

ESTADO BIOECOLÓGICO DE LA SABALETA *Brycon henni* (EIGENMANN,
1913), EN LA CUENCA BAJA DEL RIO TIMBÍO, SECTOR LAS JUNTAS,
MUNICIPIO DE TIMBÍO, DEPARTAMENTO DEL CAUCA, COLOMBIA

GERMAN ALBERTO LOPEZ ULCHUR

FUNDACION UNIVERSITARIA DE POPAYAN

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

PROGRAMA DE ECOLOGIA

POPAYAN

2018

ESTADO BIOECOLÓGICO DE LA SABALETA *Brycon henni* (EIGMANN, 1913),
EN LA CUENCA BAJA DEL RIO TIMBÍO, SECTOR LAS JUNTAS, MUNICIPIO DE
TIMBÍO, DEPARTAMENTO DEL CAUCA, COLOMBIA

AUTOR

GERMAN ALBERTO LOPEZ ULCHUR

TRABAJO DE GRADO

DIRECTOR

DANIIEL ANDRES FERIZ GARCIA

BIOLOGO. Mg RECURSOS HIDROBIOLOGICOS CONTINENTALES

FUNDACION UNIVERSITARIA DE POPAYAN

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

PROGRAMA DE ECOLOGIA

POPAYAN

2018

2

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo va dedicado a mi madre Clara Ulchur por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor. A mi padre Carlos López por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y su apoyo incondicional, a mis hermanos Andrés, Yenny, Juan, a mi sobrino Santiago. A mis tíos y tías; y demás familiares y amigos infinitas gracias.

Un agradecimiento muy especial a mi hija Isabel Samara por quién es y será el más grande y hermoso motivo de alcanzar mis objetivos y su especial cariño y amor ilimitado que han permitido conseguir un logro más en mi vida, y por quien lucho diariamente para que sea una persona íntegra.

AGRADECIMIENTOS

A la fundación Universitaria de Popayán quien me apoyo durante todo mi proceso formativo académico, brindándome los espacios y herramientas académicas necesarias, para la realización de mi trabajo de grado.

Al sistema de investigación SIDI de la Fundación Universitaria de Popayán que con su apoyo financiero fueron artífices de la realización de esta investigación.

El presente trabajo fue realizado bajo la supervisión del maestro Daniel Feriz García, a quien me gustaría expresar mi más profundo agradecimiento, por hacer posible la realización de este estudio, por su paciencia, tiempo y dedicación que tuvo para que este saliera de manera exitosa. Siendo parte fundamental de mi trabajo de grado.

A mis maestros quienes con sus conocimientos moldearon mi perfil profesional, por su tiempo y dedicación, experiencia compartida y su pasión por la actividad como docente.

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	14
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	17
2.2. PREGUNTA DE INVESTIGACION	18
3. OBJETIVOS	19
3.1. OBJETIVO GENERAL	19
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
4. JUSTIFICACIÓN	20
5. MARCO TEORICO	22
5.1. Generalidades	22
5.2. Bioecología:	22
5.3. .Análisis estomacal:	23
5.4. Macroinvertebrados:	23
5.5. Índice BMWP:	24
5.6. Temperatura:	26
5.7. Oxígeno disuelto:	26
5.8. pH:	27
5.9. Dureza:	27
5.10. Nitritos, Nitratos y Amonios:	28
5.11. Fosforo y Fosfatos:	28
5.12. Estrategias de conservación:	29
6. ANTECEDENTES	30
7. DESCRIPCION AREA DE ESTUDIO	33
8. METODOLOGIA	37
8.1. Area de estudio	37

8.2. Metodos De Colecta	37
Fase de campo	37
Captura de íctio fauna:.....	37
Parametros poblacionales:	39
8.3. Análisis del contenido estomacal:	39
Fase de campo:	40
Fase de laboratorio	40
8.4. Identificación de la oferta alimenticia	41
Muestreo de macro invertebrados acuáticos (MAE):.....	41
8.5. Calidad biologica del agua:	42
8.6. Análisis de datos	42
8.7. Establecimiento de las estrategias de conservación	42
9. ANALISIS Y RESULTADOS	44
9.1. Características del hábitat:.....	44
9.2. Parámetros poblacionales:.....	44
9.3. Biometría:.....	46
9.4. Determinación de la dieta alimenticia:	47
9.5. CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL ANIMAL CONSUMIDO:	53
9.6. OFERTA DE MACROINVERTEBRADOS:.....	57
9.7. Calidad biologica del agua:	63
9.8. PARAMETROS FISICO QUIMICOS:.....	66
Temperatura Hídrica:	66
OXIGENO:.....	68
pH:.....	70
NUTRIENTES:.....	71
FOSFATOS:.....	73
DUREZA:.....	75
9.9. Estrategias De Conservación:	77
10. CONCLUSIONES	81

11. RECOMENDACIONES	84
12. BIBLIOGRAFÍA	85
13. ANEXOS	89
ANEXO 1: Tabla de análisis de varianza anova de dieta alimenticia en relación a las fases de desarrollo, sexo y meses	89
ANEXO 2: Registro fotográfico de macroinvertebrados colectados en el río Timbío.....	92
ANEXO 3: Registro fotográfico de la <i>Brycon henni</i> de las diferentes fases de desarrollo y procedimientos realizados.	102
ANEXO 4: tensiones o impactos antropicos en el río Timbío, sector Las Juntas.	106
ANEXO 5: Colecta de peces y macroinvertebrados en el río Timbío, sector Las Juntas.	108
ANEXO 6: Fase de laboratorio toma de parámetros biométricos y análisis estomacal.	110

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1: Red hidrográfica del municipio de Timbío. Fuente: López, G, (2016)....	34
Figura 2: Cuenca baja del rio Timbío, sector Las Juntas.....	35
Figura 3: Instrumentos de pesca. A) red agallera, b) nasas.....	38
Figura 2. Promedio de biometría por meses	47
Figura 3: Promedio Contenido estomacal por fase de desarrollo; a) Media % detritus; b) Media % vegetal; c) Media % animal.	49
Figura 4: Promedio contenido estomacal por sexo; a) Media % detritus; b) Media % material vegetal; c) Media % material animal.....	51
Figura 5: Promedio del % del Contenido estomacal por meses; a) media % detritus; b) Media % material vegetal; c) Media % material animal.	52
Figura 6: Promedio de sub ítems de material animal por fase de desarrollo; a) Media díptera; b) Media trichoptera; c) Media hemiptera; d) Media coleoptera.	54
Figura 7: ordenes de macroinvertebrados consumidos en relación al sexo; a) Media díptera; b) Media trichoptera; c) Media hemíptera; d) Media coleóptera.	55
Figura 8: Promedio de sub ítems de material animal por mes; a) Media díptera; b) Media hemíptera; c) Media coleóptera.	57
Figura 9: Riqueza total de órdenes, familia y géneros en las tres estaciones del rio de Timbio.	59
Figura 10: Riqueza de familias y géneros en relación a los órdenes recolectados en el rio Timbio.	60
Figura 11: Porcentajes de abundancia de órdenes recolectados en el rio Timbío.	61
Figura 12: Porcentaje de abundancia por familias recolectadas en el Rio Timbío.	62
Figura 13: Valores temperatura promedio por estación.....	66
Figura 14: Valores temperatura promedio por meses.....	67
Figura 15: Valores oxigeno promedio por estaciones.	69
Figura 16: Valores oxigeno promedio por meses.	69
Figura 17: Valores pH promedio por estaciones.....	70
Figura 18: Valores pH promedio por meses.....	71

Figura 19: Valores promedio de nitritos, nitratos y amonios por estaciones.....	72
Figura 20: Valores promedio nitritos, nitratos y amonios por meses.	73
Figura 21: Valores promedio de fosfatos por estaciones.....	74
Figura 22: Valores promedio fosfatos por meses.	75
Figura 23: Valores promedio de dureza por estaciones.	76
Figura 24: Valores promedio de dureza por meses.	76

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el estado bio ecológico actual de la especie *Brycon henni*, en la cuenca baja del río Timbío, por medio del índice BMWP/Col, parámetros físico químicos, oferta de macro invertebrados y análisis estomacal, durante 6 meses, teniendo en cuenta las altas precipitaciones que son: en diciembre y febrero y las bajas precipitaciones en julio y septiembre, en 3 estaciones de muestreo.

Con respecto a su dieta alimenticia dista en relación a sus fases de desarrollo, basada principalmente en dípteros, trichopteros, coleópteros y hemípteros; donde los alevinos (larvas) y juveniles consumen dípteros y trichopteros, y los adultos tienden al consumo de coleópteros y hemípteros, sin embargo se encontró material vegetal en su tracto digestivo, pero sin sobrepasar el 40% del total; concluyendo que la especie es carnívora, debido a que el material vegetal se encontró degradado o con daños mecánicos y en menor proporción que el material animal.

En cuanto a la oferta alimenticia de MAE se recolectaron un total de 311 macro invertebrados distribuidos en 5 Phylum, (Arthropoda, Annelida, mollusca, nematomorpha y Platyhelminthes), 5 Clases (Insecta, Oligochaeta, gastropoda, nematomorpha y Rhabditophora), 11 Ordenes, 21 Familias, y 43 géneros. Donde los orden coleóptera, trichoptera, odonata y díptera fueron los más abundantes, representando aproximadamente el 60 % de la comunidad de macro invertebrados (MAE).

Dentro de los parámetros físicos químicos no hubo diferencias que representaron cambios drásticos en las condiciones del sistema, sin embargo los niveles bajos de oxígeno disuelto y la alta temperatura hídrica fueron autorregulados por el cuerpo de agua debido a su geomorfología y vegetación riparia.

En lo referente a el índice BMWP se determinó que el cuerpo de agua tiene ciertos efectos leves de contaminación debido a que su puntaje mínimo es de 94 categorizándola como aceptable, información que se corrobora de las actividades

antrópicas de la zona que aportan descargas directas de materia orgánica, y que conllevan a la eutrofización del sistema acuático.

La población estudiada demuestra que su hábitat conserva las condiciones mínimas para su sobrevivencia, puesto que hay sitios de desove y reproducción no alterados, que permiten su desarrollo, sin embargo las actividades agrarias como los cultivos de cacao, chontaduro, yuca y la ganadería, labores domésticas y la sobre pesca en la zona, conllevan a un deterioro constante que puede causar la reducción en su población; por ello se propusieron estrategias de conservación preventivas enmarcadas bajo la normatividad; el decreto 1780 de 2015, 4181 de 2011, 2811 de 1974 y la ley 99 de 1993 y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) para evitar daños en la zona en generaciones futuras de la *Brycon henni*.

PALABRAS CLAVES: *Brycon henni*, río Timbío, análisis estomacal, índice BMWP, parámetros físico-químicos, macroinvertebrados, estrategias de conservación.

ABSTRACT

The objective of this research work was to determine the current bio ecological status of the Brycon henni species , in the lower basin of the Timbío River, by means of the BMWP / Col index, physical-chemical parameters, macro invertebrate supply and stomach analysis, during 6 months, taking into account the high precipitations that are: in December and February and the low precipitations in July and September, in 3 sampling stations.

With respect to its diet it is distant in relation to its development phases, based mainly on diptera, trichopteros , coleoptera and hemiptera; where alevinos (larvae) and juveniles consume diptera and trichopteros , and adults tend to consume coleoptera and hemiptera, however plant material was found in their digestive tract, but not exceeding 40% of the total; concluding that the species is carnivorous, because the plant material was found degraded or with mechanical damage and in smaller proportion than the animal material.

Regarding the food supply of MAE, a total of 311 macro invertebrates distributed in 5 Phylum , (Arthropoda , Annelida , mollusca , nematomorpha and Platyhelminthes), 5 Classes (Insecta , Oligochaeta , gastropoda , nematomorpha and Rhabditophora), 11 Orders, were collected . 21 Families, and 43 genera. Where the order coleoptera, trichoptera , odonata and diptera were the most abundant, representing approximately 60% of the macro invertebrate community (MAE).

Within the chemical physical parameters there were no differences that represented drastic changes in the conditions of the system, however the low levels of dissolved oxygen and the high water temperature were self-regulated by the body of water due to its geomorphology and riparian vegetation .

Regarding the BMWP index, it was determined that the body of water has some slight effects of contamination because its minimum score is 94, categorizing it as acceptable, information corroborated by anthropogenic activities in the area that provide direct discharges of matter. organic, and that lead to the eutrophication of the aquatic system.

The studied population shows that its habitat preserves the minimum conditions for its survival, since there are undisturbed spawning and reproduction sites, which allow its development, however the agrarian activities such as cocoa, chontaduro, cassava and livestock farming, labors domestic and overfishing in the area, lead to a constant deterioration that can cause the reduction in its population; therefore, preventive conservation strategies framed under the regulations were proposed; Decree 1780, 2015, 4181, 2011, 2811, 1974 and Law 99 of 1993 and the International Union for Conservation of Nature (IUCN) to prevent damage to the area in future generations of *Brycon henni*.

KEY WORDS: *Brycon henni*, Timbio river, stomach analysis, BMWP index, physicochemical parameters, macroinvertebrates , conservation strategies .

1. INTRODUCCIÓN

En Colombia, la región andina es reconocida por su alta diversidad biótica y como una de las regiones que históricamente, por actividades productivas, ha enfrentado grandes procesos de transformación de sus ecosistemas naturales originales (aproximadamente el 63%). Por lo anterior, ha sido priorizada por organizaciones nacionales e internacionales como el instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), World wildlife Foundation (WWF), Unión internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), entre otras, con el fin de generar estrategias que garanticen su conservación¹.

Con relación a la pesca continental, a pesar de estar a menudo infravalorada, es un componente fundamental de los medios de vida de millones de personas en países en desarrollo y desarrollados. De esta manera, los volúmenes de recursos pesqueros aprovechados responden a una demanda interna con potencial de crecimiento, en consecuencia, la pesca se constituye como una importante actividad del sector agropecuario, como generadora de empleo y divisas para el país².

En lo que respecta al género *Brycon*, está constituido aproximadamente por cuarenta especies válidas, once de las cuales han sido reportadas en los ríos Amazonas, Atrato, Cauca, Dagua, San Juan, Sinú, Magdalena, Meta, Mira, Orinoco y Patía en Colombia. Es considerado como un género monofilético, con especies

¹ MALDONADO OCAMPO Javier. ORTEGA-LARA Armando. USMA O Jose S. GALVIS V. Germán. VILLA NAVARRO Francisco A. VÁSQUEZ G. Lucena. PRADA PEDREROS Saul y ARDILA R. Carlos. LIBRO. Peces De Los Andes De Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos «Alexander von Humboldt». Bogotá, D.C. Colombia. 346 p. 2005.

² LASSO C., AGUDELO CÓRDOBA L. JIMÉNEZ SEGURA F., RAMÍREZ-GIL H., MORALES-BETANCOURT M., AJIACO MARTÍNEZ R. E., GUTIÉRREZ Paula, USMA OVIEDO Jorge, MUÑOZ TORRES S. E. y SANABRIA OCHOA A. I. LIBRO. Catálogo De Los Recursos Pesqueros Continentales De Colombia. Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia, 715 pp. 2011.

relativamente grandes dentro de los carácidos, de amplia distribución en ríos de Centro América, y en cuencas suramericanas, como Paraná, Orinoco y Amazonas³.

Siendo la especie *Brycon henni*, una de las más importantes de los pequeños ríos que nacen en la cordillera Central de Colombia. La cual se distribuye en la región central de Colombia en el Alto y Bajo río Cauca, así como en el río Magdalena, en la región pacífica en los ríos San Jorge y San Juan y ríos tributarios de la cuenca Patía⁴.

En cuanto a su comportamiento es un pez omnívoro; en sus contenidos estomacales se han encontrado: insectos de los órdenes (Díptera, Himenóptera, Coleóptera, Odonata, Lepidóptera, Plecóptera, Ephemeroptera, Megalóptera, Trichoptera, Orthoptera), arácnidos, restos de peces (*Oreochromis*, *Astyanax sp*, *Brycon henni* y escamas) crustáceos, moluscos (Gastrópoda), anélidos (*Tubifex sp*) anfibios (ranas y renacuajos), restos de material vegetal (hojas, frutos, semillas y raíces), arena y limo⁵. En cuanto a su conservación y aprovechamiento económico hay vacíos de información, como lo ha publicado la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en donde plantea la necesidad de investigación de la *Brycon henni* para su cultivo intensivo, debido que a futuro se le observa como una especie promisoría en la acuicultura⁶.

³ BOTERO BOTERO Alvaro. RAMÍREZ CASTRO Hernán. ARTICULO. Ecología Trófica De La Sabaleta *Brycon Henni* (Pisces: Characidae) En El Río Portugal De Piedras, Alto Cauca, Colombia. Universidad Nacional Experimental de los Llanos "Ezequiel Zamora" - UNELLEZ (Guanare, Venezuela), Fundación Neotrópica-Colombia, La Tebaida, Quindío, Colombia. Universidad del Quindío, Programa de Licenciatura en biología y Educación ambiental. Pereira, Colombia. 7 pp. 2010.

⁴ Ibid. p. 7

⁵ MONTOYA LÓPEZ Andrés F, CARRILLO Lina M, OLIVERA Ángel Martha. ARTICULO. Algunos Aspectos Biológicos Y Del Manejo En Cautiverio De La Sabaleta *Brycon Henni* Eigenmann, 1913 (Pisces: Characidae). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. 7 pp. 2006.

⁶ Tomado de: http://www.fao.org/fishery/legalframework/nalo_colombia/es#tcNB016C

Por consiguiente, con esta investigación se obtuvo un diagnóstico del estado actual de la población de la *B. henni* en la cuenca baja del río Timbío, por medio de la toma de parámetros biológicos (sexo, talla, biomasa) y su dieta alimenticia haciendo uso de un análisis estomacal cuantitativo y porcentual aplicando igualmente un paquete estadístico y test ANOVA para el análisis de varianza, además se aplicó el índice BMWP y medición de parámetros físico-químicos (pH, oxígeno, dureza, fosfatos, nitritos, nitratos, amonio, temperatura); a su vez se propuso estrategias para su conservación ya sea in situ o ex situ, enfocado a correlacionar esta información para un análisis más detallado. Los resultados obtenidos podrán ser aplicados como base para futuras investigaciones en la zona o enfocados a esta especie, como también contribuir al conocimiento de esta población íctica del territorio colombiano.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En Colombia existen variados estudios sobre comunidades ícticas, uno de los más relevantes es el de “Peces de los andes de Colombia”, sin embargo, no hay información suficiente de las amenazas y el estado de conservación de muchas de las especies de interés comercial como la sabaleta *Brycon henni* ya que no es clara y concisa en su área de distribución, aunque cabe resaltar el uso como pesca comercial local y deportiva, especialmente en las regiones del alto y medio Cauca⁷.

Cabe decir que esta especie es importante para la seguridad alimentaria de los pobladores ribereños de los cuerpos de agua en que habita, ya que los asentamientos humanos de estas zonas son de escasos recursos económicos y su subsistencia está basada en la agricultura y la pesca artesanal. Además de ser el principal recurso pesquero en algunas zonas, esta especie es altamente susceptible a cambios en las características físico-químicas del agua, en particular a la disminución del contenido de oxígeno disuelto, a su vez, sus poblaciones han disminuido significativamente y actualmente se encuentra extinta en lugares en los que habitaba con anterioridad, siendo la eutrofización de los ecosistemas a causa de las actividades agrarias, las descargas domésticas y la extracción de minerales como sus principales factores causantes de su disminución poblacional⁸.

⁷ MALDONADO OCAMPO J. A., USMA Jorge S., VILLA NAVARRO F. A., ORTEGA LARA A., PRADA PEDREROS S., JIMENEZ L.F., JARAMILLO VILLA U., ARANGO A., RIVAS T. y SANCHÉZ G.C. LIBRO. Peces Dulceacuícolas Del Chocó Biogeográfico De Colombia. WWF Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAvH), Universidad del Tolima, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C., Colombia. 400 pp. 2012.

⁸ LASSO C., AGUDELO CÓRDOBA L. JIMÉNEZ SEGURA F., RAMÍREZ-GIL H., MORALES-BETANCOURT M., AJIACO MARTÍNEZ R. E., GUTIÉRREZ Paula, USMA OVIEDO Jorge, MUÑOZ TORRES S. E. y SANABRIA OCHOA A. I. LIBRO. Catálogo De Los Recursos Pesqueros Continentales De Colombia. Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia.

Este trabajo de investigación se enfocó en determinar los aspectos bioecológicos como: la abundancia de organismos, su distribución de sexos, biomasa, tallas, hábitos alimenticios y dieta alimenticia, esto con la finalidad de aportar bases para generar estrategias de conservación de la *B. henni*, con el apoyo de la corporación CORPOACUA en la estación piscícola “Pambio”, ubicada en el municipio de Timbío, vereda Pambio, ya que están ejecutando un proyecto relacionado a la producción y aprovechamiento y repoblamiento de esta especie en la cuenca baja del río Timbío, sector Las Juntas (Cauca).

2.2. PREGUNTA DE INVESTIGACION

¿Cuál es el estado bio ecológico de la sabaleta *Brycon henni* en la cuenca baja del río Timbío, sector Las Juntas?

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Diagnosticar el estado bioecológico actual de la sabaleta *B. henni* en la cuenca baja del río Timbío, sector Las Juntas.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer los parámetros biométricos de la especie.(talla, biomasa, sexo)
- Determinar la dieta para la *Brycon henni* en la cuenca baja del río Timbío.
- Determinar la oferta alimenticia de macroinvertebrados acuáticos
- Establecer la calidad biológica del agua.
- Proponer estrategias de conservación *in situ* y *ex situ* de la *Brycon henni*

4. JUSTIFICACIÓN

La especie *Brycon henni* es considerada como una alternativa promisoría para realizar reintroducciones como opción para la conservación de la especie y el desarrollo de pesca deportiva, a pesar de que no aparece en ninguna de las categorías de riesgo propuestas por el libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia ni en la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), su sobreexplotación podría conllevar a la pérdida de su variabilidad genética y reducción poblacional, sumado a la transformación de su hábitat como la construcción de presas o embalses y la extracción de arena como ocurre en el río Timbío, producto de la necesidad de los pobladores para el uso del agua tanto doméstico como agrícola, perturbando sus migraciones en su época de reproducción, sumado a esto está la falta de información respecto a estudios formales del estado bio ecológico de la sabaleta *B. henni* y su estado de conservación actual en la cuenca baja del río Timbío. Por ello se hace necesario realizar este trabajo de investigación, el cual nos dará una base para estudios futuros acerca de esta especie endémica de Colombia y de igual forma podrá brindar un enfoque para su conservación y aprovechamiento económico, de igual forma se puede destacar su importancia ecológica y económica como lo ha publicado la FAO⁹, en donde plantea la necesidad de investigación de la *Brycon henni* para su cultivo intensivo.

