

## **EFFECTOS DEL POTENCIAL REPRESAMIENTO DE RÍOS SOBRE LA ICTIOFAUNA: UNA APROXIMACIÓN AL ESTABLECIMIENTO DE CAUDALES ECOLÓGICOS**

Esteban TERNEUS-JÁCOME<sup>1</sup>

Autor para correspondencia: [hterneus@internacional.edu.ec](mailto:hterneus@internacional.edu.ec)

<sup>1</sup> Escuela de Biología Aplicada, Universidad Internacional del Ecuador  
Av Jorge Fernández s/n y Av. Simón Bolívar, Quito – Ecuador.

Manuscrito recibido el 15 de junio de 2015. Aceptado, tras revisión, el 16 de noviembre de 2015.

---

### **Resumen**

La creciente demanda por el recurso hídrico a nivel mundial ha provocado que algunos ecosistemas acuáticos sean intervenidos, principalmente por la construcción de represas que alteran su funcionalidad ecosistémica y el estado natural de las especies que habitan en ellos. El presente artículo reporta datos sobre un estudio ictiológico en el Río Cañar, se determinó que la especie *Brycon atrocaudatus* estaría sometida a un posible impacto en sus poblaciones debido a las alteraciones del río en su conectividad hídrica, provocada por la presencia de la represa de captación, ocasionando una ruptura del flujo genético de la especie. Como acción de mitigación se propone incluir en el diseño de la obra de infraestructura una escalinata para peces y un adecuado manejo de escotillas para evitar la colmatación del embalse y mantener la calidad de agua del río, al igual que incluir dentro

del plan de manejo un programa de monitoreo ictiológico para evaluar la dinámica poblacional de los peces a mediano y largo plazos.

**Palabras clave:** Monitoreo de peces, Caudal ecológico, Represa, Río Cañar

### Abstract

The high demand of water resources around the world was carried out that the human impact affected some aquatic ecosystems mainly for dam's buildings that change the ecosystem functionality and also the natural status of the species, which grow in those environments. This article report data about an ichthyology survey carried out in Cañar River, *Brycon atrocaudatus* was subject to a possible impact on their populations due to the river changes, and its hydric connectivity promoted by dam collector, causing a disruption of the gene flow of this species. A mitigation action should include in the building design a staircase for these fishes and a proper management of hatches to avoid clogging the reservoir, keeping the water quality of the river, it is also necessary to include in the management plan an ichthyologic management program to assess the population dynamics of this fishes in a medium and a long term.

**Keywords:** Fishes Monitoring, Ecological flow, Dam, Cañar River.

---

Forma sugerida de citar el presente trabajo:

Terneus-Jácome, E. (2015). *Efectos del potencial represamiento de ríos sobre la ictiofauna: una aproximación al establecimiento de caudales ecológicos.*

**Qualitas** Vol. 10: 64-84. ISSN: 1390-6569.

## 1. INTRODUCCIÓN

En América Latina la construcción de represas sobre el cauce de un cuerpo de agua lótico con propósitos hidroeléctricos data desde los años 1930 (Mermel 1989).

En un reporte de la Organización de las Naciones Unidas (1980) sobre el agua y el medio ambiente en América Latina, se caracterizan cerca de 140 represas con una capacidad superior a los cien millones de metros cúbicos. En Ecuador la construcción de represas en el intermedio del cauce de un río se utiliza básicamente para generar energía eléctrica, y dotar de agua para consumo humano a las grandes poblaciones. Las primeras tienen su mayor campo de acción en gradientes inferiores a los 2000 m de altitud, mientras que las segundas se focalizan en las zonas altas de la cordillera de los Andes sobre los 3000 m de altitud debido a la pureza de sus aguas.

Una de las modificaciones significativas que ha tenido el ambiente en las últimas décadas ha sido la transformación ecológica de ecosistemas terrestres en acuáticos, provocada por la acción humana. Entre estas modificaciones, una de las más importantes constituye la construcción de represas para optimizar la captación de agua para hidroeléctricas y servicios varios (Jenkins 1976). La construcción de estas obras de infraestructura en medio de un cauce de agua natural implica cambios significativos en la dinámica natural del ecosistema, pérdida de biodiversidad, interrupción de conectividad hídrica, cortes de flujo genético, procesos de contaminación, entre otros (Welcomme 1975). En definitiva, como sostiene Tundisi (1986), las represas y embalses se convierten en recolectores de eventos y son el fiel reflejo de lo que pasa en la microcuenca.

