

**ASPECTOS BIOECOLOGICOS RELACIONADOS CON LOS PATRONES
MIGRATORIO DE EJEMPLARES DE *Brycon henni*, LIBERADOS EN UN
TRANSECTO DEL RÍO CONCEPCIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO NARE,
DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA**

MÓNICA MARÍA TABORDA ARBOLEDA

Universidad de Manizales.
Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas.
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente.
Manizales, Colombia.
2018



**ASPECTOS BIOECOLOGICOS RELACIONADOS CON LOS PATRONES
MIGRATORIO DE EJEMPLARES DE *Brycon henni*, LIBERADOS EN UN
TRANSECTO DEL RÍO CONCEPCIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO NARE,
DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA**

MÓNICA MARÍA TABORDA ARBOLEDA

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título
de:

Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Director (a):

JORGE WILLIAM ARBOLEDA VALENCIA

Línea de investigación:

BIOSISTEMAS INTEGRADOS

Director de Línea:

JHON FREDDY BETANCUR

Asesores Externos:

HERMES PINEDA SANTIS

LUCY ARBOLEDA DE T

Universidad de Manizales.
Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas.
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente.
Manizales, Colombia.

2018



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

Nota de aceptación

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Manizales, septiembre de 2018.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN	1
ABSTRACT	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
3. OBJETIVOS.....	7
3.1 Objetivo general:	7
3.2 Objetivos específicos:	7
4. HIPÓTESIS.....	7
5. ANTECEDENTES	8
6. JUSTIFICACIÓN.....	9
7. MARCO TEORICO	12
7.1 Generalidades de la Región Oriente Antioqueño.....	12
7.2 Generalidades de la Cuenca del Río Nare.....	13
7.3 Fauna Íctica de la Cuenca del Río Nare.....	13
7.4 Migración de las especies Reofílicas.....	14
7.5 Generalidades de la especie <i>Brycon henni</i>	16
7.6 Descripción de la Especie.....	17
7.7 Biología y ecología.....	17
7.8 Ecología trófica.....	18
7.9 Ecosistemas fluviales.....	18
7.10 Técnicas para muestreos de fauna íctica.....	19

7.11	Calidad de agua.	20
7.12	Repoblamiento.....	21
7.13	Marco normativo.	22
8.	DISEÑO METODOLÓGICO	24
8.1	Localización del área de estudio	24
	Unidad de análisis	25
	Unidad de observación.....	25
	Unidad de información	25
	Tipo de Investigación.....	25
	Nivel de la investigación:	25
	Diseño de investigación:	25
	Tipo de muestreo	26
8.2	Técnicas e instrumentos de recolección.....	26
8.3	Técnicas de procesamiento de análisis de datos.....	26
8.4	Análisis Estadístico	27
8.5	Método	27
8.5.1	Material biológico:	27
8.5.2	Establecimiento de zona de liberación de animales.	28
8.5.3	Definiciones de sitios de captura y muestreo.	29
8.5.4	Caracterización de sitios de muestreo.	30

8.5.5	Monitoreo de ejemplares liberados.....	31
9.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
9.1	Caracterización de la zona de estudio	32
9.2.1	Caracterización de la zona de liberación	32
	Material.....	38
9.2.2	Caracterización de las estaciones de muestreo.....	39
9.3	Comportamiento migratorio de ejemplares de <i>Brycon henni</i> en el transecto de estudio. 51	
9.4	Caracterización de Aspectos bioecológicos en relación con las áreas efectivas de pesca, por punto de muestreo, como indicador de movimientos migratorios.	60
10.	CONCLUSIONES.....	73
11.	RECOMENDACIONES	75
12.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
13.	ANEXOS	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Actividad de marcaje de animales para posterior liberación.	28
Figura 2: Ubicación zona de liberación de ejemplares.	34
Figura 3: Transecto de Muestreo para Caracterización de la Vegetación ribereña de la zona de liberación.....	35
Figura 4: Muestra material de lecho del río	38
Figura 5: Mapa ubicación puntos de muestreo.	39
Figura 6: Medición de parámetros fisicoquímicos:.....	42
Figura 7: Observaciones de comunidades planctónicas y macroinvertebrados.	48
Figura 8: Géneros de microorganismos identificados.....	49
Figura 9: Especies representativas de la comunidad planctónica.	50
Figura 10: Puntos de muestreo y fechas de recaptura de animales	52
Figura 11: Brycon henni con especie asociada Astyanax sp.....	53
Figura 12: Medición biometrías en campo	55
Figura 13: Presencia de machos y hembras en los sitios de muestreo durante el tiempo del estudio.	56

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Caracterización florística del transecto de 100m zona de liberación.	36
Tabla 2: Arvenses presentes en transecto de 100m de la zona de liberación.	37
Tabla 3: Parámetros fisicoquímicos del agua zona de liberación de ejemplares de <i>Brycon henni</i> . .	38
Tabla 4: Puntos de Muestreo.	39
Tabla 5: Caracterización de parámetros físico-químicos de calidad de agua por punto de muestreo, prueba de comparación no paramétrica Mann Whitney.	41
Tabla 6: Datos promedio del caudal del río Concepción.	42
Tabla 7: Características generales de los puntos de muestreo: sustrato, morfología y vegetación. .	43
Tabla 8: Identificación arvenses en el transecto evaluado.	44
Tabla 9: Identificación plancton en el transecto evaluado del río Concepción (Antioquia).	46
Tabla 10: Población <i>Brycon henni</i> capturada.	52
Tabla 11: Abundancia relativa por especie.	53
Tabla 12: Tallas (LT cm) por puntos de muestreo	55
Tabla 13: Peso (g) por puntos de muestreo	55
Tabla 14: Tallas y pesos promedios de otros puntos.	57
Tabla 15: Áreas efectivas P1. Sector Charco de los payasos	60
Tabla 16: Identificación Arbórea y su recurso aprovechable P1. Sector Charco de los Payasos.....	61
Tabla 17: Plancton identificado en el P1. Sector Charco de los Payasos.....	62
Tabla 18: Áreas efectivas P2. Sector Matadero.	63
Tabla 19: Identificación Arbórea y su recurso aprovechable P1. Sector Matadero.	64
Tabla 20: Plancton identificado en el P2. Sector Matadero.	65
Tabla 21: Áreas efectivas P3. Sector Puente Arango.	67
Tabla 22: Identificación Arbórea y su recurso aprovechable P3. Sector Puente Arango.....	67
Tabla 23: Plancton identificado en el P3. Sector Puente Arango.....	69
Tabla 24: Áreas efectivas P4. Sector Valle de San Bartolo.	70
Tabla 25: Plancton identificado en el P4. Sector Valle de San Bartolo.	70

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es el resultado de la pasión por la naturaleza, la ruralidad y sus comunidades, la cual ha sido contagiada por mi familia, por esto es propicio agradecerles en primer lugar a ellos, además por direccionarme y recordarme siempre el servicio hacia los demás. A mi hermanita Carolina por su apoyo y amor incondicional, a mis amigos, amigas y mi fiel compañero Melao, que son un pilar en mi vida.

Agradezco a los asesores Jorge Arboleda, por sus orientaciones para culminar satisfactoriamente este proceso; al docente Hermes Pineda, por sus apreciaciones y consejos pertinentes expresados siempre con respeto, cariño y comprensión; a la docente Lucy Arboleda ya que no sólo representa una figura como directora de investigación, además es mi mayor referente profesional y personal. A partir de la escucha atenta de sus análisis surgió la idea de esta investigación. Con su bondadoso apoyo hace que siga adelante en cada proyecto emprendido, es mi gran maestra.

Es para mí un verdadero placer haber compartido este proceso con mis compañeros de equipo, de los que he adquirido valiosos aprendizajes técnicos, siendo consecuente con esto, les expreso mis sinceros agradecimientos, a Sara Cristina Chaverra y Juan Diego Monsalve; también por su paciencia y por esos momentos alegres que hacen del trabajo un goce.

Quiero agradecer a la Bióloga Lina Hinestroza, por su apoyo y confianza en el proceso investigativo, a Gonzalo Gómez por su generosidad en el conocimiento brindado, a Elizabeth Chaparro y Ofelia Pareja por su disposición y colaboración técnica.

A la Universidad de Manizales y a sus docentes por todos sus aportes en mi proceso de formación, a mis compañeros de cohorte que hicieron de los encuentros de estudio, espacios fraternales.

Agradezco a las instituciones que correspondieron a esta iniciativa y apoyaron el desarrollo de la investigación, a ISAGEN, a la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare- CORNARE y al Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Facultad de Ciencias Agrarias - Grupo de Investigación Acuícola. Así mismo extender el agradecimiento a la Institución educativa Presbítero Libardo Aguirre y a la Alcaldía del municipio de Concepción, Antioquia.

Por último, pero ocupando un lugar muy especial en este proceso, agradezco a la comunidad del municipio de Concepción, a sus pescadores, niños y niñas que me aceptaron, me acompañaron y me ayudaron en cada una de las jornadas de campo.

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/cm²), 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/cm²), 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

La Sabaleta (*Brycon henni*) por tradición se ha convertido en una especie importante debido a que contribuye a la seguridad alimentaria, además de ser uno de las principales fuentes de recursos de los pescadores de las zonas donde habita (EPM, 1998), siendo altamente consumida debido a que su carne posee un buen sabor. Desafortunadamente aún existen muchos vacíos del conocimiento con respecto al estado actual de las poblaciones, la información sobre los movimientos migratorios y los parámetros medioambientales que los influyen es insuficiente, así como su distribución y los stocks de pesca (Montoya, 2006).

De la misma manera que otras especies ícticas en el Colombia, el hábitat de la Sabaleta se ha visto afectado por diversos factores descritos en el libro rojo de las especies dulceacuícolas, especialmente aquellos ligados a las intervenciones antrópicas, entre los que se destacan contaminaciones de las fuentes de agua con cargas orgánicas provenientes de vertimientos de pobladores cercanos, residuos de contaminantes químicos utilizados en sistemas de producción agropecuaria, deforestaciones drásticas en las diferentes cuencas y subcuencas de la zona donde habita, las construcciones de embalses que han alterado los cauces de los ríos modificando el tránsito y las migraciones de peces reofílicos. (Mojica, J; Usma, J; Álvarez, R. & Lasso, C., 2012)

Es fundamental conocer las características ambientales relacionadas con el hábitat de la Sabaleta para generar estrategias de manejo de acuerdo con sus requerimientos biológicos y ecológicos. En este mismo sentido, es importante identificar cómo se distribuye la especie de acuerdo a la oferta ambiental en el cuerpo de agua evaluado.

Los programas de repoblamiento surgen como una estrategia para incrementar la supervivencia y ayudar con la conservación de algunas especies ícticas. Sin embargo, para su aplicación es preciso contar con una orientación (evaluación) multidisciplinar que permita el desarrollo eficiente de dicha estrategia, de lo contrario se corre un alto riesgo de generar impactos negativos en las poblaciones de peces tales como pérdida de la diversidad genética de los peces que se liberarán, así como alteraciones en la población natural (Povh, 2007). Es así como el estudio sobre los aspectos bioecológicos y patrones de migración de las especies a repoblar deberían ser temas claves a la hora de implementar estrategias de repoblamiento íctico, dado que, en diversas ocasiones las acciones de protección y conservación de recursos hidrobiológicos se realizan con poco respaldo científico (Agostinho, A., Thomaz, S. M. & Gomes, L. C., 2005).

A la hora de realizar repoblamientos de cuerpos de agua es fundamental conocer y monitorear el estado de los parámetros fisicoquímicos del medio natural, con el fin de evitar altos niveles de morbilidad y mortalidad en los individuos que son trasladados de cautiverio y posteriormente liberados. Estos monitoreos permiten identificar los puntos críticos durante los diferentes ciclos hidrológicos y facilitan la implementación de un protocolo al momento de llevar a cabo las actividades de repoblamiento. De otro lado, este trabajo contribuirá con información que permita avanzar en el establecimiento de políticas de repoblamiento y se desarrolla acorde con el marco legal vigente para la república de Colombia.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

Brycon henni, Eigenmann 1913 (Pisces characidae), es una especie endémica del occidente de Colombia, se encuentra distribuida en el alto y bajo del río Cauca especialmente en el occidente colombiano en los departamentos de Cauca, Valle del Cauca, Quindío, Risaralda, Caldas y Antioquia en el río Magdalena; en la región pacífica en los ríos San Jorge y San Juan (Dahl, 1971).

Brycon henni habita en aguas 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 de cuevas socavadas por el agua. Normalmente prefiere sitios con sustratos duros compuestos por rocas y gravas (Catálogo de la Biodiversidad, 2012). Es una de las especies más apetecidas para la pesca deportiva y de autoconsumo comercial por su excelente carne.

Diferentes especies dulce acuícolas de Colombia han sido reportadas en el libro rojo de los peces en diferentes categorías (en peligro crítico, en peligro y vulnerable), respecto al caso de la Sabaleta *Brycon henni* en el año 2002 aparece reportada como especie sin estudios poblacionales, resaltando que en el 2016 es reportada por la IUCN en la categoría y criterios de la lista roja: Preocupación menor. (Villa-Navarro et al, 2016).

Según Alvarado & Gutiérrez, 2002, (Citado en Hurtado, 2009) en la cuenca alta y media del río Nare, la Sabaleta comparte su hábitat con otras especies de peces nativas, así como con especies exóticas de peces como *Cyprinus carpio*, *Oreochromis* sp., *Micropterus salmoides*, esta última especie fue reportada con una amplia distribución en Antioquia, en el

área de influencia del presente estudio. Dada la introducción de especies exóticas en muchos ecosistemas acuáticos colombianos, se han generado desequilibrios, provocados por la competencia que ejercen sobre las poblaciones de peces nativos.

El Estatuto General de Pesca, Ley 13 de 1990 y su Decreto Reglamentario 2296 de 1991, son instrumentos que tienen por objeto regular, ordenar, administrar, desarrollar y aprovechar en forma sostenible los recursos pesqueros y de acuicultura, y se complementa con lo establecido en la Ley 99 del 1993, la cual establece la importancia de proteger y aprovechar en forma sostenible la biodiversidad y de promover el manejo integral del medio ambiente en su interrelación con los procesos de planificación económica, social y física.

Del mismo modo, la ley 13 de 1990 faculta a la AUNAP para regular el ejercicio de la actividad pesquera y acuícola, así como ejecutar los procesos de administración, fomento y control, con el fin de asegurar el aprovechamiento sostenible de los recursos (MADR, 2013). A pesar de la existencia de normatividad para la protección y conservación en este sentido, se continúan evidenciando alteraciones ambientales en sus hábitats ocasionados por intervenciones antrópicas, pescas indiscriminadas por comunidades que viven cerca de los ríos, contaminaciones de aguas, ampliación de la frontera agrícola y deforestaciones, entre otras, que han afectado la población de esta especie. Autores como Montoya et al (2013) e indican que no existen datos históricos sistemáticos del estado de las poblaciones de especies icticas del Oriente Antioqueño, dentro de las cuales se encuentra la *Brycon henni*, refiriéndose a la información existente como literatura gris o literatura invisible (informes de trabajos de grado, informes técnicos de corporaciones autónomas regionales y estudios de impacto ambiental para el desarrollo de obras de infraestructura). Sin embargo, los

pescadores y pobladores del río Concepción y tributarios manifiestan la latente disminución de la población de sabaleta de los últimos diez años.

Es importante anotar que el 15 % de las especies de la cuenca del río Magdalena-Cauca tienen un comportamiento migratorio (Jiménez, et al., 2014) y las construcciones de hidroeléctricas interrumpen los movimientos de peces reofílicos, interfieren en el ciclo de vida de los organismos acuáticos y producen cambios importantes en los ecosistemas (Povh, J. et al, 2008).

Dentro de este contexto, las modificaciones marcadas en las condiciones propias en diferentes tramos del río Nare, tales como la construcción de embalses en el Oriente Antioqueño, podrían haber originado impactos sobre las poblaciones naturales de Sabaleta, generando procesos de pérdida de biodiversidad y modificaciones marcadas en las condiciones propias en diferentes tramos del mismo (Hurtado, 2009). Hoy en día no hay suficientes estudios que permitan determinar el estado real de los stocks poblacionales que se encuentran en los diferentes afluentes, lo cual se encuentra ratificado en el reporte del libro rojo de los peces del 2002, donde ubican a la *Brycon henni* sin estudios poblacionales (Mojica, et al 2002).

Con el ánimo de conservar la especie *Brycon henni*, se han adelantado algunos estudios, entre ellos, sobre: taxonomía y distribución geográfica (Magallanes & Tabares, 1999) biología básica, reproducción inducida (Arboleda, 2005), preliminares de manejo en cautiverio y variabilidades genéticas (Hurtado, 2011), ecología, alimentación y anatomía (Grier, 2000) que han permitido avanzar en la reproducción en cautiverio. Otra de las acciones promovidas para la conservación de la especie han sido las actividades de

re poblamiento, estos se han realizado tanto con fines conservacionistas como los de garantizar el recurso como aporte alimenticio a comunidades de pescadores artesanales y poblaciones ribereñas con tradición de consumo.

Según la FAO, en estudios realizados donde se incluye a Colombia, el seguimiento de actividades de repoblamiento es esporádico o inexistente en la mayoría de los países. Por lo cual, se dificulta mucho conocer, aun por estimación, la magnitud verdadera de la producción pesquera en los cuerpos de agua con actividades de repoblamiento (FAO, 2011).

