

## **ASPECTOS BIOECOLOGICOS RELACIONADOS CON LOS MOVIMIENTOS MIGRATORIOS DE EJEMPLARES DE *Brycon henni*, LIBERADOS EN EL RÍO CONCEPCIÓN, CUENCA DEL RÍO NARE, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.**

**Taborda Arboleda -Mónica María**

**Lucy Arboleda-Chacón, Arboleda –Jorge, Sara Chaverra-Garcés, Hermes Rafael Pineda Santis**

Dirección: calle 41 73 # 56 Medellín, Colombia

Celular: 3007529867

Correo: [moniktaa5@gmail.com](mailto:moniktaa5@gmail.com)

Fuentes de financiación: ISAGEN, Politécnico Colombiano Jaime Isaza, CORNARE

### **RESUMEN**

*Brycon henni* es una especie endémica del país clasificada como reofílica y migratoria, apetecida para la pesca tanto comercial y de autoconsumo, presente en la cuenca del río Nare.

La pesca indiscriminada y las alteraciones en las fuentes de agua por diversas actividades antrópicas, generan presión sobre las poblaciones de peces y alteraciones en los procesos migratorios. Una de las estrategias utilizadas por las diferentes instituciones gubernamentales es el repoblamiento, sin embargo, no se reportan estudios que permitan analizar los impactos generados por los repoblamientos de *Bryconidos*, así como los parámetros que influyen los movimientos migratorios.

Por tanto, este estudio tuvo como objetivo evaluar los aspectos bioecológicos relacionados con los movimientos de ejemplares de *Brycon henni* en un transecto del río Concepción, en la cuenca del río Nare. Un total de 209 ejemplares de *Brycon henni* fueron recolectados y marcados, evaluando la tasa de sobrevivencia post marcaje. La zona de estudio correspondió a un transecto del río Concepción de 2km, donde fueron liberados los animales, y se definieron cuatro sitios de muestreo. Se midieron parámetros físico químicos del agua (temperatura del agua (°C), Oxígeno Disuelto (O.D) en mg/L y porcentaje de saturación (% SAT), pH, Sólidos Suspendidos Totales (SST) y conductividad (COND), (empleando un equipo multiparamétrico) y caudal. Se identificó la vegetación ribereña, se identificaron los tipos de sustratos – sedimentación y la diversidad acuática en una composición del plancton, estimando la densidad ictioplanctónica (DI) (ind/cm<sup>2</sup>), y la abundancia porcentual.

Los monitoreos de migración se hicieron durante 4 meses determinando presencia y ausencia de los animales de *Brycon henni* marcados en cada sitio de muestreo. Se tomaron medidas morfométricas del 10% de los animales capturados, peso (P), longitud total (LT), longitud estándar (LE), longitud de la cabeza (LC).

Como resultados, se halló que los valores de OD oscilaron entre 5.8 y 6.1 mg/L, %SAT entre el 80 y 83%, pH entre 6.6 y 7.0, SST de 23 a 29.7 mg/L, Temperatura promedio 19.32°C, COND entre 33.4 y 41.8 Ms/cm. El sustrato observado en la ribera es rocoso y arenoso y en el agua partículas de grava (>10 mm), arena gruesa (1mm) y rocas. La vegetación dominante correspondió a guayabos nativos, plantas herbáceas y gramíneas rastreras, baja presencia de árboles y arbustos. La comunidad de plancton identificada se encuentra conformada por 852 individuos, 39 especies, 17 clases y 24 órdenes, se observó una baja densidad de organismos (6 ind/ml). Los monitoreos de migración de los animales marcados y liberados recorrieron alrededor de 16 Km. La tasa de recaptura corresponde al 6.22%.

Los resultados que arrojó la investigación permiten concluir que los desplazamientos de la Sabaleta en el río Concepción están directamente relacionados con la presencia de sustratos rocosos y arenosos,

cobertura vegetal compuesta por plantas reófitas, briófitas y árboles. Se ubica a la especie en una clasificación de migración corta con recorridos inferiores a 100 km. Los movimientos migratorios identificados están constituidos por desplazamientos pasivos y migraciones de alimentación.

Palabras claves: *Brycon henni*, repoblamiento, migración, ictiofauna, plancton.

## ABSTRACT

*Brycon henni* is an endemic fish species of the country. It is classified as a reophilic and migrant, very prized for commercial fishing as well as self-consumption, run through the river's Nare watershed.

The indiscriminate fishing and the alterations on the water sources by various anthropic activities generate pressure over the fish stocks, and alterations in migratory process. One of the strategies used by different government institutions is the repopulation. Nevertheless, in no case are reported studies that allow to analyse the impacts generated by the Bryconidos repopulation, nor do the parameters that influence migratory movements. Thus, this study had as an objective evaluate the biologic aspects related with the *Brycon henni* exemplars movements across a transect of the Concepcion river, in the river's Nare watershed.

In a methodological level, 209 *Brycon henni* specimens were collected and marked, their survival rates were evaluated post marking. The study area corresponded to a 2km transect of the Concepcion river, where the animals were released, and four sampling sites were defined. Physical and chemical parameters were measured from the water (Water Temperature (°C), Dissolved Oxygen (O.D) in mg/L and saturation percentage (% SAT), pH, Total Suspended Solids (SST) and conductivity (COND), (using a multiparametric equipment) and flow. The riparian vegetation was identified and the kinds of substrates too –sedimentation and the aquatic diversity in a plankton composition, estimating the ichthyoplanktonic density (DI) (ind/cm<sup>2</sup>), and percentage abundance.

The migration monitoring was done for 4 months, determining the presence and the absence of the *Brycon henni* animals marked in each sampling site. 10% of morphometric measurements were taken from the caught animals, weight (P), total length (LT), standard length (LE), head length (LC).

In the results, it was found that the OD values ranged between 5.8 and 6.1 mg/L, %SAT between the 80 and 83%, pH between 6.6 and 7.0, SST of 23 to 29.7 mg/L, average temperature 19.32°C, COND entre 33.4 y 41.8 Ms/cm. The substrate observed in the riverside is rocky and sandy, and in the water particles of gravel (>10 mm), coarse sand (1mm) and rocks. The dominant vegetation corresponded to native guava trees, herbaceous plants and creeping grasses, low presence of trees and bushes. The plankton community that was identified is made up by 852 individuals, 39 species, 17 classes and 24 orders, a low organism density was watched (6 ind/ml). The tagged and released animals' migration monitoring traversed around 16 km. The recapture's rate corresponds to 6.22%.

The results that the investigation threw allow to conclude that the Sabaleta's displacements in the Concepcion river are directly related with the presence of the rocky and sandy substrates, vegetal coverage composed by rheophytes and bryophytes plants, and trees. The specie is placed in a short migration classification with inferior distances to 100 km. The identified migration movements are constituted by passive displacements and feeding migrations.