Éste estudio ampliará la información científica con respecto a la distribución, abundancia y hábitos alimenticios de esta especie en relación a las altas y bajas precipitaciones y los datos obtenidos pueden ser usados para lograr una mayor eficacia en el cultivo, aprovechamiento y producción de esta especie dentro de la estación piscícola Pambio. Siendo particularmente relevante este punto, para su ejecución, apoyado en la necesidad de la corporación CORPOACUA de su proyecto enfocado a la reproducción y desarrollo en cautiverio de esta especie en dicha estación.

⁹ Tomado de: http://www.fao.org/fishery/legalframework/nalo_colombia/es#tcNB016C

De igual forma se busca generar una línea base de investigación en biodiversidad y conservación para el grupo de investigaciones de ecosistemas tropicales UNIET de la Fundación Universitaria de Popayán.

5. MARCO TEORICO

5.1. Generalidades

La bioecología en peces ha sido un campo ampliamente investigado desde el comportamiento, hábitat, alimentación, como también la determinación del factor de condición, su desarrollo sexual, ecología hasta la crianza experimental, pero estos estudios han sido aislados unos de otros, además que no todas la especies cuentan con datos completos que permitan tener una visualización integral de su rol trófico y como está interactuando con los parámetros físico químicos e hidrobiológicos del ecosistema.

Actualmente la bioecología ha estado en constante cambio, debido a las nuevas investigaciones sistemáticas buscando obtener información más precisa en la ictiología, enfatizando en las especies autóctonas ya sea con fines de producción o para su conservación. Se deja a disponibilidad del lector los siguientes términos con el fin de una mayor comprensión de lo explicado anteriormente.

5.2. Bioecología:

Desde hace unas décadas los estudios en la bioecología de peces se han intensificado, una de las razones es el desarrollo de acuicultura, la cual genera ingresos económicos, por otro lado está la razón científica por medio de la recolección de información de las especies, para salvaguardar no solo la población sino también un ecosistema, para ello se hacen estudio de su etología, taxonomía, ecología, ciclo biológico, entre otros, en relación a los parámetros medio

ambientales y sociales, con el propósito primordial de generar estrategias para su conservación y uso sostenible¹⁰.

En lo que respecta en Colombia han hecho diversos estudios sobre especies nativas, como es el caso de especie de la *Brycon henni*, centrándose en la reproducción inducida, crío preservación de gametos, nutrición y hábitos alimenticios por medio de análisis estomacal.

5.3. .Análisis estomacal:

Esta descrito como un proceso por el cual se estudia el tipo de alimentación o la dieta alimenticia de la ictiofauna mediante la combinación de diferentes métodos de cuantificación y cualificación de su alimento, entre estos métodos están el numérico, volumétrico, subjetivo y reconstrucción de partes.¹¹ Esta técnica nos ayuda a recolectar información del rol trófico de la población o comunidad, además que se convierte en una herramienta vital para desarrollar o gestionar programas de conservación desde un punto de vista ecológico ayudando a comprender su función en el ecosistema, analizándose los datos de la demanda alimenticia en relación a su oferta alimenticia, como perifiton, detritus o macroinvertebrados, esto dependerá de los hábitos alimenticios de la especie.

5.4. Macroinvertebrados:

En cuanto a estos organismos podemos decir que se caracterizan por observarse a simple vista y tener un tamaño superior a 0,5 mm de longitud. Dentro de éstos se encuentran los poríferos, hidrozooos, turbelarios, oligoquetos, hirudíneos, insectos

¹⁰ TELLO J. MONTREUIL V. MACO J. ISMIÑO R.A. SANCHEZ H. ARTICULO. Bioecología De Peces De Importancia Económice De La Parte Inferior De Los Ríos Ucayali Y Marañon – Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Iquitos- Perú. 21 p. 1992.

¹¹ MARRERO, C. LIBRO. Métodos para cuantificar contenidos estomacales en peces. Universidad nacional de los llanos “Ezequiel zamora”. Caracas, Venezuela. 23 pp. 1994.

en su mayoría larvas y ninfas, arácnidos, crustáceos, anélidos entre otros. Debido a que parte o su totalidad de su ciclo de vida lo cumplen en el medio acuático.

Básicamente su uso en investigaciones se centra en que algunos organismos debido a que son más sensibles a la contaminación o degradación del hábitat¹². Entre los grupos con mayor adaptabilidad y abundancia se encuentran los coleópteros, trichopteros, hemípteros y dípteros. Estos últimos por ejemplo poseen características particulares para su desarrollo, ya que algunas especies requieren de una buena calidad biológica del agua e inversamente a otras que toleran la contaminación¹³.

Por consiguiente estos organismos, son relevantes a la hora de hacer un estudio en materia de conservación ya que su presencia o ausencia nos revelan el estado ecológico del ecosistema, y de acuerdo a ello proponer un plan para su restauración o reducción de los tenses contaminantes, para ello se hace uso de los indicadores ambientales como el índice BMWP.

5.5. Índice BMWP:

En lo referente a indicadores ambientales se encuentra este índice, que es uno de los más utilizados, que consta de un método de puntuación simple, utilizado con todos los grupos de macroinvertebrados identificados taxonómicamente, hasta el nivel de familia; solo requiere datos cualitativos (ausencia/presencia). El puntaje obtenido en un sitio de muestreo se obtiene mediante la suma individual de todos

¹² CHARA O. LIBRO. Manual Para La Evaluación Biológica De Ambientes Acuáticos En Microcuencas Ganaderas. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria - CIPAV. Bogotá D.C., Colombia. 76 p. 2003.

¹³ CORTOLIMA. ARTICULO. Proyecto plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica mayor del río coello. Biodiversidad. Macroinvertebrados acuáticos. Tolima, Colombia. 573 p. 2006.

los puntajes de las familias de macroinvertebrados presentes. Los puntajes individuales de cada familia reflejan el grado de tolerancia a la contaminación, basados en los conocimientos básicos de distribución y abundancia de los organismos. Las familias sensibles a la contaminación poseen puntajes elevados (máximo = 10), mientras que las familias de organismos tolerantes a diferentes grados de contaminación poseen puntajes bajos (mínimo = 1)¹⁴.

En síntesis este índice es práctico y eficaz para determinar el grado de contaminación, ya que a mayor puntaje obtenido, indica que el ecosistema tiene un bajo grado de contaminación dependiendo respectivamente de unos rangos previamente establecidos para Colombia.

La calidad del agua también está relacionada con el conjunto de características organolépticas, físico-químicas, bacteriológicas y biológicas, entre estas características se tiene como referencia a la temperatura, pH, alcalinidad, oxígeno disuelto, conductividad, dureza, turbidez, contenido de sólidos, fosforo, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal, demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno. En cuanto a las sustancias tóxicas pueden ser metales pesados, pesticidas, entre otros, son también rasgos químicos de mucha importancia aunque por sus costos se miden solo en casos prioritarios¹⁵.

Por ende los valores obtenidos en relación a los parámetros físicos químicos determinan el uso que se le puede dar al cuerpo de agua o su grado de eutrofización. En zonas rurales el agua se usa principalmente para consumo humano, riego de cultivos, consumo animal, lavado de instalaciones pecuarias, y en

¹⁴ ZAMORA H. ARTICULO. El Índice BMWP Y La Evaluación Biológica De La Calidad Biológica Del Agua En Los Ecosistemas Acuáticos Epicontinentales Naturales De Colombia. Universidad del Cauca, Popayán, Colombia. 13 pp. 2007

¹⁵ CHARA O. LIBRO. Manual Para La Evaluación Biológica De Ambientes Acuáticos En Microcuencas Ganaderas. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria - CIPAV. Bogotá D.C., Colombia. 76 p. 2003.

menor grado, para recreación. Desafortunadamente en la mayoría de los estudios, estos valores no se tienen en cuenta, para mantener una calidad idónea para el desarrollo de la biota acuática¹⁶. Dando pie a su relevancia para ser recolectados y analizados estos parámetros, de acuerdo al enfoque del estudio investigativo.

5.6. Temperatura:

Radica básicamente en que la radiación solar determina la calidad y cantidad de luz que penetra afectando la temperatura del agua. En las zonas templadas por ejemplo la temperatura varía ampliamente por el cambio de estaciones, en las zonas tropicales se mantiene más o menos constante, se conserva siempre fría en las altas montañas y cálida al nivel del mar. Las descargas domésticas de agua se caracterizan por sus altas temperaturas causando daños a la fauna y flora de las aguas receptoras al intervenir con la reproducción de especies, incrementar el crecimiento de bacterias y otros organismos no autóctonos. Cabe decir que la solubilidad del oxígeno en el agua está afectada por la temperatura, ya que este elemento es volátil a altas temperaturas¹⁷.

5.7. Oxígeno disuelto:

Este parámetro es un dato muy importante ya que es uno de los indicadores más relevantes en la determinación de la calidad del agua. Los valores normales varían entre los 7.0 y 8.0 mg/L. La fuente principal del oxígeno es el aire, el cual se difunde rápidamente en el agua por la turbulencia en los ríos y por el viento en los lagos¹⁸.

¹⁶ CHARA O. Ibid., p 76. 2003.

¹⁷ CORTOLIMA. ARTICULO. Proyecto plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica mayor del río coello. Biodiversidad. Macroinvertebrados acuáticos. Tolima, Colombia. 573 p. 2006.

¹⁸ ROLDAN, 2003. Citado por: CORTOLIMA, Ibid., 573 p. 2006.

También es pertinente aclarar que sus valores en determinada zona varían constantemente, ya que la materia orgánica, pH, y dureza, lo mantienen estable o idóneo para el ecosistema.

5.8. pH:

Lo podemos definir como el logaritmo del inverso de la concentración de hidrogeniones (H⁺); El intervalo de la concentración adecuado para la proliferación y desarrollo de la vida acuática es bastante estrecha y crítico, la mayoría de animales acuáticos prefieren un rango de 6.5 a 8.0, fuera de este rango se reduce la diversidad por estrés fisiológico y la reproducción¹⁹. Es decir que sus valores estables permiten o no, que un ecosistema posea biodiversidad ya que no todos los organismo toleran los cambios de este parámetro.

5.9. Dureza:

Está considerada como la cantidad de iones de calcio y magnesio presentes en el cuerpo acuático, evaluados como carbonato de calcio y magnesio, las aguas con bajas durezas se denominan blandas y biológicamente son poco productivas, por lo contrario las aguas con dureza elevada duras son muy productivas, la productividad esta generalmente dada por unas pocas especies que se han adaptado a estas condiciones, aguas con durezas intermedias pueden poseer fauna y flora más variada pero son menos productivas en términos de biomasa²⁰.

¹⁹ ROLDAN, 2003. Citado por: CORTOLIMA, Ibid., 573 p. 2006.

²⁰ ROLDAN, 2003. Citado por: CORTOLIMA, Ibid., 573 p. 2006.

5.10. Nitritos, Nitratos y Amonios:

Dentro de este parámetro se tiene al nitrógeno como el elemento esencial para el crecimiento de algas y causa un aumento en la demanda de oxígeno al ser oxidado por bacterias reduciendo por ende los niveles de este, Las diferentes formas del nitrógeno son importantes en determinar o establecer los niveles de polución de un cuerpo de agua. En el tratamiento biológico de aguas residuales, los datos de nitrógeno amoniacal y orgánico son importantes para determinar si los residuos contienen suficiente nitrógeno para nutrir a los organismos²¹. Pero en un ecosistema o hábitat natural estos compuestos juegan un papel importante como lo es la eutrofización del sistema, que causa problemas muy graves en los rangos idóneos de oxígeno, pH y temperatura del agua.

5.11. Fosforo y Fosfatos:

El fósforo como elemento fundamental en un cuerpo de agua permite la formación de biomasa, la cual requiere un aumento de la demanda biológica de oxígeno para su oxidación aerobia, además de los procesos de eutrofización y consecuentemente el crecimiento de fitoplancton. El ortofosfato es nutriente para los organismos foto sintetizadores y por tanto un componente limitante para el desarrollo de las comunidades, su determinación es necesaria en estudios de polución de ríos, así como en procesos químicos y biológicos de purificación y tratamiento de aguas²².

²¹ ROLDAN, 2003. Citado por: CORTOLIMA, Ibid., 573 p. 2006.

²² ROLDAN, 2003. Citado por: CORTOLIMA, Ibid., 573 p. 2006.

5.12. Estrategias de conservación:

Su relevancia está basada en la conservación de la biodiversidad biológica haciendo uso de estos recursos de manera sostenible con una participación justa y equitativa en los beneficios obtenidos a partir de ella, ya sea genéticos, tecnológicos, entre otros²³. En lo que respecta a la conservación de la fauna en especial de la ictiofauna, hay grandes avances legislativos para el control y uso sostenible. Donde la base legislativa para este tema en Colombia tanto para fauna como flora es el convenio de diversidad biológica, seguido del decreto 2811 de 1974, donde se especifica que el estado busca preservar, manejar y usar los recursos naturales renovables bajo el marco de la sostenibilidad.

²³ NACIONES UNIDAS. Convenio Sobre La Biodiversidad Biologica. 1992.

6. ANTECEDENTES

Teniendo en cuenta el trabajo de investigación realizado por Fabio Gerardo Muñoz García en el 2011, donde realizaron un análisis cromosómico comparativo de las especies *Bryconamericus sp.* (CHARACIDAE, Eigenmann, 1913) y *Brycon henni* (CHARACIDAE, Eigenmann, 1913) de la cuencas altas del río Cauca y Patía. Que consistió en realizar capturas de las dos especies con diferentes artes de pesca, logrando determinar que existen ciertas deferencias en el material genético en cada especie en los dos sitios comparados, posiblemente a los aislamientos biogeográficos de las dos cuencas aunque taxonómicamente no se puede decir que sean especies distintas²⁴.

Por otra parte, Rosaura Bermúdez Ayala, realizo una determinación del nivel trófico de la especie íctica *Brycon henni*, Eigenmann & Hildebrand, 1913. (PICIS: Characidae), en el río Patía, sector comprendido entre la mina el Hoyo y Galindez, departamento del Cauca. Basandose en la captura de especímenes durante un año aproximadamente donde se colectaron ejemplares ambos sexos y diferentes tallas, de igual manera se hizo muestreo de macro invertebrados para poder así identificar la oferta alimenticia y la demanda por parte de la especie, concluyendo que la *B. henni* cumple una función trófica importante en esta zona , además de que se hace necesario realizar más investigaciones para poder determinar con mayor exactitud su ecología y su aprovechamiento económico²⁵.

²⁴ MUÑOZ GARCIA Fabio Gerardo. TESIS DE MAESTRIA. Análisis cromosómico comparativo de las especies *bryconamericus sp.* (characidae, eigenmann, 1913) y *brycon henni* (characidae, eigenmann, 1913) de la cuencas altas del río cauca y patía. Universidad Del Cauca, Popayán, Colombia. 2011.

²⁵ BERMÚDEZ AYALA Rosaura. TESIS DE MAESTRIA. DETERMINACIÓN DEL NIVEL TRÓFICO DE LA ESPECIE ÍCTICA *BRYCON HENNI*, EIGENMANN & HILDEBRAND, 1913. (PICIS: CHARACIDAE), EN EL RÍO PATÍA, SECTOR COMPRENDIDO ENTRE LA MINA EL HOYO Y GALINDEZ, DEPARTAMENTO DEL CAUCA. Universidad del Cauca, Popayán, Colombia. 2002

De manera semejante, Holmer José Martínez Orozco evaluó los Aspectos reproductivos y procesos de inducción gonádica de la sabaleta *Brycon henni* (Eigenmann, 1913) (Piscis: Characidae) en el embalse la Salvajina del departamento del Cauca, Colombia. Estableciendo capturas en diferentes áreas y temporadas climáticas (lluvia y sequía) consiguiendo determinar el desove de la sabaleta, una estimación de su estado poblacional y eficiencia de hormonas sintéticas en su reproducción²⁶.

En Colombia ALARCON Julio, MANCERA Javier y BENJUMEA Clara, realizaron un estudio de variabilidad genética de la *Brycon henni* en la cuenca media de los ríos Nare y Guatapé, haciendo extracciones de ADN de 195 individuos, utilizando la técnica RAPD para marcaje molecular. Encontrándose que existe una variabilidad genética del 70% entre los distintos sitios de muestreo.

También Javier Mancera realizó en el año 2007 y 2012, una investigación sobre la biología reproductiva de *Brycon henni* y estrategias de conservación para los ríos Nare y Guatapé. Basándose en dos periodos de sequía y de lluvia. Con el fin de establecer su etología y con ello generar propuestas para su conservación en el área.

Además en Brasil, Lopera Barrera M. en 2009, recopiló información acerca de la población actual de *Brycon orbignyanus*, con el objetivo de generar un modelo de conservación de la población natural y en cautiverio, siendo base para especie en cierto grado de peligro de extinción o que tienden a decrecer.

²⁶ MARTÍNEZ OROZCO Holmer Jose. TESIS DE MAESTRIA. ASPECTOS REPRODUCTIVOS Y PROCESOS DE INDUCCIÓN GONÁDICA DE LA SABAleta BRYCON HENNI (EIGENMANN, 1913) (PISCIS: CHARACIDAE) EN EL EMBALSE LA SALVAJINA DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA, COLOMBIA. Universidad del Cauca, Popayán, Colombia. 1998.

Igualmente Fabián Muñoz, Julián Villamarín y Luis Londoño realizaron en el 2016 una investigación sobre diferencias cromosómicas en sabaletas (*Brycon henni*) procedentes de las cuencas altas de los ríos Cauca y Patía, donde se utilizó cultivos celulares in vitro extraídos de tejidos de riñón, encontrando que debido a su separación biogeográfica se encuentran en un procesos de especiación, además que su número de cromosomas es el mismo pero su fórmula cariológica presentan diferencias en los individuos en ambas cuencas.

En Colombia Alvaro Botero y Hernán Ramírez ejecutaron una investigación acerca de la ecología trófica de la sabaleta *Brycon henni* en el rio piedras, alto cauca, hallando que la especie tiene una dieta generalista, con tendencia al consumo de larvas y ninfas de insectos acuáticos, entre ellos están dípteros, tricópteros y odonatos principalmente, como también material vegetal, presentando característica de una especie carnívora.

En Argentina publicaron en el 2007 por Marcelo Zaya y Elly Cordiviola, un estudio acerca del estado actual de los peces Characidos en un área de la cuenca del Plata, Argentina. Aplicando el índice SUMIN compuesto por la suma de 12 variables relevantes para su supervivencia y conservación, obteniendo así una jerarquización de las 53 especies, determinando cuál es su grado de vulnerabilidad y que estrategia de conservación son viables para evitar su extinción.

7. DESCRIPCION AREA DE ESTUDIO

El municipio de Timbío está localizado en la región Andina, altiplano de la zona centro del Departamento del Cauca, conocido como meseta de Popayán, en medio de las cordilleras central y occidental, al Suroccidente de la República de Colombia. El territorio del municipio se encuentra dentro de las coordenadas planas: X = 1'055.000 al oriente. Y = 765.000 al norte X = 1'025.000 al oeste. Y= 745.000 al sur. La cabecera municipal se localiza a los 2° 21' 22" de Latitud Norte y 76° 41' 16" de Longitud Oeste a 13 kilómetros al sur de la ciudad de Popayán²⁷.

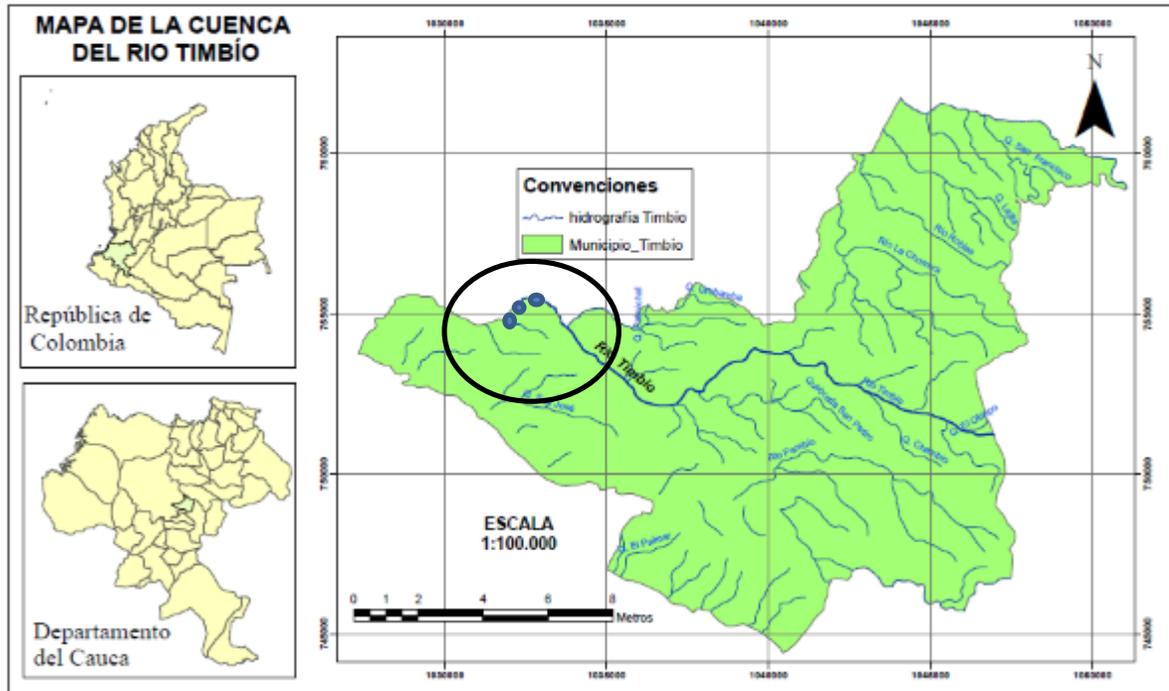
La cuenca del río Patía la conforman el sistema hídrico de la zona sur del municipio donde se localizan las subcuencas de los ríos Timbío, Piedras y Quilcacé y micro cuencas como la quebrada La Chorrera, Palmichal, Loma Larga, san Pedro, La Alfonsa, Pambio, Las Cruces y Quilichao entre otras. El drenaje de esta zona se encuentra mejor distribuido y es mucho más denso que en la zona norte Popayán²⁸.

La utilización del recurso agua en el área municipal, se tiene que el máximo consumo corresponde al uso doméstico en el área urbana y rural del municipio, donde más de seis mil familias de estas zonas son abastecidas por medio de ocho acueductos comunitarios regionales y veredales. En segundo lugar, se presenta el uso agropecuario, principalmente en las actividades de beneficio del café. En menor cantidad, se tiene el consumo de agua para labores agroindustriales y piscícolas.

²⁷ ALCALDIA MUNICIPAL DE TIMBÍO.PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL "AHORA SÍ... SOMOS MÁS" Timbío, Cauca. 192. pp. 2012-2015.

²⁸ Ibíd. 192. pp.

Figura 1: Red hidrográfica del municipio de Timbío. Fuente: López, G, (2017).