Para el caso de Colombia, los repoblamientos con la especie *Brycon henni* han sido esporádicos, y se han realizado con semilla obtenida en el medio natural o con pocos especímenes adquiridos a través de procesos de reproducción inducida, según información gris en páginas de instituciones privadas y gubernamentales como es el caso de la empresa EPSA y la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC reportan colecta de individuos, marcaje, y liberación de Sabaleta *Brycon henni* en el río Tuluá. De igual modo, probablemente por los pocos estudios realizados, estos repoblamientos no reportan soportes científicos, además, no se encuentra publicada información del seguimiento a los especímenes liberados en términos de migraciones, sobrevivencias, desarrollo de los animales, proporción por sexos; así como también evaluaciones de los impactos ambientales y socioeconómicos; mucho menos se cuenta con planes de ordenamiento pesquero que regulen esta actividad.

Con el fin de dar elementos de información de base científica, que aporten a la realización de acciones dirigidas a la conservación de la especie *Brycon henni*, entre estas, los repoblamientos, se realizó un monitoreo de migración de individuos marcados y liberados en

un transecto del río Concepción en la cuenca del río Nare, del cual se dará cuenta más adelante.

3. OBJETIVOS.

3.1 Objetivo general:

Evaluar aspectos bioecológicos relacionados con los movimientos migratorios de ejemplares de *Brycon henni*, en un transecto del río Concepción en la cuenca del río Nare.

3.2 Objetivos específicos:

- Determinar los factores fisicoquímicos del agua, la oferta de productividad primaria y la vegetación ribereña en un transecto del río Concepción en la cuenca del río Nare
- Establecer las distancias y los patrones de migración de los ejemplares de *Brycon henni* en un transecto del río Concepción en la cuenca del río Nare.
- Analizar la influencia de los aspectos bioecológicos y parámetros fisicoquímicos del agua sobre el comportamiento migratorio de los ejemplares de *Brycon henni*.

4. HIPÓTESIS.

El comportamiento migratorio de los ejemplares de la especie *Brycon henni* que se liberan en una actividad de repoblamiento en un transecto del río Concepción en la cuenca del río Nare, está influenciado por las condiciones bioecológicas del mismo río.

5. 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 repoblamiento 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.

6. JUSTIFICACIÓN

Siendo la sabaleta *Brycon henni* especie endémica del occidente Colombiano, presente en las partes medias y altas de las cuencas del Magdalena, San Juan , Dagua y Patia, ligada de manera tradicional a la seguridad alimentaria de las poblaciones de las zonas medias del Oriente Antioqueño, es importante la realización de estudios que conlleven a la generación de acciones para su protección y conservación, atendiendo lo mencionado en el libro rojo de las especies dulceacuícolas 2012, donde Colombia está comprometida a preservar sus especies endémicas por convenios internacionales dentro de las que se encuentra la *Brycon henni* reportada en la lista roja de la IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) (Villa-Navarro et al, 2016).

Las poblaciones de Sabaleta *Brycon henni*, se han visto altamente afectadas en muchas fuentes hídricas del departamento de Antioquia como verbalmente lo reportan poblaciones ribereñas y algunos estudios realizados en la zona (Montoya, 2006). Actualmente clasificada en la lista roja de la IUCN. (

Este panorama de disminución de los stocks de poblaciones de Sabaleta, se ha presentado por diversos factores, especialmente ligados a las intervenciones antrópicas, entre los que se destacan contaminaciones de las fuentes de agua con cargas orgánicas provenientes de vertimientos de pobladores cercanos y residuos de contaminantes químicos utilizados en

sistemas de producción agropecuaria. De igual manera, las deforestaciones drásticas presentadas en las diferentes cuencas y subcuencas de la zona donde habita la Sabaleta se constituye en otro factor determinante en las alteraciones de dichas poblaciones.

Las construcciones que han conllevado a la alteración de los cauces de los ríos, como son los embalses, posiblemente puedan haber alterado el tránsito y las migraciones propias de especies de peces, especialmente los que tiene condiciones reofílicos, como es el caso de las Sabaletas.

Las especies migratorias son más susceptibles a la captura, fragmentaciones y alteraciones a gran escala de sus ecosistemas acuáticos. (Mojica, J; Usma, J; Álvarez, R. & Lasso, C., 2012), por lo tanto, se destaca la importancia de estudiar el comportamiento migratorio de la especie y su relación con los aspectos bioecológicos con el fin de establecer bases científicas para acciones de preservación.

De otro lado, a pesar de que diversas instituciones como ISAGEN, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, CORNARE, Universidad de Antioquia, Universidad Nacional y AUNAP, han realizado trabajos tendientes a cimentar el conocimiento biológico de la especie con fines de conservación, los esfuerzos no han tenido resultados suficientes frente a la preservación de la especie.

Actualmente se ha avanzado en los protocolos de reproducción inducida con el objetivo de producir masivamente alevinos con fines de repoblamiento y se han desarrollado estudios alrededor de variabilidad genética en la cuenca, no encontrando reportes de monitoreo o seguimiento a los animales que han sido liberados en actividades de repoblamiento.

Siendo coherentes con lo mencionado por Povh (2007) y Agostinho, Thomaz & Gomes, (2005), el presente estudio aportara información encaminada a la mitigación de riesgos de impactos negativos de un programa de repoblamiento con fines de conservación. El primer autor precisa que los programas de repoblamiento surgen como una estrategia para incrementar la supervivencia y ayudar con la conservación de algunas especies ícticas. Sin embargo, para su aplicación, es preciso contar con una orientación multidisciplinar que permita el desarrollo eficiente de dicha estrategia, de lo contrario se corre un alto riesgo de generar impactos negativos en las poblaciones de peces tales como pérdida de la diversidad genética de las especies que se liberarán, así como alteraciones en las poblaciones naturales (Povh, 2007).

La información sobre los aspectos bioecológicos y patrones de migración de las especies a repoblar, deberían ser temas claves a la hora de implementar estrategias de repoblamiento íctico, ya que, en muchas ocasiones, las acciones de protección y conservación de recursos hidrobiológicos se realizan con poco respaldo científico (Agostinho, Thomaz & Gomes, 2005). Autores como Montoya (2006), manifiestan para el caso específico de la *Brycon henni*, que los datos sobre movimientos migratorios de la especie son confusos y se requiere realizar trabajos que describan este comportamiento y se relacione con características medioambientales (Montoya, 2006).

Se resalta que el presente estudio contribuye al aporte de elementos para establecer lineamientos a los programas que se pretendan realizar en el departamento de Antioquia con fines de conservar la especie.

7. MARCO TEORICO

7.1 Generalidades de la Región Oriente Antioqueño.

La subregión del oriente antioqueño tiene una extensión territorial de 7.021 km², lo que corresponde al 11,2 % del área total del departamento, lo cual le permite ubicarse como la sexta subregión más grande de Antioquia.

Es de destacar que, con respecto a la producción pecuaria, el sector piscícola representa una fortaleza significativa, ya que, aporta el 35% del área destinada a este tipo de producción y participa con el 33% de los estanques departamentales en uso, lo que la sitúa como la primera subregión de Antioquia en ambos aspectos. (CCM, 2014)

Por otro lado, de acuerdo a lo expresado por Jaramillo y Maldonado (2008), en el oriente antioqueño se presentan cuatro tipos de ecosistemas: Zonobioma Húmedo Tropical del Valle del río Magdalena (con altitudes entre 400 y 1100- 1200 msnm, temperatura media de 23 - 28 °C); Orobioma Subandino de la Cordillera Central (1000 - 1500 y 2000 - 2400, temperatura media entre 19 - 23 °C); Orobioma Andino de la Cordillera Central (2200 - 2350 y 3500 - 3750 msnm, temperatura media entre 6 y 12 °C); y Orobioma Altoandino de la Cordillera Central (3000 y 3500 msnm).

Así mismo, cuenta con una gran riqueza hídrica, siendo los principales ríos: Nare, Guatapé, Rionegro, Samaná Norte y Sur, Tafetanes, Dormilón, Calderas, Bizcocho, Nus, Concepción, Cocorná, Calderas, Claro, Manso y Miel, que drenan hacia el Magdalena Medio; y los ríos Arma, Piedras y Buey que drenan hacia el Cauca Medio (Smith & Vélez, 1997; Jaramillo, 2008).

Las cuencas que hacen parte de la vertiente occidental del río Magdalena, se caracterizan por ser torrenciales, de aguas muy claras y con muy poca planicie aluvial pues las estribaciones de la cordillera se extienden casi hasta el borde del río Magdalena (Mojica, et al., 2006; Jaramillo, 2012).

7.2 Generalidades de la Cuenca del Río Nare.

El río Nare bordea una parte del extremo nororiental del municipio, donde recibe las aguas de afluentes importantes como el río Concepción y las quebradas San Pedro, Las Mercedes y Santa Gertrudis (CONARE 2011). La cuenca del río Nare abarca un área de 96.087 ha, 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.

El río Nare presenta una pendiente promedio de 18.46 %, una temperatura media mensual de 19 °C y una precipitación media anual de 3.137 mm, caracterizada por un régimen de lluvias bimodal. Se ha estimado que tiene un caudal medio multianual de 347.31 m³/s y rendimientos de 61.18 L/seg-km². Las características particulares que posee la cuenca del río Nare se debe en gran parte a la ubicación de la misma en la zona de incidencia climática del Magdalena Medio (CORNARE).

7.3 Fauna Íctica de la Cuenca del Río Nare.

De acuerdo con investigaciones realizadas en las cuencas del río Nare y río Guatapé en el Oriente Antioqueño, se ha reportado la existencia 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%), *Astroblepidae* (14,46%), *Parodontidae* (11,11%) y *Trichomycteridae* (10,09%). La biomasa mayor fue aportada por *Characidae* (72,05%), seguida por *Parodontidae* (11,56%) y *Cichlidae* (5,49%). Se colectaron e identificaron ejemplares de 23 especies, 5 géneros (*Hemibrycon sp.*, *Trichomycterus sp.*, *Astroblepus sp.*, *Cordylancistrus sp.* y *Chaetostoma sp.*) y 2 familias (*Characidae* y *Loricariidae*) que han sido determinadas a nivel de *morfoespecie* (Bermúdez, Ospina & Mancera, 2009).

7.4 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 cuspidus* (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 hidrológicos 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).

7.5 Generalidades de la especie *Brycon henni*.

Taxonomía:

ORDEN: *Characiformes*

FAMILIA: *Characidae*

SUBFAMILIA: *Bryconinae*

GENERO: *Brycon*

ESPECIE: *Brycon henni* (Eigenmann 1913).

NOMBRE COMÚN: Sabaleta, sardina, toá, ojicolorada.

7.6 Descripción de la Especie.

La Sabaleta *Brycon henni* 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, diferenciándola 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, Aguiño, Sánchez, 2002; Ortega, 2004). la LE máxima reportada 35 cm (Dahl, 1971).

7.7 Biología y ecología.

La Sabaleta *Brycon henni* 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). De acuerdo con estudios desarrollados en

diferentes áreas se ha determinado que la Sabaleta (*B. Henni*) es una especie apta para cultivar en cautiverio debido a que se adapta muy bien a alimento concentrado y ha presentado altos índices de supervivencia (Aguirre y Muñoz, 2015).

7.8 Ecología trófica.

De acuerdo al estudio realizado por Botero (2013), *Brycon henni* 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 (Coleoptera) 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, 2013). La Sabaleta en estadio juvenil ha demostrado tener buenos rendimientos cuando se suministran dietas semipurificadas con 24% y 26% de proteína (Aguirre & Muñoz, 2015)

7.9 Ecosistemas fluviales.

El hábitat suministra espacio físico y proporciona fuente de alimento para las especies. Estas características del hábitat bajo las cuales la evolución forja estrategias de vida características que adaptan a las especies al ambiente (Southwood, 1988). La heterogeneidad

del hábitat fluvial se considera actualmente como uno de los principales factores de influencia de la riqueza de especies de invertebrados acuáticos (Voelz & McArthur, 2000).

La vegetación acuática autóctona de los ríos viene determinada por las condiciones de exposición a la luz, hidrología, nutrientes y la existencia de un sustrato apropiado (Fox, 1996). La alternancia y variación natural entre fuentes alóctonas y autóctonas de materia orgánica puede verse modificada por cambios en el uso del suelo, deforestación, urbanización, etc. Estos últimos cambios son susceptibles de alterar la hidrología superficial, la relación natural entre las fuentes alternativas de energía características de cada sistema fluvial y como consecuencia el hábitat físico (Pardo et al., 2002).

En los ecosistemas fluviales los peces han demostrado ser una herramienta efectiva empleada para la evaluación y monitoreo de los ambientes acuáticos (Villa & Pellegrini, 2008). Los peces y en especial la Sabaleta se caracterizan por ser excelentes indicadores del estado de los ecosistemas acuáticos (Casatti, 2012).

7.10 Técnicas para muestreos de fauna íctica.

Cuando se trata de monitorear o realizar seguimientos para evaluar la composición o abundancia de especies ícticas, suelen emplearse protocolos que permiten la obtención de información de una manera organizada. Para el trabajo en campo en términos generales se deben considerar las siguientes técnicas: identificación, recuentos y datos biométricos, en estos se registran datos de peso, longitud, identificación del sexo si es posible y también identificación taxonómica, para esta actividad se debe determinar apareos de pesca, períodos y frecuencias de muestreo.

Otro aspecto a considerar es el proceso de captura y liberación de los animales, para lo cual se debe disponer de recipientes, manteniendo niveles óptimos oxígeno disuelto y en condiciones de bienestar, para cualquier manipulación de los animales es necesario utilizar un anestésico. En cuanto la caracterización del hábitat, se llevan a cabo mediciones que incluyen, determinación de caudales, profundidad de fuente hídrica, área de pesca efectiva y registro de datos de la vegetación asociada. (Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente)

7.11 Calidad de agua.

Cuando se habla de composición química del agua se refiere a la capacidad que tiene esta de mantener elementos y sustancias sólidas y gaseosas en solución, fundamentales para el desarrollo de la biota (Mora & Soler, 1993). La composición química de las aguas continentales está controlada por diversos factores que incluyen la litología, el relieve de la cuenca de drenaje, las condiciones climáticas, procesos biológicos y la actividad antrópica (Pasquini, Grosso, Mangeaud, & Depetris, 2002).

La luminosidad es otro parámetro que debe tenerse presente ya que, puede influir sobre el comportamiento de los peces promoviendo conductas de aglomeración y competencia (Ramírez et al. 2009).

Factores como la profundidad, pH, alcalinidad, dureza, iones de calcio, clase de sedimentos, la materia orgánica, los diferentes contaminantes (Dugel & Kazanci, 2004), y la vegetación, influyen en la producción de nutrientes en el agua, y en la calidad del hábitat para los macroinvertebrados, determinando así el incremento de la abundancia y diversidad de las comunidades (Paukert & Willis, 2003).

Adicionalmente la calidad del agua está influenciada por las interacciones de la vegetación, suelos y tiempo de lluvia (Batlle & Golladay, 2001). Incluso la propia dinámica fluvial podría ser la mayor responsable de la biodiversidad de las comunidades fluviales (Elosegi & Sabater, 2009).

La concentración de oxígeno disuelto en el agua de los ríos depende principalmente de la altitud, la temperatura, la producción primaria y los procesos de descomposición de la materia orgánica. De manera general, la menor presión de oxígeno existente a grandes altitudes se compensa con temperaturas medias más bajas y viceversa (Toro et al., 2002).

Por otra parte, la concentración de sólidos en suspensión a lo largo del curso fluvial de una cuenca, está relacionada con factores de alteración de las condiciones naturales de la misma. Estos son afectados por procesos de erosión, fenómenos de fuertes precipitaciones, actividades de origen antropogénico como descargas de material orgánico y construcción de embalses. La conductividad de los ríos se ve influenciada por la vegetación de la cuenca, los usos del terreno y los vertidos contaminantes (Toro et al., 2002).

De otro lado, la producción primaria permite evaluar la capacidad de captación de energía de los organismos autotróficos y mediante el análisis de la composición taxonómica y la estructura de las comunidades de macroinvertebrados es posible determinar el grado de afectación producido por perturbaciones antrópicas (Roldán, 2003).

7.12 Repoblamiento.

Los repoblamientos con especies de peces nativas han sido estrategias empleadas con fines ambientales, económicos y sociales. En Colombia se han realizado desde hace varias décadas

replamamientos 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.

Diversas instituciones académicas y empresas estatales han venido desarrollando programas de investigación orientados a recuperar y conservar la especie *Brycon henni* dentro de los cuales se encuentran establecimientos de planteles de reproductores, reproducciones inducidas para la obtención de alevinos destinados a replamamientos y evaluaciones de potencial piscícola.

7.13 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.

El Plan deberá contener los objetivos, metas, plazos, alcances y demás requerimientos necesarios para garantizar: a) la conservación y recuperación del recurso hídrico; b) el control y reducción de la contaminación hídrica; c) la identificación de las cuencas hidrográficas de mayor importancia y que requieren mayor prioridad un Plan de Ordenación y Manejo; d) la

exploración y aprovechamiento sostenible de aguas superficiales y subterráneas y, e) el monitoreo y seguimiento del recurso hídrico.

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).