Para mitigar estos problemas se aconseja trabajar en aspectos de diseño de obras civiles, principalmente en lo que respecta al diseño y

distribución de escotillas de desagüe, escaleras de paso y en el establecimiento de caudales ecológicos que garanticen la funcionalidad y la dinámica de los ecosistemas acuáticos naturales.

Afortunadamente, en Ecuador al parecer aún no existen grandes problemas en el tema de los embalses, represas y generadoras hidroeléctricas, a pesar de que en los últimos cinco años el Estado ecuatoriano ha impulsado una serie de proyectos hidroeléctricos como parte del cambio de la matriz productiva. Sin embargo, es importante empezar a construir las bases sólidas de conocimiento sobre la estructura y comportamiento ecológico de los embalses y represas, con medidas oportunas desde los primeros estudios de factibilidad.

La única manera de lograr este propósito es insertando en los protocolos para ejecución de este tipo de proyectos, el componente de estudios biofísicos, dinámica de embalses y, sobre todo, el diseño de un programa de monitoreo que garantice la toma sistemática de información, que permita conocer el comportamiento de los ecosistemas de agua dulce y contar con una base de información que sustente la toma de decisiones de manejo a futuro. Solo de esta manera, lograremos mitigar los impactos ambientales ocasionados por este tipo de obras de infraestructura y optimizar la funcionalidad del proyecto.

El presente estudio buscó realizar un diagnóstico y caracterización de la comunidad ictiológica del río Cañar para definir si sus especies de peces son migratorias o no, y definir los requerimientos necesarios para garantizar su presencia a lo largo del cauce del río, frente a un inminente represamiento.

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1. Área de estudio**

Se localiza en el recinto Javin, parroquia Ducur, cantón y provincia de

Cañar, a una distancia aproximada de 105 km desde la ciudad de Guayaquil y 115 km desde la ciudad de Cuenca, siendo Javin y Cochancay los poblados cercanos más importantes, ubicados a 10 y 25 km del lugar de muestreo, respectivamente. El aprovechamiento del cuerpo de agua se lo realizará en el curso medio del río Cañar, cerca de la desembocadura del río Corazón entre las cotas 845 msnm y 458 msnm, y en las coordenadas mostradas en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Ubicación de los puntos de muestreo en el río Cañar

<b>Punto</b>	<b>Coordenadas UTM del tramo inicial</b> (easting y northing, respectivamente)	<b>Coordenadas UTM del tramo final</b> (easting y northing, respectivamente)	<b>Altitud (msnm)</b>
Muestreo 1	702432; 9724746	702763; 9724828	860; 850
Muestreo 2	701584; 9724956	700255; 9724102	815; 760
Muestreo 3	695235; 9723868	693217; 9724008	460; 400

Las características principales de la zona están determinadas por su ubicación geográfica y las condiciones climáticas existentes. Es de topografía accidentada, el clima que predomina en la zona corresponde al sub-tropical húmedo, con una temperatura media de 22 grados centígrados y una precipitación media anual de 1400 mm, siendo los meses más lluviosos de diciembre a mayo.

## 2.2. Procedimiento de muestreo

Con la finalidad de capturar e identificar las especies de peces que se encuentran viviendo en forma natural a lo largo del cauce del río Cañar,

se dividió al río en tres secciones en las que se colocaron igual número de puntos de muestreo (Tabla 1).

El primer punto de muestreo estuvo ubicado 1 km aguas arriba de la intersección de los ríos Corazón y Cañar. El muestreo en este sector permitió identificar si existen especies de peces distintas a las del río Cañar que comparten tal hábitat y que podrían estar afectadas en su distribución y desplazamiento por las obras de infraestructura en la captación de aguas.

El segundo punto de muestreo se lo ubicó en el tramo de la Ventana No. 2 del túnel de conducción del agua hacia las turbinas. En este tramo el cauce del río se expande hacia los costados, aumentando su turbulencia y disminuyendo las zonas profundas.