El deterioro ambiental del municipio obedece a una serie de factores que agilizan el daño de los recursos mediante la contaminación, el uso inadecuado del territorio, el uso de químicos, el desarrollo ilegal de actividades mineras, el manejo inadecuado de residuos, prácticas inadecuadas de la actividad productiva agrícola, pecuaria, etc. Y de manera especial, por la inexistencia de una acertada gestión ambiental que afronte las múltiples dificultades que atentan contra el ambiente²⁹.

La cuenca baja del río Timbío cuenta como en todo su cauce problemas de vertimientos de aguas residuales, principalmente la cabecera municipal como su mayor contaminante, también se evidencia la intensidad de cultivos y ganadería, en cuanto a su característica ambientales se observa bosque ripario, pero muy poco a causa de su deforestación y extracción de material de arrastre. El cuerpo de agua

²⁹ ALCALDIA MUNICIPAL DE TIMBÍO. Plan De Desarrollo Municipal “Ahora Sí... Somos Más” Timbío, Cauca. 192. pp. 2012-2015.

se caracteriza por presentar un sistema mixto en cuanto a su dinámica tanto sectores loticos y lenticos (figura 2).

Figura 2: Cuenca baja del rio Timbío, sector Las Juntas



La cuenca baja se caracteriza por ser arenoso pedregoso brindando zonas de rápidos y remansos durante su trayecto, la zona de estudio fue previamente analizada con el objetivo de observar su fácil acceso, los impactos ambientales (ganadería, agricultura, extracción de material de arrastre). Para posteriormente realizar la toma de muestras y colecta de peces y macroinvertebrados, estableciendo 3 estaciones de muestreo de aproximadamente 100 metros cada una abarcando aproximadamente un 1 km de la cuenca.

Se observó una alta actividad agrícola basada en cultivos de yuca, chontaduro, plátano y cacao, los cuales están ubicados cerca al cuerpo de agua; sin embargo se mantiene la vegetación riparia en la mayor parte del área muestreada. La ganadería está presente en menor proporción no obstante esta actividad pecuaria ha obligado a deforestar la vegetación con el fin de generar vías de accesos para el ganado. La extracción de material de arrastre es un tensor ambiental álgido, debido

a que en la zona de muestreo se observaron 3 áreas de extracción con el uso de retroexcavadoras (ver anexo 4). De igual forma las descargas de agua residual son constantes y sin ningún tipo de filtración previa de materia orgánica; es relevante mencionar que existen un número considerable de viviendas en la zona.

8. METODOLOGIA

8.1. Area de estudio

El municipio de Timbio, Limita al Norte con el municipio de Popayán, al Sur con los municipios de Rosas y Sotaró, al Oriente con el municipio de Sotaró y al Occidente con el Tambo (Figura 1). La superficie territorial del Municipio corresponde aproximadamente al 0.7 % de total del territorio del Departamento del Cauca. El ambiente natural del municipio de Timbio se precia de tener una red hidrológica que tributa a dos grandes cuencas hidrográficas de Colombia (figura 1): La cuenca del Río Cauca y la Cuenca del Río Patía, La primera drena sus aguas a la vertiente del Caribe y la segunda a la vertiente del Pacífico.

Los muestreos se realizaron durante los meses de julio a agosto de 2017 y de diciembre a febrero de 2018 tratando de abarcar las temporadas de alta y baja precipitación; en la parte baja del rio Timbio se seleccionaron tres tramos representativos de alrededor de 100 metros, la estación 1 se ubicó N:2°22'10.6" W:76°49'52,6", la estación 2 se ubicó en las coordenadas N:2°22'15.7" W:76°49'49.8" y la estación 3 en las coordenadas N:2°22'22.9" W:76°49'47.2".

En cada una de las estaciones se utilizaron diferentes métodos de colecta como se describe a continuación:

8.2. Metodos De Colecta

Fase de campo

Captura de íctio fauna:

Según el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt IAvH, para la colecta de peces se debe tener en cuenta su tamaño ya que de esto

dependerá la efectividad del instrumento a utilizar. Para este trabajo se utilizaron redes de ahorque o agalleras, nasas, redes de fondo, que son redes de amplio uso en lagunas, lagos y ríos o caños de condiciones lénticas. Las redes agalleras son selectivas, pero muy efectivas a la hora de capturar diferentes especies. (Figura 3).

Las redes de fondo son redes de tipo bolsa o en forma de cono, empleadas para capturar especies de fondo que con otro tipo de redes no es posible. La selectividad de la red depende del tamaño del ojo de la malla, el cual determina el tamaño de peces a capturar³⁰. Permitiendo capturar distintos tamaños desde alevino a adulto. Para ello se realizaron 3 colectas por cada estación de muestreo en contra de la corriente usando los métodos anteriormente mencionados.

Figura 3: Instrumentos de pesca. A) red agallera, b) nasas.

a)



³⁰ MALDONADO OCAMPO Javier. ORTEGA-LARA Armando. USMA O Jose S. GALVIS V.Germán. VILLA NAVARRO Francisco A. VÁSQUEZ G. Lucena. PRADA PEDREROS Saul y ARDILA R.Carlos. LIBRO. PECES DE LOS ANDES DE COLOMBIA. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos «Alexander von Humboldt». Bogotá, D.C. Colombia. 346 p. 2005.

b)



Parámetros poblacionales:

Para obtener esta información se tomó como guía el Protocolo de Captura de Información Pesquera, Biológica y Socio-Económica de Colombia. Los parámetros tomados en cuenta son: tallas (longitud estándar, total y horquilla), biomasa y sexo, haciendo uso de un pie de rey, cinta métrica, balanza o gramera analítica y estereoscopio³¹. De igual manera, la información obtenida se organizó en una tabla para el respectivo tratamiento de datos y análisis de resultados (Anexo 1).

8.3. Análisis del contenido estomacal:

Para el análisis estomacal se tomó en cuenta el protocolo realizado por Marrero, (1994), donde se utilizó el método de frecuencia de aparición y composición porcentual numérica de cada tipo de alimento encontrado. Adicionalmente cabe

³¹ LASSO C., AGUDELO CÓRDOBA L. JIMÉNEZ SEGURA F., RAMÍREZ-GIL H., MORALES-BETANCOURT M., AJIACO MARTÍNEZ R. E., GUTIÉRREZ Paula, USMA OVIEDO Jorge, MUÑOZ TORRES S. E. y SANABRIA OCHOA A. I. LIBRO. CATÁLOGO DE LOS RECURSOS PÉSQEROS CONTINENTALES DE COLOMBIA. Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia, 715 pp. 2011.

resaltar que una de las principales ventajas que presenta es que su aplicación no requiere de aparatos especiales y además, el trabajo de procesamiento de estómagos es sencillo y rápido³². Este estudio reflejó la predilección por el alimento de los individuos relacionado con la disponibilidad de éste y los cambios de tamaño del pez.

Fase de campo:

Para el análisis estomacal se tomaron las 95 muestras teniendo en cuenta el sexo y fase de desarrollo. Los peces fueron preservados con una solución de formol al 10%, neutralizado y fueron almacenados en bolsas plásticas herméticas con la solución fijadora para evitar el proceso de descomposición de los tejidos.

Los individuos de pequeño tamaño (<40 mm longitud total) se colocaron directamente en la solución de formol al 10%, mientras los individuos de tamaños superiores, se les inyectó formol a través del ano, boca además de perforaciones en los costados del pez, hasta lograr una completa rigidez, garantizando la preservación de los tejidos y el material estomacal. Con los especímenes fijados, se procedió a introducirlos en recipientes sellados con la misma solución, evitando así daños en el material³³. Posteriormente se transportaron en una nevera de icopor sellada hasta el laboratorio de la facultad de ciencias naturales de la Fundación Universitaria de Popayán.

Fase de laboratorio

En el laboratorio de la Facultad de ciencias naturales de la Fundación Universitaria de Popayán las muestras colectadas se colocaron en bandejas plásticas y se

³² MARRERO, C. LIBRO. MÉTODOS PARA CUANTIFICAR CONTENIDOS ESTOMACALES EN PECES. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOS LLANOS “Ezequiel Zamora”. Caracas, Venezuela. 23 pp. 1994.

³³ MALDONADO OCAMPO Javier. ORTEGA-LARA Armando. USMA O Jose S. GALVIS V. Germán. VILLA NAVARRO Francisco A. VÁSQUEZ G. Lucena. PRADA PEDREROS Saul y ARDILA R. Carlos. LIBRO. PECES DE LOS ANDES DE COLOMBIA. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos «Alexander von Humboldt». Bogotá, D.C. Colombia. 346 p. 2005.

procedió a hacer la disección haciendo un corte en la zona ventral desde la zona anal hasta la boca de cada espécimen recolectado para obtener el estómago, posteriormente a este órgano le extraemos su contenido el cual fue observado con el estereoscopio y microscopio, inmediatamente después se procedió a identificar y categorizar el tipo de alimento consumido por la especie determinando como ya se mencionó la frecuencia de aparición y la composición % numérica³⁴ . Posteriormente los datos obtenidos se analizaron con el programa SPSS v.20.

8.4. Identificación de la oferta alimenticia

Muestreo de macro invertebrados acuáticos (MAE):

Fase de Campo: Se realizaron seis muestreos en cada una de las estaciones en los meses ya mencionados utilizando una red surber de 25cm*25cm con una maya fina de abertura de poro de 300µm, para la captura se seleccionó un tramo del río de 100 metros aproximadamente, en donde se realizaron barridos en cada uno de los hábitats más representativos presentes con cuatro repeticiones por sustrato. Los macroinvertebrados colectados se almacenaron en frascos plásticos con alcohol al 80% para ser transportados al laboratorio de ciencias naturales de la fundación universitaria de Popayán.

Fase de Laboratorio Identificación de Macroinvertebrados: la separación e identificación de organismos se realizó utilizando un estereoscopio y microscopio marca NIKON; la identificación se llevó a cabo utilizando como apoyo el uso de claves y guías taxonómicas como Roldan, (1993), Domínguez y Fernández (2009), Fernández y Domínguez (2001), Rodríguez-Barrios et al, (2011), Merrit y Cummins, (1996), Tomanova et al, (2006), los organismos se identificaron hasta el nivel taxonómico de género y se determinó la riqueza y abundancia.

³⁴ MARRERO, C. LIBRO. MÉTODOS PARA CUANTIFICAR CONTENIDOS ESTOMACALES EN PECES. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOS LLANOS "Ezequiel Zamora". Caracas, Venezuela. 23 pp. 1994.

8.5. Calidad biológica del agua:

Para determinar la calidad biológica del cuerpo de agua se utilizó el índice BMWP (Zamora, 2007) en donde se le asignó a cada familia de macroinvertebrados acuáticos valores de 1 a 10 dependiendo de su tolerancia o sensibilidad a la contaminación orgánica, siendo los organismos con un puntaje de 10 los más sensibles³⁵.

Adicionalmente se tomaron los parámetros físico-químicos como: Temperatura, oxígeno disuelto, pH, dureza, alcalinidad, nitritos, nitratos, y amonios, utilizando el laboratorio portátil aquamerk y conductividad utilizando la sonda multi paramétrica YSI 600 para dicho procedimiento.

8.6. Análisis de datos

Los datos de riqueza, abundancia y parámetros fisicoquímicos registrados durante el proyecto se organizaron en matrices Excel para su análisis; para determinar la influencia de los diferentes meses en la distribución de sexos y el desarrollo de los individuos, al igual que para determinar la relación entre el desarrollo, el sexo con respecto a las preferencias alimenticias, se aplicó la prueba estadística de Chi²; mientras que para comparar el % de material consumido entre sexos y desarrollo se aplicó un análisis de varianza de ANOVA, todo utilizando el paquete estadístico SPSS versión 20.0.

8.7. Establecimiento de las estrategias de conservación

³⁵ ZAMORA H. ARTICULO. EL ÍNDICE BMWP Y LA EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE LA CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS EPICONTINENTALES NATURALES DE COLOMBIA. Universidad del Cauca, Popayán, Colombia. 13 pp. 2007.

Para la propuesta de las estrategias para la conservación de la *Brycon henni* se tomó como base la información obtenida en campo, el análisis de las condiciones actuales del hábitat de la especie y tenses contaminantes directos e indirectos del sistema hídrico; y con ello se estableció estrategias para su conservación *in situ* y *ex situ*, de igual manera se tuvo en cuenta la normatividad en cuanto a comunidades ícticas como lo estipula el Ley 99 de 1993, el decreto 2811 de 1974, decreto 1780 de 2015, decreto 4181 de 2011, la política nacional de biodiversidad además de información de la IUCN. En donde se brinda información relevante acerca de la importancia de especies nativas en materia de conservación y aprovechamiento económico.

9. ANALISIS Y RESULTADOS

9.1. Características del hábitat:

El cuerpo hídrico estudiado presento sustratos pedregosos y/o arenosopedregosos, además de la presencia de rocas de gran tamaño dentro y en sus márgenes. Durante la época seca sus aguas fueron cristalinas y leve turbulencia; en época de lluvias se caracterizó por ser turbia y con corriente.

9.2. Parámetros poblacionales:

Se capturó un total de 95 individuos durante el periodo de muestreo encontrándose 26 alevinos, 35 juveniles y 34 adultos; el 64,2% representado por alevinos y juveniles; y el 35,8 % por adultos (Tabla 1); para determinar su fase de desarrollo se hizo con base a sus características morfológicas externas y su longitud estándar, así que se tomó el rango de 0 – 1,6 cm para larvas o alevinos³⁶, 1,7 cm – 6,9 cm para juveniles, y talla mayores a 12 cm para adultos³⁷ respectivamente. En cuanto al sexo se obtuvieron 15 hembras, 19 machos y 61 no identificados debido al pequeño tamaño de los individuos colectados (larvas y juveniles). A cada ejemplar se le midió la biometría representada por la biomasa, la longitud estándar, la longitud total, la longitud horquilla y el ancho.

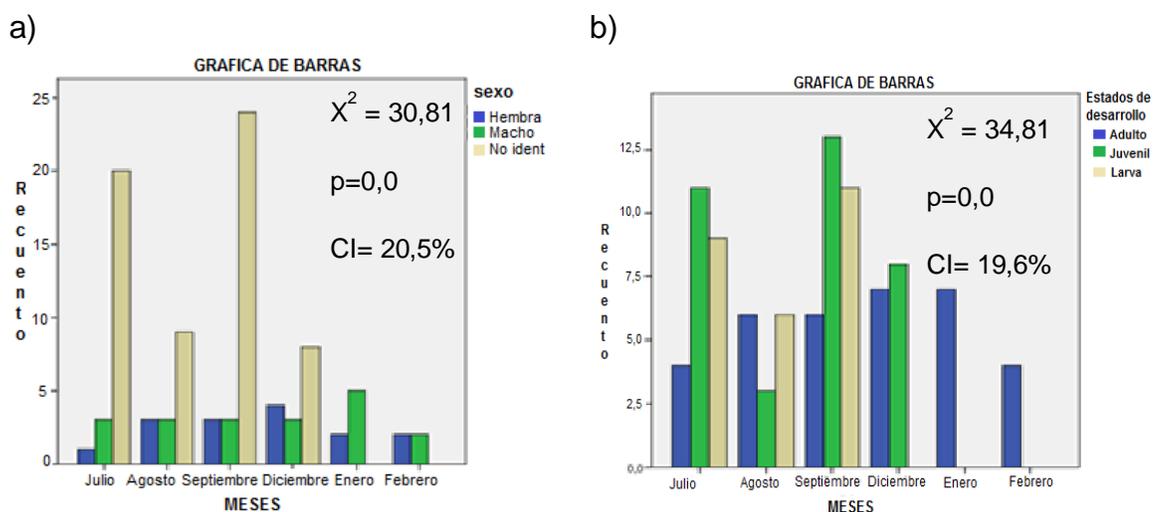
³⁶ ARIAS Jose. ARTICULO. Estado actual del conocimiento sobre el yamú, *Brycon amazonicus*. Universidad de los Llanos. Colombia. pp. 9. 2006

³⁷ MANCERA-RODRÍGUEZ Néstor J. ARTICULO. Biología reproductiva de *Brycon henni* (Teleostei: Bryconidae) y estrategias de conservación para los ríos Nare y Guatapé, cuenca del río Magdalena. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Departamento de Ciencias Forestales. Colombia. pp 11. 2017.

Tabla 1: Porcentajes y número de individuos de los diferentes estados de desarrollo y sexo.

Estado de desarrollo		
	Frecuencia	Porcentaje
Adulto	34	35,8
Juvenil	35	36,8
Larva	26	27,4
Total	95	100,0

Sexo		
	Frecuencia	Porcentaje
hembra	15	15,8
macho	19	20,0
no ident	61	64,2
Total	95	100,0



Grafica 1: Distribución de sexo y estados de desarrollo en los diferentes meses de muestreo. a) Para sexo, b) para estadios de desarrollo.

De acuerdo al comportamiento de la población de *B. henni* en los diferentes meses de muestreo estos tuvieron una variación significativa ($X^2=30,81$, $p=0,0$) observándose que la presencia de machos y hembras es constante a lo largo de los meses, sin embargo las temporadas de verano parece ser propicias para el desarrollo de los alevinos y juveniles lo que se evidencia en la gráfica 1 por una mayor abundancia de estos organismos entre los meses de julio a diciembre. Por otra parte en las épocas en que comienza las lluvias como en enero a febrero los organismos adultos son los más representativos (100%), lo cual evidencia la relación estrecha entre los periodos hidrológicos (CI=19-20%) y el estado de desarrollo de la especie *B. henni*

9.3. Biometría:

En relación a este aspecto cabe resaltar que los datos obtenidos varían debido a la heterogeneidad de los parámetros biológicos medidos a cada ejemplar; biomasa, longitud estándar, longitud horquilla, longitud total y ancho. Resaltando que en relación a su etapa de desarrollo hay un crecimiento alométrico positivo es decir que su biomasa y longitud tiene una relación directamente proporcional³⁸ además no hay variaciones considerables en su biometría.

Tabla 2: Promedio parametros biológicos de *B. CF henni*.

mes	Julio	Agosto	Septiembre	Diciembre	Enero	Febrero	Promedio
Peso (gr)	5,74±12,6	21,00±21,47	13,98±28,06	27,71±31,62	58,13±14,60	63,75±14,67	36,91
Long total (cm)	4,05±4,41	10,00±4,91	4,77±5,58	10,22±6,00	16,07±1,59	16,58±1,67	10,28
Long horquilla(cm)	3,62±4,02	9,04±4,43	4,47±5,31	9,16±5,37	14,28±1,76	15,09±1,64	9,27
Long estandar (cm)	3,33±3,76	8,41±4,23	4,26±5,15	8,44±5,11	13,17±1,81	14,07±1,62	8,61
Ancho (cm)	0,93±1,23	2,39±1,22	1,17±1,42	2,41±1,35	3,64±0,39	3,88±0,28	2,40

³⁸ MANCERA. Op. Cit., p 5.

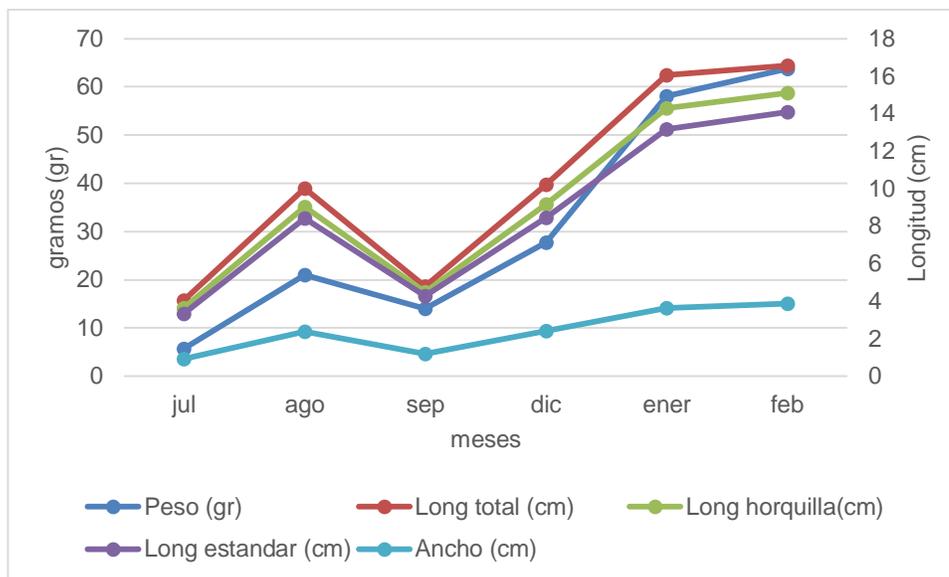


Figura 4. Promedio de biometría por meses

Con respecto a la figura 2 se expresa el promedio de los datos biométricos por meses, en líneas generales se denota los valores mínimos en julio a septiembre; datos que obedecen a que la mayoría de individuos colectados eran alevinos y juveniles; la biomasa oscilo en un rango de 0,01 gr – 74,34 gr, con un promedio 31,72 gr, en cuanto a su talla el promedio de la longitud total fue de 10,28 cm y un rango de 0,5 cm – 17,8 cm. Es importante resaltar que los individuos capturados en diciembre a febrero fueron en su mayoría adultos y además presentaron las mayores tallas y biomasa, lo que sugiere que la población vuelve adquirir un peso mayor luego de la época de reproducción en el mes de abril, donde hay un gasto de energía considerable y teniendo en cuenta la alta disponibilidad de alimento por consecuencia de las altas precipitaciones que proveen mayores recursos nutricionales con el aumento del caudal³⁹.

9.4. Determinación de la dieta alimenticia:

³⁹ WINEMILLER, 1990. Citado por: MANCERA-RODRÍGUEZ Néstor J. ARTICULO. Biología reproductiva de Brycon henni (Teleostei: Bryconidae) y estrategias de conservación para los ríos Nare y Guatapé, cuenca del río Magdalena. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Departamento de Ciencias Forestales. Colombia. pp 11. 2017.

La determinación de la predilección de alimento de una población nos brinda un enfoque biológico y ecológico de la especie, su rol trófico y nos ofrece parámetros en materia de conservación. Para ello se realizó un estudio del contenido estomacal por observación directa enfocado por fase de desarrollo y sexo en seis (6) meses de muestreo. Encontrándose que la población es omnívora con tendencia a carnívora (insectos), clasificando el contenido estomacal en 12 ítems; material vegetal, material animal (odonata, díptera, hemíptera, coleóptera, plecoptera, ephemeroptera, trichoptera, himenoptera, nematomorpha, organismos no identificados) y detritus.

Tabla 3: Composición porcentual y numerica del material estomacal.