Por otra parte, dada la riqueza hídrica del país, la actividad pesquera se constituye como una actividad económica y de seguridad alimentaria principal, por lo tanto, la ictiofauna o recurso pesquero tiene una connotación jurídica de “RES NULLIUS”, lo que significa son bienes comunes, por lo tanto, le corresponde al Estado velar por su administración y generar las reglas y condiciones para acceder al mismo (Art. 2 Ley 13 de 1990).

El Decreto No. 1985 de 2013 del 12 de septiembre 2013, modificó la estructura del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y se determinaron las funciones de sus dependencias. Seguidamente, y a través del Artículo 16 de este Decreto se creó el “Viceministerio de Asuntos Agropecuarios”, cuyas funciones en términos específicos del sector de pesca y acuicultura contienen entre otras: a) proponer e implementar las políticas para mejorar la productividad y la competitividad pesquera y acuícola; b) proponer y diseñar instrumentos de política que promuevan la productividad y competitividad pesquera y acuícola; c) proponer y hacer seguimiento a la implementación de las políticas sobre la productividad y la competitividad pesquera y acuícola.

De igual manera, 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 5º: 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.

8. DISEÑO METODOLÓGICO

8.1 Localización del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Concepción, localizado en el oriente del departamento Antioqueño. Se ubica a los 6° 23' 35.20" de Latitud Norte y 75° 15' 25.60" de Longitud Oeste. A una altura media sobre el nivel del mar de 1875 m. y una temperatura ambiental promedio 20°C. La mayor parte del territorio (60%) pertenece a la zona de vida de Bosque muy Húmedo Montano Bajo (bmh-MB) (CORNARE, 2011). La zona de intervención correspondió a un transecto de 1 km aguas arriba y 1 km aguas abajo con

relación al punto N 6°39'29.24" O -75°25'70.94" del río Concepción el cual representa el eje fluvial más importante de la jurisdicción municipal, atravesando casi completamente la parte central del territorio en dirección oeste – este, hasta su desembocadura en el río Nare.

Unidad de análisis

La unidad de análisis del presente estudio fue la liberación *Brycon henni* en el río Concepción en la cuenca del río Nare.

Unidad de observación

La unidad de observación estuvo comprendida por los sitios de muestreo distribuidos en un transecto de 1km hacia arriba y 1km hacia abajo del río Concepción.

Unidad de información

Ejemplares de la especie *Brycon henni*

Tipo de Investigación

La presente investigación se abordó desde un enfoque experimental, correlacional de carácter descriptivo con diseño de campo, donde se especifican las propiedades del grupo o fenómeno donde se describió de forma sistemática las características de los ejemplares de Sabaleta *Brycon henni* y la relación con los aspectos bioecológicos del río Concepción.

Nivel de la investigación:

La investigación tuvo un nivel descriptivo y explicativo.

Diseño de investigación:

La investigación tuvo una fase inicial documental (marco teórico), seguida de investigación de campo y experimental, analizando en el sitio donde ocurren los hechos (transecto de río Concepción, cuenca del río Nare), basados en un método analítico sintético.

Tipo de muestreo

Se empleó un muestreo probabilístico al azar sistemático. Los animales fueron marcados con elastómeros para su identificación y seguimiento, se capturaron en los puntos de muestreo con mallas y redes al azar.

8.2 Técnicas e instrumentos de recolección

Técnicas: Se realizó una observación directa y análisis documental.

Instrumentos: Se iniciaron las actividades de campo con previo permiso de captura emitido por la Autoridad Nacional de Pesca y Acuicultura -AUNAP. Los instrumentos utilizados corresponden a formatos de registros, equipos multiparamétricos de agua, GPS, cámaras fotográficas, aparejos de pesca.

Los instrumentos utilizados con los informantes clave fueron: Entrevistas semiestructuradas, fotografías y mapas del lugar.

8.3 Técnicas de procesamiento de análisis de datos

Para la caracterización del hábitat se tabularon las siguientes variables:

- Tipos de sustratos – sedimentación
- Parámetros físico químicos del agua
- Diversidad acuática
- Vegetación ribereña

Se realizó una triangulación metodológica revisando protocolos de caracterización de hábitat, de monitoreo y captura de animales. Además, una triangulación entre datos obtenidos en el mismo estudio, con datos obtenidos en otras investigaciones reportados por diferentes autores. Se emplearon técnicas lógicas de análisis síntesis.

8.4 Análisis Estadístico

Los datos fueron tomados mediante muestreo al azar sistemático en cada uno de los puntos para las variables cualitativas y cuantitativas, posteriormente fueron registrados para la obtención de la estadística descriptiva y prueba no paramétrica de comparación Mann – Whitney. Todos los datos fueron registrados en el aplicativo Excel Microsoft y procesados en el paquete estadístico PAST®.

8.5 Método

8.5.1 Material biológico:

La especie objetivo en este estudio fue la sabaleta (*Brycon henni*). Se colectaron, marcaron y liberaron 209 ejemplares 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 (Figura.1).

Posterior al marcaje estos individuos fueron dejados en estanques durante una semana para monitorear el efecto del marcaje. Durante este período se evaluó la tasa de sobrevivencia (%) post marcaje estimada como: Sobrevivencia (S). utilizando la fórmula: $S = (\text{Número de peces finales} / \text{Número de peces iniciales}) * 100$. para realizar el marcaje se utilizó Quenaldine anestésico en proporción de 1gotas por litro de agua.

Figura 1: Actividad de marcaje de animales para posterior liberación.



Fuente: Fotografías tomadas por el autor.

8.5.2 Establecimiento de zona de liberación de animales.

Dentro del transecto en estudio del río Concepción se ubicó la estación de liberación, para lo cual 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.

El establecimiento de la zona de liberación tuvo dos etapas:

Primera etapa, interacción con informantes claves: Con el fin de obtener información que aportara elementos tanto para el establecimiento de la estación de liberación como para los sitios de muestreo, el trabajo de campo contempló la interacción con los informantes claves, los cuales corresponden a personas que por sus vivencias y capacidades se convierten en una fuente importante de información (Hernández, 2014).

Para el caso en mención, los informantes claves fueron los pescadores del municipio de Concepción. En primera instancia, se realizó el contacto directo con el líder comunitario de los pescadores, con el cual se identificó el sitio donde se establecen los animales pequeños, posteriormente se realizó una entrevista semiestructurada compuesta por 10 preguntas base a 20 pescadores (Anexo 1) como apoyo en la determinación del área de liberación de los animales.

Segunda etapa, caracterización de la estación de liberación: Se realizaron las siguientes mediciones de parámetros físico químicos del agua: profundidad promedio del cauce, caudal, temperatura del agua, pH, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos suspendidos totales.

En cuanto a la caracterización de la vegetación ribereña en el sitio de la liberación, 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, se asignaron coordenadas a las especies de árboles. De igual modo, como guía para la identificación taxonómica de las especies vegetales se hizo uso del libro Guía de Campo de las Familias y Géneros de las Plantas del Norte de Sur América (Colombia, Ecuador y Perú), 1993.

8.5.3 Definiciones de sitios de captura y muestreo.

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.

8.5.4 Caracterización de sitios de muestreo.

La caracterización físico química del agua en los sitios de muestreo se realizó dos veces al mes, durante 4 meses de estudio. Los parámetros registrados fueron los siguientes: 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.

En cuanto a la caracterización de la vegetación ribereña, se utilizó la misma metodología empleada en el sitio de liberación, 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. 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 realizaron observaciones al microscopio trilocular (5 repeticiones por muestra) y con el apoyo del Manual de Limnología de Gabriel Roldan (1989), se realizó la identificación taxonómica de los microorganismos, además, se hizo un análisis cualitativo y semicuantitativo (con el porcentaje de abundancia de individuos de un mismo grupo taxonómico o familia o género tanto de fito como se zooplancton) se estimó la densidad ictioplanctónica (DI) (ind/cm²).

Abundancia porcentual $\frac{\text{Número de individuos de cada especie}}{\text{Número total de individuos en la muestra}} \times 100$.

8.5.5 Monitoreo de ejemplares liberados.

Una vez los animales fueron liberados, se iniciaron 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.

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9.1 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.

9.2.1 Caracterización de la zona de liberación

Como resultado de la interacción con los informantes clave, se tuvo un primer punto de referencia de avistamiento de alevinos de la especie *Brycon henni*, el cual fue suministrado por el líder de los pescadores, denominado sector de “la Planta”. Se realizó la siguiente

pregunta a los pescadores: ¿en qué lugar ha observado los animales pequeños de Sabaleta *Brycon henni* (de 2cm – 4cm)? (ver Anexo 1).

El 39% de los pescadores afirmaron haber observado alevinos de la especie en el sector de la Planta, el 33% en el sector San Bartolo, el 17% ha observado estos animales tanto en el sector de San Bartolo como en el sector de la Planta, y el 11% de los pescadores indicó haber observado alevinos en el punto del aula ambiental.

Con respecto al tipo de sustrato presente en el cauce donde se encuentran los alevinos, el 27.7% de los pescadores indicaron que estos se ubican donde hay arena y piedras, el 44.44% mencionaron avistarlos debajo de las piedras y el 27.7 % considera que en arena. Además, La vegetación predominante reconocida por los pescadores, en los sitios donde observan los alevinos, está conformada por el Guayabo (*Psidium guajaba*), Mora silvestre (*Rubus sp*), Siete Cueros (*Tibouchina sp*), Barbasco (*Poligonum sp*), Guadua (*Guadua angustifolia*), Pino (*Pinnus patula*), Eucalipto (*Eucaliptus grandis*) y Guamo (*Inga sp*).

9.2.1.1 Ubicación de la zona de liberación

Teniendo en cuenta la información anterior, 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 2: Ubicación zona de liberación de ejemplares.



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

9.2.1.2 Caracterización de la vegetación ribereña de la zona de liberación.

Al analizar la información tomada en campo, se deduce que las especies más abundantes en el transecto de 100 m son: el Guayabo (*Psidium guajaba*) (23,80%), seguido por Eucalipto (*Eucaliptus grandis*) (15.87%), Quiebra Barrigo (*Trichanthera gigantea*) (6.34%), y Siete Cuero (*Tibouchina sp*) (7.93%). Estas especies son propias de la zona de vida bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) según la clasificación de Holdrige, 1979. Varias de las especies de la composición florística ribereña del río a 1879 m.s.n.m, pueden ser utilizadas por la especie *Brycon henni* para su alimentación por su contenido de carbohidratos,

proteínas, aceites vegetales y antocianinas (colorantes vegetales). En la figura 3 se observa el transecto de muestreo y en las tablas 1 y 2 la composición vegetal.

Figura 3: Transecto de Muestreo para Caracterización de la Vegetación ribereña de la zona de liberación.



Fuente: Tomado de Google Earth, 2018

Las especies identificadas en el análisis horizontal y vertical de la vegetación se detallan en el siguiente cuadro:

Tabla 1: Caracterización florística del transecto de 100m zona de liberación.

Segmento (m)	Coordenadas propias del muestreo (m)	DAP (cm)	Altura (m)	Nombre Común	Nombre Científico	Recurso aprovechable	
0-10	4,3	20	12	Copé	<i>Clusia sp</i>	Fruto	
	5,2	12	7	Encenillo	<i>weinmannia sp</i>	Hojas	
	7,4	25	7	Siete Cueros	<i>Tibouchina sp</i>	Flores, frutos y semillas	
	7,5	22	5	Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	Frutos y semillas, hojas	
	8,3	25	12	Cedro de Montaña	<i>Cedrela montana</i>	Semillas	
10-20	11,4	40	12	Cedrillo	<i>Brunellia sp</i>	Frutos y semillas	
	13,3	19	13	Laurel	<i>Nectandra sp</i>	Frutos y semillas	
	15,4	20	9	Gigua Negro	<i>Ocotea sp</i>	Frutos y semillas	
	19,1	14	8	Arrayan	<i>Myrcia sp</i>	Frutos y semillas	
	19,3	17	4	Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	Frutos y semillas	
	19,4	30	7	Poma	<i>Eugenia jambos</i>	Frutos	
	22,4	17	7	Arrayan	<i>Myrcia sp</i>	Frutos y semillas	
	23,5	12	8	Siete Cueros	<i>Tibouchina sp</i>	Flores, frutos y semillas	
20-30	25,5	40	7	Carbonero	<i>Zygia sp</i>	Semillas	
	27,3	15	8	Quiebra Barrigo	<i>Trichanthrea gigantea</i>	Hojas	
	28,3	30	8	Laurel	<i>Nectandra sp</i>	Frutos	
	29,2	25	7	Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	Frutos y semillas	
	30-40	31,3	20	14	Eucalipto	<i>Eucaliptus grandis</i>	
	32,2	21	12	Eucalipto	<i>Eucaliptus grandis</i>		
	32,3	22	13	Eucalipto	<i>Eucaliptus grandis</i>		
	33,3	28	12	Eucalipto	<i>Eucaliptus grandis</i>		
	33,4	25	12	Pino patula	<i>Pinnus patula</i>		
	36,4	30	6	Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	Frutos y semillas	
40-50	30, 40	12	12	Guadua	<i>Guadua angustifolia</i>	Hojas	
	38,4	14	4	Quiebra Barrigo	<i>Trichanthrea gigantea</i>	Hojas	
	30,1	12	3	Liberal	<i>Euphorbia pulcherima</i>		
	40, 50	12	12	Guadua	<i>Guadua angustifolia</i>	Hojas	
	41,3	17	14	Pino	<i>Pinnus patula</i>		
	45,2	20	14	Eucalipto	<i>Eucaliptus grandis</i>		
	46,2	28	15	Eucalipto	<i>Eucaliptus grandis</i>		
	47,1	24	13	Eucalipto	<i>Eucaliptus grandis</i>		
	47,5	30	7	Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>		
	48,2	12	4	Liberal	<i>Euphorbia pulcherima</i>		
50-60	49,1	28	7	Siete Cueros	<i>Tibouchina sp</i>	Flores, frutos y semillas	
	50,5	33	5	Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	Frutos y semillas	
	51,2	21	7	Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	Frutos y semillas	
	54,3	19	6	Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	Frutos y semillas	
	54,1	22	11	Pino	<i>Pinnus patula</i>		
	57,3	30	14	Eucalipto	<i>Eucaliptus grandis</i>		
	58,2	24	14	Eucalipto	<i>Eucaliptus grandis</i>		
	60,5	40	10	Lechero	<i>Ficus sp</i>	Frutos	
	60,2	40	9	Carbonero	<i>Zygia sp</i>	Semillas	
	60, 4	30	7	Siete Cueros	<i>Tibouchina sp</i>	Flores, frutos y semillas	
60-70	60,3	14	4	Quiebra Barrigo	<i>Trichanthrea gigantea</i>	Hojas	
	61, 4	30	12	Lechero	<i>Ficus sp</i>	Frutos	
	62,2	21	9	Carbonero	<i>Zygia sp</i>	Semillas	
	65,2	80	12	Mango	<i>Magnifera indica</i>	Frutos	
	67,3	14	5	Liberal	<i>Euphorbia pulcherima</i>		
	68,4	40	5	Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	Frutos y semillas	
	70-80	71,1	12	4	Liberal	<i>Euphorbia pulcherima</i>	
	70, 80	8	8	Guadua	<i>Guadua angustifolia</i>		
80-90	74,1	19	12	Eucalipto	<i>Eucaliptus grandis</i>		
	76,3	23	8	Mango	<i>Magnifera indica</i>	Frutos	
	79,2	40	6	Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	Frutos y semillas	
	81,3	30	4	Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	Frutos y semillas	
	84,1	12	5	Quiebra Barrigo	<i>Trichanthrea gigantea</i>	Hojas	
	87,2	14	5	Siete Cueros	<i>Tibouchina sp</i>	Flores, frutos y semillas	
	90-100	91,3	22	5	Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	Frutos y semillas
92,4	27	4	Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	Frutos y semillas		
94,2	17	3	Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	Frutos y semillas		
95,3	22	7	Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	Frutos y semillas		
98,2	40	5	Carbonero	<i>Zygia sp</i>	Semillas		

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en trabajo de campo, en colaboración de Gonzalo Gómez Rojas, Ing. Forestal, 2018

Dentro de la franja en la que se obtuvo la composición florística se observaron las siguientes de arvenses:

Tabla 2: Arvenses presentes en transecto de 100m de la zona de liberación.

Observación de Arvenses	
Nombre común	Nombre científico
Bore	<i>xanthoxoma sp</i>
Matandrea	<i>Edichium montana</i>
Silvo silvo	<i>Hedyosmun sp</i>
Limón de monte	<i>Siparuna sp</i>
Mortino Henano 1	<i>Miconia sp</i>
Mortino 2	<i>Miconia minutiflora</i>
Mortino 3	<i>Miconia sp</i>
Guacamayo	<i>Croton sp</i>
Verbena	<i>Lantana sp</i>
Mora silvestre	<i>Rubus sp</i>
Varita de San Juan	<i>Epidendrum sp</i>
Lenguita	<i>Faramea sp</i>
Cafecillo	<i>Ladembergia sp</i>
Chilca	<i>Australoeupatorium sp</i>
Sangre de Drago	<i>Croton sp</i>
Algodoncillo	<i>Emilia sp</i>
Barbasco	<i>Poligonum sp</i>
Baboso	<i>Hibiscus sp</i>

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en trabajo de campo, en colaboración de Gonzalo Gómez Rojas, Ing. Forestal, 2018.

9.2.1.3 Medición de parámetros fisicoquímicos del agua en zona de liberación.

El resultado de la medición de los parámetros fisicoquímicos, una vez seleccionada la zona de liberación se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3: Parámetros fisicoquímicos del agua zona de liberación de ejemplares de *Brycon henni*.