Keywords: *Brycon henni*, repopulation, migration, ichthyofauna, plankton.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los repoblamientos con especies de peces nativos han sido estrategias empleadas con fines ambientales, económicos y sociales. En Colombia se han realizado desde hace varias décadas repoblamientos con especies nativas como Bocachico y Cachama, sin embargo, la gran mayoría de estos trabajos no han tenido un seguimiento en el tiempo para determinar los verdaderos impactos de estas acciones y en algunos casos haciendo traslape de especies entre diferentes cuencas hidrográficas, sin tener en cuenta los problemas que esto conlleva a la conservación genética de las especies y su viabilidad poblacional.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, algunas instituciones han venido desarrollando programas de investigación tendientes a recuperar la especie *Brycon henni* mediante el establecimiento de planteles de reproductores de dos cuencas del oriente Antioqueño en condiciones de cautiverio, así como también la realización de reproducciones inducidas para la obtención de alevinos destinados a repoblamiento y evaluaciones del potencial piscícola en las primeras etapas de desarrollo. Este proyecto realizará la liberación de ejemplares de Sabaleta en el río Concepción, progenie de la misma cuenca, evitando contaminaciones genéticas de las poblaciones de *Brycon henni*.

Dada la necesidad de monitorear los animales liberados con el fin de obtener información que permita dar lineamientos actividades de conservación de la especie como son los repoblamientos, se hará la evaluación de los aspectos bioecológicos relacionados con los movimientos de ejemplares de *Brycon henni* en un transecto del río Concepción

Este estudio contribuirá a tener información que permita avanzar en el establecimiento de políticas de repoblamiento y se desarrollará acorde con el marco legal vigente para la república de Colombia.

## 2. ANTECEDENTES

Las investigaciones realizadas entorno a movimientos migratorios de peces nativos se han orientado al estudio de migraciones reproductivas y a la identificación de tiempos y zonas de posturas, como es el caso de la caracterización ambiental de la temporada reproductiva de peces migradores en el río Sinú (Kerguelén & Atencio, 2015), áreas de reproducción de peces migratorios de la cuenca del río Magdalena (Pareja et al, 2014).

En este sentido también se ha estudiado la interrupción de movimientos migratorios como impactos del establecimiento de infraestructuras de centrales hidroeléctricas, (López, Jiménez & Gallego, 2014); sin embargo, no se reportan estudios específicos de movimientos migratorios de refugio, alimentación o reproductivo de Sabaleta *Brycon henni*. Otros estudios están asociados a las épocas de reproducción de las especies migratorias como es el caso de la variación espacio –temporal de larvas de *Prochilodus magdalenae*, *Pimelodus sp* y *Seudoplatystoma magdaleniatum* (Pareja, Jiménez & Ochoa, 2014).

Los estudios realizados sobre la especie *Brycon henni*, se han enfocado en taxonomía y distribución geográfica (Magallanes & Tabarez, 1999), biología básica, reproducción inducida (Arboleda, L. et al. 2005), preliminares de manejo en cautiverio y variabilidades genéticas (Hurtado et al.,2011), ecología, alimentación y anatomía (Grier, 2000), lo que ha permitido la obtención de alevinos en cautiverio con fines de conservación.

En cuanto los estudios de repoblamientos de la especie, la empresa EPSA y la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC reportan colecta de individuos, marcaje con elastómeros y microchip, y liberación de juveniles de Sabaleta *Brycon henni* en el río Tuluá, sin embargo, no se registran estudios posteriores al repoblamiento.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### Generalidades de la cuenca del río Nare

La cuenca del río Nare en su intermedio (entre los embalses de Santa Rita y San Lorenzo), es un área de gran valor e importancia hidrológica regional porque presenta los mayores caudales y rendimientos en comparación con las cuencas vecinas, allí radica su importancia hidrológica pues hoy día es el epicentro de tres centrales hidroeléctricas. En la cuenca son abundantes las reservas de agua subsuperficial porque los suelos poseen alta capacidad de infiltración sobre todo en las partes altas, ya que allí las texturas de los suelos son mejores que en las partes bajas donde se presentan inundaciones constantes. La precipitación anual en el municipio se encuentra entre 3200 mm y 4800 mm, en ocasiones se presentan caudales instantáneos de hasta 5 veces el caudal promedio anual (30m<sup>3</sup>/s). Las características particulares que posee la cuenca del Río Nare se deben en gran parte a la ubicación de la misma en la zona de incidencia climática del Magdalena Medio (PSMV, municipio Alejandría). En cuanto su fauna íctica, entre el río y Nare y Guatapé se han reportado individuos de peces pertenecientes a 11 familias y 5 órdenes, con un peso total de 32.413,6 g. La mayor abundancia en número de individuos se presentó en el orden Characiformes (54,96%), seguido por el orden Siluriformes (26,52%) y el orden Perciformes (17%). De las familias colectadas, la que presentó el número mayor de individuos fue Characidae (42,75%) representados especialmente por la “sabaleta”, *Brycon henni*, seguida por la familia Cichlidae (16,78%). (Bermudez et al.,)

#### Migración de las especies reofílicas

Gran parte de los animales, durante su etapa de vida, llevan a cabo desplazamientos de diferentes magnitudes, esto se debe bien sea a la búsqueda de alimento, de apareamiento, refugio y demás, obedeciendo a diferentes estímulos ambientales los cuales le permiten ajustarse a las condiciones cambiantes del medio donde habitan. (PNEM, 2009).

Dingle (citado en Ocampo, 2010) define la migración como: Un movimiento persistente y directo llevado a cabo por los esfuerzos locomotores propios de un animal o por su embarque activo en un vehículo. Depende de alguna inhibición temporal de las respuestas propias del mantenimiento de un territorio o un ámbito doméstico, pero promueve su recurrencia y desinhibición eventual. La migración involucra el desplazamiento de una población o de un grupo de individuos de la misma especie.

En muchos casos los cambios en las condiciones ecológicas de los ríos y la estacionalidad productiva se encuentran relacionados con los procesos migratorios de algunas especies ícticas. Las lluvias y el nivel de los ríos se convierten en las principales señales para iniciar estos procesos. Los peces reofílicos requieren la migración para alcanzar su madurez gonadal.

El proceso de migración de la Sabaleta *Brycon henni* está asociado a las temporadas de lluvias y cambios en parámetros como brillo solar, precipitación y temperatura (Arboleda, 2005). La mayoría de las especies de peces tienen migraciones medias (Usma et al., 2013), sin embargo, algunos *bryconidos* han demostrado tener migraciones largas para reproducirse (Abe et al., 2014).