Items clasificados de contenido estomacal	de contenido estomacal	
	N	Media
% material vegetal	95	21,58±19,26
% material animal	95	49,47±20,80
Diptera	95	1,34±2,09
Hemiptera	95	0,53±0,93
Coleoptera	95	0,55±0,97
Plecoptera	95	0,02±0,14
Ephemeroptera	95	0,2±0,52
Odonata	95	0,08±0,28
Trichoptera	95	0,96±1,24
Himenoptera	95	0,14±0,54
Nemathomorpha	95	0,34±0,71
% detritus	95	29,05±19,36
No identificado	95	1,31±1,41

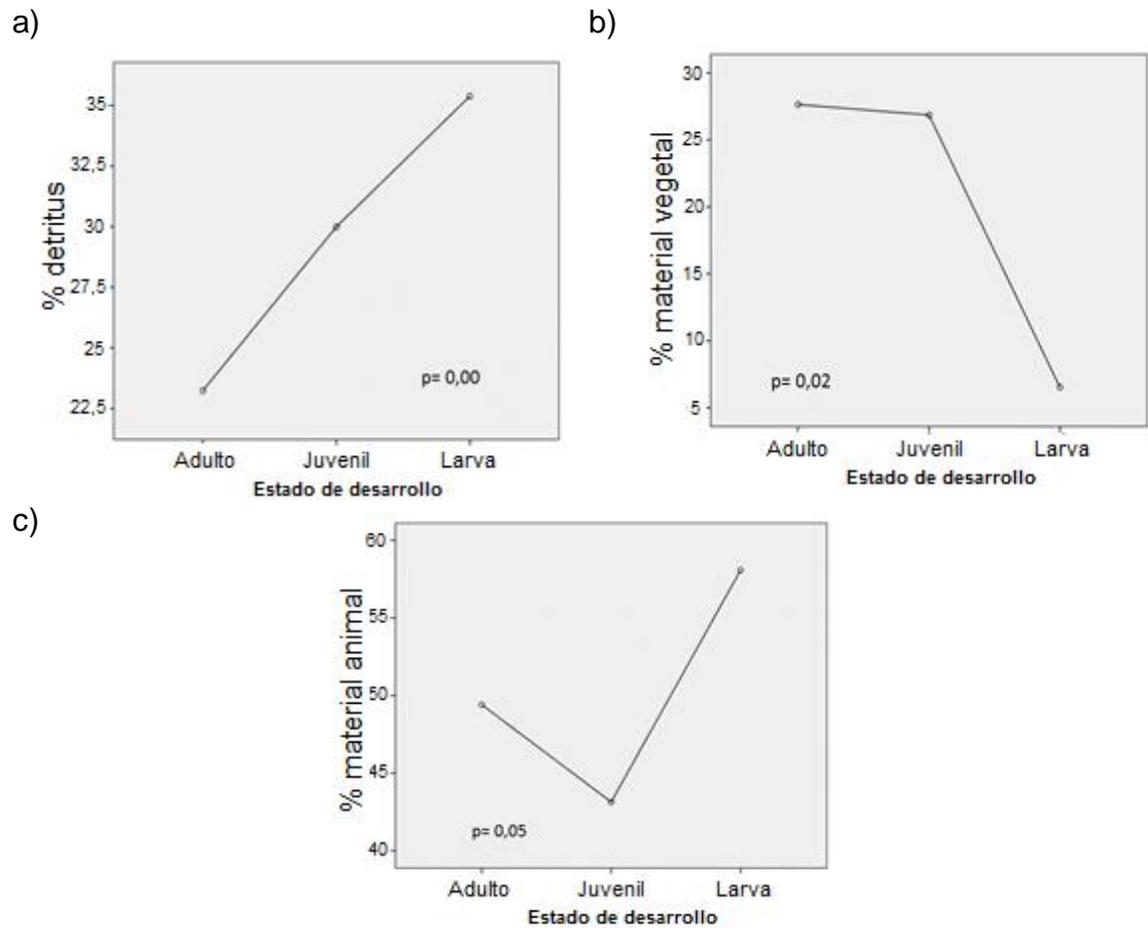


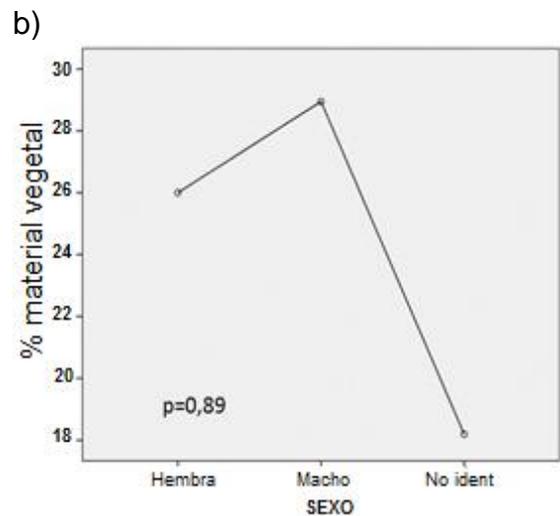
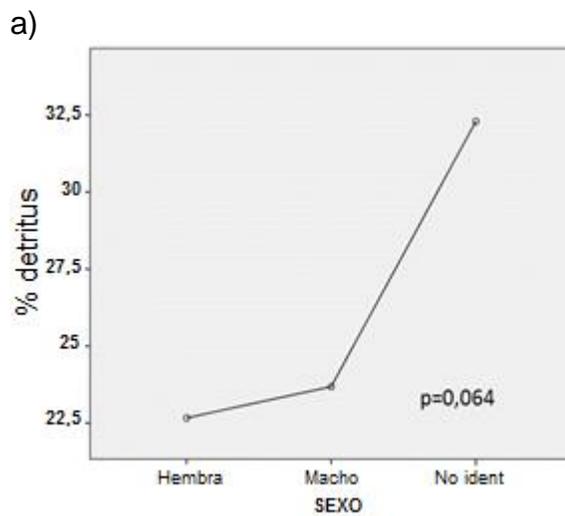
Figura 5: Promedio Contenido estomacal por fase de desarrollo; a) Media % detritus; b) Media % vegetal; c) Media % animal.

Durante el periodo de muestreo se observó que la fase de alevinos o larvas tiene un mayor consumo de material animal (58,1%) especialmente dípteros y tricópteros, además de detritus y en menor proporción consumo de material vegetal de 6,5 % (Figura 3), lo que está relacionado con la necesidad de proteína para la etapa de crecimiento⁴⁰, en donde se necesita para una mayor generación de tejidos y órganos. Situación opuesta sucede en juveniles y adultos donde la predilección de alimento cambia en donde del 40-50% de lo consumido fue material animal y entre el 25-30% fue material vegetal; lo que está relacionado con sus adaptaciones

⁴⁰ JIMENEZ, 2016. Citado por: MANCERA. op cit., p 11.

morfológicas como el aumento de cavidad bucal y desarrollo de dientes y músculos mandibulares que les permiten el consumo de material grueso y duro como hojas, y con ello un mayor aprovechamiento de los recursos alimenticios que ofrece el río⁴¹.

Dentro del material vegetal se encontró partes de macrófitas acuáticas, semillas y perifiton; pero de acuerdo a lo analizado no son parte fundamental de su dieta, utilizado posiblemente como un suplemento alimenticio en temporada de escases de recursos animal.⁴²



⁴¹ Ibíd., p. p 11.

⁴² BOTERO A. & RAMIREZ H. ARTICULO. ECOLOGÍA TRÓFICA DE LA SABALETA BRYCON HENNI (PISCES: CHARACIDAE) EN EL RÍO PORTUGAL DE PIEDRAS, ALTO CAUCA, COLOMBIA. Universidad del Quindío, Programa de Licenciatura en biología y Educación ambiental. Pereira, Colombia. 2010.

c)

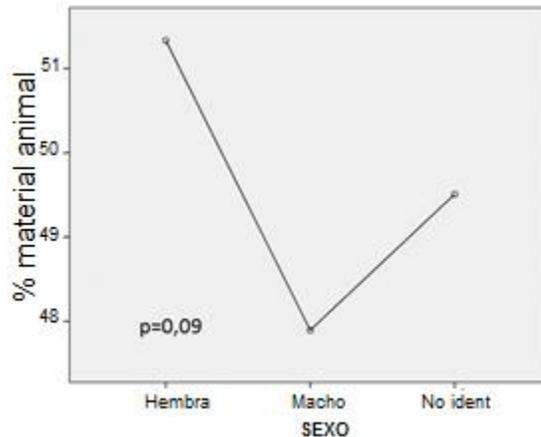


Figura 6: Promedio contenido estomacal por sexo; a) Media % detritus; b) Media % material vegetal; c) Media % material animal.

De acuerdo a lo expresado en la figura 4 hubo diferencias en la predilección de alimento de acuerdo al sexo (Anova=2,47, $p \leq 0,09$) principalmente entre los alevinos o no identificados y los organismos adultos de los dos sexos, no se observó una diferencia notable entre machos y hembra; es relevante mencionar que la categoría no identificados está conformada por juveniles y alevinos a los cuales no se les pudo determinar el sexo, por lo tanto no se obtienen datos más precisos en este ítem. Los organismos adultos a pesar que no registraron diferencias significativas en el porcentaje % de consumo de los tres ítems analizados, reflejan una tendencia a un mayor consumo de insectos por parte de los *B. henni* Hembras (51%) mientras que el macho distribuye su alimento entre material animal (48%) y material vegetal (28%).⁴³

⁴³ LONDOÑO L. LAVERDE L. & MUÑOZ F. ARTICULO. DESCRIPCIÓN ANATÓMICA E HISTOLÓGICA DEL APARATO DIGESTIVO DE LA SABALETA (*Brycon Henni*), ANTIOQUIA, COLOMBIA. Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Facultad de Ciencias Agrarias, Medellín, Colombia. 2017.

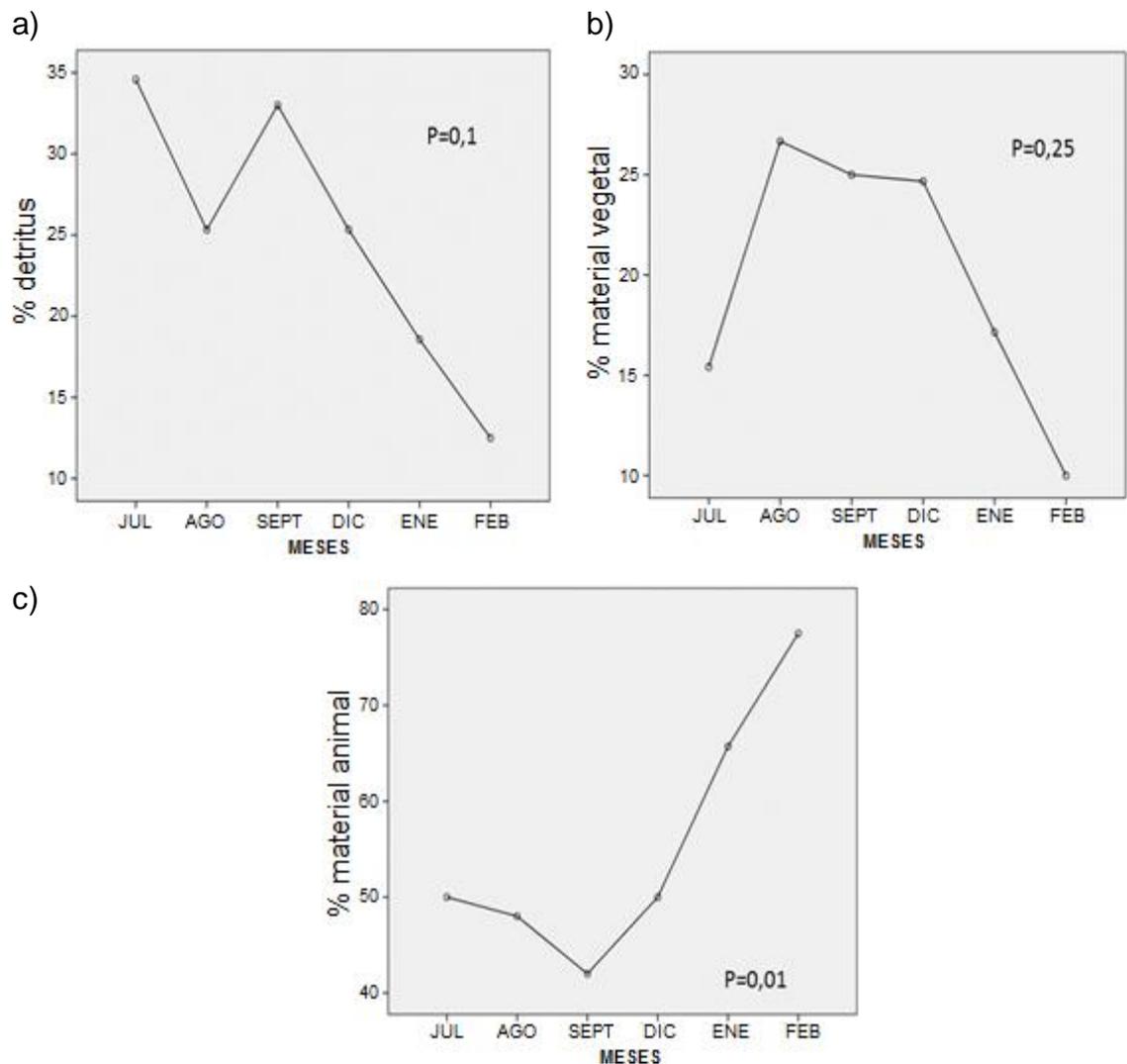


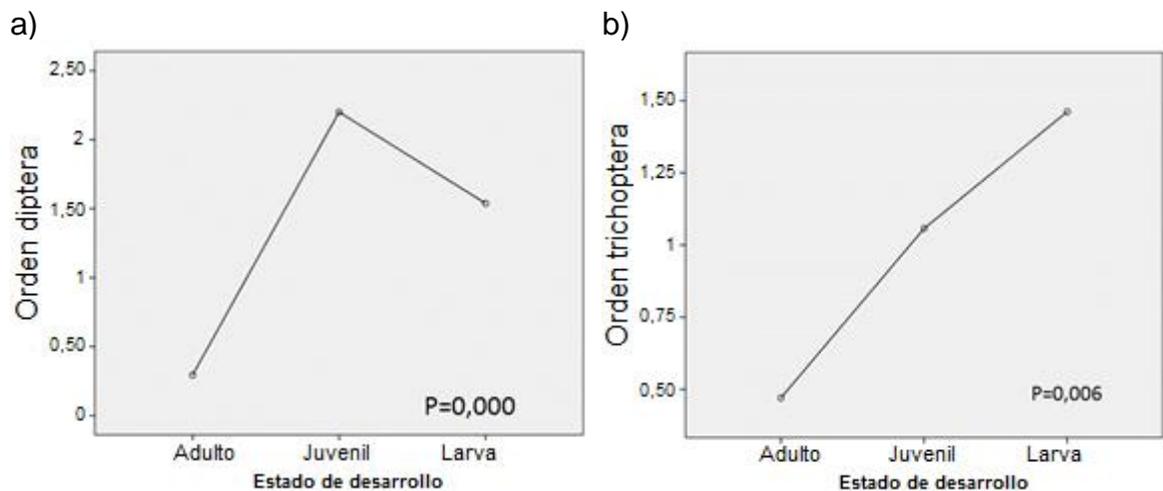
Figura 7: Promedio del % del Contenido estomacal por meses; a) media % detritus; b) Media % material vegetal; c) Media % material animal.

La dieta alimenticia de la especie *B. henni* varía significativamente para el ítem % de material animal (Anova=3,51, $p=0,01$) a través de los diferentes meses en que se realizó el monitoreo, mientras que el % de material vegetal y detritus no mostró diferencias significativas (Figura 5). Sin embargo, se observa que el material vegetal es consumido en mayor proporción en los meses en que hay escasas de lluvias, debido posiblemente a la acumulación de hojarasca en las pocetas y el aumento del perifiton en los cauces. Por otra parte, el consumo de material animal aumenta al incrementarse las lluvias debido posiblemente a un lavado de materia orgánica y a la capacidad de los macroinvertebrados a resistir las crecidas de caudal; en éste periodo de altas precipitaciones se aumenta el consumo de material animal en más del 75% de su contenido estomacal. Esto también está respaldado por la comunidad

riberaña y pescadores de la zona, donde en épocas de lluvia utilizan insectos para la captura de ejemplares.

9.5. CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL ANIMAL CONSUMIDO:

Dentro del material animal ingerido por *B. Henni* se logró identificar diez (10) órdenes de macroinvertebrados consumidos los cuales fueron el orden díptera, hemíptera, coleóptera, plecópetera, ephemeroptera, odonata, trichoptera, himenóptera, nematomorpha y además partes de insectos digeridos que no fue posible identificar. Se encontraron diferencias significativas en el consumo de los órdenes díptera, trichoptera, coleóptera y hemíptera; de acuerdo al estado de desarrollo y sexo de los individuos colectados, además que el consumo también difirió de acuerdo a los diferentes meses de muestreo.



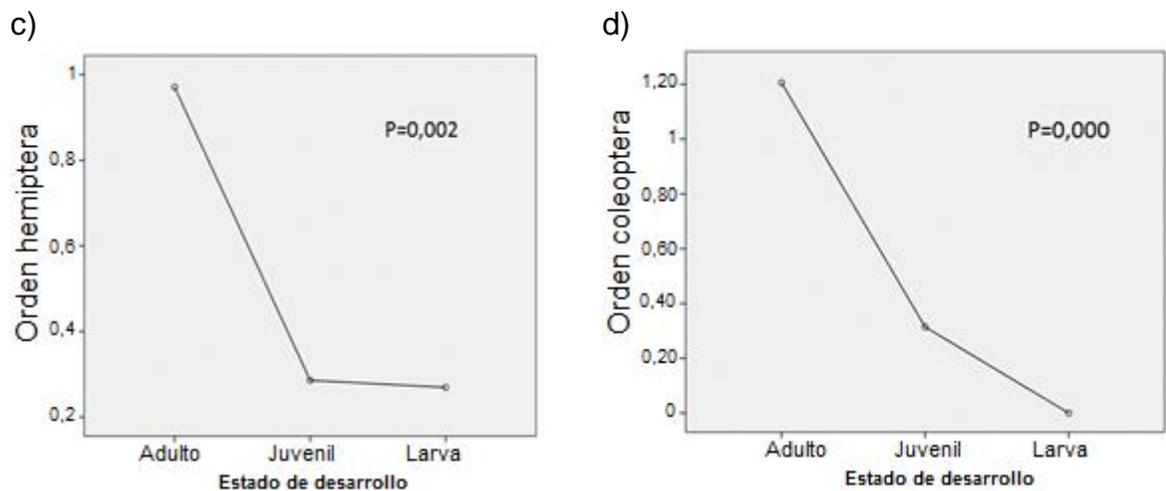


Figura 8: Promedio de sub ítems de material animal por fase de desarrollo; a) Media diptera; b) Media trichoptera; c) Media hemiptera; d) Media coleoptera.

La figura 6 evidencia una diferencia en la alimentación de acuerdo al estado de desarrollo donde las larvas y juveniles tienden a un mayor consumo de larvas de dípteros (>1,5 ind/pez) y tricópteros (> 1 ind/pez), los cuales son las larvas de menor tamaño y cuerpos blandos como las familias chironomidae e Hydropsychidae; por otra parte los adultos se alimentan en su gran medida de hemípteros (0,8 ind/pez) y coleópteros (>1 ind/pez); este comportamiento se puede atribuir a su tamaño bucal, ya que los alevinos no pueden consumir macroinvertebrados de gran tamaño y los adultos ya completamente desarrollados buscan organismos más grandes que de igual manera le provean nutrientes suficientes debido a su talla.

Con respecto al consumo de material animal, en relación al sexo, no se registró diferencias significativas (Anova=4,41, $p \leq 0,05$) en cuanto al consumo de Dípteros, tricópteros y coleópteros, sin embargo, al parecer las hembras de esta especie prefieren el consumo de hemípteros acuáticos especialmente de la familia Naucoridae. Según los datos obtenidos el sexo no determina la preferencia de su alimentación.

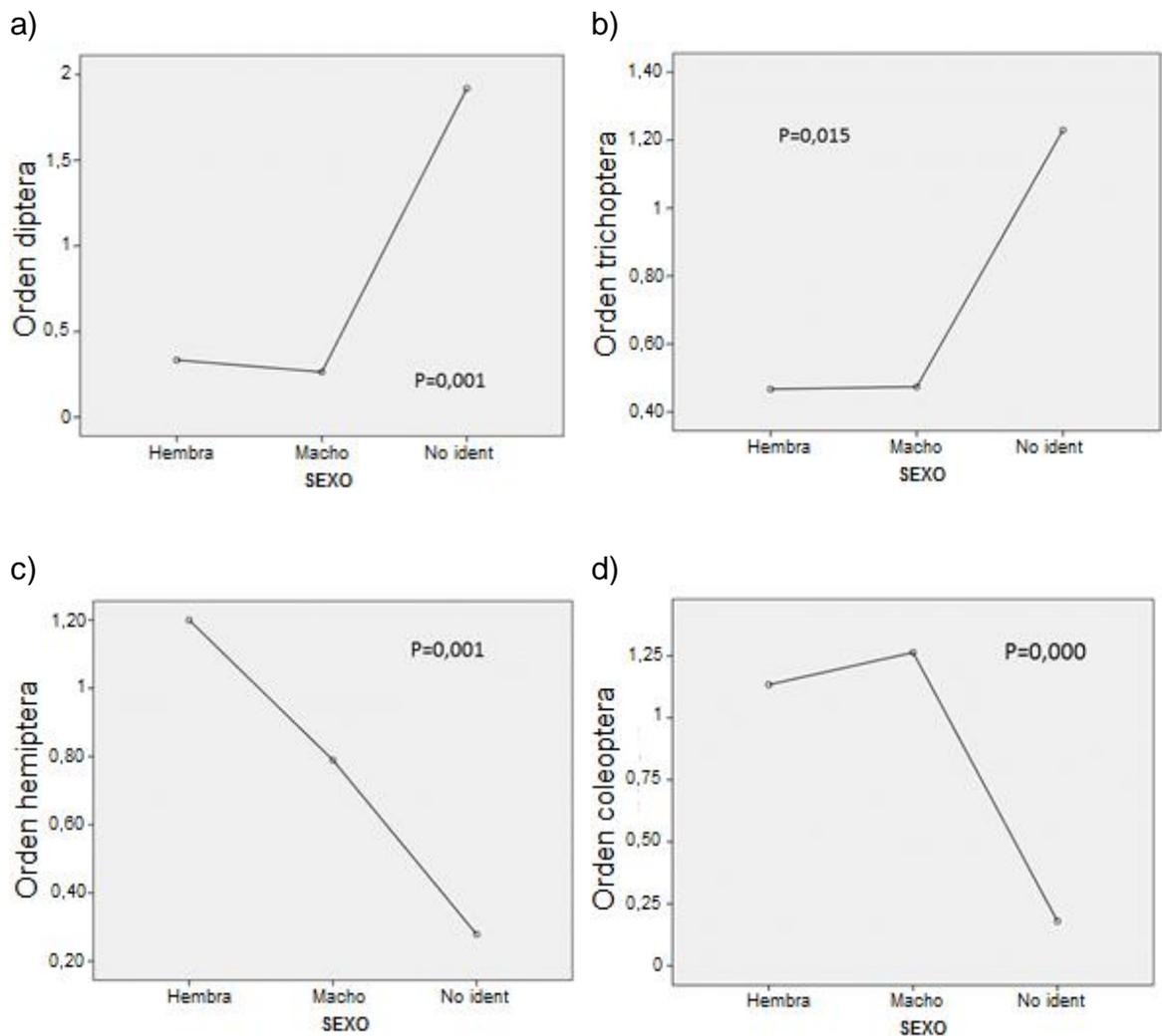
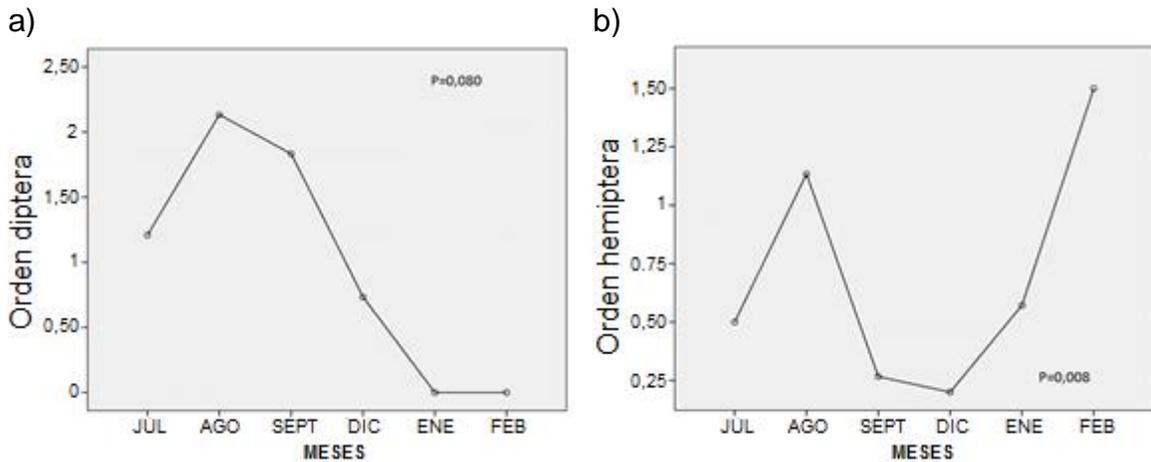


Figura 9: ordenes de macroinvertebrados consumidos en relación al sexo; a) Media díptera; b) Media trichoptera; c) Media hemíptera; d) Media coleóptera.

