor, MI.
- Welcomme, R. L. 1979. Fishery management in large rivers. FAO Fisheries Technical Paper 194. Rome, Italy. 60 pp.

Anexo 1. Listado de especies reportadas en el río La Miel abajo de la presa de la Central Hidroeléctrica Miel I durante el monitoreo ISAGEN 2002-2009 y el trabajo de García-Melo y Bogotá-Gregory (2006). Las especies sombreadas son de interés para la pesca. Categoría de amenaza a su conservación: **NT**: Casi amenazada. **LC**: preocupación menor. **VU**: vulnerable. **CR**: En peligro crítico. **C**: consumo. Año de monitoreo de Isagen S. A. E.S.P.: 2002 (1), 2004-2005 (2), 2006 (3), 2007 (4), 2008 (5), 2009 (6), y García-Melo y Bogotá-Gregory (2006) (3').

Taxón	Monitoreos ISAGEN						3'	Categoría
	1	2	3	4	5	6		
MYLIOBATIFORMES								
Potamotrygonidae								
<i>Potamotrygon magdalenae</i> (Duméril, 1865) (NT)			+	+		+		Rara
CHARACIFORMES								
Parodontidae								
<i>Parodon magdalenensis</i> Londoño-Burbano, Román-Valencia & Taphorn 2011	+	+	+	+	+	+	+	Dominante
<i>Saccodon dariensis</i> (Meek & Hildebrand, 1913) (NT)		+	+	+	+	+	+	Rara
Curimatidae								
<i>Curimata mivartii</i> (Steindachner, 1878) (V, C)		+	+		+	+		Ocasional

Cont. **Anexo 1.** Listado de especies reportadas en el río La Miel abajo de la presa de la Central Hidroeléctrica Miel I durante el monitoreo ISAGEN 2002-2009 y el trabajo de García-Melo y Bogotá-Gregory (2006). Las especies sombreadas son de interés para la pesca. Categoría de amenaza a su conservación: **NT**: Casi amenazada. **LC**: preocupación menor. **VU**: vulnerable. **CR**: En peligro crítico. **C**: consumo. Año de monitoreo de Isagen S. A. E.S.P.: 2002 (1), 2004-2005 (2), 2006 (3), 2007 (4), 2008 (5), 2009 (6), y García-Melo y Bogotá-Gregory (2006) (3').

Taxón	Monitoreos ISAGEN						3'	Categoría
	1	2	3	4	5	6		
<i>Cyphocharax magdalenae</i> (Steindachner, 1878) (C)	+		+	+	+	+		Dominante
Prochilodontidae								
<i>Ichthyoelephas longirostris</i> (Steindachner, 1879) (CR, C)	+	+	+	+	+	+	+	Dominante
<i>Prochilodus magdalenae</i> Steindachner, 1879 (VU, C)	+	+	+	+	+	+	+	Dominante
Anostomidae								
<i>Leporellus vittatus</i> (Valenciennes, 1850)			+	+	+	+		Rara
<i>Leporinus muyscorum</i> Steindachner, 1900 (VU, C)		+	+	+	+	+	+	Dominante
Erythrinidae								
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	+	+	+				+	Común
Gasteropelecidae								
<i>Gasteropelecus maculatus</i> Steindachner, 1879		+	+	+			+	Ocasional
Serrasalmidae								
<i>Colossoma macropomum</i> (Cuvier, 1816) (NT, C)			+					Rara
Characidae								
Characinae								
<i>Roeboides dayi</i> (Steindachner, 1878)	+	+	+	+	+	+	+	Dominante
<i>Acestrocephalus anomalus</i> (Steindachner, 1880) (NT)			+	+				Rara
<i>Cynopotamus magdalenae</i> (Steindachner, 1879) (NT)			+				+	Rara
Clado Astyanax								
<i>Astyanax caucanus</i> (Steindachner, 1879)	+	+	+	+	+	+	+	Dominante
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	+	+	+	+	+	+	+	Dominante
<i>Astyanax filiferus</i> (Eigenmann, 1913)		+	+			+	+	Ocasional
<i>Astyanax cf. gisleni</i> Dahl, 1943							+	
<i>Astyanax magdalenae</i> Eigenmann & Henn, 1916		+	+	+	+	+	+	Dominante
<i>Astyanax</i> spp.						+	+	Ocasional

Cont. **Anexo 1.** Listado de especies reportadas en el río La Miel abajo de la presa de la Central Hidroeléctrica Miel I durante el monitoreo ISAGEN 2002-2009 y el trabajo de García-Melo y Bogotá-Gregory (2006). Las especies sombreadas son de interés para la pesca. Categoría de amenaza a su conservación: **NT**: Casi amenazada. **LC**: preocupación menor. **VU**: vulnerable. **CR**: En peligro crítico. **C**: consumo. Año de monitoreo de Isagen S. A. E.S.P.: 2002 (1), 2004-2005 (2), 2006 (3), 2007 (4), 2008 (5), 2009 (6), y García-Melo y Bogotá-Gregory (2006) (3').