Estos movimientos se presentan desde las ciénagas, caños de conexión entre ciénagas, el cauce del río principal y sus tributarios (Jiménez et al., 2014) siempre y cuando estos mantengan las condiciones necesarias para su permanencia en cursos de agua y características físicas, químicas y biológicas que inducen la maduración gonadal. Existen reportes sobre la distancia promedio recorrida de algunas

especies como *Salminus affinis* (62 km), *Prochilodus magdalenae* (34 km), *Ichthyoelephas longirostris* (26 km) y *Sorubim cuspicaudus* (0,8 km) (López *et al.* 2013).

Para la implementación de un repoblamiento íctico, es necesario tener en cuenta los procesos de migración y de reproducción de las poblaciones ícticas, debido a que estos influyen la presencia y abundancia de las especies en determinada zona, de acuerdo a los cuatro períodos hidroclimáticos del año que regulan las temporadas de pesca conocidas como: Subienda (durante los meses de enero y marzo); bajanza (entre abril, mayo y junio); la subienda de mitaca (que ocurre entre julio y septiembre) y finalmente la bajanza de mitaca (entre octubre y diciembre) (Codesarrollo, 2014).

Según la AUNAP, varios proyectos hidroeléctricos han interrumpido o interrumpirán aún más la migración de especies reofílicas, por lo que se han venido implementando o actualizando planes de ordenamiento pesquero y acuícola para varios de estos cuerpos de agua.

El Bocachico, la Dorada, la Doncella y el Bagre Rayado siguen siendo especies emblemáticas de la cuenca del río Magdalena, que son capturadas de diferente manera, lo que hace necesario continuar o comenzar los planes de ordenamiento en las lagunas de la cuenca que requieren de un manejo adecuado, pues muchas de las especies de importancia pesquera tienen allí una gran parte de su ciclo de vida. (Esquivel, 2014).

#### **Generalidades de la especie íctica “*Brycon henni*”**

**Descripción:** Pertenece a la familia Characidae, al género *Brycon*, se caracteriza por tener los dientes del pre maxilar multicúspides en las tres hileras; aleta anal corta (A 21 – 24), más corta que la cabeza, lo que la diferencia de las otras especies reportadas para Colombia; escamas grandes, ELL 51 o menos; costados del cuerpo con escamas plateadas en donde se marcan unas franjas oscuras difusas dispuestas verticalmente desde el final de la cabeza hasta antes del pedúnculo caudal; aleta caudal con leve tono rojizo y una mancha negra difusa en la base de los radios, que se continúa por los radios medios hasta el final de la aleta, las otras aletas hialinas; posee una mancha opercular de color negro y una mancha roja en la parte superior del ojo (Ortega Lara *et al.* 2002, Ortega-Lara 2004); la LE máxima reportada 35 cm (Dahl 1971).

**Biología y ecología:** Es un nadador de potencia, prefiere en los ríos zonas con corrientes fuertes y turbulentas; en ocasiones se ha capturado asociada a vegetación sumergida, en pequeños ríos en sitios con corrientes fuertes, también se oculta en los recodos en cuevas socavadas por el agua; normalmente prefiere sitios con substratos duros compuestos por rocas y gravas; esta especie tiene hábitos alimentarios muy flexibles, consumiendo desde frutos, flores y hojas hasta insectos que caen al agua desde la vegetación marginal, insectos acuáticos y raramente peces pequeños; se alimenta en las zonas turbulentas donde se revuelve el material que es arrastrado por el río. (Maldonado, 2005).

**Ecología trófica:** De acuerdo al estudio realizado por Botero (2011), la especie presenta una dieta generalista que incluye 35 categorías alimenticias, con tendencia al consumo de larvas y ninfas de insectos acuáticos entre los cuales se destacan tricópteros, dípteros y odonatos, también consume organismos alóctonos al cauce como hormigas (Himenóptera), escarabajos (Coleóptera) y material vegetal: frutos, semillas y hojas. La relación Longitud intestino (LI) vs. Longitud estándar (LS) indican que la especie presenta características propias de una especie carnívora ( $LI = -13.8728 + 1.02377*LS$ ,  $r = 0.35$ ,  $n = 22$ ), a su vez, el peso total (PT) depende directamente de la longitud total (LT) y LS del pez ( $PT = -49.308 + 0.609962*LT$ ,  $r = 0.92$ ,  $n = 30$ ;  $PT = -41.6011 + 0.672529*LS$ ,  $r = 0.89$ ,  $n = 30$ , respectivamente) (Botero, 2011).

#### **4. MARCO NORMATIVO**

En Colombia uno de los instrumentos para la planeación y administración del recurso hídrico es el Plan Hídrico Nacional, el cual define las prioridades, metas de la planificación y administración a nivel nacional, así como la definición de responsabilidades y los mecanismos de articulación entre las diferentes entidades y organismos de carácter nacional, regional y local que intervienen en dicha planificación.

Además, se tiene el Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, Decreto- Ley 2811 de 1974 que manifiesta que se entiende por ordenación de una cuenca la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna, y por manejo de la cuenca, la ejecución de obras y tratamientos (POMCAS, 2014).

Mediante Decreto 4181 de 2011 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural se crea la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca- AUNAP. (Esquivel, 2014). En diciembre de 2017 se publica la Resolución 2038, por la cual se establecen las directrices técnicas y los requisitos para realizar repoblamientos y rescate, traslado y liberación con recursos pesqueros ícticos en aguas continentales de Colombia y se deroga la Resolución No. 0531 del 20 de diciembre de 1995 expedida por el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura — INPA.

Cabe resaltar que en el artículo 5°: Requisitos, indican que es necesaria la presentación de estudios de la zona donde se realizarán actividades de repoblamiento y rescate, traslado y liberación, que incluyan descripción del ecosistema acuático, con características fisicoquímicas actuales del cuerpo de agua a intervenir, las especies ícticas presentes, su biomasa o volúmenes de captura estimados, el nivel trófico que estas ocupan y el estado de la pesquería.

## 5. METODOLOGÍA

Material biológico: Se colectaron, marcaron y liberaron 209 ejemplares de sabaleta (*Brycon henni*). progenie originaria de la cuenca del río Nare, con una talla y peso promedio de 13,0 cm (LT) y 29,9 g respectivamente.

Fueron marcados de manera individual implantando el elastómero Visible (VIE) (Norwest Marina Technology, Inc) en la zona dorsal del pez de tal forma que una vez liberado fuera posible observarlo con mayor facilidad. Se evaluó la tasa de sobrevivencia (%) post marcaje estimada como: Sobrevivencia (S). utilizando la fórmula:  $S = (\text{Número de peces finales} / \text{Número de peces iniciales}) * 100$ .

Establecimiento de la zona liberación y puntos de muestreo: se tuvieron en cuenta algunas condiciones que se acercaron a los requerimientos biológicos de la especie, como ausencia de cascadas, altas corrientes y profundidades entre 0,4 m a 0,7 m. Además, se tuvo interacción con los informantes claves (pescadores del municipio Concepción). Se establecieron cuatro sitios de muestreo de forma equidistante a lo largo del transecto definido para la investigación, se tomaron coordenadas geográficas con GPS con el fin de fijar su posición.