Se registraron diferencias significativas en el consumo de hemípteros y coleópteros consumiéndose las mayores cantidades en las épocas de lluvia principalmente por los organismos adultos, lo que puede deberse a factores como su tamaño y color que permiten ser más visibles y por ello ser depredados como en el caso de las familias Elmidae (Coleóptera) y Naucoridae (Hemíptera), donde BOTERO Alvaro menciona en su estudio, que el orden coleóptera fue el ítem con mayor presencia

en adultos de *Brycon henni*⁴⁴, indicando la tendencia de esta especie al consumo de este orden, pero en lo referente al orden hemíptera no se encontró información, posiblemente a causa de la poca información de la especie en esta zona, mientras que durante julio a septiembre (figura 8), se nota que el consumo de dípteros aumenta lo cual está muy relacionado con la época de reproducción ya que los juveniles y larvas son los que realmente tiene una mayor presencia en estos meses contribuyendo con el control biológico de las larvas de dípteros especialmente quironomidos y simulidos reduciendo las enfermedades transmitidas como dirofilariasis canina por este vector, favoreciendo a la comunidad de la zona.



⁴⁴ BOTERO BOTERO Alvaro. RAMÍREZ CASTRO Hernán. ECOLOGÍA TRÓFICA DE LA SABAleta BRYCON HENNI (PISCES: CHARACIDAE) EN EL RÍO PORTUGAL DE PIEDRAS, ALTO CAUCA, COLOMBIA. Universidad Nacional Experimental de los Llanos “Ezequiel Zamora” - UNELLEZ (Guanare, Venezuela), Fundación Neotrópica-Colombia, La Tebaida, Quindío, Colombia. Universidad del Quindío, Programa de Licenciatura en biología y Educación ambiental. Pereira, Colombia. 7 pp. 2010.

c)

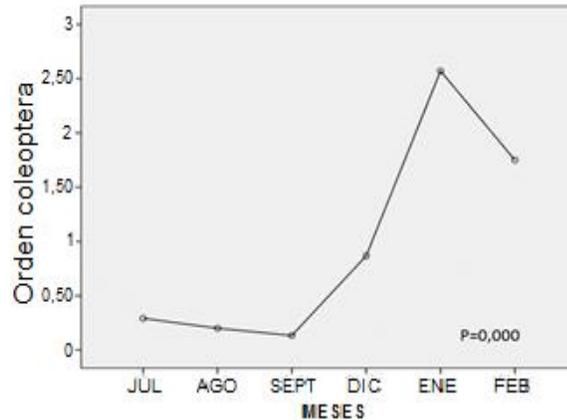


Figura 10: Promedio de sub ítems de material animal por mes; a) Media díptera; b) Media hemíptera; c) Media coleóptera.

9.6. OFERTA DE MACROINVERTEBRADOS:

Durante la época de estudio de julio a septiembre (época de bajas precipitaciones) y diciembre a febrero (época de altas precipitaciones), se recolectaron un total de 311 individuos distribuidos, en 5 Phylum (Arthropoda, Annelida, mollusca, nematomorpha y Platyhelminthes), 5 Clases (Insecta, Oligochaeta, gastropoda, nematomorpha y Rhabditophora), 11 Ordenes, 21 Familias, y 43 géneros, (Tabla 4).

Tabla 4: Composición de riqueza y abundancia de MAE acuaticos en la cuenca baja del Rio Timbío.

ORDEN	FAMILIA	GENERO	E1	E2	E3	ABUNDANCIA	%
	Baetidae	<i>Camelobaetidius</i>	1	1	2	4	1,3
EPHEMEROPTERA	Tricorythidae	<i>Leptohyphes</i>	15	14	23	52	16,7
	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes Sp</i>	6	2	4	12	3,9
		<i>Macrostemum Sp</i>	3	0	4	7	2,3
		<i>Leptonema Sp</i>	0	1	4	5	1,6
		<i>Smicridea Sp</i>	2	3	5	10	3,2
TRICHOPTERA	Hydropsychidae	<i>Cheumatopsyche</i>	1	1	8	20	6,4
		<i>Hydropsyche</i>	5	11	12	28	9,0
		<i>Ceratopsyche</i>	2	1	0	3	1,0

ORDEN	FAMILIA	GENERO	E1	E2	E3	ABUNDANCIA	%
	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	3	3	2	8	2,6
	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche Borealis</i>	5	0	0	5	1,6
COLEOPTERA	Hydrophilidae	<i>Tropisternus Sp</i>	0	2	1	3	1,0
		<i>Helochares</i>	1	3	0	4	1,3
	Psephenidae	<i>Psephenops Sp</i>	2	0	4	6	1,9
		<i>Neoelmis Sp</i>	2	2	3	7	2,3
		<i>Cleptelmis Sp</i>	1	4	0	5	1,6
		<i>Macrelmis Sp</i>	3	2	3	8	2,6
		<i>Narpus Sp</i>	0	0	2	2	0,6
	Elmidae	<i>Hexocylloepus Sp</i>	3	0	0	3	1,0
		<i>Cylloepus Sp</i>	3	0	3	6	1,9
		<i>Microcylloepus Sp</i>	0	4	2	6	1,9
		<i>Stenelmis Sp</i>	5	0	1	6	1,9
		<i>Aphylla Sp</i>	1	0	1	2	0,6
ODONATA	Gomphidae	<i>Progomphus Sp</i>	0	0	1	1	0,3
		<i>Epigomphus Sp</i>	1	0	0	1	0,3
	Coenagrionidae	<i>Acanthagrion Sp</i>	1	0	0	1	0,3
		<i>Brechmorhoga Sp</i>	1	1	4	6	1,9
	Libellulidae	<i>Dythemis Sp</i>	1	1	0	2	0,6
		<i>Macrothemis Sp</i>	1	1	3	5	1,6
MEGALOPTERA	Corydalidae	<i>Corydalis Sp</i>	5	1	1	7	2,3
DIPTERA	Chironomidae	<i>Chironominae</i>	5	2	7	14	4,5
		<i>Orthocladinae</i>	0	0	1	1	0,3
		<i>Chironomidae</i>	3	0	0	3	1,0
		<i>Tanypodinae</i>	6	10	9	25	8,0
	Ceratopogonidae	<i>Alluaudomyia Sp</i>	2	0	0	2	0,6
HEMIPTERA	Naucoridae	<i>Heleocoris Sp</i>	1	0	0	1	0,3
	Veliidae	<i>Rhagovelia Sp 1</i>	2	3	0	5	1,6

ORDEN	FAMILIA	GENERO	E1	E2	E3	ABUNDANCIA	%
		<i>Rhagovelia Sp 2</i>	4	0	4	8	2,6
		<i>Platyvelia Sp</i>	3	1	0	4	1,3
BASSOMATOPHORA	Physidae	<i>Physa</i>	3	3	2	8	2,6
NEMATOMORPHA	Gordioidea	<i>Neochordodes</i>	0	1	0	1	0,3
HAPLOTAXIDA	Aelosomatidae	<i>Hystricosoma</i>	0	1	0	1	0,3
TRICLADIDA	Dugesidae	<i>Dugesia</i>	0	1	1	2	0,6
GRODIOIDEA	Chordodidae	<i>Chordodidae sp</i>	0	0	1	1	0,3
TOTAL			103	80	118	311	100

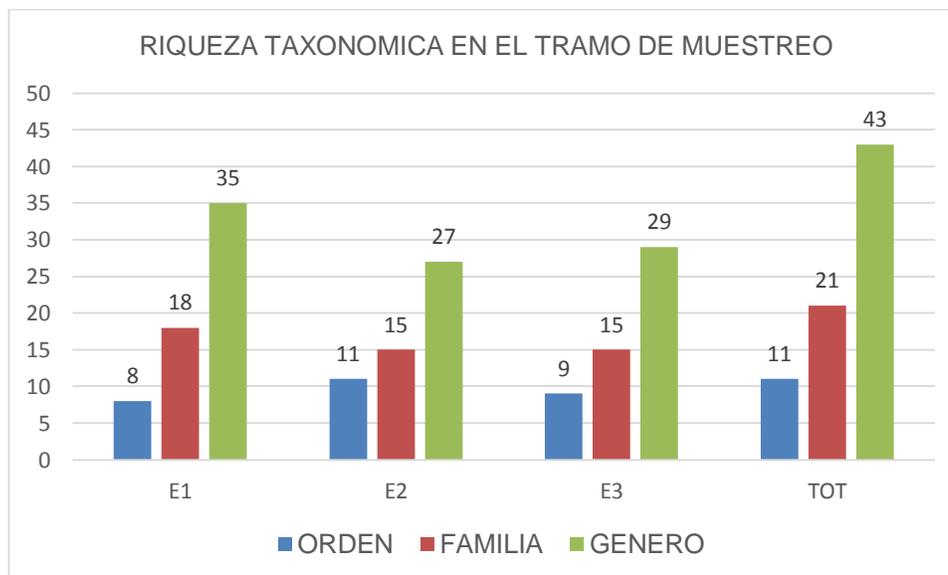


Figura 11: Riqueza total de órdenes, familia y géneros en las tres estaciones del río de Timbio.

El orden que más riqueza de familias y géneros aportó durante el estudio fue Coleóptera con un 14,3% y 25,6% respectivamente, donde la familia Elmidae es la más abundante; continuando con el orden Trichoptera con el 14,3% y 18,6% y Odonata con el 14,3% y 16,3%. Los órdenes Nematomorpha, Haplotaxida, Tricladida, Megalóptera y Bassomatophora fueron las que en menor cantidad de familias y órdenes contribuyeron. (Figura 10).

La estación 2, fue la que más órdenes aportó, sin embargo fue la que menos individuos se recolectaron; el mayor número de familias y géneros se obtuvieron en la estación 1 y donde también hubo la menor cantidad de órdenes.

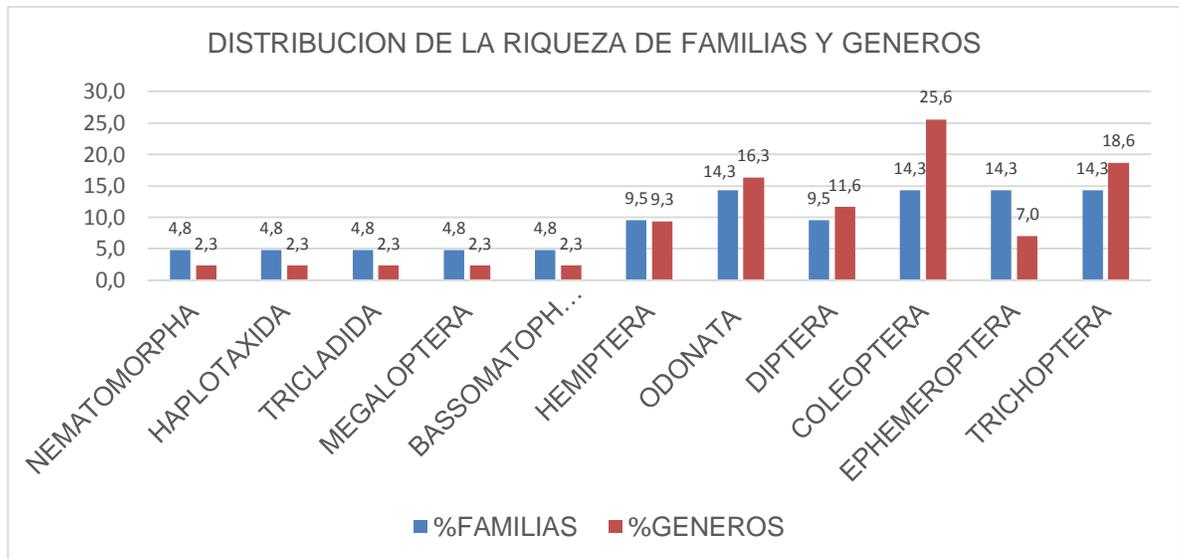


Figura 12: Riqueza de familias y géneros en relación a los órdenes recolectados en el río Timbio.

El orden Trichoptera fue el más abundante con un 27,7%, a pesar de no ser el que más familias y géneros se haya recolectado, seguido Ephemeroptera con 21,9%, Coleóptera con un 18% y Díptera con el 14,5%, siendo los más abundantes y sobrepasando el 60 % del total de la comunidad, posicionándolos como dominantes. Infiriendo su gran importancia para las poblaciones beneficiadas de estos orden, como lo son los peces, y en particular la *Brycon henni* que según el análisis estomacal, indica que hay predilección por estos ordenes además del orden Hemíptera, reafirmando su rol ecológico como depredador y controlador biológico; debido a que el orden Díptera tiene una abundancia considerable y con ello regulando su crecimiento de este orden (Figura 11).

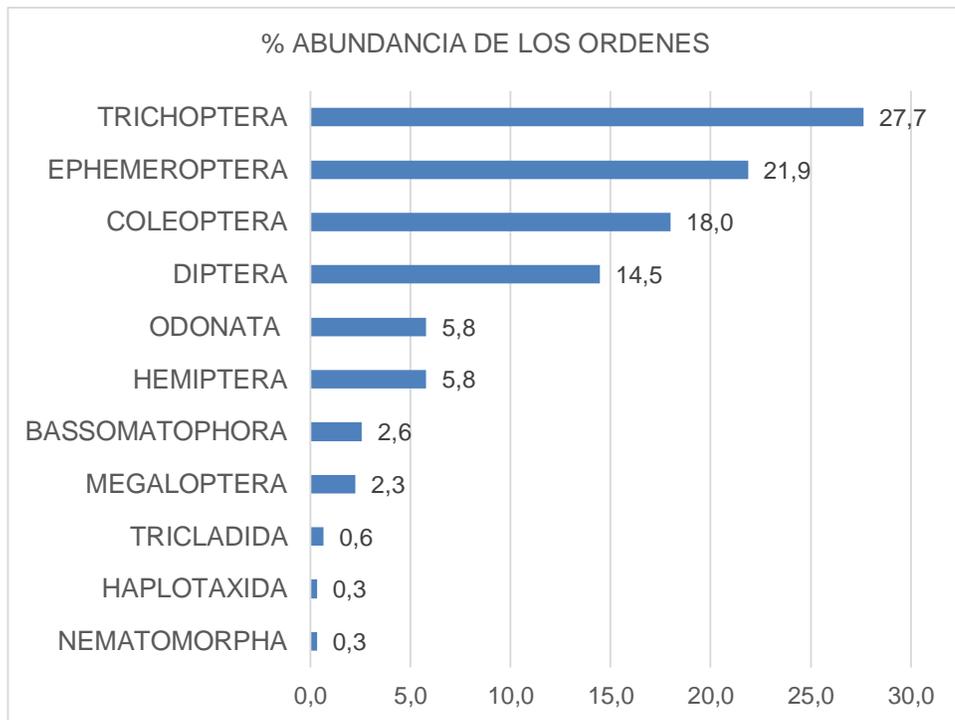


Figura 13: Porcentajes de abundancia de órdenes recolectados en el río Timbío.

Con respecto a la oferta alimenticia encontrada, cabe destacar la importancia de los macroinvertebrados en el rol trófico de la *Brycon henni*, caracterizándose por ser una especie con una gran adaptabilidad a lo que ofrece el medio, con relación al periodo de estudio, además de que en su dieta alimenticia hubo material vegetal, (semillas, macrófitas y algas), que no tienden a ser vitales en su alimentación y por ende no fueron analizados en detalle en este estudio.

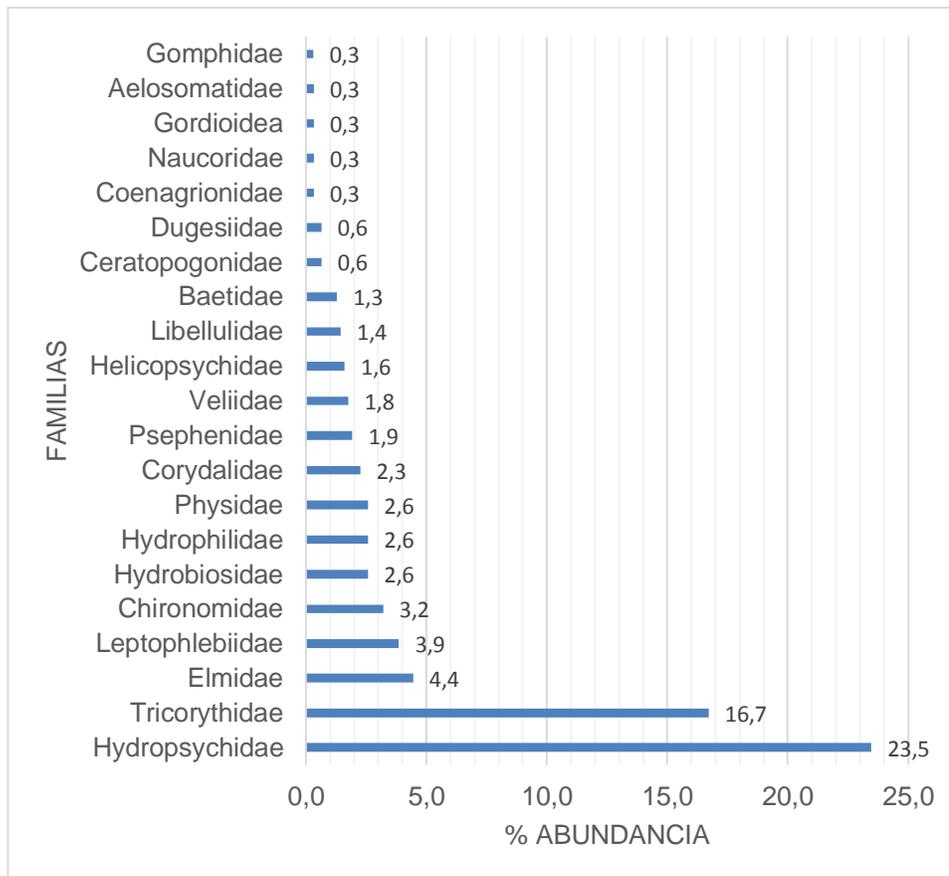


Figura 14: Porcentaje de abundancia por familias recolectadas en el Rio Timbío.

Dentro de las familias más abundantes presentes en la cuenca baja del río Timbío (Figura12), encontramos a Hydropsychidae con un 23,5% perteneciente al orden Trichoptera, continuando con Tricorythidae con el 16,7% del orden Ephemeroptera,.

De acuerdo con lo anterior los órdenes que predominan en cuanto a su abundancia como Ephemeroptera y Trichoptera, son bioindicadores y reflejan que las condiciones del ecosistema tienden a aguas limpias y bien oxigenadas⁴⁵.

⁴⁵ ROLDAN. G. LIBRO. FUNDAMENTOS DE LIMNOLOGÍA NEOTROPICAL. 1º EDICIÓN. EDITORIAL UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. COLECCIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA. Medellín, Colombia. 529 pp. 1992.

La familia Hydropsychidae y Tricorythidae presentes en toda la zona muestreada del río confirman su amplia distribución en la zona tropical, como también su tendencia a la dominancia en los ecosistemas acuáticos⁴⁶.

9.7. Calidad biológica del agua:

En términos generales el 14,3 % del total muestreado está representado por las familias Chironomidae, Physidae y Aelosomatidae, consideradas en el BMWP/Col como tolerantes a aguas contaminadas; las demás familias tienen un grado de sensibilidad alto a la contaminación, con puntajes de 5 a 10 en el BMWP (Tabla 5).

Tabla 5: Valores obtenidos para el índice BMWP en el Río Timbio.

VALORES BMWP				
FAMILIAS	E 1	E2	E3	TOTAL
Hydropsychidae	8	8	8	8
Tricorythidae	7	7	7	7
Elmidae	7	7	7	7
Leptophlebiidae	9	9	9	9
Chironomidae	2	2	2	2
Hydrobiosidae	9	9	9	9
Hydrophilidae	4	4	4	4
Physidae	3	3	3	3
Corydalidae	6	6	6	6
Psephenidae	10	-	10	10
Veliidae	8	8	8	8
Helicopsychidae	8	-	-	8
Libellulidae	6	6	6	6
Baetidae	8	8	8	8

⁴⁶ MERRIT RW. CUMMINS KW. AN INTRODUCTION TO THE AQUATIC INSECTS OF NORTH AMERICA. 3rd edition. Kendall-Hunt Publishing Company. Iowa, USA. 862 p. 1996.