Finalmente, el tercer punto se encontró en el área de turbinado, en la casa de máquinas, tramo que se caracteriza por estar a una cota aproximada de 400 msnm hacia abajo, en relación al punto de captación del proyecto.

En este tramo la dinámica del río se caracteriza por presentar una mezcla de microhábitats entre sitios de turbulencia y grandes vados profundos y correntosos.

En cada punto se efectuaron recorridos de al menos un kilómetro para las faenas de pesca, con una intensidad de muestreo de seis horas diarias en cada punto.

El procedimiento metodológico para este muestreo se fundamentó en el uso de redes de captura tipo funda, las mismas que fueron colocadas a lo ancho del río y en distintos tramos (Figura 1).



**Figura 1.** Instalación de redes de funda para captura de peces en el río Corazón.

Paralelamente también se utilizó el sistema tradicional de pesca deportiva con el uso de cañas de pescar con carnadas naturales y artificiales (Figura 2).

Finalmente, se procedió a la captura de peces con el uso de atarraya, como una alternativa más, en el caso de que existan especies de hábitos y formas de vida bentónicas (Figura 3).



**Figura 2.** Uso de caña de pescar con carnadas naturales y artificiales para la captura de peces.





**Figura 3.** Uso de atarraya para la captura de peces bentónicos y pelágicos.

Al final de cada jornada de trabajo, los peces fueron contados y medidos con la finalidad de determinar las abundancias por sectores, así como los grupos taxonómicos y tamaños de los peces, como una forma de abordar la importancia de la dinámica del río desde el punto de vista trófico.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La abundancia global registrada fue de 46 individuos, pertenecientes a tres especies (Tabla 2).

**Tabla 2.** Peces capturados en el río Cañar con sus abundancias y tamaños promedio

Especie	Sitio de captura	Abundancia	Tamaño promedio (cm)
<i>Astroblepus</i> sp.	Ventana No. 2 conducción turbinado	1	9
<i>Brycon atrocaudatus</i>	Todos los tramos del río	44	15
<i>Chaetostomus fischery</i>	Confluencia de los ríos Corazón - Cañar	1	12

*Astroblepus* sp. (familia Astroblepidae) es considerada como la única especie de pez de agua dulce (preñadilla) nativa de los Andes de Ecuador y que hoy se encuentra en peligro de extinción (Gordon 1983) (Figura 4).



**Figura 4.** Preñadilla de 8,5 cm de longitud capturada en el río Cañar con el método de atarraya.

La “preñadilla” pertenece al orden Siluriformes, grupo que comprende alrededor de 54 especies, conocidos como peces gato, pueden medir

hasta 15 cm y se caracterizan por tener una fuerte ventosa en su boca, lo que les permite adherirse a las rocas y remontar grandes corrientadas. Su distribución se registra en los altos Andes, a lo largo del continente Sudamericano y en Panamá. Sus hábitos alimenticios se fundamentan en el consumo de macroinvertebrados y anélidos que crecen pegados al sustrato (Gordon 1983).

Otra de las especies de mayor abundancia fue *Brycon atrocaudatus*, conocida por la gente local como “dama”, la cual es capturada como un recurso de autoconsumo por los pescadores de la zona (Figura 5).



**Figura 5.** Espécimen de *Brycon* (35 cm de longitud) capturado en aguas turbulentas a la altura de la Ventana No. 2 del Túnel de Conducción.

Este pez (Figura 5) pertenece al grupo de los Characidae, una de las familias más numerosas de la ictiofauna de agua dulce. Puede llegar a medir hasta 40 cm de longitud y se caracteriza por ser una especie voraz, de hábitos pelágicos y de presencia en zonas tormentosas de ríos. Se distribuye en toda América del Sur, especialmente en las zonas tropicales de Ecuador y Perú. Es considerada una especie altamente migratoria cuyo rango de distribución altitudinal se encuentra entre los 200 y 1100 msnm. Sus hábitos alimenticios omnívoros le han permitido a esta especie adaptarse a un sinnúmero de condiciones ambientales (Gordon 1982).

También fue capturada una especie de Loricariidae *Chaetostomus fischery*, la misma que se la pescó con atarraya en aguas relativamente tranquilas y poco profundas (Figura 6).