Para la caracterización del hábitat identificaron y registraron las siguientes variables: los Tipos de sustratos – sedimentación, los parámetros físico químicos del agua, como Temperatura del agua (°C), Oxígeno Disuelto (O.D) en mg/L y porcentaje de saturación (% SAT) con oxímetro digital, (OAKTON), pH, Sólidos Suspendidos Totales (SST), conductividad empleando un equipo multiparamétrico (OAKTON). Adicionalmente se tomó la medida de caudal una vez al mes. Se realizó la identificación de la composición del plancton tomando muestras integradas de agua a 30 cm por debajo de la superficie del agua, en tubos de plástico de 50ml, y 3 raspados de 8cm de sustrato en cada punto de muestreo, se hizo un análisis cualitativo y semicuantitativo con la identificación taxonómica de los microorganismos con el apoyo del Manual de Limnología de Gabriel Roldan (1989), y la determinación de la densidad ictioplanctónica (DI) (ind/cm<sup>2</sup>). Se identificó la vegetación

ribereña se realizó un muestreo transversal de observación de la vegetación de los bosques en una franja de 100 mts de largo y 5 mt de ancho en cada sitio de muestreo, con posterior identificación taxonómica empleando como guía el libro Guía de Campo de las Familias y Géneros de las Plantas del Norte de Sur América (Colombia, Ecuador y Perú), 1993.

Monitoreo de ejemplares liberados: se realizaron los monitoreos de migración, durante 4 meses en cada sitio de muestreo (presencia y ausencia de los animales de *Brycon henni* marcado en cada sitio de muestreo), en el transecto de 1km hacia arriba y 1km hacia abajo del río. Para las capturas se utilizó una red de arrastre de 1/2", chinchorros de 20 m x 2m de 1" sin nudo y Nazas. Se tomaron medidas morfométricas del 10% de los animales capturados de *Brycon henni* por esfuerzo de pesca incluyendo animales no marcados, peso (P), longitud total (LT), longitud estándar (LE), longitud de la cabeza (LC). Para esto se utilizó ictiómetro.

Para la identificación de ictiofauna asociada en el transecto de estudio, se hizo un listado de especies y se establecieron los índices de No. de especies autóctonas e introducidas, además de índices basados en la abundancia, No. de individuos de otras especies diferentes a *Brycon henni* por esfuerzo de pesca y Porcentaje de los diferentes tipos de especies.

## **6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Caracterización de la zona de estudio**

El presente estudio se llevó a cabo en el río Concepción, el cual es uno de los afluentes principales del río Nare. El transecto evaluado comprendió entre las coordenadas 6°23'35,20" N y 75°15'25,60" O, se encuentra canalizado en zona de influencia urbana. De acuerdo con Welder, 1998 se puede clasificar como un río de montaña rocosa, caracterizado por tener aguas claras y limpias, muy poca materia orgánica, nutrientes y alimento natural (Oligotrófico), bien oxigenado, caudaloso, y desde el punto de vista ecológico, relativamente estable. Asimismo, a lo largo del trayecto, aguas arriba y abajo, se observó la construcción de gaviones y muros en el cauce del río, como medida para mitigar las inundaciones, y también se evidenciaron algunos procesos erosivos en la margen del río.

De acuerdo a lo reportado por CORNARE (2011), de las quebradas que tienen afluencia al río Concepción se destacan, la quebrada la Cementerio, la cual se caracteriza por tener una topografía heterogénea, encontrándose tramos de pendientes muy altas y tramos casi horizontales. El sustrato es de tipo arenoso. Así mismo, la quebrada el Tejar posee también una matriz arenosa, lo cual hace que sean susceptibles de sufrir procesos erosivos; y la quebrada la Justa que se caracteriza por ser torrencial.

### *Ubicación de la zona de liberación*

Teniendo en cuenta la información de los informantes claves quienes reconocen el lugar de estancia de los animales más pequeños de 2 -4 cm, se confirmó la zona de liberación de ejemplares, en el sector la Planta a una altitud de 1879 m.s.n.m, coordenadas N: 6°23'25.31" O:75°15'48.30", el cual también se identificó como punto de avistamiento de animales pequeños de la especie, sitio ubicado aguas arriba del punto central del transecto en estudio (N:6°23'34.62" O:75°15'25.43"). El lugar se muestra en la siguiente imagen:

Figura. Ubicación zona de liberación de ejemplares.



**Fuente:** Modificación propia, tomado de ISAGEN Área de influencia centrales Oriente, 2010; Google Earth, 2018

#### *Variables físico químicas*

De acuerdo a los resultados de las mediciones de parámetros físicos químicos, se observó que los valores de pH fueron muy similares en todos los puntos de muestreo, manteniéndose de 7,6 hasta 8,9, en todo el transecto evaluado. El punto de liberación presentó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), con respecto al Charco de los payasos y demás puntos de muestreo, esta diferencia es posible atribuirla a las actividades antrópicas, que se inician después del punto de liberación.

A pesar de las diferencias presentadas, los niveles de pH fueron adecuados para la biota acuática, encontrándose dentro del rango admisible para aguas naturales, y muy cercanos a los valores reconocidos como fisiológicamente óptimos. Los valores de Sólidos Disueltos Totales (SDT), presentaron variación entre 13.7 hasta 27.3 mg/L a lo largo del recorrido. Esto reflejó, que el ecosistema estudiado presenta aguas claras oligotróficas, cercanas a mesotróficas (10-25mg/L) (Vásquez 2004).

La temperatura se mantuvo entre 15,1 °C y 20,8 °C, siendo considerada adecuada para *Brycon henni*. La salinidad y conductividad son dos variables que se encuentran estrechamente relacionadas, dado que, ambas generan información acerca del grado de mineralización de una fuente hídrica, esta mineralización depende directamente de la geología y el suelo de la cuenca (Margalef, 1983). Existen además otros factores que influyen sobre la conductividad, como la vegetación de la cuenca, los usos del terreno y los vertidos contaminantes. En este estudio los valores de conductividad fueron bajos, entre 19,3 y 38.1ms/cm y valores de salinidad entre 14.4 y 23.9 ppm, indicando un mínimo grado de mineralización.

El sector denominado Puente Arango, presentó valores más altos (Ver Tabla 5) en SDT, conductividad y salinidad, situación que puede atribuirse a la cercanía de la vertiente quebrada La Loca, dado que, se observó directamente en el trabajo de campo que aporta sólidos en suspensión al afluente en estudio. Se han reportado en otros estudios, que la Sabaleta *Brycon henni* habita en cuerpos de agua con temperaturas que van desde los 18 hasta los 28 °C, considerando propicias

temperaturas entre los 19,5 a 22,7 °C, con concentraciones de Oxígeno disuelto (OD) entre 7 y 10 mg/L, valores de pH entre 6,5 a 8,2 y conductividad entre 35- 50µs/cm (EPM, 2010).