Ceratopogonidae	4	-	-	4
Dugesidae	-	6	6	6
Coenagrionidae	9	-	-	9
Naucoridae	7	-	-	7
Gordioidea	-	9	-	9
Aelosomatidae	-	2	-	2
Gomphidae	9	-	9	9
TOTAL BMWP	124	94	102	141
CLASE	I	II	II	I
RANGO	123 - 149	71 - 122	71 - 122	123 - 149
CALIDAD	BUENA	ACEPTABLE	ACEPTABLE	BUENA
CARACTERISTICA	AGUAS LIMPIAS	MEDIANAMENTE CONTAMINADAS	MEDIANAMENTE CONTAMINADAS	AGUAS LIMPIAS
COLOR				

En líneas generales el índice BMWP nos indica que la zona de muestreo en el río Timbío se encuentra con aguas limpias de buena calidad, determinándolas como clase I, sin embargo en la zona de las estaciones hay presencia de viviendas, y sus descargas residuales caen directamente al río, adicionalmente se observó que hay actividades agrarias como la ganadería y diversos cultivos como cacao, chontaduro, plátano y yuca; a los cuales le adicionan abonos y químicos como pesticidas, fungicidas, entre otros; que por acción de las lluvias terminan en el ecosistema acuático, incidiendo así en la presencia de macro invertebrados tolerantes a la contaminación y por ende afectando las comunidades acuáticas.

Inversamente a los contaminantes vertidos, el cuerpo de agua tiene la característica de poseer zonas de corrientes rápidas y vegetación riparia lo cual permite conservar condiciones óptimas para el desarrollo de la biota acuática, debido a una ligera circulación de los contaminantes permitiéndose así auto depurarse.

La estación 2 y 3 presentaron un grado de contaminación medio en relación a la estación 1; a consecuencia de que en esa zona se presenta un sistema de rayandería de yuca el cual produce un lixiviado que es vertido directamente al cuerpo de agua además de las descargas domésticas; alterando la físico química y así dando lugar a la presencia de organismos tolerantes a la contaminación. La estación 1 tuvo puntaje de BMWP óptimo y en general se obtiene un valor bueno, pero cabe mencionar que hay varias viviendas aledañas al río; sin embargo estos vertimientos domésticos no están generando cambios drásticos en el medio acuático, pero a largo plazo esta zona puede llegar a eutrofizarse.

9.8. PARAMETROS FISICO QUIMICOS:

Temperatura Hídrica:

La temperatura promedio registrada para el río Timbio fue de 20,4°C, con un rango que varía entre los 19,7°C a 20,2°C. Lo cuales son consideradas como un ecosistema de aguas templadas. En líneas generales, la temperatura en las zonas tropicales permanecen más o menos constantes a lo largo del año⁴⁷, tal y como se aprecia en la figura 13.

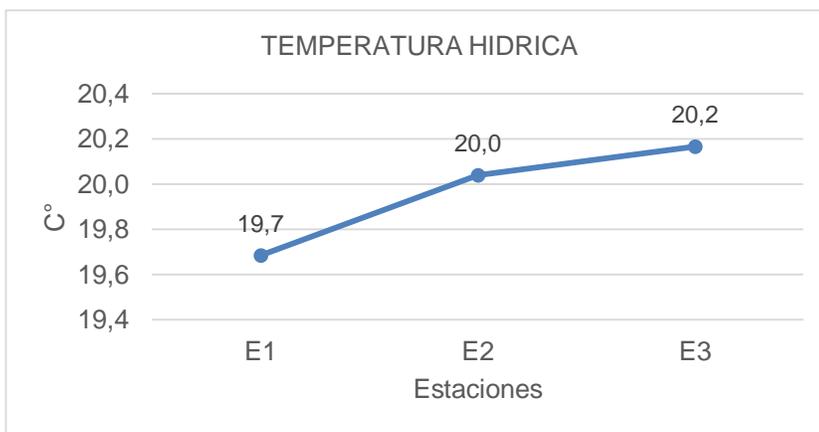


Figura 15: Valores temperatura promedio por estación.

De acuerdo con lo observado en la figura 13 no hay diferencias considerables en los puntos de muestreos manteniendo los valores, aunque cabe mencionar la alta actividad agrícola en la zona que en cierta medida afectan el cuerpo de agua eliminando la vegetación riparia y el incremento de material orgánico en el medio acuático, que debido a la descomposición aumentan la temperatura.

En cuanto a los meses de muestreo (figura 14), el mes de julio mostro el valor más alto en temperatura, lo que corresponde a la época de sequía en su máximo punto,

⁴⁷ ROLDAN PEREZ Gabriel – RAMÍREZ RESTREPO Jhon. Fundamentos de Limnología Neotropical. 2. a edición. Editorial Universidad de Antioquia. Colección Ciencia y Tecnología.. Medellín, Colombia. 421 pp. 2008.

a medida que va decreciendo, pero de igual forma sin tener variaciones amplias o drásticas, que afecten el cuerpo de agua de manera significativa.

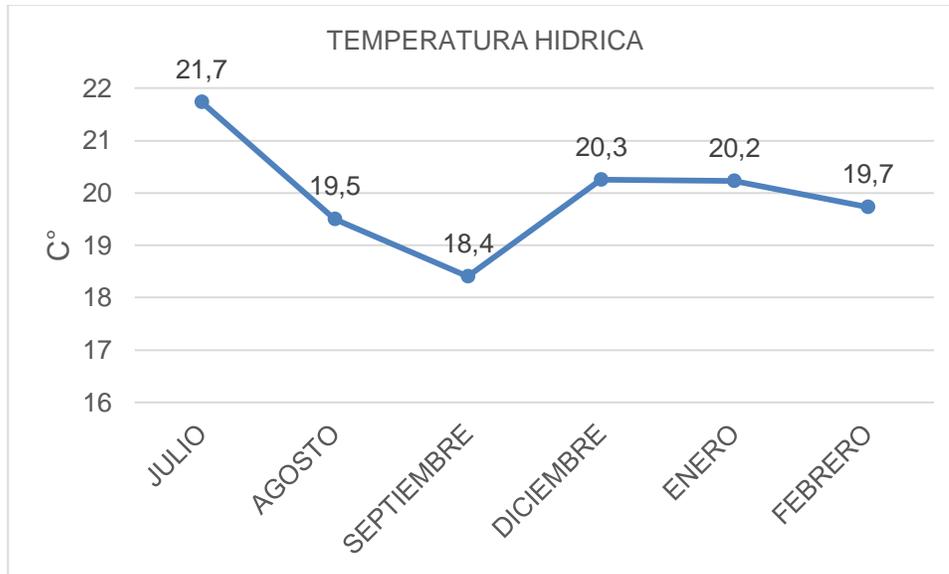


Figura 16: Valores temperatura promedio por meses.

El aumento de las temperaturas en los primeros meses de muestreo concuerdan con el periodo baja precipitación y por ende el aumento de la temperatura en la zona, aunque no varía en gran medida, esto también se relaciona directamente con la densidad de vegetación riparia encontrada en cada una de las estaciones, evitando así la penetración lumínica en el cuerpo de agua; dando la posibilidad que las aguas conserven una temperatura relativamente estable sin mayores variaciones en su valor tanto en época de bajas precipitaciones como en época de altas precipitaciones.

Estos factores permiten que las comunidades ícticas no se vean afectadas debido a que la temperatura juega un papel importante en su hábitat⁴⁸, un efecto adverso

⁴⁸MALDONADO OCAMPO Javier. ORTEGA-LARA Armando. USMA O Jose S. GALVIS V. Germán. VILLA NAVARRO Francisco A. VÁSQUEZ G. Lucena. PRADA PEDREROS Saul y ARDILA R. Carlos. LIBRO. PECES DE LOS ANDES DE COLOMBIA. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos «Alexander von Humboldt». Bogotá, D.C. Colombia. 346 p. 2005.

que se evidencian en las tres estaciones es el vertimiento de aguas residuales de los hogares ribereños de manera directa, situación que se agrava con la actividades agrícolas como la producción de almidón a base de yuca que produce desechos líquidos que se vierten directamente sobre la rivera del río por lo que ocasionan un aumento de temperatura, así como también puede ocasionar la muerte de organismos como macroinvertebrados que son parte fundamental de la red trófica para la *Brycon CF henni* y demás poblaciones presentes y en general alterando cualquier proceso biológico que garantice la conservación de la especie y del agua como ecosistema⁴⁹.

OXIGENO:

El río Timbío presenta un valor promedio de oxígeno disuelto (OD) de 6,6 mg/L, y un rango que varía entre 6,4 mg/L a 6,8 mg/L (figura 15). El promedio del porcentaje de saturación de oxígeno fue de 65,3 % lo cual está por debajo del mínimo óptimo, (80 %) considerándolas como aguas insaturadas de oxígeno⁵⁰, que puede afectar el desarrollo de las comunidades acuáticas, con un intervalo que va desde 64,7% a 66,5 % de saturación de las 3 estaciones.

El contenido de oxígeno es bajo, lo cual concuerda con la temperatura de la zona que conduce a la pérdida de oxígeno debido al aumento de la temperatura, no obstante este ecosistema debido a su morfología, caracterizado por tener zonas de turbulencia en su mayoría, evita la pérdida de oxígeno constante y la equilibra con la circulación del agua ayudando así a oxigenarla contribuyendo a los demás procesos físico químicos que se realizan⁵¹. Estas aguas insaturadas reflejan la contaminación antrópica realizadas en la zona.

⁴⁹ KLINGER BRAHAM WILLIAM - RAMIREZ MORENO GIOVANNY - VARGAS PORRAS LADY. Análisis Físicoquímico Y Ecológico De Las Fuentes Abastecedoras De Agua Para Comunidades Indígenas De Osbezcac En Las Cuencas De Los Ríos Timbiquí Y Bubuey. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES DEL PACÍFICO “John Von Neumann”. Timbiquí – Cauca. 2013

⁵⁰ ROLDAN PEREZ Gabriel – RAMÍREZ RESTREPO Jhon. Fundamentos de Limnología Neotropical. 2.ª edición. Editorial Universidad de Antioquia. Colección Ciencia y Tecnología. Medellín, Colombia. 421 pp. 2008.

⁵¹ Machado, T.; Roldán, G. 1981. Estudio de las características físicoquímicas y biológicas del río Anorí y sus principales afluentes. Actualidades Biológicas. Citado por op cit. KLINGER W.

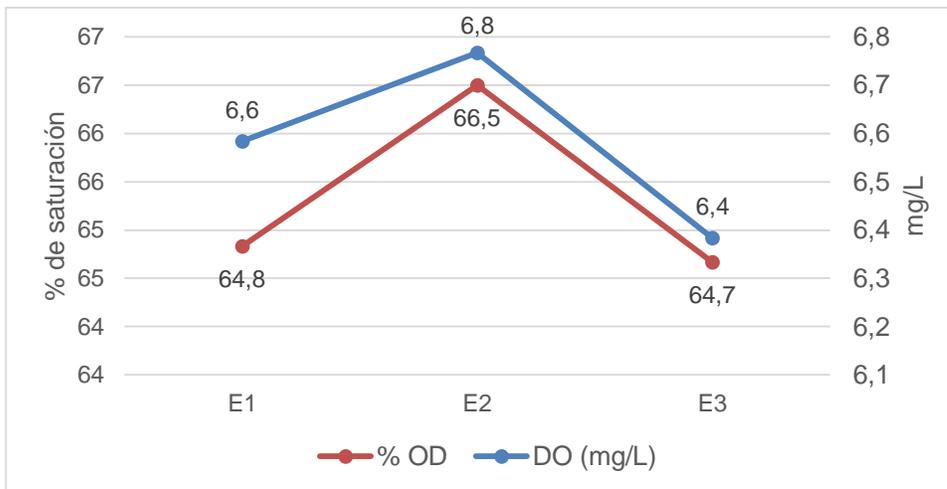


Figura 17: Valores oxígeno promedio por estaciones.

Durante los meses de muestreo (figura 16) se observa una diferencia entre la época de baja precipitación (julio – septiembre) y alta precipitación (diciembre – febrero) la cual puede estar influenciada por el aumento del caudal y la disminución de la temperatura ya que al ser este ecosistema caracterizado como pedregoso y en su mayoría rocas grandes hay una oxigenación permanente; donde el aumento de la temperatura disminuye su concentración pero de manera mesurada.

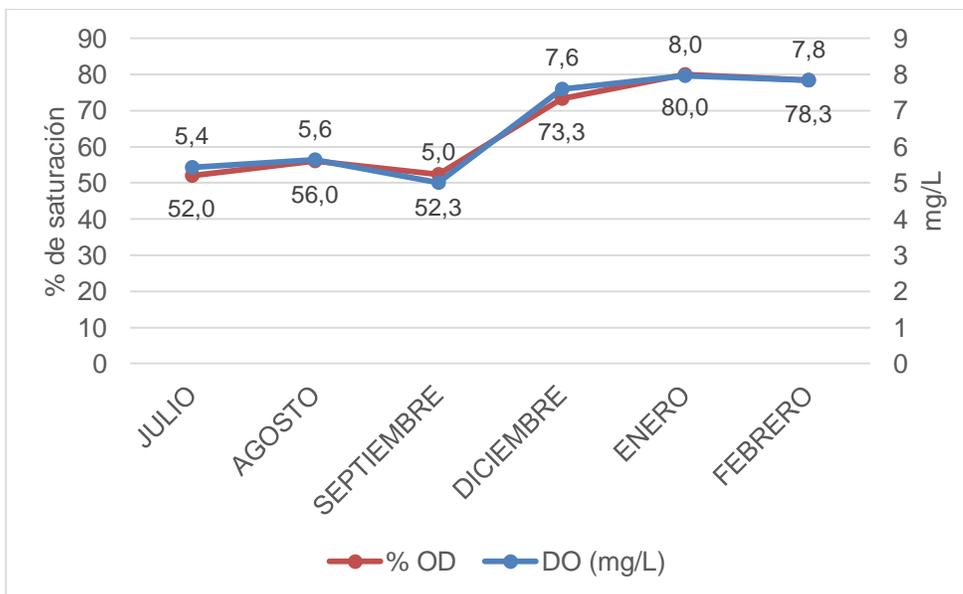


Figura 18: Valores oxígeno promedio por meses.

pH:

Los valores tuvieron una variación promedio entre 6,0 y 6,7 (figura 17) presentándose el valor más alto en la estación 3 y el más bajo para la estación 2, sin cambios considerables, con un valor promedio de 6,4 para toda la parte baja siendo aguas con tendencia a la acidez. De acuerdo a lo anterior podemos afirmar que el río Timbío se encuentra cercano al rango óptimo de pH (6,5-8,0)⁵², aunque por lo que no podemos afirmar una alteración constante en el ecosistema; como lo denota la estación 2 la que tuvo un promedio de 6,0 debido posiblemente a la presencia de alta producción de dióxido de carbono (CO₂) libre como resultado de la descomposición de materia orgánica en la estación, donde se observa el vertimiento de lixiviados de la producción del almidón de yuca generando contaminación.

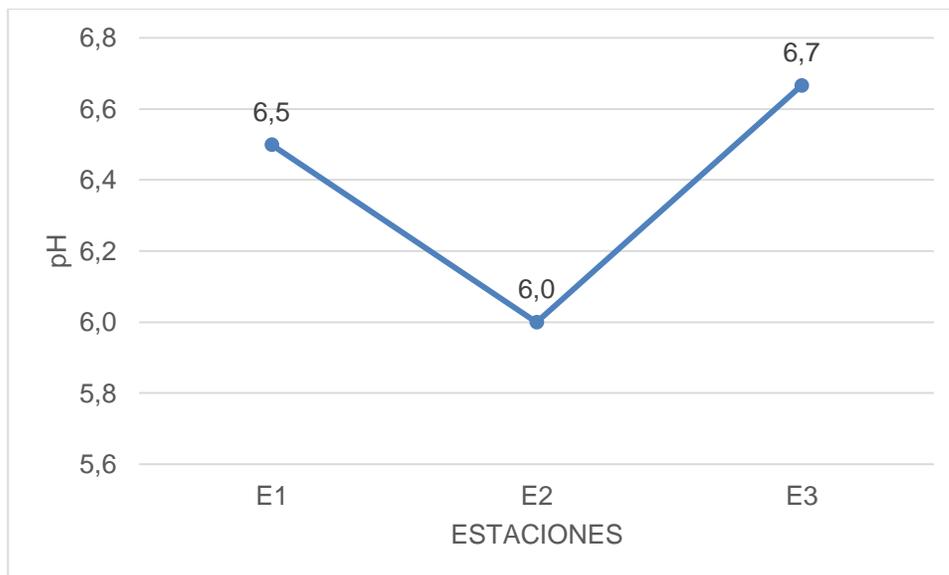


Figura 19: Valores pH promedio por estaciones.

En relación a los meses en la variación de los promedios de pH, se evidencia que los valores más bajos se presentan para los meses de julio y agosto (bajas precipitaciones) y los valores más altos para septiembre y enero (altas precipitaciones), en los meses de sequía hay una reducción considerable que se debe a la disminución del caudal aumentando el material orgánico y alterando el pH,

⁵² ROLDAN PEREZ, G. (1996). Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquía. Bogotá, Colombia.

adicionalmente se evidencia que las comunidades ribereñas se acercan al río a lavar ropa con jabón y detergente lo cual incide en su valor (Figura 18). El comportamiento durante la época de altas precipitaciones puede ser atribuido al arrastre o erosión de elementos alcalinos por las lluvias, las cuales son arrastradas hacia el agua aumentando el pH⁵³.

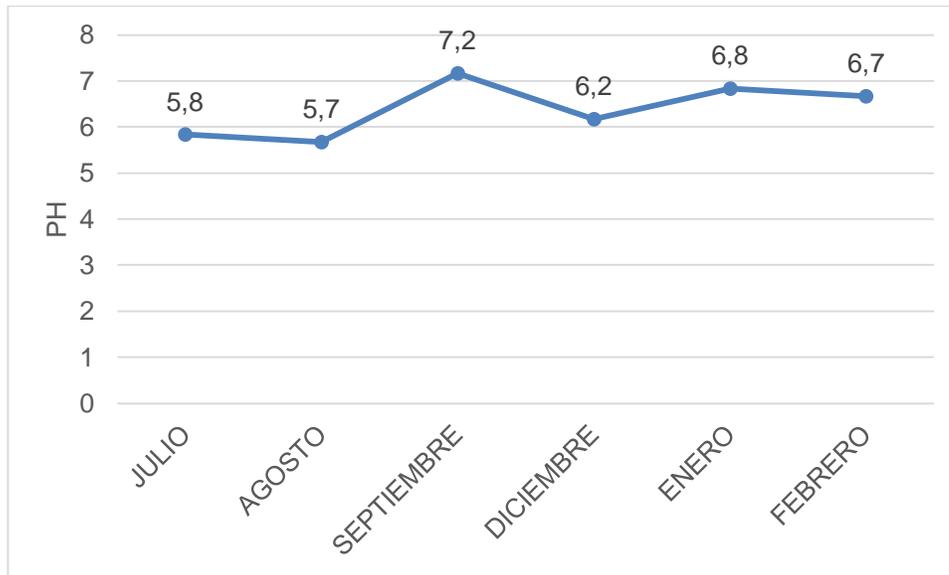


Figura 20: Valores pH promedio por meses.

NUTRIENTES:

La contaminación orgánica y las actividades agrícolas son las fuentes principales de nitrógeno en el agua⁵⁴. El cuerpo de agua del río Timbío presentan características de un medio que no está alterado drásticamente, a pesar de que existen zonas de cultivos, ganadería, y viviendas que aportan vertimientos puntuales de aguas residuales.

De acuerdo a los valores de nitratos, éstos oscilan en un rango 10 y 25 mg/L con un promedio de 12,5 mg/L para el río; el promedio para nitritos fue de 0,06 mg/L con un rango que va desde 0 a 0,30 mg/L; así mismo para el amonio el rango oscila entre 0 y 0,16 mg/L, con un promedio de 0,05 mg/L (figura 19). Estos valores indican

⁵³ VASQUEZ, GUILLERMO. Evaluación de la calidad de las aguas naturales. Universidad del Cauca. Popayán, Cauca. 2001.

⁵⁴ Roldán, G. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Uso del método BMWP/Col. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 170 p. 2003.

aguas mesoeutróficas ya que sobrepasan en algunas ocasiones los valores limitantes para el desarrollo normal de la biota acuática ($\text{NO}_3=10\text{mg/L}$, $\text{NO}_2=0,05\text{mg/L}$ y $\text{NH}_4=0,5$)⁵⁵, esta situación puede estar relacionada a que el río por poseer áreas en las cuales aumenta las corrientes y la turbulencia, aumentando la capacidad de disolver constante y rápidamente los contaminantes que puedan afectar al medio. Es importante tener en cuenta que la estación 2 fue la que presentó los valores más altos en amonio y nitritos indicando que las condiciones en este sector están más alteradas debido a la descarga de material orgánico constante, limitando el desarrollo y distribución de macroinvertebrados acuáticos y fauna íctica⁵⁶.

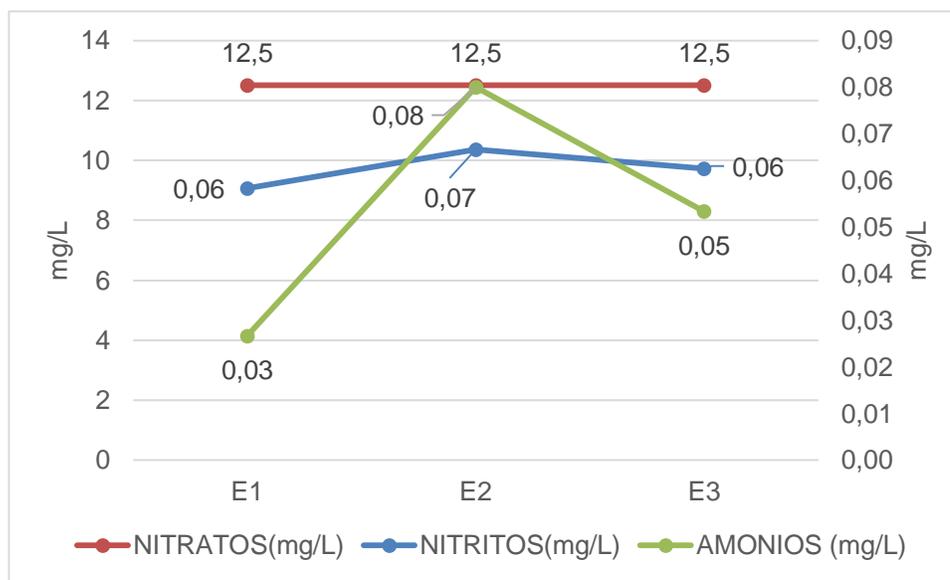


Figura 21: Valores promedio de nitritos, nitratos y amonios por estaciones.

La variación de los nutrientes durante los meses de muestreo (figura 20) están sobre los rangos óptimos, exceptuando el mes de septiembre donde los nitritos tienen un valor $0,30\text{ mg/L}$, indicando una gran descarga de nutriente posiblemente a causa de las lluvias que por escorrentía arrastran material orgánico en exceso alterando este valor, sin embargo no es un valor constante, por ende no influye circunstancialmente en el ecosistema para causar una alteración.

⁵⁵ VASQUEZ, GUILLERMO. Evaluación de la calidad de las aguas naturales. Universidad del Cauca. Popayán, Cauca. 2001.

⁵⁶ VASQUEZ G. Op. Cit., 2001.

