



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Aproximación a la salud del río Chenche en su cuenca media – alta, municipio de Coyaima (Tolima)

María Juliana Salcedo Hernández

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Económicas, Instituto de Estudios Ambientales
Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo
Bogotá, Colombia

2018

Aproximación a la salud del río Chenche en su cuenca media – alta, municipio de Coyaima (Tolima)

María Juliana Salcedo Hernández

Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de:

Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo

Director:

Ph.D., Gabriel Antonio Pinilla Agudelo

Línea de Investigación:

Ecología y Ambiente

Grupo de Investigación del Instituto de Estudios Ambientales – Bogotá

Grupo de Investigación Biodiversidad, Biotecnología y Conservación de Ecosistemas,

Departamento de Biología

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Económicas, Instituto de Estudios Ambientales

Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo

Bogotá, Colombia

2018

A mis padres, por su amor incondicional que ha sido mi fortaleza y motivación para alcanzar todos mis logros. Son ustedes la prueba del amor de Dios para mí. A ellos y a mis hermanos, un GRACIAS desde lo más profundo de mi corazón, con ustedes a mi lado he logrado dar este nuevo paso en mi vida.

Agradecimientos

A mis padres y hermanos por su amor incondicional. Los amo profundamente, gracias por estar siempre a mi lado, en la alegría y en la adversidad.

A mi director Gabriel Antonio Pinilla Agudelo, por haberme guiado durante toda la investigación. Gracias por la paciencia, el apoyo y las observaciones siempre pertinentes en mi formación como profesional y como persona. A la profesora Olga María Bermudez por su asesoría y guianza en el tema de representaciones sociales y educación ambiental, apoyo fundamental para el desarrollo del capítulo 2 de esta investigación.

A Edelmira y Pitilo por abrirme las puertas de su casa y acogerme en su hogar durante todo el trabajo de campo. A las comunidades de los resguardos Chenche Socorro Los Guayabos, Chenche Buenos Aires Tradicional, Zaragoza Tamarindo, Zanja Honda y Tocarco Niple, quienes participaron activamente en el estudio y confiaron en mí facilitándome el espacio en la comunidad para llevar a cabo la investigación. A don Román, Víctor y Jose, cuya compañía y colaboración fue fundamental durante la realización de los muestreos. A los mayores Rosalía Poloche y Noé Tacumá por darme la oportunidad de entrevistarlos. Al Consejo Regional Indígena del Tolima – CRIT y a la Asociación de Cabildos Indígenas del Tolima – ACIT, por su disposición, receptividad y orientación.

A los docentes, investigadores, compañeros de estudio y administrativos de la maestría en Medio Ambiente y Desarrollo del Instituto de Estudios Ambientales – IDEA - UNAL, por sus aportes y observaciones constantes durante mi actividad académica, y su servicial presencia en el proceso.

A la Fundación Alejandro Ángel Escobar, por valorar mi propuesta y otorgarme parte del apoyo económico mediante la beca para el desarrollo de esta investigación.

A mis amigos, quienes siempre estuvieron presentes animándome a seguir avanzando en esta travesía llamada maestría.

Y a todas las demás personas que de una u otra manera aportaron su granito de arena para que lograra culminar esta etapa de mi vida profesional y personal. ¡Gracias a todos! Este logro también es de ustedes.

Resumen

La presente investigación es una primera aproximación a la evaluación de la salud del río Chenche en su cuenca – media alta, en donde se desarrolla el megaproyecto Distrito de Riego Triángulo del Tolima. Con este fin se integraron las perspectivas ecológica y social, que aportaron al conocimiento de la situación actual de este segmento de la cuenca. En el primer caso, se realizaron monitoreos limnológicos durante dos épocas contrastantes del ciclo hidrológico del río, en los que se evaluaron las características físicas, químicas y biológicas (macroinvertebrados). El contexto social se evaluó mediante la participación de cinco comunidades indígenas Pijao, en talleres que permitieron obtener la información para describir y analizar las representaciones sociales sobre el estado de conservación del río. A través de los resultados obtenidos y de la información secundaria revisada, fue posible evidenciar algunas condiciones de deterioro, como la deforestación de la ribera, la fuerte intermitencia anual del caudal del río y la inadecuada operación del drenaje del embalse Zanja Honda. Igualmente, se detectaron algunos factores sociales que han profundizado esta situación, como las necesidades socio-económicas a la que se enfrenta la comunidad, la dificultad en el acceso a la educación y los fuertes procesos de aculturación que ha vivido el pueblo Pijao, todo lo cual ha favorecido una visión antropocéntrica y utilitarista del ecosistema. Finalmente, se proponen algunas estrategias para superar esta situación, entre las cuales se encuentran los proyectos de investigación acción participativa como herramientas para una educación con enfoque diferencial.

Palabras clave: cuenca del río Chenche, distrito de riego, embalse Zanja Honda, macroinvertebrados, Pijao, representaciones sociales, salud ecológica, Triángulo del Tolima.

Abstract

This research is the first approximation to the evaluation of the ecological health of the Chenche river in its upper- middle basin, where the irrigation project “Distrito Triángulo del Tolima” is developed. We evaluated the ecological and social conditions that contribute to understanding the current river situation in this region. First, we carried out limnological monitorings in which we assessed the physical, chemical and biological (macroinvertebrates) features of the river during two contrasting periods of the hydrological cycle. In addition, we evaluated the social context through workshops with five Pijao indigenous communities that allowed us to collect the information to describe and analyze the social representations on the conservation of the river. Using for the analyses the collected data and the published literature on this subject, we found some conditions of deterioration like deforestation of the riverbank, strong annual intermittency of the river flow, and inadequate operation of water drainage of the Zanja Honda reservoir. Likewise, we found that socio-economical needs that challenge the communities, like deficient access to education and accelerated processes of acculturation that the Pijao community have faced over time, have deepened this situation. These social factors have favored an anthropocentric and utilitarian visions of the fluvial ecosystem. Finally, we propose some strategies to overcome these problems, such as projects of Participatory Action Research, as a tool for an education with a differential approach.

Keywords: Chenche river watershed, ecological health, irrigation district, macroinvertebrates, social representations, Pijao, Triángulo del Tolima, Zanja Honda reservoir.

Contenido

| | Pág. |
|--|-------------|
| Pregunta de Investigación | 4 |
| Objetivos | 4 |
| 1. Estado de conservación del río Chenche en su cuenca media – alta (Coyaima, Tolima). | 7 |
| 1.1 Resumen..... | 7 |
| 1.2 Introducción y marco teórico | 7 |
| 1.3 Materiales y métodos | 9 |
| 1.3.1 Área de estudio..... | 9 |
| 1.3.2 Escala espacial: selección de estaciones de muestreo..... | 15 |
| 1.3.3 Escala temporal: selección de momentos de muestreo | 17 |
| 1.3.4 Muestreos..... | 17 |
| 1.3.5 Valoración del hábitat fluvial y la vegetación ribereña..... | 20 |
| 1.3.6 Tratamiento estadístico y numérico | 21 |
| 1.4 Resultados | 23 |
| 1.4.1 Variables físicas y químicas..... | 23 |
| 1.4.2 Variables Biológicas | 29 |
| 1.4.3 Hábitat Fluvial y Vegetación Ribereña | 39 |
| 1.4.4 Determinación de la Salud Ecológica de los Ríos | 40 |
| 1.5 Discusión | 42 |
| 2. Representaciones sociales del estado de conservación del río Chenche en su cuenca media – alta (Coyaima, Tolima) | 50 |
| 2.1 Resumen..... | 50 |
| 2.2 Introducción y Marco Teórico | 50 |
| 2.3 Contexto histórico y territorial general del pueblo indígena Pijao en el municipio de Coyaima (Tolima)..... | 54 |
| 2.4 Materiales y Métodos | 55 |
| 2.4.1 Enfoque procesual..... | 55 |
| 2.4.2 Selección de comunidades indígenas para el trabajo | 56 |
| 2.4.3 Recolección y análisis de la información sobre las RS del estado de conservación de la cuenca media – alta del río Chenche al interior del pueblo indígena Pijao | 57 |
| 2.5 Resultados | 61 |
| 2.5.1 Encuesta..... | 61 |
| 2.5.2 Tipos de representaciones sociales | 67 |
| 2.5.3 Cartografía social..... | 69 |
| 2.5.4 Relatos de los mayores | 72 |
| 2.6 Discusión | 77 |

| | |
|--|------------|
| 3. Aproximación a la salud actual del río Chenche en su cuenca media – alta: convergencias y divergencias entre las perspectivas ecológica y social | 85 |
| 3.1 Resumen..... | 85 |
| 3.2 Introducción y Marco Teórico | 85 |
| 3.3 Metodología | 88 |
| 3.3.1 Análisis integrado de la salud actual del río Chenche en su cuenca media – alta | 88 |
| 3.4 Resultados y Discusión | 89 |
| 3.4.1 Características generales de la cuenca media – alta del río Chenche en la actualidad..... | 89 |
| 3.4.2 Contexto histórico del desarrollo del Distrito de Riego Triángulo del Tolima - DRTT en la cuenca media – alta del río Chenche | 90 |
| 3.4.3 Las dimensiones de la salud del río Chenche en su cuenca media – alta evaluadas desde las perspectivas ecológica y social | 93 |
| 3.4.4 Estrategias de conservación y mejora de la salud del río Chenche en su cuenca media – alta. | 104 |
| 4. Conclusiones..... | 111 |

Lista de figuras

| | Pág. |
|---|------|
| Figura 1-1 Medias mensuales multianuales del caudal (línea continua) del río Chenche aguas arriba de la zona de intervención (1985-2002), y de la precipitación (barras) (1967-2009) en Coyaima, Tolima. | 10 |
| Figura 1-2 Medias mensuales multianuales del caudal (línea continua) del río Chenche aguas abajo de la zona de intervención (1965-2015), y de la precipitación (barras) (1967-2009) en Coyaima, Tolima. | 11 |
| Figura 1-3. Estaciones del IDEAM localizadas al interior de la cuenca del río Chenche utilizadas para el análisis de información multianual de caudales y precipitación. Puntos azules: estaciones hidrométricas, punto rojo: estación meteorológica. Triángulo azul: actual embalse. | 12 |
| Figura 1-4. Curvas de nivel, confluencia de la quebrada Zanja Honda al río Chenche y vía Ferrea. | 13 |
| Figura 1-5. Esquema general del proyecto Triángulo del Tolima. | 14 |
| Figura 1-6. Diseño experimental. Estaciones de referencia (círculos naranja), estaciones afectadas (círculos rojos). Los canales del distrito de riego se muestran con líneas negras. El triángulo azul representa al embalse Zanja Honda. | 17 |
| Figura 1-7. Análisis de Componentes Principales para las tres fuentes hídricas evaluadas en los diferentes periodos de muestreo, a. componentes 1 y 2, b. componentes 1 y 3. . | 28 |
| Figura 1-8. Abundancia (No. de individuos) y riqueza (No. de taxones) de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos evaluada en los tres sistemas lóticos durante los periodos de estiaje (agosto) y lluvias (diciembre). | 30 |
| Figura 1-9. Órdenes de macroinvertebrados acuáticos identificados en los tres sistemas lóticos evaluados. | 31 |
| Figura 1-10. Familias (a) y géneros (b) de macroinvertebrados acuáticos identificados en los tres sistemas lóticos evaluados durante las épocas de estiaje (agosto) y lluvias (diciembre). | 32 |
| Figura 1-11. Análisis de Correspondencia sin Tendencias, comparando la similitud entre las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en las diferentes entidades; a. ordenación de entidades, b. ordenación de familias. | 35 |
| Figura 1-12. Análisis de Escalamiento Multidimensional no Métrico, relacionando las variables físicas y químicas con la ordenación generada a partir de la matriz de estaciones vs familias. | 36 |

| | |
|--|----|
| Figura 1-13. Análisis de Correspondencia Canónica. Relación entre entidades, variables abióticas y composición taxonómica a nivel de familias de macroinvertebrados acuáticos. | 37 |
| Figura 1-14. Análisis de Componentes Principales para las tres fuentes hídricas evaluadas en los diferentes periodos de muestreo teniendo en cuenta los índices ecológicos determinados. | 41 |
| Figura 2-1. Ubicación geográfica de los resguardos de las comunidades indígenas seleccionadas para la investigación. | 57 |
| Figura 2-2. Rangos de edades entre las personas encuestadas en las cinco comunidades participantes. | 62 |
| Figura 2-3. Escolaridad de las personas encuestadas en las cinco comunidades participantes. | 62 |
| Figura 2-4. Variables que determinan una buena salud del río Chenche según los participantes de la encuesta en las cinco comunidades. | 64 |
| Figura 2-5. Responsabilidad ambiental de los diferentes actores en torno a la conservación de la salud del río Chenche. | 66 |
| Figura 2-6. Clasificación de las representaciones sociales de las comunidades indígenas Pijao de acuerdo con las palabras y sus lazos significativos utilizados en torno a la frase inductora “río saludable”. | 67 |
| Figura 2-7. Número de registros obtenidos para los diferentes tipos de representaciones sociales en las comunidades Pijao participantes. | 68 |
| Figura 2-8. Imágenes aumentadas de algunos elementos clave identificados en los mapas realizados por las comunidades, los cuales fueron utilizados para la clasificación de los principales hitos de cambio en la cuenca media – alta del río Chenche. | 71 |

Lista de tablas

| | Pág. |
|--|------|
| Tabla 1-1. Características generales de la cuenca del río Chenche y el embalse Zanja Honda. | 15 |
| Tabla 1-2. Variables físicas y químicas registradas en cada tramo (estación de muestreo) durante los periodos hidrológicos de estiaje y lluvias..... | 20 |
| Tabla 1-3. Siglas y colores utilizados para la diferenciación de las entidades de muestreo en los análisis exploratorios..... | 26 |
| Tabla 1-4. Abundancia (No. de individuos) y riqueza (No. de taxones) de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos evaluada en los tres sistemas lóticos durante los periodos de estiaje y lluvias. | 29 |
| Tabla 1-5. Valores $r > 0,7$ determinados mediante correlaciones de Spearman para los índices biológicos. | 38 |
| Tabla 1-6. Índices ecológicos propuestos para la clasificación de calidad en las entidades evaluadas en el presente estudio. H=Shannon, D=Simpson. | 39 |
| Tabla 1-7. Puntajes obtenidos para los índices de hábitat fluvial (IHF) y vegetación ribereña (QBR) en las estaciones evaluadas sobre los tres sistemas lóticos durante las épocas de estiaje y lluvias. | 40 |
| Tabla 2-1. Tipos de representaciones sociales y número de registros obtenidos en las diferentes comunidades indígenas de la etnia Pijao. | 68 |
| Tabla 2-2. Matriz de información sobre los hitos de cambio temporal identificados mediante los ejercicios de cartografía social realizados por las diferentes comunidades.69 | |
| Tabla 3-1. Hechos históricos más relevantes en el proceso de desarrollo del proyecto Distrito de Riego Triángulo del Tolima – DRTT..... | 92 |

Introducción general

Reportes recientes (EASAC, 2009), indican que estamos viviendo en una época en la que los ecosistemas son degradados y la biodiversidad se pierde a tasas nunca antes vistas, especialmente en los ambientes de agua dulce, sobre los que se ha evidenciado un decrecimiento aún más rápido en la biodiversidad que en aquellos terrestres (Sala et al., 2000). Las presiones sobre los ecosistemas de agua dulce han desbordado su capacidad natural de recuperación, dada la intensa incidencia de las actividades antropogénicas. Como resultado, los cuerpos de agua sufren de contaminación, pérdida o degradación del hábitat, sobreexplotación, modificaciones en la estructura hidráulica natural e invasión de especies foráneas. Estas problemáticas constituyen actualmente las amenazas más comunes en todos los continentes (Malmqvist & Rundle, 2002).

Así como los ríos son considerados el principal agente formador del paisaje, la sociedad a su vez ha sido su más importante motor de cambio en las últimas décadas. Como consecuencia de la intervención desmedida, los servicios ecosistémicos que proveen los ríos al ser humano se han visto disminuidos en algunos casos y desaparecidos totalmente en otros, lo que a su vez ha generado un detrimento en el bienestar social (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Un ejemplo fehaciente de lo anterior es la construcción de embalses y represas en diferentes zonas de todos los continentes. Aunque en principio estos reservorios proveen de múltiples beneficios a la sociedad (generación de energía, fuente de agua, control de inundaciones, oportunidades recreativas), también son bien conocidos algunos de sus principales efectos nocivos sobre la salud de los ecosistemas fluviales (fraccionamiento del ecosistema, interrupción de los flujos y de las migraciones de peces, deterioro de la calidad del agua, entre otros). La operación de estos embalses influye sobre los patrones de flujo temporal del río, lo cual a su vez tiene repercusiones sobre la salud ecológica del mismo, tanto aguas abajo como aguas arriba de la interrupción (Jager & Smith, 2008). Por tanto, los impactos ambientales de este tipo de intervenciones deben valorarse a

profundidad con el fin de mantener un balance positivo entre sus beneficios y sus perjuicios.

Este panorama de conflicto entre el uso y la conservación de estos ecosistemas ha evidenciado la necesidad de integrar en los modelos de estudio de la ecología fluvial, no solo el punto de vista ecológico e hidráulico, sino también la perspectiva social que define en gran proporción las medidas que se toman en cualquier escenario de conflicto. Por tanto, un nuevo modelo de estudio debe informar no solo sobre las condiciones del río y su paisaje, sino sobre la vida de las personas que habitan sus riberas (Karr, 1999).

Es en este contexto en el que la salud del río emerge como concepto, buscando tomar nuestro conocimiento técnico sobre cómo funciona el ambiente y combinarlo con las metas socio-económicas, para lo cual se usa la metáfora de la salud humana y el apuntalamiento ético (Fairweather, 1999). La salud ecosistémica debe juzgarse y abordarse en diferentes formas, y por lo tanto es un ejercicio sintético interdisciplinario que involucra cuestiones ecológicas, sociales y económicas (Karr, 1991). Este diálogo de saberes es fundamental para comprender el punto de quiebre entre las distintas formas de percibir la realidad, y lograr a partir de este entendimiento plantear modelos realistas de conservación que tengan en cuenta el paisaje, los ríos y el contexto humano (Karr, 1999).

Desde una perspectiva ecológica, una aproximación muy utilizada y que ha demostrado resultados óptimos y confiables en la evaluación del estado de conservación de los ecosistemas fluviales, ha sido el uso de métodos multimétricos que integran las características físicas, químicas y biológicas del agua (Norris & Thoms, 1999) y que permiten identificar agrupamientos o tendencias relacionadas con la salud del ecosistema. Igualmente, el uso de los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores ha sido corroborado en diversas partes del mundo. Entre las características ecológicas que favorecen su elección para estos propósitos se encuentran su abundancia y diversidad en los ecosistemas acuáticos, su carácter sedentario, su fácil colecta y preservación y su rápida respuesta a diversos factores ambientales (Roldán-Pérez, 2016).

Por otra parte, en términos sociales, el uso de las representaciones, entendidas desde la mirada de Sergi Moscovici (1979) como una modalidad de conocimiento cuya función es la elaboración de los comportamientos y la comunicación entre los individuos, constituye una forma de entender cómo los diferentes grupos sociales hacen inteligible la realidad física y social, dando forma a la cultura común y determinando la toma de decisiones sobre un tema específico. Esta aproximación es interesante además teniendo en cuenta que las representaciones sociales ocupan un lugar muy importante en la investigación educativa por sus implicaciones en la producción cognitiva de los sujetos, permitiendo la conceptualización de lo real a partir del conocimiento previo. Por tanto, constituyen una base de gran utilidad para orientar la práctica en educación ambiental, herramienta de relevancia para crear sinergia entre los conocimientos científico y social en la búsqueda de la conservación del ambiente.

La cuenca media – alta del río Chenche (Coyaima) presenta un contexto social y ambiental muy particular dadas las diferentes formas de uso del recurso y las actividades que se desarrollan en su entorno. Entre estas se incluyen el Mega-distrito de Riego Triángulo del Tolima (por el cual se construyó el embalse Zanja Honda sobre el cauce del río), la minería artesanal, la pesca, la tala, la agricultura, la ganadería y los usos tradicionales que le ha dado el pueblo indígena Pijao que habita sus riberas. Este contexto en el que confluyen diversos factores ecológicos y distintos grupos sociales con intereses particulares sobre el curso de agua, constituye un escenario que potencializa los conflictos en la zona, por lo que la cuenca media-alta del río Chenche puede considerarse un modelo propicio para este tipo de estudios ambientales.

De acuerdo con lo anterior, el presente trabajo busca entender cómo se relaciona el estado ecológico de conservación del río Chenche en su cuenca media – alta con las representaciones sociales que tiene el pueblo indígena Pijao sobre el mismo, integrando así las perspectivas ecológica y social en un ejercicio que constituye un primer acercamiento a la evaluación de la salud de este ecosistema fluvial. Dicho conocimiento será de gran utilidad para proponer acciones de manejo y conservación del río en el futuro inmediato, que tengan en cuenta su contexto social e involucren a las comunidades como actor fundamental en la recuperación y conservación de este importante curso de agua.

Para dar cumplimiento a las metas señaladas, el documento se estructura en tres capítulos:

Capítulo 1. Estado de conservación del río Chenche en su cuenca media – alta (Coyaima, Tolima)

Capítulo 2. Representaciones sociales del estado de conservación del río Chenche en su cuenca media – alta (Coyaima, Tolima)

Capítulo 3. Aproximación a la salud actual del río Chenche en su cuenca media – alta: convergencias y divergencias entre las perspectivas ecológica y social

El tercer capítulo pretende definir algunas estrategias que busquen el consenso entre el uso y la preservación a largo plazo de los servicios ecosistémicos del río Chenche.

Pregunta de Investigación

PRINCIPAL: ¿Cuál es la salud actual del río Chenche en su cuenca media – alta, evaluada mediante las perspectivas ecológica y social?

SECUNDARIAS:

1. ¿Cuál es el estado actual de conservación del río Chenche en su cuenca media-alta (Coyaima)?
2. ¿Cuáles son las representaciones sociales del estado de conservación de la cuenta media-alta del río Chenche al interior del pueblo indígena Pijao?
3. ¿Cómo se relacionan las representaciones sociales del estado de conservación de la cuenca media-alta del río Chenche con la salud ecológica del ecosistema fluvial?

Objetivos

GENERAL: Determinar la salud actual del río Chenche en su cuenta media – alta mediante la integración de las perspectivas ecológica y social.

ESPECÍFICOS:

1. Determinar el estado actual de conservación del río Chenche en su cuenca media-alta (Coyaima).

2. Describir las representaciones sociales del estado de conservación de la cuenca media-alta del río Chenche al interior del pueblo indígena Pijao.
3. Analizar las convergencias y divergencias entre los conocimientos sobre el estado de conservación del río Chenche en su cuenca media-alta proporcionados por las perspectivas ecológica y social.

1.Estado de conservación del río Chenche en su cuenca media – alta (Coyaima, Tolima).

1.1 Resumen

En este capítulo se presenta la evaluación de la calidad ambiental de la cuenca media-alta del río Chenche en el municipio de Coyaima, Tolima, mediante características físicas, químicas y biológicas de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos. Los resultados obtenidos permitieron definir los sitios de mejor y menor calidad ambiental, teniendo en cuenta la importancia de la integración de las diferentes variables seleccionadas, entre las cuales las más determinantes para la diferenciación fueron las fracciones del sustrato (limos, arcillas, arenas y gravas), el caudal, la materia orgánica (medida a través de la DBO₅), el índice de diversidad de Shannon, el índice BMWP/Col, el índice ASPT y el índice de familias de Hilsenhoff. El impacto del embalse y sus aguas se evidenció claramente, especialmente en la estación más cercana ubicada sobre el río Chenche aguas abajo del mismo. Igualmente, se concluyó que las quebradas Hilarco y Guaguarco constituyen una importante fuente de información como sistemas lóticos de referencia con respecto al río Chenche.

1.2 Introducción y marco teórico

El uso de las características de las comunidades biológicas como herramienta para determinar la afectación de las actividades humanas sobre los ecosistemas de agua dulce no es un método reciente en el área de la ecología. Ya desde inicios de siglo XX algunos investigadores como Kolkwitz & Marsson (1908) basaron sus estudios en este tipo de acercamiento. A partir de ese momento, numerosas investigaciones en el área de la ecología han evidenciado los requerimientos específicos de diversos organismos en relación con las características físicas y químicas del agua. Entre las diferentes comunidades estudiadas, aquellas especies que han demostrado rangos de preferencia más restringidos, es decir, una mayor sensibilidad al cambio en las condiciones ambientales, se han considerado como los mejores bioindicadores.

Los macroinvertebrados acuáticos constituyen una de las comunidades hidrobiológicas más comúnmente utilizadas en los estudios de bioindicación (Rosenberg & Resh, 1993),

debido a sus características ecológicas: presentan una gran abundancia y una amplia diversificación en los sistemas de agua dulce, tienen ciclos de vida suficientemente largos como para estar expuestos a diferentes tipos de alteraciones, son organismos sedentarios, por lo que en general su presencia se relaciona con la condición del lugar en el que se encuentran, son de fácil colecta y colonizan gran cantidad de ambientes lóticos y lénticos (Rosenberg & Resh, 1993). Además, tienen un importante papel en el flujo de energía de los ecosistemas acuáticos, en donde son el eslabón entre productores primarios y depredadores superiores en la red trófica (Power, 1990; Gray, 1993; Shiel *et al.*, 1998; Huryn, 1998). Por otra parte, colaboran en la descomposición de la hojarasca presente en el lecho del río, favoreciendo de esta manera el ciclaje de nutrientes (Covich *et al.*, 1999).

Entre las investigaciones más relevantes que se han realizado en torno a la bioindicación con macroinvertebrados acuáticos, se encuentra el trabajo de Kolkwitz & Marsson (1908), quienes desarrollaron un índice sapróbico basado en estos organismos. Otros científicos europeos y norteamericanos continuaron esta línea de investigación, procurando desarrollar modelos que permitieran abordar el tema de una manera común. Se plantearon nuevos índices como el Biological Monitoring Working Party (BMWP) en Inglaterra (Armitage *et al.*, 1983), el cual ha sido utilizado y adaptado en gran cantidad de estudios posteriores. En Estados Unidos estas investigaciones se iniciaron durante la época de los años 50. Índices como el Family Biotic Index (FBI) planteado por Hilsenhoff (1988), los índices multimétricos de varios autores (Plafkin *et al.*, 1989; Barbour *et al.*, 1999) y, en las últimas décadas, los índices de integridad biológica (IIB) (Karr & Chu, 1999), son muy utilizados y se han adaptado en diferentes región del mundo.

En Colombia, los primeros estudios con macroinvertebrados acuáticos se llevaron a cabo en la década de los 70 (Roldán *et al.*, 1973; Pérez & Roldán, 1978), los cuales fueron de gran importancia para evidenciar el vacío existente con respecto a la taxonomía de estos individuos en el territorio nacional. Desde ese momento se han desarrollado diversas investigaciones en taxonomía, ecología y bioindicación de macroinvertebrados, entre las cuales se destacan aquellas realizadas por Roldán *et al.* (1973) en el departamento de Antioquia, Zamora (1996; 2002; 2010) en la costa pacífica y el piedemonte amazónico, Casas - Córdoba *et al.* (2006) en el Chocó, Chará-serna *et al.* (2010; 2012) en la

ecorregión cafetera, Rodríguez-Barrios *et al.* (2011) en la Sierra Nevada de Santa Marta y Rincón (1996; 1999), Romero *et al.* (2006) y Donato-Rondón *et al.* (2010) en la región andina.

Específicamente en el departamento del Tolima, en donde se desarrolla la presente investigación, se destacan los estudios realizados por Guevara-Cardona *et al.* (2007), Guevara-Cardona *et al.* (2007) Guevara *et al.* (2005), Arias-Díaz *et al.* (2007), Vásquez-Ramos & Reinoso-Flórez (2012) y Forero-Céspedes *et al.* (2012), los cuales se localizaron en las cuencas de los ríos Prado, Coello, Venadillo, Alvarado, Hereje, Cambrín y Opia. La cuenca del río Chenche aún no ha sido explorada desde esta óptica de investigación, a pesar de que constituye una fuente hídrica de importancia en la región, teniendo en cuenta los múltiples servicios ambientales que provee a las poblaciones de los municipios de Coyaima, Saldaña y Purificación. Además, se encuentra en un contexto bastante particular debido a las fuertes intervenciones de las que ha sido objeto en las últimas décadas como parte fundamental en el funcionamiento del Distrito de Riego Triángulo del Tolima (DRTT).

Entre los principales disturbios que ha experimentado el río Chenche se encuentra la construcción del embalse Zanja Honda en su cuenca media - alta, cuya construcción y llenado fue culminado a finales del año 2015. De acuerdo con lo anterior, la presente investigación busca hacer una primera aproximación al estado de conservación del río Chenche en torno al embalse Zanja Honda, mediante el uso de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad.

1.3 Materiales y métodos

1.3.1 Área de estudio

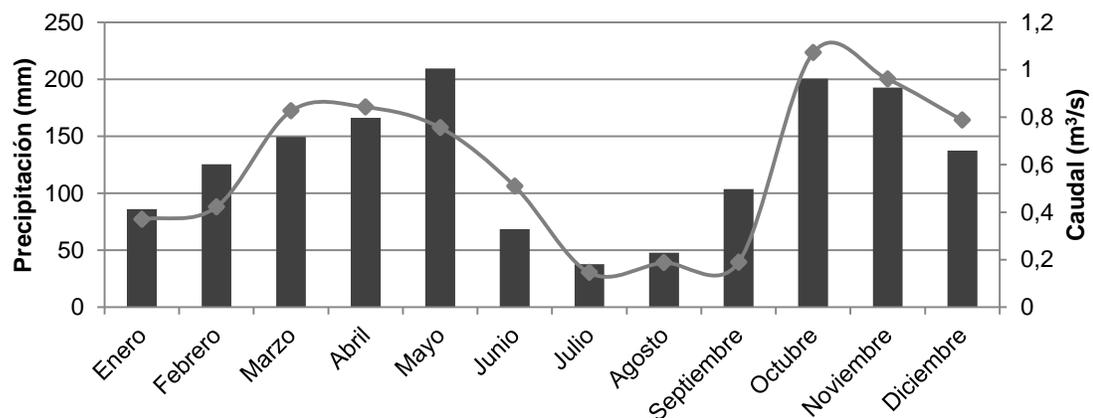
El río Chenche es una de las fuentes hídricas naturales más importantes del municipio de Coyaima, dada su extensión y la magnitud de su cuenca. Nace en el sitio denominado Loma Managrande (900 msnm) al sur del municipio y desemboca en el río Magdalena (200 msnm) en jurisdicción de Purificación (CORTOLIMA - Alcaldía Municipal de Coyaima, 2011), después de un recorrido de 54,5 km, abarcando un área total de 29.800,40 ha. Este río hace parte del sistema hidrográfico del alto Magdalena y se

encuentra ubicado entre las cuencas de Saldaña al Occidente y Prado al Oriente (Cortolima, 2013) (Tabla 1-1).

El comportamiento del régimen de precipitación en el municipio es bimodal, es decir, con dos periodos secos y dos periodos de lluvias durante el año (Figura 1-1). La primera época de lluvias se registra de marzo a mayo, siendo este último el mes de mayor precipitación (209 mm), en tanto que la segunda ocurre en octubre y noviembre, con el primero de ellos como el mes de mayor pluviosidad (200 mm). Por otro lado, la primera temporada de sequía se presenta de junio a agosto, con julio como el mes más seco con 38 mm de precipitación, mientras que la segunda temporada ocurre en enero y febrero, en la cual el primer mes es el más seco (86 mm).

El comportamiento del caudal del río Chenche antes de la intervención de la construcción del muro de contención, se relaciona moderadamente con el régimen de precipitación de Coyaima (Pearson $r=0,66$; $p<0,05$ $n=213$), tal como se observa en la Figura 1-1. Aunque se esperarían encontrar una mayor correlación entre estas dos variables, dado que este río nace al interior del municipio, la baja densidad de estaciones meteorológicas ubicadas aguas arriba del punto de registro de las variables hidrométricas dificulta el análisis en este caso (Figura 1-3).

Figura 1-1 Medias mensuales multianuales del caudal (línea continua) del río Chenche aguas arriba de la zona de intervención (1985-2002), y de la precipitación (barras) (1967-2009) en Coyaima, Tolima.

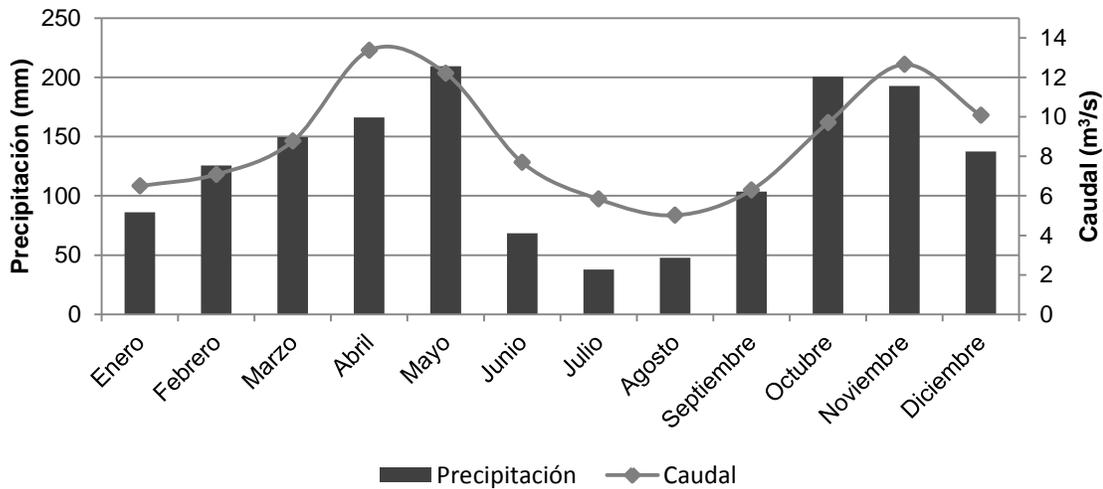


Fuente: IDEAM. Las estaciones del IDEAM de las cuales se obtuvieron los datos, corresponden a las señaladas en el Figura 1-3.

Actualmente no se encuentran a disposición los datos del caudal o el nivel del río Chenche en zonas ubicadas aguas abajo de la intervención del embalse después de su reciente llenado (año 2015). Sin embargo, es importante resaltar que desde el año 1996 el cauce del río fue intervenido por la construcción de un muro para la regulación de crecientes, el cual es actualmente el mismo muro de contención del embalse que hasta el año 2017 entró en operación. Teniendo en cuenta lo anterior, se revisaron los datos existentes para el caudal (años 1967 a 2015) correspondientes a la estación hidrométrica Purificación 1 (Figura 1-3), y se encontró que en general se han mantenido los picos anuales característicos de las épocas de aguas altas y bajas, aún después de la construcción del muro.

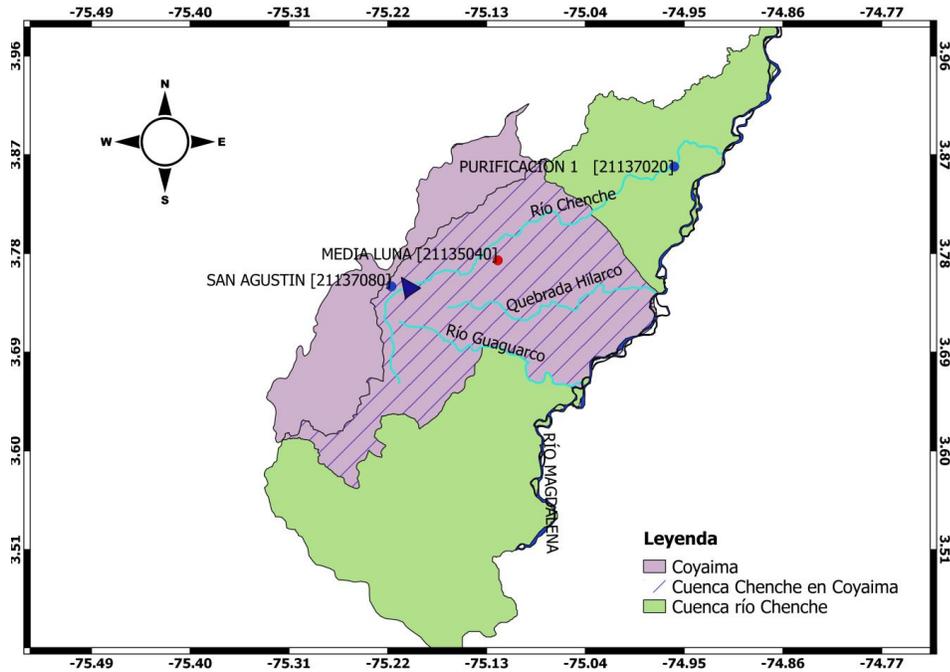
Por otra parte, los promedios mensuales multianuales del caudal del río Chenche aguas abajo del muro (posterior al embalse) y de la precipitación aguas arriba de esta zona presentan una alta correlación (Pearson $r=0,75$; $p=<0,05$ $n=493$).

Figura 1-2 Medias mensuales multianuales del caudal (línea continua) del río Chenche aguas abajo de la zona de intervención (1965-2015), y de la precipitación (barras) (1967-2009) en Coyaima, Tolima.



Fuente: IDEAM. Las estaciones del IDEAM de las cuales se obtuvieron los datos, corresponden a las señaladas en el Figura 1-3.

Figura 1-3. Estaciones del IDEAM localizadas al interior de la cuenca del río Chenche utilizadas para el análisis de información multianual de caudales y precipitación. Puntos azules: estaciones hidrométricas, punto rojo: estación meteorológica. Triángulo azul: actual embalse.

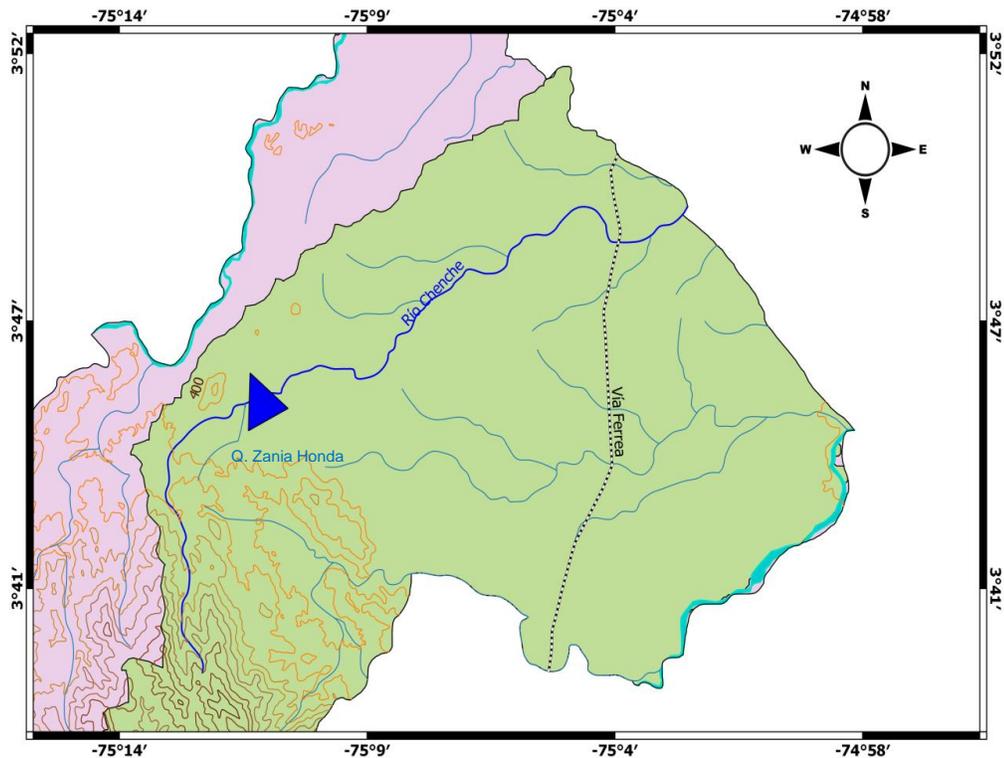


Fuente: Elaboración propia. Software libre QGis V. 2.14.0. Ver descripción de metodología en sección 1.3.2. Escala espacial: selección de estaciones de muestreo.