Temperatura °C	pH	Conductividad (mS/cm)	SDT mg/L	O.D mg/L	O.D % de SAT	Amonio Ppm
19.2	7,8	41,5	19.3	6,4	83,3	0,63

Los anteriores datos de parámetros fisicoquímicos del agua seleccionado para la liberación de los ejemplares, corresponden a atributos propios del hábitat de la especie *Brycon henni* los cuales son similares a condiciones reportadas por Botero (2010), quien registró valores para el río Portugal de Piedras, Alto Cauca (Colombia), con temperatura promedio del agua entre 20 °C y 23°C, pH entre 7,2 y 8,3, Oxígeno disuelto entre 5.8 y 6.1 mg/L, sólidos disponibles totales de 140 mg/L.

Material

En cuanto a los sustratos o material presente en el cauce, se encontraron grava y material rocoso usado como refugio de los ejemplares. Además, la especie normalmente prefiere sitios con sustratos duros, compuestos por rocas y gravas como lo menciona Maldonado, 2005, lo cual se muestra en la figura 4:

Figura 4: Muestra material de lecho del río

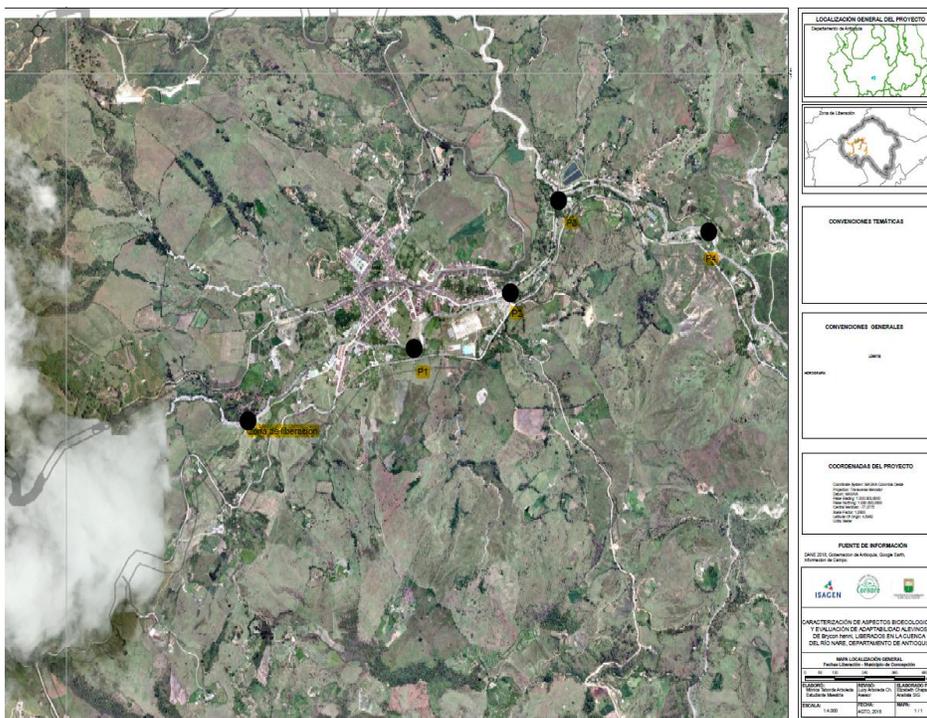
9.2.2 Caracterización de las estaciones de muestreo.

El transecto evaluado comprendió cuatro puntos de muestreo distribuidos a lo largo de 2km, la georreferenciación de los mismos, se presenta en la Tabla 4 y su distribución espacial en la Figura 5.

Tabla 4: Puntos de Muestreo.

Punto de muestreo	Coordenadas geográficas	
	LN	LW
P1. Charco de los Payasos	6°39'29.24"	-75°25'70.94"
P2. Sector el Matadero	6°39'75.50"	-75°25'21.63"
P3. Sector puente Arango	6°39'43.99"	-75°25'39.59"
P4. Sector Valle de San Bartolo	6°39'42.46"	-75°24'49.37"

Figura 5: Mapa ubicación puntos de muestreo.



9.2.2.1 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).

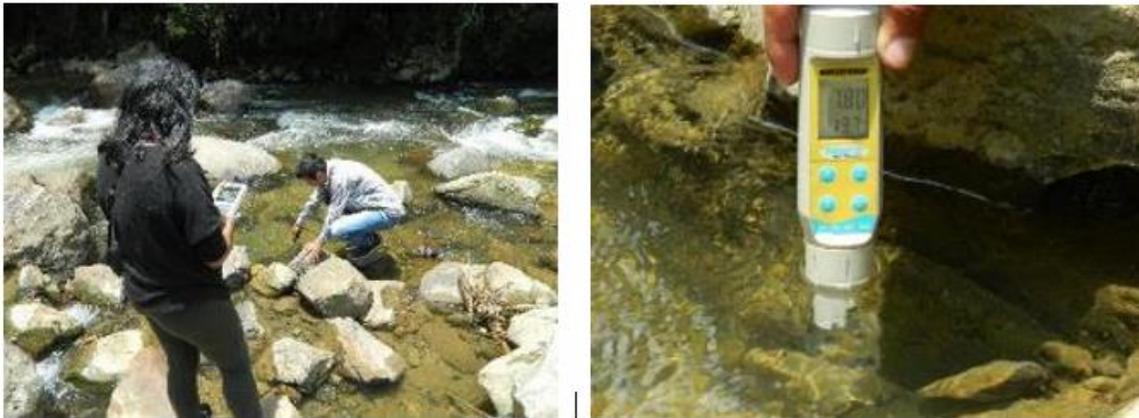
Los valores promedio de las mediciones de calidad por punto de muestreo se presentan a continuación en la Tabla 5:

Tabla 5: Caracterización de parámetros físico-químicos de calidad de agua por punto de muestreo, prueba de comparación no paramétrica Mann Whitney.

PUNTO DE MUESTREO	T °C	SAL	SST (mg/L)	COND (mS/cm)	pH
Punto de liberación					
$\bar{X} \pm DE$	17,7±1,3 ^a	17,5±0,7a	18,0±0,5a	25,3±0,7a	8,1±0,3 ^a
Mínimo	15,1	16,5	17,1	24	7,6
Máximo	19,9	19,5	19	26,7	8,9
Coeficiente variación	7,2	3,9	2,7	2,8	4
Charco de los payasos					
$\bar{X} \pm DE$	18,9±1,4b	18,8±1,2b	19,8±1,9b	27,7±2,6b	7,7±0,2b
Mínimo	16,2	17,1	16,3	22,9	7,5
Máximo	20,4	20,8	22,3	31,1	8
Coeficiente variación	7,4	6,5	9,7	9,3	1,9
Matadero					
$\bar{X} \pm DE$	17,7±1,8	16,9±2,8	17,1±3,7	24,0±4,8	7,7±0,1b
Mínimo	15,80	14,40	13,70	19,30	7,60
Máximo	19,60	20,30	21,80	30,20	7,80
Coeficiente variación	10,5	16,7	21,5	20	1

Puente Arango					
$\bar{X} \pm DE$	19,9 \pm 1,3c	20,9 \pm 3,0c	22,7 \pm 4,4c	31,8 \pm 6,1c	7,7 \pm 0,1b
Mínimo	18,4	17,9	18,5	26	7,6
Máximo	20,8	23,9	27,3	38,1	7,8
Coefficiente variación	6,6	14,4	19,4	19,1	1,7
San Bartolo					
$\bar{X} \pm DE$	17,1 \pm 0,0	17,6 \pm 0,6	18,8 \pm 1,0	26,5 \pm 1,4	7,6 \pm 0,04b
Mínimo	17,1	17,1	18,1	25,5	7,6
Máximo	17,1	18	19,5	27,5	7,6
Coefficiente variación	0	3,6	5,3	5,3	0,6

Figura 6: Medición de parámetros fisicoquímicos:



El comportamiento del caudal fue similar durante el estudio, sin embargo, se presentó un aumento significativo en el mes de mayo, lo cual fue consistente con el aumento de las precipitaciones durante ese mes. El registro de caudal se presenta a continuación en la Tabla 6.

Tabla 6: Datos promedio del caudal del río Concepción.

Mes	Caudal (Q) m ³ /seg
Abril	1,96
Mayo	25,10
Junio	2,99
Julio	3,12
Agosto	3,16

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. La clasificación de los sustratos identificados en la ribera del río se presenta en la tabla 7.

Tabla 7: Características generales de los puntos de muestreo: sustrato, morfología y vegetación.

Punto de muestreo	Sustrato	Morfología del terreno	Tipo de vegetación
Charco de los payasos	Roca/Grava/arena gruesa/arena fina	semiinclinado	Pasto/Herbácea
Sector Matadero	Roca/Arena fina/	semiinclinado	Pasto/Herbáceas/ arbustos
Sector puente Arango	Roca/Arena fina /grava/arena gruesa/	semiinclinado	Pasto/herbáceas/arbustos
Sector Valle de San Bartolo	Roca/ Arena fina/grava/arena gruesa	semiinclinado	Arbustos/herbáceas

El área de estudio se caracterizó por ser de poca profundidad (40-80 cm) y caudal promedio de 9,08 m³/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).

9.2.2.2 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 Poaceas 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 8: 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>Ladembergia 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.

Basados en el Catálogo de Plantas Vasculares del departamento de Antioquia (Idárraga y Callejas, 2011), y en el catálogo del Herbario de la Universidad de Antioquia, CORNARE compila y reporta la presencia de diversas especies vegetales en la cuenca del río Nare, 889 especies de plantas distribuidas en los municipios de Alejandría, Caracolí, Concepción, Puerto Nare, San Carlos, San Rafael, San Roque y Santo Domingo.

Además, se destaca las especies arbóreas tienen declaratoria de veda en la jurisdicción: caunce *Godoya antioquensis*, yumbé *Caryodaphnopsis cogolloi*, alma negra *Talauma espinialii*, bálsamo *Myroxylon balsamum*, nazareno *Peltogyne paniculata* subsp. *pubescens*, marfil *Ventanea magdalenensis*, cabuyo *Eschweilera antioquensis*, carrito *Aspidoperma sp.*, *Alfaroa colombiana*, *Aniba sp.*, *Dussia sp.*, *Gaiadendronpunctatum* y chiriguaco *Ilex caliana*. Sin embargo, no hay presencia de ninguna de ellas en los puntos de muestreo del presente estudio.

De la cobertura vegetal observada, se observó la presencia de rastrojos altos y bajos de especies mixtas, que se caracterizaron por ser zonas de una cobertura vegetal natural, en un estadio sucesional intermedio denominado como Rastrojos, donde existe una alta densidad de individuos (800 a 1000 indiv/0.1 ha), con alturas promedio entre los 5 y 10 m, y donde los

fustes de los árboles que no sobrepasan los 15 cms de DAP. Se asocian con sitios que han sido intervenidos en los últimos años y que por diversas circunstancias fueron abandonados a la sucesión secundaria, estos se consideran de gran importancia ecológica y social (CORNARE-CORANTIOQUIA 2010). Los rastrojos bajos presentan una función de protección al suelo y sirven como base para el establecimiento de especies secundarias.

Este estrato se caracteriza por albergar vegetación natural en sus primeras etapas de desarrollo y presentan una alta densidad de individuos, formando sitios de difícil acceso, dominados, la mayoría de las veces, por algunas especies de helechos herbáceos como el Marranero y el Pate gallina, los cuales se encuentran asociados a especies de la familia Asteraceae (Compuestas), conocidos comúnmente como Chilcos y de la familia Ericaceae, conocidos como Uvitos (CORNARE-CORANTIOQUIA 2010).

9.2.2.3 Identificación de plancton en el transecto de estudio del río Concepción.

Se presenta la identificación de plancton en el transecto evaluado del río Concepción (Antioquia), en la Tabla 9.

Tabla 9: Identificación plancton en el transecto evaluado del río Concepción (Antioquia).

Clase	Orden	Género	Especie	No. De Individuos	Abundancia Relativa (%)
Bacillariophyceae	Cymbellales	Gonphonema	Gonphonema longipes	1	0,12
			Gonphonema sp	3	0,35
			Anomoeoneis	1	0,12
	Naviculales	Navicula	Navicula sp	61	7,16
			Pinnularia	11	1,29
			Stauroneis	8	0,94
Eunotiales	Eunotia	<i>Eunotia sp</i>	3	0,35	
Branchiopoda	Cladocera	Moina	<i>Moina sp</i>	11	1,29
Chlorophyceae	Sphaeropleales	Ankistrodesmus	<i>Ankistrodesmus sp</i>	25	2,93
		Kirchneriella	<i>Kirchneriella sp</i>	2	0,23
	Ulotrichales	Ulothrix	<i>Ulothrix variabilis</i>	9	1,06

Clase	Orden	Género	Especie	No. De Individuos	Abundancia Relativa (%)
Chroobacteria	Oscillatorales	Oscillatoria	<i>Oscillatoria retzii</i>	8	0,94
			<i>Oscillatoria sp</i>	83	9,74
Coscinodiscophyceae	Melosirales	Melosira	<i>Melosira granulata</i>	7	0,82
Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcus	<i>Chroococcus sp</i>	371	43,54
		Spirulina	<i>Spirulina sp</i>	1	0,12
		Anacystis	<i>Anacystis montana</i>	13	1,53
		Gloeocapsa	<i>Gloeocapsa sp</i>	4	0,47
	Oscillatoriales	Lyngbya	<i>Lyngbya martensiana</i>	3	0,35
	Synechococcales	<i>Synechococcus sp</i>	30	3,52	
Euglenophyceae	Euglenales	Euglena	<i>Euglena sp</i>	3	0,35
Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilaria	<i>Flagilaria sp</i>	12	1,41
		Synedra	<i>Synedra sp</i>	3	0,35
	Tabellariales	<i>Tabellaria</i>	<i>Tabellaria sp</i>	1	0,12
Insecta	Diptera	Dixella	<i>Dixella sp</i>	1	0,12
		Chironomidae	<i>Chironomidae sp</i>	1	0,12
		Simulium	<i>Simulium sp</i>	2	0,23
Mediophyceae	Stephanodiscales	Cyclotella	<i>Cyclotella sp</i>	5	0,59
Monogononta	Ploima	Dicranophorus	<i>Dicranophorus sp</i>	12	1,41
		Notholca	<i>Notholca sp</i>	6	0,70
		Trichocerca	<i>Trichocerca sp</i>	3	0,35
Oligohymenophorea	Peniculida	Paramecium	<i>Paramecium sp</i>	45	5,28
	Sessilida	Vorticella	<i>Vorticella sp</i>	6	0,70
Prostomatea	Prorodontida	Prorodon	<i>Prorodon teres</i>	12	1,41
Spirotrichea	Sporadotrichida	oxytricha	<i>oxytricha sp</i>	12	1,41
		<i>Stylonychia</i>	<i>Stylonychia sp</i>	2	0,23
Tubulinea	Euamoebida	Amoeba	<i>Amoeba proteus</i>	32	3,76
Zygnematophyceae	Desmidiales	Gonatozygon	<i>Gonatozygon sp</i>	13	1,53
Zygnemophyceae	Desmidiales	Closterium	<i>Closterium sp</i>	26	3,05

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en trabajo de campo, en colaboración de Lucy Arboleda, Lda. Biología, 2018

Figura 7: Observaciones de comunidades planctónicas y macroinvertebrados.



a. Chironomidae sp, b. Ankistrodesmus sp y c. Diatomea sp

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.

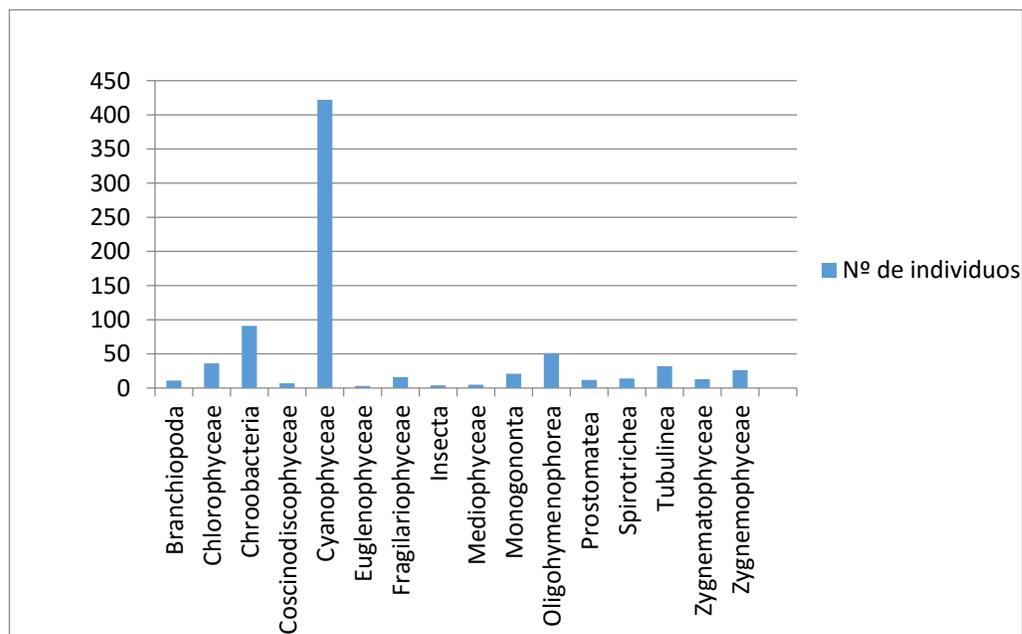
Los géneros más representativos encontrados en los puntos de muestreo fueron *Chroococcus* (43,54%), *Oscillatoria* (10,68%) y *Navícula* (9,39) y dentro de las especies que presentaron mayor dominancia están: *Chroococcus sp*, *Oscillatoria sp*, *Navícula sp*. El género *Chroococcus* es característico 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*.