Taxón	Monitoreos ISAGEN						3'	Categoría
	1	2	3	4	5	6		
Stevardiinae								
<i>Bryconamericus caucanus</i> Eigenmann, 1913	+	+	+					Rara
<i>Bryconamericus huilae</i> Román-Valencia, 2003			+		+	+		Rara
<i>Bryconamericus tolimae</i> Eigenmann, 1913			+	+				Rara
<i>Bryconamericus</i> spp.	+		+			+		Rara
<i>Creagrutus affinis</i> Steindachner, 1880	+	+	+	+	+	+	+	Dominante
<i>Creagrutus brevipinnis</i> Eigenmann, 1913		+			+	+		Ocasional
<i>Creagrutus caucanus</i> Eigenmann, 1913				+				Ocasional
<i>Creagrutus magdalenae</i> Eigenmann, 1913	+	+			+	+		Dominante
<i>Hemibrycon boquiae</i> (Eigenmann, 1913)		+	+	+				Rara
<i>Hemibrycon colombianus</i> Eigenmann, 1914				+				Rara
<i>Hemibrycon decurrens</i> (Eigenmann, 1913)	+	+	+				+	Ocasional
<i>Hemibrycon dentatus</i> (Eigenmann, 1913)		+	+	+	+	+		Rara
<i>Hemibrycon</i> spp.					+	+		Rara
<i>Microgenys minuta</i> (Eigenmann, 1913) NT		+	+		+	+		Dominante
<i>Argopleura diquensis</i> (Eigenmann, 1913)	+				+			Rara
<i>Argopleura magdalenensis</i> (Eigenmann, 1913)	+	+	+	+	+	+		Dominante
<i>Gephyrocharax melanocheir</i> Eigenmann, 1912		+	+		+	+		Dominante
<i>Saccoderma hastatus</i> (Eigenmann, 1913)		+	+		+	+	+	Dominante
<i>Saccoderma robusta</i> Dahl, 1955					+			Rara
Clado Hyphessobrycon								
<i>Hyphessobrycon</i> sp.	+							Dominante
Bryconidae								
Salmininae								
<i>Salminus affinis</i> Steindachner, 1880 (VU, C)	+	+	+	+	+	+	+	Rara
Bryconinae								
<i>Brycon fowleri</i> Dahl, 1955 (C)				+				Ocasional

Cont. **Anexo 1.** Listado de especies reportadas en el río La Miel abajo de la presa de la Central Hidroeléctrica Miel I durante el monitoreo ISAGEN 2002-2009 y el trabajo de García-Melo y Bogotá-Gregory (2006). Las especies sombreadas son de interés para la pesca. Categoría de amenaza a su conservación: **NT:** Casi amenazada. **LC:** preocupación menor. **VU:** vulnerable. **CR:** En peligro crítico. **C:** consumo. Año de monitoreo de Isagen S. A. E.S.P.: 2002 (1), 2004-2005 (2), 2006 (3), 2007 (4), 2008 (5), 2009 (6), y García-Melo y Bogotá-Gregory (2006) (3').

Taxón	Monitoreos ISAGEN						3'	Categoría
	1	2	3	4	5	6		
<i>Brycon moorei</i> Steindachner, 1878 (VU, C)		+	+		+	+		Rara
<i>Brycon rubricauda</i> Steindachner, 1879 (NT, C)	+	+	+	+	+			Rara
Triporthidae								
Triporthinae								
<i>Triporthus magdalenae</i> (Steindachner, 1878) (C)			+	+				Ocasional
Crenuchidae								
Characidiinae								
<i>Characidium caucanum</i> Eigenmann, 1912 (NT)		+	+					Rara
<i>Characidium phoxocephalum</i> Eigenmann, 1912 (VU)			+		+	+		Rara
<i>Characidium</i> spp.			+			+	+	Rara
Ctenoluciidae								
<i>Ctenolucius hujeta</i> (Valenciennes, 1850)	+		+	+	+	+		Común
SILURIFORMES								
Pimelodidae								
<i>Pimelodus blochii</i> Valenciennes, 1840 (C)	+		+	+	+	+		Ocasional
<i>Pimelodus grosskopfii</i> Steindachner, 1879 (C)			+	+	+	+		Dominante
<i>Sorubim cuspidatus</i> Littmann, Burr & Nass 2000 (VU, C)	+				+			Rara
<i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i> Buitrago-Suárez & Burr, 2007 (CR, C)						+		Rara
Pseudopimelodidae								
<i>Pseudopimelodus bufonius</i> (Valenciennes, 1840) (C)			+	+				Rara
Heptapteridae								
<i>Cetopsorhamdia boquillae</i> Eigenmann, 1922				+				Rara
<i>Cetopsorhamdia nasus</i> Eigenmann & Fisher, 1916	+							Rara
<i>Imparfinis nemacheir</i> (Eigenmann & Fisher, 1916)							+	
<i>Pimelodella chagresi</i> (Steindachner, 1876)			+	+	+		+	Ocasional