#### *Características generales de sustrato, morfología*

En el trabajo de campo se estableció que, el transecto evaluado presentó diversidad de sustratos tanto en la ribera como en la fuente de agua. Se observaron sustratos rocosos, arenosos en la ribera, mientras que en el agua se identificaron partículas de grava (>10 mm) y arena gruesa (1mm). Estas partículas presentan un tiempo de sedimentación que va de los 0,3 a 3 s, respectivamente (Wedler, 1998), permitiendo que el agua se aclare en tiempos cortos, evitando presencia de sedimentos y turbidez que afectarían a la comunidad biótica.

El área de estudio se caracterizó por ser de poca profundidad (40-80 cm) y caudal promedio de 9,08 m<sup>3</sup>/s, originando presencia de corrientes rápidas. Se consideran ambientes propicios para la sabaleta *Brycon henni* quebradas con fondos rocosos y buena cobertura vegetal (EPM, 2010). En contraste, en otro estudio se reportó su presencia en hábitats con sustratos arenosos, lodos ricos en materia orgánica y en zonas eutrofizadas con temperaturas de 22°C O.D 5.4 mg/L y Sólidos Disueltos de 145 mg/L. Lo anterior indica que, la especie presenta alta heterogeneidad espacial (García et al., 2010).

#### *Identificación de la vegetación ribereña de los puntos de muestreo*

Se observó que, la vegetación dominante de la ribera correspondió a guayabos nativos, plantas herbáceas y gramíneas rastreras sobre las orillas. Además, se observaron otros elementos asociados al hábitat, tales como raíces sobre el cauce del río, detritos vegetales formados por hojarasca, flores y frutos que caen sobre el río.

La cobertura vegetal de los puntos de muestreo se caracterizó por ser heterogénea, observándose baja presencia de árboles y arbustos, presencia de Poaceae y arvenses a lo largo del transecto. En la Tabla 8, Se presentan las principales especies de arvenses y sus recursos aprovechables como alimento para la especie *Brycon henni*, en el transecto de estudio. En el Anexo 7 se presentan las imágenes de algunas especies vegetales identificadas.

**Tabla:** Identificación arvense en el transecto evaluado.

Arvenses	Recurso aprovechable
Cubeba ( <i>Piper sp</i> )	Inflorescencias
Varita de San Juan ( <i>Epidendrum sp</i> )	Flores y semillas
Baboso ( <i>Hibiscus sp</i> )	Hojas y flores
Barbasco ( <i>Poligonum sp</i> )	
Besito ( <i>Impatiens sp</i> )	Semillas y flores
Cadillo ( <i>Bidens pilosa</i> )	Semillas y flores
Cafecillo ( <i>Ladenbergia sp</i> )	
Canelo ( <i>Ocotea sp</i> )	Frutos
Chilca ( <i>Australoeupatorium sp</i> )	Flores y semillas
Cordoncillo ( <i>Piper sp.</i> )	Inflorescencias
<i>Euphorbiacea calathea sp</i>	Semillas
Galán de noche ( <i>Centrum nocturnum</i> )	Flores y semillas
Hierbabuena ( <i>Mentha spicata</i> )	Hojas

Julianas o quesitos ( <i>Burmestiera sp</i> )	Frutos
Lengua de vaca ( <i>Rumex sp</i> )	Hojas y frutos
Lenguita ( <i>Faramea sp</i> )	
Mora silvestre ( <i>Rubus sp</i> )	Frutos
Mortiño 2 ( <i>Miconia minutiflora</i> )	Frutos
Mortiño 3 ( <i>Miconia sp</i> )	Frutos
Mortiño Henano 1 ( <i>Miconia sp</i> )	Frutos
Quesito ( <i>Centropogon sp</i> )	Frutos
Tomatillo ( <i>Centrum sp</i> )	Flores, frutos y semillas
Tomatillo ( <i>Solanum sp</i> )	Flores, frutos y semillas
Verbena ( <i>Lantana sp</i> )	Semillas

**Fuente:** Elaboración propia a partir de información obtenida en trabajo de campo, en colaboración de Gonzalo Gómez Rojas, Ing. Forestal, 2017.

#### *Identificación de plancton en el transecto de estudio del río Concepción*

Con respecto a la estructura de la comunidad en el transecto evaluado, se identificaron variedad de taxones, pero estas estuvieron representadas por pocos individuos. La comunidad de plancton de los puntos de muestreo evaluados, estuvo conformada por un total de 852 individuos. Se registraron 39 especies distribuidas en 17 clases y 24 órdenes.

Los géneros más representativos encontrados en los puntos de muestreo fueron *Chroococcus* (43,54%), *Oscillatoria* (10,68%) y *Navícula* (9,39) y dentro de las especies que presentaron mayor dominancia están: *Chroococcus sp*, *Oscillatoria sp*, *Navícula sp*. El género *Chroococcus* es característico de ecosistemas lenticos, varias especies de este género son componentes comunes de las rocas húmedas (Wehr & Sheath, 2003), generalmente se encuentra asociado a plantas acuáticas, en ambientes oligotróficos o mesotróficos (Consejería de Medio Ambiente Andalucía, 2010), el género *Oscillatoria* se encuentra comúnmente asociado a los bentos, apareciendo sobre sedimento arenoso, adheridos a diversos sustratos del río.

Por su parte, el género *Navícula* se encuentra asociado aguas oligotróficas, con pH neutros o ligeramente ácidos y con baja turbiedad (Maidana, 2011), siendo estas condiciones similares a las encontradas en el río Concepción. En el sector el Charco de los Payasos se identificaron 138 individuos (16,19%), donde las especies más abundantes registradas fueron *Chroococcus sp* y *Synechococcus sp*. En el Matadero se identificaron 360 organismos (42,25%), siendo las especies más abundantes *Chroococcus sp* y *Oscillatoria sp*. En el Sector Puente Arango se identificaron 203 organismos (23,82%) y en sector Valle de San Bartolo 151 organismos (17,72%) donde la mayor abundancia de individuos estuvo representada también por las especies *Chroococcus sp* y *Oscillatoria sp*.

De la comunidad fitoplanctónica, las Diatomeas fueron los organismos más abundantes. Estas algas pueden ser encontradas en la columna de agua o bien crecer asociadas a un sustrato. De acuerdo con Rivas y colaboradores (2010), es uno de los grupos taxonómicos más abundantes en los sistemas acuáticos y en los ríos hacen parte alrededor del 80-90% de la comunidad de microorganismos fitoplanctónicos (Rivas et al., 2010).