Existen más de 800 especies de este grupo en el mundo. *Chaetostomus fischery* se caracteriza por tener espinas en la parte posterior de los opérculos en el sector de las agallas. Los peces adultos pueden llegar a medir hasta 15 cm. Se la conoce comúnmente como Carachama, es una especie de hábitos bentónicos que se alimenta de materia orgánica y detritus. Su distribución se extiende desde Centro América, hasta Bolivia, en zonas bajas de ambientes tropicales de agua dulce. Para Ecuador esta especie ha sido registrada en Borbon, Nanegalito, Peripa, Cuenca del río Guayas y cerca de Portobelo. Altitudinalmente su rango de distribución va desde los 200 a los 1000 msnm.



**Figura 6.** *Chaetostomus fischery* capturado con atarraya a la altura del punto de confluencia con el río Corazón.

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como se puede apreciar, la diversidad ictiofaunística registrada en el tramo del río Cañar comprendido entre 400 y 800 msnm no es numerosa. Esto responde a la dinámica del río que en estos sectores tiene cauces bastante torrentosos; el lecho del río tiene rocas grandes que impiden la formación de remansos o vados, impidiendo que algunas especies de peces de agua dulce puedan establecerse. La condición torrentosa del río ha favorecido únicamente a unas pocas especies que han desarrollado cambios y adaptaciones evolutivos para sobrevivir en este tipo de ambientes.

Una de estas especies es *Brycon atrocaudatus*, conocida como “Dama”, la misma que registró la mayor abundancia (44 individuos) durante todo el trayecto de los puntos de muestreo del río. Situación que pone de manifiesto la importancia de esta especie como parte de la cadena trófica del ecosistema. Sobre todo por ser una especie de remonte y de aguas torrentosas, se la clasifica dentro del grupo de peces migratorios de este piso zoogeográfico (Gordon 1982), ocupa un nicho ecológico importante dentro de este hábitat de aguas lóxicas, adquiriendo una representatividad equivalente al 95% de la fauna íctica registrada en la zona.

Con respecto a la presencia de las otras dos especies de peces bentónicos (*Astroblepus* sp. y *Chaetostomus fischery*), se determinó que su abundancia es menor en relación a la representatividad de “Dama”; la limitada presencia de estas dos especies (5% de representatividad) en la zona, pone en alerta sobre el estado de conservación de estas especies, ya que al ser individuos plenamente adaptados para sobrevivir en medios torrentosos y rocosos, su representatividad debería ser mayor.

De los resultados obtenidos y del registro de un pez migratorio en la zona con numerosos individuos (*Brycon atrocaudatus*) y considerando la

situación que se tenga que construir una represa o azud sobre el río Cañar, el diseño de ésta deba incluir la implementación de una escalera de peces que permita, por un lado, mantener la conectividad hídrica del sistema y, por otro lado, facilitar el intercambio genético de esta especie a ambos lados de la represa, a través del mantenimiento del flujo migratorio de esta especie que tiende a remontar aguas arriba en busca de sitios de freza para su reproducción.

Una escalera de peces debe permitir que los individuos migren río arriba sorteando la infraestructura que cortó la conectividad hídrica del sistema, para esto hay que poner especial énfasis en la altura de los peldaños de las escalinatas, pues estos no deben superar los 15 cm de altura y deben mantener una columna de agua de al menos 10 cm de espesor para que los peces puedan remontar las escalinatas (Champutiz 2013).

La presencia de “preñadilla” (*Astroblepus*) y “carachama” (*Chaetostomus fischery*) es un indicador de una relativa buena salud ecosistémica y, sobre todo, pone de manifiesto la gran capacidad de convivencia con especies omnívoras como *Brycon*, condición presente únicamente cuando existe un equilibrio ecológico en el ecosistema, en el que cada especie ocupa un nicho ecológico en particular, evadiendo la competencia interespecífica dentro de la cadena trófica, impulsada por la forma de vida de cada una de estas especies y los hábitos alimenticios particulares para cada una de ellas. Estas especies al estar provistas de ventosas en su boca y estructuras de agarre muy fuertes en sus aletas anteriores, no tendrían problemas en remontar una escalinata en el río y continuar su viaje río arriba.