Cont. **Anexo 1.** Listado de especies reportadas en el río La Miel abajo de la presa de la Central Hidroeléctrica Miel I durante el monitoreo ISAGEN 2002-2009 y el trabajo de García-Melo y Bogotá-Gregory (2006). Las especies sombreadas son de interés para la pesca. Categoría de amenaza a su conservación: **NT:** Casi amenazada. **LC:** preocupación menor. **VU:** vulnerable. **CR:** En peligro crítico. **C:** consumo. Año de monitoreo de Isagen S. A. E.S.P.: 2002 (1), 2004-2005 (2), 2006 (3), 2007 (4), 2008 (5), 2009 (6), y García-Melo y Bogotá-Gregory (2006) (3').

Taxón	Monitoreos ISAGEN						3'	Categoría
	1	2	3	4	5	6		
<i>Pimelodella eutaenia</i> Regan, 1913	+							Rara
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824) (C)			+				+	Rara
Cetopsidae								
<i>Cetopsis othonops</i> (Eigenmann, 1912)	+			+	+			Rara
Aspredinidae								
<i>Dupouyichthys sapito</i> Schultz, 1944	+	+	+	+	+			Común
<i>Xiliphius magdalenae</i> Eigenmann, 1912			+					Rara
Trichomycteridae								
Trichomycterinae								
<i>Trichomycterus banneau</i> (Eigenmann, 1912)			+		+		+	Rara
<i>Trichomycterus chapmani</i> (Eigenmann, 1912)			+					Rara
<i>Trichomycterus cf. knerii</i> Steindachner, 1882							+	Rara
<i>Trichomycterus retropinnis</i> Regan, 1903			+					Rara
<i>Trichomycterus cf. stellatus</i> (Eigenmann, 1918)							+	
<i>Trichomycterus striatus</i> (Meek & Hildebrand, 1913)			+					Rara
<i>Paravandellia phaneronema</i> (Miles, 1943)							+	Rara
Loricariidae								
<i>Crossoloricaria cephalaspis</i> Isbrücker, 1979	+							Rara
<i>Crossoloricaria variegata</i> (Steindachner, 1879)	+	+	+	+	+	+		Común
<i>Dasylicaria filamentosa</i> (Steindachner, 1878)			+	+	+	+		Común
<i>Dasylicaria seminuda</i> (Eigenmann & Vance, 1912)					+			Rara
<i>Rineloricaria</i> spp.		+	+					Rara
<i>Spatuloricaria gymnogaster</i> (Eigenmann & Vance, 1912)	+	+	+		+	+	+	Dominante
<i>Sturisoma aureum</i> (Steindachner, 1900)	+				+			Rara
<i>Sturisoma panamense</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1889)			+		+	+		Común

Cont. **Anexo 1.** Listado de especies reportadas en el río La Miel abajo de la presa de la Central Hidroeléctrica Miel I durante el monitoreo ISAGEN 2002-2009 y el trabajo de García-Melo y Bogotá-Gregory (2006). Las especies sombreadas son de interés para la pesca. Categoría de amenaza a su conservación: **NT**: Casi amenazada. **LC**: preocupación menor. **VU**: vulnerable. **CR**: En peligro crítico. **C**: consumo. Año de monitoreo de Isagen S. A. E.S.P.: 2002 (1), 2004-2005 (2), 2006 (3), 2007 (4), 2008 (5), 2009 (6), y García-Melo y Bogotá-Gregory (2006) (3').