▪ Características morfológicas de la cuenca

El cauce del río Chenche se caracteriza por ser amplio desde su nacimiento hasta la línea férrea (ver Mapa 1-2). Posteriormente se angosta, razón por la cual se presentan inundaciones en este último sector durante las temporadas lluviosas. En su recorrido el régimen de flujo varía desde torrencial en la parte alta de la cuenca, que se encuentra entre el nacimiento y la desembocadura de la quebrada Zanja Honda (18 km; 48 km²; pendiente media ponderada del 2%), hasta tranquilo, desde este último punto hasta su salida del territorio municipal (25 km; 157 km²; pendiente media ponderada del 0,15%) (SNC LAVALIN International & INAT, 1998) (Figura 1-4).

Figura 1-4. Curvas de nivel, confluencia de la quebrada Zanja Honda al río Chenche y vía Ferrea.



Fuente: Elaboración propia. Software libre QGis V. 2.14.0. Ver descripción de metodología en sección 1.3.2. Escala espacial: selección de estaciones de muestreo.

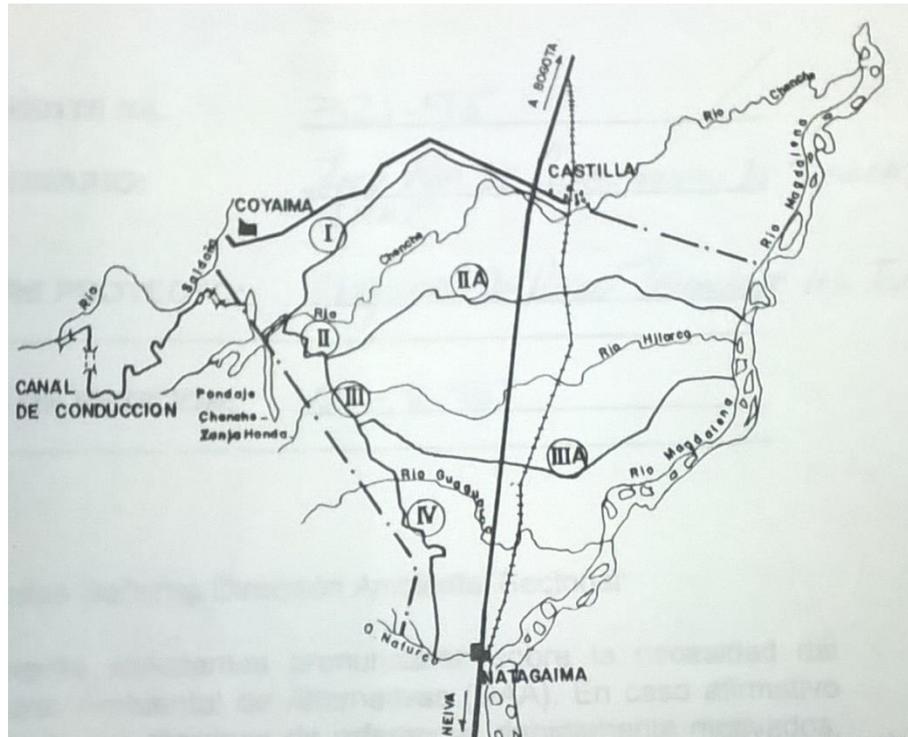
- **La cuenca del río Chenche como elemento fundamental del Distrito de Riego Triángulo del Tolima (DRTT)**

El Distrito de Riego Triángulo del Tolima (DRTT) constituye uno de los proyectos a gran escala más importantes de su clase en el territorio colombiano, debido al impacto ambiental que tendrá sobre un considerable porcentaje de la población de tres de los municipios más pobres del sur del departamento del Tolima y a la incidencia que se espera tenga sobre el desarrollo rural de la región.

Desde los años 60, época en que el sector eléctrico identificó proyectos de desarrollo múltiple basados en el potencial de regulación de algunas corrientes hídricas, se descubrió en la cuenca del río Saldaña una zona de más de 10.000 ha, la cual incluye los valles de los ríos Chenche, Hilarco y Guaguarco (Figura 1-5), con un alto potencial agrícola por la calidad de sus suelos. Sin embargo estos se habían subutilizado debido

principalmente al déficit de agua para riego (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, n.d.).

Figura 1-5. Esquema general del proyecto Triángulo del Tolima.



Fuente: Documento del expediente LAM-1020, Distrito de Riego Triángulo del Tolima. Agencia Nacional de Licencias Ambientales.

A partir de esa época comenzaron las actividades de gestión y construcción del DRTT, que hasta el momento han avanzado en el desarrollo de una gran proporción de las dos fases principales planeadas para la ejecución del mismo. La Fase I comprendió las obras del sistema de conducción principal (captación, túnel, conducción y esclusor de sedimentos) y la Fase II corresponde al área misma del distrito de riego (canales principales, secundarios e intermediales) (INCODER, n.d.), de la cual se han construido en su totalidad hasta la fecha los canales principales.

Además de las obras anteriores, el embalse de Zanja Honda constituye un elemento fundamental en el desarrollo del megaproyecto DRTT (Tabla 1-1), debido a su función como regulador del drenaje hacia las zonas de riego y de las inundaciones ocasionadas por las crecientes del río Chenche durante las épocas de lluvias (INAT, 1995). En este

lugar confluyen el agua del río Saldaña tomada en la zona de bocatoma y transportada a través del canal conductor, el agua del río Chenche y el de su principal afluente, la quebrada Zanja Honda, pues el embalse fue construido sobre el cauce del río unos metros aguas abajo de la confluencia con dicha quebrada.

La construcción del embalse ha tenido dos fases principales. La primera, entre los años 1997 y 2000, durante los cuales el INAT llevó a cabo la construcción de un muro de contención sobre el cauce del río Chenche, y la segunda, durante los años 2014 y 2015, momento en el que se terminó la construcción de las demás estructuras necesarias para el funcionamiento del embalse y se inundó el territorio destinado para el mismo.

Tabla 1-1. Características generales de la cuenca del río Chenche y el embalse Zanja Honda.

| Características cuenca río Chenche | |
|--|--|
| Nacimiento | Loma Managrande (900 msnm) |
| Desembocadura | Río Magdalena en Purificación (200 msnm) |
| Recorrido total (km) | 54,5 |
| Área total (ha) | 29.800,40 |
| Características embalse Zanja Honda | |
| Altura de la presa (m) | 31 |
| Capacidad máxima de almacenamiento (Hm³=millones de m³) | 25 |
| Área inundada (ha) | 460 |

Fuente: CORTOLIMA - Alcaldía Municipal de Coyaima, 2011, Cortolima, 2013, FONADE, 2014, Laverde, 2016.

1.3.2 Escala espacial: selección de estaciones de muestreo

Se caracterizó el ecosistema a una escala de microcuenca mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG). La plataforma utilizada para el análisis de la información y elaboración de los mapas fue Quantum Gis (QGIS), proyecto oficial de Open Source Geospatial Foundation (OSGeo), licenciado bajo GNU – General Public License. Las capas (archivos.shp) utilizadas para el análisis (municipios, microcuencas, sistemas de drenaje, estaciones hidrométricas y meteorológicas, curvas de nivel, resguardos indígenas) se obtuvieron de las bases de datos online de las diferentes entidades nacionales que las administran (SIGOT, IDEAM).

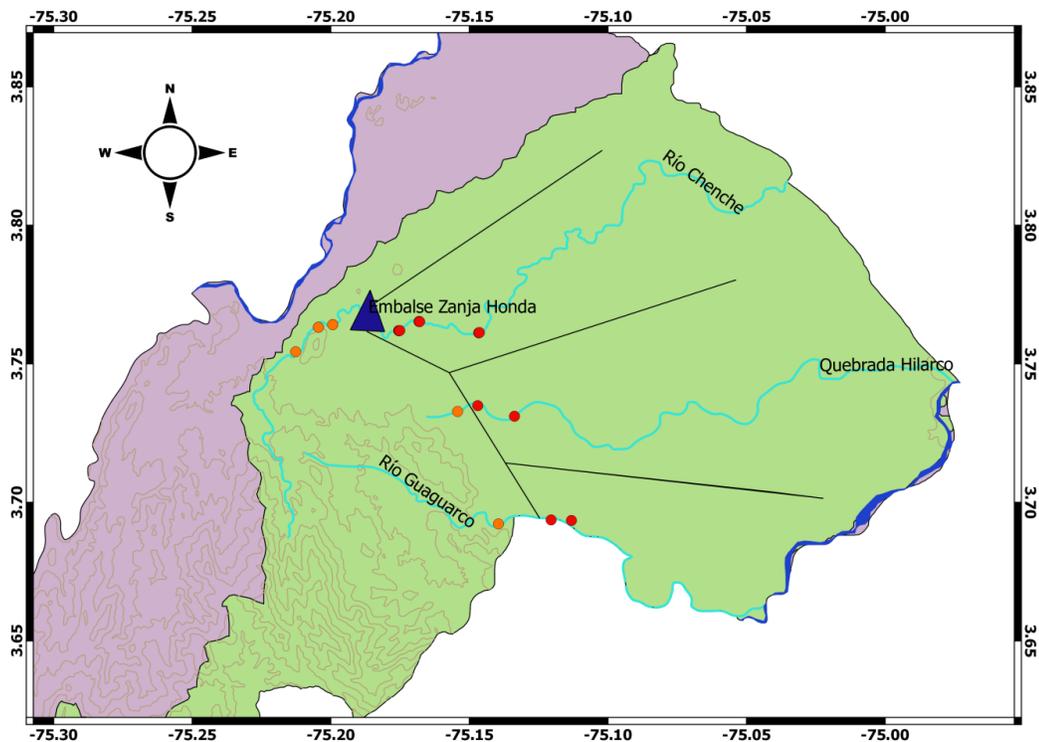
Además de obtener la información secundaria necesaria para este proceso, se realizaron visitas de campo entre los meses de febrero y marzo de 2016 con el objetivo de corroborar lo obtenido a través de los SIG. Las capas de las estaciones de muestreo y del embalse Zanja Honda se generaron a partir de su georeferenciación durante el trabajo de campo. Con base en esta aproximación se seleccionaron seis tramos aledaños al embalse Zanja Honda (tres aguas arriba y tres aguas abajo del mismo) con el fin de determinar los cambios en las variables químicas, físicas y biológicas del río en relación con la presencia del embalse.

De otra parte, con el objetivo de suministrar información adicional sobre el posible estado de conservación del río sin el efecto directo del embalse, se seleccionaron algunas estaciones en sistemas lóticos que hicieran parte de la cuenca (condiciones geomorfológicas, hidrológicas y régimen de precipitación equivalentes) y de magnitud similar. Estas fuentes hídricas fueron las quebradas Hilarco y Guaguarco.

En cada una se escogieron tres puntos de muestreo; el primero denominado aguas arriba de la zona de intersección del canal del distrito de riego con la fuente hídrica, debido a que durante la visita a la zona se determinó que después de estos sitios es común el vertimiento de agua proveniente del embalse a las quebradas, la cual es re-direccionada para ser usada en el riego de algunos cultivos aledaños. Dado lo anterior se definieron dichas estaciones aguas arriba con el fin de eliminar este factor de intervención. Los otros dos puntos en cada quebrada se ubicaron inmediatamente después de la zona de intersección entre el canal y la fuente hídrica (entre 100 y 500m de distancia) y posteriormente a 2 – 4 km aguas abajo.

De acuerdo con lo anterior, las condiciones de referencia en el presente estudio se establecieron según lo define Acosta *et al.* (2009), seleccionando estos lugares teniendo en cuenta la ausencia de posibles impactos negativos esperados de actividades antrópicas evidentes, como es el caso del embalse y la deriva de sus aguas a otras fuentes de agua como Guaguarco e Hilarco. Por tanto, las estaciones de referencia están representadas por los puntos ubicados aguas arriba de la intervención en las tres fuentes de agua (Figura 1-6).

Figura 1-6. Diseño experimental. Estaciones de referencia (círculos naranja), estaciones afectadas (círculos rojos). Los canales del distrito de riego se muestran con líneas negras. El triángulo azul representa al embalse Zanja Honda.



Fuente: Elaboración propia. Software libre QGis V. 2.14.0. Ver descripción de metodología en sección 1.3.2. Escala espacial: selección de estaciones de muestreo.

1.3.3 Escala temporal: selección de momentos de muestreo

Teniendo en cuenta la importancia del clima como factor natural determinante en los regímenes de caudales en los ríos, el muestreo hidrobiológico se desarrolló en los momentos contrastantes de aguas bajas (agosto – estiaje) y aguas altas (diciembre – lluvias) durante el segundo semestre de 2016.

1.3.4 Muestreos

- **Macroinvertebrados acuáticos**

En los dos periodos de monitoreo y en cada estación seleccionada se definió un tramo longitudinal correspondiente a cinco veces el ancho de la lámina de agua. En dicho segmento se escogieron diez puntos para el muestreo de la comunidad de

macroinvertebrados acuáticos, procurando abarcar los diferentes microambientes existentes: rápidos, hoyas, zonas de ribera, zonas de hojarasca o con presencia de macrófitas. Lo anterior con el fin de obtener una comunidad representativa de los diversos ambientes existentes en el tramo.

Para la colecta de los macroinvertebrados acuáticos en cada punto se utilizó una red Surber de 250 μm de poro de red. Esta se ubicó a contracorriente, mientras con las manos se removió y limpió cuidadosamente el sustrato del lecho enmarcado por el recuadro metálico de la red, cuya área fue de 0,09 m^2 . La muestra colectada en la red se dispuso en frascos plásticos de 250 ml y se preservó con etanol al 95% para su traslado al laboratorio de Limnología de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) Sede Bogotá. Allí se limpió cada una de las muestras y se identificaron los macroinvertebrados acuáticos hasta el nivel de género o morfoespecie mediante el uso de un estereoscopio Carl Zeiss GmbH y las claves taxonómicas de Pennak, 1953, McCafferty, 1983, Mc.Alpine et al., 1993, Lopretto & Tell, 1995, Merrit & Cummins, 1996, Wiggins, 1996, Fernández & Domínguez, 2001; Pes et al., 2005 y Domínguez & Fernández, 2009.

- **Variables hidrológicas, físicas y químicas**

En cada tramo seleccionado para el muestreo de los macroinvertebrados acuáticos se midieron algunas condiciones hidrológicas, físicas y químicas del agua. En primera instancia, se escogieron tres segmentos transversales para las mediciones de profundidad (vara metrada) y velocidad (caudalímetro Global Water 94303), con el fin de determinar posteriormente el valor del caudal (área transversal por velocidad). Con una sonda multiparamétrica Hach HQ40D se midieron *in situ* en diez puntos elegidos al azar las variables de temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto, saturación de oxígeno, sólidos disueltos totales y potencial redox. La transparencia horizontal se determinó mediante el uso de un periscopio y un disco Secchi en un segmento del tramo sin presencia de obstáculos y con la profundidad adecuada.

Para la evaluación espectrofotométrica de los nutrientes (nitritos, nitratos, ortofosfatos, nitrógeno amoniacal y sulfatos), y gravimétrica de los sólidos suspendidos totales (SST), los sólidos volátiles totales (SVT) y los sólidos inorgánicos totales (SIT), se tomaron muestras de agua en frascos de vidrio de 250 mL, las cuales se refrigeraron hasta su

traslado al Laboratorio de Ecología de la UNAL. Cada muestra se filtró al vacío en filtro de fibra de vidrio (Whatman GF/C 47mm); el agua filtrada se utilizó para los análisis espectrofotométricos en un equipo Hach DR2800. Los filtros se secaron a 105 °C durante 48 horas para determinar los SST y luego se incineraron en mufla a 400°C por un lapso de 2,5 horas para la determinación de los SIT y los SVT.

Para el análisis de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO_5) se tomaron muestras de 1 L de agua en frascos plásticos en cada estación, los cuales se refrigeraron hasta su traslado al Laboratorio de Ecología de la UNAL. Posteriormente, cada muestra se saturó por agitación, luego se midió la concentración de oxígeno con el kit HI3810 Dissolved Oxygen Test Kit - Hanna Instruments. Para la incubación se vertió cada muestra saturada en botellas para DBO de 300 ml (una réplica por muestra) que se colocaron en una incubadora por 5 días a una temperatura de 20°C. Después de la incubación se midió nuevamente la concentración de oxígeno disuelto y se realizaron los cálculos respectivos para la determinación de la DBO_5 .

Para la evaluación de la granulometría de los fondos blandos del río se tomó una muestra por estación y tramo con un nucleador de sedimentos (tuvo de PVC de 2 pulgadas de diámetro y 1 m de largo) introduciéndolo 5-10 cm para extraer la porción superficial del sedimento (aproximadamente 1 kg), la cual se almacenó en bolsas resellables para su traslado al Laboratorio de Ecología de la UNAL. El contenido de cada muestra se dispersó en papel periódico y se dejó secar durante varios días. La muestra seca se pesó (peso inicial) en una balanza y se tamizó para separar las fracciones de grava fina (mayor a 4 mm), grava muy fina (2 – 4 mm), arena media y gruesa (2 – 0,25 mm) y limos arcillas y arenas finas (menor a 0,25 mm), según el sistema de clasificación de (Wentworth, 1922). Los pesos de cada fracción se transformaron a porcentaje con respecto al peso inicial de la muestra.

En la Tabla 1-2 se encuentra el resumen de las variables físicas y químicas analizadas en la presente investigación.

Tabla 1-2. Variables físicas y químicas registradas en cada tramo (estación de muestreo) durante los periodos hidrológicos de estiaje y lluvias.

| No. | Variables | Unidad | Material y/o Método |
|-----|--|----------------------|---|
| 1 | *Caudal | m ³ /s | Caudalímetro Global Water 94303 |
| 2 | *Temperatura del agua | °C | |
| 3 | *Conductividad | µS/cm | |
| 4 | *Oxígeno disuelto | mg/L | Sonda multiparamétrica Hach HQ40D |
| 5 | *pH | Unidades | |
| 6 | *Saturación de oxígeno | % | |
| 7 | *Sólidos Disueltos Totales | mg/L | |
| 8 | *Potencial rédox | Mv | |
| 9 | *Transparencia | Cm | Periscopio y disco Secchi |
| 10 | Sólidos Suspendidos Totales | mg/L | Filtros de vidrio (Whatman GF/C 47mm) y balanza analítica (Precisa XT 220A) |
| 11 | Sólidos Inorgánicos Totales | mg/L | |
| 12 | Sólidos Volátiles Totales | mg/L | |
| 13 | DBO ₅ | mg O ₂ /L | Incubadora refrigerada Kasai y HI3810 Dissolved Oxygen Test Kit - Hanna Instruments |
| 14 | Nitratos | mg/L | Espectrofotómetro Hach DR2800 |
| 15 | Nitritos | mg/L | |
| 16 | Nitrógeno amoniacal | mg/L | |
| 17 | Sulfatos | mg/L | |
| 18 | Ortofosfatos | mg/L | |
| 19 | Granulometría de fondos blandos: grava fina, grava muy fina, arena media y gruesa, limos arcillas y arenas finas | % | Nucleador de sedimentos, tamices y balanza (Ohaus Adventurer TM) |

* Variables medidas *In Situ*.

1.3.5 Valoración del hábitat fluvial y la vegetación ribereña

El estado ecológico de cada tramo seleccionado en las tres fuentes hídricas evaluadas, se estableció con el índice de calidad de hábitat fluvial – IHF (Pardo *et al.*, 2002) modificado por Acosta *et al.* (2009) para ríos andinos. Este índice valora para cada estación una serie de características del hábitat fluvial agrupadas en siete categorías, las cuales se relacionan con la capacidad que tiene el ecosistema para albergar una determinada comunidad biológica. En general, valores menores a 40 reflejan hábitats insuficientes o precarios para el desarrollo de comunidades bentónicas diversas (Pardo *et al.*, 2002).

Por otra parte, para la valoración del estado general de la vegetación ribereña, se utilizó el índice de calidad de la vegetación de ribera Andina (QBR-And) para comunidades arbóreas (Tipo 3) propuesto por Acosta *et al.* (2009). Los apartados de este índice permitieron valorar las siguientes cualidades: grado de cubierta de la ribera, estructura de la cubierta, calidad de la cubierta y grado de naturalidad del canal fluvial. El máximo valor posible para este índices es de 100, el cual indica una ribera perfectamente conservada.

En los Anexos A y B se presentan las plantillas utilizadas para la estimación de los índices mencionados.

1.3.6 Tratamiento estadístico y numérico

En primera instancia, se utilizó la estadística descriptiva con el fin de evaluar las variables físicas, químicas y biológicas mediante gráficos que permitieron evidenciar el comportamiento por separado de cada una de ellas en las diferentes estaciones y periodos de estudio.

Posteriormente, se utilizaron técnicas de ordenación multivariante para la exploración conjunta de las variables. En un primer momento se realizó una matriz de correlaciones con el programa PAST v.2.17c para eliminar de los análisis exploratorios las variables redundantes, es decir, aquellas fuertemente correlacionadas entre sí ($r > 0,90$). Para la ordenación se tuvieron en cuenta métodos de análisis indirecto de gradiente con base en álgebra matricial, como el Análisis de Componentes Principales - ACP (respuesta lineal) y el Análisis de Correspondencia Sin tendencias - DCA (respuesta unimodal); y métodos basados en distancias como el Escalamiento Multidimensional No Métrico - NMDS. Igualmente, se exploraron los datos con un Análisis de Correspondencia Canónica - ACC, método de análisis directo de gradiente de respuesta unimodal (García-berthou *et al.*, 2009).

El ACP se llevó a cabo con el objetivo de explorar la relación entre las variables físicas y químicas y las diferentes entidades estudiadas (estaciones en los diferentes periodos de muestreo de estiaje y lluvias). En dicho análisis se excluyeron las variables poco representadas o que menos aportaran a la variabilidad conjunta, simplificando de esta manera el resultado final.

Por otra parte, el ACD (Hill & Gauch, 1980) se utilizó para evaluar la relación entre la composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos y las diferentes entidades. Este análisis se ha utilizado con frecuencia en las últimas décadas, pues ha demostrado su sensibilidad a las diferencias entre muestras biológicas y la consistencia en la ordenación de las especies en relación a su significado ecológico (Leland *et al.*, 1986).

El análisis exploratorio continuó mediante el método NMDS, se utilizó con el fin de detectar gradientes en la comunidad de macroinvertebrados acuáticos. Un aspecto favorable de esta técnica es que permite relacionar los ejes que resultan de la ordenación con las variables ambientales, lo que facilita analizar de manera indirecta la influencia de los parámetros físicos y químicos sobre la matriz de sitios vs especies, que constituye la base de la ordenación. Debido a que se trabajan datos biológicos, la distancia más utilizada es la de Bray Curtis en vez de la Eucliana, empleada en otros métodos.

El Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) permitió ordenar de manera conjunta las variables físicas y químicas, la composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y las diferentes entidades (estaciones en los diferentes periodos de muestreo). La significancia de la relación entre las variables ambientales y biológicas se evaluó mediante el test Montecarlo (999 permutaciones).

Se determinaron los índices biológicos de diversidad de Shannon, riqueza de Margalef, dominancia de Simpson y equitatividad de Pielou (Magurran, 2004), los índices de calidad basados en macroinvertebrados BMWP/Col y ASPT (Roldán, 2003), EPT (Lenat, 1988), ÍBF (Hilsenhoff, 1988), así como las abundancias totales y relativas de organismos depredadores y tolerantes (quironómidos), con el fin de evaluar su relación con los diferentes lugares y con las variables ambientales que las caracterizan. La posible redundancia de los mismos se evaluó mediante una matriz de correlación de Spearman. Posteriormente se realizó un ACP con los índices resultantes con el fin de determinar la ordenación de las estaciones en términos de calidad ambiental.

1.4 Resultados

Es importante resaltar que durante la época de estiaje, los puntos ubicados aguas arriba (estaciones de referencia) en cada sistema lótico evaluado en el estudio (Chenche, Hilarco y Guaguarco) se encontraron secos debido al intenso verano en la zona. El agua presente en los puntos localizados aguas abajo durante dicho periodo corresponde a la influencia directa del embalse en el caso del río Chenche e indirecta o de lluvias dispersas en los casos de las quebradas Hilarco y Guaguarco.

1.4.1 Variables físicas y químicas

Las variables físicas y químicas medidas durante el estudio, tanto en época de lluvias como en estiaje, y en los diferentes puntos seleccionados sobre los tres sistemas lóticos evaluados se presentan en los anexos C (matriz) y D (figuras).

- **Variables *in situ***

La temperatura en general presentó valores que oscilaron entre un mínimo de 21,6°C y un máximo de 30,8°C. No se observaron mayores variaciones entre temporadas de monitoreo, sistemas lóticos o estaciones aguas arriba y abajo de la influencia directa o indirecta del embalse.

La conductividad obtuvo los valores más altos durante la temporada de lluvias en el río Chenche (80,6 $\mu\text{S/cm}$), en tanto que en las quebradas Hilarco y Guaguarco los mayores registros se presentaron en la época de estiaje (99,3 y 194,9 $\mu\text{S/cm}$). La quebrada Guaguarco presentó valores notablemente más altos durante todo el monitoreo (sobre 100 $\mu\text{S/cm}$) en comparación con los demás sistemas lóticos. De otra parte, los puntos de referencia ubicados sobre el río Chenche obtuvieron valores bajos (35,8 $\mu\text{S/cm}$) en comparación con aquellos ubicados aguas abajo del embalse (80,6 $\mu\text{S/cm}$), en tanto que en las quebradas Hilarco y Guaguarco se observó el comportamiento contrario.

El pH presentó poca fluctuación tanto entre momentos de muestreo como entre las tres fuentes hídricas y entre los puntos aguas arriba y abajo de la intervención. En general, los valores oscilaron entre un mínimo de 5,55 y un máximo de 7,66. Los valores más bajos se presentaron en las estaciones de referencia ubicadas aguas arriba sobre el río Chenche, con un promedio de 6,0.

En cuanto al oxígeno disuelto, se observó en todas las estaciones una concentración mayor durante la época de lluvias (entre 5,93 y 8,11 mg O₂/L). En el río Chenche y en la quebrada Guaguarco los valores más bajos se presentaron en las estaciones ubicadas aguas abajo de la intervención, en tanto que en la Q. Hilarco se observó el comportamiento contrario. La saturación de oxígeno presentó las mismas tendencias que el oxígeno disuelto, con valores que oscilaron entre 58,8 y 100,9%.

Los sólidos disueltos totales obtuvieron los mayores registros durante la época de aguas bajas (entre 36,4 y 93,29 mg/L), con la única excepción correspondiente a la estación ubicada inmediatamente después del embalse sobre el río Chenche. De los tres sistemas lóticos, la quebrada Guaguarco fue la que presentó los mayores reportes en ambos momentos de monitoreo, los cuales fueron superiores a 55 mg/L en todos los casos. Es importante resaltar que en el río Chenche se evidencia un aumento considerable de SDT inmediatamente después del embalse, el cual tiende a disminuir aguas más abajo.

- **Sólidos suspendidos totales, nutrientes, DBO₅ y fracciones del sustrato blando**

Para los sólidos suspendidos totales ocurrió un considerable incremento durante la época de lluvias en la mayoría de sistemas y estaciones (valores entre 2,27 y 157,35 mg/L). La única excepción fue la estación ubicada a 100m aguas abajo sobre la quebrada Guaguarco, que alcanzó un valor de 410,8 mg/L durante el estiaje. También se evidencia en las tres fuentes hídricas un aumento de estos sólidos en los puntos ubicados inmediatamente después de la zona de influencia directa o indirecta de las aguas del embalse y una posterior reducción en las estaciones siguientes. Los puntos de referencia mantuvieron cantidades menores en la mayoría de los casos, con la única excepción correspondiente al sitio ubicado a 4km aguas arriba sobre el río Chenche, que obtuvo un valor de 130 mg/L. Para los sólidos totales, los sólidos inorgánicos totales y los sólidos volátiles totales se observó un comportamiento similar. En general, la mayor fracción de sólidos suspendidos correspondió a partículas inorgánicas.

En cuanto a los sulfatos, su presencia se restringió a la época de lluvias, con valores que oscilaron entre 1,0 y 2,0 mg/L en la mayoría de estaciones, con excepción del punto ubicado a 4km aguas abajo sobre la quebrada Hilarco, en donde se obtuvo un reporte de 8,0 mg/L.

Los ortofosfatos fueron similares entre los dos momentos de monitoreo y entre sistemas y estaciones. Oscilaron entre 0,07 y 0,56 mg/L. Solamente en la estación ubicada a 4km aguas abajo sobre la quebrada Guaguarco se obtuvo un valor alto (3,29 mg/L), el cual se reportó en la época de estiaje.

Los nitritos presentaron una clara tendencia al incremento en la estación ubicada inmediatamente después del embalse sobre el río Chenche durante el estiaje, alcanzando un valor de 0,014 mg/L, que fue descendiendo paulatinamente en las estaciones posteriores. En las quebradas Hilarco y Guaguarco, en general aumentaron durante la época de lluvias.

Los nitratos oscilaron entre un mínimo de 0,40 mg/L y un máximo de 1,20 mg/L y presentaron los mayores reportes durante la época de lluvias (promedio=0,88 mg/L), con la única excepción del punto ubicado sobre la quebrada Guaguarco a 2km aguas abajo. Se evidenció un claro aumento de nitratos en el punto ubicado inmediatamente después del embalse sobre el río Chenche, donde pasaron de 0,60 mg/L (punto a 500m aguas arriba del embalse) a 1,10 mg/L (punto a 500m aguas abajo del embalse).

En cuanto al nitrógeno amoniacal, este aumentó durante la época de lluvias en el río Chenche y en la quebrada Hilarco, y se observó igualmente una mayor concentración aguas abajo en comparación con los puntos de referencia. Por otra parte, en la Q. Guaguarco ocurrió lo contrario. Los valores más altos se midieron en las estaciones ubicadas sobre el río Chenche, los cuales oscilaron entre 0,20 y 0,38 mg/L, en tanto que en las quebradas los valores estuvieron entre 0,06 y 0,26 mg/L.

En términos generales, la DBO₅ presentó los mayores valores durante la temporada de lluvias y en los puntos ubicados aguas abajo de las zonas de influencia directa e indirecta del agua del embalse en todos los sistemas lóticos evaluados. La única excepción fue la estación ubicada sobre el río Chenche a 4km aguas arriba del embalse, en donde se obtuvo el reporte más alto, correspondiente a 4,95 mg O₂/L.

En cuanto al sustrato blando del lecho en las diferentes entidades, se observó en general un mayor porcentaje de gravas finas y gruesas en las quebradas Hilarco y Guaguarco (mayor al 15%). Las arenas medias y gruesas fueron características en las tres fuentes hídricas y en los dos momentos de monitoreo, con porcentajes similares (mayores al 30%). Solo en el río Chenche durante la época de lluvias se evidenció una reducción de

estas arenas de mayor diámetro en el punto ubicado inmediatamente después del embalse, las cuales se incrementaron nuevamente aguas abajo. Los limos, arcillas y arenas finas presentaron los mayores registros en el río Chenche, especialmente en las tres estaciones localizadas aguas abajo del embalse (entre 25 y 46%), en tanto que en las quebradas Hilarco y Guaguarco dicha fracción osciló entre 1,4 y 19,0%.

- **Correlaciones y Análisis de Componentes Principales**

Las **correlaciones** evidenciaron una alta asociación positiva ($r > 0,90$) entre la conductividad y los sólidos disueltos totales; entre el oxígeno disuelto y el porcentaje de saturación de oxígeno; y entre los sólidos suspendidos totales y los sólidos inorgánicos y los volátiles. De acuerdo a lo anterior, con el fin de simplificar la información, en los análisis posteriores, solo se tuvieron en cuenta la conductividad, el oxígeno disuelto y los sólidos suspendidos totales.

Para efectos de los análisis exploratorios los nombres de las entidades de muestreo se resumieron en siglas y se asignaron colores para mayor claridad en la interpretación (Tabla 1-3).

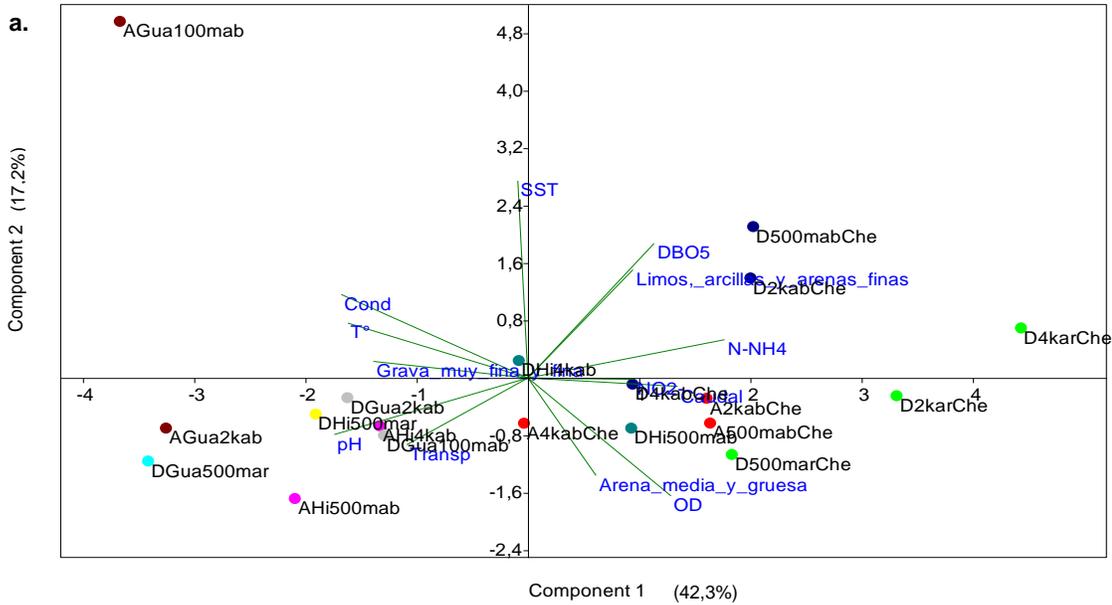
Tabla 1-3. Siglas y colores utilizados para la diferenciación de las entidades de muestreo en los análisis exploratorios.

Lluvias (diciembre)

Estiaje (agosto)

- **A500mabChe**: Chenche 500m aguas abajo del embalse (E)
- **A2kabChe**: Chenche 2km aguas abajo del E.
- **A4kabChe**: Chenche 4km aguas abajo del E.
- **AHi500mab**: Hilarco 500m aguas abajo de la zona de influencia indirecta del embalse (ZIIE).
- **AHi4kab**: Hilarco 4km aguas abajo de la ZIIE.
- **AGua100mab**: Guaguarco 100m aguas abajo de la ZIIE.
- **AGua2kab**: Guaguarco 2km aguas abajo de la ZIIE.
- **D4karChe**: Chenche 4km aguas arriba del embalse (E)
- **D2karChe**: Chenche 2km aguas arriba del E.
- **D500marChe**: Chenche 500m aguas arriba del E
- **D500mabChe**: Chenche 500m aguas abajo del embalse (E)
- **D2kabChe**: Chenche 2km aguas abajo del E.
- **D4kabChe**: Chenche 4km aguas abajo del E.
- **DHi500mar**: Hilarco 500m aguas arriba de la zona de influencia indirecta del embalse (ZIIE).
- **DHi500mab**: Hilarco 500m aguas abajo de la ZIIE.
- **DHi4kab**: Hilarco 4km aguas abajo de la ZIIE.
- **Dgua500mar**: Guaguarco 500m aguas arriba de la ZIIE.
- **DGua100mab**: Guaguarco 100m aguas abajo de la ZIIE.
- **DGua2kab**: Guaguarco 2km aguas abajo de la ZIIE.

Para el **Análisis de Componentes Principales (ACP)** se consideró eliminar las tres variables con menor representación en los tres primeros ejes, las cuales correspondieron a sulfatos, nitratos y ortofosfatos. En el ACP resultante (

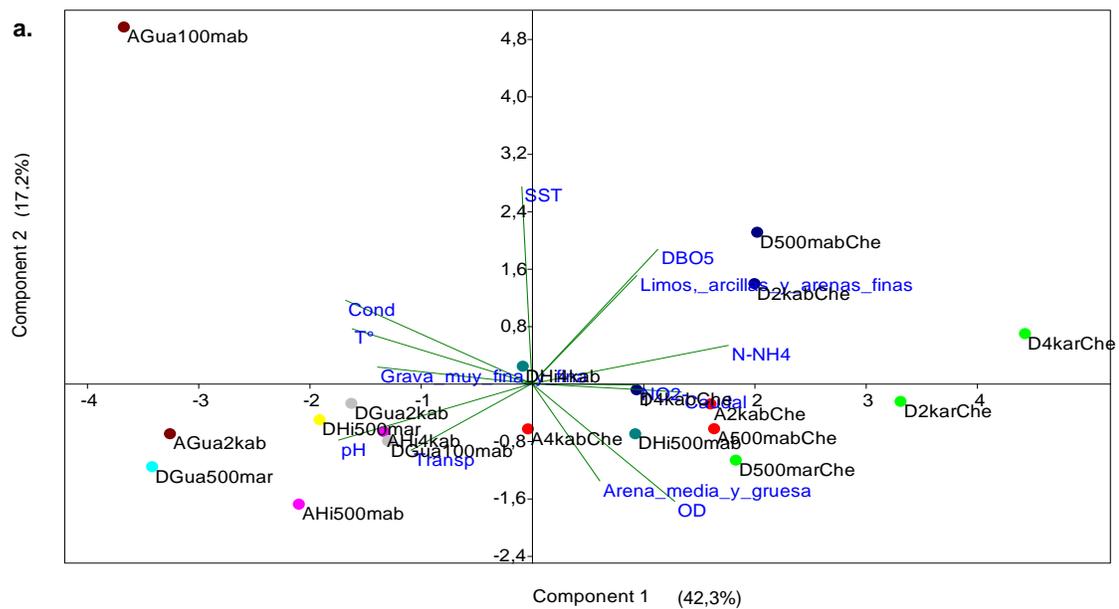


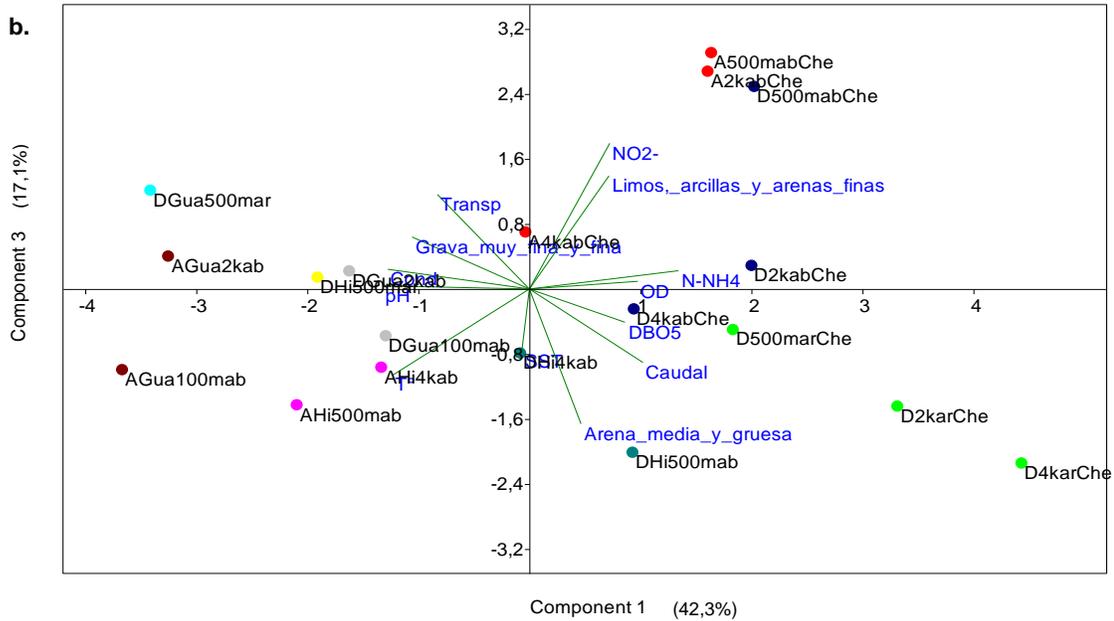
y b), las características físicas y químicas resumen el 76,6% de la variabilidad. La primera componente (42,3%) se asocia con la temperatura, la conductividad, el pH, el nitrógeno amoniacal y la grava (fina y muy fina), en tanto que la segunda (17,2%) tiene principal asociación con los sólidos suspendidos totales. Por su parte la tercera componente (17,1%) se relaciona con los nitritos y la arena (media y gruesa).