Frente a este panorama y desde el punto de vista de conseguir un adecuado manejo del azud o represa con la finalidad de mitigar los efectos negativos hacia las poblaciones de peces, se sugiere elaborar un plan de monitoreo, encaminado a obtener información referente a la dinámica de esta infraestructura relacionada con: variación periódica de



niveles de agua y descargas, registros de temperatura a lo largo de la columna de agua, mediciones de la cantidad de oxígeno disuelto disponible, concentraciones de parámetros básicos como fosfatos, amoníaco, nitratos y sales minerales, medición de pH y tasas de sedimentación. Estos datos permitirán conocer la dinámica real del azud, con el fin de garantizar la disponibilidad de agua permanente en la escalinata.

Las fluctuaciones estacionales de la temperatura y el aporte de sedimentos y sólidos disueltos influye en la estratificación tanto térmica como química del azud y consecuentemente en la retención hidráulica de la misma, lo cual puede acelerar o retardar los procesos de descomposición de la materia orgánica y el aporte de nutrientes (Roldán 1992). Todo esto con la finalidad de contar con un sistema de monitoreo integrado en una base de datos que proporcione la información ecológica necesaria para evaluar el estado de salud del ecosistema y optimizar el funcionamiento del azud para aumentar la eficiencia en la generación eléctrica y mantener la conectividad hídrica, aspecto importante para los procesos migratorios de los peces.

Otro aspecto importante a considerar es la sedimentación, todos los azudes tienden a acumular sedimentos, dependiendo de la naturaleza geológica del río y de su dinámica de flujo. Sin embargo, la velocidad de colmatación depende de la cantidad de materiales sedimentables que llevan los ríos que lo alimentan, del estado de conservación de la cuenca que lo rodea y de la intensidad de las lluvias en la región (Dendy *et al.* 1973). Es por eso que resulta importante contar con un mecanismo que permita medir la tasa de sedimentación y con un sistema adecuado de evacuación de agua en el azud que a su vez permita eliminar cada cierto tiempo los sedimentos retenidos en él.

Al mismo tiempo y como parte de este plan global de monitoreo del sistema hídrico y el azud, se debe generar información relacionada con el caudal ecológico de este cuerpo de agua, como un requisito indispensable para asegurar los principios ecológicos y el ciclo de vida de

la biota asociada a estos ambientes; considerando que el caudal ecológico “Es aquel régimen hídrico que se establece en un cuerpo de agua, como una alternativa que busca encontrar un equilibrio entre las necesidades del ambiente y las humanas, preservando los valores ecológicos, el hábitat natural (flora y fauna), y todas la funciones ambientales, cuya presencia contribuye a la sostenibilidad socioeconómica de los usuarios del recurso” (Arias y Terneus, 2013).

Este proceso de evaluación del caudal ecológico podría ser relativamente largo, pudiendo estar programado para al menos cinco años consecutivos de recopilación de información permanente, tanto de la cantidad de agua que dispone el sistema como de su calidad, a través de la identificación y monitoreo de bioindicadores. En el caso de que se trabaje en lapsos más cortos, se estaría más bien hablando de la estimación de un caudal base aproximado, que no es más que la cantidad de agua mínima presente en un cauce de agua natural durante una época de estiaje prolongada; para este escenario se requeriría de al menos un año de recopilación de información biológica, la misma que necesariamente debe ser integrada a la información hidrológica actual, parámetro indispensable para hablar de salud ecosistémica y de un adecuado cálculo de caudal ecológico posterior que integre tanto datos abióticos (hidrología) como bióticos (biología de las especies).

#### **4.1. Consideraciones de Manejo**

Es muy poco lo que se conoce sobre la historia natural del pez “Dama” en el río Cañar, esto dificulta enormemente la determinación del grado de explotación actual que soporta esta especie, el diagnóstico y pronóstico de su estado, impidiendo delinear correctamente el verdadero potencial íctico de la zona. No existe manejo posible de ningún recurso pesquero sin una adecuada información base. Por esta razón es necesario realizar un planteamiento de hojas de control y registro que permitan sistematizar de la forma más sencilla posible la dinámica poblacional de

“Dama” y su extracción por pesca, al igual que ciertas consideraciones relacionadas a su ciclo de vida como hábitos alimenticios y reproductivos. Este procedimiento, permitiría también monitorear y evaluar periódicamente el estado de salud ecosistémica del río Cañar en los sectores dónde se encuentren las poblaciones de Dama, así como contar con una herramienta más para la toma de decisiones de manejo oportunas y acertadas, en torno al cuidado de estas fuentes de agua y de la dinámica poblacional de los peces del género *Brycon* en este río.