Taxón	Monitoreos ISAGEN						3'	Categoría
	1	2	3	4	5	6		
<i>Sturisomatichthys leightoni</i> (Regan, 1912)		+	+				+	Común
<i>Hypostomus hondae</i> (Regan, 1912) (NT, C)	+	+	+	+	+	+	+	Dominante
<i>Pterygoplichthys undecimalis</i> (Steindachner, 1878) (C)				+				Rara
<i>Ancistrus caucanus</i> Fowler, 1943				+				Ocasional
<i>Ancistrus centrolepis</i> Regan, 1913				+				Rara
<i>Chaetostoma fischeri</i> Steindachner, 1879	+	+	+	+	+	+	+	Dominante
<i>Chaetostoma leucomelas</i> Eigenmann, 1918		+	+	+	+	+	+	Dominante
<i>Chaetostoma milesi</i> Fowler, 1941		+	+	+	+	+	+	Dominante
<i>Chaetostoma thomsoni</i> Regan, 1904	+	+	+	+	+	+		Dominante
<i>Chaetostoma</i> spp.			+	+	+	+		Dominante
<i>Cordylancistrus</i> sp.					+	+		Rara
<i>Lasiancistrus caucanus</i> Eigenmann, 1912			+	+	+	+	+	Dominante
<i>Panaque cochliodon</i> (Steindachner, 1879) (VU)			+					Rara
Astroblepidae								
<i>Astroblepus chapmani</i> (Eigenmann, 1912)							+	
<i>Astroblepus chotae</i> (Regan, 1904)							+	
<i>Astroblepus guentheri</i> (Boulenger, 1887)							+	Rara
<i>Astroblepus homodon</i> (Regan, 1904)			+				+	Rara
<i>Astroblepus micrescens</i> Eigenmann, 1918							+	
<i>Astroblepus nicefori</i> Myers, 1932							+	
<i>Astroblepus trifasciatus</i> (Eigenmann, 1912)							+	
Gymnotiformes								
Sternopygidae								
<i>Eigenmannia cf. virescens</i> (Valenciennes, 1836)	+		+		+	+		Ocasional
<i>Sternopygus aequilabiatus</i> (Humboldt, 1805)	+	+	+		+			Rara

Cont. Anexo 1. Listado de especies reportadas en el río La Miel abajo de la presa de la Central Hidroeléctrica Miel I durante el monitoreo ISAGEN 2002-2009 y el trabajo de García-Melo y Bogotá-Gregory (2006). Las especies sombreadas son de interés para la pesca. Categoría de amenaza a su conservación: **NT**: Casi amenazada. **LC**: preocupación menor. **VU**: vulnerable. **CR**: En peligro crítico. **C**: consumo. Año de monitoreo de Isagen S. A. E.S.P.: 2002 (1), 2004-2005 (2), 2006 (3), 2007 (4), 2008 (5), 2009 (6), y García-Melo y Bogotá-Gregory (2006) (3').

Taxón	Monitoreos ISAGEN						3'	Categoría
	1	2	3	4	5	6		
Apteronotidae								
<i>Apteronotus mariae</i> (Eigenmann & Fisher, 1914)			+			+		Rara
Cyprinodontiformes								
Rivulidae								
<i>Cynodonichthys</i> sp.			+					Rara
Poeciliidae								
Poeciliinae								
<i>Poecilia caucana</i> (Steindachner, 1880)	+		+		+			Rara
Perciformes								
Cichlidae								
<i>Andinoacara latifrons</i> (Steindachner, 1878)	+		+	+	+	+	+	Ocasional
<i>Caquetaia kraussii</i> (Steindachner, 1878) (C)		+	+	+	+	+	+	Dominante
<i>Caquetaia umbrifera</i> (Meek & Hildebrand, 1913) (C)	+	+	+	+	+	+		Dominante
<i>Geophagus steindachneri</i> Eigenmann & Hildebrand, 1910	+	+	+	+	+	+	+	Dominante
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) (C)			+	+	+	+	+	Rara
<i>Tilapia rendalli</i> (Boulenger, 1897) (C)							+	Rara
No. de especies	35	33	69	49	55	54	34	
No. de especies nuevas en la lista	35	11	31	7	3	2	6	
No. de especies acumuladas	35	46	77	84	87	89	95	

Luz Fernanda Jiménez-Segura
Universidad de Antioquia
Medellín (Antioquia), Colombia
luz.jimenez@udea.edu.co

Javier A. Maldonado-Ocampo
Unidad de Ecología y Sistemática (UNESIS)
Departamento de Biología- Facultad de Ciencias
Pontificia Universidad Javeriana
Bogotá D.C., Colombia.
maldonadoj@javeriana.edu.co

Clara María Pérez-Gallego
Isagen S. A. E.S.P.
cperez@isagen.com.co

Gradiente de recuperación longitudinal en la estructura de la ictiofauna en un río andino regulado

Cítese como: Jiménez-Segura, L. F., J. A. Maldonado-Ocampo y C. M. Pérez-Gallego. 2014. Gradiente de recuperación longitudinal en la estructura de la ictiofauna en un río andino regulado. *Biota Colombiana* 15 (2): 61-80.

Recibido: 7 de abril de 2014
Aprobado: 27 de octubre de 2014