El grupo de taxones más abundantes se presenta a continuación en la Figura 8.

Figura 8: Géneros de microorganismos identificados.

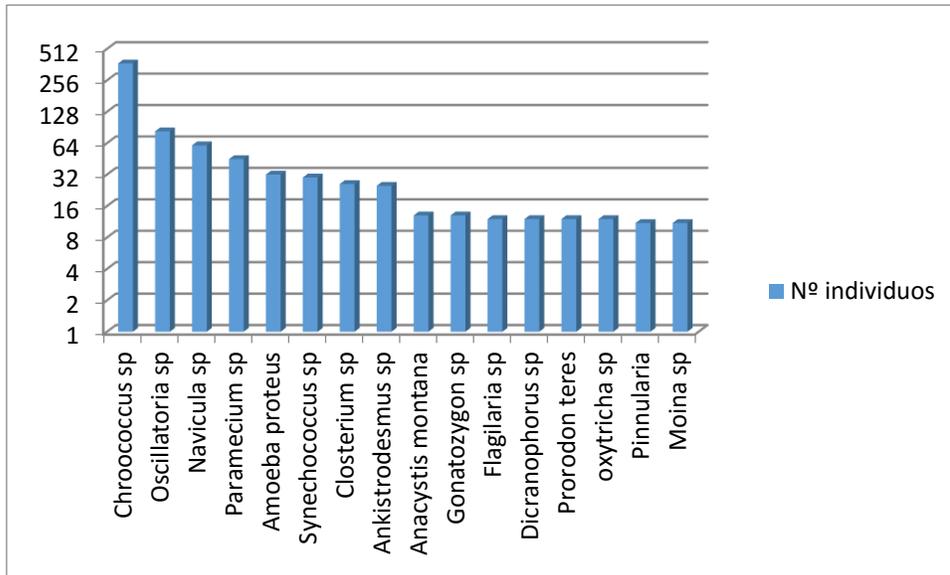


De la comunidad fitoplanctónica, las Diatomeas fueron los organismos más abundantes. Estas algas pueden ser encontradas en la columna de agua o bien crecer asociadas a un sustrato. De acuerdo con Rivas y colaboradores (2010), es uno de los grupos taxonómicos

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).

Las especies con mayor dominancia estuvieron representadas por: *Chroococcus sp* (43,54%), *Oscillatoria sp* (9,74%), *Navicula sp* (7,16%), *Paramecium sp* (5,28%), *Amoeba proteus* (3,76%) *Synechococcus sp* (3,52%) *Closterium sp* (3,05%) *Ankistrodesmus sp* (2,93%) *Anacystis montana* (1,53%), *Gonatozygon sp* (1,53), *Flagilaria sp* (1,41%), *Dicranophorus sp* (1,41%), *Prorodon teres* (1,41%) *Oxytricha sp* (1,41%), *Pinnularia sp* (1,29%) y *Moina sp* (1,29%). (Ver figura 9)

Figura 9: Especies representativas de la comunidad planctónica.



Se

observó que la presencia de macroinvertebrados fue escasa y estuvo representada por unas pocas especies dentro de las cuales se registraron *Moina sp* (11 individuos), *Dixella sp* (1), *Chironomidae sp* (1), *Simulium sp* (2), *Dicranophorus sp* (12), *Notholca sp* (6), *Trichocerca sp* (3). Estos suelen estar asociados a los bentos, por lo que se pueden clasificar como zoobentos o perifíticas y viven en el sedimento o asociadas a la vegetación.

Las especies bentónicas encuentran su principal fuente de alimento en la materia orgánica, que hay en el sedimento o de las algas del perifiton. De esta manera, se establece una estrecha relación entre estas comunidades y las fitoplanctónicas. El estudio de ambos organismos permitió una visión global del funcionamiento trófico de los ecosistemas acuáticos, en ese mismo sentido resulta una herramienta útil a la hora identificar qué áreas dentro del río, constituyen espacios propicios para la alimentación y establecimiento de nichos de la Sabaleta *Brycon henni*.

Se observó en este trabajo, una baja densidad de organismos planctónicos y perifíticos (6 ind/ml), lo cual está directamente relacionado con las características del río Concepción anteriormente descritas. Durante el período de muestreo, se presentaron lluvias que pudieron influir sobre el establecimiento de la comunidad planctónica.

9.3 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.

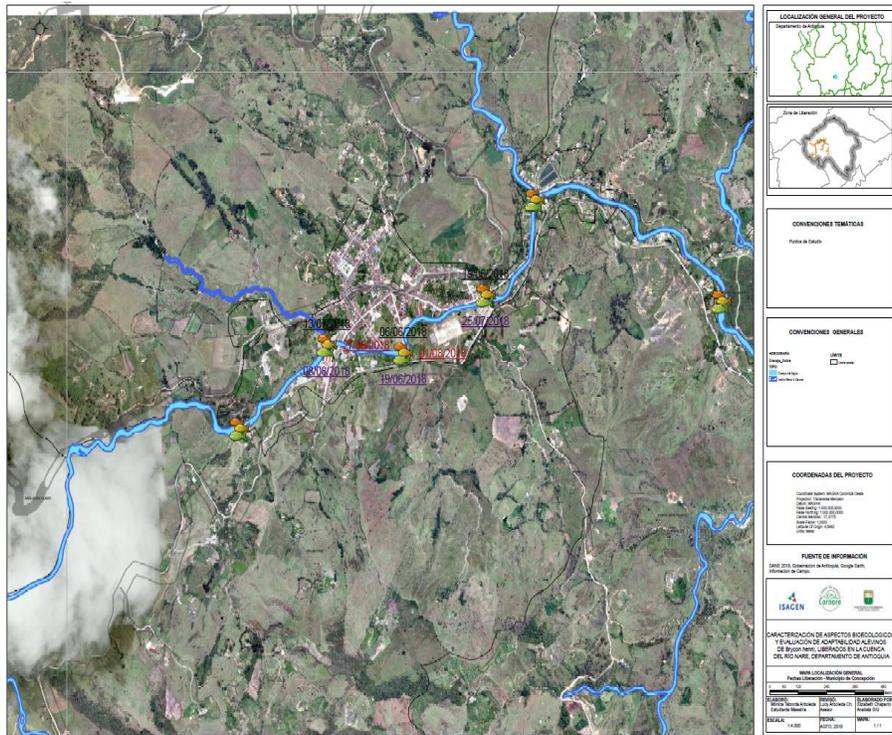
Adicionalmente, en un punto intermedio entre esta estación y la zona de liberación (Sector la Planta) fueron capturados 70 animales, 4 de ellos ejemplares marcados; mientras que en el

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, (ver Tabla 10 y figura 10.).

Tabla 10: Población *Brycon henni* capturada.

PUNTO DE MUESTREO	(N) total	(N) <i>Brycon henni</i>	(N) Individuos Marcados
P1	135	127	3
P2	237	236	6
P3	99	98	0
P4	66	64	0
P INTERMEDIO	70	70	4
	607	595	13

Figura 10: Puntos de muestreo y fechas de recaptura de animales



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).

Tabla 11: Abundancia relativa por especie.

PUNTO DE MUESTREO	(N) total	Abundancia de <i>Brycon henni</i> (%)	Abundancia r. Individuos marcados (%)	otras especies	(N) otras especies	Abundancia r. otras especies (%)
P1	135	94,07	2,22	Sardina	8	5,926
P2	237	99,58	2,53	Sardina	1	0,422
P3	99	98,99	0,00	Sardina	1	1,010
P4	66	96,97	0,00	Sardina	2	3,030
P INTERMEDIO	70	100,00	5,71			0,000
	607	98,02	2,14		12	1,977

Figura 11: *Brycon henni* con especie asociada *Astyanax sp*.



De acuerdo a los datos obtenidos de los informantes claves, se encontró que el promedio de animales capturado cada mes, por pescador es de 40 animales, teniendo en cuenta que en el municipio existen alrededor de 30 pescadores, esta cifra se eleva a 1200 animales/mes. Si se relaciona esta información con el número de individuos capturados durante los cuatro meses de duración del presente estudio, correspondiente a 607 animales, se puede inferir que existe una alta presión de pesca sobre la población de *Brycon henni*, en un transecto aproximado de 6 km, donde se incluyen los puntos de muestreo P3. Sector Puente Arango y P4. Sector Valle de San Bartolo.

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 posteriores 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 henny*. Como se presentan en las tablas 12 y 13.

Tabla 12: Tallas (LT cm) por puntos de muestreo

Punto de muestreo	$\bar{X} \pm DE$	Min	Max	CV
P1 Payaso	18.3 \pm 3.9 ^a	12	32	21
P2 Matadero	17.6 \pm 3.2 ^a	10.9	28.2	18
P3 Puente Arango	18.0 \pm 3.9 ^a	12	35.5	22
P4 San Bartolo	16.5 \pm 3.2 ^b	11	25	19

Media \pm desviación estándar de los puntos de muestreo. Letras iguales en la misma fila indican que no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$).

Tabla 13: Peso (g) por puntos de muestreo

Punto de muestreo	$\bar{X} \pm DE$	Min	Max	CV
P1 Payaso	61.6 \pm 69.1 ^a	8	300	112
P2 Matadero	59.7 \pm 41.7 ^a	8	270	70
P3 Puente Arango	59.5 \pm 46.7 ^a	10	290	78
P4 San Bartolo	41.2 \pm 30.3 ^b	8	166	74

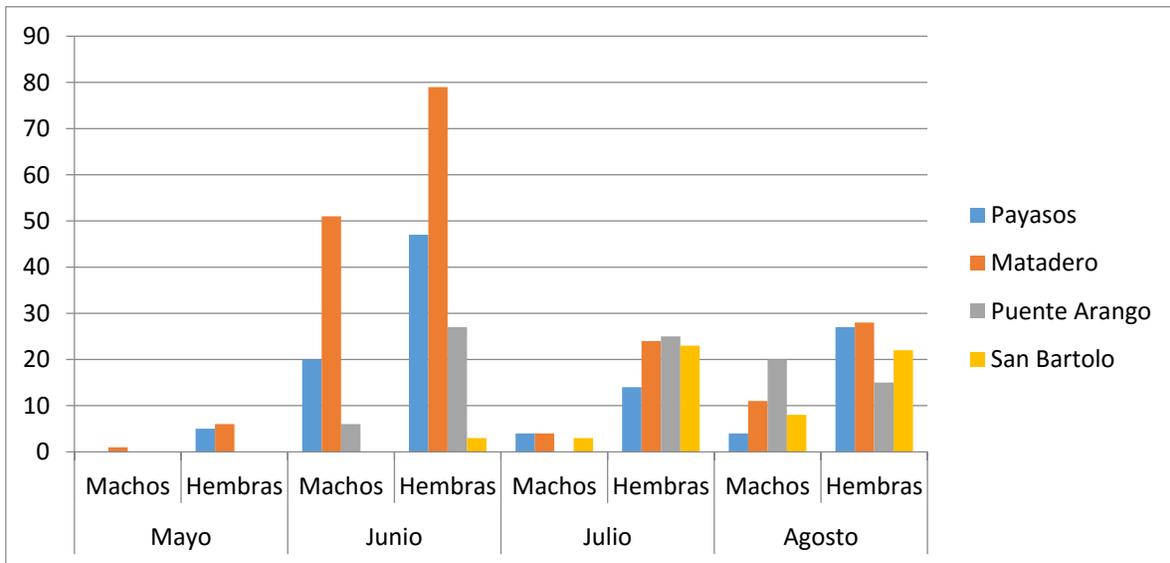
Media \pm desviación estándar de los puntos de muestreo. Letras iguales en la misma fila indican que no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$).

Figura 12: Medición biométrías en campo

Cabe anotar que el punto de muestreo P2. Sector Matadero, los animales marcados recapturados tuvieron mayor tamaño y peso con respecto al punto de muestreo P1. Sector Parque de los Payasos.

De los ejemplares marcados y liberados provenientes del río Concepción, la proporción sexual hembra:macho encontrada fue 53,36% y 46,63%, Correspondiendo a una proporción 1,32:1 respectivamente, en este sentido, Durante los meses del estudio se presentaron diferencias en la proporción sexual de la población de Sabaleta *Brycon henni* en los sitios de muestreo, como se muestra en la Figura 13, notándose que en el mes de mayo y julio se observó la menor cantidad de machos. La proporción hembra:macho de la población total de *Brycon henni* muestreada en el estudio corresponde a 2,61:1, lo cual concuerda con lo encontrado en otros estudios donde los autores reportan una proporción hembra:macho de 1,17:1 y 1,84:1 (Beltrán, 1978; Martínez y Vásquez 2001).

Figura 13: Presencia de machos y hembras en los sitios de muestreo durante el tiempo del estudio.



Con respecto a las densidades, el punto donde se observó una mayor densidad de individuos por esfuerzo de pesca fue en el P.2 sector El Matadero (5 animales/esfuerzo de pesca). Mientras que en el P.4 sector Valle de San Bartolo fueron observados pocos

individuos (2) de Sabaleta *Brycon henni*, lo cual se vio reflejado en la densidad más baja por esfuerzo de pesca de todos los puntos.

Con el fin de identificar posibles movimientos migratorios, hacia vertientes cercanas a los puntos de muestreo, se realizaron capturas en dos sectores adicionales denominados como Q. La Peláez (vertiente Valle de San Bartolo) y Sector Obrero, es un punto intermedio entre la zona de liberación Sector La Planta y el punto de muestreo P1. Sector Charco de los Payasos. Los datos obtenidos se presentan a continuación:

Tabla 14: Tallas y pesos promedios de otros puntos.

Biometría	Q. La Peláez	Punto Intermedio Sector puente Obrero
LT (cm)	12,56	19,54
Peso (g)	15,28	34,50

En el punto Q. La Peláez, tributario del cauce principal del río Concepción, se han encontrado las tallas promedio más pequeñas, sugiriendo que este lugar constituye un espacio de protección o refugio, ya que, se caracteriza por presentar pozos o cuevas con profundidades que superan los 80 cm, cercanos a las orillas y rodeados por franjas de pastizales.

Esto concuerda con lo reportado por Jiménez y colaboradores (1998), quienes mencionan que sabaletas de 8 cm de LT realizan movimientos cortos durante todo el año entre pequeños tributarios, y el cauce principal denominados *movimientos de protección*. Esta vegetación ribereña desempeña un papel importante en la ecología trófica de la sabaleta *Brycon henni*.

Los muestreos se realizaron en un lapso de cese de lluvias, con el objetivo de no generar interferencias en el proceso de desove de la especie. Se identificaron algunas hembras presentaron el abdomen flácido y presencia de membranas vestigiales (tejidos vestigiales), que sugieren que se encontraban en etapa posdesove.

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 brycónidos (*Brycon amazonicus*, *B. cephalus*, *B. falcatus*, *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.

Las áreas efectivas de pesca, son aquellos lugares ubicados en cada punto de muestreo donde fueron capturados los peces, dentro de estas áreas, se encuentran sitios de pozos profundos, refiriéndose a lugares con profundidades mayores de 0,80 m, además de áreas vadeables con profundidades menores a 0,80 m.

9.4 Caracterización de Aspectos bioecológicos en relación con las áreas efectivas de pesca, por punto de muestreo, como indicador de movimientos migratorios.

Características del punto de muestreo: P1. Sector Charco de los payasos

Tabla 15: Áreas efectivas P1. Sector Charco de los payasos

Punto de muestreo	P1. Sector Charco de los payasos
Coordenada	N 6°39'29.24" O-75°25'70.94"
Área total muestreo	312,34 m ²
N° de puntos de pozos	1

Área efectiva de pesca total de pozos	36,19 m ²
Puntos vadeables	3
Área efectiva de pesca total vadeable	43,87 m ²

En este punto, se capturaron ejemplares de *Brycon henni* en áreas de pozos profundos y en áreas vadeables, siendo estas últimas, las zonas donde mayor número de individuos por esfuerzo de pesca se han obtenido. Estas áreas de poca profundidad se caracterizan por ser más corriente con presencia de plantas en la orilla del río, de sustratos rocosos donde se albergan insectos que constituyen una fuente de alimento para los peces.

En la tabla 16, se presenta la conformación arbórea del punto P1. Sector Charco de los Payasos donde se relaciona el recurso aprovechable por la especie *Brycon henni* como fuente alimenticia:

Tabla 16: Identificación Arbórea y su recurso aprovechable P1. Sector Charco de los Payasos

SEGMENTO (m)	Coordenadas propias del muestreo	Nombre Común	Nombre Científico	DAP (cm)	ALTURA (m)	Recurso aprovechable
0-10	4,3	Acacia	<i>Acacia sp</i>	35	14	Hojas y semillas
10,-20	14,5	Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	30	9	Frutos y semillas
	15,2	Acacia	<i>Acacia sp</i>	20	9	Hojas y semillas
	16,2	Acacia	<i>Acacia sp</i>	25	12	Hojas y semillas
20-30	28, 0.1	Guayacan rosado	<i>Tabuberia rosae</i>	30	10	Hojas y semillas
30-40	36, 0.5	Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	23	6	Hojas y semillas

SEGMENTO (m)	Coordenadas propias del muestreo	Nombre Común	Nombre Científico	DAP (cm)	ALTURA (m)	Recurso aprovechable
	36, 5.4	Guayacan rosado	<i>Tabuberia rosae</i>	28	14	Hojas y semillas
	37, 3	Canelo	<i>Ocotea sp</i>	30	13	Fruto

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en trabajo de campo, en colaboración de Gonzalo Gómez Rojas, Ing. Forestal, 2018

La composición florística estuvo dominada por *Acacia sp*, que presentó una abundancia relativa del 37.5%, seguida por las especies *Tabuberia rosae* y *Psidium guajaba*, ambas con una abundancia relativa del 25% y finalmente el *Ocotea sp* con un 12.5%.