Igualmente, el conocer sobre las condiciones climáticas imperantes dentro del área de estudio, y en general sobre los altos registros pluviométricos, niveles de descarga y freáticos (reservas de agua bajo el suelo), a través de un monitoreo hidrobiológico podría también permitir vislumbrar a corto plazo el mantenimiento de un adecuado suministro de agua, tanto para el ecosistema como para los usos y actividades humanas.

Finalmente, dentro del contexto de cambio climático, recuperar y conservar el buen estado de estos ecosistemas acuáticos equivale a reforzar la resiliencia del ciclo hidrológico natural, es decir sus capacidades naturales de resistencia al cambio, lo que en definitiva equivaldría a proteger las condiciones de vida de las comunidades y los organismos más vulnerables.

La generación de modelos matemático ecológicos que permitan la optimización del manejo de escotillas para disminuir el deterioro del ambiente acuático, sin comprometer la oferta de agua para la generación eléctrica, resultaría un proceso aconsejable. Este tipo de modelos podrían generar valores de caudales ecológicos sustentados en aspectos hidrobiológicos, los mismos que integran variables físicas (relacionadas con parámetros de variación de lluvias y flujos de agua) y variables biológicas que permiten medir los cambios en las comunidades de macroinvertebrados y peces que habitan en estos ambientes acuáticos.

Únicamente si se logra integrar la variación física del medio (hidrología)

con la variación de la biota existente en estos ecosistemas se podrá definir un caudal ecológico real, que no esté amparado únicamente en aproximaciones equivalentes al 10% del caudal total y que para nuestro medio son extremadamente subjetivas por la complejidad del funcionamiento ecosistémico de nuestros ambientes. Este modelo debe fundamentarse en el manejo técnico y sistemático de las escotillas en función del aporte de agua del río y considerar elementos del balance hídrico en la microcuenca.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, V. y Terneus, E. (2012). *Análisis del marco legal e institucional para caudales ecológicos en el Ecuador*. Quito. Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental (CEDA) y Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).
- Champutiz, H. (2013). *Bases de diseño de escalera para peces*. Tesis de grado. Universidad Central del Ecuador, Escuela de Ingeniería Civil. Pp. 209.
- Dendy, F., Champion, A. y Wilson, B. (1973). *Reservoir sedimentation in the United States*. En: Ackermann et al. (1973). *Man Made Lakes: Their problems and environmental effects*. Washington, D.C.: Am. Geograph. Union.
- Gordon, H. (1982). *Review of the genus Brycon (Teleostei =Characoidei)*. Bulletin of the British Museum (Natural History), Zoology series Vol. 43 No. 1.
- Gordon, H. (1983). *Problems in catfish anatomy and phylogeny exemplified by the neotropical Hipophthalmidae*. Bulletin of the British Museum (Natural History), Zoology series Vol. 45, No. 1.
- Jenkins, D. (1976). *Impactos ecológicos de las grandes presas*. En: *II Reunión sobre aspectos de desarrollo ambiental en el Proyecto Salto Grande*. Buenos Aires: Comisión Técnico Mixta de Salto Grande.

- Mermel, T. (1989). *Major dams of the world*. En: (Handbook, 1989) *International waterpower and dam constructions*. Sutton, UK: Reed Business Publishing,
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. (1980). *Agua, desarrollo y medio ambiente en América Latina*. Santiago de Chile: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Roldán, G. (1992). *Fundamentos de Limnología Neotropical*. Universidad de Antioquia, Medellín – Colombia.
- Tundisi, J. (1986). *Ambiente, represas e Barragens*. **Ciencia Hoje** 5(27): 49-54.
- Welcomme, R. (1975). *Fisheries Ecology of floodplain rivers*. London-New York: Longman.