A nivel temporal, la variabilidad solo se pudo evaluar para los puntos ubicados aguas abajo en todos los sistemas lóticos (recuérdese que los puntos aguas arriba estuvieron secos en el periodo de estiaje). En dichas estaciones el ACP evidencia variaciones en la ordenación relacionadas con el periodo de monitoreo. A nivel espacial se observan ordenamientos que separan al río Chenche de las quebradas Hilarco y Guaguarco, y a las estaciones ubicadas aguas arriba (referencia) de aquellas localizadas aguas abajo en cada fuente hídrica.

La notoria separación de la estación ubicada 100m aguas abajo sobre la quebrada Guaguarco se debe a la concentración de sólidos suspendidos totales considerablemente mayor en dicho punto.

Figura 1-7. Análisis de Componentes Principales para las tres fuentes hídricas evaluadas en los diferentes periodos de muestreo, **a.** componentes 1 y 2, **b.** componentes 1 y 3.





1.4.2 Variables Biológicas

- **Abundancia y riqueza**

La matriz con la información taxonómica y la abundancia de los macroinvertebrados acuáticos recolectados en las diferentes estaciones y en los diferentes momentos de muestreo se presenta en el anexo E.

La comunidad de macroinvertebrados acuáticos encontrada en los diferentes sistemas lóticos estudiados estuvo representada por un total de 3594 individuos (Tabla 1-4), de los cuales el 29% (1045 individuos) se contabilizaron en el río Chenche, el 27% (982 individuos) en la quebrada Hilarco y el 44% (1567 individuos) en la Q. Guaguarco.

Se identificaron 93 taxones en todo el estudio, 57 de los cuales se reportaron para el río Chenche y 59 para las quebradas Hilarco y Guaguarco.

Tabla 1-4. Abundancia (No. de individuos) y riqueza (No. de taxones) de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos evaluada en los tres sistemas lóticos durante los periodos de estiaje y lluvias.

| Mes | Estación | Abundancia total (No. de individuos) | Riqueza (No. de taxones) |
|-----|----------|--------------------------------------|--------------------------|
|-----|----------|--------------------------------------|--------------------------|

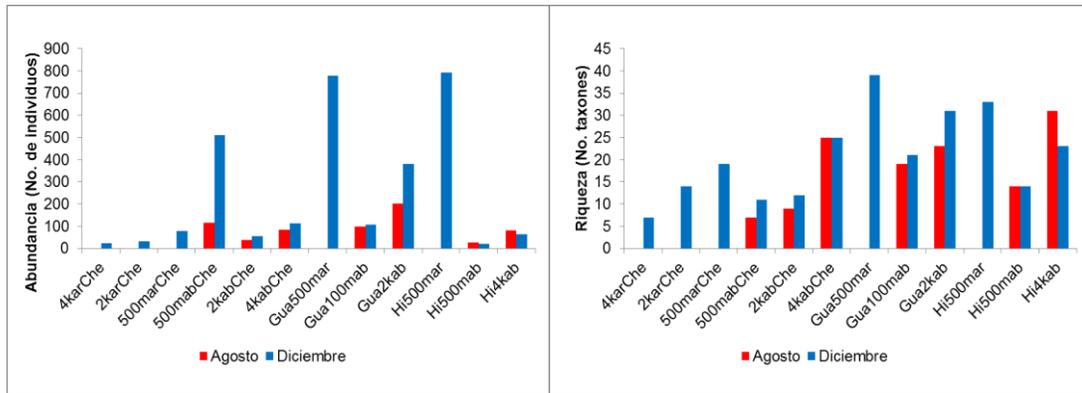
| | | | |
|---------------------|-----------------------------|-------------|-----------|
| Estiaje (Agosto) | 500m abajo embalse Chenche | 117 | 7 |
| | 2km abajo embalse Chenche | 37 | 9 |
| | 4km abajo embalse Chenche | 83 | 25 |
| | Hilarco 500m abajo | 25 | 14 |
| | Hilarco 4 km abajo | 80 | 31 |
| | Guaguarco 100m abajo | 98 | 19 |
| | Guaguarco 2km abajo | 203 | 23 |
| | 4km arriba embalse Chenche | 23 | 7 |
| Lluvias (Diciembre) | 2km arriba embalse Chenche | 33 | 14 |
| | 500m arriba embalse Chenche | 77 | 19 |
| | 500m abajo embalse Chenche | 509 | 11 |
| | 2km abajo embalse Chenche | 54 | 12 |
| | 4km abajo embalse Chenche | 112 | 25 |
| | Hilarco 500m arriba | 792 | 33 |
| | Hilarco 500m abajo | 21 | 14 |
| | Hilarco 4km abajo | 64 | 23 |
| | Guaguarco 500m arriba | 778 | 39 |
| | Guaguarco 100m abajo | 108 | 21 |
| | Guaguarco 2km abajo | 380 | 31 |
| | Total | 3594 | 93 |

Nota: Los puntos ubicados aguas arriba sobre las tres fuentes hídricas durante el periodo de estiaje no se presentan en la tabla debido a que se encontraron **secos**.

La variabilidad temporal se vio reflejada en una mayor abundancia y riqueza de organismos registrada durante la época de lluvias en las estaciones evaluadas sobre el río Chenche y la quebrada Guaguarco, en tanto que en la quebrada Hilarco se presentó el comportamiento contrario (Figura 1-8).

Los puntos de referencia presentaron en general una mayor riqueza de organismos en los tres cuerpos de agua, la cual disminuyó en las estaciones ubicadas inmediatamente después de las zonas de influencia directa e indirecta de las aguas del embalse y aumentó nuevamente en las estaciones siguientes.

Figura 1-8. Abundancia (No. de individuos) y riqueza (No. de taxones) de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos evaluada en los tres sistemas lóticos durante los periodos de estiaje (agosto) y lluvias (diciembre).

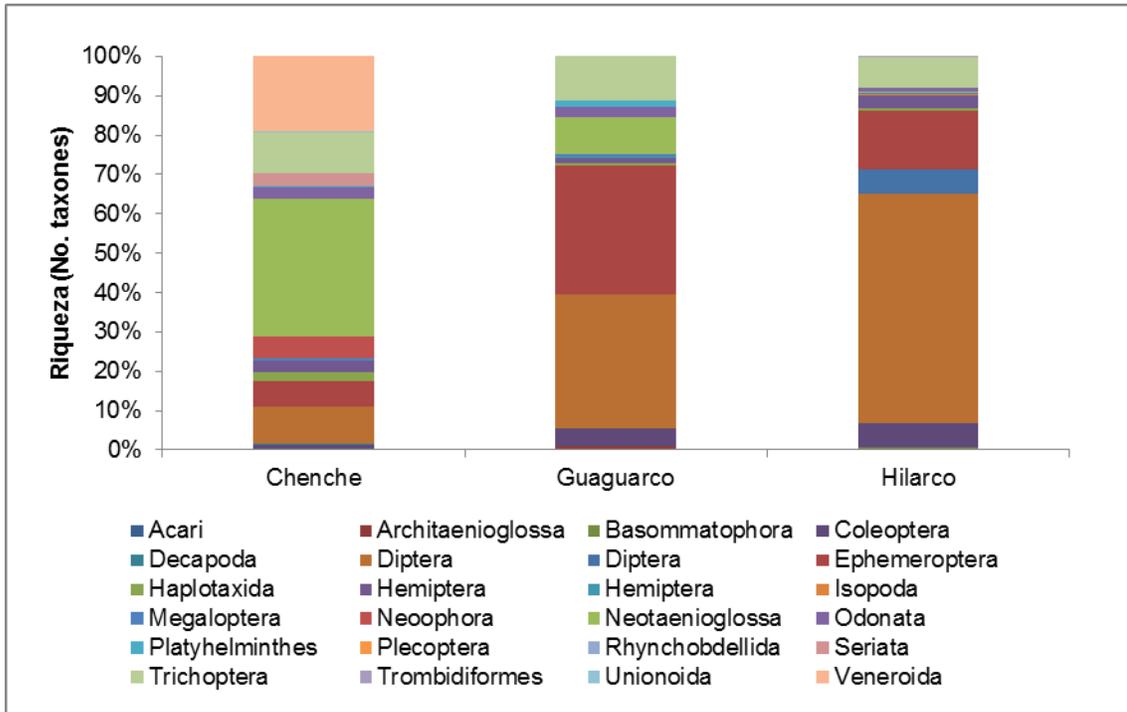


- **Composición taxonómica**

Los organismos identificados en los tres sistemas lóticos pertenecen a los Phylum Arthropoda, Mollusca, Platyhelminthes y Annelida. En general, el río Chenche se caracterizó por una mayor presencia de individuos de los órdenes Neotaenioglossa (35%), Veneroida (19%), Trichoptera (11%), Diptera (10%) y Ephemeroptera (7%), en tanto que en las quebradas Guaguarco e Hilarco predominaron los órdenes Diptera (34,0% y 58,25 respectivamente) y Ephemeroptera (33,0% y 15,1%) (

Figura 1-9).

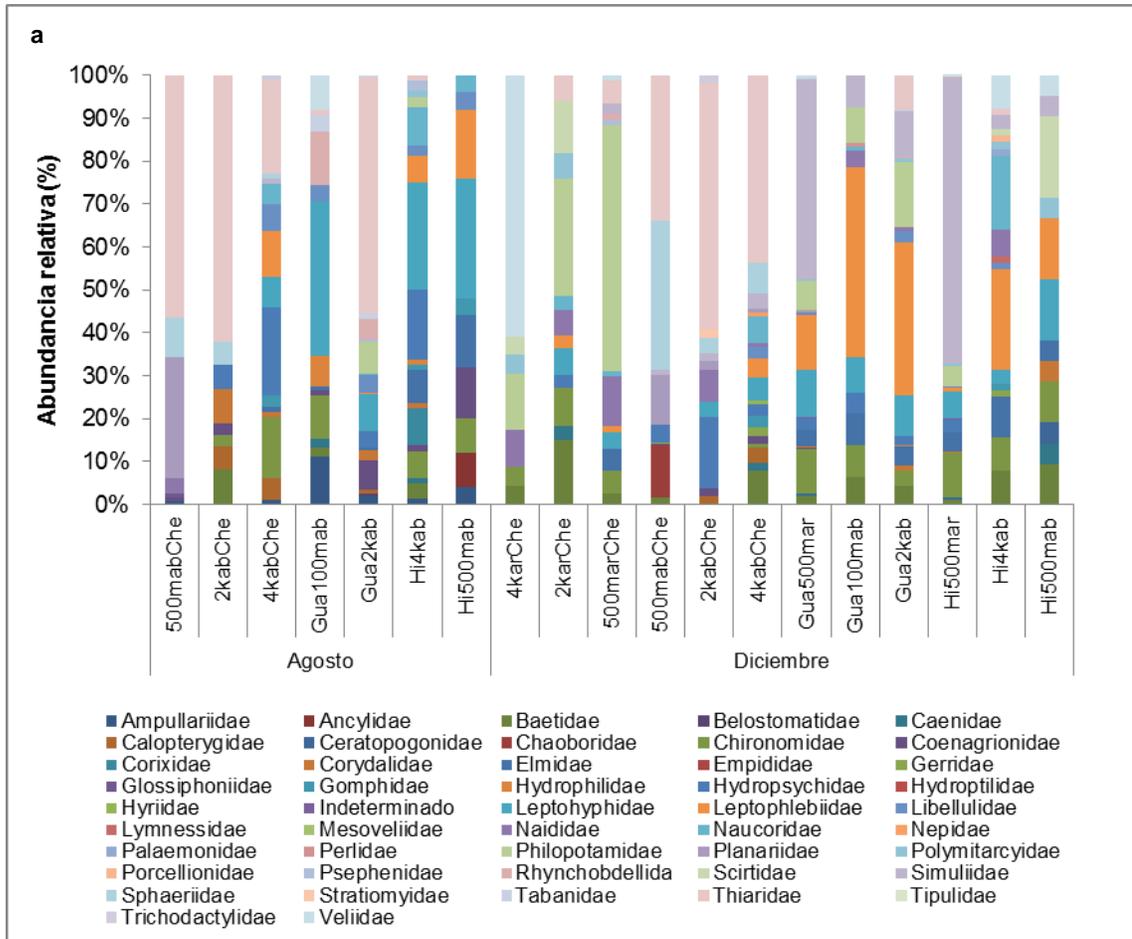
Figura 1-9. Órdenes de macroinvertebrados acuáticos identificados en los tres sistemas lóticos evaluados.

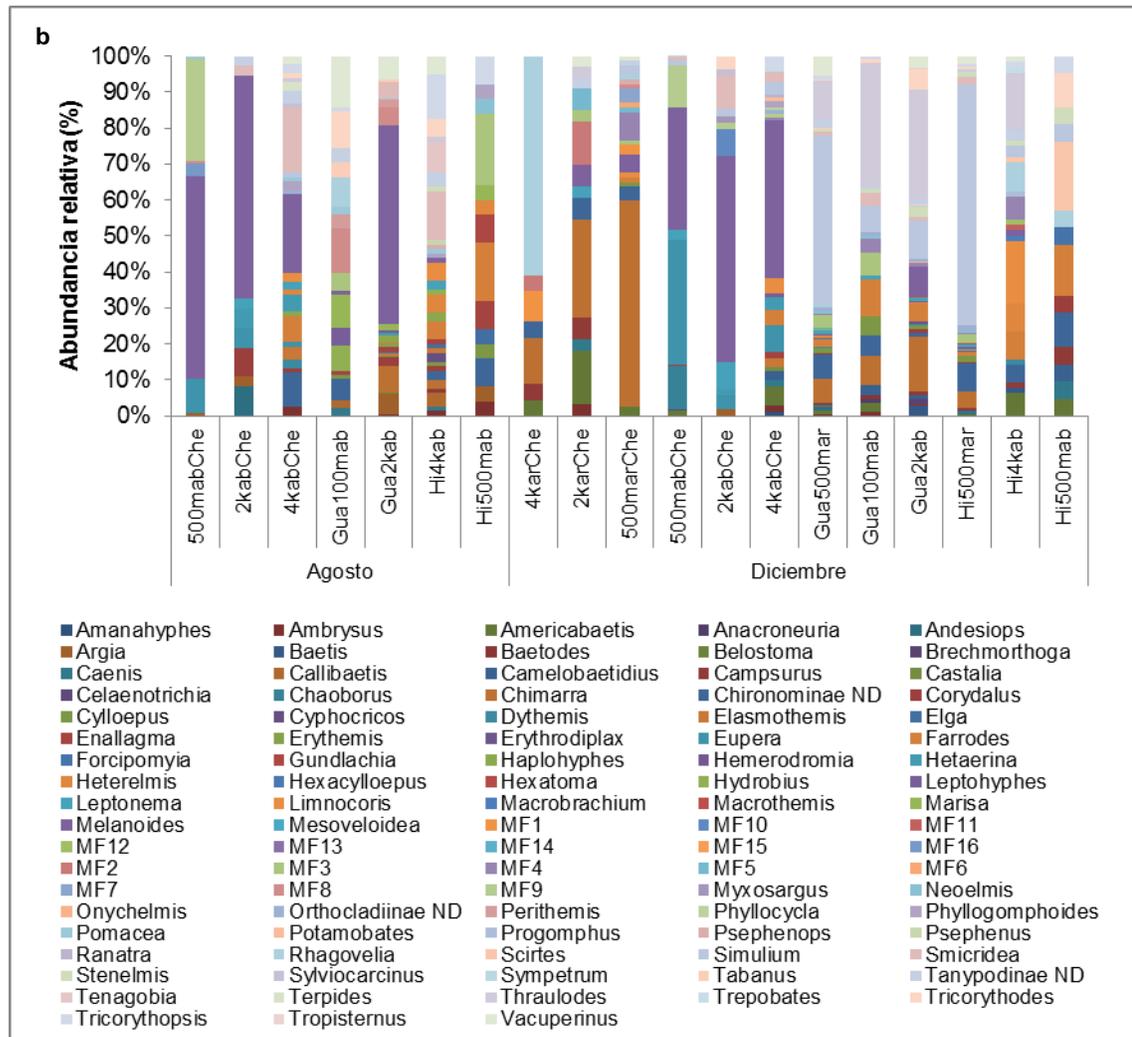


En general, los puntos evaluados sobre el río Chenche presentaron una escasa variación temporal, en tanto que en las quebradas Guaguarco e Hilarco ocurrieron cambios más evidentes. Mientras que en estas últimas los individuos de la familia Leptohiphidae y Thiaridae predominaron durante el estiaje en los puntos aguas abajo de la intervención (únicos con agua en dicho periodo), durante las lluvias fueron los organismos de la familia Leptophlebiidae los más abundantes (Figura 1-10a).

De otra parte, las estaciones de referencia presentaron variaciones evidentes con respecto a aquellas ubicadas aguas abajo de la intervención en los tres cuerpos de agua. En el río Chenche se destacaron aguas arriba del embalse los organismos *Rhagovelia* (Hemiptera; Veliidae), *Americabaetis*, *Campsurus* (Ephemeroptera; Baetidae y Polymitarcyidae) y *Chimarra* (Trichoptera; Philopotamidae), mientras que aguas abajo los taxones predominantes fueron *Eupera* (Veneroida; Sphaeriidae) y *Melanoides* (Neotaenioglossa; Thiaridae). De otro lado, en las quebradas Hilarco y Guaguarco los organismos más abundantes aguas arriba fueron los dípteros del género *Simulium* (Simuliidae), en tanto que aguas abajo predominaron *Thraulodes*, *Farrodes* (Ephemeroptera; Leptophlebiidae), *Limnocois* y *Rhagovelia* (Hemiptera; Naucoridae y Veliidae) (Figura 1-10a y b).

Figura 1-10. Familias (a) y géneros (b) de macroinvertebrados acuáticos identificados en los tres sistemas lóticos evaluados durante las épocas de estiaje (agosto) y lluvias (diciembre).





- **Análisis exploratorios multivariados**

El **Análisis de Correspondencia sin Tendencias (DCA)** permitió comparar la similaridad y composición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en las entidades estudiadas. En la Figura 1-11a se observa que las estaciones ubicadas en el río Chenche aguas abajo del embalse se agrupan hacia el extremo derecho del eje 1 y no se evidencia diferenciación entre las temporadas de muestreo (lluvias – puntos azul oscuro y estiaje – puntos rojos). Por otra parte, los puntos de referencia localizados en el río Chenche a 500m y a 2km aguas arriba del embalse se separan notablemente de aquellos aguas abajo y se agrupan con las estaciones pertenecientes a las quebradas Hilarco y Guaguarco aguas abajo. De otro lado, la estación ubicada más lejos aguas arriba sobre el río Chenche (4km), se separa de las demás, obteniendo el mayor valor

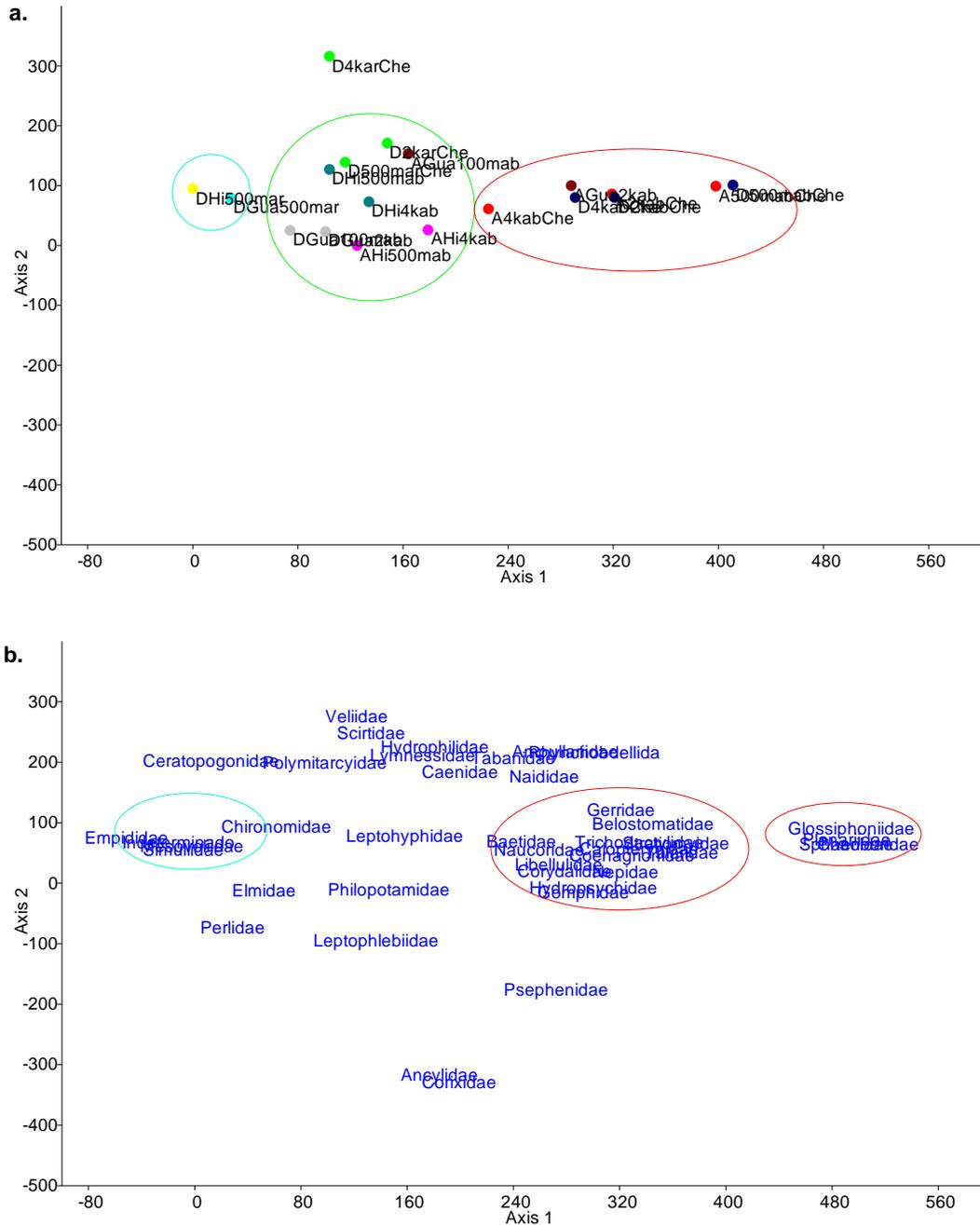
sobre el eje 2. Los puntos de referencia localizados en Hilarco y Guaguarco también se agrupan entre sí, reflejando igualmente una diferencia en la composición de las comunidades de macroinvertebrados allí encontradas con respecto a las demás localidades.

La Figura 1-11b presenta la afinidad de las familias con respecto a las entidades evaluadas, dado que las agrupaciones fueron más claras para este nivel taxonómico. Los individuos de las familias Chaoboridae (Diptera), Planariidae (Seriata), Sphaeriidae (Veneroidea) y Glossiphonidae (Rhynchobdellida) caracterizan el punto ubicado inmediatamente después del embalse sobre el río Chenche.

Las familias Thiaridae (Neotaenioglossa), Stratiomyidae (Diptera), Belostomatidae, Nepidae, Gerridae, Naucoridae (Hemiptera), Calopterygidae, Coenagrionidae, Gomphidae, Libellulidae (Odonata), Hydropsychidae (Trichoptera), Corydalidae (Megaloptera), Baetidae (Ephemeroptera), Trichodactylidae (Decapoda) e Hyriidae (Unionoidea) conforman un segundo grupo alrededor de los puntos localizados a 2 y 4 km abajo del embalse. Además, se evidencia un tercer grupo correspondiente a los puntos aguas arriba sobre las quebradas Hilarco y Guaguarco, en donde las familias diferenciales son Tipulidae, Simuliidae, Empididae (Diptera) y Mesoveliidae (Veliidae).

En cuanto a las estaciones localizadas aguas abajo sobre las quebradas Hilarco y Guaguarco y aguas arriba sobre el río Chenche, se observa una distribución de familias dispersa, entre las que se destacan Leptophlebiidae, Leptohyphidae y Philopotamidae.

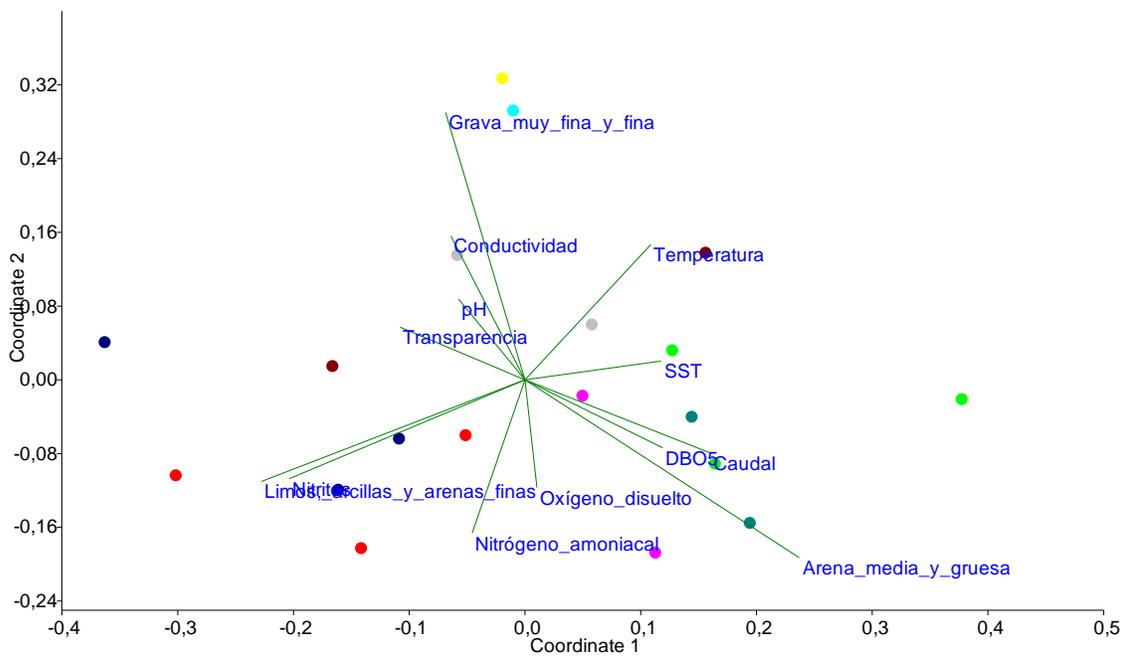
Figura 1-11. Análisis de Correspondencia sin Tendencias, comparando la similitud entre las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en las diferentes entidades; **a.** ordenación de entidades, **b.** ordenación de familias.



El análisis de **Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS)** permitió relacionar las variables ambientales con la ordenación obtenida para las estaciones de muestreo generada a partir de la similitud basada en la composición taxonómica (familias).

La agrupación de las estaciones ubicadas sobre el río Chenche aguas abajo del embalse se encuentra principalmente influenciada por el tipo de sustrato blando, el cual corresponde en mayor proporción a limos, arcillas y arenas finas, así como por una mayor concentración de nitritos. Por otra parte, las estaciones de referencia ubicadas aguas arriba del embalse sobre este cuerpo de agua, al igual que las estaciones localizadas aguas abajo sobre las quebradas Hilarco y Guaguarco durante la época de lluvias, se agrupan debido a una mayor presencia de arenas (media y gruesa), un mayor caudal y valores más altos para la DBO₅. Por su parte, las estaciones de referencia localizadas sobre las quebradas Hilarco y Guaguarco se separan de las demás debido a la influencia de un mayor porcentaje de gravas (fina y muy fina) y una conductividad más alta.

Figura 1-12. Análisis de Escalamiento Multidimensional no Métrico, relacionando las variables físicas y químicas con la ordenación generada a partir de la matriz de estaciones vs familias.



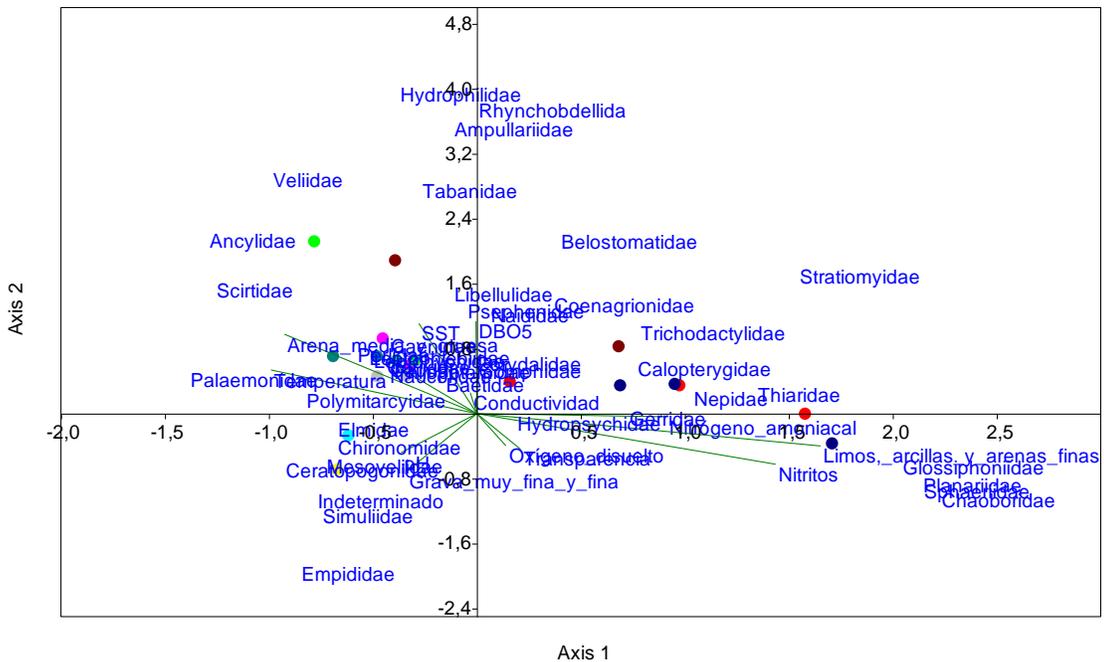
El **Análisis de Correspondencia Canónica (ACC)** mostró que los primeros dos ejes reflejan el 51,75% de la varianza total (Figura 1-13). Las variables de limos, arcillas y arenas finas, nitrógeno amoniacal y nitritos se correlacionan con el eje 1, separando hacia la derecha las estaciones ubicadas aguas abajo del embalse sobre el río Chenche (tanto en época de estiaje como en lluvias) y la estación Guaguarco a 2km aguas abajo

(época de estiaje). Las familias Glossiphonidae, Planariidae, Chaoboridae, Stratiomyidae, Sphaeridae, Trichodactylidae, Calopterygidae y Thiaridae se agruparon hacia ese sector de la figura.

De otro lado, el eje 2 se correlacionó con los sólidos suspendidos totales, la DBO₅, la arena media y gruesa y el caudal, separando hacia arriba las estaciones de referencia ubicadas sobre el río Chenche y las localizadas aguas abajo sobre las quebradas Hilarco y Guaguarco de los puntos de referencia en estos últimos dos cuerpos de agua. En dicha posición se encontraron las familias Naucoridae, Perlidae, Leptophlebiidae, Leptohyphidae, Caenidae, Baetidae Philopotamidae y Corixidae.

El test de Monte Carlo demostró un resultado significativa para la correlación entre los ejes de ordenación y la relación entre las variable abióticas y biológicas (999 permutaciones, $p < 0,05$).

Figura 1-13. Análisis de Correspondencia Canónica. Relación entre entidades, variables abióticas y composición taxonómica a nivel de familias de macroinvertebrados acuáticos.



- **Índices ecológicos**

De acuerdo con los resultados obtenidos en la matriz de correlaciones de Spearman, los valores más altos obtenidos se presentan en la Tabla 1-5.

Tabla 1-5. Valores $r > 0,7$ determinados mediante correlaciones de Spearman para los índices biológicos.

| Índices correlacionados | <i>r</i> |
|---|----------|
| Margalef - Shannon | 0,70413 |
| Pielou (J) - Shannon | 0,76822 |
| BMWP/Col - Margalef | 0,90602 |
| EPT - BMWP/Col | 0,73041 |
| No. taxones depredadores - BMWP/Col | 0,7855 |
| No taxones depredadores - Margalef | 0,7109 |
| % individuos tolerantes (Chironomidae) - No. de individuos tolerantes | 0,8087 |

De acuerdo con lo anterior, para el caso de los índices biológicos determinados en las entidades evaluadas durante el presente estudio, se puede prescindir de la mitad de los mismos sin perder información de relevancia en la clasificación de calidad. Los índices resultantes se presentan en la Tabla 1-6.

Los menores registros obtenidos para la diversidad de Shannon y el índice ASPT se presentaron en las estaciones ubicadas sobre el río Chenche aguas abajo del embalse, tanto para la época de estiaje como para la lluviosa, y en el punto ubicado a 4km aguas arriba. Los valores aumentaron en las demás estaciones de referencia localizadas en este cuerpo de agua, pero los índices más altos se obtuvieron en los demás puntos establecidos en las quebradas Hilarco y Guaguarco. De igual manera, en las primeras estaciones mencionadas se observaron los datos más altos de dominancia de Simpson.

Por otra parte, los mayores valores obtenidos para el IBF de Hilsenhoff y para el número de individuos tolerantes se presentaron en las estaciones de referencia, sobre las quebradas Hilarco y Guaguarco.

Tabla 1-6. Índices ecológicos propuestos para la clasificación de calidad en las entidades evaluadas en el presente estudio. H=Shannon, D=Simpson.

| Mes | Estación | H | D | BMWP/ Col | ASPT | Hilsenhoff (IBF) | % depredadores | No. individuos tolerantes (Chironomidae) |
|---------------------|-----------|------|------|--------------|------|---------------------|-------------------|--|
| Agosto (estiaje) | 500mabChe | 1,14 | 0,41 | 35 | 5,8 | 1,38 | 29,9 | 0 |
| | 2kabChe | 1,41 | 0,41 | 45 | 5,6 | 1,68 | 18,9 | 1 |
| | 4kabChe | 2,69 | 0,11 | 93 | 6,6 | 3,14 | 22,9 | 12 |
| | Hi500mab | 2,45 | 0,10 | 69 | 6,9 | 3,40 | 24,0 | 2 |
| | Hi4kab | 3,08 | 0,06 | 133 | 7,0 | 2,31 | 20,0 | 5 |
| | Gua100mab | 2,67 | 0,08 | 75 | 5,8 | 2,61 | 40,8 | 10 |
| | Gua2kab | 1,87 | 0,32 | 113 | 7,1 | 1,54 | 21,7 | 0 |
| Diciembre (lluvias) | 4karChe | 1,33 | 0,40 | 42 | 7,0 | 5,26 | 60,9 | 1 |
| | 2karChe | 2,32 | 0,13 | 76 | 6,9 | 3,15 | 6,1 | 3 |
| | 500marChe | 1,83 | 0,34 | 78 | 7,1 | 3,06 | 5,2 | 4 |
| | 500mabChe | 1,57 | 0,26 | 60 | 6,7 | 3,23 | 12,0 | 0 |
| | 2kabChe | 1,61 | 0,35 | 56 | 6,2 | 2,06 | 5,6 | 0 |
| | 4kabChe | 2,34 | 0,21 | 113 | 6,6 | 2,18 | 20,5 | 1 |
| | Hi500mar | 1,56 | 0,46 | 106 | 6,2 | 5,27 | 2,0 | 82 |
| | Hi500mab | 2,49 | 0,10 | 79 | 6,6 | 3,48 | 14,3 | 2 |
| | Hi4kab | 2,74 | 0,09 | 117 | 7,3 | 3,17 | 32,8 | 5 |
| | Gua500mar | 2,17 | 0,25 | 140 | 6,7 | 4,42 | 5,7 | 81 |
| | Gua100mab | 2,38 | 0,16 | 72 | 7,2 | 3,06 | 2,8 | 8 |
| | Gua2kab | 2,47 | 0,14 | 89 | 6,4 | 2,68 | 6,3 | 13 |

1.4.3 Hábitat Fluvial y Vegetación Ribereña

El índice de hábitat fluvial obtuvo los mayores valores en los puntos ubicados aguas abajo del embalse sobre el río Chenche durante la época de estiaje (mayores de 60). Por otra parte, las quebradas Hilarco y Guaguarco presentaron datos similares en todas las estaciones de muestreo y en ambos periodos de monitoreo, los cuales oscilaron entre un mínimo de 49 y un máximo de 59. La única estación que obtuvo una calificación menor a 40 fue la ubicada 4km aguas abajo sobre el río Chenche durante la temporada de lluvias (Tabla 1-7).

En cuanto al índice de vegetación ribereña, las estaciones ubicadas sobre la quebrada Hilarco presentaron los mayores reportes, así como aquellas localizadas en el río Chenche a 500m aguas arriba y a 500m aguas abajo del embalse, todas sobre un puntaje de 85. En las demás estaciones el valor se mantuvo por encima de 50 puntos,

siendo la única excepción la estación ubicada a 2km aguas abajo sobre la quebrada Hilarco.

Tabla 1-7. Puntajes obtenidos para los índices de hábitat fluvial (IHF) y vegetación ribereña (QBR) en las estaciones evaluadas sobre los tres sistemas lóticos durante las épocas de estiaje y lluvias.

| Mes | Est. Nom. | IHF | QBR |
|---------------------|-----------|-----|-----|
| Diciembre (lluvias) | 500mabChe | 70 | 60 |
| | 2kabChe | 81 | 85 |
| | 4kabChe | 64 | 75 |
| | Hi500mab | 51 | 100 |
| | Hi4kab | 59 | 105 |
| | Gua100mab | 58 | 40 |
| | Gua2kab | 55 | 10 |
| | 4karChe | 55 | 70 |
| | 2karChe | 43 | 65 |
| | 500marChe | 57 | 105 |
| | 500mabChe | 49 | 100 |
| | 2kabChe | 51 | 65 |
| | 4kabChe | 35 | 65 |
| | Hi500mar | 54 | 95 |
| Hi500mab | 53 | 105 | |
| Hi4kab | 53 | 70 | |
| Gua500mar | 49 | 110 | |
| Gua100mab | 53 | 75 | |
| Gua2kab | 52 | 75 | |

1.4.4 Determinación de la Salud Ecológica de los Ríos

En el ACP (Figura 1-14) de los índices ecológicos, las dos primeras componentes resumen el 53% de la variabilidad. La primera componente (31,4%) se asocia con el índice de diversidad de Shannon, el BMWP/Col y el ASPT, en tanto que la segunda (21,6%) tiene principal asociación con el número de individuos tolerantes y el índice de Hilsenhoff.