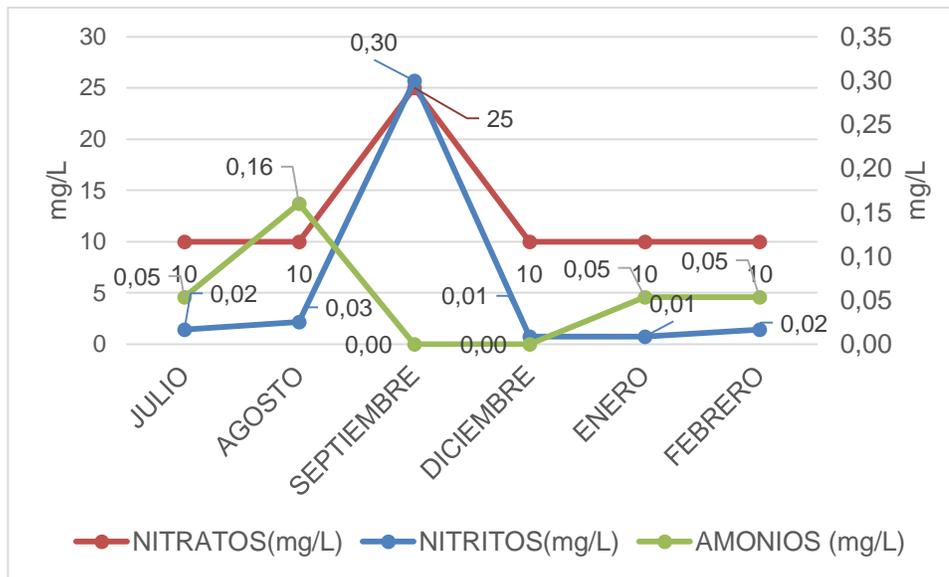


Figura 22: Valores promedio nitritos, nitratos y amonios por meses.

FOSFATOS:

Este nutriente afecta los procesos de eutrofización y sus valores dependerán del pH, temperatura, oxígeno disuelto y la intervención antrópica; la concentración en este trabajo vario entre 0,33 a 0,42 mg/L con un promedio de 0,36 mg/L, indicado que estas agua están eutrofizadas por fosfatos ya que los valores para aguas tropicales naturales son menores a 0,02 mg/L⁵⁷.

Los resultados (figura 21) indicaron la presencia de materiales disueltos en el agua, relacionados principalmente con materia orgánica proveniente de la vegetación ribereña, descargas sólidas y liquidas de actividades domésticas y agrícolas con mayor concentración en la estación 2 donde se evidencia descargas constantes de desechos domésticos y agrícolas como los cultivos de cacao, chontaduro y yuca.

⁵⁷ VASQUEZ, GUILLERMO. Evaluación de la calidad de las aguas naturales. Universidad del Cauca. Popayán, Cauca. 2001.

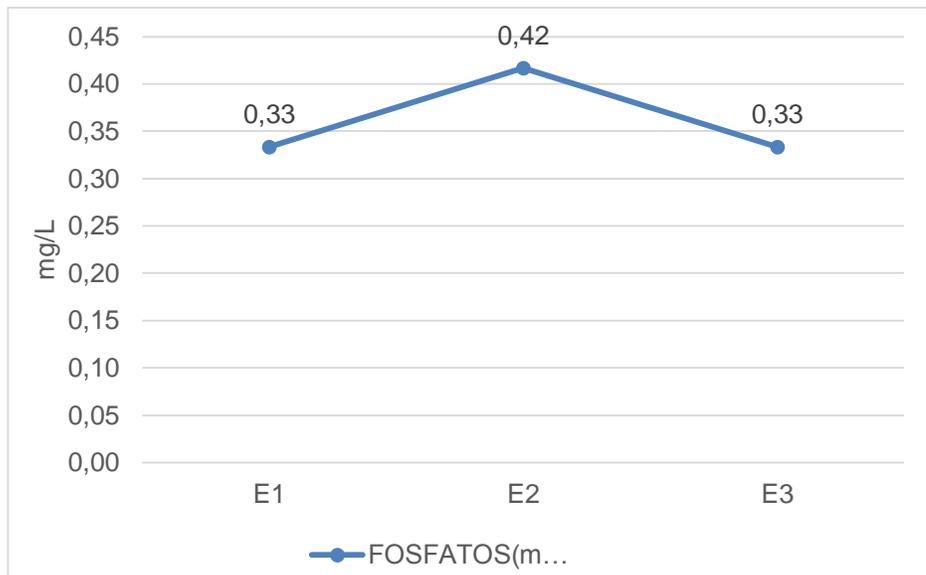


Figura 23: Valores promedio de fosfatos por estaciones.

En relación a la figura 22 nos indica que el ecosistema presenta sus mayores valores en época de sequía, factor que está influenciado por la reducción del caudal y el aumento de la temperatura y con ello la sedimentación y el aumento de su concentración debido a los procesos de descomposición de la materia orgánica. Aunque sus niveles disminuyen en el periodo de altas precipitaciones este valor sigue siendo alto debido a los tenses antrópicos que son la principal fuente de su aumento.

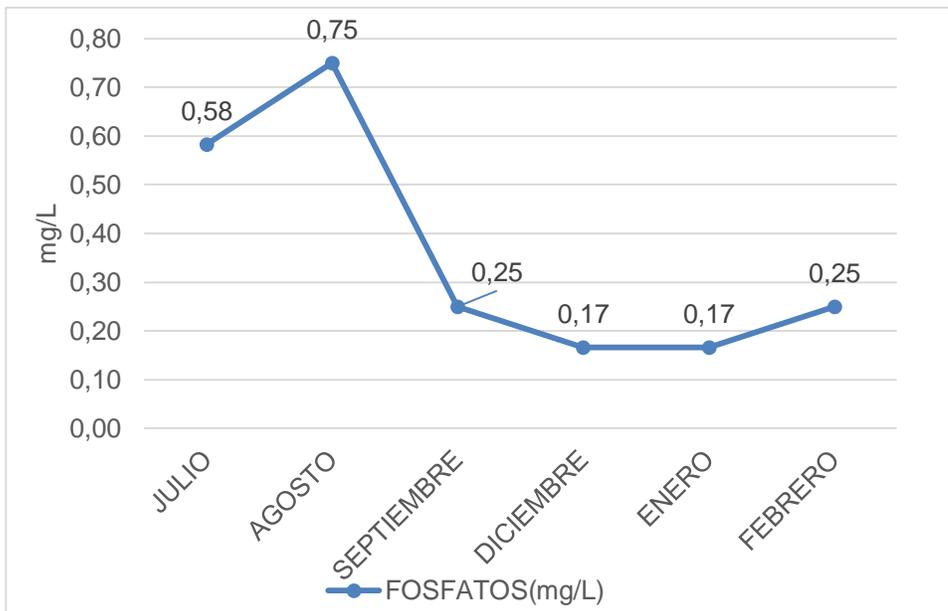


Figura 24: Valores promedio fosfatos por meses.

DUREZA:

Los valores arrojados para la dureza, clasifica el recurso hídrico de esta zona, como agua blandas, según Vásquez (2001), con bajas concentraciones de carbonatos de calcio, lo que sugiere pocos aportes de este tipo por parte del sustrato o lecho del río, por lo tanto son medianamente productivas⁵⁸.

Pero su valor (figura 23) como lo indica Vásquez, está bajo los parámetros normales de ecosistemas acuáticos de alto cauca que no superan los 22 mg/L. considerado también por Roldán como una característica de ecosistemas con pocas especies de fauna y flora incidiendo en su productividad en termino de biomasa⁵⁹.

⁵⁸ VASQUEZ, GUILLERMO. LIBRO Evaluación de la calidad de las aguas naturales. Universidad del Cauca. Popayán, Cauca. 2001.

⁵⁹ Roldán, G. LIBRO. Fundamentos de Limnología Neotropical. 1º edición. Editorial Universidad de Antioquia. Colección Ciencia y Tecnología. 529 pp. Medellín, Colombia. 1992.

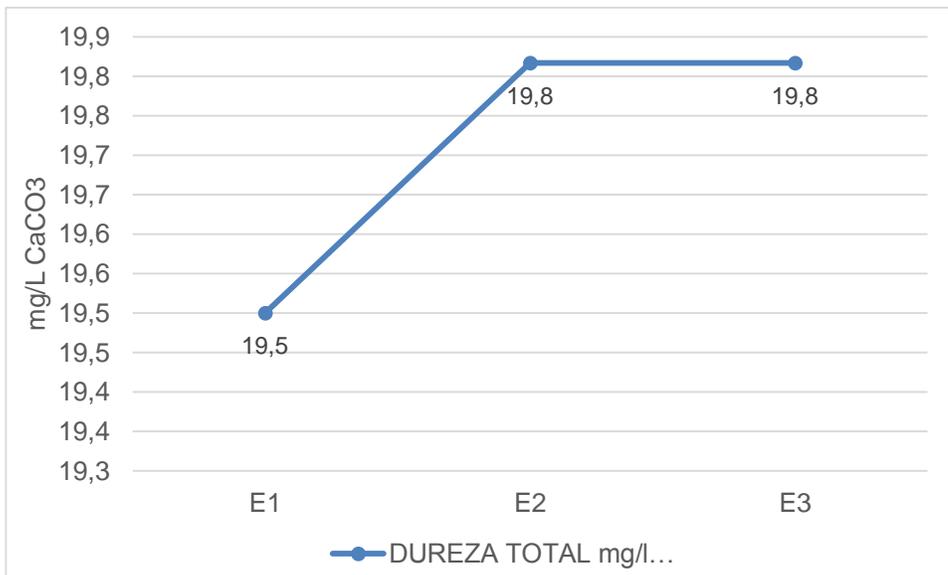


Figura 25: Valores promedio de dureza por estaciones.

Durante los meses de muestreo (Figura 24) no hay valores fuera del rango normal (<22 mg/L), sin embargo diciembre fue el valor más alto, lo que nos sugiere que a consecuencia de las altas precipitaciones y por efecto de escorrentía hay un mayor aporte de iones de carbonato de calcio y magnesio al cuerpo de agua, de igual manera no representa un cambio anormal con respecto a este parámetro.

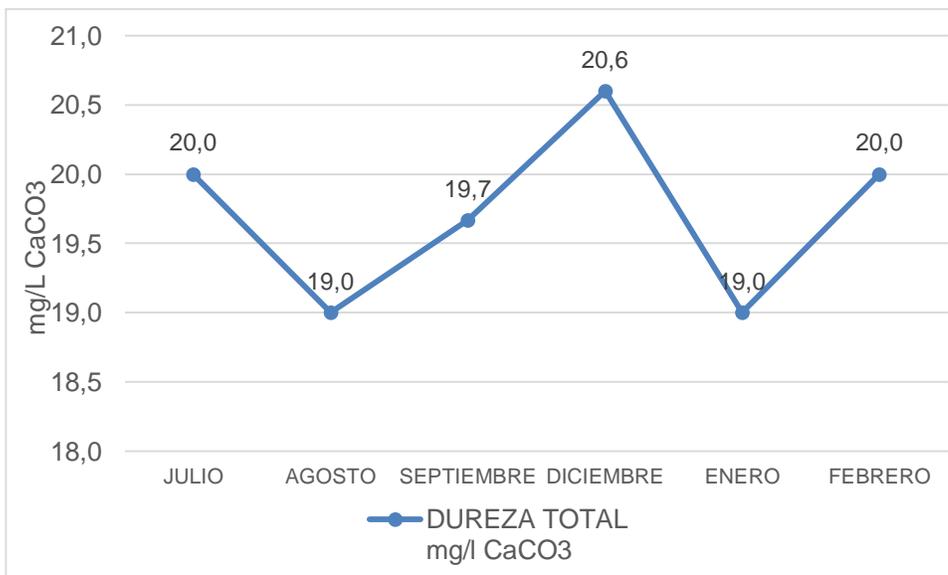


Figura 26: Valores promedio de dureza por meses.

9.9. Estrategias De Conservación:

En base a lo anterior, y relacionándolo con la documentación consultada y el conocimiento adquirido en la academia se formularon estrategias de conservación para mantener y preservar la especie en el sector “Las Juntas”, por ello se tuvo en cuenta investigaciones relacionadas al género *Brycon* debido a que este, tiene un comportamiento muy similar entre especies, al ser individuos que en su ambiente natural son reofílicas (peces que emigran durante su época de reproducción), omnívoras y alta adaptabilidad en cautiverio siendo un potencial en la acuicultura, como también ser vitales en el sustento de asentamientos humanos en la ribera de los ríos en los cuales habita.⁶⁰

De acuerdo a los parámetros poblaciones obtenidos su longitud estándar ha disminuido en correlación a estudios anteriores en la cuenca del río Cauca y Patía, y relacionándolos con comentarios de los pobladores ribereños señalan que en épocas anteriores se capturaban ejemplares de mayor tamaño. En la quebrada Guaracú, Antioquia reportan individuos de >24 cm⁶¹, a causa de esto podemos inferir que la especie está teniendo una considerable perturbación debido a que los adultos no logran alcanzar grandes tallas por conseguir llegar a la maduración, y posiblemente actuando de acuerdo condiciones actuales de su entorno como cambios en la morfología del río, la sobrepesca, el cambio climático y disponibilidad de alimento. Obligando a reducir su tamaño por lograr reproducirse y así evitar una reducción de su población⁶², por ello se requiere un programa de monitoreo en la cuenca, donde se involucre a la comunidad, y se le socialice la problemática. Este monitoreo deberá incluir la captura de ejemplares durante 12 meses consecutivos como mínimo y de todas las tallas, con el fin de que este seguimiento a su población

⁶⁰ LOPERA BARRERO N. ARTICULO. Conservation of *Brycon orbignyanus* natural populations and stocks for their reproductive, genetic, environmental sustainability: A model for species threatened with extinction. Universidade Estadual de Maringá, Núcleo de Pesquisa PeixeGen. Maringá. Brasil. pp 207. 2009.

⁶¹ LONDOÑO-FRANCO Luis F. Laverde-Trujillo Laura M. Muñoz-García Fabián G. ARTICULO. Descripción Anatómica e Histológica del Aparato Digestivo de la Sabaleta (*Brycon henni*). Facultad de Ciencias Agrarias, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Medellín, Antioquia, Colombia. pp 15. 2017.

⁶² MANCERA-RODRÍGUEZ Néstor J. ARTICULO. Biología reproductiva de *Brycon henni* (Teleostei: Bryconidae) y estrategias de conservación para los ríos Nare y Guatapé, cuenca del río Magdalena. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Departamento de Ciencias Forestales. Colombia. pp 15. 2017.

nos brinde información más precisa de su estado actual tanto de abundancia, madurez sexual, biomasa, longitud.

La opción más viable para mantener el tamaño de la población es sensibilizar a la comunidad de la zona, con la finalidad de gestionar un control en la pesca de individuos de tallas pequeñas o en estado de maduración, también va encaminado a tener en cuenta su época de desarrollo o crecimiento, que según los muestreos, se capturaron larvas o alevinos y juveniles entre julio a septiembre, siendo esta temporada de sequía utilizada para la pesca intensiva, es así que, se vuelve necesario gestionar temporadas de veda durante los meses de marzo y abril época en que la especie se reproduce, en la zona y en quebradas aledañas buscando aguas claras, arenosas y poco profundas⁶³, y así poder garantizar futuros reproductores y no entrar a largo plazo en una irreversible reducción poblacional; más aún cuando esta especie es reofílica, lo cual la hace más susceptible a la reducción en tamaño, rápida maduración y su extinción⁶⁴, ya que una característica de este género es el movimiento lateral entre el cauce principal y los tributarios en función a la pluviosidad; considerando lo anterior, los cambios en la morfología del río y la condiciones ambientales, causarán daños en las comunidades ícticas.⁶⁵

Su reproducción y cría en cautiverio debe ser considerada como una estrategia de conservación ex situ para su repoblación, pero según los últimos resultados en ictiología en relación a este proceso es muy costoso, dispendioso y poco efectivo a la hora de recuperar poblaciones naturales, como también hay que tener en cuenta que esto conlleva a cambios en la variabilidad genética que al introducir estos individuos generaran cambios a la población natural.⁶⁶ Aunque con un estudio

⁶³ MANCERA-RODRÍGUEZ Néstor J. ARTICULO. Biología reproductiva de *Brycon henni* (Teleostei: Bryconidae) y estrategias de conservación para los ríos Nare y Guatapé, cuenca del río Magdalena. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Departamento de Ciencias Forestales. Colombia. pp 15. 2017

⁶⁴ *Ibíd.* p. 10

⁶⁵ FERREIRA NUNES Diego. BARROSO MAGALHÃES André. Weber André. Gomes Rafael. Normando Felipe. Biana Kleber. Rizzo Elizete. & Bazzoli Nilo. ARTICULO. Influence of a large dam and importance of an undammed tributary on the reproductive ecology of the threatened fish *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 (Characiformes: Bryconidae) in southeastern Brazil

⁶⁶ HURTADO Julio. MANCERA Néstor J. SALDAMANDO Clara I. ARTICULO. Variabilidad genética de *Brycon henni* (Characiformes: Characidae) en la cuenca media de los ríos Nare y Guatapé, sistema Río Magdalena, Colombia. Revista de biología tropical. pp 15. 2011.

completo de su dieta y reproducción se podrían obtener resultados positivos en cuanto a lograr obtener alevinos viables para repoblamiento.

Las actividades antrópicas como lo son ganadería, agricultura, la extracción de arena y los residuos domésticos, son los principales tensores en el área de estudio, que por su mediana intensidad están causando un impacto leve, pero esto no significa que sea perjudicial para el ecosistema acuático, por ello es recomendable en la población ribereña proponer alternativas en cuanto a la reducción de agroquímicos, minimizar la frecuencia de la minería, teniendo en cuenta la época de reproducción (marzo y abril) ya que esto genera una perturbación en su etología; las descargas domésticas son una constante que dan como resultado una alteración en la físico química del cuerpo de agua, como la eutrofización que conlleva a la pérdida de oxígeno disuelto, el cual es indispensable para la biota acuática, por ende se deben tomar medidas en cuanto al manejo previo de las aguas residuales, orientándolos y capacitando a la comunidad en el uso de sistema de tratamiento de aguas, como el uso de biofiltros, sistema de trampa grasas, y pozos sépticos, los cuales tiene como objetivo reducir el material orgánico que ingresa al río directamente.

Finalmente y con base en lo anteriormente discutido y apoyándose en la normatividad vigente como el decreto 1780 de 2015, 4181 de 2011, 2811 de 1974 y la ley 99 de 1993, donde se busca preservar la fauna silvestre, generando estrategias de conservación en acción con los diferentes ejes del desarrollo sostenible. Se requiere un plan de acción buscando generar áreas protegidas a nivel local con las empresas encargadas del manejo de las cuencas hídricas como EMTIMBIO E.S.P, empresas privadas como la Estación Piscícola UPIS, que se abastecen u obtienen beneficios de estas fuentes hídricas, enfocándolas a la quebradas o riachuelos que conectan con el cauce principal, debido que estos son las zonas de desove mayor de la especie⁶⁷ y con ello lograr mantener estas áreas con bosque ribereño lo que generaría a futuro una hábitat favorable para su reproducción y primeras etapas de desarrollo.

⁶⁷ MANCERA-RODRÍGUEZ Néstor J. ARTICULO. Biología reproductiva de *Brycon henni* (Teleostei: Bryconidae) y estrategias de conservación para los ríos Nare y Guatapé, cuenca del río Magdalena. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Departamento de Ciencias Forestales. Colombia. pp 15. 2017.

La comunidad ribereña debe ser informada e involucrada de las acciones a tomar, ya que son parte fundamental para la efectividad en un proyecto de conservación y educación ambiental, ya que están estrechamente relacionados con el ecosistema acuático. Dichos proyectos deben contemplar políticas, planes y estrategias desarrolladas por la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca AUNAP como entidad encargada del manejo sostenible del recurso pesquero en el país y del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS como máxima Autoridad Ambiental encargada de velar por los recursos biológicos y genéticos de Colombia.

Finalmente la IUCN en su publicación de 2016 categoriza a esta especie en *Preocupación Menor (LC)*, estos criterios de evaluación están dados debido a que su taxón se encuentra ampliamente distribuido y sus datos poblacionales y su área de distribución es extensa; adicionalmente las subpoblaciones de la misma están fragmentadas biogeográficamente, mas no por acción antrópica⁶⁸, es aquí donde cabe destacar los aislamientos producidos por embalses, barbasco y otros cambios físicos en el cuerpo de agua que aíslan; iniciando un proceso de reducción de población y genético a largo plazo. Por ello las entidades públicas y privadas deben tener una acción articulada para prevenir que la especie adquiera peligros en su hábitat que afecten su prevalencia.

Es por ello que en todo lo anteriormente mencionado haya un avance en gestión y planeamiento estratégico, considerando que las acciones más próximas a ejecutar sea la generación de áreas protegidas a nivel local y temporadas de veda. Como también un el monitoreo de la especie durante un año o más y con ello generar investigaciones alternas pero no menos importantes como su genética y la obtención de un paquete tecnológico para su cultivo a gran escala en un futuro próximo.

⁶⁸ VILLA NAVARRO F. USMA S. SANCHEZ DUARTE P. & MESA SALAZAR L. ARTICULO. The IUCN Red List of Threatened Species: Brycon henni, sabaleta. pp 8. 2016.

10. CONCLUSIONES

- De los 95 ejemplares capturados se logró obtener sus parámetros biométricos, obteniendo información de las etapas de desarrollo (alevinos, juveniles y adultos); siendo de gran importancia debido a que no se encontró información suficiente en investigaciones previas en la zona sobre este aspecto, dando relevancia a estos datos con el fin de que sean base para posteriores estudios, como también cabe resaltar que la época de estudio ayudo a obtener información precisa que sirven como base para conocer su estado actual poblacional y generar estrategias para su conservación.
- Se pudo establecer que la especie tiene un desarrollo alométrico positivo como lo demuestran resultados previos, que nos indican que esta puede tener un uso potencial en la acuicultura, además que su cultivo en cautiverio puede servir como medida de repoblamiento en su hábitat natural, no sin antes haber realizado estudios en su genética, con el fin de evitar cambios en la variabilidad genética que causen problemas en generaciones futuras de las poblaciones naturales.
- La población muestreada nos revela que su dieta alimenticia es omnívora con tendencia a insectívora, con predilección de dípteros, trichopteros, coleópteros y hemípteros, donde la media por fase de desarrollo de material vegetal no sobrepasa el 30 % de su consumo por individuo, sin embargo este ítem nos infiere que no cumple una función ecológica como dispersor de semillas, ya que el material vegetal se encontró con cierto daño mecánico o degradado.
- Las larvas o alevinos y juveniles de la *B. henni* con respecto a los adultos; tienen una amplia diferencia en cuanto a su dieta carnívora, basada principalmente en dípteros y trichopteros, y consumo menor de material vegetal, lo que la caracteriza como una especie fuertemente depredadora en estas fases; igualmente este resultado nos acercó a su rol trófico y su relación como controlador biológico reduciendo vectores (dípteros) perjudiciales para los pobladores ribereños.
- Los adultos presentaron una dieta más equilibrada, producto de su completo desarrollo morfológico como dentición y aletas, permitiéndoles obtener más nutrientes de una amplia gama de recursos que el hábitat les ofrece, como semillas, macrofitas y macro invertebrados de mayor tamaño primordialmente coleópteros y hemípteros; demostrando su capacidad de adaptabilidad adquirida para su

sobrevivencia, de igual forma este tipo de estudios muestran lo relevante de un análisis estomacal, que no solo pueden ser aplicados a una población, sino también a una comunidad y con ellos obtener un modelo ecológico más puntual de sus interacciones intra e interespecificas.