### **Comportamiento migratorio de ejemplares de *Brycon henni* en el transecto de estudio.**

En los muestreos realizados se capturaron en total 607 individuos, de los cuales 9 eran peces marcados con elastómeros, correspondientes al 2,14% de la población capturada. El mayor número de animales por muestreo se obtuvo en el punto P2. Sector el “Matadero ” donde fueron capturados 237 individuos, de los cuales cinco (5) animales presentaron marca. El segundo lugar con mayor número de peces por muestreo fue el sector de “Charco de los payasos”, donde se capturaron 135 animales, 3 de ellos marcados.

Adicionalmente, en un punto intermedio entre esta estación y la zona de liberación (Sector la Planta) fueron capturados 70 animales, 4 de ellos ejemplares marcados; mientras que en el sector de la Q. Arango, San Bartolo y Q. la Peláez, vertiente cercana al sector Valle de San Bartolo se capturaron 61, 24 y 27 animales respectivamente y no se registraron animales marcados.

En este estudio, del total de animales capturados (607), 98,02% correspondió a Sabaleta, (*Brycon henni*), 2,62% Sardina (*Astyanax sp*) del orden Characiforme, familia Characidae. La abundancia de Sabaleta *Brycon henni* encontrada en el río Concepción, resultó ser similar a lo reportado en otros estudios realizados en la misma cuenca. Las familias de peces colectadas, la que obtuvo mayor número de individuos fue la Characidae, representada por la especie *Brycon henni* (Bermúdez et al., 2009).

La tasa de recaptura fue alta correspondiente al 6,22% de los animales liberados, en un período de 120 días, en comparación con otros estudios realizados con peces migratorios en una hidroeléctrica en la cuenca del río Magdalena, se obtuvo un 2,8% en la recaptura (López-Casas et al., 2014), siendo también similar a la reportada en otros estudios desarrollados en el río Paraná, donde se registraron tasas de recapturas de varias especies migratorias de 2,85% en un período de 5 años (Antonio et al. 2007) y 5,2% durante el seguimiento de *Pterodoras granulosus* en un período de 9 años (Makrakis et al. 2007).

Durante los muestreos posterior es a la liberación, se registraron las biometrías por puntos de muestreo que van de tallas mínimas de 10,9 cm de LT, hasta tallas máximas que alcanzan los 35,5 cm y pesos desde 8g a 300g, desplegándose de este análisis que las tallas de los animales marcados y liberados entre las tallas mínimas y por debajo de las tallas promedio de la población de *Brycon henni*. En diferentes estudios, se ha descrito que la sabaleta *Brycon henni* realiza migraciones laterales de mediano alcance, entre los cauces principales de los ríos y arroyos o quebradas adyacentes, con fines no sólo reproductivos, sino también buscando mejores condiciones ambientales (Builes & Urán, 1974; Perdomo, 1978; Martínez-Orozco, & Vásquez-Zapata, 2001; Arboleda-Chacón et al., 2005).

Durante el desarrollo de este estudio se evidenció que, los ejemplares de Sabaleta *Brycon henni* marcados y liberados en el punto denominado La Planta (N 6.23.25,31; O: 75.15.48,30 a una altura de 1879 msnm) han recorrido alrededor de 16 km aguas abajo por el cauce principal, de acuerdo con los muestreos realizados y la información suministrada por la población, quien también realizó un avistamiento de estos individuos.

Durante los primeros 6 días pos liberación, se encontraron ejemplares marcados a 500 m del punto de liberación; a los 11 días fueron observados a 300 m más abajo del último avistamiento.

Durante los días 12 y 28 pos liberación, se presentó un aumento en la precipitación, generando aumento del caudal, fuertes corrientes y turbidez en el agua. Una vez el nivel de agua disminuyó y se tornó clara, se registraron animales a 4km aguas abajo; se atribuye esta ubicación a un movimiento natatorio pasivo con la corriente durante este período de lluvia.

Sin embargo, en estos desplazamientos se evidenciaron también dos casos de animales, que una vez recorrido 800 m se establecieron en el P2. Sector Matadero en un espacio vadeable con corrientes más bajas. Esta separación de individuos de la población inicial, se atribuyó a la búsqueda de refugio y alimento. Se determinan de manera general que estos patrones corresponden a migraciones de alimentación o de establecimiento en zonas de crecimiento o estancia (FAO, 1975). Por su parte, Navia y Mejía (2013), mencionan que la mayoría de desplazamientos inician como respuesta a un estímulo ambiental, y cesan en cuanto dicho estímulo deja de presentarse.

Estos movimientos de un lugar a otro permiten, el ajuste permanente a las condiciones cambiantes del entorno. Lo anterior, queda evidenciado en animales que fueron observados a 100 m del punto de liberación, a los 93 días post liberación y posterior a períodos muy fuertes de lluvia, indicando que este lugar provee las condiciones óptimas para el mantenimiento de estos individuos, ya que, se caracteriza por ser de corrientes rápidas, presenta sustratos rocosos con formaciones de cuevas y sustratos arenosos con poca profundidad y disponibilidad de material vegetal que puede ser utilizado como fuente de alimento.

De acuerdo a la clasificación presentada en la guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia, la Sabaleta *Brycon henni* presentaría una migración corta que corresponde a desplazamientos de carácter local menores a 100km. Por su parte, otras especies de bryconidos (*Brycon amazonicus*, *B. cephalus*, *B. falcatius*, *B. melanopterus*, *B. moorei*, *B. sinuensi*, *B. pesu*, *B. withei*) presentan migraciones medianas que comprenden distancias entre los 100 y 500 km.

En cuanto las biomásas obtenidas en las capturas, fluctuaron entre 2800,32 g mínima y 14179,11 g máxima, localizada en los puntos de muestreo P4. Sector Valle de San Bartolo y P2. Sector el Matadero respectivamente.

El segundo punto en importancia de biomasa captura es el P1. Sector Charco de los payasos (7103,42 g). En cuanto a la relación entre la biomasa y su captura por esfuerzo de pesca, se tiene que el P2 Sector el Matadero, presentó la biomasa promedio más alta por esfuerzo de pesca (289,37g/EP). Sin embargo, en este índice es seguido por el punto P3. Sector Puente Arango que, a pesar de ocupar el tercer lugar en cuanto a la biomasa total obtenida, requiere menor esfuerzo de pesca presentando una cifra de 137,40 g/EP, lo cual se puede relacionar porque el sitio facilita el manejo efectivo del aparejo de pesca.

### **Relación entre los aspectos bioecológicos en el transecto de estudio del río concepción y los movimientos migratorios de la especie**

De acuerdo a las características del transecto de estudio, se encontró que las sabaletas *Brycon henni*, se establecieron tanto en las áreas vadeables como en pozos profundos. Los lugares donde fueron capturadas presentaron vegetación reófitas asociada, y en los puntos donde mayor abundancia de individuos se obtuvo por muestreo, existe presencia de árboles, plantas herbáceas, rastreras y plantas adheridas a las rocas como briófitas.