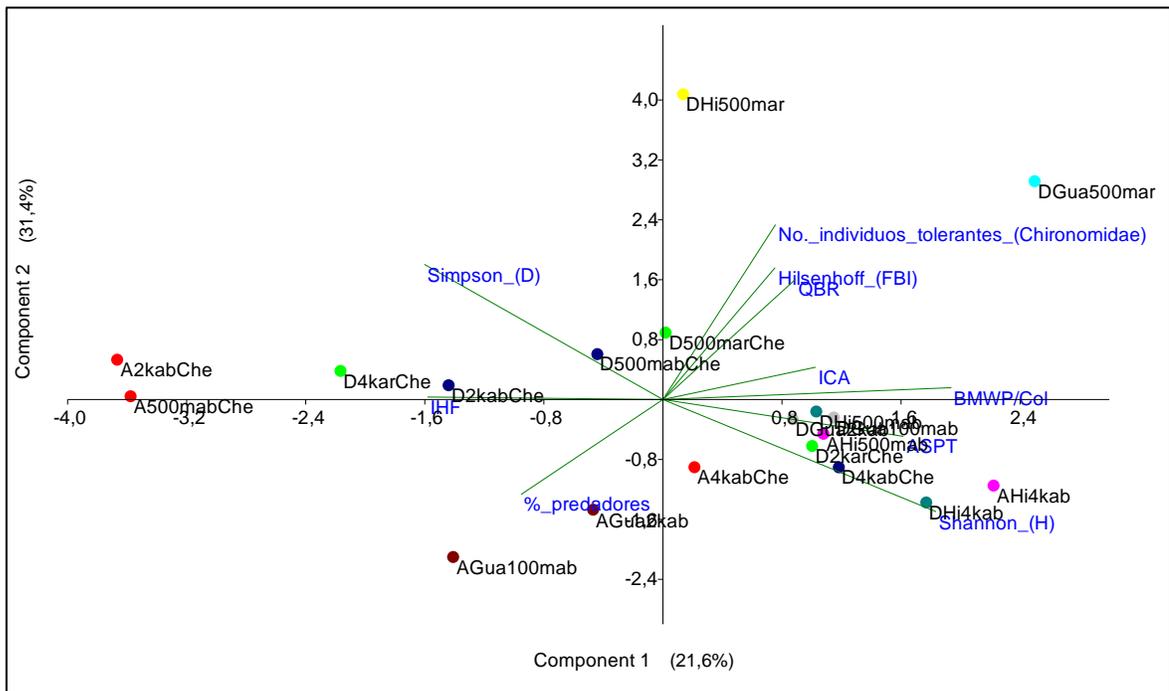
En general, los puntos que presentaron la menor calidad ambiental fueron aquellos ubicados a 500m y a 2km aguas abajo del embalse sobre el río Chenche durante la época de estiaje y a 4km aguas arriba sobre la misma fuente hídrica en la temporada de lluvias, en donde a pesar de presentarse valores altos para el IHF, se obtuvieron registros bajos para el índice de diversidad de Shannon, el BMWP/Col y el ASPT y valores altos para la dominancia de Simpson.

Las estaciones ubicadas a 500m y 2km aguas abajo sobre el río Chenche durante la época de lluvias y a 100m y 2km aguas abajo sobre la quebrada Guaguarco durante la época de estiaje, pueden ubicarse en una categoría intermedia de regular de calidad, dado que presentan valores intermedios para el índice de dominancia de Simpson y bajos para los índices de Shannon, BMWP/Col, ASPT, ICA, QBR.

Por otra parte, las estaciones localizadas a 4km aguas abajo sobre el río Chenche y a 500m y 4km aguas abajo sobre la quebrada Hilarco, tanto en época de estiaje como en lluvias, y a las estaciones ubicadas a 500m y 2km aguas arriba sobre el río Chenche y a 100m y a 2km aguas abajo sobre la quebrada Guaguarco durante las lluvias obtendrían una clasificación media – alta de acuerdo con los valores de los índices de Shannon, BMWP/Col, ASPT, Hilsenhoff e ICA.

Finalmente, los puntos ubicados aguas arriba sobre las quebradas Hilarco y Guaguarco presentan la más alta calidad, especialmente esta última estación, con altos registros en los índices de Shannon, BMWP/Col, ASPT y QBR.

Figura 1-14. Análisis de Componentes Principales para las tres fuentes hídricas evaluadas en los diferentes periodos de muestreo teniendo en cuenta los índices ecológicos determinados.



1.5 Discusión

- **Características físicas y químicas**

La caracterización física y química del río Chenche en su cuenca media – alta y de las quebradas Hilarco y Guaguarco permite clasificarlos como ecosistemas de aguas cálidas, acorde con el clima de la región. Las fluctuaciones observadas corresponden a variaciones diarias que son características de sistemas lóticos de poca magnitud en los que el agua se calienta rápidamente con la luz solar, alcanzando la temperatura más alta en horas de la tarde y enfriándose hacia la madrugada (Lampert & Sommer, 2007).

Estos cuerpos de agua presentan reportes de conductividad que indican una baja concentración de iones disueltos, tal como sucede en otros ecosistemas lóticos del departamento (Ospina-zúñiga *et al.*, 2016), siendo la quebrada Guaguarco la de mayores valores. Los bajos reportes obtenidos para sulfatos, ortofosfatos y sólidos disueltos totales (SDT) se relacionan con lo anterior. En cuanto al pH el río Chenche se caracterizó por presentar una tendencia ácida, en tanto que las quebradas Hilarco y Guaguarco obtuvieron valores entre neutros y ligeramente básicos. La concentración de oxígeno disuelto en todos los casos se encuentra dentro de los rangos aceptables para el desarrollo de comunidades hidrobiológicas (5,93 y 8,11 mg O₂/L).

Los sólidos suspendidos totales (SST) presentaron valores bajos (Ramírez, Restrepo, & Viña, 1997) en la mayoría de estaciones, con única excepción de la quebrada Guaguarco a 100m aguas abajo durante el estiaje. Esto último puede explicarse por el escaso flujo de agua y poca profundidad en este punto de monitoreo, así como por el crecimiento de algas en masa evidenciado durante el muestreo, las cuales atrapan partículas inorgánicas manteniéndolas en suspensión.

En cuanto a los compuestos nitrogenados (nitrógeno amoniacal, nitritos y nitratos) se evidencia una baja carga nutricional en todos los puntos evaluados, especialmente de nitrógeno amoniacal y nitritos. La DBO₅ obtuvo igualmente valores bajos en términos generales.

- **Patrones temporal y espacial de las variables abióticas**

La principal diferencia entre las épocas de estiaje y lluvias fue respectivamente la ausencia y presencia de caudal en las estaciones aguas arriba del embalse en todas las fuentes hídricas y el notorio incremento de dicho caudal en los puntos aguas abajo en el caso de las quebradas durante la época lluviosa. En las estaciones ubicadas aguas abajo sobre el río Chenche se evidenció una escasa variación del caudal, lo que tiene relación con el control de flujo existente debido a la operación del embalse.

Tanto en las estaciones evaluadas sobre el río Chenche como en las de las quebradas Hilarco y Guaguarco los cambios más evidentes en los aspectos físicos y químicos fueron el incremento en los nitratos, los sulfatos, el nitrógeno amoniacal, la DBO₅ y los sólidos suspendidos totales durante la temporada de lluvias.

En el río Chenche dicho incremento se vio influenciado tanto por la presencia del embalse como por otros aspectos naturales, como los que se mencionan a continuación para las quebradas. En el caso de los nutrientes el incremento en los valores puede estar relacionado con el aporte por escorrentía de los suelos ribereños (Arreghini et al., 2005). De igual manera, los mayores datos para la DBO₅ que se presentaron durante las lluvias responden a una característica de este tipo de sistemas lóticos intermitentes (que tienden a secarse durante el verano) en donde la acumulación de materia orgánica durante los periodos de sequía causa un pico pronunciado en el transporte de la misma río abajo durante las primeras etapas de flujo, cuando se inician las lluvias (Datry *et al.*, 2017).

Finalmente, el aumento en los SST durante las precipitaciones se relaciona con el aumento en el caudal y la turbulencia del agua que favorecen la re-suspensión de partículas del lecho, así como la precipitación incrementa el efecto de arrastre de otras partículas externas al sistema por aguas de escorrentía (Hynes, 1975).

Entre las principales diferencias en el comportamiento estacional de las variables físicas y químicas en las quebradas y en el río se encuentra la notoria disminución en la conductividad y los SDT en las quebradas durante la época de lluvias, en tanto que dicha variación fue inversa y mucho menor en los puntos monitoreados sobre el río Chenche abajo del embalse. De igual forma, el oxígeno disuelto incrementó considerablemente en las quebradas mientras que en el río se mantuvieron valores semejantes a los reportados

durante el estiaje. En este sentido puede concluirse que la variación estacional en el caudal constituye una importante influencia en el comportamiento de estas variables, y que su escasa diferencia estacional en el río Chenche responde al control del flujo debido a la operación del embalse. Esta situación ha sido corroborada en otros estudios (Soja & Wiejaczka, 2013, Wiejaczka, 2015).

La disminución en la conductividad y los SDT en las quebradas durante las lluvias responde al mayor volumen de agua que disminuye el efecto de concentración de sales que ocurre durante la sequía. De igual manera, el incremento en la concentración de oxígeno disuelto se relaciona con el mayor caudal y turbulencia que se presentan durante la época de precipitaciones, lo cual favorece la oxigenación (Wetzel, 2001).

El comportamiento estacional de los nitritos también constituyó una diferencia entre el río y las quebradas, los cuales aumentaron en estas últimas durante las lluvias en tanto que disminuyeron en el río. El aumento en las quebradas puede responder, igual que para los otros nutrientes, al aporte por escorrentía de los suelos ribereños. En cuanto al embalse, la disminución de este nutriente está determinada por la estabilidad que otorga el embalse al ecosistema (Margalef, 1991).

Finalmente, otra variable importante que se diferencia en términos de su comportamiento temporal en el río y las quebradas es la proporción de limos, arcillas y arenas finas, que se incrementó notoriamente en el río durante las lluvias, en tanto que disminuyó en las quebradas en el mismo periodo. Los fuertes cambios en el caudal entre las épocas de estiaje y lluvias en estos últimos sistemas favorecen el arrastre de las fracciones más finas del sedimento durante las precipitaciones, razón por la que disminuyen (Lampert & Sommer, 2007). Por otra parte, la escasa variación en la velocidad del agua debido al control por la operación del embalse en el río Chenche favorece que estas fracciones se depositen en el lecho aun durante la temporada de lluvias.

Las principales diferencias encontradas entre las estaciones de referencia sobre el río Chenche y los puntos ubicados aguas abajo del embalse, estuvieron relacionadas con mayores reportes para la conductividad, los SDT, los SST, los nitritos y la proporción de limos, arcillas y arenas finas, variables que se relacionan con el impacto de la intervención (Jager & Smith, 2008, Kondolf et al., 2014, Wiejaczka, 2015).

Por otra parte, en las estaciones de referencia ubicadas sobre las quebradas las variables diferenciales fueron los menores valores obtenidos para la DBO₅ y los mayores reportes que presentaron la conductividad y el porcentaje de gravas.

Por último, las diferencias más relevantes entre las quebradas y las estaciones de referencia ubicadas sobre el río Chenche estuvieron determinadas por los mayores valores de nitrógeno amoniacal y los menores registros obtenidos para la conductividad y los SDT en estas últimas.

- **Comunidad de macroinvertebrados acuáticos**

En cuanto a la comunidad de macroinvertebrados acuáticos caracterizada en la cuenca media - alta del río Chenche y en las quebradas Hilarco y Guaguarco, la variación temporal fue igualmente más evidente en estas últimas, tal como ocurrió con las características físicas y químicas, con un recambio entre las familias Leptohyphidae y Leptophlebiidae en las temporadas de estiaje y lluvias respectivamente. El aumento en los caudales y en la proporción de gravas en el lecho durante las precipitaciones favorecen la presencia de individuos de la familia Leptophlebiidae en estos sistemas (Hamada *et al.*, 2014).

En términos generales, la comunidad de macroinvertebrados presentó moderadas abundancia, riqueza y diversidad, siendo los organismos de los órdenes Neotaenioglossa, Veneroida, Trichoptera, Diptera y Ephemeroptera los más abundantes en el río Chenche y Ephemeroptera y Diptera en las quebradas.

Los órdenes Neotaenioglossa y Veneroida se encontraron principalmente en los puntos ubicados aguas abajo del embalse sobre el río Chenche, por lo que puede decirse que responden a las características físicas y químicas del hábitat intervenido. Los individuos de los órdenes Ephemeroptera y Diptera reportados en abundancia en los puntos aguas arriba y en las estaciones sobre las dos quebradas seleccionadas como referencia, constituyen grupos característicos de los ecosistemas lóticos en el departamento del Tolima, tal como se ha reportado en otros estudios (Villa *et al.*, 2003, Villa *et al.*, 2005a, Villa *et al.*, 2005b, Reinoso *et al.*, 2008, Reinoso *et al.*, 2009, Forero-Céspedes *et al.*, 2012).

La variación espacial mencionada anteriormente se evidenció con los análisis multivariados realizados mediante la integración de las variables físicas, químicas y biológicas consideradas, resultando en agrupaciones que reflejaron diferentes estados de calidad y se relacionaron con el grado de influencia de la intervención del embalse y sus aguas.

Una primera agrupación corresponde a las estaciones ubicadas aguas abajo del embalse sobre el río Chenche, tanto en temporada de lluvias como en estiaje. Especialmente el punto localizado a 500 m aguas abajo presentó una composición y estructura bastante particular para la comunidad de macroinvertebrados acuáticos. La presencia de *Chaoborus*, díptero planctónico poco usual en ríos (Dimande et al., 2010) se debe muy probablemente a su proveniencia del agua léntica del embalse. Los individuos de las familias Glossiphonidae y Planariidae se relacionan generalmente con una alta carga orgánica (Roldán, 2003, Ruse, 1996), por lo que su abundancia en este punto responde al incremento de la DBO₅ y la disminución del oxígeno disuelto.

Por otro lado, la presencia de la familia Sphaeriidae se relaciona con su cualidad cosmopolita. La baja velocidad del agua y la mayor presencia de limos, arcillas y arenas finas constituyen un hábitat favorable para estos organismos que suelen encontrarse enterrados en el sustrato (Parada & Peredo, 2002, Bouchard, 2012).

La densidad considerablemente mayor de estos organismos sobre los demás determinó los mayores valores de dominancia de Simpson en este punto. Esta característica sumada a los bajos reportes obtenidos para la diversidad de Shannon, el BMWP/Col, el ASPT y el ICA sustentan una baja calidad ambiental para este punto, que se hace más evidente durante la temporada de estiaje. Otros estudios han obtenido resultados similares (Gray & Ward, 1982, Novotny, 1985).

La estación ubicada a 4 km aguas arriba del embalse sobre el río Chenche presentó una situación particular debido a las fuertes lluvias que ocurrieron durante la noche anterior al monitoreo y en la madrugada. Esta situación es la razón más probable que explica la diferencia en los aspectos físicos y químicos (alto caudal, DBO₅ y SST) y en la composición y estructura de la comunidad hidrobiológica evaluada (bajos valores para los índices ecológicos) entre este punto y los demás de referencia, asemejándolo a las estaciones de baja calidad ambiental.

La siguiente agrupación estuvo conformada por los puntos ubicados a 2 y 4km aguas abajo del embalse, tanto en época de estiaje como en lluvias y por las estaciones ubicadas aguas abajo en la quebrada Guaguarco durante el estiaje. En estos casos los valores obtenidos para los índices ecológicos fueron mayores que en la agrupación anterior y además presentaron una mayor proporción de individuos depredadores como odonatos de las familias Coenagrionidae, Gomphidae, Calopterygidae y Libellulidae, hemípteros como Gerridae, Belostomatidae, Nepidae y Naucoridae, y megalópteros (Corydalidae). Es diversos estudios se ha señalado la presencia de este grupo funcional como un referente de una mejor condición del hábitat (Barbour *et al.*, 2013, Villamarín *et al.*, 2013).

A pesar de lo anterior, otro factor importante es que entre los organismos identificados la mayoría se han clasificado como tolerantes a condiciones moderadas y altas de contaminación orgánica (Roldán, 2003), lo que determina igualmente su presencia en estos puntos de acuerdo con las características físicas y químicas de los mismos, por lo que su calidad ambiental fue considerada media – baja.

De acuerdo con lo anterior, se puede decir igualmente que se observa una recuperación de las condiciones ambientales físicas y químicas que favorecen un hábitat óptimo para la comunidad de macroinvertebrados acuáticos a partir de la estación ubicada 2 km aguas abajo sobre el río Chenche, lo que demuestra la capacidad de depuración natural del río.

Un tercer grupo lo conforman las estaciones ubicadas aguas abajo sobre las quebradas Hilarco (épocas de estiaje y lluvias) y Guaguarco (época de lluvias) y aguas arriba sobre el río Chenche, en donde la calidad ambiental se clasifica como media – alta. Los factores que favorecen esta tendencia están relacionados principalmente con una mayor presencia de gravas y arenas medias y gruesas en el sustrato y el incremento en el caudal y la velocidad del agua debido a la época de lluvias.

Diversos estudios han demostrado que estos factores son fundamentales en la distribución de los macroinvertebrados bentónicos, favoreciendo su diversidad y riqueza en ambientes con dimensiones de partículas entre 1 y 4 cm (gravas) y velocidades intermedias. Al parecer, estos lugares atrapan una mayor cantidad de materia orgánica particulada fina y gruesa, fuente de alimentación para muchos de estos individuos

favoreciendo así la colonización y permanencia (Rabeni & Minshall, 1977, Boyero & Bosch, 2004). Esto se relaciona igualmente con los mayores (pero aceptables) valores obtenidos para la DBO₅ en dichas estaciones.

La mayor presencia de arenas y detritus también determina la dominancia de individuos del orden Ephemeroptera (familias Leptophlebiidae, Leptohyphidae, Polymitarcyidae, Baetidae y Caenidae) en los puntos mencionados, pues estos factores se han señalado como determinants en la microdistribución y abundancia de estos organismos (Brittain & Sartori, 2009). Los individuos mencionados y aquellos de la familia Philopotamidae (orden Trichoptera) constituyen igualmente indicadores de buena calidad ambiental (Roldán, 2003), tal como lo evidenciaron las características físicas y químicas en estos puntos.

Finalmente, las estaciones de referencia seleccionadas sobre las quebradas Guaguarco e Hilarco se agruparon con valores altos para la mayoría de índices ecológicos y para el ICA, especialmente en el primer punto, por lo que se definieron como los sitios de mejor calidad ambiental (alta). La mayor proporción de gravas en estos puntos favorece la presencia y diversidad de organismos, tal como se explicó anteriormente. Los individuos predominantes en dichas estaciones pertenecieron tanto a los órdenes Ephemeroptera (familias Leptophlebiidae, Leptohyphidae y Baetidae) como Diptera (Simuliidae y Chironomidae), Trichoptera (Philopotamidae e Hydropsychidae) y Coleoptera (Elmidae). En general estos organismos constituyen indicadores de una óptima calidad ambiental (Roldán, 2003). En cuanto a los quironómidos, aunque han sido relacionados con distintos tipos de disturbios en sistemas acuáticos debido a su tolerancia a los mismos, su cualidad cosmopolita los hace comunes en los ríos colombianos, lo que dificulta su uso como bioindicadores a este nivel taxonómico (Hamada et al., 2014).

Igualmente la presencia de individuos de las familias Tipulidae, Empididae y Mesoveliidae diferenció a estas estaciones de las demás. La abundancia de simúlidos tiene relación con una menor carga orgánica, evidenciada en los menores registros para la DBO₅. Diversos estudios han relacionado la presencia de estos individuos con una menor intervención antrópica y condiciones ambientales óptimas (Rivosecchi, 1971, Feld et al., 2002, Lautenschläger & Kiel, 2005). La presencia de estos organismos igualmente se relaciona con el alto valor obtenido para el índice de vegetación ribereña.

Es importante resaltar igualmente que la notoria dominancia de simúlidos puede constituir un *hot spot*, es decir, un momento de mayor actividad debido a la inundación o a la variabilidad de recursos que lleva a estos organismos a abundancias superiores a la normal (Wantzen y Junk, 2006), lo que puede estar determinado por la intermitencia en el caudal de la quebrada.

En términos generales, los resultados obtenidos mediante la investigación permitieron definir los sitios de mejor y menor calidad ambiental teniendo en cuenta la importancia de la integración de las variables físicas, químicas y biológicas seleccionadas, entre las cuales las más determinantes para la diferenciación fueron las fracciones que componen el sustrato (limos, arcillas, arenas y gravas), el caudal, la materia orgánica (medida a través de la DBO5), el índice de diversidad de Shannon, el BMWP/Col, el ASPT y el índice de familias de Hilsenhoff. El impacto del embalse de evidenció claramente, especialmente en la estación más cercana aguas abajo del mismo. El análisis permitió igualmente evidenciar la existencia de una coenoclina (gradiente de especies) desde los puntos mejor conservados hasta los sitios más deteriorados en el ACD.

2. Representaciones sociales del estado de conservación del río Chenche en su cuenca media – alta (Coyaima, Tolima)

2.1 Resumen

En este capítulo se describen las representaciones sociales (RS) que tienen las comunidades participantes, pertenecientes al pueblo indígena Pijao, sobre el estado de conservación del río Chenche en su cuenca media – alta. En la dimensión de la información se evidenció la importancia de las vivencias personales y colectivas como principal origen de la misma, así como de la familia y la comunidad como los espacios de interacción más relevantes para su intercambio y apropiación. Las RS de tipo naturalista, antropocéntrica cultural y antropocéntrica utilitarista fueron las principales entre los miembros de la comunidad, complementando así la dimensión del campo de la representación. Finalmente, en la dimensión de la actitud se evidenció una orientación global positiva en torno al estado de conservación del río, así como en relación con la construcción del embalse sobre el mismo, el cual hace parte de la estructura principal del Distrito de Riego Triángulo del Tolima. Los resultados obtenidos permitieron destacar la importancia de las RS en la comprensión de las relaciones que las comunidades establecen con el sistema hídrico natural.

2.2 Introducción y Marco Teórico

La teoría de las Representaciones Sociales desarrollada por Sergi Moscovici contó con cuatro antecedentes teóricos fundamentales para la estructuración del modelo: i) el concepto de representaciones colectivas de Emile Durkheim, ii) el estudio de las funciones mentales en comunidades primitivas de Lucien Lévy-Bruhl, iii) las investigaciones de Jean Piaget sobre la representación del mundo en los niños y iv) las teorías de Sigmund Freud en el tema de la sexualidad infantil (Araya, 2002).

En resumen, dicha influencia teórica consistió en lo siguiente:

- Las representaciones colectivas planteadas por el sociólogo francés Emile Durkheim, que lo hicieron acreedor al reconocimiento como pionero de la noción de

representación, enfatizan la existencia del pensamiento colectivo a manera de conciencia grupal que influye en el comportamiento de los seres humanos (Aguirre, 2004). Moscovici reemplaza el término “colectivas” por “sociales”, haciendo la diferenciación en la posibilidad de que estas no solo sean adquiridas sino generadas, resaltando la interacción como elemento fundamental para la elaboración de las representaciones sociales (Banchs, 2000).

- Las investigaciones sobre las formas de pensamiento en sociedades primitivas realizadas por Lucien Lévy-Bruhl, direccionan la mirada hacia el estudio de los mecanismos psicológicos y lógicos del pensamiento, abandonando la oposición entre lo colectivo y lo individual, y permitiendo de esta manera que investigadores en el área, como Moscovici, enfocaran su atención en la dinámica de la representación más que en su carácter colectivo (Araya, 2002).
- Los estudios realizados por Jean Peaget sobre la representación en el mundo infantil señalaban que el pensamiento del niño no era inferior al de los adultos, sino que era esencialmente diferente. Moscovici resalta de la teoría peagetiana el rol del lenguaje en la construcción de la inteligencia, concepto que desarrolla en la teoría de las representaciones sociales (Moscovici, 1989).
- Los análisis de Sigmund Freud en los que se resalta la naturaleza social del ser humano causaron un gran impacto en Moscovici, influenciando de manera elemental su teoría (F. López, 1999).

Finalmente, es importante señalar a otros autores que de igual forma tuvieron una influencia significativa en el planteamiento de Moscovici, como Heider y su concepto de la psicología ingenua, fundamentada en la importancia de la vida cotidiana para el sujeto con respecto a la comprensión del medio en el que se desarrolla, y las propuestas teóricas de Berger & Luckmann, en las que resaltan la construcción del conocimiento por parte del individuo en vez de la reproducción del mismo, y la importancia del lenguaje y la comunicación para transmitir y crear la realidad (Araya, 2002).

Es a través del estudio y el análisis de todos estos fundamentos teóricos desarrollados previamente que Serge Moscovici realiza su aporte en el área de la psicología social,

dándole prelación al campo de lo colectivo dentro de una ciencia (la psicología) que había invertido sus mayores esfuerzos en lo individual.

El concepto de las Representaciones Sociales puede entenderse en términos de Moscovici (1979) como:

“...una modalidad particular del conocimiento, que tiene como función la elaboración de los comportamientos y la comunicación entre los individuos...un cuerpo organizado de conocimientos y una actividad psíquica gracias a la cual los hombres hacen inteligible la realidad física y social, se integran en un grupo o en una relación cotidiana de intercambios y liberan los poderes de su imaginación.” (p. 17-18).

Dichas representaciones se forman a partir de la información proveniente del trasfondo cultural histórico de una sociedad, de los mecanismos de objetivación (transformación de un concepto abstracto en uno concreto a través de la selección y descontextualización de los elementos, la formación del núcleo figurativo y su naturalización) y anclaje (adhesión de la representación social al marco de referencia colectivo y uso de la misma como instrumento para interpretar la realidad y actuar sobre ella) (Jodelet, 1984; Araya, 2002; Mora, 2002) y del conjunto de prácticas sociales relacionadas con las formas de comunicación existentes (Araya, 2002).

Sus condiciones de emergencia están determinadas por i) la dispersión de la información, entendida como la insuficiencia o confusión sobre la misma, ii) la focalización, relacionada con el interés de un grupo social sobre un hecho determinado, el cual conmueve los juicios y las opiniones, y iii) la presión a la inferencia, concepto referido a la presión social que reclama opiniones, posturas y acciones frente a un suceso. En este sentido, las representaciones sociales tienen como denominador común el hecho de surgir en entornos de conflicto (Mora, 2002), condición que las convierte en una herramienta útil en la comprensión de las pugnas ambientales actuales.

A pesar de lo anterior, el estudio de las Representaciones Sociales (RS) relacionadas con aspectos ambientales puede considerarse reciente, pues los primeros registros datan de finales de la década de los 80 (Pineda, 2015). Dentro del conjunto de las investigaciones realizadas con este enfoque, se destaca la influencia teórica de Marcos Reigota, quien “clasifica las RS del medio ambiente en tres grandes tipos: naturalista,

globalizante y antropocéntrica” (Calixto, 2008, pp. 37). La visión naturalista se enfoca en los aspectos básicos de la naturaleza, la flora y la fauna; el enfoque globalizante incluye un nivel más profundo de conocimiento e interpretación en el que se interrelacionan los aspectos sociales y naturales; y la perspectiva antropocéntrica gira en torno a la utilidad de los recursos naturales para el ser humano.

No obstante la utilidad del estudio de las representaciones sociales en las investigaciones ambientales, estas han sido poco abordadas en nuestro país, en donde se encuentran solo algunos estudios recientes, en su mayoría en el área de la salud (Guimaráes, 1997; Herrera Medina *et al.*, 2010; Sánchez *et al.*, 2011; Estupiñán-Aponte *et al.*, 2012), algunos sobre RS del ambiente en el campus universitario (Bermúdez Guerrero *et al.*, 2005), en temas de reciclaje y cuidado del entorno (Hurtado Morales, 2012), cambio climático (Jaramillo Cano, 2009) y unos pocos concernientes al tema del recurso hídrico (Vargas Lamprea, 2012).

Por otro lado, a nivel internacional Brasil constituye un país pionero en el tema (Reigota, 1990; Arruda, 2002; Ferreira, 2000; Oliveira, 2004). Se encuentra igualmente una cantidad considerable de estudios en España (Meira, 2002) y México (Calixto, 2008; Fontecilla, 1996; Manuel *et al.*, 2004). En todos los casos, dichas investigaciones han resaltado la importancia de las representaciones sociales en el campo de la educación ambiental, dado que estas “tienen repercusiones en el conocimiento de la producción cognitiva de los sujetos...y permiten la conceptualización de lo real, a partir de la activación del conocimiento previo” (Calixto, 2008, pp. 34).

La cuenca media – alta del río Chenche constituye un escenario interesante para el estudio de las representaciones sociales en relación al tema ambiental, específicamente en torno a las fuentes de agua de origen natural y a la importancia de su conservación, dado el déficit hídrico que ha caracterizado al municipio de Coyaima desde hace más de cuatro décadas y al deterioro ambiental del mismo. Igualmente interesante es el contexto socio-cultural que presenta la zona, pues la mayor proporción de la población pertenece a la etnia indígena Pijao, quienes en la búsqueda de soluciones a la escasez de agua han impulsado desde la comunidad la construcción del Distrito de Riego Triángulo del

Tolima, proceso de más de 30 años y que incluyó la intervención del cauce del río Chenche, una de las fuentes hídricas naturales más importantes del municipio.

En este contexto, la presente investigación busca identificar las RS del estado de conservación de la cuenca media-alta del río Chenche al interior del pueblo indígena Pijao.

2.3 Contexto histórico y territorial general del pueblo indígena Pijao en el municipio de Coyaima (Tolima)

Desde tiempos ancestrales el sur del departamento del Tolima ha sido el territorio en el que el pueblo indígena Pijao ha presentado su mayor asentamiento, especialmente en los municipios de Natagaima, Ortega, Chaparral y Coyaima. En el año 2014, este último presentaba el mayor número de comunidades indígenas con un total de 61, de las cuales 32 correspondían a resguardos constituidos y adjudicados (CRIT - MinInterior, 2014).

Dicho territorio se ha visto especialmente afectado por las condiciones de violencia histórica que han enmarcado la zona rural del país desde la época de la colonia en los siglos XVI y XVII, pasando por las reformas Borbónicas del siglo XVIII que buscaron la integración de los indígenas a la sociedad y que fueron concretadas hasta el siglo XIX, luego por la época de La Violencia en el siglo XX y el conflicto armado en el siglo XXI, sucesos que han llevado al borde del exterminio físico y cultural a este pueblo indígena (CRIT - MinInterior, 2014).

Además de estos sucesos, la etnia Pijao también ha tenido que superar otro tipo de obstáculos como lo es el déficit hídrico que ha caracterizado parte del territorio (municipios de Natagaima y Coyaima especialmente) durante las últimas décadas, condición que ha sido uno de los principales inconvenientes en la búsqueda de la garantía del derecho a la seguridad alimentaria y el desarrollo económico que permita dejar atrás los altos niveles de pobreza que han identificado el municipio por años.

Dado que las principales fuentes hídricas naturales en Coyaima, como lo son el río Chenche y las quebradas Hilarco y Guaguarco, no logran satisfacer las necesidades relacionadas con la actividad agrícola que es la principal fuente de sustento de la región,

desde mitad del siglo XX se comenzó a estructurar la idea de la construcción de un distrito de riego que permitiera superar esta situación mediante el transvase del agua del río Saldaña (Sacristán, 2015).

En este contexto, y durante los años que han transcurrido hasta el presente, se han ejecutado las obras principales del denominado Megadistrito de Riego Triángulo del Tolima (DRTT), que corresponden a las fases I y II del proyecto y durante las cuales se han construido y habilitado el sistema de conducción, el embalse Zanja Honda sobre el cauce del río Chenche y los canales principales de distribución de agua. Sin embargo, aún falta por ejecutar la fase III, que garantizaría la llegada del recurso a la población mediante la construcción de los canales interprediales.

Hasta el momento, el funcionamiento completo del DRTT sigue presentando retrasos que actualmente alcanzan 7 años con respecto a la proyección. Es en este contexto social y ambiental en el que se desarrolla la presente investigación sobre las representaciones sociales del estado de conservación del río Chenche, el cual hace parte fundamental del DRTT como sistema natural de amortiguación.

2.4 Materiales y Métodos

2.4.1 Enfoque procesual

La forma de apropiación de los contenidos teóricos de las Representaciones Sociales utilizada en el curso de esta investigación es la denominada *procesual*. En este sentido, puede decirse que se sigue la corriente moscoviciana/jodeletiana, asociada a una metodología principalmente cualitativa a través de la cual se busca el aspecto constituyente de las RS, que da relevancia al análisis de lo social, lo cultural y de las interacciones sociales (Banchs, 2000).

Los supuestos epistemológicos y ontológicos de este enfoque se resumen en lo siguiente:

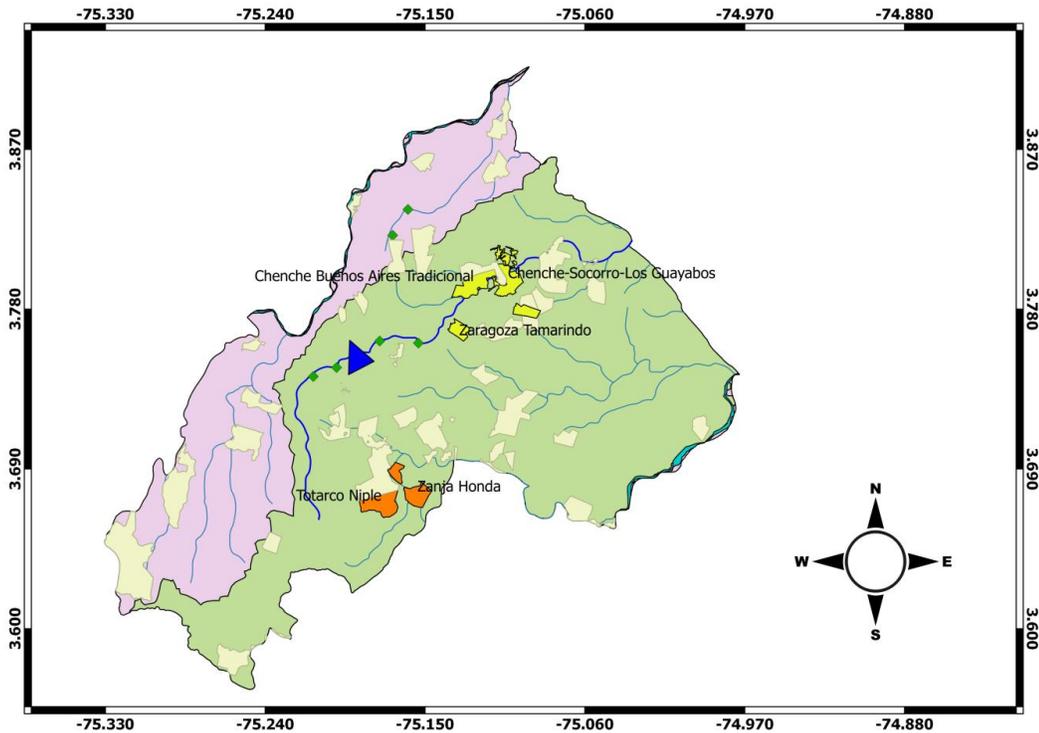
- El acceso al conocimiento de las RS se hace por medio de un abordaje hermenéutico, en el que el ser humano es visualizado como un productor de sentidos.
- Focaliza en el análisis de las producciones simbólicas, de los significados, del lenguaje, a través de los cuales los seres humanos construyen el mundo en que viven.
- Privilegia dos formas de acceso al conocimiento: una, a través de métodos de recolección y análisis cualitativo de los datos. Otra, la triangulación combinando múltiples técnicas, teorías e investigaciones para garantizar una mayor profundización y ampliación del objeto de estudio.
- La naturaleza del objeto de estudio que se intenta aprehender por esta vía, alude a un conocimiento del sentido común versátil, diverso y caleidoscópico (Araya, 2002, pp.50).

Por consiguiente, en concordancia con el enfoque elegido, la metodología utilizada para la recolección de información en la presente investigación procura la diversidad con el fin de obtener la mayor información posible a través de métodos diferentes de aproximación al mismo tema. De igual modo, el análisis de la información se realiza teniendo en cuenta la naturaleza predominantemente verbal de los datos y buscando caracterizar las tres dimensiones de las representaciones sociales: la información, el campo de la representación y la actitud (Moscovici, 1979).

2.4.2 Selección de comunidades indígenas para el trabajo

Teniendo en cuenta el diálogo establecido con los líderes de la zona, los recursos existentes para la investigación, el personal y el tiempo estimado para el desarrollo de las actividades, se escogieron cinco comunidades indígenas Pijao ubicadas en el área delimitada de la cuenca media – alta del río Chenche perteneciente al municipio de Coyaima. Dichas comunidades fueron: Chenche Buenos Aires Tradicional, Chenche Socorro Los Guayabos, Zaragoza Tamarindo, Totarco Niple y Zanja Honda (Figura 2-1).

Figura 2-1. Ubicación geográfica de los resguardos de las comunidades indígenas seleccionadas para la investigación.



Fuente: Elaboración propia. Software QGis V. 2.18. Ver descripción de metodología en Capítulo 1, sección 1.3.2. Escala espacial: selección de estaciones de muestreo.

2.4.3 Recolección y análisis de la información sobre las RS del estado de conservación de la cuenca media – alta del río Chenche al interior del pueblo indígena Pijao

- **Lugar y momento de reuniones con la comunidad**

Las reuniones realizadas con los miembros de las diferentes comunidades se llevaron a cabo en la Sede de cada comunidad y durante las Asambleas en las que participaron delegados de cada familia. Lo anterior dado que estos espacios corresponden a lugares y momentos frecuentes y ordinarios para la comunidad, por lo que la asistencia es generalmente amplia y es allí en donde se tratan los temas de importancia para la colectividad.

En estos espacios se realizaron tres reuniones con cada comunidad: i) un primer acercamiento en el que se presentó brevemente el objetivo del proyecto de investigación, con el fin de solicitar el consentimiento de la comunidad para el desarrollo del mismo y su participación en las actividades a realizar, ii) una primera reunión de trabajo o taller en el que se expusieron a profundidad los objetivos y alcances de la investigación y en el que se realizó la encuesta piloto y los trabajos grupales de cartografía social, y iii) un segundo taller en el que se aplicó la encuesta final y la metodología de asociación libre. La recolección de información se llevó a cabo entre los meses de Junio de 2016 y Junio de 2017.

Es importante mencionar que la socialización de los resultados del estudio a las comunidades es un compromiso adquirido por parte de la investigadora, y se plantea para los meses de junio y julio de 2018, posterior a la entrega y aprobación del documento. En dicha reunión se entregará a los gobernadores indígenas de cada comunidad una copia de la investigación en físico y digital, tal como fue solicitado desde el inicio del estudio.

▪ **Encuestas piloto y final**

Se realizó una encuesta para evaluar las representaciones sociales de cada comunidad con respecto al estado de conservación del río Chenche.

Para la estructuración y el desarrollo de la misma se llevaron a cabo entrevistas abiertas a algunos miembros de la comunidad de Socorro Los Guayabos durante el primer taller. A partir del diálogo ejercido en dicho espacio y del conocimiento previo que tenía la investigadora del proyecto sobre el tema ambiental en el municipio, se estructuró, desarrolló y aplicó la encuesta piloto (ver Anexo F). Los resultados obtenidos permitieron evaluar el diseño de la misma, la claridad y pertinencia de las preguntas, opciones que no se habían contemplado entre las posibles respuestas, la logística de la aplicación de la encuesta y la precisión en las instrucciones.

Posteriormente, con base en los resultados obtenidos en la encuesta piloto se diseñó y aplicó la encuesta final (ver Anexo G), la cual contó con 5 secciones correspondientes a:

i) información del encuestado, ii) aproximación al ecosistema, iii) relación con el ecosistema, iv) estado de conservación del río Chenche y v) responsabilidad ambiental. En total se realizaron 47 encuestas piloto y 108 encuestas finales en las cinco comunidades participantes.

La información obtenida fue sistematizada y analizada mediante estadística descriptiva, representándose la frecuencia de las respuestas a través de gráficos de barras.