En el segmento comprendido desde el metro 50 al 100, no hubo presencia de árboles, indicando una baja diversidad y abundancia árboles en este sector. Sin embargo, se observó en los momentos del muestreo, la apetencia de la *Brycon henni* por las semillas de *Tabuberia rosae*, dado que, al caer a la superficie del cuerpo de agua, los animales capturan de inmediato este recurso, además de alimentarse de los frutos de la especie *Psidium guajaba*.

Dentro de las observaciones de plancton realizadas, se encontró que las especies dominantes en este punto estuvieron representadas por *Synechococcus sp* y *Chroococcus sp*, ambas con una abundancia relativa de 21,74%, en segundo lugar, el mayor número de organismos registrados pertenecieron a la especie *Paramecium sp*. (Tabla 17).

Tabla 17: Plancton identificado en el P1. Sector Charco de los Payasos

Clase	Orden	Género	Especie	Nº individuos	Abundancia relativa
Tubulinea	Euamoebida	Amoeba	<i>Amoeba proteus</i>	3	2,17
Cyanophyceae	Chroococcales	Anacystis	<i>Anacystis montana</i>	4	2,90
Chlorophyceae	Sphaeropleales	Ankistrodesmus	<i>Ankistrodesmus sp</i>	4	2,90

Clase	Orden	Género	Especie	Nº individuos	Abundancia relativa
Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomidae sp</i>	1	0,72
Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcus	<i>Chroococcus sp</i>	30	21,74
Zygnemophyceae	Desmidiales	Closterium	<i>Closterium sp</i>	4	2,90
Euglenophyceae	Euglenales	Euglena	<i>Euglena sp</i>	3	2,17
Fragilaríophyceae	Fragilariales	Fragilaria	<i>Flagilaria sp</i>	2	1,45
Cyanophyceae	Chroococcales	Gloeocapsa	<i>Gloeocapsa sp</i>	4	2,90
Branchiopoda	Cladocera	Moina	<i>Moina sp</i>	1	0,72
Bacillarióphyceae	Naviculales	Navicula	<i>Navicula sp</i>	9	6,52
Monogononta	Ploima	Notholca	<i>Notholca sp</i>	1	0,72
Chroobacteria	Oscillatorales	Oscillatoria	<i>Oscillatoria sp</i>	8	5,80
Spirotrichea	Sporadotrichida	oxytricha	<i>oxytricha sp</i>	6	4,35
Oligohymenophorea	Peniculida	Paramecium	<i>Paramecium sp</i>	17	12,32
Insecta	Diptera	Simulium	<i>Simulium sp</i>	2	1,45
Bacillarióphyceae	Naviculales	Stauroneis	<i>Stauroneis sp</i>	3	2,17
Spirotrichea	Sporadotrichida	Stylonychia	<i>Stylonychia sp</i>	2	1,45
Cyanophyceae	Synechococcales	Synechococcus	<i>Synechococcus sp</i>	30	21,74
Chlorophyceae	Ulotrichales	Ulothrix	<i>Ulothrix variabilis</i>	4	2,90

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en trabajo de campo, en colaboración de Lucy Arboleda, Lda. Biología, 2018

Características del punto de muestreo: P2. Sector Matadero

Tabla 18: Áreas efectivas P2. Sector Matadero.

Punto de muestreo	P2. Sector <i>Matadero</i>
Coordenada	N 6°39'75.50" O-75°25'21.63"
Área total muestreo	249,48 m ²
Nº de puntos de pozos	1
Área efectiva de pesca total de pozos	16,06m ²
Puntos vadeables	2
Área efectiva de pesca total vadeable	23,78 m ²

Este punto presentó la mayor abundancia de número de animales capturados y el mayor índice de biomasa. Los peces se encontraron tanto en pozos profundos como en zonas vadeables. Este lugar presentó sustrato rocoso, con plantas briofitas adheridas a las rocas y plantas reófitas, las cuales conformaron un microhábitat y es el punto de muestreo que, con mayor cobertura vegetal, ofertando abundante alimento para los peces, como se muestra en la tabla 19 a continuación:

Tabla 19: Identificación Arbórea y su recurso aprovechable P1. Sector Matadero.

SEGMENTO (m)	Coordenadas propias del muestreo	Nombre Común	Nombre Científico	DAP	Altura	Recurso aprovechable alimento
0-10	3.3,3	Acacia	<i>Acacia sp</i>	17	9	Hojas y semillas
	7.8,1	Guadua	<i>Guadua angustifolia</i>	12	10	
10,-20	No presencia de arboles					
20-30	25.7, 1	Acacia	<i>Acacia sp</i>	14	7	Hojas y semillas
	30,1	Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	20	6	Frutos y semillas
30-40	31.8,3.9	Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	17	9	Frutos y semillas
	34.7,3.8	Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	14	4	Frutos y semillas
	35.5,1.8	Eucalipto	<i>Eucaliptus grandis</i>	20	12	
40-50	42,1	Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	14	5	Frutos y semillas
	50,1	Guamo	<i>Inga sp</i>	20	12	Hojas, frutos y semillas
50-60	57,1	Acacia	<i>Acacia sp</i>	9	5	Hojas y semillas
60-70	64.7,1	Acacia	<i>Acacia sp</i>	12	10	Hojas y semillas
70-80	71,1	Acacia	<i>Acacia sp</i>	9	11	Hojas y semillas

SEGMENTO (m)	Coordenadas propias del muestreo	Nombre Común	Nombre Científico	DAP	Altura	Recurso aprovechable alimento
	79,1	Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	30	7	Frutos y semillas
80-90	81,0.5	Chachafruto	<i>Erythria edulis</i>	20	10	Hojas y semillas
	85,0.5	Mión	<i>Spathodea campanulata</i>	17	12	Semillas
	89,0.5	Eucalipto	<i>Eucaliptus grandis</i>	25	13	
90-100	92,2	Acacia	<i>Acacia sp</i>	9	11	Hojas y semillas
	100,0.5	Bucaro	<i>Erythria fusca</i>	25	13	Hojas y semillas
	100,0.6	Sauce	<i>Salix humboldtiana</i>	18	14	
	100,0.7	Laurel	<i>Nectandra sp</i>	20	12	Frutos

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en trabajo de campo, en colaboración de Gonzalo Gómez Rojas, Ing. Forestal, 2018

En este sector, la especie más abundante fue la *Acacia sp.* (30%), seguido por *Psidium guajaba* cuya abundancia relativa fue del 25%, *Eucaliptus grandis* (10%), el resto de las especies arbóreas presentó una abundancia relativa del 5% cada una. En este punto, se registró el mayor número de especies vegetales, las cuales aportaron material orgánico al agua, que sirve para enriquecer las comunidades planctónicas en el mismo.

Tabla 20: Plancton identificado en el P2. Sector Matadero.

Clase	Orden	Género	Especie	Nº individuos	Abundancia relativa
Tubulinea	Euamoebida	Amoeba	<i>Amoeba proteus</i>	17	4,7
Chlorophyceae	Sphaeropleales	Ankistrodesmus	<i>Ankistrodesmus sp</i>	18	5,0

Clase	Orden	Género	Especie	Nº individuos	Abundancia relativa
Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcus	<i>Chroococcus sp</i>	220	61,1
Zygnemophyceae	Desmidiáles	Closterium	<i>Closterium sp</i>	2	0,6
Monogononta	Ploima	Dicranophorus	<i>Dicranophorus sp</i>	3	0,8
Fragilaríophyceae	Fragilariales	Fragilaria	<i>Flagilaria sp</i>	2	0,6
Insecta	Diptera	Dixella	<i>Dixella sp</i>	1	0,3
Zygnematophyceae	Desmidiáles	Gonatozygon	<i>Gonatozygon sp</i>	3	0,8
Bacillaríophyceae	Cymbellales	Gonphonema	<i>Gonphonema longipes</i>	1	0,3
Bacillaríophyceae	Cymbellales	Gonphonema	<i>Gonphonema sp</i>	3	0,8
Bacillaríophyceae	Naviculales	Navicula	<i>Navicula sp</i>	22	6,1
Chroobacteria	Oscillatorales	Oscillatoria	<i>Oscillatoria retzii</i>	8	2,2
Chroobacteria	Oscillatorales	Oscillatoria	<i>Oscillatoria sp</i>	36	10,0
Oligohymenophorea	Peniculida	Paramecium	<i>Paramecium sp</i>	5	1,4
Bacillaríophyceae	Naviculales	Pinnularia	<i>Pinnularia sp</i>	4	1,1
Cyanophyceae	Chroococcales	Spirulina	<i>Spirulina sp</i>	1	0,3
Bacillaríophyceae	Naviculales	Stauroneis	<i>Stauroneis sp</i>	2	0,6
Fragilaríophyceae	Fragilariales	Synedra	<i>Synedra sp</i>	3	0,8
Monogononta	Ploima	Trichocerca	<i>Trichocerca sp</i>	3	0,8
Oligohymenophorea	Sessilida	Vorticella	<i>Vorticella sp</i>	6	1,7

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en trabajo de campo, en colaboración de Lucy Arboleda, Lda. Biología, 2018

En este punto, se registró el mayor número de organismos (360), conformados en su mayoría por cianobacterias, siendo *Chroococcus sp* la especie dominante, con una abundancia relativa de 61,1%, seguido por *Oscillatoria sp* con 10% y dentro de las microalgas la más abundante fue *Navicula sp* con 6,1%. Como lo indica la tabla 20.

Las condiciones descritas anteriormente, hacen que este lugar se constituya en una zona importante para el establecimiento de la Sabaleta *Brycon henni*, ya que, tanto la oferta vegetal y mayor presencia de los microorganismos, indican disponibilidad de alimento,

relacionándose positivamente con el mayor número de individuos capturados y mayor biomasa en comparación a los otros puntos de muestreo.

Características del punto de muestreo: P3. Sector Puente Arango

Tabla 21: Áreas efectivas P3. Sector Puente Arango.

Punto de muestreo	P1. Sector Puente Arango
Coordenada	N 6°39'43.99" O -75°25'39.59"
Área total muestreo	247,7 m ²
Nº de puntos de pozos	0
Área efectiva de pesca total de pozos	0
Puntos vadeables	3
Área efectiva de pesca total vadeable	67,19 m ²

Este sitio, en su totalidad se caracteriza por presentar áreas vadeables, con profundidades menores a los 60 cm, con sustratos arenosos con mayor presencia de vegetación rastrera y arbustiva que presencia arbórea con recurso aprovechable como alimento. Fue el tercer punto de muestreo donde se encontró un mayor número de sabaletas capturadas.

Tabla 22: Identificación Arbórea y su recurso aprovechable P3. Sector Puente Arango

SEGMENTO (m)	Coordenadas propias del muestreo (m)	Nombre popular	Nombre Científico	DAP (cm)	Altura (m)	Recurso aprovechable alimento
0-10	0,1	Churimo	<i>Inga sp</i>	30	12	Hojas y semillas
	0,1	Platanera	<i>Musa paradisiaca</i>	15	3,5	Frutos, hojas, tallo
0-20	10,1	Guadua	<i>Guadua angustifolia</i>		15	

SEGMENTO (m)	Coordenadas propias del muestreo (m)	Nombre popular	Nombre Científico	DAP (cm)	Altura (m)	Recurso aprovechable alimento
	15,1	Espadero	<i>Rapanea ferruginea</i>	15	9	Frutos
20-30	20,1	Quiebra barrigo	<i>Trichantera gigantea</i>	12	6	Hojas
	20,2	Espadero	<i>Rapanea ferruginea</i>	20	12	Frutos
	25,1	Platanera	<i>Musa paradisiaca</i>	12	3	Frutos, hojas, tallo
	26,1	Espadero	<i>Rapanea ferruginea</i>	10	9	Frutos
	29,1	Espadero	<i>Rapanea ferruginea</i>	11	12	Frutos
30-40	30,1	Guadua	<i>Guadua angustifolia</i>		7	
40-50	40,1	Guadua	<i>Guadua angustifolia</i>		10	
50-60	50,1	Guadua	<i>Guadua angustifolia</i>		9	
60-70	No presencia de árboles					
70-80	No presencia de árboles					
80-90	No presencia de árboles					
90-100	No presencia de árboles					

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en trabajo de campo, en colaboración de Gonzalo Gómez Rojas, Ing. Forestal, 2018

La Composición arbórea de este sector está comprendida por *Rapanea ferruginea* (36,36%), *Guadua angustifolia* (27,27%), *Musa paradisiaca* (18,18%), *Trichantera gigantea* (9.09%), *Inga sp* (9.09%). Después del sector del matadero en este punto se registró el mayor número de especies arbóreas, sin embargo, esto no estuvo relacionado con la presencia de

número de individuos de Sabaleta *Brycon henni* y la biomasa registrada, en este sentido este sector no representa una zona de alimentación tan representativa como son el sector del *Matadero* y el sector *Charco de los Payasos*.

En este punto se observó una estructura de la comunidad planctónica similar a la registrada en los puntos de muestreo anteriores, donde se encontraron las mismas especies dominantes, en este caso la mayor abundancia relativa la registró la especie *Chroococcus sp* (46,80%), seguida por *Oscillatoria sp* (9,36%) y *Navicula sp* (7,88%). Como se muestra en la tabla 23.

Tabla 23: Plancton identificado en el P3. Sector Puente Arango.

Clase	Orden	Género	Especie	Nº individuos	Abundancia relativa
Tubulinea	Euamoebida	Amoeba	<i>Amoeba proteus</i>	8	3,94
Bacillariophyceae	Cymbellales	Anomoeoneis	<i>Anomoeoneis sp</i>	1	0,49
Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcus	<i>Chroococcus sp</i>	95	46,80
Zygnemophyceae	Desmidiiales	Closterium	<i>Closterium sp</i>	10	4,93
Mediophyceae	Stephanodiscales	Cyclotella	<i>Cyclotella sp</i>	5	2,46
Monogononta	Ploima	Dicranophorus	<i>Dicranophorus sp</i>	1	0,49
Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotia	<i>Eunotia sp</i>	3	1,48
Chlorophyceae	Sphaeropleales	Kirchneriella	<i>Kirchneriella sp</i>	2	0,99
Branchiopoda	Cladocera	Moina	<i>Moina sp</i>	9	4,43
Cyanophyceae	Oscillatoriales	Lyngbya	<i>Lyngbya martensiana</i>	3	1,48
Coccinodiscophyceae	Melosirales	Melosira	<i>Melosira granulata</i>	7	3,45
Bacillariophyceae	Naviculales	Navicula	<i>Navicula sp</i>	16	7,88
Chroobacteria	Oscillatoriales	Oscillatoria	<i>Oscillatoria sp</i>	19	9,36
Oligohymenophorea	Peniculida	Paramecium	<i>Paramecium sp</i>	12	5,91
Prostomatea	Prorodontida	Prorodon	<i>Prorodon teres</i>	10	4,93

Clase	Orden	Género	Especie	Nº individuos	Abundancia relativa
Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneis	<i>Stauroneis sp</i>	2	0,99

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en trabajo de campo, en colaboración de Lucy Arboleda, Lda. Biología, 2018

Características del punto de muestreo: P4. Sector Valle de San Bartolo

Tabla 24: Áreas efectivas P4. Sector Valle de San Bartolo.

Punto de muestreo	Valle de San Bartolo
Coordenada	N 6°39'42.46" O -75°24'49.37"
Área total muestreo	182 m ²
Nº de puntos de pozos	1
Área efectiva de pesca total de pozos	25,24 m ²
Puntos vadeables	1
Área efectiva de pesca total vadeable	21, 11m ²

El Valle de San Bartolo se caracteriza por tener abundante sustrato arenoso, baja presencia de rocas, profundidad variable con áreas vadeables y pozos profundos. A pesar de la existencia de cobertura vegetal presenta escasez de plantas a la orilla del río (reófitas) y de recurso arbóreo, encontrándose una especie correspondiente a Espadero *Rapanea ferruginea*, con presencia de cuatro 4 especímenes, evidenciándose que el punto ha sido intervenido para establecimiento de praderas y potreros, además presentó proceso erosivo en sus márgenes, lo que limita la oferta de alimento para la especie.

Tabla 25: Plancton identificado en el P4. Sector Valle de San Bartolo.