Lo anterior indica que, los movimientos de la sabaleta *Brycon henni* hacia las zonas de estancia están ligadas a la disponibilidad de alimento. En un estudio anterior de contenidos estomacales de Sabaleta *Brycon henni*, se identificaron diferentes órdenes de macroinvertebrados como Trichóptera, Ephemenóptera, Hemíptero, Plecóptera, Odonata, Díptera, Hymenóptera, Lepidóptera, Megalóptera y Orthóptera, de los cuales se han encontrado en el río Concepción, en uno de los puntos de muestreo de este estudio 6 órdenes, Trichóptera, Ephemenóptera, Hemíptero, Plecóptera y Odonata (González, 2017 datos sin publicar).

Lo cual sugiere que, estos insectos hacen parte de los ítems alimenticios de la ecología trófica de la sabaleta *Brycon henni* en la zona de estudio. Además de macroinvertebrados, se encontraron restos de peces como *Astyanax sp.*, Moluscos (Gastrópoda), *Tubifex sp.*, ranas y renacuajos (Montoya et al, 2006; Botero y Ramírez, 2011). También se reportan otros ítems alimenticios aranea, algas y nematodos (Botero y Ramírez, 2011), hojas, semillas, frutos, arena, limo y piedras (Montoya et al, 2006; Botero y Ramírez, 2011).

Los movimientos entre los puntos de muestreo no solo dependen de la disponibilidad de alimento (productividad primaria, vegetación ribereña y tipo de sustrato), sino también de otras variables dentro de las cuales se encuentran, el nivel del agua (caudal), turbidez, y variaciones en las características fisicoquímicas, como lo sugerido por Castello *et al.*, (2013).

## CONCLUSIONES

Los desplazamientos de la sabaleta *Brycon henni* en el río Concepción, están directamente relacionados con la presencia de sustratos rocosos y arenosos, cobertura vegetal compuesta por plantas reófitas, briófitas y árboles. La vegetación ribereña es fuente de alimento para las especies ícticas presentes en el río Concepción proporcionando nutrientes. La materia orgánica, producto de la descomposición del material vegetal que cae al río, favorece a la dinámica trófica de las poblaciones de organismos planctónicos y macroinvertebrados que, finalmente son aprovechados por la *Brycon henni*.

Esta especie ubica áreas prioritarias para su establecimiento de acuerdo a las etapas de desarrollo, es así como, se pueden encontrar animales pequeños (2 a 8 cm) en zonas con baja profundidad (menor a 0,5 m), con presencia de rocas que forman lugares de refugio (cuevas) y sustratos arenosos, plantas herbáceas y gramíneas reófitas. Por otro lado, animales de mayor tamaño (10 a 15cm) tienen preferencia por áreas más profundas (mayor a 0,5 m), que se caracterizan por tener abundante cobertura vegetal, compuesta por plantas reófitas, briófitas y árboles. En estas zonas existe mayor cantidad de materia orgánica, proveniente de la caída de hojas, flores semillas y frutos.

En este estudio los animales liberados de la especie *Brycon henni* cubrieron distancias entre 1 y 16 km, ubicando a la especie en una clasificación de migración corta con recorridos inferiores a 100 km. Los movimientos migratorios identificados están constituidos por desplazamientos pasivos (con la corriente) y migraciones de alimentación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abe KT; Mariguela TC; Avelino GS; Foresti F & Oliveira C. (2014). *Systematic and historical biogeography of the Bryconidae (Ostariophysi: Characiformes) suggesting a new rearrangement of its genera and an old origin of Mesoamerican ichthyofauna. BMC Evolutionary Biology.*
- Agudelo, Edwin. (2015). La pesca en Amazonia, un servicio ecosistémico en riesgo. Revista Colombia Amazónica. 181-187.

- Antonio, R. R., A. A. Agostinho, F. M. Pelicice, D. Bailly, E. K. Okada y J. H. Pinheiro-Dias. 2007. Blockage of migration routes by dam construction: can migratory fish find alternative routes?. *Neotropical Ichthyology* 5 (2): 177-184
- Arboleda, L. Olivera, M. Tabares, C. Echeverri A. & Serna, D. (2005). *Maduración gonadal en hembras de sabaleta (Brycon henni) y su relación con variables medioambientales*. Politécnica. Medellín: Colombia. 95-103.
- Bermúdez Ariel, Ospina-Pabón JG, Mancera-Rodríguez NJ. (2009). *Especies ícticas presentes en la cuenca media de los ríos Nare y Guatapé*. Colombia. Actualidades Biológicas, suplemento 1, Vol 31. ISSN 0304-3584.
- Botero, A; Ramírez, H. (2011). *Ecología trófica de la Sabaleta Brycon henni (Pisces: Characidae) en el río Portugal de Piedras, Alto Cauca*. Colombia, Revista MVZ Córdoba Volumen 16(1). ISSN 1909-0544.
- Builes J y Urán A. (1974). *Estudio del ciclo sexual de la sabaleta (Brycon henni 1913) su comportamiento y fecundación artificial*. Revista Actualidades Biológicas. Instituto de Biología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Castello, L., McGrath, D.M., Hess, L., Coe, M.T., Lefebvre, P. Petry, P., Macedo, M.N., Reno, V.R. & C.C. Arantes. 2013. The Vulnerability of Amazon freshwater ecosystems. *Conservation Letters* 0 (2013) 1–13 citado por Agudelo (2015).
- Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de Los Ríos Negro y Nare –CORNARE. (2014). *Plan de Gestión Ambiental Regional 2014-2032. Servicios ecosistémicos y adaptación al cambio climático, un Pacto por la sostenibilidad del oriente Antioqueño*. Colombia.
- Dahl G. (1971). *Los peces del Norte de Colombia*. INDERENA, Bogotá: V-XVII, 391 pp
- Eberhard Wedler. (1998). *Introducción en la acuicultura con énfasis en los neotrópicos*. ISBN 9589620744. 389pp
- Empresas Públicas de Medellín-EPM. (2010). *Monitoreo y seguimiento de la fauna íctica en el río Porce y las quebradas tributarias en la zona de influencia directa del proyecto hidroeléctrico Porce III*. Informe técnico. Universidad de Antioquia, Medellín. Colombia.
- Esquivel, M; Merino, M; Restrepo, J; Narváez, A; Polo, C; Plata, J & Puentes, V. (2014) *Estado de la Pesca y la Acuicultura 2014. Documento de compilación de información*. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca –AUNAP. Colombia.
- FAO, (2011). *Serie de Acuicultura y Pesca en América Latina. Taller Sobre Repoblamiento de Cuerpos de Agua Continentales en América Latina y El Caribe*. Número 5.
- Fundación CODESARROLLO. (2010). *Propuesta para el diseño de plan ictiológico proyecto distrito de riego triángulo del Tolima*. Colombia.
- García, R., García, Á. & Botero. (2010). *Composición, estacionalidad y hábitat de los peces de la Quebrada Cristales, afluente del río La Vieja, Alto Cauca, Colombia*. Revista de Investigaciones Universidad del Quindío (19):115-121.
- Grier, H. (2000). *Ovarian germinal epithelium and folliculogenesis in the common Snook, Centropomus undecimalis (Teleostei: Centropomidae)*. *J Morphol*; 243:265-81.