▪ **Carta asociativa**

Este ejercicio de asociación se realizó con el fin de identificar los elementos del universo semántico de la frase inductora “Río Saludable”. Estos constituyeron la base para determinar los tipos de representaciones sociales del ambiente de acuerdo a los planteamientos de Marcos Reigota (2004) y Raúl Calixto, (2008), quienes las dividen en: Naturalistas, Globalizantes y Antropocéntricas; estas últimas a su vez se categorizan en Antropocéntricas pactuadas, A. utilitaristas y A. culturales.

Aunque otros estudios han utilizado como metodología la redacción de textos pequeños para este tipo de fines investigativos, en este caso se escogió la asociación libre con el objetivo de simplificar el ejercicio debido a que en estas comunidades predomina una cultura oral, es decir, la escritura no es una práctica común o regular. De igual forma, en concordancia con lo anterior, los niveles de asociación utilizados para dar contexto semántico, y por tanto significación a los elementos de la Representación Social (Araya, 2002), fueron solo dos.

Dicho ejercicio se abordó entregando una hoja blanca y un lápiz o color a cada participante, posteriormente se solicitó escribir en la mitad de la hoja la frase inductora “Río Saludable”, luego de lo cual se animó a los participantes a anotar las palabras que relacionaran con dicha frase central, completándose así un primer nivel de asociación. Por último, se pidió nuevamente a los participantes relacionar otras tres palabras a las asociaciones realizadas anteriormente, es decir, al conjunto “frase inductora + palabra de primer nivel”, culminando así un segundo nivel de asociación. Se obtuvo un total de 99 ejercicios de asociación libre en las cinco comunidades.

La información obtenida se analizó teniendo en cuenta la frecuencia de las palabras y sus lazos significativos de acuerdo a las asociaciones establecidas entre el término inductor y los dos niveles explorados, logrando de esta manera categorizarlas en un tipo de RS determinado.

▪ **Cartografía social**

Esta metodología se planteó con la intención de complementar el análisis de las Representaciones Sociales mediante una perspectiva de escenarios temporales que permitiera hacer una aproximación a los principales cambios ambientales ocurridos en la zona durante los últimos 20 años.

Para tal ejercicio, la comunidad participante en el taller se dividió en dos grupos de trabajo. A uno de ellos se le encargó realizar el mapa de la cuenca media – alta del río Chenche (municipio de Coyaima) tal como lo recordaban 20 años atrás, mientras que al grupo restante se le solicitó la elaboración del mapa actual. Con el fin de motivar y guiar el proceso se entregó a cada grupo una hoja de instrucciones generales (Anexo H). Finalmente, el trabajo realizado se socializó con todos los participantes de la reunión, momento en el que se tomaron apuntes sobre las intervenciones de los miembros de la comunidad.

El contenido gráfico de los mapas realizados por las comunidades se analizó mediante la definición de categorías de análisis cualitativo y la construcción de una línea base cartográfica, siguiendo el modelo utilizado por López (2012).

▪ **Entrevistas a los mayores**

Teniendo en cuenta la importancia de los mayores de la comunidad en el conocimiento del territorio, su contexto histórico y la conservación de las tradiciones y costumbres del pueblo indígena Pijao, se hicieron entrevistas a un abuelo y una abuela que fueron seleccionados por su liderazgo en diversos procesos históricos de la región. Las entrevistas estuvieron encaminadas a conocer sus percepciones y opiniones sobre la conservación del río y las principales problemáticas que lo han afectado y a evidenciar el acervo cultural y sus vivencias relacionadas con este ecosistema fluvial. Para esto se realizaron visitas (máximo 3) a cada uno, durante las cuales se hicieron preguntas

establecidas en un guión primario. Las sesiones fueron grabadas previa autorización del entrevistado.

La información obtenida en este caso se sometió a un cuidadoso análisis de contenido, proceso que se resume en tres fases: organización, codificación y análisis, el cual fue realizado en el software Atlas ti.

2.5 Resultados

2.5.1 Encuesta

- **ENCUESTA PILOTO: resultados, análisis y re-estructuración de la encuesta final**

La encuesta piloto permitió incorporar a las preguntas de opción múltiple de la encuesta final, algunas alternativas de respuesta que no se contemplaron en un principio y que surgieron en la opción “otro” propuestas por miembros de la comunidad.

Por otra parte, las secciones de la encuesta piloto dedicadas al componente cultural y temporal, las cuales contenía preguntas abiertas que buscaban indagar sobre los significados de algunas palabras, la presencia de lugares sagrados, la realización de rituales en torno al río Chenche y las quebradas Hilarco y Guaguarco, y los cambios percibidos en las características del río en los últimos 20 años, fueron los segmentos menos respondidos. Con respecto a lo anterior se identificaron dos razones principales por las cuales éstas preguntas no fueron respondidas: i) al cuestionar a la comunidad esta señaló que pocos miembros tenía conocimiento al respecto o que los mayores eran los que sabían más del tema. Por otra parte, ii) es evidente que estos pueblos indígenas mantienen una tradición principalmente oral, por lo que las técnicas de investigación que implican la escritura pueden dificultar la obtención de información. Por tanto, estas secciones se eliminaron de la encuesta final y se abordaron mediante las entrevistas a los mayores y los ejercicios de cartografía social.

ENCUESTA FINAL – Información del encuestado

Se realizaron en total 108 encuestas finales en las cinco comunidades que participaron en el estudio: Chenche Socorro Los Guayabos (31), Zaragoza Tamarindo (25), Totarco Niple (19), Zanja Honda (17) y Chenche Buenos Aires Tradicional (16). La distribución por género de la población encuestada fue de 62% hombres y 38% mujeres. El rango de edad de los participantes se ubicó principalmente entre los 40 y 70 años (Figura 2-2) y el nivel educativo predominante en la muestra fue la primaria (71%) (Figura 2-3).

Figura 2-2. Rangos de edades entre las personas encuestadas en las cinco comunidades participantes.

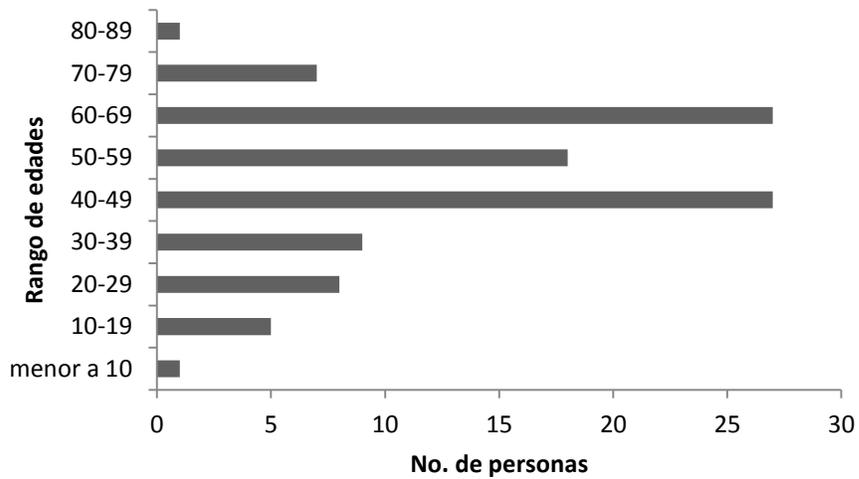
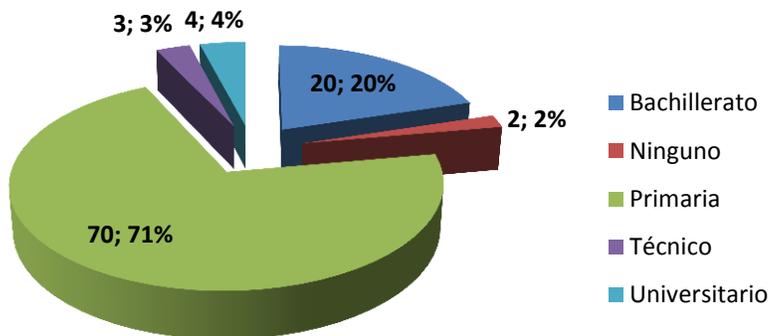


Figura 2-3. Escolaridad de las personas encuestadas en las cinco comunidades participantes.



- **Aproximación al ecosistema (río Chenche)**

Esta sección buscó revelar en qué momento de la vida los entrevistados conocieron por primera vez el río Chenche y quién o quiénes fueron fundamentales para ese primer acercamiento al ecosistema.

De acuerdo a la encuesta, el 83% de los participantes indicaron conocer el río desde su infancia o adolescencia (entre los 3 y los 19 años), y en la mayoría de los casos (80%) fueron sus padres (papá, mamá o ambos) quienes los llevaron al río por primera vez.

- **Relación con el ecosistema (río Chenche)**

En este segmento de la encuesta se evaluó la regularidad con la que la persona visita el río, las razones por las que lo hace y la importancia del ecosistema para sí mismo.

El 55% de los encuestados indicó que visita el río con una periodicidad semanal, el 23% mensual, el 7% anual y el restante 15% manifestó que no visita el río en ningún momento para actividades específicas en él, sino que está al tanto del estado del mismo cuando pasa por carreteras aledañas durante los días en los que se dirigen de las veredas al casco urbano municipal.

Los usos principales que le da la comunidad al río son: bañarse (22%), pescar (17%), lavar ropa (14%), pasear o jugar (14%) y obtener agua para los animales (11%) y los cultivos (10%). Solo el 7% indica usar el agua del río para consumo propio.

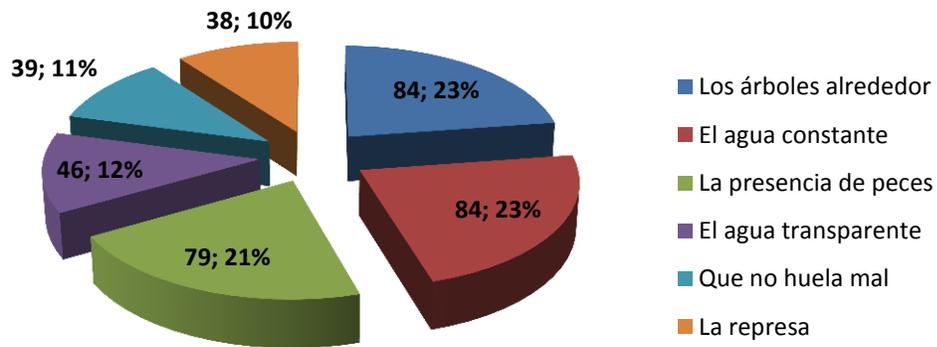
En relación a la importancia del río para la comunidad, solo una persona respondió que este ecosistema no es relevante, en tanto que para los demás sí lo es (99%). En la pregunta en la que se inquirió acerca de las razones por las que se considera importante el río, se solicitó al encuestado asignar valores del 1 al 3 a cada opción, siendo 1 la razón más importante y 3 la de menor relevancia. Las opciones incluidas en este ítem fueron: provee agua, hace parte del paisaje, allí habitan algunos animales, refresca el ambiente, provee alimentos como el pescado, es parte de la cultura y el territorio Pijao, da vida. En la mayoría de los casos los encuestados asignaron a todas las opciones el valor de 1.

▪ **Estado de conservación del río Chenche**

Esta sección pretendió recopilar información que permitiera evaluar el conocimiento del encuestado sobre los elementos que indican un ecosistema saludable y la percepción sobre el estado actual de conservación del río, sobre las actividades que lo afectan y sobre la favorabilidad de la construcción del embalse Zanja Honda para esta fuente hídrica.

Según la mayoría de los encuestados, la buena salud del río se conoce por tres características principales: la presencia de árboles alrededor (23%), el agua constante (23%) y la presencia de peces (21%). Por otra parte, la transparencia del agua, la ausencia de malos olores y la presencia de la represa obtuvieron porcentajes iguales o menores a 12%, reflejando una menor importancia para la comunidad como elementos característicos de un río conservado. Es interesante que un 10% considere al presencia del embalse como un signo de buena salud del río (Figura 2-4).

Figura 2-4. Variables que determinan una buena salud del río Chenche según los participantes de la encuesta en las cinco comunidades.



En cuanto a la salud actual del río Chenche, el 73% de los participantes respondieron que es buena, el 13% la considera regular, el 1% opina que es mala y un 13% no respondió esta pregunta.

Según la comunidad, las actividades que tienen un mayor efecto negativo sobre la salud del río Chenche actualmente son las basuras (15%), los químicos (15%), la tala de árboles (14%) y las quemadas (13%).

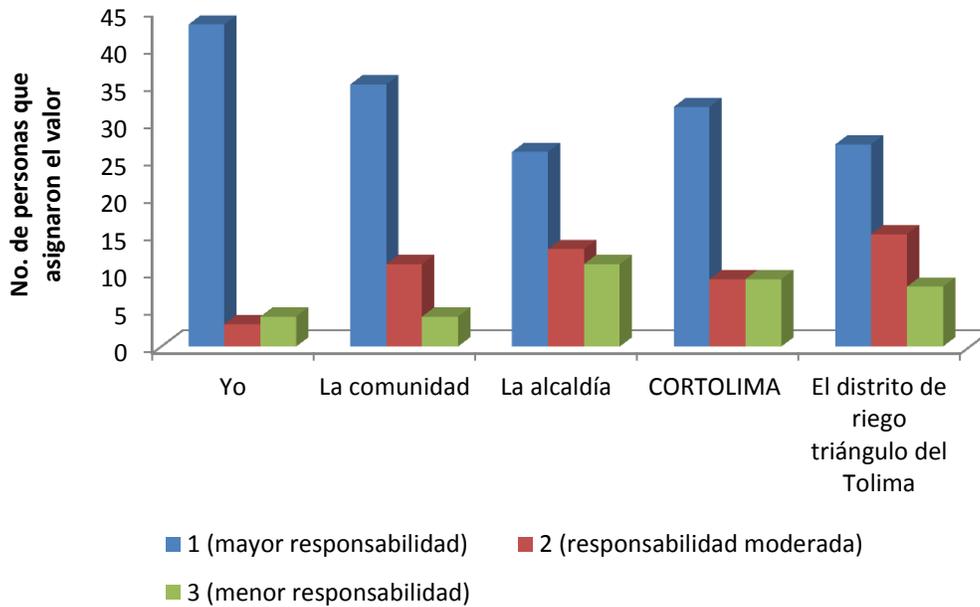
Finalmente, el 80% considera que la construcción de la represa Zanja Honda fue positiva para la conservación del río Chenche, el 3% indica que fue negativa y el 17% no respondió esta pregunta.

▪ **Responsabilidad ambiental**

Con este segmento de la encuesta se buscó evaluar la importancia del rol que asigna el encuestado a los diferentes actores sociales en torno al cuidado del río, las propuestas que considera más relevantes para incentivar la conservación del ecosistema y si se han llevado a cabo acciones en este sentido.

La primera pregunta (“¿Quién es responsable de cuidar el río Chenche?”) se planteó con posibilidad de múltiples respuestas a las cuales debían asignar un valor: 1 para aquel actor o actores que tenían la mayor responsabilidad en el cuidado del río y 3 para el o los que menos. Los resultados indicaron que la mayor responsabilidad se asignó principalmente al término “yo”, seguido por “la comunidad”, “Cortolima”, “el distrito de riego” y “la alcaldía” (Figura 2-5).

Figura 2-5. Responsabilidad ambiental de los diferentes actores en torno a la conservación de la salud del río Chenche.



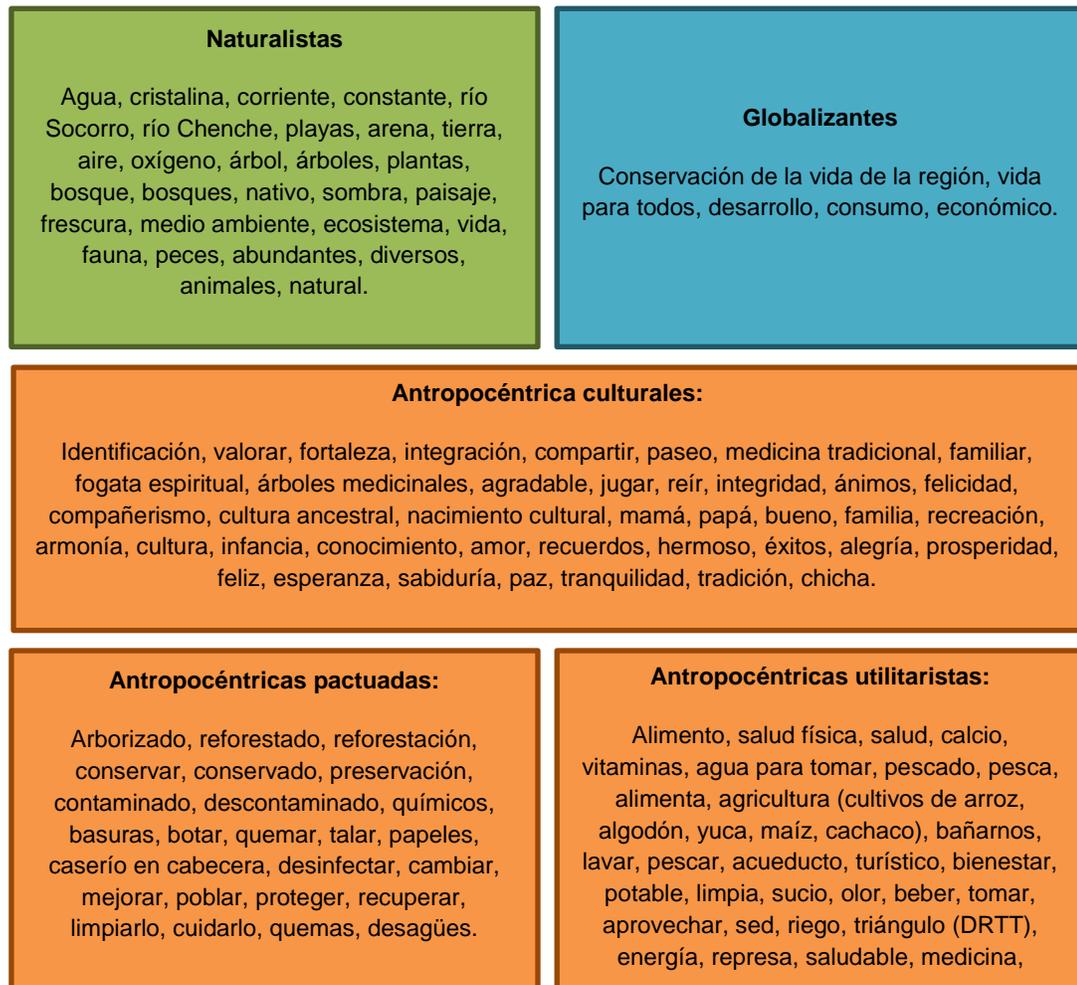
En cuanto a las propuestas para promover la conservación del río, los grupos ambientales (26%), los talleres de capacitación (25%) y el trabajo comunitario (23%) fueron las más seleccionadas. Abordar el tema en las escuelas obtuvo el 16% y la señalización propuesta por uno de los integrantes de la comunidad en la encuesta piloto, tan solo el 10%.

Para terminar, a la pregunta “¿He hecho algo que promueva la conservación del río Chenche?” el 55% de los encuestados respondió que sí, el 20% que no y el 25% no respondió. A los que respondieron sí, se les solicitaba indicar qué acciones habían llevado a cabo. Dichas respuestas estuvieron relacionadas principalmente con no contaminar el agua con basuras o químicos, respetar las zonas de ribera, evitar la tala de árboles, sembrarlos y conservar el bosque, participar en proyectos y talleres de conservación, concientización, capacitación y sensibilización, y enseñar a los hijos a cuidar el río.

2.5.2 Tipos de representaciones sociales

El análisis de las cartas asociativas dio como resultado la siguiente clasificación de las representaciones sociales de acuerdo con las palabras y sus lazos significativos utilizados en el ejercicio por parte de cada participante:

Figura 2-6. Clasificación de las representaciones sociales de las comunidades indígenas Pijao de acuerdo con las palabras y sus lazos significativos utilizados en torno a la frase inductora “río saludable”.



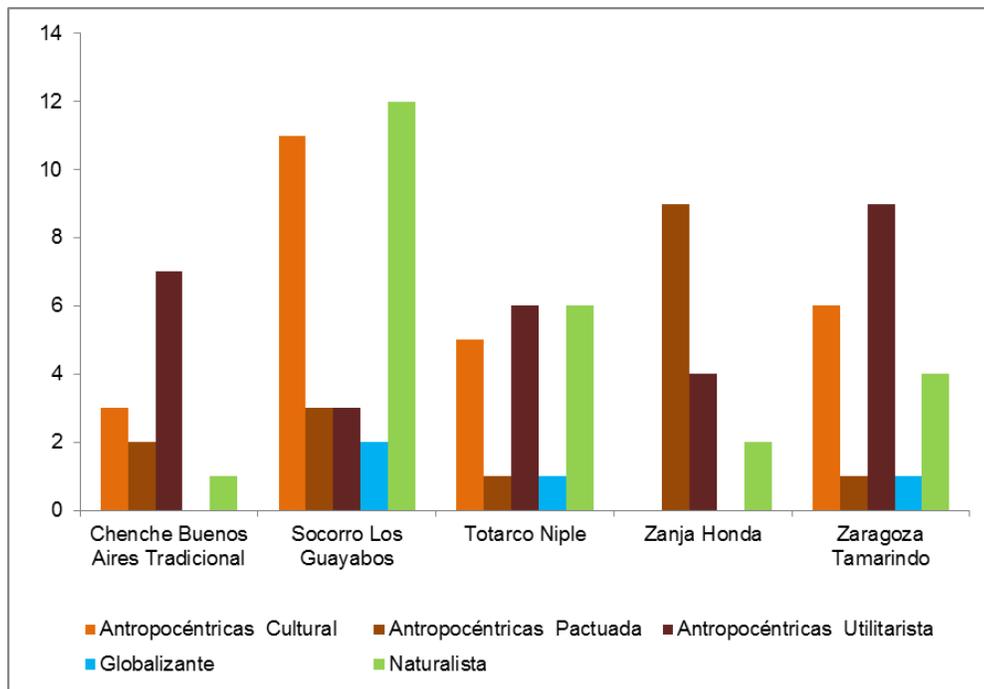
En la tabla siguiente se resumen los resultados obtenidos para el ejercicio en cada comunidad.

Tabla 2-1. Tipos de representaciones sociales y número de registros obtenidos en las diferentes comunidades indígenas de la etnia Pijao.

| | Antropocéntricas | | | Globalizante | Naturalista | Total |
|-------------------------------|------------------|-----------|--------------|--------------|-------------|-----------|
| | Cultural | Pactuada | Utilitarista | | | |
| Chenche Bs. Aires Tradicional | 3 | 2 | 7 | 0 | 1 | 13 |
| Socorro Los Guayabos | 11 | 3 | 3 | 2 | 12 | 31 |
| Totarco Niple | 5 | 1 | 6 | 1 | 6 | 19 |
| Zanja Honda | 0 | 9 | 4 | 0 | 2 | 15 |
| Zaragoza Tamarindo | 6 | 1 | 9 | 1 | 4 | 21 |
| Total | 25 | 16 | 29 | 4 | 25 | 99 |

Los tipos de representaciones predominantes fueron la antropocéntrica utilitarista, la antropocéntrica cultural y la naturalista, que acumularon el 80% de los resultados (Figura 2-7). El tipo de representación antrópocéntrica pactuada obtuvo el mayor reporte en la comunidad de Zanja Honda, con el 56% de los resultados, en tanto que la representación de tipo globalizante fue la menos encontrada en todos los casos (4%).

Figura 2-7. Número de registros obtenidos para los diferentes tipos de representaciones sociales en las comunidades Pijao participantes.



2.5.3 Cartografía social

El ejercicio de cartografía social permitió reconocer los principales cambios que la comunidad ha percibido en la cuenca media – alta del río Chenche durante los últimos 20 años.

Tal como se observa en la **Tabla 2-2**, se identificaron nueve hitos temporales de relevancia por su frecuencia en los mapas realizados y por la importancia que les otorgaron las comunidades en la socialización de los mismos. Cuatro de estos se clasificaron dentro de las categorías biofísica y biológica, correspondientes a la desaparición de ojos de agua en el territorio (de los que nacían diversas quebradas que hacían parte de la red de drenaje del río Chenche), a la disminución de la cobertura arbórea en la zona de cabecera (en tanto que esta aumentó en la zona plana del municipio) y al incremento en la presencia de rayas (*Potamotrygon magdalenae*) en el río.

Tabla 2-2. Matriz de información sobre los hitos de cambio temporal identificados mediante los ejercicios de cartografía social realizados por las diferentes comunidades.

| Categoría | Variable | Hitos de cambio temporal | | Factor de cambio asociado por la comunidad |
|---|--------------------|---|--|---|
| | | Hace 20 años | Actual | |
| Biofísica - ojos de agua | presencia/ausencia | Existían ojos de agua aledaños a las quebradas Socorro, La Arenosa y Guayabo. | Desaparecieron los ojos de agua mencionados. Las quebradas se secan más. | Construcción del distrito de riego |
| Biofísica – Cobertura arbórea en la zona de cabecera | cantidad | Cobertura arbórea abundante. | Disminuyó la cobertura arbórea. | Tala para leña utilizada en el tratamiento de la hoja de cachaco. |
| Biofísica – Cobertura arbórea en la zona plana | cantidad | Escasa cobertura arbórea. | Aumento en la cobertura arbórea | Programas de reforestación Cortolima - comunidad. |
| Biológica - rayas en la zona plana | cantidad | Se veían pocas rayas en el río Chenche. | Aumentó mucho la cantidad de rayas. | Construcción del distrito de riego |
| Económica - monocultivos | cantidad | Había pocos monocultivos, más huertas y pancoger | Aumentan los monocultivos de arroz, maíz, cachaco. | Construcción del distrito de riego |

| | | | | |
|---|--------------------|-----------------------------------|--|--|
| Económica - pesca | lugar de actividad | Se pescaba en el Chenche. | Se pesca más en el embalse que concentra una mayor cantidad de pescado. | Construcción del distrito de riego |
| Socioeconómica - químicos usados para fumigación | cantidad | No se usaba tanto químico. | Ha aumentado el uso de químicos para el mantenimiento de los cultivos productivos. | Aumento de los cultivos productivos – Construcción distrito de riego |
| Social - basurero municipal | presencia/ausencia | Antes no había basurero municipal | Se construyó el basurero municipal y está abandonado. Fuente de contaminación. | Manejo alcaldía |
| Social - densidad poblacional | cantidad | Pocas casas. | Aumenta la densidad poblacional. | Crecimiento demográfico |

Por otra parte, los principales cambios pertenecientes a las categorías económica y socioeconómica fueron el aumento en las áreas utilizadas para la producción agrícola bajo la modalidad de monocultivos como el arroz, el maíz y el cachaco (plátano *Musa paradisiaca*). Todo lo cual trajo a su vez un incremento en el uso de químicos para la fumigación y el mantenimiento de los mismos. Igualmente, la actividad de pesca tanto para consumo como para la venta se trasladó en gran medida del río al embalse, debido a la mayor concentración de peces en este último y a que se considera un lugar más seguro para esta actividad debido a la ausencia de rayas.

Finalmente, en la categoría social se encontraron la falta de manejo del basurero municipal y el incremento en la densidad poblacional en toda la cuenca. El factor de cambio más importante durante los últimos 20 años ha sido la construcción del distrito de riego, el cual estuvo relacionado con cinco de los nueve hitos identificados.

A continuación se presentan algunas imágenes de los elementos identificados en los mapas, los cuales fueron la base de la clasificación expuesta anteriormente:

Figura 2-8. Imágenes aumentadas de algunos elementos clave identificados en los mapas realizados por las comunidades, los cuales fueron utilizados para la clasificación de los principales hitos de cambio en la cuenca media – alta del río Chenche.

20 años atrás

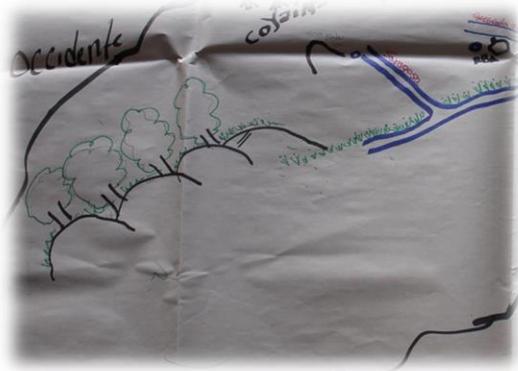


Ojos de agua, escasa cobertura arbórea en la zona plana.

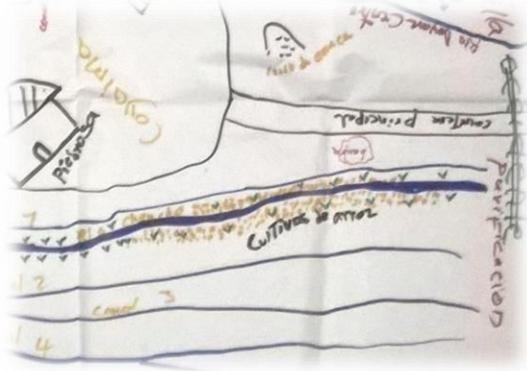
Actualidad



Parches de reforestación en la zona plana e incremento de monocultivos



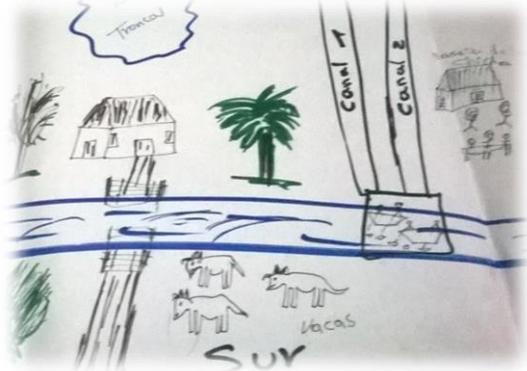
Mayor cobertura arbórea en zona de cabecera



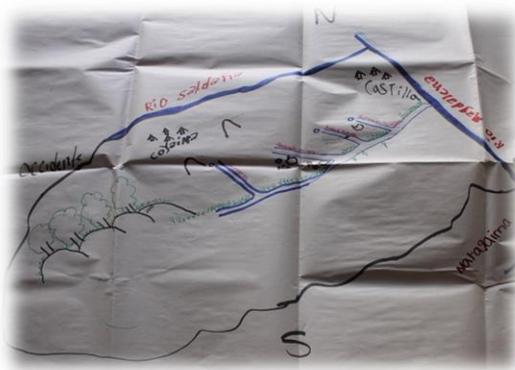
Incremento monocultivos



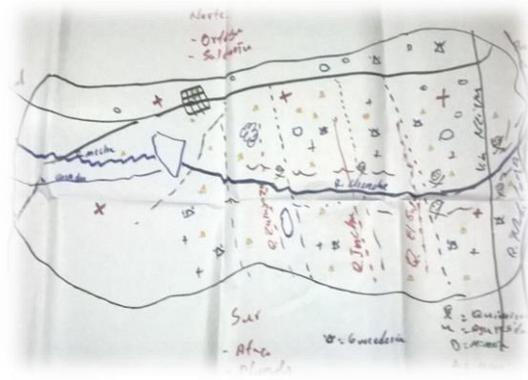
Escasos monocultivos



Pesca en zona de embalse



Escasa densidad poblacional



Incremento de químicos, aumento en densidad poblacional, basurero municipal

2.5.4 Relatos de los mayores

Las entrevistas con los mayores permitieron reconocer, durante el diálogo, sus percepciones y opiniones sobre el estado de conservación del río, así como evidenciar el acervo cultural y sus vivencias relacionadas con este ecosistema fluvial.

Los abuelos entrevistados fueron Noé Tacumá (mayor del resguardo indígena Chenche Socorro Los Guayabos, quien al momento de la entrevista tenía 65 años) y Rosalía Poloche (Mayor del resguardo indígena Amayarco, de 64 años).

- **Sobre la historia del Distrito de Riego Triángulo del Tolima (DRTT)**

De acuerdo con los relatos de los mayores, el DRTT fue una iniciativa de las comunidades del pueblo indígena Pijao en la búsqueda de una alternativa para superar las dificultades relacionadas con el déficit hídrico que ha caracterizado la región en las últimas décadas y que dificultaba el acceso al agua para las familias, los animales y el desarrollo de los cultivos.

“El distrito nació fue de la gente... cuando no estaba la presa el Chenche se secaba en verano y (las personas) hacían manas (huecos en el lecho del río) de por ahí de dos o tres metros de profundidad para darle de tomar a los animales... (en cuanto a los cultivos) por lo menos estos de arroz (tenían agua) era por las represas que represaban de las quebradas y del río Chenche con bombas” (Noé Tacumá).

La primera etapa del DRTT fue la construcción del muro de contención de la represa Zanja Honda, aproximadamente en el año 1996. Este fue primordial debido a que las inundaciones que se presentaban en la parte baja del río Chenche durante la temporada de lluvias, causaban estragos en los cultivos aledaños y el casco urbano de Castilla.

“...al principio dijeron que iban a hacer una detención, porque Chenche cuando se crecía, eso se llevaba Castilla, ahora no, ahora no hay esa inundación así...” (Rosalía Poloche).

En una segunda etapa, que se desarrolló entre los años 2005 y 2015, se construyó el sistema de conducción principal del DRTT, el desarenador, los canales principales, las estructuras faltantes de la represa y se llevó a cabo el llenado de la misma. A partir de la finalización de este periodo, los mayores señalan que la calidad de vida de las comunidades indígenas ha mejorado debido al mayor acceso al agua que circula por los canales y por las principales fuentes hídricas del municipio (quebradas Hilarco, Guaguarco y el río Chenche), las cuales han recuperado el flujo en verano (aguas abajo de la zona de influencia del DRTT y sus Canales) gracias al transvase de las aguas del río Saldaña.

“Las quebradas de Guaguarco, ... Hilarco y Chenche, ahorita han cogido una fuerza potente en agua por los canales del riego del triángulo, ... cogieron vida, con eso tienen agua, ... va a tener cinco años que cogieron vida ... más allá eran seco, en tiempo de verano eran tremendo. Entonces de ahí para acá los animales, la gente, los cultivos han mejorado, porque la gente está cultivando con las aguas que se trasladaron del triángulo del río Saldaña al río Chenche ...” (Noé Tacumá).

Actualmente aún hace falta el desarrollo de la tercera etapa de construcción del DRTT, la cual comprende los canales secundarios y terciarios (interprediales).

- **Algunos perjuicios relacionados con la construcción del DRTT**

Durante las entrevistas los mayores señalaron algunas situaciones relacionadas con la construcción del DRTT que han afectado al río Chenche y a su vez a la población ribereña. La primera corresponde a la pérdida de peces nativos que, según los mayores,

han disminuido considerablemente en algunos casos y desaparecido totalmente en otros desde la construcción del embalse y su puesta en marcha. El transvase del agua del río Saldaña al río Chenche es percibido como una de las causas principales de dicha situación.

“que días por aquí había el kike, estaba el pilo, uno que parece el Kike pero este es lisito, ... ese es de comer y ese es una vitamina la berraca oiga, ese lo encargan mucho pero es muy escaso. Es como el colo, el colo tiene una vitamina tremenda, tremenda, tremenda, ese es para el asunto de la matriz cuando la mujer no tiene familia ... y son nativos, nativos, nativos!, esos si había pero en cantidades, y ahorita cuando abrieron esa compuerta empezó a entrar una animalada, pero fue que entro una cantidad del río Saldaña, eso entró acá y esos peces se fueron y llegaron otros ... porque el kike desapareció y eso era una cantidad que había y el colo se perdió. Yo creo que fue que a ellos no les sentó el agua, cuando cambiaron el agua y ellos eran de esa agua propia, la nativa, porque como esa era natural y en cambio la otra sí ya viene es de páramo, entonces... de una a la otra hay un cambio grande” (Noé Tacumá).

El otro cambio importante percibido por la comunidad es el incremento en la cantidad de rayas (*Potamotrygon magdalenae*) en el río Chenche, aguas abajo del embalse, desde que se puso en marcha la represa. Esto ha ocasionado que las personas eviten ir a bañarse y a pescar al río debido al miedo a la picadura del animal, de la cual ya han sido víctimas algunos de ellos.

“Eso (el incremento de las rayas) fue cuando abrieron la compuerta (de la represa)... virgen santísima allá (en el río Chenche) lo que hay es una cantidad...” (Noé Tacumá).

“Ahorita la gente pesca es en la represa, y en Chenche abajo no pescan porque hay mucha raya... y sí han salido picados de rayas, y eso los bota a cama y todo. Esas rayas salen del Magdalena, el problema es que no las vayan a botar a la represa, porque donde las boten a la represa se llena todo de rayas” (Rosalía Poloche).

También refirieron los mayores que el salto de Boquinche, lugar sagrado para la comunidad y en el cual se encontraba el mohán anteriormente, se ubicaba en medio de

la represa y fue inundado. Esta es una de las razones por las que este tipo de espíritus del agua ya no se encuentran como anteriormente sucedía.

“Había uno que le decían el charco de boquinche, donde llenaron, y es bonito... era un zanjilón así bonito y era donde vivía el Mohán, y eso quedó en agua...esos saltos son sagrados” (Rosalía Poloche).

- **Los espíritus del agua en territorio Pijao**

En las entrevistas a los mayores surgieron historias que recopilaban relatos que hacen parte de la cosmovisión del pueblo Pijao, como aquellos sobre el mohán, la mohana y la madre de agua. Estos se consideran espíritus del agua, pues se encuentran en los ríos y quebradas de la región.

El Mohán... vivía ahí porque aquí llegaba una quebrada y allá llegaba la otra de allá y ese tenía cueva que salía de allá al otro lado... (Noé Tacumá)... él no vive en lo seco, vive en charcos hondos... (Rosalía Poloche).

En algunos casos a dichos espíritus se les atribuyen ciertas funciones, como cuidar la fuente hídrica y controlar la pesca.

“...la Mohana es una mujer y el Mohán es un hombre, ellos abundaban el agua, ellos no dejaban secar los ríos, dice mi mamá que si no querían dejar pescar la gente, había una quebrada normal y en un momentico eso se llenaba se hacía una represa, y era porque ellos hacían una... y cuando no querían dejar pescar entonces soltaban eso y mandaba el agua, porque ellos trancaban el agua pa no dejar pescar” (Rosalía Poloche).

“El (el mohán) es el que maneja el pescado, si usted va a pescar tire la red y... no es sino pedirle, bueno, amigo del agua regáleme algo, y él sabe si es pa comer o no, y él le regala a uno, él es bueno. Pero cuando también esta bravo no le regala nada” (Noé Tacumá).

Por otra parte, también se les relaciona con sucesos nefastos como la muerte o las enfermedades en los niños.

“... pues la madre de agua contaba mi mamá que era que en esas quebradas hondas hondas como allá que eso eran inmensas, no podía ir una persona sola porque le salía y lo ahogaba, iban y lo encontraban ahogado, era el cuento, no se a mí no me consta eso, se lo encontraban ahogado enterrado con arena” (Rosalía Poloche).

“... un niño pa llevarlo allá (a los pozos donde se ha visto al mohán) toca curarlo, desde que nace se cura, y cuando se va allá con ese niño a bañarse o a pescar hay que echarle humo del tabaco, y cuando se sale del agua de la quebrada hay que llamarlos, si no lo llama lo enferma el Mohán. Eso les da una enfermedad que les da fiebre, diarrea, vómitos y los llevan al hospital y allá no le dan con el remedio, porque pa poderse alentar un niño de esos es sobarlos, una sobandera especial que hay para eso y se soba y ese es el remedio” (Rosalía Poloche).

También señalaron los mayores que estos espíritus se encuentran cada vez menos en los ríos y quebradas debido a la pérdida de algunos de los lugares que solían habitar, como el salto de Boquiche, sobre el que se relata la historia en párrafos anteriores, así como por el aumento en la contaminación.