Clase	Orden	Género	Especie	Nº individuos	Abundancia relativa
Tubulinea	Euamoebida	Amoeba	<i>Amoeba proteus</i>	4	2,65
Cyanophyceae	Chroococcales	Anacystis	<i>Anacystis sp</i>	9	5,96

Clase	Orden	Género	Especie	Nº individuos	Abundancia relativa
Chlorophyceae	Sphaeropleales	Ankistrodesmus	<i>Ankistrodesmus sp</i>	3	1,99
Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcus	<i>Chroococcus sp</i>	26	17,22
Zygnemophyceae	Desmidiales	Closterium	<i>Closterium sp</i>	10	6,62
Monogononta	Ploima	Dicranophorus	<i>Dicranophorus sp</i>	8	5,30
Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilaria	<i>Flagilaria sp</i>	8	5,30
Zygnematophyceae	Desmidiales	Gonatozygon	<i>Gonatozygon sp</i>	10	6,62
Branchiopoda	Cladocera	Moina	<i>Moina sp</i>	1	0,66
Bacillariophyceae	Naviculales	Navicula	<i>Navicula sp</i>	14	9,27
Monogononta	Ploima	Notholca	<i>Notholca sp</i>	5	3,31
Chroobacteria	Oscillatorales	Oscillatoria	<i>Oscillatoria sp</i>	20	13,25
Spirotrichea	Sporodotrichida	oxytricha	<i>oxytricha sp</i>	6	3,97
Oligohymenophorea	Peniculida	Paramecium	<i>Paramecium sp</i>	11	7,28
Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnularia	<i>Pinnularia sp</i>	7	4,64
Prostomatea	Prorodontida	Prorodon	<i>Prorodon teres</i>	2	1,32
Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneis	<i>Stauroneis sp</i>	1	0,66
Fragilariophyceae	Tabellariales	Tabellaria	<i>Tabellaria sp</i>	1	0,66
Chlorophyceae	Ulotrichales	Ulothrix	<i>Ulothrix variabilis</i>	5	3,31

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en trabajo de campo, en colaboración de Lucy Arboleda, Lda. Biología, 2018.

Al igual que la dinámica presentada en los otros puntos, la especie con mayor abundancia relativa fue *Chroococcus sp* con 17,22%, seguido por *Oscillatoria sp* con 13,25% y *Navicula sp* con 9,27%.

De acuerdo a las características descritas de los cuatro puntos de muestro, 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, Ephemeroptera, 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, Ephemeroptera, 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).

10. CONCLUSIONES

1. 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*.
2. 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.
3. 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.

4. La abundancia relativa de *la Brycon henni* hallada en el transecto de estudio, podría representar un stock insuficiente de animales para la sostenibilidad de la población de la especie. En virtud de lo anterior, y teniendo en cuenta que la mayoría de pescadores de la región perciben como únicos servicios eco sistémicos de la sabaleta *Brycon henni* la alimentación y recreación, se genera una alta presión sobre la especie que resulta en una amenaza a mediano y largo plazo para la seguridad alimentaria y el equilibrio

5. El marcaje utilizado fue apreciado en las recapturas, permaneciendo en el área subcutánea del animal, sin generar lesiones o presentar anomalías físicas, lo que indica que el tipo de marcaje, la metodología establecida en la implementación del elastómero y la zona de aplicación, son aptos para la especie, y es posible utilizarlo en animales pequeños.

6. La información obtenida en este estudio representa un aporte a las consideraciones técnicas y requisitos legales, considerados en la legislación nacional para realizar planes o actividades de repoblamiento en el municipio de Concepción.

7. Se concluye que las condiciones de calidad de agua, corrientes, sustratos, composición vegetal, presencia de microorganismos planctónicos y perifíticos del río concepción configuran el hábitat adecuado para el desarrollo y confort de la especie *Brycon henni*.

11. RECOMENDACIONES

1. Para la conservación de la especie es necesario llegar a acuerdos de zonas de veda con los pobladores de la región, teniendo en cuenta las áreas prioritarias para crecimiento (áreas de alimentación y recuperación de energía) y para la reproducción (áreas de desoves).
2. Las herramientas de control utilizadas en la región están basadas en procesos sancionatorios, por tanto, es necesario afinar las medidas de conservación de *Brycon henni* integrando a la comunidad, los entes territoriales, instituciones de control y gestión ambiental y la academia, en procesos de sensibilización, investigación participativa y construcción de planes de conservación y protocolos de manejo que permitan la eficiente gestión y uso sostenible del recurso íctico, pertinentes con las dinámicas socioculturales y ambientales del municipio de concepción.
3. En estudios de poblaciones de la especie se recomienda realizar el marcaje tanto en la zona ventral como dorsal para mejor identificación de los peces por parte de los pobladores.
4. El método de marcaje con elastómeros visibles es efectivo para realizar monitoreos por grupos de individuos, sin embargo, para próximos estudios de migraciones se recomienda utilizar además de estos elastómeros microchips con radio frecuencia que permite una identificación individual y así poder evaluar rendimiento por animal en cuanto crecimiento, velocidad de desplazamiento y tiempo de permanencia en los sitios.

12. 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.*
- Agostinho, A. A., S. M. Thomaz & L. C. Gomes. (2005). *Conservation of the Biodiversity of Brazil's Inland Waters. Conservation Biology, 19(3): 646-652*
- Agudelo, Edwin. (2015). La pesca en Amazonia, un servicio ecosistémico en riesgo. *Revista Colombia Amazónica. 181-187.*
- Aguirre, M. & Muñoz, L. (2015). *Evaluación de dos niveles de proteína en dietas para juveniles de Sabaleta Brycon henni (Eigenmann, 1913). Rev. Colomb. Investig. Agroindustriales. Colombia.*
- 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.*
- Battle, J., & Golladay, S. (2001). *Water quality and macroinvertebrate assemblages in three types of seasonally inundated limesink wetland in southwest Georgia. Journal of Freshwater Ecology, 16(2), 189-208.*
- 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.*
- CCOA. (2017). *Concepto económico del oriente antioqueño. Cámara de Comercio Oriente Antioqueño.*

- Casatti, L; Teresa, F; Souza, T; Bessa, E; Manzotti A, da Silva, C; de Oliveira, J. (2012). *From forests to cattail: how does the riparian zone influence stream fish?* Neotropical Ichthyology 10(1): 205-214. Brasil.
- 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
- Dugel, M., & Kazanci, N. (2004). *Assessment of water quality of the buyuk menderes river Turkey by using ordenation and classification of macroinvertebrates and enviromental variables.* Journal of Freshwater Ecology, 19(4), 605-611.
- Dingle H. (1996). *Migration: The Biology of Life on the Move.* New York, Oxford University Press. 484pp
- Eberhard Wedler. (1998). *Introducción en la acuicultura con énfasis en los neotrópicos.* ISBN 9589620744. 389pp
- Elosegi, A., & Sabater, S. (2009). *Otros factores físicos de importancia para los seres vivos: luz, temperatura, corriente.* Conceptos técnicos en ecología fluvial. España.
- 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.
- Fox, A. (1996). *Macrophytes. In: River biota. Diversity and Dynamics.* Blackwell, Oxford, USA: G. Petts & P. Calow (eds).
- Fundación CODESARROLLO. (2010). *Propuesta para el diseño de plan ictiológico proyecto distrito de riego triángulo del Tolima.* Colombia.

- García, D; & González, T. (1986). *Métodos biológicos para el estudio de la calidad de agua: aplicación a la cuenca del Duero*. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid, España.
- 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.
- Gentry, A. (1993). *A Field Guide to the Families and Genera of Woody Plants of North West South América: (Colombia, Ecuador, Perú with Supplementary Notes)*, 1ªed. Conservation internacional, Washington D.C. ISBN 1-881173-01-1.895p.
- Gómez, M; Cubillos, C; Grajales, V & Amariles, D. (2015). *Catálogo de la Biodiversidad de Colombia: Colecciones de fichas de especies en Páramos y Humedales*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia.
- Grier, H. (2000). *Ovarian germinal epithelium and folliculogenesis in the common Snook, Centropomus undecimalis (Teleostei: Centropomidae)*. *J Morphol*; 243:265-81.
- MADS. (2014) *Guía Técnica, Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, POMCAS*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, Colombia.
- Hernández, S; Fernández, C & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación: Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio* (6a. ed.). México D.F. McGraw-Hill.
- 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.
- Hurtado, J; Solarte, V; López, J & Montoya, F. (2007). *Prueba de micronúcleos en eritrocitos de sabaletas (Brycon henni E.) presentes en el río Porce y en el Embalse Porce II, Antioquia*. Colombia: Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola, 12, 238-245.
- Idárraga, A; Ortiz, R; Callejas, R & Merello, M. (2013). *Flora de Antioquia: catálogo de las plantas vasculares*. Listado de las plantas vasculares del departamento de Antioquia. Programa Expedición Antioquia-2013. Series Biodiversidad y Recursos Naturales. Universidad de Antioquia, Missouri Botanical Garden & Oficina de planeación departamental de la Gobernación de Antioquia, Editorial D'Vinni, Bogotá. Colombia.
- Jaramillo, U & Pellegrini, E. (2008). *Índices de Integridad Biótica usando Peixes de Água Doce: Uso nas Regiões Tropical e Subtropical*. *Oecol. Brasil.*, 12 (3): 442-462
- Jaramillo, Ú; Maldonado, J.; Bogotá, J. (2008). *Peces del Oriente de Antioquia, Colombia*. *Biota Colombiana* 9 (2) 279 – 293.

- 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.
- 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.
- MAAMA. (2005). *Protocolo de muestreo de fauna ictiológica en ríos* Gobierno de España. 18p. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. España.
- 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; Usmá, 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

- Mojica, J; Castellanos, C; Usma, J; Álvarez, R. (2002). *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia, 288 p
- Mojica, J; Usma, J; Álvarez, R. & Lasso, C. (2012). *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., Colombia, 319 p
- 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.
- Mora, A & Soler, S. (1993). *Estudio limnológico, con énfasis en los macroinvertebrados bentónicos de la parte alta del río Bogotá* (Quebrada del Valle, Planta de tratamiento de Tibitó). Bogotá: Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia.
- 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
- Parada, S; Cruz, P. (2011). *Variación de la calidad del agua y morbilidad durante el proceso de captura y post captura de dos especies de loricáridos comercializados en Acacias (Meta)*. Colombia. Orinoquia, [S.l.], v. 15, n. 2, p. 180-191. ISSN 2011-2629.
- Pardo, I; Álvarez, J; Casas, J; Moreno, S; Vivas, N; Bonada, J; Albatercedor, P; Jáimez, G. Moyà, N; Prat, S; Robles, M; Suárez, M; Toro & Vidal, M. (2002). *El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat*. *Limnetica*, 21: 115-132

- 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=.
- Pasquini, A; Grosso, L; Mangeaud, A & Depetris, P. (2002). *Geoquímica de los ríos de montaña: vertientes y arroyos del batoito de Achala, provincia de Córdoba, Argentina*. Revista de la Asociación Geológica de Argentina, 57(4), 437-444.
- Paukert, C & Willis, D. (2003). *Population Characteristics and Ecological Role of Northern Pike in Shallow Natural Lakes in Nebraska*. North American Journal of Fisheries Management. 23. 313-322.
- 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
- Povh, J; Lopera, N; Ribeiro, E; Gomes, P. & Lopes, T. (2008). *Genetic monitoring of fish repopulation programs using molecular markers*. Cien. Inv. Agr, 35(1):5-15.
- 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
- Roldán, G. (2003). *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia*. Editorial Universidad de Antioquia, 2003. 170pp.
- Roldán, G. (1989). *Manual de limnología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales*. Editorial Universidad de Antioquia. 233pp.
- Roldan, G; & Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de limnología neo tropical*. 2a ed. Ed. Universidad de Antioquia. Medellín.
- Southwood TRE. (1988) *Tactics, strategies and templettes*, *Oikos*. Londres. 52: 3-18.
- Smith, R & Vélez, J. (1997). *Hidrología en Antioquia. Posgrado en aprovechamiento de recursos hidráulicos*. Medellín. 200pp.

- SMV, municipio Alejandría, http://www.alejandria-antioquia.gov.co/apc-aa/files/34643963316639373836366664316463/PSMV__NUEVO.pdf
- Toro, M; Robles, S; Avilés, J; Nuño, C; Vivas, S; Bonada, N; Prat, N; Alba, J; Casas, J; Guerrero, C; Jaimez, P; Moreno, J; Moyá, G; Ramón, G; Suárez, M; Vidal, M; Álvarez, M & Pardo, I. (2002). *Calidad de las aguas de los ríos mediterráneos del proyecto GUADALMED*. Características físico-químicas. *Limnetica*. 21: 63-75.
- Urbano, A; Prada, A; Zapata, J; Barrera, C & Moreno, A. (2014). *Composición y riqueza íctica en quebradas y ríos del piedemonte de la cuenca del río Cusiana, Orinoquia colombiana*. *Biota Colombiana* 15 (Supl. 1): 52-69.
- 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.
- Villa-Navarro, F., Usma, S., Sanchez-Duarte, P. & Mesa-Salazar, L. 2016. *Brycon henni*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e. T49830035A61473718. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T49830035A61473718>.
- Voelz, N & McArthur, J. (2000). *An exploration of factors influencing lotic species richness*. *Biodiversity and Conservation*, 9: 1543-1570
- Wehr, J.D. & Sheath, R.G. 2003. *Freshwater algae of North America: Ecology and classification*. California: Ed. Elsevier Science. 918p.

13. ANEXOS

Anexo 1. Preguntas de entrevista semiestructura dirigida a los informantes claves para elección punto de liberación.

POLITECNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID- ISAGEN-CORNARE- UNIVERSIDAD
DE MANIZALES.
PREGUNTAS DIRIGIDAS A PESCADORES

Reciban un cordial saludo, para continuar con los estudios de la sabaleta (*Brycon henni*) dirigidos hacia la conservación de la especie, agradecemos su colaboración para contestar las siguientes preguntas:

1. ¿Con que frecuencia realiza la captura de peces en el río La Concha que recorre el municipio de Concepción?

Número de veces al mes: _____ o Número de veces al año: _____

Notas adicionales:

2. ¿Usted ha observado animales pequeños de Sabaleta (de 2cm – 4cm) aguas arriba o aguas abajo partiendo del Aula ambiental del municipio?, (marcar con una x):

Más arriba del aula ambiental en dirección hacia el sector la Planta: _____

Más abajo del aula ambiental en dirección hacia el sector San Bartolo: _____

A la altura del Aula ambiental: _____

Notas adicionales:

3. ¿En qué meses del año ha observado animales pequeños de Sabaleta (de 2cm – 4cm)? (marcar con una x los meses uno o varios):

Enero: _____, febrero: _____, marzo: _____, abril: _____, mayo: _____, junio: _____, julio: _____, agosto: _____, septiembre: _____, octubre: _____, noviembre: _____, diciembre: _____.

Notas adicionales:

4. ¿En qué temporada usted ha observado animales pequeños de Sabaleta (de 2cm – 4cm)? marque con una x:

¿Los ha observado en invierno (presencia de lluvia)? Si: _____ no: _____

¿Los ha observado en verano (ausencia de lluvia)? Si: _____ no: _____

¿Los ha observado en ambas temporadas? Si: _____ no: _____

Notas adicionales:

5. ¿El sustrato del cauce donde son observados los animales pequeños de sabaleta es:

Arena: _____, piedras: _____, lodo: _____.

Notas adicionales:

6. ¿En qué sector de la columna del agua ha observado de la columna del agua ha observado los animales pequeños' (marcar con una x)

En la superficie: _____ en el medio: _____ en el fondo: _____

Notas adicionales:

7. ¿Mencione las plantas ribereñas que usted identifica?

Lista de plantas:

-
-
-

Notas adicionales:

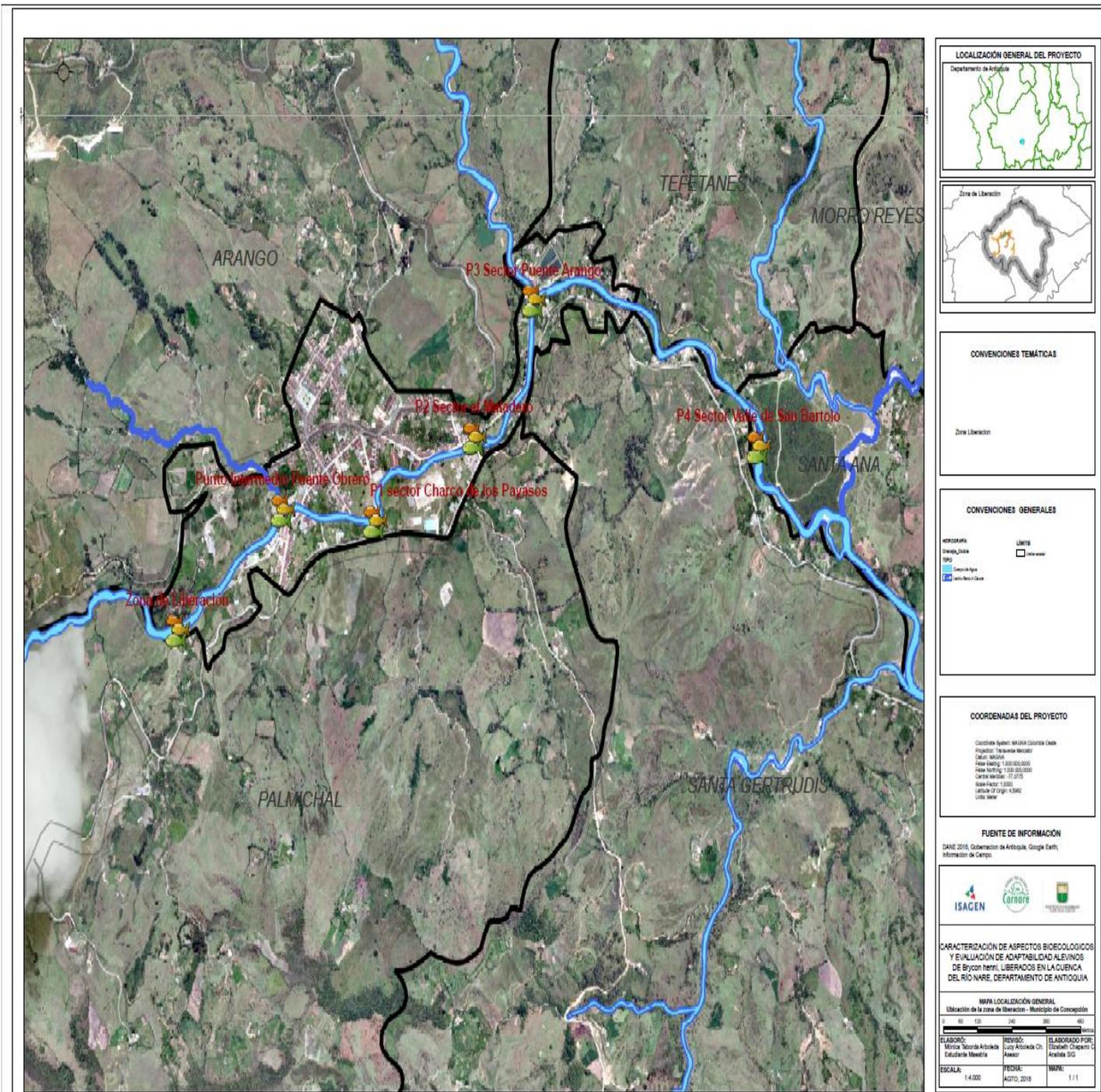
8. ¿Identifica usted otras especies de peces en el lugar donde están los animales pequeños de sabaleta?