- La comunidad de macro invertebrados encontrada refleja la alta oferta alimenticia de la cual dispone la especie *B. henni* para su nutrición, como también la dominancia de coleópteros, trichopteros, dípteros, los cuales son parte fundamental de alimentación, por ende demostrando su relevancia en la cadena trófica de la especie. De los 11 ordenes colectados de macroinvertebrados la especie *B. henni* aprovecha el 64%.
- El índice de calidad biológica BMWP para el rio toma valores superiores a 94, determinándolas como aguas de calidad buena con características poco contaminadas de clase I y II, lo que se reflejó en una comunidad de macroinvertebrados compuesta principalmente por organismos sensibles a la contaminación, como plecópteros, efemerópteros, tricópteros y coleópteros.
- La temperatura hídrica clasificó las aguas como templadas con un 66,5% de saturación de oxígeno disuelto por debajo del mínimo optimo (80%), valores son perjudiciales para la biota acuática, a pesar de esto la morfología del rio y la vegetación riparia permiten un aumento del oxígeno equilibrando el sistema.
- El ecosistema a pesar de estar en condiciones buenas, presenta un contenido de nutrientes por encima de los valores limitantes para la biota acuática, lo que refleja los problemas ambientales a los que está expuesto principalmente por contaminación doméstica y agrícola. Adicionalmente a esto, la carga orgánica que entra al sistema mantiene las aguas dentro del rango de pH por debajo del rango optimo (6,5-8) cualificando las aguas como acidas con un valor entre 6,0 y 6,7 debido a la influencia del dióxido de carbono libre producto de la descomposición orgánica; por otra parte los iones alcalinos clasifican las aguas como blandas y medianamente productivas.
- La especie *Brycon henni* a pesar de no estar categorizada como una especie con cierto grado de amenaza por la IUCN, tiene diversos tensores ambientales y antrópicos que en un futuro cercano causaran daños irreversibles a su población y

consecuentemente en toda la biota acuática de la zona. Esto hace necesario realizar estrategias preventivas para su equilibrio poblacional.

- Las estrategias de conservación con resultados positivos a corto y mediano plazo son las áreas protegidas a nivel local y regional, además de la educación ambiental que se brinde a la comunidad ribereña y estudios de la población proyectados a un año o más, tanto en la misma zona como en los tributarios de este (quebradas, riachuelos), donde la especie se reproduce.

11. RECOMENDACIONES

- Ampliar la información del rol trófico de la especie por medio del análisis estomacal tomando periodos de muestreos a un año, ya que esto brindará datos más exactos de su alimentación y funciones ecológicas; y poder establecer con ello mejores planes de acción para su conservación in situ.
- Realizar un estudio más preciso de su nomenclatura taxonómica y demás parámetros biológicos (biomasa, tallas, entre otros) lo que permitirá establecer acciones concretas sobre la población y diferenciarla de especies similares; correlacionado con los impactos antrópicos a los que está sometida como zonas de pesca, métodos de captura, intensidad, que permitan brindar más conocimiento del estado ecológico actual.
- Iniciar desde las autoridades competentes en colaboración con las instituciones académicas, proyectos enfocados a generar áreas de protección local o regional, y una socialización en la comunidad de la información obtenida con el objetivo de sensibilizar a los pobladores de la zona.

12. BIBLIOGRAFÍA

- ALCALDIA MUNICIPAL DE TIMBÍO. Plan De Desarrollo Municipal “Ahora Sí... Somos Más” Timbío, Cauca. 192. pp. 2012-2015.
- ÁLVAREZ-ARANGO L.F. ARANGO-JARAMILLO M.C. y ROLDAN PÉREZ G. Diversidad de los macroinvertebrados dulceacuícolas en Colombia. Tomo II. 261-287. En: Chaves, M.E. y Santamaría, M (editores). LIBRO. Informe sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998- 2004. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. 2 Tomos. 2006
- ARIAS José. ARTICULO. Estado actual del conocimiento sobre el yamú, *Brycon amazonicus*. Universidad de los Llanos. Colombia. pp. 9. 2006
- BERMÚDEZ AYALA Rosaura. TESIS DE MAESTRIA. Determinación del nivel trófico de la especie íctica *brycon henni*, eigenmann & hildebrand, 1913. (picis: characidae), en el río patía, sector comprendido entre la mina el hoyo y galindez, departamento del cauca. Universidad del Cauca, Popayán, Colombia. 2002
- BOTERO BOTERO Alvaro. RAMÍREZ CASTRO Hernán. Ecología Trófica De La Sabaleta *Brycon Henni* (Pisces: Characidae) En El Río Portugal De Piedras, Alto Cauca, Colombia. Universidad Nacional Experimental de los Llanos “Ezequiel Zamora” - UNELLEZ (Guanare, Venezuela), Fundación Neotrópica-Colombia, La Tebaida, Quindío, Colombia. Universidad del Quindío, Programa de Licenciatura en biología y Educación ambiental. Pereira, Colombia. 7 pp. 2010.
- CHARA O. Manual Para La Evaluación Biológica De Ambientes Acuáticos En Microcuencas Ganaderas. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria - CIPAV. Bogotá D.C., Colombia. 76 p. 2003
- DARRIGRAN G. VILCHES A. LEGARRALDE T. DAMBORENEA C. ARTICULO. Guía para el estudio de macroinvertebrados. Métodos de colecta y técnicas de fijación. La Plata. Buenos Aires, Argentina. 2007.
- EPLER J. LIBRO. Identification manual water beetles of florida. Departament enviromental protection. Tallahassee, Florida. 259 p. 1996.
- HURTADO Julio. MANCERA Néstor J. SALDAMANDO Clara I. ARTÍCULO. Variabilidad genética de *Brycon henni* (Characiformes: Characidae) en la cuenca media de los ríos Nare y Guatapé, sistema Río Magdalena, Colombia. Revista de biología tropical. pp 15. 2011.

- KLINGER BRAHAM William. RAMIREZ MORENO GIOVANNY - VARGAS PORRAS LADY. Análisis Físicoquímico Y Ecológico De Las Fuentes Abastecedoras De Agua Para Comunidades Indígenas De Osbezcac En Las Cuencas De Los Rios Timbiqui Y Bubuey. Instituto De Investigaciones Ambientales Del Pacífico “John Von Neumann”. Timbiqui – Cauca. 2013
- LASSO C., AGUDELO CÓRDOBA L. JIMÉNEZ SEGURA F., RAMÍREZ-GIL H., MORALES-BETANCOURT M., AJIACO MARTÍNEZ R. E., GUTIÉRREZ Paula, USMA OVIEDO Jorge, MUÑOZ TORRES S. E. y SANABRIA OCHOA A. (Editores). (a). I. LIBRO. Catálogo De Los Recursos Pesqueros Continentales De Colombia. Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia, 715 pp. 2011
- LASSO C. A. GUTIÉRREZ F. de Paula. MORALES-BETANCOURT M. A. Agudelo E. RAMÍREZ GIL H. y AJIACO MARTÍNEZ R. E. (Editores). (b). LIBRO. II. Pesquerías Continentales de Colombia: cuencas del magdalena-cauca, sinú, canalete, atrato, orinoco, amazonas y vertiente del pacífico. Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia, 304 pp. 2011.
- LONDOÑO-FRANCO Luis F. Laverde-Trujillo Laura M. Muñoz-García Fabián G. ARTICULO. Descripción Anatómica e Histológica del Aparato Digestivo de la Sabaleta (*Brycon henni*). Facultad de Ciencias Agrarias, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Medellín, Antioquia, Colombia. pp 15. 2017.
- LOPERA BARRERO N. ARTÍCULO. Conservation of *Brycon orbignyanus* natural populations and stocks for their reproductive, genetic, environmental sustainability: A model for species threatened with extinction. Universidade Estadual de Maringá, Núcleo de Pesquisa PeixeGen. Maringá. Brasil. 2009. pp 207
- MALDONADO OCAMPO Javier. ORTEGA-LARA Armando. USMA O Jose S. GALVIS V. Germán. VILLA NAVARRO Francisco A. VÁSQUEZ G. Lucena. PRADA PEDREROS Saul y ARDILA R. Carlos. LIBRO. Peces De Los Andes De Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos «Alexander von Humboldt». Bogotá, D.C. Colombia. 346 p. 2005.
- MALDONADO OCAMPO Javier A. y RAMÍREZ GIL Hernando. ARTICULO. Hábitos Alimenticios De *Pygocentrus Cariba* Y *Chalceus Epakros* (Pisces, Characiformes: Characidae) En Dos Localidades De La Baja Orinoquia Colombiana. Programa de Inventarios de Biodiversidad, Instituto Alexander von Humboldt, Claustro de San Agustín, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia. 141 pp. 2006
- MALDONADO OCAMPO J. A., USMA Jorge S., VILLA NAVARRO F. A., ORTEGA LARA A., PRADA PEDREROS S., JIMENEZ L.F., JARAMILLO VILLA U.,

ARANGO A., RIVAS T. y SANCHÉZ G.C. LIBRO. Peces Dulceacuícolas Del Chocó Biogeográfico De Colombia. WWF Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAvH), Universidad del Tolima, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C., Colombia. 400 pp. 2012.

- MANCERA-RODRÍGUEZ Néstor J. ARTICULO. Biología reproductiva de *Brycon henni* (Teleostei: Bryconidae) y estrategias de conservación para los ríos Nare y Guatapé, cuenca del río Magdalena. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Departamento de Ciencias Forestales. Colombia. pp 15. 2017.
- MARRERO, C. LIBRO. Métodos para cuantificar contenidos estomacales en peces. Universidad Nacional de los Llanos “Ezequiel Zamora”. Caracas, Venezuela. 23 pp. 1994.
- MARTÍNEZ OROZCO Holmer José. TESIS DE MAESTRIA. ASPECTOS REPRODUCTIVOS Y PROCESOS DE INDUCCIÓN GONÁDICA DE LA SABAleta BRYCON HENNI (EIGENMANN, 1913) (PISCIS: CHARACIDAE) EN EL EMBALSE LA SALVAJINA DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA, COLOMBIA. Universidad del Cauca, Popayán, Colombia. 1998.
- MATA Luis. GOULA Marta. LIBRO. Clave De Familias De Heterópteros De La Península Ibérica. Departament Biologia Animal, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona. España. 26 p. 2011.
- MONTOYA LÓPEZ Andrés F, CARRILLO Lina M, OLIVERA Ángel Martha. ARTICULO. Algunos Aspectos Biológicos Y Del Manejo En Cautiverio De La Sabaleta *Brycon Henni* Eigenmann, 1913 (Pisces: Characidae). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. 7 pp. 2006.
- MONTOYA MORENO Y. AGUIRRE N. ARTICULO. Estado Del Arte Del Conocimiento Sobre Perifiton En Colombia. UNIVERSIDAD NACIONAL. Bogota, Colombia. 27 pp. 2013.
- MUÑOZ GARCIA Fabio Gerardo. TESIS DE MAESTRIA. Análisis Cromosómico Comparativo de las Especies *Brycon americanus* sp. (characidae, eigenmann, 1913) y *Brycon henni* (characidae, eigenmann, 1913) de la cuencas altas del rio Cauca y Patía. Universidad Del Cauca, Popayán, Colombia. 2011.
- ROLDAN. G. ARTICULO. Los Macro Invertebrados Acuáticos Y Su Uso Como Bioindicadores De La Calidad Del Agua. IV Seminario Nacional de Limnología. Un nuevo punto de partida. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. Colombia. 2000.

- ROLDAN. G. LIBRO. Fundamentos De Limnología Neotropical. 1º edición. editorial Universidad de Antioquia. Colección Ciencia Y Tecnología. Medellín, Colombia. 529 pp. 1992.
- TELLO J. MONTREUIL V. MACO J. ISMIÑO R.A. SANCHEZ H. ARTICULO. Bioecología De Peces De Importancia Económica De La Parte Inferior De Los Ríos Ucayali Y Marañon – Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Iquitos- Perú. 21 p. 1992.
- VALER I. CHING V. GONZALES C. MAESTRE J. TORRES H. ROLDAN V. y DEL AGUILA M. LIBRO. Métodos De Colecta, Identificación Y Análisis De Comunidades Biológicas: Plancton, Perifiton, Bentos (Macroinvertebrados) Y Necton (Peces) En Aguas Continentales Del Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 39 pp. 2014.
- VASQUEZ, GUILLERMO. Evaluación de la calidad de las aguas naturales. Universidad del Cauca. Popayán, Cauca. 2001.
- VILLA NAVARRO F. USMA S. SANCHEZ DUARTE P. & MESA SALAZAR L. ARTICULO. The IUCN Red List of Threatened Species: Brycon henni, sabaleta. pp 8. 2016.
- ZAMORA H. ARTICULO. El Índice BMWP Y La Evaluación Biológica De La Calidad Biológica Del Agua En Los Ecosistemas Acuáticos Epicontinentales Naturales De Colombia. Universidad del Cauca, Popayán, Colombia. 13 pp. 2007.
- ZAMORA-MUÑOZ Carmen. SÁINZ-BARIÁIN Marta. BONADA Núria. REVISTA. Orden Trichoptera. Departamento de Zoología. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. Campus de Fuente nueva, Granada, España. 22 p. 2015.

13. ANEXOS

ANEXO 1: Tabla de análisis de varianza anova de dieta alimenticia en relación a las fases de desarrollo, sexo y meses

ANOVA EN RELACION A FASES DE DESARROLLO		
ORDEN	F	Sig.
Diptera	8,495	,000
Hemiptera	6,752	,002
Coleoptera	17,813	,000
Plecoptera	1,761	,178
Ephemeroptera	,557	,575
Odonata	,588	,557
Trichoptera	5,361	,006
Himenoptera	,594	,554
Nemathomorpha	2,630	,077
No identificado	5,314	,007

ANOVA EN RELACION A SEXO		
ORDEN	F	Sig.
Diptera	7,495	,001
Hemiptera	7,816	,001
Coleoptera	16,493	,000
Plecoptera	,558	,574
Ephemeroptera	,185	,831
Odonata	,824	,442
Trichoptera	4,407	,015
Himenoptera	,515	,599
Nemathomorpha	2,538	,085

No identificado	1,269	,286
-----------------	-------	------

ANOVA EN RELACION A LOS MESES DE
MUESTREO

	F	Sig.
Diptera	2,048	,080
Hemiptera	3,360	,008
Coleoptera	18,417	,000
Plecoptera	,623	,682
Ephemeroptera	,923	,470
Odonata	,852	,517
Trichoptera	,392	,853
Himenoptera	,932	,464
Nemathomorpha	3,878	,003
No identificado	3,496	,006

ANEXO 2: Registro fotográfico de macroinvertebrados colectados en el río Timbío.

Orden: Trichoptera

Familia: Hydropsychidae

Genero: Macrostemum Sp

Orden: Trichoptera

Familia: Hydropsychidae

Genero: Leptonema Sp

Orden: Trichoptera

Familia:
Hydropsychidae

Genero: Smicridea Sp



Orden: Trichoptera

Familia: Hydropsychidae

Genero: Cheumatopsyche

Orden: Trichoptera

Familia: Hydropsychidae

Genero: Sub G
Hydropsyche

Orden: Trichoptera

Familia:
Hydropsychidae

Genero: Sub G
Ceratopsyche



Orden: Trichoptera
Familia: Hydrobiosidae
Genero: Atopsyche



Orden: Trichoptera
Familia: Helicopsychidae
Genero: Helicopsyche



Orden: Coleoptera
Familia: Hydrophilidae
Genero: Tropisternus Sp



Orden: Coleoptera
Familia: Hydrophilidae
Genero: Helochaes

Orden: Coleoptera
Familia: Psephenidae
Genero: Psephenops Sp

Orden: Coleoptera
Familia: Elmidae
Genero: Neoelmis Sp



Orden: Coleoptera
Familia: Elmidae
Genero: Cleptelmis Sp



Orden: Coleoptera
Familia: Elmidae
Genero: Macrelmis Sp



Orden: Coleoptera
Familia: Elmidae
Genero: Narpus Sp



Orden: Coleoptera

Familia: Elmidae

Genero:
Hexocylloepus Sp

(Izquierda: Larva –
Derecha: Adulto)

Orden: Coleoptera

Familia: Elmidae

Genero: Cylloepus Sp

Orden: Coleoptera

Familia: Elmidae

Genero: Microcylloepus Sp

(Izquierda: Larva –
Derecha: Adulto)



Orden: Coleoptera
Familia: Elmidae
Genero: Stenelmis Sp



Orden: Odonata
Familia: Gomphidae
Genero: Epigomphus Sp

Orden: Odonata
Familia: Gomphidae
Genero: Aphylla Sp



Orden: Odonata
Familia: Coenagrionidae
Genero: Acanthagrion Sp

Orden: Odonata
Familia: Gomphidae
Genero: Progomphus Sp



Orden: Odonata
Familia: Libellulidae
Genero: brechmorhoga sp



Orden: Odonata
Familia: Libellulidae
Genero: Dythemis Sp



Orden: Odonata
Familia: Libellulidae
Genero: Macrothemis Sp



Orden: Megaloptera
Familia: Corydalidae
Genero: Corydalis Sp



Orden: Diptera
Familia: Chironomidae
Genero: Chironominae

Orden: Diptera
Familia: Chironomidae
Genero: Orthocladinae

Orden: Diptera
Familia: Chironomidae
Genero: Chironomidae



Orden: Diptera
Familia: Chironomidae
Genero: Tanypodinae



Orden: Diptera
Familia: Ceratopogonidae
Genero: Alluaudomyia Sp



Orden: Ephemeroptera
Familia: Baetidae
Genero: Camelobaetidius



Orden: Ephemeroptera
Familia: Tricorythidae



Orden: Ephemeroptera
Familia: Leptophlebiidae



Orden: Hemiptera
Familia: Veliidae

Genero: Leptohyphes

Genero: Thraulodes Sp

Genero: Platyvelia sp



Orden: Hemiptera

Familia: Veliidae

Genero: Rhagovelia Sp 1

Orden: Hemiptera

Familia: Veliidae

Genero: Rhagovelia Sp
2

Orden: Hemiptera

Familia: Naucoridae

Genero: Heleocoris Sp



Orden: Bassomatophora
Familia: Physidae
Genero: Physa



Orden: Nematomorpha
Familia: Gordioidea
Genero: Neochordodes



Orden: Haplotaxida
Familia: Aelosomatidae
Genero: Hystricosoma



ANEXO 3: Registro fotográfico de la *Brycon henni* de las diferentes fases de desarrollo y procedimientos realizados.

Orden: Characiformes

Familia: Bryconidae

Género: Brycon

Especie: Brycon henni



Ejemplares adultos



Ejemplares de larvas (alevines) y juveniles.



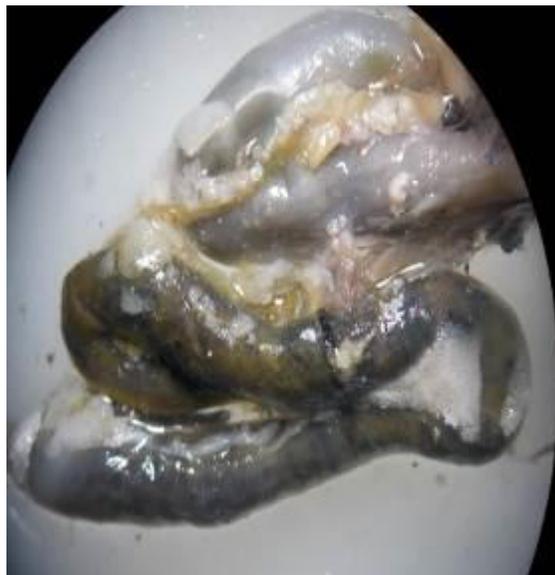
Corte uro ventral adulto



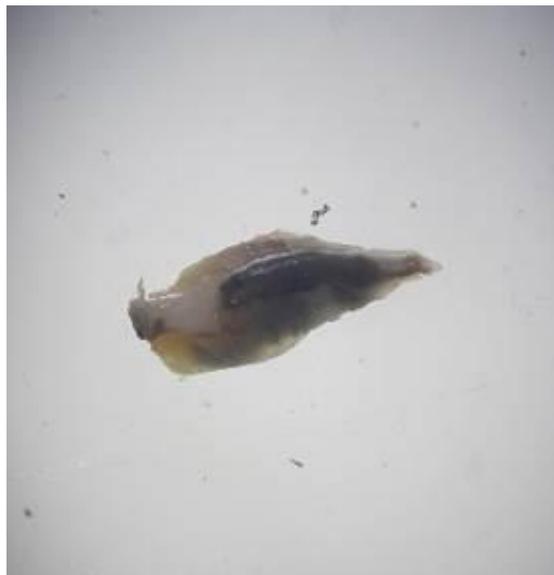
Corte uro ventral larva



Extracción de tracto digestivos adulto



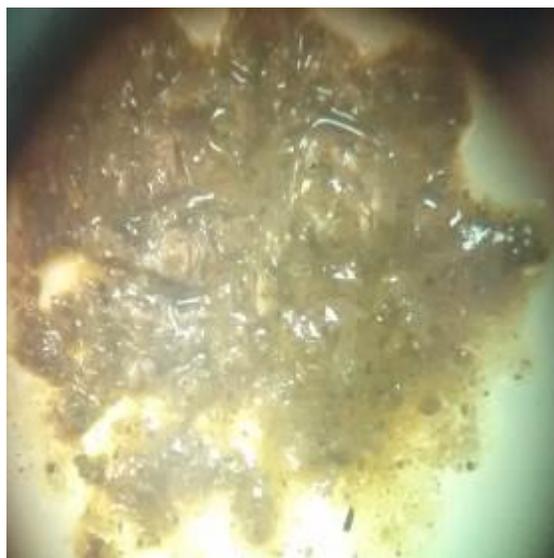
Extracción de tracto digestivos larva



Material (animal) encontrado



Material degradado (Detritus)



ANEXO 4: tensores o impactos antropicos en el rio Timbío, sector Las Juntas.

Extracción de arena con retroexcavadora



Lixiviados producto de la rayanderia de yuca.



ANEXO 5: Colecta de peces y macroinvertebrados en el río Timbío, sector Las Juntas.

Colecta de peces



Colecta de Macroinvertebrados acuáticos



ANEXO 6: Fase de laboratorio toma de parámetros biométricos y análisis estomacal.

Medición de parámetros biológicos



Realización de corte uro ventral para la extracción de contenido estomacal