“...todos esos espíritus con el tiempo se van retirando, ellos salen, pero con el tiempo de tantos venenos que han salido que el mismo hombre ha inventado sobre la tierra, pa echarle veneno a esto, pa la hierba me entiende... se han retirado” (Noé Tacumá).

- **Algunas vivencias y remembranzas de los mayores sobre el mohán**

“El Mohán es el del agua, le voy a contar un caso, resulta que una vez, venía yo de por allá de Zaragoza, estaba por allá enamorado de una muchacha, yo lo vi ahí en la quebrada en la moya de Tirmín, pero en el borde del agua, en la loma, y lo vi, lo vi desnudo y con ese cabello largo así pero él estaba sentado. Cuando me vio, serian por ahí las cinco de la mañana, cinco y media, yo pasé por ahí y de una vez sonó, sonó esa agua apenas, se botó, no quería que yo llegara...conocí yo el man y de verdad el man es con ese cuerpo áspero, un hombre, la cara es una cara áspera, la nariz es gruesa, larga,

cachetón, pero yo no le vi barba, nada ... yo vine a la casa y le comenté a mi mamá y al difunto de mi papá, que dijo que eso le pasa a los enamorados” (Noé Tacumá).

“Un día fue mi hermano a pescar, como nosotros íbamos a pescar de noche, yo ese día no fui, fue mi hermano entre varios a pescar de noche y se le quedó enredado el chile por allá y no lo pudo sacar, entonces lo dejó allá enredado. Al otro día volvió y estaba bien enrollado en una peña... es que el Mohán desde que no se le pida permiso el no da pescado, y seguro no le pidieron permiso (risas). Pero encontró el chile allá enrolladito así, bien amontonado después de que se había quedado por ahí enredado” (Rosalía Poloche).

2.6 Discusión

De acuerdo con el objetivo de la investigación, la información recolectada permitió obtener un panorama general sobre las representaciones sociales del estado de conservación del río Chenche en su cuenca media – alta y la clasificación de las mismas con base en la propuesta planteada por Calixto (2008). Igualmente, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la encuesta piloto en cuanto al vacío de información relacionado con el tema cultural, se asignó un espacio de la discusión al mismo dada la importancia que merece el tema en el contexto social en el que se desarrolla la investigación.

En primera instancia, es importante aclarar que los resultados obtenidos son el reflejo de una parte de la población, que corresponde a aquella que asiste y participa regularmente de las asambleas en las diferentes comunidades. Dado que estos espacios constituyen el lugar y momento en los que se discuten y se toman las decisiones más importantes para la colectividad, se puede decir que las RS de este segmento de la población se consideran de relevancia, pues son el reflejo de las ideas y opiniones de los líderes y tomadores de decisiones en cada una de ellas.

- **Dimensión de la información**

En primer lugar, desde un nivel de análisis simbólico que corresponde a la dimensión de la información, es decir, a los conocimientos que poseen los sujetos (Araya, 2002), las

metodologías utilizadas permitieron evidenciar que las comunidades elaboran sus RS sobre el estado de conservación del río Chenche principalmente a partir de sus experiencias personales y colectivas.

La escuela o la academia no ejercen una influencia significativa sobre las mismas, pues son un espacio ausente actualmente para la población entrevistada, teniendo en cuenta el principal rango etario de la misma (40 – 70 años) y el bajo nivel de escolaridad reflejado en la encuesta, el cual corresponde en un 70% a la primaria. De acuerdo con lo anterior, se puede decir que el vínculo con la institución educativa en este caso se remonta al pasado lejano de la niñez, por lo que la contribución de la misma en el presente no es evidente. Esta situación es un reflejo más de lo que sucede en las zonas rurales del país, en donde las condiciones para la educación básica y secundaria son precarias (Carrero & González, 2016) y aquellas pocas personas que logran realizar estudios superiores deben salir del territorio y en muchas ocasiones no vuelven al lugar de origen.

Los medios de comunicación social como la televisión, la radio o la prensa también tienen una influencia incipiente en la construcción de las RS sobre el estado de conservación del río Chenche, pues no se evidenció alusión alguna a los mismos ni ideas preponderantes que estuvieran relacionadas con lo que en ellos se informa. En cambio, la familia y la colectividad son una fuente de información de gran importancia para la constitución de las RS, pues hacen parte fundamental del espacio en el que se desarrollan las vivencias de los miembros de la comunidad.

La relevancia de la familia, especialmente de los padres, se pudo constatar en la encuesta en donde se indagó sobre el primer acercamiento al río Chenche, en la que el 80% de los participantes señaló que fueron sus padres quienes los llevaron al río por primera vez. De igual manera, en los relatos de los mayores las figuras paterna y materna fueron de importancia, especialmente en las historias relacionadas con el contexto cultural.

De la misma forma, tanto en la encuesta como en las entrevistas a los mayores, en la carta asociativa y en la cartografía social, fue evidente que la comunidad constituye un espacio social primordial en la elaboración de las RS, lo que tiene fundamento en el

principio colectivo bajo el que operan los pueblos indígenas (Piñacué, 2014). Por ejemplo, en la sección de responsabilidad ambiental de la encuesta los términos “yo” y “la comunidad” obtuvieron los mayores valores y frecuencias. De igual forma, las principales actividades propuestas para promover la conservación del río estuvieron relacionadas esencialmente con la creación o el uso de espacios colectivos ya afianzados por la comunidad, como los grupos ambientales, los talleres de capacitación y el trabajo comunitario.

En la carta asociativa igualmente fue evidente el uso de palabras como compañerismo, integración, cultura ancestral, chicha, tradición y medicina ancestral, conceptos relacionados con la vida colectiva del pueblo indígena Pijao. Además, durante la socialización de los ejercicios de cartografía social, el significado comunitario de cada aspecto plasmado fue la base de las intervenciones, así como se percibió en las entrevistas realizadas a los abuelos, en las que el bienestar o las afectaciones relacionadas con el agua en el territorio siempre se abordaron desde un enfoque colectivo.

Asimismo, en la pregunta en la que se indagó sobre la relación de cada persona con el ecosistema, las actividades que más frecuentemente practican los participantes de la encuesta en sus visitas al río Chenche se enmarcan en un contexto de compartir con la familia o la comunidad, como lo son el baño, la pesca, el lavado de la ropa o los paseos y el juego.

- **Dimensión del campo de la representación**

Continuando en el nivel de análisis simbólico, pasamos ahora a la dimensión del campo de representación, en donde se encuentran los diferentes elementos que configuran su contenido (Araya, 2002). La carta asociativa fue una importante herramienta a este respecto. Mediante la misma se pudieron clasificar los tipos de RS en torno a la frase inductora “río saludable”, que principalmente correspondieron a tres clases: naturalista, antropocéntrica cultural y antropocéntrica utilitarista, lo que coincide con otros estudios realizados en esta área, como el de Calixto (2010).

Podría decirse que el predominio de las RS de tipo naturalista se relaciona con el origen de la información, el cual fue primordialmente de vivencias personales y colectivas con el

territorio. Las RS de tipo antropocéntrico cultural están determinadas por las características del contexto y el grupo social en el que se desarrolla la investigación, y finalmente las RS utilitaristas reflejan las necesidades de la comunidad en torno al recurso hídrico.

Lo anterior fue evidente en la sección de la encuesta sobre el “Estado de Conservación del río Chenche”, en donde según los participantes la buena salud del mismo puede establecerse mediante tres aspectos principales: los árboles que tiene en su ribera, la constancia del flujo de agua y la presencia de peces. Lo anterior refiere una RS de tipo naturalista, pues centra su atención en los *elementos* de la naturaleza (Calixto, 2010) con los que la población se encuentra más familiarizada a través de la experiencia. De hecho, las opciones que no se consideraron de tanta importancia como la transparencia del agua o los malos olores reflejan un desconocimiento de los *procesos* que, ya sean de origen natural o antrópico, afectan la salud del ecosistema, lo que refuerza una RS de tipo naturalista con elementos constitutivos bastante básicos. Por otra parte, el hecho de que la represa haya sido una opción poco considerada es interesante, pues podría estar reflejando la exclusión de la misma debido a su carácter artificial.

En cuanto a las RS de tipo antropocéntrico cultural, su predominio responde a la importancia que se le asigna a la familia y la colectividad como ejes de las vivencias en torno al ecosistema. Estas evidencian el panorama *ideal* de las relaciones entre los miembros de la comunidad (integración, fortaleza, compartir, agradable, integridad, felicidad, compañerismos, armonía, conocimiento, amor, éxitos, prosperidad, esperanza, paz, tranquilidad) y su identidad (medicina tradicional, identificación, fogata espiritual, árboles medicinales, cultura ancestral, nacimiento cultural, chicha) en torno a un ecosistema sano. Se podría decir entonces que se asocia la buena salud del río con lo que podría llamarse igualmente, a modo de metáfora, una buena salud de la vida colectiva (relaciones sociales y su fortalecimiento cultural).

Finalmente, en las RS de tipo antropocéntricas utilitaristas resaltaron los términos relacionados principalmente con las necesidades y condiciones de vida (Calixto, 2008) de las comunidades indígenas Pijao que participaron en el estudio. En este tipo de RS emergen los bienes y servicios que proporciona el elemento de la representación (río Chenche saludable) al grupo de estudio y que son valorados por la comunidad. En

resumen, las palabras principales estuvieron relacionadas con *i)* la alimentación (cultivos, peces, vitaminas, calcio), *ii)* el acceso al agua para sustentar diversas actividades (agua, bañarnos, sed, riego, beber, tomar) y *iii)* el Distrito de Riego Triángulo del Tolima como medio para garantizar la continuidad de estos bienes y servicios (triángulo, represa) debido a la característica intermitente del río Chenche durante las sequías en verano.

Es importante resaltar igualmente que aunque las representaciones sociales de tipo antropocéntricas pactuadas no fueron predominantes en el contexto global del estudio, a nivel de comunidad fueron las más frecuentes entre los miembros del resguardo indígena Zanja Honda. En este tipo de representaciones se reconoce el vínculo histórico entre el ser humano y la naturaleza, haciendo evidentes las huellas favorables (reforestación, preservación, proteger, recuperar, limpiar) o desfavorables (contaminado, químicos, basuras, tala, quema) del hombre sobre el medio ambiente, lo que lleva a la reformulación de esta relación (Calixto, 2008).

Teniendo en cuenta lo anterior, es posible considerar que el hecho de que la comunidad de Zanja Honda haya sido la única del estudio que estuvo entre las desplazadas debido a la construcción del embalse, haya tenido influencia en la diferencia en sus RS sobre este ecosistema. Dicha circunstancia pudo modificar los elementos del campo de la representación mediante la intervención de las instituciones del Estado (Incoder; Cortolima, Alcaldía) en el contexto de la Consulta Previa, en el que el tema de los impactos es un eje crucial del desarrollo de la misma (Rodríguez, 2014).

A pesar de que todas las comunidades de la zona participaron en este proceso, es posible que la apropiación de este tipo de conocimiento sea aún mayor por parte de aquellas comunidades que sufren los mayores efectos del proyecto, como en el caso de los miembros del resguardo Zanja Honda, que tuvieron que desplazarse de su territorio ancestral. Sin embargo, esta es una hipótesis que tendría que corroborarse con estudios posteriores.

- **Dimensión de la actitud**

En un nivel de análisis afectivo se encuentra la dimensión de la actitud, en la que se evalúa la orientación global positiva o negativa, favorable o desfavorable de la

representación. Así mismo, dicha orientación es de gran importancia, pues influye en la conducta de las personas, dinamizando y regulando la acción (Araya, 2002).

La orientación general que tienen los miembros de las comunidades sobre el estado de conservación del río Chenche es favorable (73% en la encuesta). Dicha orientación también fue palpable en las entrevistas realizadas a los abuelos, en las que expresaron que posterior a la construcción del embalse Zanja Honda, tanto el río Chenche como las quebradas Hilarco y Guaguarco han “vuelto a la vida”.

Lo anterior se relaciona con los principales tipos de RS identificados en las comunidades, los cuales responden a una visión del ecosistema con origen naturalista y de carácter antropocéntrica. En resumen, se podría decir que mientras el ecosistema responda a las necesidades de la comunidad, su salud se considera buena. De allí igualmente la visión favorable de las comunidades sobre el embalse Zanja Honda en cuanto a su aporte a la conservación del río (80% en la encuesta), determinada por la necesidad en el acceso al recurso hídrico que ha vivido el pueblo indígena Pijao asentado en esta región del Tolima, caracterizada por un intenso déficit hídrico.

Tal como lo contaron los mayores, el DRTT fue una iniciativa apoyada por las comunidades indígenas en busca de una solución definitiva a la situación, por lo que su construcción constituye un gran logro para todos, a pesar de los diversos factores que han afectado de una u otra manera al territorio y a las comunidades durante el proceso (pérdida de peces nativos, incremento de rayas aguas abajo del embalse, disminución de la pesca en el río, pérdida de ojos de agua, aumento de monocultivos y de químicos para su mantenimiento).

Por otro lado, de la misma forma en que lo evidenció Calixto (2010) en un estudio en el que concluye que “el componente afectivo de las actitudes favorables se orientan hacia la práctica y el componente afectivo desfavorable hacia la denuncia” (p 408), en la presente investigación pareciera que la orientación favorable ha promovido acciones de los diferentes miembros de la comunidad en torno a la conservación del río.

Lo anterior está de acuerdo con las respuestas obtenidas en la última pregunta de la encuesta, en la que se pidió a cada participante señalar si había hecho algo que

promoviera la conservación del río Chenche. El 55% indicó que sí y enunciaron acciones como no contaminar el agua con basuras o químicos, respetar las zonas de ribera, evitar la tala de árboles, sembrarlos y conservar el bosque, participar en proyectos y talleres de conservación, concientización, capacitación y sensibilización, y enseñar a los hijos a cuidar el río.

- **Acervo cultural**

Es de relevancia resaltar que la implementación de la encuesta piloto evidenció un vacío importante en el acervo cultural de las comunidades indígenas participantes en relación a los cuerpos de agua que hacen parte fundamental del territorio. Esta situación tiene explicación en el contexto histórico del pueblo indígena Pijao, una de las etnias colombianas que ha sufrido con más fuerza los procesos de aculturación y dominio (CRIT - Mininterior, 2014).

Dichos sucesos se remontan al devenir histórico de violencia, despojo y luchas que caracterizó la región durante la colonización, periodo que llevó a la extinción de algunos pueblos indígenas y redujo al máximo a otros, en especial a aquellos que no se sometieron a las leyes de la corona y que se encontraban en regiones geográficas estratégicas como los Pijao, quienes a pesar de enfrentarse ferozmente a los colonos finalmente sucumbieron a su poder. La pérdida de su lengua ancestral es una de las manifestaciones más importantes a este respecto (Oliveros, 1996).

Más adelante en la línea del tiempo, pero igualmente aplastantes, fueron la época de La Violencia bipartidista en los años 50 y la confrontación entre el grupo paramilitar Bloque Tolima y el Frente 21 de las Farc-ep en la década de los 90 (González & Gómez, 2015), sucesos que causaron un gran desplazamiento y expropiación de las tierras del pueblo Pijao y forzaron procesos de campesinización y ocultamiento para su protección.

Se podría decir entonces que los múltiples eventos de despojo, abandono y exterminio que han caracterizado la historia de este pueblo indígena, han sido la causa principal de la pérdida de sus tradiciones, costumbres, cosmogonía, cosmovisión y prácticas ancestrales, lo que determina la escasa información cultural obtenida en la encuesta.

Las entrevistas realizadas a los mayores permitieron evidenciar que, tal como lo expresó la comunidad, son ellos quienes aún conservan en la memoria algunos aspectos concernientes al legado cultural del pueblo indígena Pijao, evidenciado en este caso en sus relatos sobre los espíritus del agua como El Mohán, La Mohana y La Madre de Agua, en sus alusiones a lugares sagrados y en su conocimiento sobre medicina ancestral revelado en las menciones a elementos naturales (peces, tabaco) y rituales utilizados para superar diversas enfermedades o para llevar a cabo curaciones.

Lastimosamente, la visión de la sociedad actual ha influido en las comunidades indígenas y a los mayores, por su edad o su sabiduría, ya no se les considera con igual valor que en tiempos pasados (OISS, 2015). Esto ha generado una fractura en la comunicación de los conocimientos de los viejos a los más jóvenes. Igualmente, la migración de estos últimos a centros urbanos por diversos factores (tensiones sobre el territorio, búsqueda de mejores oportunidades) ha lesionado el vínculo con el lugar de origen y la cultura, lo que ensombrece el panorama de la preservación cultural a través de la tradición oral que ha caracterizado a los pueblos indígenas desde tiempos ancestrales.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, en conclusión se puede decir que el estudio de las Representaciones Sociales (RS) sobre el estado de conservación del río Chenche actualmente, constituye una valiosa fuente de información para entender los procesos mediante los cuales las comunidades ribereñas se apropian del conocimiento y actúan frente a la situación.

Mediante la comprensión de las tres dimensiones de las RS, será posible entonces plantear herramientas realmente efectivas que permitan incorporar, mediante el trabajo constante con dichas comunidades, los temas que representan un vacío en torno a la conservación del río, con el fin de lograr actitudes más contundentes y verdaderamente transformadoras frente a la situación actual del ecosistema.

3. Aproximación a la salud actual del río Chenche en su cuenca media – alta: convergencias y divergencias entre las perspectivas ecológica y social

3.1 Resumen

En el presente documento se describe la salud actual del río Chenche mediante un análisis que buscó integrar las perspectivas ecológica y social evaluadas en los dos capítulos anteriores. Los resultados obtenidos permitieron evidenciar algunas condiciones de deterioro en la salud del río relacionadas con el contexto de vulnerabilidad ecológica en el que ha permanecido durante las últimas décadas, con los impactos generados por la construcción del Distrito de Riego Triángulo del Tolima, con las necesidades de la sociedad que lo rodea y con la aparente negligencia del estado a través de las autoridades ambientales cuyas acciones han sido insuficientes a la hora de garantizar la conservación del ecosistema. Finalmente, se propone una serie de estrategias consideradas fundamentales en la búsqueda de una mejora en la salud de este ecosistema, entre las cuales la investigación – acción participativa como herramienta para la educación ambiental con enfoque diferencial, constituye la propuesta esencial para lograr una participación más activa e influyente de las comunidades indígenas Pijao entorno al tema.

3.2 Introducción y Marco Teórico

La salud del río constituye una metáfora creciente en los lenguajes científico y político (Ross et al, 1997), pues ha surgido como una forma de acercamiento entre el hombre y el ambiente, otorgándole de alguna manera al ecosistema la noción de salud, similar a como se emplea en el ámbito humano.

Como lo expresó Toulmin (1982), desde hace más de tres décadas, “...la era de la llamada ciencia moderna ha quedado en el pasado, y nos estamos moviendo hacia un periodo postmoderno, que debe exigir una reinserción de la humanidad en la naturaleza”. El término “postmoderno” usado en relación a la ciencia de la ecología, se refiere a una

vertiente diferente de pensamiento que no asume a la naturaleza bajo conceptos simples capaces de ser reducidos a explicaciones matemáticas, sino que reconoce la pluralidad de las distintas perspectivas legítimas existentes (Funtowicz & Ravetz, 1994).

La denominada “nueva ecología” busca llamar la atención sobre cómo los ecosistemas y los organismos biológicos que los componen interactúan en un entorno de inestabilidad, desequilibrio y fluctuaciones caóticas constantes, inherentes a los sistemas ambientales (Zimmerer, 1994). Esta “nueva ecología” ha requerido por tanto la generación de modelos cada vez más complejos, que integren diferentes ramas del conocimiento, tal como ha evolucionado la forma de aproximación en los estudios de ecología fluvial, pasando desde la valoración de aspectos meramente químicos, físicos e hidrológicos, a aquellos biológicos y posteriormente a la inclusión del ser humano y sus múltiples formas de afectar estos ecosistemas en la actualidad (Ross et al., 1997).

La valoración de la salud del río, tal como lo refieren Rapport (1989), Fairweather (1999) y Karr (1999), entiende al ser humano con sus diferentes dimensiones (política, económica, cultural) como el principal factor de cambio sobre el ecosistema, por lo que el conocimiento del contexto social en el que se encuentra la fuente hídrica (los valores, usos y necesidades humanas) es fundamental para generar medidas de manejo efectivas.

A diferencia del concepto de integridad biológica, el cual se podría situar en el extremo de menor intervención en el continuo de afectación humana a un ecosistema, el concepto de salud busca una aproximación más amplia que contempla diferentes escenarios en los que la fuente hídrica puede suplir las necesidades de la sociedad que la rodea, sin que se altere de manera irreversible la estructura y función del ecosistema (Karr, 1999).

La mayoría de seres humanos valoran los sistemas hídricos en función de los bienes y servicios que reciben de ellos. Por lo tanto, para un agricultor el ecosistema será sano en la medida en que provea suficiente agua para el riego; para suplir la necesidad de agua potable el río será sano si es lo suficientemente puro; para los pescadores lo será si provee una población de peces considerable y saludable (James R Karr, 1999). Sin embargo, esta visión es demasiado simple y desconoce la compleja dinámica de los

ecosistemas lóticos, la cantidad de vida que albergan y soportan, los procesos que allí ocurren y cómo la escala de cuenca influye sobre esas características (Norris & Thoms, 1999). Por tanto, se puede decir que un río que satisface solo algunos de estos usos no puede considerarse saludable (A J Boulton, 1999).

Encontrar un punto de equilibrio entre la conservación de los ríos y sus usos es, sin duda, una tarea difícil pero que hay que asumir desde todos los frentes de investigación, pues es evidente que requiere un enfoque interdisciplinar. Aunque los ecólogos (en particular los limnólogos especializados en el tema) puedan ayudar a identificar en dónde emergerán los conflictos, la solución de estos temas necesita del debate social mediado por administradores públicos bien informados (Meyer, 1997). Justamente, el desafío más grande recae quizás en la aplicación de la metáfora de la salud en el desarrollo de políticas públicas (Jamieson, 1995, Ross *et al.*, 1997), debido a la dificultad en conciliar los valores humanos con aquello que constituye un río saludable, y al hecho de que la política usualmente controla las prioridades de financiación.

Uno de los mayores problemas de la ecología ha sido la ineficiencia en comunicar su conocimiento de una manera en que sea capaz de afectar la percepción de los diferentes actores sociales involucrados en las políticas y en el manejo de este tipo de ecosistemas (Cullen, 1997). En la medida en que se genere un puente sólido de comunicación entre la ciencia y la sociedad, los aportes de ambas constituirán la garantía en la solución de los escenarios de conflicto actual, pues ninguna se sentirá excluida, noción importante en la resolución de cualquier problemática.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se puede decir que tres factores fundamentales enmarcan la investigación en torno a la salud de los ecosistemas fluviales. El primero es la relevancia de una aproximación ecológica que tenga en cuenta múltiples variables (físicas, químicas y biológicas) y escalas temporales y espaciales que permitan una visión más clara de los posibles factores que afectan a un determinado ecosistema. Los monitoreos biológicos multimétricos constituyen un óptimo acercamiento a este respecto (James R Karr, 1999).

El segundo es la necesidad de conocer y reconocer el contexto social, la forma en la que la sociedad adquiere y construye su conocimiento acerca del entorno, el tipo de

conocimiento que posee sobre el mismo y las acciones que promueve. Así pues, las representaciones sociales como modalidad de conocimiento (Moscovici, 1979) son una herramienta de relevancia para el estudio del origen y la estructura del pensamiento colectivo alrededor de un tema específico.

Y el tercer factor es la búsqueda de una manera efectiva de comunicar el conocimiento científico en el contexto social identificado y a los diferentes actores que lo conformen, en donde la educación ambiental puede ser una herramienta de gran utilidad.

En este sentido, el presente apartado pretende tomar como base los resultados obtenidos en los dos capítulos anteriores, en los que se evaluó desde las perspectivas ecológica y social el estado de conservación del río Chenche en su cuenca media – alta. De esta manera se quiere realizar una aproximación a la salud de este ecosistema fluvial integrando ambas formas de conocimiento. A partir de lo anterior se busca proponer algunas estrategias de manejo que respondan tanto a la necesidad de preservar el río, como a las necesidades de las comunidades indígenas Pijao que habitan sus riberas y que han sido un importante actor social en los cambios que han ocurrido en esta zona de la cuenca en las últimas décadas.

3.3 Metodología

3.3.1 Análisis integrado de la salud actual del río Chenche en su cuenca media – alta

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los capítulos I y II de la presente investigación, se describió la salud actual del río Chenche en su cuenca media - alta a través de un análisis integrado de la información, en el que se evidenciaron las divergencias y convergencias entre las perspectivas ecológica y social.

En primera instancia se describieron las características ecológicas y sociales actuales de la cuenca media – alta del río Chenche y se abordó el contexto histórico del distrito de riego Triángulo del Tolima (DRTT), en el cual se encuentra el ecosistema fluvial estudiado.

Posteriormente, con el objetivo de realizar un análisis organizado de la salud del río Chenche en su cuenca media – alta, se estructuró el documento teniendo como base las cuatro dimensiones de los sistemas fluviales descritas por Ward (1989), las cuales toman en cuenta la complejidad ecológica del problema. Estas dimensiones corresponden a i) la *longitudinal*, ii) la *latera*, iii) la *temporal* y iv) la *vertical*. A estas cuatro, se añadió una quinta dimensión, tal como lo planteó Meyer (1997), quien señaló la importancia de incorporar el *contexto social* a este tipo de estudios. Esta última se analizó de manera transversal a las cuatro dimensiones anteriores, teniendo en cuenta que el ser humano, con sus valores y necesidades, influye en todas las demás.

Finalmente se proponen algunas estrategias consideradas fundamentales para la conservación y mejora de la salud del río Chenche en su cuenca media – alta, resaltando la educación ambiental como principal herramienta para empoderar a la comunidad en torno a la temática de interés.

3.4 Resultados y Discusión

3.4.1 Características generales de la cuenca media – alta del río Chenche en la actualidad

El río Chenche constituye uno de los principales ecosistemas fluviales del municipio de Coyaima. Nace en las colinas de Loma Managrande, formación montañosa que hace parte de la Cordillera Central, para luego descender hacia el valle interandino del alto río Magdalena, en donde confluye al embalse Zanja Honda que fue construido sobre su cauce en el marco del proyecto del Distrito de Riego Triángulo del Tolima (DRTT). Luego de este punto, el embalse drena sus aguas al cauce que continúa su recorrido atravesando el territorio municipal hasta salir del mismo, después de su paso por el corregimiento de Castilla. Este segmento es lo que se ha denominado en la presente investigación como la cuenca media – alta del río Chenche. A partir de allí este ecosistema fluvial entra en el municipio de Purificación, recorriéndolo hasta sus límites con el río Magdalena, en donde finalmente desemboca después de un trayecto de 54,5 km y abarcando un área total de 29.800,40 ha (Cortolima, 2013).

La cuenca se encuentra actualmente inmersa en una matriz de ecosistemas transformados que anteriormente hacían parte del gran Bioma de Bosque Seco Tropical, el cual originalmente se extendía por todo el valle interandino del río Magdalena en esta región del país (Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt - IAVH, 2012, Pizano & García, 2014). La intermitencia de sus aguas en los periodos más intensos de verano (que hoy en día se evidencia más claramente aguas arriba del embalse) corresponde tanto a una característica natural de acuerdo con las condiciones biofísicas de la región en la que se encuentra (Chapman & Kramer, 1991), como a una situación que se ha ido intensificando durante las últimas décadas debido a la intensa actividad antrópica.

De acuerdo con las características de la región andina en la que se encuentra este ecosistema fluvial, el ciclo hidrológico de la zona es de tipo bimodal, con dos periodos de estiaje y dos de sequía durante el año. Sin embargo, dado que en el presente el río Chenche constituye un elemento fundamental del DRTT, en el que cumple la función de sistema natural amortiguador del drenaje de las aguas del embalse Zanja Honda (INAT, 1995), aguas abajo de esta intervención este ecosistema ya no responde exclusivamente a las características climáticas de la región sino a la operación del DRTT. Igualmente, debido al trasvase del agua del río Saldaña al embalse, el agua que corre por el cauce del río Chenche después de este punto, constituye una mezcla de las características químicas y físicas del agua de los dos ríos después de mantenerse en reposo en el embalse. Esto ocurre especialmente durante la época de lluvias, en la que el río Chenche aporta una cantidad importante del recurso hídrico al DRTT.

3.4.2 Contexto histórico del desarrollo del Distrito de Riego Triángulo del Tolima - DRTT en la cuenca media – alta del río Chenche

Para entender la salud actual del río Chenche en su cuenca media - alta, es importante comprender los sucesos históricos que constituyen los principales factores de cambio sobre este ecosistema en los últimos años, de los cuales el más definitorio es la construcción del Distrito de Riego Triángulo del Tolima. Su historia da cuenta del contexto ecológico y socio – económico en el que se encuentra inmerso este ecosistema fluvial.

La fertilidad de las tierras de esta región del país ubicada en el valle interandino del río Magdalena, ha sido uno de los principales atractivos para el asentamiento humano, lo que la ha convertido en una de las áreas más habitadas e intervenidas de la región (Ceballos, 1995). De allí que la actividad agrícola sea una de las más importantes para la subsistencia y el desarrollo económico de sus habitantes, pero igualmente uno de los principales factores de degradación de los ecosistemas que allí se encuentran, entre estos las fuentes hídricas naturales como el río Chenche.

Entre los principales cambios que ha sufrido este ecosistema desde antes de la construcción del DRTT se encuentran la deforestación de sus márgenes (especialmente en su cuenca alta), el uso no regularizado de sus aguas para el riego de cultivos, los efectos locales del calentamiento global y la sobreexplotación debido al crecimiento demográfico. Estas situaciones muy seguramente favorecieron una mayor intermitencia de este ecosistema durante los periodos de sequía, lo que puso en riesgo la subsistencia de la población.

Por tal razón, y ante la búsqueda de un mayor desarrollo económico de este municipio, que ha presentado en reiteradas ocasiones uno de los índices de pobreza más altos en el país (Alcaldía Municipal de Coyaima, 2012), se planteó la construcción del DRTT como una solución de nivel nacional para superar la situación. En este contexto, el río Chenche como principal fuente hídrica al interior del municipio, se convirtió en el sistema regulador del elemento primordial del DRTT, el embalse Zanja Honda.

Además de resolver las problemáticas relacionadas con la sequía extrema, el DRTT también fue la solución planteada a las inundaciones que se presentaban durante la época de lluvias en la parte baja de Coyaima, más específicamente hacia el corregimiento de Castilla y las veredas cercanas, en donde la corriente arrasaba con los cultivos y ponía en riesgo a los habitantes cercanos (Sacristán Carvajal, 2015). Es por todo lo anterior que el DRTT se convirtió desde sus inicios en el proyecto bandera del municipio y en la esperanza de las comunidades por alcanzar una mejor calidad de vida.

Sin embargo, a pesar de que los estudios para su construcción comenzaron desde los años 70 (Instituto Colombiano de Hidrología - Meteorología y Adecuación de Tierras - HIMAT, 1985), en la actualidad el DRTT aún no se encuentra en total funcionamiento,

pues aún falta por terminar la última fase de desarrollo, que corresponde a la construcción de los canales interprediales. Entre las principales dificultades que se han presentado para el avance en la construcción del DRTT se encuentran: *i)* las inquietudes de las comunidades con respecto al tema de propiedad de la tierra, su uso y usufructo y la posibilidad de que el proyecto estuviese dirigido a la producción latifundista, *ii)* los cambios de gobierno durante este periodo, cuyas políticas en algunos casos, como en el periodo de Virgilio Barco, han estancado la ejecución, *iii)* la enorme cantidad de presupuesto financiero necesario para el proyecto, que finalmente fue asumida por el gobierno nacional y *iv)* la falta de articulación de las instituciones nacionales, entidades territoriales y autoridades ambientales, clave para el desarrollo del mismo (Sacristán Carvajal, 2015, Consejo Regional Indígena del Tolima - CRIT & Ministerio del Interior, 2014).

Tabla 3-1. Hechos históricos más relevantes en el proceso de desarrollo del proyecto Distrito de Riego Triángulo del Tolima – DRTT.

| AÑO | HECHO |
|-------------|--|
| 1970 | ICEL, antiguo Electraguas. Primeros trabajos sobre las posibilidades del río Saldaña como fuente de suministro de agua para riego por gravedad del área del terreno comprendido entre las localidades de Coyaima, Castilla y Natagaima. |
| 1983 | Informe del estudio de factibilidad de la firma DIATECNICAS LTDA contratada por el HIMAT. |
| 1985 | A partir de los estudios de factibilidad, HIMAT contrató los diseños de las obras de captación, conducción principal y desarenador con la firma CRA Ltda. |
| 1989 | HIMAT contrató con la firma CRA Ltda. los diseños para el control de inundaciones en el Distrito de Saldaña, que incluían la presa de Zanja Honda en la confluencia de la quebrada del mismo nombre con el río Chenche. |
| 1996 | HIMAT contrató con CRA Ltda. La revisión y complementación de diseños para el embalse Zanja Honda, incorporándolo como futuro componente del proyecto Triángulo del Tolima. |
| 1996 - 1998 | La firma canadiense Lavalin International elaboró la actualización de factibilidad, diseño detallado y estudios complementarios del proyecto de riego, sin incluir el diseño predial. |
| 1997 - 2000 | El INAT adelantó la construcción de la Presa Zanja Honda, sobre el río Chenche, en su confluencia con la quebrada Zanja Honda, para controlar las crecientes y almacenar el agua para el Proyecto Triángulo del Tolima. |
| 2005 | El INCODER y FONADE suscribieron el Convenio interadministrativo No. 195040, iniciado el 1 de noviembre del 2005, para aunar esfuerzos y realizar la gerencia del Proyecto Distrito de Riego Triángulo del Tolima, por un valor aproximado de \$388 mil millones de pesos para un periodo de 6 años. |
| 2007 | Se inicia la construcción del sistema de conducción principal del distrito. |
| 2007 - 2015 | Ejecución de las primera y segunda fases del proyecto, las cuales comprendieron <i>i)</i> la construcción del sistema de conducción principal (bocatoma, túnel, box culverts, canales de conducción, vertedero de excesos y el esclusor de sedimentos) y presa Zanja Honda, así como <i>ii)</i> la formulación del plan agropecuario a implementarse y la construcción de 4 sectores de riego abastecido por los canales principales 1, 2, 3, y 4. |

Fuentes: Sacristán Carvajal (2015), INAT (1995), Instituto Colombiano de Hidrología - Meteorología y Adecuación de Tierras - HIMAT (1985).

En la tabla anterior (Tabla 3-1), tomada de Sacristán Carvajal (2015) y a la que se le hicieron algunas modificaciones, se presentan los momentos históricos más importantes para la ejecución del proyecto DRTT.

3.4.3 Las dimensiones de la salud del río Chenche en su cuenca media – alta evaluadas desde las perspectivas ecológica y social

Como se mencionó en la metodología, y con el objetivo de organizar el análisis en torno a la salud del río Chenche en su cuenca media – alta, se tomaron como base las cuatro dimensiones de los sistemas fluviales descritas por Ward (1989). Según el autor, estas dimensiones corresponden a i) la longitudinal, ii) la latera, iii) la temporal y iv) la vertical. A estas cuatro añadimos una quinta dimensión, la cual según Meyer (1997), corresponde al contexto social. Este último se analizó transversalmente con respecto a las cuatro dimensiones señaladas.

- **La dimensión longitudinal en la cuenca media – alta del río Chenche**

En esta primera dimensión, correspondiente a la longitudinal, los ríos presentan cambios importantes desde su zona de nacimiento hasta su desembocadura, los cuales tienen que ver tanto con las características físicas del canal como con las comunidades biológicas asociadas (Sabater & Elosegi, 2014). El transporte de nutrientes, de sedimentos, de materia orgánica, las migraciones de peces o la deriva de macroinvertebrados acuáticos constituyen solo algunos de los procesos que se ven afectados cuando se interrumpe la conexión en cualquier zona del río, tal como sucede con los embalses.

Esta situación ha sido evidente en el río Chenche. La construcción del embalse Zanja Honda sobre su cauce generó la interrupción del flujo normal del caudal proveniente de la zona de cordillera en la que tiene su nacimiento. En el estudio limnológico presentado en el primer capítulo, las estaciones de monitoreo ubicadas aguas abajo y aguas arriba del embalse se diferenciaron claramente, tanto en la composición y estructura de la comunidad hidrobiológica de macroinvertebrados acuáticos como en las características físicas y químicas del agua.

Los organismos identificados aguas arriba (principalmente efemerópteros, hemípteros y tricópteros) se relacionan con ambientes de aguas de mayor velocidad de la corriente, condición que provoca una oxigenación más intensa del agua y un transporte más elevado de las partículas más finas del sedimento, como los limos, arcillas y arenas finas. Cuando el río llega al embalse adquiere características muy diferentes. Aunque este sector presenta flujos debido al drenaje a través de los canales y del mismo río Chenche aguas abajo del embalse, el comportamiento de la estructura física y biótica es principalmente el de un sistema léntico. La profundidad aumenta considerablemente y por tanto el sustrato rocoso, hábitat natural de las comunidades aguas arriba, desaparece y los aportes de materia orgánica y sedimentos se acumulan en esta zona, en la que pueden durar mucho tiempo antes de su liberación hacia el sistema de drenaje al río. De hecho, lo más probable es que gran parte de la materia orgánica particulada gruesa, fuente importante de alimentación para gran cantidad de taxones de macroinvertebrados, se descomponga en este sector.

Aguas abajo, después de las compuertas que permiten el paso del agua del embalse al río, se evidencia un deterioro en la calidad del agua debido a la disminución en el porcentaje de saturación de oxígeno (1,4%), y al incremento en la DBO₅ (46%) y de las fracciones de limos, arcillas y arenas finas (268%). Allí, la comunidad de macroinvertebrados se encuentra representada principalmente por organismos resistentes a diversos gradientes ambientales, como es el caso de los moluscos de la familia Sphaeriidae y del orden Neotaenioglossa.

Por otra parte, el flujo del río no solo repercute en la dirección en la que corre el agua, pues en el caso de los peces las migraciones ocurren también en el sentido contrario en la búsqueda de ambientes óptimos para ciertos momentos del ciclo vital (De Freitas *et al.*, 2010). El embalse en el río Chenche constituye una barrera para este tipo de sucesos. Aunque no se realizaron estudios sobre la comunidad de peces antes de la construcción del DRTT, ni se han desarrollado actualmente investigaciones en el río Chenche que permitan evidenciar los cambios en el estructura y composición de la fauna íctica a causa de esta intervención. Se puede decir que la construcción del embalse constituyó un evento que con seguridad transformó las características de esta

comunidad, tal como se ha evidenciado en otras investigaciones (Baran & Nasielski, 2012, De Freitas *et al.*, 2010, Bednarek, 2001).

Las referencias que las comunidades indígenas participantes en el estudio hicieron sobre la disminución e incluso desaparición de peces nativos y el incremento en la abundancia de otros como es el caso de la raya (*Potamotrygon magdalenae*), pueden considerarse una primera evidencia al respecto. De hecho, el incremento de estos últimos aguas abajo del embalse puede tener relación con el aumento de limos, arcillas y arenas finas en esta zona, condición que proporciona el hábitat propicio para estos animales que suelen habitar fondos lodosos y fangosos de aguas poco profundas (Maldonado-Ocampo *et al.*, 2005).

Así mismo, es importante señalar que el cambio en la composición y estructura en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos evidenciado en el estudio limnológico, también constituye un factor que influye en la comunidad de peces, dado el rol de los primeros como fuente de alimentación para la fauna íctica (M. E. Power, 1990).