Si: _____, cuales: _____

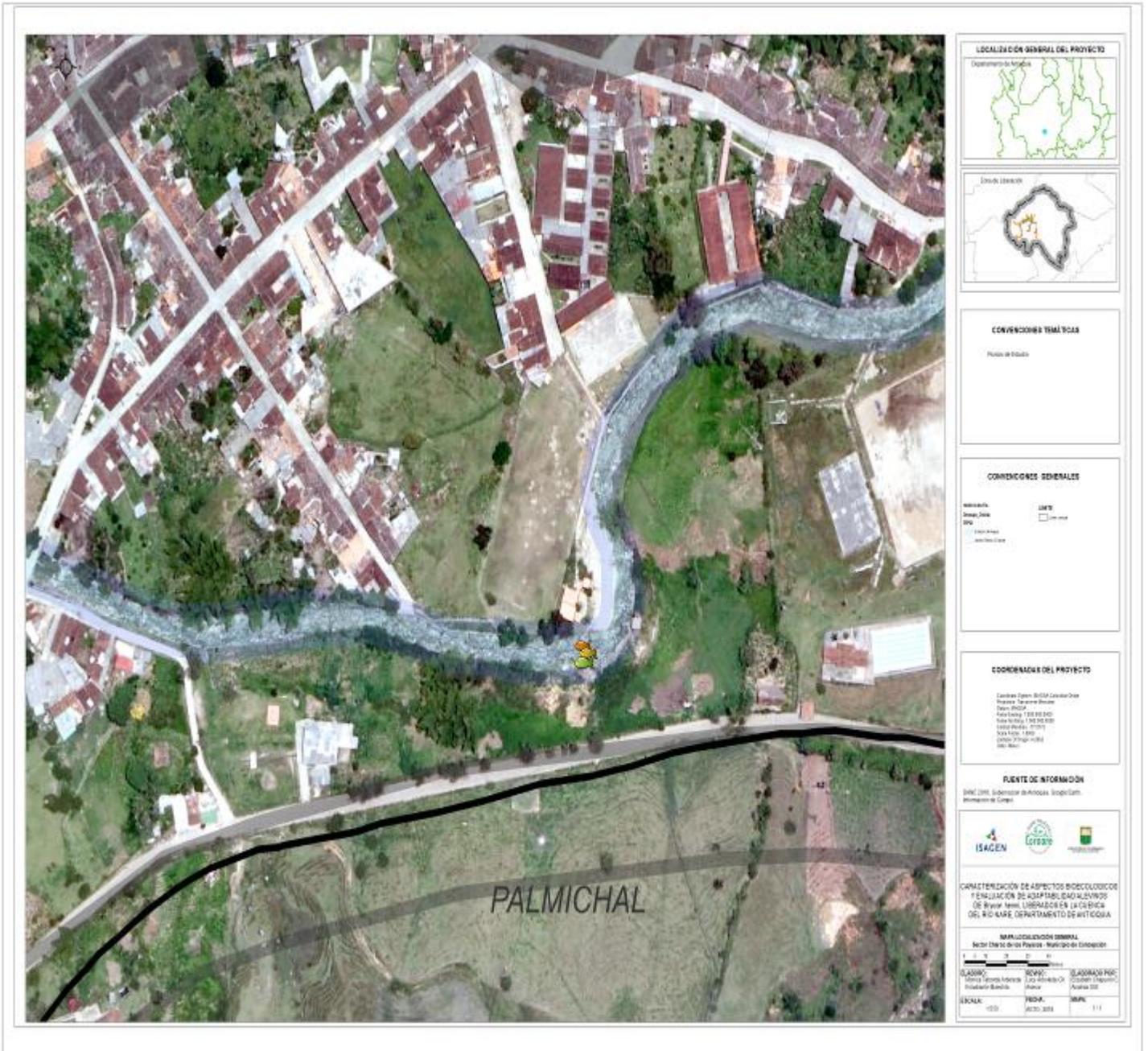
No: _____

Despedida.

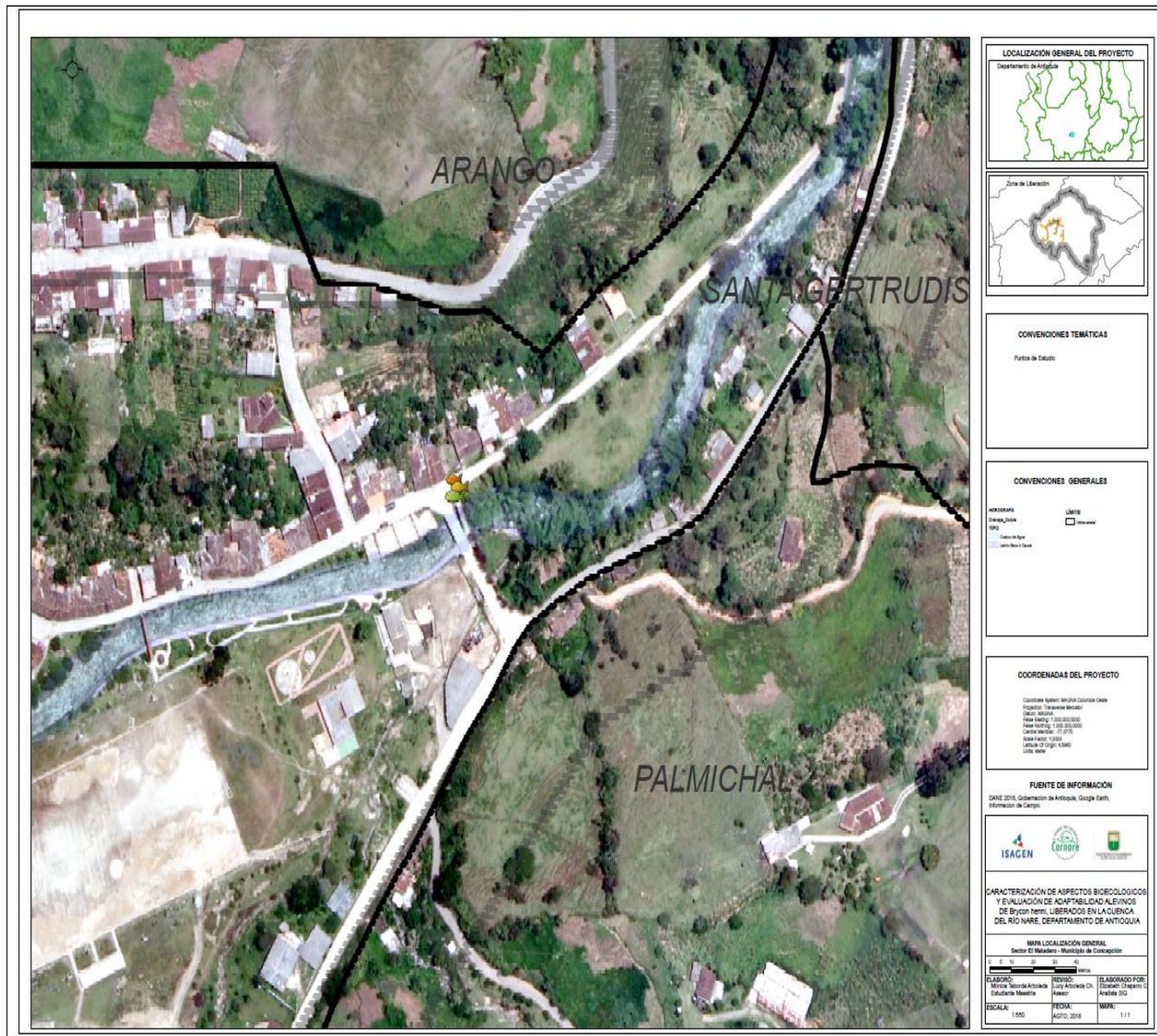
Anexo 2. Puntos iniciales de Muestreo y punto intermedio donde capturaron animales marcados.



Anexo 3. Punto de muestreo 1 (P1) Sector *Parque de los Payasos*



Anexo 4. Punto de muestreo 2 (P2) sector Matadero



CONVENIONES TEMÁTICAS

Punto de Estudio

CONVENIONES GENERALES

MICROGRUPO: Límite
 Cuenca: Límite
 Cuenca de Agua: Límite
 Límite: Límite

COORDENADAS DEL PROYECTO

Coordenada Sistema: WGS 1984 Colombia Chile
 Proyección: Transversa Mercator
 Datum: WGS 84
 Falso Northing: 1000000.0000
 Falso Easting: 1000000.0000
 Central Meridian: 75.0000
 Scale Factor: 0.9999
 Central Scale: 0.9999
 UTM Zone: 18Q

FUENTE DE INFORMACIÓN

DANE 2018, Gobernación de Antioquia, Google Earth, Información de Campo.



CARACTERIZACIÓN DE ASPECTOS BIOECOLÓGICOS Y EVALUACIÓN DE ADAPTABILIDAD ALTERNOS DE Brycon harti, LIBERADOS EN LA CUENCA DEL RÍO NARE, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

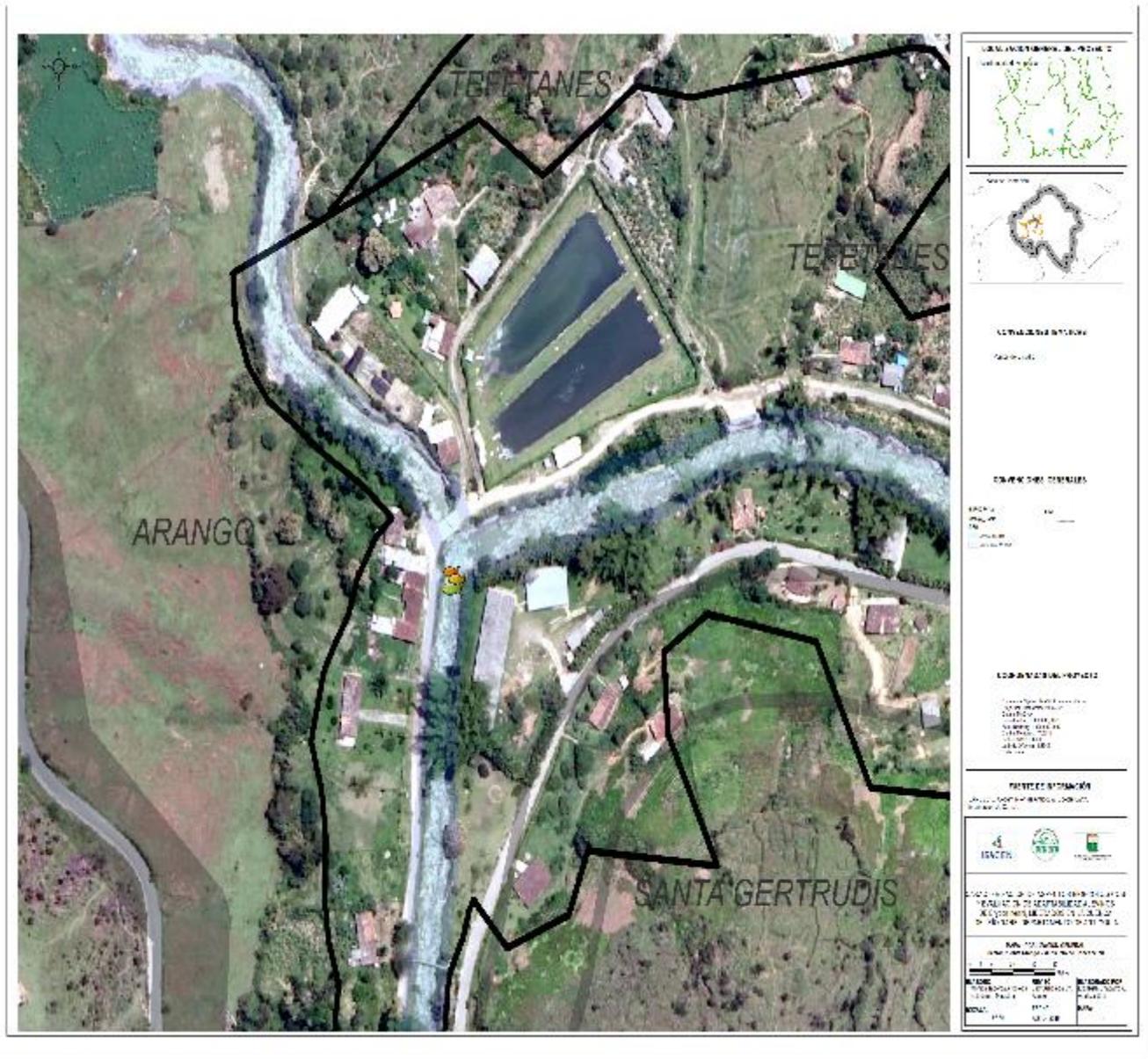
MAPA LOCALIZACIÓN GENERAL

Sector El Matadero - Municipio de Concepción

0 10 20 30 40 metros

ELABORADO POR: Mónica Ivonne Rodríguez Estudiante de Maestría	REVISADO POR: Jury Alvarado Oñ Ingeniero	ELABORADO POR: Eduardo Ojeda Analista SIG
ESCALA: 1:500	FECHA: AGTO. 2018	PÁGINA: 1 / 1

Anexo 5. Punto de muestreo 3 (P3) Sector *Puente Arango*



Anexo 7. Preguntas de entrevista semiestructura dirigida a los informantes claves para monitoreo de ejemplares de *Brycon henni*.

POLITECNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID- ISAGEN-CORNARE-
UNIVERSIDAD DE MANIZALES.
PREGUNTAS DIRIGIDAS A PESCADORES EN ENTREVISTA
SEMIESTRUCTURADA

Reciban un cordial saludo, para continuar con los estudios de la sabaleta (*Brycon henni*) dirigidos hacia la conservación de la especie, agradecemos su colaboración para realizar la siguiente encuesta leyendo cuidadosamente las siguientes preguntas:

Género: Masculino: _____ Femenino: _____

Edad: _____

¿Con que frecuencia realiza la captura de peces en el río La Concha que recorre el municipio de Concepción?

Número de veces al mes: _____, o número de veces al año: _____, o número de veces a la semana: _____.

¿En qué lugares o sectores del río concepción pesca?

¿Usted ha observado animales marcados?

SI: _____ NO: _____

¿En qué lugares o sectores ha observado animales marcados y cuantos en cada lugar?

LUGAR O SECTOR (escriba el lugar donde ha observado animales de Sabaleta marcados)	NÚMERO DE ANIMALES (indique el número de animales marcados observados en el lugar o sector escrito)	COLOR DE MARCA

En qué lugar o sector del río Concepción ha observado animales de Sabaleta de las siguientes tallas:

TALLA	LUGAR (Escribir el lugar o los lugares donde se ha observado animales de la talla indicada en la misma línea)
4 a 6 cm	
7 a 9 cm	

10 a 15 cm	
16 a 20 cm	
Más de 20cm	

¿Cuántos animales de Sabaleta *Brycon henni* captura en una jornada de pesca?

¿En qué meses del año ha observado animales pequeños de Sabaleta (de 10cm – 15cm)?
(se marca con una x los meses uno o varios):

Enero: _____, febrero: _____, marzo: _____, abril: _____, mayo: _____, junio:
_____, julio: _____, agosto: _____, septiembre: _____, octubre: _____,
noviembre: _____, diciembre: _____.

¿En qué sector de la columna del agua ha observado de la columna del agua ha observado los animales de 10 a 15 cm?

En la superficie: _____ en el medio: _____ en el fondo: _____

Observaciones o comentarios adicionales:

¿Identifica usted otras especies de peces en el lugar donde pesca sabaleta?

Si: _____, cuales:

No: _____

Despedida.