- Hurtado, J; Mancera, N & Saldamando, C. (2011). *Variabilidad genética de Brycon henni (Characiformes: Characidae) en la cuenca media de los ríos Nare y Guatapé, sistema Río Magdalena*. Colombia, Revista Biología Tropical. Vol.59, 0034-7744.
- Jiménez, L; Restrepo, D; López, S; Delgado, J; Valderrama, M; Álvarez, J & Gómez, D. (2014). *Ictiofauna y desarrollo del sector hidroeléctrico en la cuenca del río Magdalena-Cauca, Colombia*. Biota Colombiana 115 (2) 1-37.
- Kerguelén, E & Atencio, V. (2015). *Environmental characterization of the reproductive season of migratory fish of the Sinú river*. Córdoba, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 20(3), 4766-4778. Retrieved September 14, 2018, from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-02682015000300010&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682015000300010&lng=en&tlng=en).
- López, S; Jiménez, L; Villa, C; Pérez, D; Gualtero, M & Angel, V. (2013). *Peces potádromos migratorios en la cuenca del río Magdalena*. Memorias del XII Congreso Colombiano de Ictiología y III Encuentro Suramericano de Ictiólogos. Pontificia Universidad Javeriana, 52 pp.
- MADR. (2013). Decreto 1985 de 2013. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia.
- MADS. (2014) Guía Técnica, Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, POMCAS. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, Colombia.
- Magallanes, M & Tabarez, M. (1999). *Informe final del estudio de los efectos del Proyecto Hidroeléctrico Porce II sobre la fauna Íctica*. Medellín: Empresas Públicas de Medellín, División Porce II, Departamento Gestión Ambiental.
- MAIDANA, N. I., C. SEELIGMAN & M. R. MORALES. 2011. El género *Navicula* sensu stricto (Bacillariophyceae) en humedales de altura de Jujuy, Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 46: 13-29
- Makrakis, M.C., Miranda, L.E., Makrakis, S., Fernandez, D.R., Garcia, J.O. & Dias, J.H.P. (2007). Movement patterns of armado, *Pterodoras granulosus*, in the Paraná River Basin. *Ecology of Freshwater Fish* 16, 410–416, doi: 10.1111/j.1600-0633.2007.00238.
- Maldonado, J; Ortega, A; Usma, O; Galvis, V; Villa, F; Vásquez, G; Prada, S. & Ardila, R. (2005). *Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos*. Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. - Colombia. 346 p
- Margalef, R. (1983). *Limnología*. Barcelona: Ediciones Omega. Barcelona 1010pp.
- Martínez, H; Vásquez, G. (2001). *Aspectos reproductivos de la Sabaleta Brycon henni (Piscis: Characidae) en el embalse la Salvajina*. Colombia. Revista de la Asociación Colombiana de Ictiólogos-Dahlia, 4: 75-82
- Montoya, A. (2006). Algunos aspectos biológicos y del manejo en cautiverio de la Sabaleta *Brycon henni* Eigenmann, 1913 (Pisces: Characidae). *Revista colombiana de ciencias pecuarias* vol. 19:2, 180-186.
- Navia, A & Mejía, P. (2013). *Peces marinos cartilaginosos migratorios de Colombia*. Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia. Peces. Vol. 2. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF-Colombia. Bogotá, D.C. Colombia. P. 486.
- Ocampo, N. (2010). *El fenómeno de la migración en aves: una mirada desde la Orinoquia*. Revista ORINOQUIA - Universidad de los Llanos. Vol 14:2, 188-200.

- Ortega, A. (2004). *Los peces del Alto Cauca: Caracterización de la ictiofauna nativa de los principales ríos de la cuenca alta del río Cauca en el departamento del Cauca*. Corporación Autónoma Regional del Cauca - CRC, Popayán, Colombia, 200 pp
- Ortega, A. Aguiño, G. & Sánchez, C. (2002). *Los peces del Alto Cauca: Caracterización de la ictiofauna nativa de los principales ríos de la cuenca alta del río Cauca en el departamento del Cauca*. Primera Parte. Fundación para la Investigación y el Desarrollo Sostenible, FUNINDES y Corporación Autónoma Regional del Cauca - CRC, Popayán, Colombia, 142 pp
- Pareja, M; Jiménez, L & Ochoa, L. (2014). *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*. Actualidades Biológicas, 36(100), 33-38. Retrieved September 14, 2018, from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0304-35842014000100004&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-35842014000100004&lng=en&tlng=es).
- Perdomo J. M. (1978). La sabaleta (*Brycon henni*, Eigenman 1913). Observaciones bioecológicas y su importancia como especie de cultivo. *Rev div pesq* 1978; 11:1-46
- Plan de Medio Ambiente de Andalucía, Junta de Andalucía 2004-2010. Consejería de Medio Ambiente Andalucía. 255 p
- Rivas A. W., Gómez R. E. & Monterrosa A. J. 2010. Consideraciones generales para el estudio y monitoreo de diatomeas en los principales ríos de El Salvador. En Sermeño, J.M. & M. Springer (eds.). *Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos* [Proyecto Universidad de El Salvador (UES) - Organización de los Estados Americanos (OEA)]. San Salvador: Universidad de El Salvador.
- SMV, municipio Alejandría, [http://www.alejandria-antioquia.gov.co/apc-aa/files/34643963316639373836366664316463/PSMV\\_\\_NUEVO.pdf](http://www.alejandria-antioquia.gov.co/apc-aa/files/34643963316639373836366664316463/PSMV__NUEVO.pdf)
- Usma, S; Villa, C; Lasso, F; Castro, P; Zúñiga, C; Cipamocha, A; Ortega, R; Ajiaco, H; Ramírez, L; Jiménez, J; Maldonado, A; Muñoz & Suarez, J. (2013). *Peces dulceacuícolas migratorios*. Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Vol. 2 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. WWF-Colombia, Bogotá, D. C. Colombia. 486 pp
- Vásquez W. (2004). *Principios de nutrición aplicada al cultivo de peces*. Instituto de Acuicultura-Universidad de los Llanos. 101p.
- Wehr, J.D. & Sheath, R.G. 2003. *Freshwater algae of North America: Ecology and classification*. California: Ed. Elsevier Science. 918p.