De igual manera, es importante reconocer el efecto del embalse en la dimensión longitudinal no solo como un elemento que bloquea el flujo en cualquier dirección, sino como el punto en el que se mezclan las aguas provenientes del río Saldaña con las del río Chenche, lo que constituye otro cambio sustancial en las características físico-químicas que influyen sobre las comunidades del ecosistema (Jager & Smith, 2008). Los mayores valores obtenidos para la conductividad, los sólidos disueltos y la fracción de limos, arcillas y arenas finas pueden responder a esta situación. Especialmente en el caso de la fauna íctica, estas variables han sido corroboradas en otros estudios como determinantes en su distribución (de Freitas Terra *et al.*, 2010). Todo lo anterior da una idea de la magnitud del impacto ecológico que ha tenido el DRTT en la dimensión longitudinal del río Chenche y que se pudo evidenciar igualmente con los resultados obtenidos para los índices ecológicos (Shannon, BMWP/Col, ASPT, Hilsenhoff, entre otros) y de calidad de agua (ICA).

En la dimensión social también se han presentado efectos importantes relacionados con la desaparición del fragmento del cauce que hacía parte del río Chenche y sobre el que se construyó el embalse. En primera instancia, la desaparición de lugares considerados

sagrados como el salto de Boquinche. Según los relatos de los mayores, este era habitado por el Mohán, uno de los espíritus del agua que hace parte de la tradición cultural de las comunidades, y que además constituía un ser que para las mismas cumplía con la función de cuidar la fuente hídrica.

Por otro lado, los cambios percibidos en la comunidad íctica también tienen un impacto importante. Con la disminución o pérdida de los peces nativos, igualmente es de esperar el debilitamiento de los conocimientos y las tradiciones asociadas con los mismos, lo cual se evidenció en las entrevistas con los mayores. De igual manera, estos también señalaron que el incremento de rayas aguas abajo del embalse ha sido una de las principales causas en la disminución de la actividad de pesca en dicha zona, pues el miedo a la picadura del animal los mantiene alejados. Así mismo, los juegos, los paseos y el baño son actividades que se han visto afectadas por esta situación.

Sin embargo, a pesar de los efectos socio - culturales que ha tenido el deterioro de la dimensión longitudinal del río, la orientación de la comunidad con respecto al embalse y al estado de conservación del río Chenche sigue siendo favorable, debido a que se ha garantizado el acceso al recurso hídrico mediante el flujo de agua constante en el río. Esto se relaciona con la naturaleza antropocéntrica utilitarista de las representaciones sociales estudiadas en las comunidades, en las que la percepción de la salud del ecosistema está determinada primordialmente por la capacidad del mismo para suplir las necesidades de la gente, que en este caso han sido esencialmente de acceso al recurso hídrico. Además, los fuertes procesos de aculturación y despojo (Consejo Regional Indígena del Tolima - CRIT & Ministerio del Interior, 2014) que ha sufrido el pueblo Pijao pueden determinar igualmente que la población le de una menor importancia a otros aspectos no utilitaristas.

Esta percepción puede responder también a los vacíos en el conocimiento de los *procesos* que garantizan la conservación de las características ecológicas del ecosistema y que se relacionan con la dimensión longitudinal del río, como el flujo de energía, los ciclos de nutrientes, la incorporación de materia orgánica y el movimiento de sedimentos e individuos entre los diferentes segmentos de la cuenca (alta, media y baja). En la encuesta fue evidente que aunque la comunidad identifica y relaciona con la

conservación del río Chenche *elementos* importantes que hacen parte de estos procesos, como lo son la vegetación riparia, los peces y el flujo de agua, no se conoce con claridad ni profundidad el rol que estos juegan y la forma en la que interactúan e impactan la dimensión longitudinal. Por lo tanto, mientras se vea el agua correr río abajo, se concibe al ecosistema como un río sano.

- **La dimensión lateral en la cuenca media – alta del río Chenche**

En la dimensión lateral, los ríos no se encuentran generalmente limitados a su canal, sino que incluyen sus márgenes y sus llanuras aluviales. El pulso de inundación del río influye en los suelos aledaños mediante el transporte de nutrientes y sedimentos, y por tanto constituye un factor determinante en la composición, productividad y estado sucesional de la vegetación riparia (Rybicki *et al.*, 2015). Esta a su vez es una fuente natural de materia orgánica alóctona y nutrientes, y además tiene repercusiones sobre la temperatura del agua y los regímenes de luz (Ward, 1989).

Estos pulsos de inundación pueden ser predecibles o impredecibles y de larga o corta duración, dependiendo de las condiciones geomorfológicas e hidrológicas de la cuenca. En general, en los grandes ríos se generan pulsos predecibles, con un ascenso y descenso progresivo del nivel del agua, a los que las comunidades biológicas y el ser humano se han adaptado para el uso eficiente de la zona de transición. Por otra parte, en los ríos de bajo orden como el Chenche, estos pulsos suelen ser rápidos e incluso repentinos y de corta duración. En estos casos las comunidades biológicas, más que desarrollar adaptaciones importantes, aprovechan los aportes de nutrientes y materia orgánica que genera la inundación (Junk *et al.*, 1989), en tanto que para la sociedad circundante esa situación generalmente se relaciona con sentimientos de incertidumbre y vulnerabilidad.

La intensificación de las características impredecibles, repentinas y drásticas de estos pulsos de inundación es común en cuencas con una gran intervención humana (Brookes, 1996) como la del río Chenche, lo que incrementa igualmente la orientación desfavorable en el nivel afectivo de la poblaciones ribereñas frente a estos cambios. De allí que la construcción del embalse Zanja Honda como regulador de las inundaciones que se

presentaban anteriormente en la cuenca media del río Chenche (INAT, 1995) haya tenido una gran aprobación por parte de la comunidad.

Lo anterior evidencia un desconocimiento o actitud indifente, tanto de las autoridades ambientales como de la comunidad en general, sobre la importancia que tienen estas zonas de inundación en términos ecológicos. Es entendible que el ser humano haya buscado desde tiempos inmemorables asentarse cerca de las fuentes hídricas del territorio para garantizar el acceso a este recurso vital; sin embargo, es importante comprender que la dinámica de los ríos incluye una dimensión lateral que es fundamental para el mantenimiento tanto de su estructura y funcionamiento, como de los bienes y servicios ambientales que proporciona a la sociedad (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

De hecho, desde el año 1974 se reconoció en el país mediante el Decreto Ley 2811 esta característica de los ríos, estableciéndose el concepto de ronda hídrica (Presidencia de la República, 1974) con el fin de delimitar el espacio en el que se dan las inundaciones máximas y garantizar la preservación de los procesos que desencadenan los pulsos de inundación en las zonas de transición, los cuales son de importancia para la conservación de la biodiversidad. Aunque dicha delimitación debe constituir una base de jerarquía superior para el ordenamiento territorial (Congreso de Colombia, 1997), la realidad sigue siendo que la toma de decisiones y el manejo de los ríos no le dan a este enfoque la importancia que se merece.

En efecto, otra de las problemáticas relacionada con la dimensión lateral del ecosistema y evidenciada durante los diferentes monitoreos y los ejercicios de cartografía social, fue el desarrollo de cultivos a orilla del río que, tal como lo mencionaron diferentes miembros de la comunidad, se han incrementado. Relacionado con lo anterior se encuentra el uso de productos químicos para la fumigación y el mantenimiento de los cultivos, los cuales pueden llegar al río por escorrentía y contaminarlo (Peterjohn & Correll, 1984, Heathwaite, 2010). Lo anterior responde claramente al contexto de intenso desarrollo agrícola hacia el que se ha direccionado el territorio en el que se encuentra el ecosistema, y al que hasta el momento no se le ha hecho el seguimiento adecuado.

Finalmente, hay que señalar otro aspecto relacionado con la dimensión lateral de los ríos y que igualmente tiende a ignorarse, sobretodo en ecosistemas fluviales de bajo orden como el río Chenche. Este corresponde a los tributarios que, aunque son pocos, constituyen una parte fundamental de la red de drenaje de la cuenca. Los estudios realizados en torno al tema han señalado la importancia de los sistemas tributarios por su capacidad de alterar las condiciones ambientales y provocar diversas respuestas biológicas en la zona de confluencia (Rice *et al.*, 2001). De esta manera, los reclutamientos de agua, sedimento y materia orgánica actúan como los principales factores de cambio sobre el canal receptor (Rice *et al.*, 2008). Por tanto, los tributarios y las zonas de confluencia se consideran sitios de un valor ecológico intrínseco en donde es posible que se concentren procesos biológicos y servicios ecosistémicos particulares (Power & Dietrich, 2002, Kiffney *et al.*, 2006, Rice *et al.*, 2006).

En el contexto del DRTT, el nombre del embalse se asignó justamente teniendo en cuenta que el lugar geográfico del mismo correspondía a la zona de confluencia de la quebrada Zanja Honda con el río Chenche, la cual evidentemente perdió sus características originales. Por otra parte, durante los ejercicios de cartografía social realizados en el estudio, la comunidad manifestó que uno de los cambios evidenciados durante el proceso de construcción de los canales del DRTT fue la desaparición de ojos de agua (manantiales) que surtían parte de la red de drenaje del río Chenche, como las quebradas Socorro, La Arenosa y Guayabo.

Esta situación evidencia igualmente un desconocimiento y una actitud indiferente o insuficiente por parte de las autoridades ambientales en torno a la conservación de esta dimensión del ecosistema. Por otro lado, aunque la comunidad reconoce el valor de los nacimientos de agua y de los sistemas tributarios, tal como se evidenció en los talleres, sus denuncias no han sido suficientes para garantizar el cuidado de estos lugares.

- **La dimensión temporal en la cuenca media – alta del río Chenche**

En la dimensión temporal los ríos presentan cambios constantes que incluyen pulsos cortos de inundación, variaciones estacionales en las características del hábitat, así como la migración a largo plazo de canales o zonas meándricas (Sabater & Elozegi, 2014).

Los periodos de inundación o aguas altas constituyen disturbios importantes para las especies, ya que remueven el sedimento, arrastran algunos organismos aguas abajo, son una señal de inicio de la reproducción para algunas especies y cambian drásticamente las características del hábitat. Por tanto, se puede decir que los taxones encontrados en un río están determinados por las adaptaciones que presentan con respecto al régimen hidrológico específico de sus hábitats, a la frecuencia, la magnitud, la duración y la estacionalidad de las inundaciones y las sequías (Poff *et al.*, 1997).

La variación estacional en el río Chenche está fuertemente determinada por las lluvias locales debido a que constituye un ecosistema fluvial de bajo orden (Junk *et al.*, 1989). Por tanto, dicha variación se encuentra definida por el régimen de precipitaciones de tipo bimodal que caracteriza esta región del país (Guzmán *et al.*, 2014), con dos épocas de lluvias y dos de estiaje en el año.

Durante el estudio se evidenció sin embargo que aguas abajo del embalse, tanto la época de lluvias como la de estiaje mantuvieron un caudal muy similar, lo que demuestra un manejo del drenaje (uso del agua embalsada para el ditrito de riego) en el que no se tiene en cuenta el ciclo hidrológico natural del río. De allí que igualmente algunas variables presentaron un rango menor de cambio en las estaciones ubicadas aguas abajo del embalse, como ocurrió para la conductividad, los sólidos suspendidos totales y el oxígeno disuelto. De otra parte, otros factores como la fracción de limos, arcillas y arenas finas, presentaron valores mayores en estos sitios, lo que responde a un efecto acumulativo dada la ausencia de la fuerza de la corriente durante las lluvias. Una menor velocidad del agua favorece la sedimentación de estas fracciones finas del sedimento. La comunidad hidrobiológica de macroinvertebrados acuáticos presentó igualmente características similares durante ambas épocas de monitoreo.

En esta dimensión es importante destacar también lo que ocurre en el río Chenche durante la sequía aguas arriba del embalse. En el estudio limnológico realizado se evidenció que este se comportó como un ecosistema intermitente, es decir, en el que durante la época de estiaje (agosto) ocurrió una sequía casi total aguas arriba, en donde se perdió el caudal y se encontraron unos pocos pozos de agua separados por largos tramos secos.

De igual manera, en las entrevistas realizadas a los abuelos se pudo evidenciar que este ha sido el comportamiento estacional característico del río durante las épocas de sequía desde tiempo atrás. Según sus relatos, cuando el río se secaba las personas de las comunidades hacían huecos de aproximadamente dos o tres metros en el lecho hasta alcanzar el nivel freático, de donde obtenían el recurso vital para los animales. Además, durante la época de lluvias se hacían pequeñas represas que almacenaban el agua del río y las quebradas por mecanismo de bombeo, con el fin de garantizar el recurso durante el verano.

Como se mencionó anteriormente, dicha intermitencia responde tanto a las condiciones biofísicas y climáticas naturales de la región, como a la gran intervención que ha sufrido la cuenca en las últimas décadas que, sumado a los efectos del cambio climático, favorecen el desecamiento del río, tal como ha ocurrido en otras regiones del mundo (Datry *et al.*, 2017).

Esta situación pone de manifiesto una diferencia fundamental entre los segmentos del río separados por el embalse en su cuenca media – alta actualmente, dado que del flujo de agua y de los cambios en el mismo a través del tiempo dependen gran cantidad de procesos ecológicos, así como la percepción de la salud del ecosistema por parte de las comunidades humanas ribereñas.

Aguas arriba del embalse el comportamiento intermitente del río evidencia el proceso de degradación intensa que ha sufrido este ecosistema en las últimas décadas, caracterizado por la deforestación, hoy en día especialmente en su zona de cabecera, y por la sobreexplotación del recurso hídrico (situaciones señaladas por las comunidades en los ejercicios de cartografía social y en el diálogo establecido con los participantes de los talleres).

Desde un enfoque ecológico, dichos periodos de sequía tienen repercusiones directas e indirectas en el ecosistema. Entre las primeras se encuentran la pérdida de agua, la pérdida del hábitat para los organismos acuáticos y la pérdida de la conectividad del río. Entre los indirectos están el deterioro en la calidad del agua, la alteración de los recursos alimenticios y los cambios en la fuerza y estructura de las interacciones interespecíficas. Así mismo, la sequía tiene efectos marcados sobre la biota del río, tanto en la estructura como en su composición (Lake, 2003). Se puede decir entonces que las características

de la comunidad de macroinvertebrados encontrada aguas arriba del embalse sobre el río Chenche se encuentra determinada por las estrategias desarrolladas por estos individuos para subsistir y con los posibles refugios que sirven a los mismos para garantizar su supervivencia durante el estiaje (A. J. Boulton & Lake, 1992).

De otra parte, el continuo y poco variable drenaje de aguas abajo del embalse ha generado un ambiente con características físico-químicas y biológicas que fluctúan en un rango estrecho. Por lo tanto, nos encontramos ante dos situaciones totalmente opuestas, en donde aguas arriba del embalse el disturbio estacional es muy fuerte y aguas abajo muy débil, ambas situaciones ocasionadas por la intervención del hombre sobre el ecosistema. Según Connell (1978), quien planteó la hipótesis del disturbio intermedio, las comunidades hidrobiológicas tienden a presentar mayor diversidad y riqueza cuando la intensidad y la frecuencia del disturbio presentan niveles intermedios. Esto debido a que en estos escenarios logran coexistir tanto organismos característicos por ser rápidos colonizadores como las especies más competitivas (Roxburgh *et al.*, 2004, Townsend *et al.*, 1997). Por lo tanto, los escenarios extremos identificados en el río Chenche antes y después del embalse podrían generar un ecosistema poco saludable a este respecto.

Desde el enfoque social, aunque el río presenta dos comportamientos totalmente diferentes en términos estacionales en los sectores señalados anteriormente, la orientación afectiva sobre el estado de conservación del mismo de todas las comunidades que participaron en el estudio se mantiene favorable debido a que, al menos desde la creación del embalse, el agua fluye todo el año. Esta situación constituye un desafío con respecto a la conservación del río, pues si la sola presencia de agua corriendo da la idea de un ecosistema saludable, es probable que la comunidad no invierta el esfuerzo suficiente en mantener el ecosistema porque considera que el problema se encuentra resuelto.

Igualmente, así como la solución a la problemática de las inundaciones que ocasionaba anteriormente el río Chenche está basada en una visión antropocéntrica (utilitarista y naturalista) del ecosistema, la regulación del pulso hoy en día se concibe únicamente desde este mismo enfoque, en el que las actitudes responden únicamente a la necesidad de acceso al recurso. Los conocimientos básicos de la población sobre la dinámica

ecológica de este tipo de ecosistemas y sobre las estrategias de conservación del mismo no parecen ser suficientes, más aún si se tiene en cuenta la complejidad de estos procesos.

- **La dimensión vertical en la cuenca media – alta del río Chenche**

En esta dimensión, los ríos se encuentran fuertemente conectados con el agua subterránea, incluyendo hábitats hiporréicos (Sabater & Elozegi, 2014). En esta se incorpora igualmente la interacción entre el canal y las aguas subterráneas contiguas (Ward, 1989), de las cuales los ríos pueden obtener una cantidad importante del aporte de materia orgánica disuelta (Hynes, 1983).

Aunque en los últimos años se han publicado diversos artículos con avances conceptuales y empíricos sobre esta zona hiporréica y su componente lateral, aún son necesarios más estudios para llenar los vacíos existentes en la información (Andrew *et al.*, 2010). Los estudios realizados han logrado evidenciar que la zona hiporreica puede ser considerada como un ecotono béntico dinámico, en donde interactúan los procesos hidrológicos, ecológicos y biogeoquímicos (Gibert *et al.*, 1990). Estas interacciones pueden influenciar procesos clave en los ecosistemas fluviales, como la producción primaria, el ciclaje de nutrientes en la zona superficial (Mulholland & Webster, 2010) y la riqueza y abundancia de los organismos que habitan el sedimento o que presentan algún tipo de interdependencia con el mismo (Brunke & Gonser, 1997).

En el río Chenche no existe información ecológica sobre esta dimensión. Sin embargo, este constituye un tema de interés para la investigación científica, sobretodo teniendo en cuenta las implicaciones que podría tener en este tipo de ambientes intermitentes que, ante los efectos evidentes del cambio climático, se han incrementado en distintos lugares del mundo (Sabater & Elozegi, 2014). Comprender las estrategias que desarrolla la fauna en los mismos para garantizar la supervivencia ante estas condiciones adversas, podría ayudar a implementar estrategias para su conservación, mientras se intentan revertir otros efectos del hombre sobre el ecosistema. De hecho, varios estudios ya han señalado el uso de la zona hiporreica por los macroinvertebrados como refugio en este tipo de ambientes (Boulton & Lake, 1992, Williams & Hynes, 1977, Williams & Hynes, 1974, Griffith & Perry, 1993).

Durante la investigación social fue evidente que las comunidades conocen de alguna manera esta dimensión del ecosistema. En los relatos con los abuelos estos señalaron que durante la sequía las personas solían cavar manas (huecos) en el lecho del río para alcanzar el nivel freático del mismo y abastecer de agua a los animales. Tal como se evidenció, la necesidad y las vivencias con el entorno han sido los principales motores en el conocimiento del mismo. Los aportes de la comunidad a este respecto, así como el fortalecimiento de sus conocimientos a través de los estudios científicos sobre el ecosistema, pueden impulsar el desarrollo de nuevas y mejores estrategias para su conservación.

3.4.4 Estrategias de conservación y mejora de la salud del río Chenche en su cuenca media – alta.

De acuerdo a lo evidenciado con respecto a la salud del río Chenche actualmente, es posible afirmar varias cosas:

Primero, el ecosistema ha subsistido en un contexto de vulnerabilidad ecológica desde hace décadas, en donde la intensa actividad antrópica ha favorecido un rápido deterioro evidenciado en la fuerte intermitencia durante los periodos de sequía, la deforestación de sus márgenes y la sobreexplotación del recurso.

Segundo, la posterior construcción del embalse Zanja Honda ha generado otros tipos de impactos que deterioran el recurso hídrico, relacionados no solo con la presencia del mismo en el espacio del cauce que se perdió, sino como elemento de bloqueo entre los segmentos aguas arriba y aguas abajo. Tal como se evidenció, hay múltiples efectos que esta represa genera en las características físicas, químicas y biológicas del río, a lo que se suma la operación del embalse, que no refleja la hidrología local y que por lo tanto no emula las condiciones mínimas naturales que correspondían al ecosistema originalmente. Si se corrige esto último, la posibilidad de mantener dicho flujo de agua durante todo el año podría considerarse un impacto positivo, teniendo en cuenta los beneficios que supone desde las perspectivas ecológica y social en el contexto de estudio.

Tercero, además del embalse, las demás actividades relacionadas con el DRTT han tenido un impacto ecológico y social fundamental en la conservación del río Chenche.

Cuarto, es evidente que mientras las comunidades ribereñas sigan estando sujetas a difíciles condiciones de subsistencia, a una educación de escasa calidad y a situaciones que favorezcan procesos de aculturación en vez de su fortalecimiento, su rol en el manejo y la conservación de este ecosistema fluvial será cada vez más débil.

Quinto, igualmente es claro que el papel de las autoridades ambientales en torno a la conservación del río ha sido insuficiente. Esto fue evidenciado, además, a través de la información secundaria recopilada en dichas entidades durante la presente investigación, la cual da cuenta de un proceso poco riguroso en los estudios de línea base para determinar los aspectos clave en la conservación del río, como la biodiversidad que alberga o su comportamiento hidrológico. Esta situación no fue subsanada de la manera en que las autoridades ambientales lo solicitaron, mientras la obra continuó el desarrollo de sus diferentes fases (Instituto Colombiano de Hidrología - Meteorología y Adecuación de Tierras - HIMAT, 1985, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT, 2005b, CORTOLIMA, 2006, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT, 2005a).

Ante este panorama, se proponen las siguientes **estrategias** que son consideradas fundamentales en la conservación de este ecosistema y de los bienes y servicios ambientales que este proporciona a la comunidad.

Implementación de estaciones meteorológicas e hidrométricas en una mayor densidad que la actual. Una de las dificultades en el desarrollo de la presente investigación estuvo relacionado con la información previa disponible sobre las variables hidrológicas, físico – químicas y biológicas en el río Chenche. La densidad de estaciones meteorológicas e hidrométricas en la cuenca es muy baja, a pesar del contexto ambiental en el que se encuentra el ecosistema y de su importancia para esta región del Tolima. La implementación de un mayor número de estaciones meteorológicas e hidrométricas será de gran utilidad para conocer el comportamiento hidrológico del río y su relación con las variables climáticas en la zona, entendiendo estos factores como fundamentales para su manejo y conservación.

Asegurar un monitoreo multi-escala y multi-temporal del río. El monitoreo constante garantiza una base de datos suficiente para poder desarrollar modelos certeros que permitan comprender a profundidad el comportamiento del río durante las diferentes etapas de su ciclo hidrológico y en las diferentes partes de la cuenca (Mac Nally & Quinn, 1998). Teniendo en cuenta lo anterior, en el río Chenche al menos sería necesario abarcar dos de los cuatro momentos del año que corresponden a la dimensión temporal del mismo, un periodo de lluvias y uno de estiaje. De igual forma, la escala espacial de dicho monitoreo debe considerarse desde un enfoque de cuenca, lo que debido al transvace de agua desde el río Saldaña incluye a esa fuente hídrica. Así mismo, deben considerarse el embalse y los segmentos de las diferentes zonas de la cuenca (alta, media y baja), incluidos sus sistemas tributarios.

Escoger los indicadores que permitan la medición de la salud del río. Acogiéndose a la propuesta de Hart *et al.* (1999), sobre una aproximación a la salud del río “basada en los riesgos”, se debe buscar el empleo de indicadores que sean específicos para el ecosistema y que estén guiados por el impacto causado por las problemáticas principales identificadas (Boulton, 1999). Debido a que el río Chenche se encuentra en un contexto tan alterado, lo mejor en este caso sería no simplificar tanto el uso de las variables como se propone en algunos estudios, sino buscar el balance entre las características físicas, químicas, biológicas e hidrológicas (Norris & Thoms, 1999) que permitan evidenciar los impactos de las diferentes fuentes de degradación. Una manera de integrar estos diferentes componentes podría ser a través de la creación de un índice de integridad biótica específico para los ríos de la cuenca de interés.

La evaluación del estado de conservación del río Chenche desde el componente ecológico, permitió establecer que las variables que más aportaron a la diferenciación en la calidad de los puntos monitoreados fueron la composición de las fracciones del sustrato blando (limos, arcillas, arenas y gravas), el caudal, la materia orgánica medida a través de la DBO_5 y cuatro de los índices ecológicos determinados a partir de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos. Por otra parte, teniendo en cuenta los conocimientos de la comunidad en relación a la fauna íctica y la vegetación ribereña en el río Chenche, podrían incluirse lo que se ha denominado en la literatura *indicadores carismáticos*, es decir, una o varias especies que sean de valor económico o cultural para

la comunidad y que por sus características ecológicas aporten igualmente al análisis. En resumen, aspectos que tanto el ecólogo como el poblador consideren de valor.

Finalmente, reconociendo el contexto presente y la proyección futura del DRTT, la medición de los nutrientes constituirá un factor importante, dado el intenso desarrollo agrícola que se espera en la cuenca media – alta del río Chenche.

Evaluar la posibilidad de usar la metodología de estimación de caudales ambientales en el río Chenche. Con el fin de garantizar la conservación y el manejo de este ecosistema, aún frente a la intervención que constituye el embalse, además de todo lo anterior es necesario definir el caudal ambiental del río. Debido a que durante la investigación realizada no se evidenció un manejo que responda a las características del ciclo hidrológico del río, esto es fundamental. Dicho caudal ambiental se define como la suficiente cantidad y calidad de agua en el río para garantizar, no solo su funcionamiento ecológico, sino los beneficios ambientales, sociales y económicos (aguas abajo del sitio de intervención) que estos proveen en proyectos como la implementación de embalses, el trasvase a otras cuencas o la construcción de acueductos o distritos de riego (Pinilla-agudelo *et al.*, 2014, Carvajal *et al.*, 2007), tal como ocurre en el río Chenche.

Priorizar el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica – POMCA para el río Chenche. Dada la intensa transformación que ha sufrido el territorio debido a la construcción del DRTT y la proyección agrícola del mismo, es necesario priorizar la cuenca del río Chenche para el desarrollo del POMCA, escala superior de ordenamiento que el gobierno colombiano ha definido reconociendo la importancia de la conservación y el manejo del recurso hídrico para el desarrollo armónico de los componentes ecológico y socio-económico en el territorio (Presidencia de la República, 1974).

La INVESTIGACION ACCIÓN PARTICIPATIVA COMO HERRAMIENTA PARA UNA EDUCACIÓN AMBIENTAL CON ENFOQUE DIFERENCIAL en la cuenca media alta del río Chenche. La presente investigación evidenció cinco elementos de relevancia en cuanto al conocimiento del estado de conservación del río Chenche en su cuenca media – alta en las comunidades ribereñas. ***El primero*** corresponde a un conocimiento basado en las vivencias con el entorno, en las que la familia y la comunidad juegan un papel primordial. ***El segundo*** es un conocimiento básico de dicho entorno, que refleja una

visión antropocéntrica de la realidad. **El tercero** corresponde al distanciamiento de las instituciones educativas por parte de los tomadores de decisiones de la comunidad, lo cual tiene que ver con la falta de oportunidades debido a las condiciones socio-económicas actuales y los roles que se asumen para subsistir. **El cuarto** se refiere a una actitud predominantemente positiva o favorable frente a la construcción del embalse y su relación con la conservación del río Chenche, que responde a la necesidad imperante de acceso al recurso hídrico. Y **el quinto** aspecto es una escasa apropiación de los elementos culturales por parte de la mayoría de la comunidad en torno al recurso hídrico del territorio, siendo los mayores quienes aún resguardan gran parte del acervo cultural, que además corresponde con un conocimiento más profundo del entorno.

Teniendo en cuenta el contexto observado en la cuenca media-alta del río Chenche, es evidente que para lograr empoderar a la comunidad en torno a las problemáticas ambientales que se presentan en su entorno, es necesario originar modelos interdisciplinarios de construcción del conocimiento, que además permitan generar un puente entre las diferentes formas de construir el saber, los saberes existentes en sí mismos y la forma de concebir el mundo, es decir, la cultura.

La investigación acción participativa ligada a los principios rectores de la educación ambiental, constituye una gran oportunidad para poner en práctica el diálogo entre culturas para resolver problemas (Silva *et al.*, 2016), como los que se presentan actualmente en el contexto de estudio, favoreciendo un proceso participativo y colaborativo de autoreflexión.

A través de esta metodología, tanto los actores relacionados con una situación o problemática específica, como los técnicos o científicos que estudian el tema desde su disciplina, protagonizan el proceso de construcción del conocimiento de la realidad sobre el objeto de estudio y de la formulación de propuestas y soluciones con respecto a la situación (López *et al.*, 2007). Este modelo sobresale entonces por su capacidad de transformar el pensamiento y la actitud de las personas frente a la realidad, a través de la reflexión conjunta. Es decir, que constituye una herramienta para empoderar a las comunidades a través del conocimiento con respecto a las problemáticas del territorio,

buscando una mayor influencia de las mismas sobre las decisiones que se toman al respecto, lo que favorece el fortalecimiento de su organización y soberanía.

El enfoque diferencial en este caso de estudio es esencial, pues hace énfasis en la intención de reconocer la relación que tienen las comunidades con el ecosistema, así como su conocimiento sobre el mismo (Sarmiento, 2015), lo que es fundamental para generar modelos pedagógicos que favorezcan un ambiente de intercambio del conocimiento, y que realmente respondan a la realidad del contexto social, cultural, económico y político en el que se encuentra el ecosistema. De esta manera es posible, igualmente, garantizar una mayor apropiación del proceso por parte de la comunidad.

Dicho proceso continuo de intercambio de información a través del modelo planteado abre la posibilidad de proveer de capacidades técnicas a la comunidad, lo que en etapas posteriores puede permitir a la población el monitoreo de sus ambientes locales y la participación en procesos de elaboración e implementación de políticas en los niveles local, regional o nacional. El propósito de este intercambio de información sería igualmente el de promover la discusión en torno a los problemas ambientales regionales, con el fin de estimular de esta manera su conocimiento y con esto generar cambios de actitud y comportamiento entre los principales creadores de opinión y los tomadores de decisiones de la región (Barbosa *et al.*, 1999).

El fuerte arraigo de las comunidades Pijao con el territorio a través de sus vivencias y el vínculo con la familia y la comunidad, así como las propuestas para promover el cuidado del río Chenche seleccionadas con mayor frecuencia en la encuesta (creación de grupos ambientales, talleres de capacitación y trabajo comunitario), constituyen una oportunidad en la implementación de proyectos de investigación acción participativa como herramienta para la educación ambiental, en los que es posible favorecer un componente práctico robusto y de naturaleza colectiva. El fortalecimiento cultural a través del enfoque diferencial también constituye un tema de importancia en este contexto, el cual debe ser abordado mediante la integración activa de los mayores en los proyectos.

Igualmente, es importante destacar que estos proyectos se deben promover desde la escuela, es decir, que además de los tomadores de decisiones también se debe procurar la participación de estudiantes de distintos niveles. De esta manera se ayudará a

disminuir el distanciamiento que existe entre aquellos y las instituciones educativas. Esto puede contribuir además a la integración generacional al interior de las comunidades Pijao y a fortalecer los programas educativos escolares actuales.

Finalmente, se puede concluir que este modelo constituye también una herramienta efectiva para superar uno de los mayores desafíos que la ciencia a enfrentado por años: la comunicación efectiva del saber científico y el entendimiento completo de sus implicaciones por parte de los diferentes actores sociales, acercando de esta manera ciencia y sociedad (Boulton, 1999).

4. Conclusiones

La cuenca media – alta del río Chenche ha sufrido una gran transformación en las últimas décadas que ha repercutido en su estado de conservación actual. Dicha transformación ha sido el resultado de una intensiva actividad humana en la región, que corresponde con un contexto social relacionado con una situación socio - económica precaria, procesos de aculturación y dominio relacionados con los periodos de violencia que han caracterizado al territorio, y una insuficiente presencia y manejo por parte de las instituciones del estado en dicho escenario.

Desde una perspectiva ecológica, este sector de la cuenca presenta signos importantes de deterioro, como la deforestación de sus riberas, especialmente en la zona de cabecera, la fuerte intermitencia que se evidenció en el transcurso de su ciclo hidrológico anual y la inadecuada operación del embalse Zanja Honda, eje fundamental del Distrito de Riego Triángulo del Tolima. Desde la perspectiva social, las fuertes necesidades a la que se ha enfrentado la comunidad en el transcurso de la historia han favorecido una visión antropocéntrica y utilitarista del ecosistema. Esto, sumado a la dificultad en el acceso a la educación y a la aculturación que ha vivido el pueblo Pijao en el municipio, debilita el rol de la comunidad en la protección de los recursos naturales del territorio. En consecuencia, es notable observar que las visiones ecológica y social no necesariamente confluyen en la determinación de un mismo grado de salud del ecosistema fluvial.

En este contexto, se plantean varias estrategias para ser analizadas en la búsqueda de la conservación y el manejo de este ecosistema. La mayoría de estas conciernen principalmente al papel que el estado y las asociaciones públicas o privadas que intervienen en la construcción y el manejo del Distrito de Riego Triángulo del Tolima debieran asumir. Por otra parte, se plantea una estrategia que busca el fortalecimiento del conocimiento propio de las comunidades indígenas Pijao de la zona, así como el aprendizaje del conocimiento científico en las mismas, con el fin de que se conviertan en actores con una mayor influencia en la toma de decisiones sobre las problemáticas ambientales que los rodean. La estrategia de la formulación de proyectos de investigación acción participativa como herramienta para una educación ambiental con enfoque diferencial, responde a esta perspectiva.

A. Anexo: Índice de hábitat fluvial (IHF) adaptado por Acosta *et al.*, 2009)

| Bloques | | Puntuación | |
|---|---|---------------------------------|----|
| 1. Inclusión rápidos | | | |
| Rápidos | Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%. | 10 | |
| | Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%. | 5 | |
| | Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%. | 0 | |
| | | TOTAL (una categoría) | |
| 2. Frecuencia de rápidos | | | |
| | Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7 | 10 | |
| | Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15 | 8 | |
| | Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25 | 6 | |
| | Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos/anchura del río >25 | 4 | |
| | Sólo pozas | 2 | |
| | | TOTAL (una categoría) | |
| 3. Composición del sustrato (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser 0 para cada apartado) | | | |
| | % Bloques y piedras | 1 - 10% | 2 |
| | | > 10% | 5 |
| | % Cantos y gravas | 1 - 10% | 2 |
| | | > 10% | 5 |
| | % Arena | 1 - 10% | 2 |
| | | > 10% | 5 |
| | % Limo y arcilla | 1 - 10% | 2 |
| | | > 10% | 5 |
| | | TOTAL (sumar categorías) | |
| 4. Regímenes de velocidad / profundidad | | | |
| | somero:< 0.5 m 4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero. | 10 | |
| | lento:< 0.3 m/s Sólo 3 de las 4 categorías | 8 | |
| | Sólo 2 de las 4 | 6 | |
| | Sólo 1 de las cuatro | 4 | |
| | | TOTAL (una categoría) | |
| 5. Porcentaje de sombra en el cauce | | | |
| | Sombreado con ventanas | 10 | |
| | Totalmente en sombra | 7 | |
| | Grandes claros | 5 | |
| | Expuesto | 3 | |
| | | TOTAL (una categoría) | |
| 6. Elementos heterogeneidad (si hay ausencia de hojarasca el valor debe ser 0 puntos) | | | |
| | Hojarasca | > 10% ó < 75% | 4 |
| | | < 10% ó > 75% | 2 |
| | Presencia de troncos y ramas | | 2 |
| | Raíces expuestas | | 2 |
| | Diques naturales | | 2 |
| | | TOTAL (una categoría) | |
| 7. Cobertura de vegetación acuática (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser cero para cada apartado) | | | |
| | % Plocon + briófitos | 10 - 50% | 10 |
| | | < 10% ó > 50% | 5 |
| | | Ausencia absoluta | 0 |
| | % Pecton | 10 - 50% | 10 |
| | | < 10% ó > 50% | 5 |
| | | Ausencia absoluta | 0 |
| | % Fanerógamas | 10 - 50% | 10 |
| | | < 10% ó > 50% | 5 |
| | | Ausencia absoluta | 0 |
| | | TOTAL (sumar categorías) | |
| PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores) | | | |

B. Índice de calidad de la vegetación de ribera Andina (QBR-And) para comunidades arbóreas

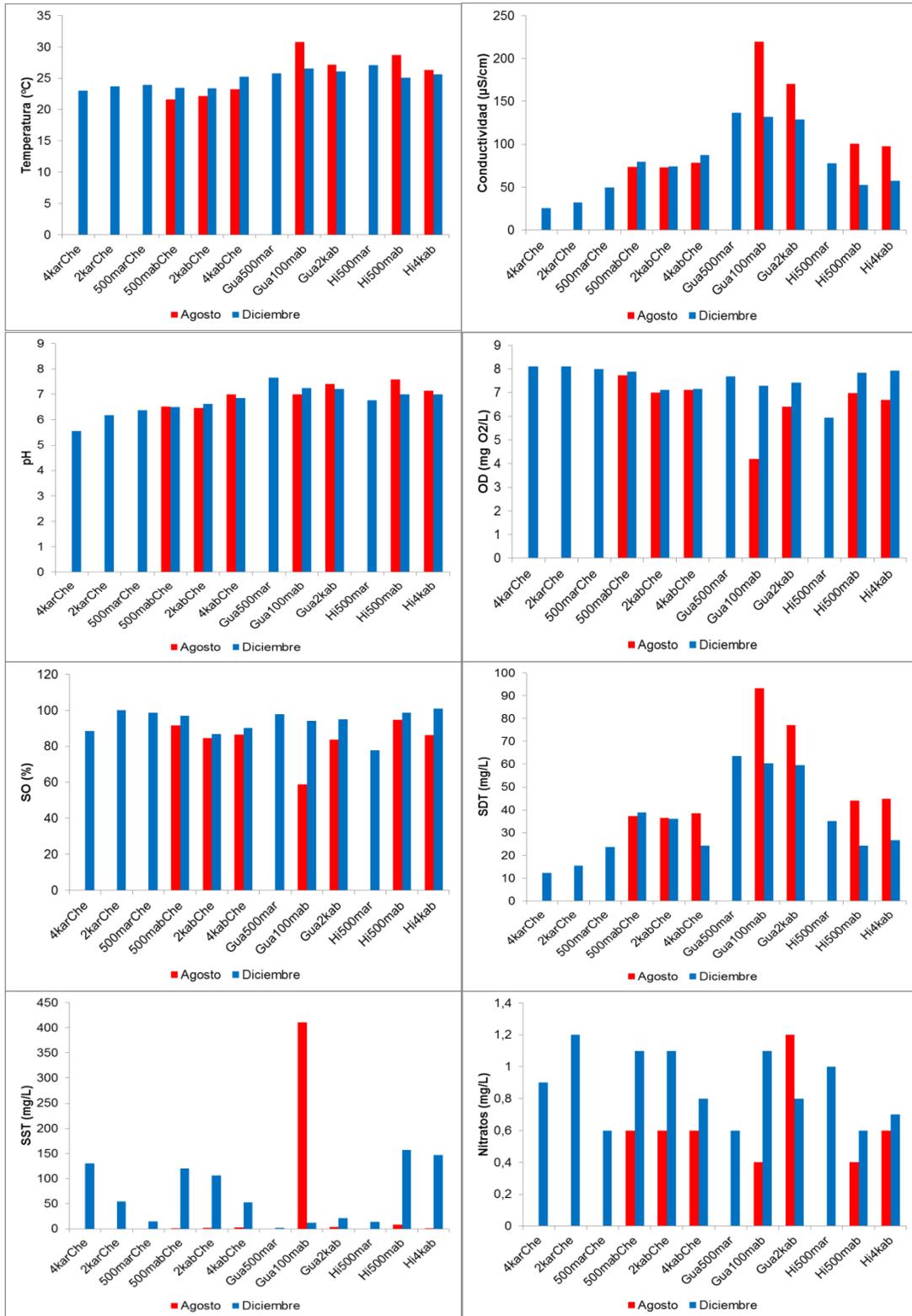
| <i>Grado de cubierta de la zona de ribera</i> | | Puntuación bloque 1 |
|--|---|---------------------|
| Puntuación | | |
| 25 | > 80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan) | |
| 10 | 50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera | |
| 5 | 10-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera | |
| 0 | < 10 % de cubierta vegetal de la zona de ribera | |
| + 10 | si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total | |
| + 5 | si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50% | |
| - 5 | si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es entre el 25 y 50% | |
| -10 | si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25% | |
| <i>Estructura de la cubierta (se contabiliza toda la zona de ribera)</i> | | Puntuación bloque 2 |
| Puntuación | | |
| 25 | recubrimiento de árboles superior al 75 % | |
| 10 | recubrimiento de árboles entre el 50 y 75 % o recubrimiento de árboles entre el 25 y 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25 % | |
| 5 | recubrimiento de árboles inferior al 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre 10 y 25 % | |
| 0 | sin árboles y arbustos por debajo del 10 % | |
| + 10 | si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50 % | |
| + 5 | si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre 25 y 50 % | |
| + 5 | si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque. | |
| - 5 | si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50 % | |
| - 5 | si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad | |
| - 10 | si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50 % | |
| <i>Calidad de la cubierta</i> | | Puntuación bloque 3 |
| Puntuación | | |
| 25 | Todos los árboles de la zona de ribera autóctonos | |
| 10 | Como máximo un 25% de la cobertura es de especies de árboles introducidas | |
| 5 | 26 a 50% de los árboles de ribera son especies introducidas | |
| 0 | Más del 51% de los árboles de la ribera son especies introducidas | |
| + 10 | >75% des los arbustos son de especies autóctonas. | |
| + 5 | 51-75% o más de los arbustos de especies autóctonas | |
| - 5 | 26-50% de la cobertura de arbustos de especies autóctonas | |
| - 10 | Menos del 25% de la cobertura de los arbustos de especies autóctonas | |
| <i>Grado de naturalidad del canal fluvial</i> | | Puntuación bloque 4 |
| Puntuación | | |
| 25 | el canal del río no ha estado modificado | |
| 10 | modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal | |
| 5 | signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río | |
| 0 | río canalizado en la totalidad del tramo | |
| - 10 | si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río | |
| - 10 | si existe alguna presa o otra infraestructura transversal en el lecho del río | |
| - 5 | si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundantes | |
| -10 | si hay un basurero permanente en el tramo estudiado | |
| Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones) | | |

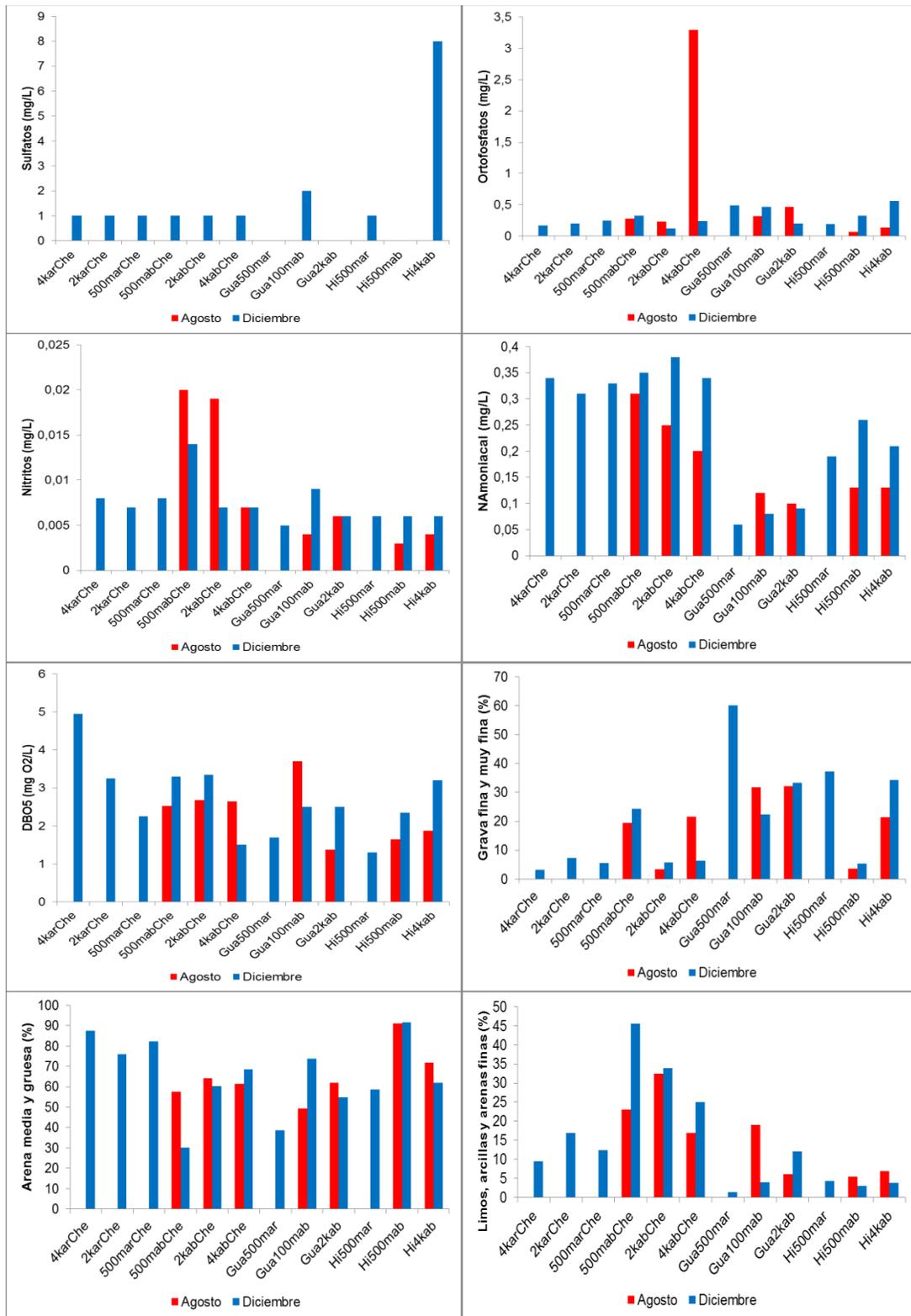
C. Anexo: Matriz de variables físicas y químicas

| Mes | Estación | Caudal (m ³ /s) | Temperatura (°C) | Conductividad (μS/cm) | pH | Oxígeno disuelto (mg/L) | % Saturación oxígeno | SDT (mg/L) | SST (mg/L) | SIT (mg/L) | SVT (mg/L) | Potencial Redox (mv) |
|---------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------|-----------------------|------|-------------------------|----------------------|------------|------------|------------|------------|----------------------|
| Estraje (agosto) | 500m abajo embalse Chenche | 0,882 | 21,61 | 73,72 | 6,51 | 7,72 | 91,58 | 37,25 | 1,25 | 0,00 | 1,25 | 14,31 |
| | 2km abajo embalse Chenche | 0,852 | 22,17 | 73,03 | 6,45 | 7,00 | 84,57 | 36,44 | 2,08 | 0,00 | 2,08 | 17,81 |
| | 4km abajo embalse Chenche | 1,547 | 23,27 | 78,72 | 7,00 | 7,10 | 86,52 | 38,44 | 2,50 | 0,00 | 2,50 | -14,64 |
| | Hilarco 100 m abajo | 0,141 | 28,73 | 100,79 | 7,58 | 6,99 | 94,68 | 44,13 | 7,92 | 0,83 | 7,08 | -47,19 |
| | Hilarco 2km abajo | 0,113 | 26,32 | 97,80 | 7,15 | 6,68 | 86,17 | 44,91 | 0,83 | 0,00 | 0,83 | -21,89 |
| | Guaguarco 100m abajo | 0,025 | 30,77 | 219,70 | 7,00 | 4,20 | 58,78 | 93,29 | 410,83 | 307,92 | 102,92 | -13,13 |
| | Guaguarco 4km abajo | 0,037 | 27,20 | 170,06 | 7,40 | 6,41 | 83,64 | 77,16 | 3,75 | 0,00 | 3,75 | -36,70 |
| Lluvias (diciembre) | 4km arriba embalse Chenche | 5,358 | 23,02 | 25,53 | 5,55 | 8,09 | 88,53 | 12,41 | 130,00 | 103,08 | 26,92 | 255,96 |
| | 2km arriba embalse Chenche | 6,023 | 23,70 | 32,29 | 6,18 | 8,11 | 100,07 | 15,50 | 54,22 | 34,94 | 19,28 | 225,88 |
| | 500m arriba embalse Chenche | 0,891 | 23,90 | 49,55 | 6,37 | 7,99 | 98,65 | 23,76 | 14,58 | 6,77 | 7,81 | 318,66 |
| | 500m abajo embalse Chenche | 0,915 | 23,48 | 79,93 | 6,49 | 7,88 | 96,98 | 38,83 | 120,24 | 100,00 | 20,24 | 299,70 |
| | 2km abajo embalse Chenche | 1,082 | 23,41 | 74,04 | 6,63 | 7,11 | 86,78 | 35,99 | 105,81 | 80,23 | 25,58 | 347,30 |
| | 4km abajo embalse Chenche | 2,282 | 25,22 | 87,71 | 6,85 | 7,15 | 90,16 | 24,34 | 52,94 | 35,29 | 17,65 | 640,12 |
| | Hilarco arriba | 0,074 | 27,10 | 77,80 | 6,77 | 5,93 | 77,76 | 35,07 | 13,64 | 5,56 | 8,08 | 287,37 |
| | Hilarco 100m abajo | 1,897 | 25,10 | 52,70 | 7,00 | 7,83 | 98,60 | 24,34 | 157,35 | 125,00 | 32,35 | 342,04 |
| | Hilarco 2km abajo | 0,752 | 25,61 | 57,51 | 6,99 | 7,93 | 100,87 | 26,66 | 146,83 | 118,25 | 28,57 | 225,48 |
| | Guaguarco arriba | 1,029 | 25,80 | 136,72 | 7,66 | 7,69 | 97,85 | 63,67 | 2,27 | 0,00 | 2,27 | 339,37 |
| | Guaguarco 100m abajo | 1,860 | 26,51 | 131,87 | 7,25 | 7,28 | 94,25 | 60,47 | 11,65 | 4,37 | 7,28 | 268,92 |
| | Guaguarco 4km abajo | 1,312 | 26,11 | 128,67 | 7,21 | 7,42 | 95,06 | 59,52 | 21,13 | 12,37 | 8,76 | 370,30 |

| Mes | Estación | Transparencia (cm) | Nitratos (mg/L) | Sulfatos (mg/L) | Ortofosfatos (mg/L) | Nitritos (mg/L) | Nitrógeno amoniacal (mg/L) | DBO5 (mg/L) | Grava fina % (mayor a 4mm) | Grava muy fina % (2 - 4 mm) | Arena media y gruesa % (2 a 0,25 mm) | Limos, arcillas y arenas finas % (menor a 0,25mm) |
|---------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------|-----------------|---------------------|-----------------|----------------------------|-------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|---|
| Estraje (agosto) | 500m abajo embalse Chenche | 70,0 | 0,60 | 0,00 | 0,28 | 0,020 | 0,31 | 2,53 | 5,17 | 14,34 | 57,45 | 23,04 |
| | 2km abajo embalse Chenche | 80,0 | 0,60 | 0,00 | 0,23 | 0,019 | 0,25 | 2,68 | 1,60 | 1,84 | 64,15 | 32,41 |
| | 4km abajo embalse Chenche | 60,0 | 0,60 | 0,00 | 3,29 | 0,007 | 0,20 | 2,65 | 13,32 | 8,34 | 61,47 | 16,87 |
| | Hilarco 500 m abajo | 70,0 | 0,40 | 0,00 | 0,07 | 0,003 | 0,13 | 1,65 | 1,64 | 1,98 | 91,02 | 5,35 |
| | Hilarco 4km abajo | 1,2 | 0,60 | 0,00 | 0,14 | 0,004 | 0,13 | 1,88 | 13,61 | 7,72 | 71,77 | 6,90 |
| | Guaguarco 100m abajo | 40,0 | 0,40 | 0,00 | 0,32 | 0,004 | 0,12 | 3,70 | 15,37 | 16,38 | 49,22 | 19,03 |
| | Guaguarco 2km abajo | 70,0 | 1,20 | 0,00 | 0,47 | 0,006 | 0,10 | 1,38 | 22,17 | 9,87 | 61,89 | 6,07 |
| Lluvias (diciembre) | 4km arriba embalse Chenche | 0,0 | 0,90 | 1,00 | 0,17 | 0,008 | 0,34 | 4,95 | 1,74 | 1,45 | 87,38 | 9,43 |
| | 2km arriba embalse Chenche | 0,0 | 1,20 | 1,00 | 0,20 | 0,007 | 0,31 | 3,25 | 2,82 | 4,42 | 75,82 | 16,94 |
| | 500m arriba embalse Chenche | 15,0 | 0,60 | 1,00 | 0,25 | 0,008 | 0,33 | 2,25 | 3,20 | 2,30 | 82,13 | 12,36 |
| | 500m abajo embalse Chenche | 0,0 | 1,10 | 1,00 | 0,33 | 0,014 | 0,35 | 3,30 | 10,12 | 14,18 | 30,20 | 45,50 |
| | 2km abajo embalse Chenche | 0,0 | 1,10 | 1,00 | 0,12 | 0,007 | 0,38 | 3,35 | 3,39 | 2,42 | 60,25 | 33,94 |
| | 4km abajo embalse Chenche | 5,0 | 0,80 | 1,00 | 0,24 | 0,007 | 0,34 | 1,50 | 3,30 | 3,07 | 68,60 | 25,03 |
| | Hilarco arriba | 47,0 | 1,00 | 1,00 | 0,19 | 0,006 | 0,19 | 1,30 | 29,23 | 7,96 | 58,57 | 4,24 |
| | Hilarco 500m abajo | 10,0 | 0,60 | 0,00 | 0,33 | 0,006 | 0,26 | 2,35 | 2,19 | 3,09 | 91,72 | 3,00 |
| | Hilarco 4km abajo | 10,0 | 0,70 | 8,00 | 0,56 | 0,006 | 0,21 | 3,20 | 29,69 | 4,65 | 61,89 | 3,77 |
| | Guaguarco arriba | 81,0 | 0,60 | 0,00 | 0,49 | 0,005 | 0,06 | 1,70 | 34,36 | 25,72 | 38,58 | 1,35 |
| | Guaguarco 100m abajo | 33,0 | 1,10 | 2,00 | 0,47 | 0,009 | 0,08 | 2,50 | 13,47 | 8,78 | 73,71 | 4,03 |
| | Guaguarco 2km abajo | 40,7 | 0,80 | 0,00 | 0,20 | 0,006 | 0,09 | 2,50 | 18,11 | 15,11 | 54,79 | 11,99 |

D. Figuras variables físicas y químicas





E. Anexo: Taxonomía y abundancia de los macroinvertebrados acuáticos recolectados

| MUESTREO | ROTULOS | NUMERO INDIVIDUOS | PHYLLUM | CLASE | ORDEN | FAMILIA | GÉNERO |
|----------|--------------------|-------------------|------------|--------------|-------------------|------------------|---------------------------|
| Agosto | 2 km abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Coenagrionidae | <i>Argia</i> |
| Agosto | 2 km abajo Chenche | 2 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Calopterygidae | <i>Hetaerina</i> |
| Agosto | 2 km abajo Chenche | 3 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | <i>Andesiops</i> |
| Agosto | 2 km abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | <i>Leptonema</i> |
| Agosto | 2 km abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | <i>Smicridea</i> |
| Agosto | 2 km abajo Chenche | 3 | Arthropoda | Insecta | Megaloptera | Corydalidae | <i>Corydalis</i> |
| Agosto | 2 km abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Tanypodinae ND</i> |
| Agosto | 2 km abajo Chenche | 2 | Mollusca | Bivalvia | Veneroidea | Sphaeriidae | <i>Eupera</i> |
| Agosto | 2 km abajo Chenche | 23 | Mollusca | Gastropoda | Neotaenioglossa | Thiaridae | <i>Melanoides</i> |
| Agosto | 4 km abajo Chenche | 3 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Libellulidae | <i>Elasmothermis</i> |
| Agosto | 4 km abajo Chenche | 2 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Libellulidae | <i>Dythemis</i> |
| Agosto | 4 km abajo Chenche | 4 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Calopterygidae | <i>Hetaerina</i> |
| Agosto | 4 km abajo Chenche | 2 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Gomphidae | <i>Phyllogomphoides</i> |
| Agosto | 4 km abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Haplohyphes</i> |
| Agosto | 4 km abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Tricorythodes</i> |
| Agosto | 4 km abajo Chenche | 2 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Tricorythopsis</i> |
| Agosto | 4 km abajo Chenche | 2 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Vacuperinus</i> |
| Agosto | 4 km abajo Chenche | 2 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | <i>Terpides</i> |
| Agosto | 4 km abajo Chenche | 6 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | <i>Farrodes</i> |
| Agosto | 4 km abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | <i>Thraulodes</i> |
| Agosto | 4 km abajo Chenche | 2 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | <i>Leptonema</i> |
| Agosto | 4 km abajo Chenche | 15 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | <i>Smicridea</i> |
| Agosto | 4 km abajo Chenche | 8 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Chironominae ND</i> |
| Agosto | 4 km abajo Chenche | 3 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Tanypodinae ND</i> |
| Agosto | 4 km abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Orthoclaudiinae ND</i> |
| Agosto | 4 km abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Simuliidae | <i>Simulium</i> |
| Agosto | 4 km abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Megaloptera | Corydalidae | <i>Corydalis</i> |
| Agosto | 4 km abajo Chenche | 2 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Naucoridae | <i>Ambrysus</i> |
| Agosto | 4 km abajo Chenche | 2 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Naucoridae | <i>Limnocoris</i> |
| Agosto | 4 km abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Malacostraca | Decapoda | Trichodactylidae | <i>Sylviocarcinus</i> |
| Agosto | 4 km abajo Chenche | 18 | Mollusca | Gastropoda | Neotaenioglossa | Thiaridae | <i>Melanoides</i> |
| Agosto | 4 km abajo Chenche | 1 | Mollusca | Gastropoda | Architaenioglossa | Ampullariidae | <i>Pomacea</i> |
| Agosto | 4 km abajo Chenche | 1 | Mollusca | Bivalvia | Veneroidea | Sphaeriidae | <i>Eupera</i> |
| Agosto | 4 km abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Heterelmis</i> |

| | | | | | | | |
|--------|----------------------|-----|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|---------------|
| Agosto | 500 m abajo Chenche | 33 | Platyhelminthes | Turbellaria | Seriata | Planariidae | MF9 |
| Agosto | 500 m abajo Chenche | 1 | Annelida | Platyhelminthes | Rhynchobdellida | Glossiphoniidae | MF8 |
| Agosto | 500 m abajo Chenche | 4 | Annelida | Oligochaeta | Haplotaxida | Naididae | MF16 |
| Agosto | 500 m abajo Chenche | 1 | Mollusca | Gastropoda | Architaenioglossa | Ampullariidae | Pomacea |
| Agosto | 500 m abajo Chenche | 66 | Mollusca | Gastropoda | Neotaenioglossa | Thiaridae | Melanooides |
| Agosto | 500 m abajo Chenche | 11 | Mollusca | Bivalvia | Veneroida | Sphaeriidae | Eupera |
| Agosto | 500 m abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Coenagrionidae | Argia |
| Agosto | Guaguarco 2k abajo | 10 | Annelida | Clitellata | Platyhelminthes | Rhynchobdellida | MF8 |
| Agosto | Guaguarco 2k abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | Farrodes |
| Agosto | Guaguarco 2k abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | Leptohiphes |
| Agosto | Guaguarco 2k abajo | 3 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | Haplohiphes |
| Agosto | Guaguarco 2k abajo | 13 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | Vacuperinus |
| Agosto | Guaguarco 2k abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Veliidae | Rhagovelia |
| Agosto | Guaguarco 2k abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Naucoridae | Ambrysus |
| Agosto | Guaguarco 2k abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Belostomatidae | Belostoma |
| Agosto | Guaguarco 2k abajo | 8 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | Smicridea |
| Agosto | Guaguarco 2k abajo | 15 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Philopotamidae | Chimarra |
| Agosto | Guaguarco 2k abajo | 2 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Calopterygidae | Hetaerina |
| Agosto | Guaguarco 2k abajo | 3 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Coenagrionidae | Enallagma |
| Agosto | Guaguarco 2k abajo | 11 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Coenagrionidae | Argia |
| Agosto | Guaguarco 2k abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Libellulidae | Elga |
| Agosto | Guaguarco 2k abajo | 2 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Libellulidae | Erythemis |
| Agosto | Guaguarco 2k abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Libellulidae | Elasmothermis |
| Agosto | Guaguarco 2k abajo | 4 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Libellulidae | Perithemis |
| Agosto | Guaguarco 2k abajo | 5 | Arthropoda | Insecta | Megaloptera | Corydalidae | Corydalis |
| Agosto | Guaguarco 2k abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Psephenidae | Psephenops |
| Agosto | Guaguarco 2k abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | Cylloepus |
| Agosto | Guaguarco 2k abajo | 2 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Tabanidae | Tabanus |
| Agosto | Guaguarco 2k abajo | 112 | Mollusca | Gastropoda | Neotaenioglossa | Thiaridae | Melanooides |
| Agosto | Guaguarco 2k abajo | 4 | Mollusca | Gastropoda | Architaenioglossa | Ampullariidae | Marisa |
| Agosto | Guaguarco 100m abajo | 12 | Annelida | Clitellata | Platyhelminthes | Rhynchobdellida | MF8 |
| Agosto | Guaguarco 100m abajo | 8 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Veliidae | Rhagovelia |
| Agosto | Guaguarco 100m abajo | 2 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | Callibaetis |
| Agosto | Guaguarco 100m abajo | 2 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Caenidae | Caenis |
| Agosto | Guaguarco 100m abajo | 10 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | Tricorythodes |
| Agosto | Guaguarco 100m abajo | 5 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | Leptohiphes |
| Agosto | Guaguarco 100m | 5 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | MF3 |

| abajo | | | | | | | |
|--------|----------------------|----|------------|------------|-------------------|-----------------|-------------------------|
| Agosto | Guaguarco 100m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Tricorythopsis</i> |
| Agosto | Guaguarco 100m abajo | 14 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Vacuperinus</i> |
| Agosto | Guaguarco 100m abajo | 4 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Libellulidae | <i>Perithemis</i> |
| Agosto | Guaguarco 100m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Coenagrionidae | <i>Enallagma</i> |
| Agosto | Guaguarco 100m abajo | 7 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Hydrophilidae | <i>Hydrobius</i> |
| Agosto | Guaguarco 100m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Cylloepus</i> |
| Agosto | Guaguarco 100m abajo | 4 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Tabanidae | <i>Tabanus</i> |
| Agosto | Guaguarco 100m abajo | 4 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Tanypodinae ND</i> |
| Agosto | Guaguarco 100m abajo | 6 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Chironominae ND</i> |
| Agosto | Guaguarco 100m abajo | 2 | Mollusca | Gastropoda | Architaenioglossa | Ampullariidae | <i>Pomacea</i> |
| Agosto | Guaguarco 100m abajo | 1 | Mollusca | Gastropoda | Neotaenioglossa | Thiaridae | <i>Melanoides</i> |
| Agosto | Guaguarco 100m abajo | 9 | Mollusca | Gastropoda | Architaenioglossa | Ampullariidae | <i>Marisa</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Megaloptera | Corydalidae | <i>Corydalus</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 2 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | <i>Leptonema</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 11 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | <i>Smicridea</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 2 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Philopotamidae | <i>Chimarra</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 3 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | <i>Callibaetis</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 10 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Tricorythopsis</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 4 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Tricorythodes</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 2 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Haplohyphes</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 4 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Vacuperinus</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | <i>Thraulodes</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 4 | Arthropoda | insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | <i>Farrodes</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | insecta | Ephemeroptera | Caenidae | <i>Caenis</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | insecta | Ephemeroptera | Polymitarciidae | <i>Campsurus</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Coenagrionidae | <i>Enallagma</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Libellulidae | <i>Elga</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Libellulidae | <i>Elasmothermis</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Gomphidae | <i>Phyllogomphoides</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Hydrophilidae | <i>Hydrobius</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Psephenidae | <i>Psephenus</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Psephenidae | <i>Psephenops</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Stenelmis</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Cylloepus</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 4 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Heterelmis</i> |

| | | | | | | | |
|-----------|---------------------|----|------------|-------------|-------------------|-----------------|-------------------------|
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 4 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Naucoridae | <i>Limnocoris</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 2 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Naucoridae | <i>Cyphocricos</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Naucoridae | <i>Ambrysus</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 7 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Corixidae | <i>Tenagobia</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 3 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Tanypodinae ND</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 2 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Chironominae ND</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 1 | Mollusca | Gastropoda | Architaenioglossa | Ampullariidae | <i>Pomacea</i> |
| Agosto | Hilarco 4km abajo | 1 | Mollusca | Gastropoda | Neotaenioglossa | Thiaridae | <i>Melanoides</i> |
| Agosto | Hilarco 500m abajo | 2 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Coenagrionidae | <i>Enallagma</i> |
| Agosto | Hilarco 500m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Coenagrionidae | <i>Argia</i> |
| Agosto | Hilarco 500m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Gomphidae | <i>Phyllogomphoides</i> |
| Agosto | Hilarco 500m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Libellulidae | <i>Elga</i> |
| Agosto | Hilarco 500m abajo | 4 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | <i>Farrodes</i> |
| Agosto | Hilarco 500m abajo | 5 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>MF3</i> |
| Agosto | Hilarco 500m abajo | 2 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Tricorythopsis</i> |
| Agosto | Hilarco 500m abajo | 2 | Mollusca | Gastropoda | Basommatophora | Ancylidae | <i>Gundlachia</i> |
| Agosto | Hilarco 500m abajo | 1 | Mollusca | Gastropoda | Architaenioglossa | Ampullariidae | <i>Marisa</i> |
| Agosto | Hilarco 500m abajo | 2 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Chironominae ND</i> |
| Agosto | Hilarco 500m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Cyloepus</i> |
| Agosto | Hilarco 500m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Heterelmis</i> |
| Agosto | Hilarco 500m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Neoelmis</i> |
| Agosto | Hilarco 500m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Naucoridae | <i>Ambrysus</i> |
| Diciembre | 4 km arriba Chenche | 3 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Philopotamidae | <i>Chimarra</i> |
| Diciembre | 4 km arriba Chenche | 14 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Veliidae | <i>Rhagovelia</i> |
| Diciembre | 4 km arriba Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Polymitarcyidae | <i>Campsurus</i> |
| Diciembre | 4 km arriba Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | <i>Americabaetis</i> |
| Diciembre | 4 km arriba Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Chironominae ND</i> |
| Diciembre | 4 km arriba Chenche | 2 | Annelida | Oligochaeta | Haplotaxida | Naididae | <i>MF1</i> |
| Diciembre | 4 km arriba Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Scirtidae | <i>MF2</i> |
| Diciembre | 2 km arriba Chenche | 9 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Philopotamidae | <i>Chimarra</i> |
| Diciembre | 2 km arriba Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | <i>Leptonema</i> |
| Diciembre | 2 km arriba Chenche | 2 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Polymitarcyidae | <i>Campsurus</i> |
| Diciembre | 2 km arriba Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | <i>Thraulodes</i> |
| Diciembre | 2 km arriba Chenche | 5 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | <i>Americabaetis</i> |
| Diciembre | 2 km arriba Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Vacuperinus</i> |
| Diciembre | 2 km arriba Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>MF3</i> |
| Diciembre | 2 km arriba Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Caenidae | <i>Caenis</i> |
| Diciembre | 2 km arriba Chenche | 2 | Annelida | Oligochaeta | Haplotaxida | Naididae | <i>MF5</i> |
| Diciembre | 2 km arriba Chenche | 2 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Chironominae ND</i> |
| Diciembre | 2 km arriba Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Tanypodinae ND</i> |

| | | | | | | | |
|------------------|---------------------|-----|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|
| Diciembre | 2 km arriba Chenche | 4 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Scirtidae | <i>MF2</i> |
| Diciembre | 2 km arriba Chenche | 1 | Arthropoda | insecta | Hemiptera | Naucoridae | <i>Ambrysus</i> |
| Diciembre | 2 km arriba Chenche | 2 | Mollusca | Gastropoda | Neotaenioglossa | Thiaridae | <i>Melanoides</i> |
| Diciembre | 500m arriba Chenche | 44 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Philopotamidae | <i>Chimarra</i> |
| Diciembre | 500m arriba Chenche | 3 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Chironominae</i> <i>ND</i> |
| Diciembre | 500m arriba Chenche | 2 | Annelida | Oligochaeta | Haplotaxida | Naididae | <i>MF1</i> |
| Diciembre | 500m arriba Chenche | 6 | Annelida | Oligochaeta | Haplotaxida | Naididae | <i>MF4</i> |
| Diciembre | 500m arriba Chenche | 1 | Annelida | Oligochaeta | Haplotaxida | Naididae | <i>MF5</i> |
| Diciembre | 500m arriba Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>MF3</i> |
| Diciembre | 500m arriba Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Vacuperinus</i> |
| Diciembre | 500m arriba Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>MF6</i> |
| Diciembre | 500m arriba Chenche | 2 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | <i>Americabaetis</i> |
| Diciembre | 500m arriba Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | <i>Farrodes</i> |
| Diciembre | 500m arriba Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Psephenidae | <i>Psephenops</i> |
| Diciembre | 500m arriba Chenche | 3 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>MF7</i> |
| Diciembre | 500m arriba Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Cylloepus</i> |
| Diciembre | 500m arriba Chenche | 1 | Annelida | Clitellata | Platyhelminthes | Rhynchobdellida | <i>MF8</i> |
| Diciembre | 500m arriba Chenche | 2 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Simuliidae | <i>Simulium</i> |
| Diciembre | 500m arriba Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Tanypodinae</i> <i>ND</i> |
| Diciembre | 500m arriba Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Veliidae | <i>Rhagovelia</i> |
| Diciembre | 500m arriba Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Naucoridae | <i>Limnocoris</i> |
| Diciembre | 500m arriba Chenche | 4 | Mollusca | Gastropoda | Neotaenioglossa | Thiaridae | <i>Melanoides</i> |
| Diciembre | 500m abajo Chenche | 176 | Mollusca | Bivalvia | Veneroida | Sphaeriidae | <i>Eupera</i> |
| Diciembre | 500m abajo Chenche | 58 | Platyhelminthes | Trepaxonemata | Neophora | Planariidae | <i>MF9</i> |
| Diciembre | 500m abajo Chenche | 15 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | <i>Leptonema</i> |
| Diciembre | 500m abajo Chenche | 6 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | <i>Smicridea</i> |
| Diciembre | 500m abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Hydroptilidae | <i>Celaenotrichia</i> |
| Diciembre | 500m abajo Chenche | 7 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Simuliidae | <i>Simulium</i> |
| Diciembre | 500m abajo Chenche | 62 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chaoboridae | <i>Chaoborus</i> |
| Diciembre | 500m abajo Chenche | 8 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | <i>Americabaetis</i> |

| | | | | | | | |
|-----------|--------------------|-----|-----------------|---------------|-----------------|------------------|----------------------------|
| Diciembre | 500m abajo Chenche | 173 | Mollusca | Gastropoda | Neotaenioglossa | Thiaridae | <i>Melanoides</i> |
| Diciembre | 500m abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Gerridae | <i>Trepobates</i> |
| Diciembre | 500m abajo Chenche | 2 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Coenagrionidae | <i>Enallagma</i> |
| Diciembre | 2 km abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Malacostraca | Decapoda | Trichodactylidae | <i>Sylviocarcinus</i> |
| Diciembre | 2 km abajo Chenche | 5 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | <i>Smicridea</i> |
| Diciembre | 2 km abajo Chenche | 4 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | <i>Leptonema</i> |
| Diciembre | 2 km abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Calopterygidae | <i>Hetaerina</i> |
| Diciembre | 2 km abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Coenagrionidae | <i>Argia</i> |
| Diciembre | 2 km abajo Chenche | 1 | Platyhelminthes | Trepaxonemata | Neophora | Planariidae | <i>MF9</i> |
| Diciembre | 2 km abajo Chenche | 4 | Annelida | Oligochaeta | Haplotaxida | Naididae | <i>MF10</i> |
| Diciembre | 2 km abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Simuliidae | <i>Simulium</i> |
| Diciembre | 2 km abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Stratiomyidae | <i>Myxosargus</i> |
| Diciembre | 2 km abajo Chenche | 2 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Tricorythodes</i> |
| Diciembre | 2 km abajo Chenche | 31 | Mollusca | Gastropoda | Neotaenioglossa | Thiaridae | <i>Melanoides</i> |
| Diciembre | 2 km abajo Chenche | 2 | Mollusca | Bivalvia | Veneroidea | Sphaeriidae | <i>Eupera</i> |
| Diciembre | 4 km abajo Chenche | 4 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Tricorythopsis</i> |
| Diciembre | 4 km abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Amanahyphes</i> |
| Diciembre | 4 km abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Leptohiphys</i> |
| Diciembre | 4 km abajo Chenche | 3 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | <i>Camelobaetidius</i> |
| Diciembre | 4 km abajo Chenche | 6 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | <i>Americabaetis</i> |
| Diciembre | 4 km abajo Chenche | 2 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Caenidae | <i>Caenis</i> |
| Diciembre | 4 km abajo Chenche | 5 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | <i>Farrodes</i> |
| Diciembre | 4 km abajo Chenche | 4 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Simuliidae | <i>Simulium</i> |
| Diciembre | 4 km abajo Chenche | 1 | Annelida | Oligochaeta | Haplotaxida | Naididae | <i>MF4</i> |
| Diciembre | 4 km abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Orthocladinae</i> ND |
| Diciembre | 4 km abajo Chenche | 2 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Gomphidae | <i>Phyllogomphoides</i> |
| Diciembre | 4 km abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Gomphidae | <i>Phyllocycla</i> |
| Diciembre | 4 km abajo Chenche | 3 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Libellulidae | <i>Elasmothermis</i> |
| Diciembre | 4 km abajo Chenche | 4 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Calopterygidae | <i>Hetaerina</i> |
| Diciembre | 4 km abajo Chenche | 2 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Coenagrionidae | <i>Enallagma</i> |
| Diciembre | 4 km abajo Chenche | 3 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | <i>Smicridea</i> |
| Diciembre | 4 km abajo Chenche | 1 | Platyhelminthes | Trepaxonemata | Neophora | Planariidae | <i>MF9</i> |
| Diciembre | 4 km abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Gerridae | <i>Trepobates</i> |
| Diciembre | 4 km abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Gerridae | <i>Potamobates</i> |
| Diciembre | 4 km abajo Chenche | 2 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Naucoridae | <i>Ambrysus</i> |
| Diciembre | 4 km abajo Chenche | 5 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Naucoridae | <i>Limnocoris</i> |
| Diciembre | 4 km abajo Chenche | 1 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Nepidae | <i>Ranatra</i> |
| Diciembre | 4 km abajo Chenche | 8 | Mollusca | Bivalvia | Veneroidea | Sphaeriidae | <i>Eupera</i> |
| Diciembre | 4 km abajo Chenche | 1 | Mollusca | Bivalvia | Unionoidea | Hyriidae | <i>Castalia</i> |
| Diciembre | 4 km abajo Chenche | 49 | Mollusca | Gastropoda | Neotaenioglossa | Thiaridae | <i>Melanoides</i> |

| | | | | | | | |
|------------------|---------------------|----|------------|--------------|-----------------|-----------------|---------------------------|
| Diciembre | Hilarco 500 m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Polymitarcyidae | <i>Campsurus</i> |
| Diciembre | Hilarco 500 m abajo | 3 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | <i>Farrodos</i> |
| Diciembre | Hilarco 500 m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | <i>Camelobaetidius</i> |
| Diciembre | Hilarco 500 m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | <i>Americabaetis</i> |
| Diciembre | Hilarco 500 m abajo | 2 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Tricorythodes</i> |
| Diciembre | Hilarco 500 m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Tricorythopsis</i> |
| Diciembre | Hilarco 500 m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Caenidae | <i>Caenis</i> |
| Diciembre | Hilarco 500 m abajo | 2 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Chironominae</i> ND |
| Diciembre | Hilarco 500 m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Simuliidae | <i>Simulium</i> |
| Diciembre | Hilarco 500 m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Ceratopogonidae | <i>Forcipomyia</i> |
| Diciembre | Hilarco 500 m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Stenelmis</i> |
| Diciembre | Hilarco 500 m abajo | 4 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Scirtidae | <i>Scirtes</i> |
| Diciembre | Hilarco 500 m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Veliidae | <i>Rhagovelia</i> |
| Diciembre | Hilarco 500 m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Megaloptera | Corydalidae | <i>Corydalis</i> |
| Diciembre | Hilarco 4km abajo | 11 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Naucoridae | <i>Limnocoris</i> |
| Diciembre | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Gerridae | <i>Trepobates</i> |
| Diciembre | Hilarco 4km abajo | 5 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Veliidae | <i>Rhagovelia</i> |
| Diciembre | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Gomphidae | <i>Progomphus</i> |
| Diciembre | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Libellulidae | <i>Dythemis</i> |
| Diciembre | Hilarco 4km abajo | 10 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | <i>Thraulodes</i> |
| Diciembre | Hilarco 4km abajo | 5 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | <i>Farrodos</i> |
| Diciembre | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Polymitarcyidae | <i>Campsurus</i> |
| Diciembre | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Tricorythopsis</i> |
| Diciembre | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Vacuperinus</i> |
| Diciembre | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | <i>Baetis</i> |
| Diciembre | Hilarco 4km abajo | 4 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | <i>Americabaetis</i> |
| Diciembre | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | Arachnida | Trombidiformes | Lymnessidae | <i>MF11</i> |
| Diciembre | Hilarco 4km abajo | 4 | Annelida | Clitellata | Haplotaxida | Naididae | <i>MF4</i> |
| Diciembre | Hilarco 4km abajo | 3 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Chironominae</i> ND |
| Diciembre | Hilarco 4km abajo | 2 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Tanypodinae</i> ND |
| Diciembre | Hilarco 4km abajo | 2 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Simuliidae | <i>Simulium</i> |
| Diciembre | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | Malacostraca | Decapoda | Palaemonidae | <i>Macrobrachium</i> |
| Diciembre | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | Malacostraca | Isopoda | Porcellionidae | <i>MF12</i> |
| Diciembre | Hilarco 4km abajo | 5 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Heterelmis</i> |
| Diciembre | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Stenelmis</i> |
| Diciembre | Hilarco 4km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Scirtidae | <i>Scirtes</i> |
| Diciembre | Hilarco 4km abajo | 1 | Mollusca | Gastropoda | Neotaenioglossa | Thiaridae | <i>Melanoides</i> |
| Diciembre | Guaguarcó 2km abajo | 4 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Chironominae</i> ND |
| Diciembre | Guaguarcó 2km abajo | 6 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Tanypodinae</i> ND |
| Diciembre | Guaguarcó 2km | 3 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Orthocladinae</i> |

| | abajo | | | | | | ND |
|------------------|----------------------|-----|------------|------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Tabanidae | <i>Tabanus</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 40 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Simuliidae | <i>Simulium</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 4 | Annelida | Clitellata | Haplotaxida | Naididae | <i>MF4</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 115 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | <i>Thraulodes</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 20 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | <i>Farrodes</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 4 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Polymitarciidae | <i>Campsurus</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Leptohiphes</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 22 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Tricorythodes</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 13 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Vacuperinus</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 5 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | <i>Camelobaetidius</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | <i>Baetodes</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 11 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | <i>Baetis</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 57 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Philopotamidae | <i>Chimarra</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 4 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | <i>Leptonema</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 4 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | <i>Smicridea</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 5 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Libellulidae | <i>Brechmorthoga</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Libellulidae | <i>Dythemis</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Libellulidae | <i>Sympetrum</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Libellulidae | <i>Macrothemis</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 2 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Libellulidae | <i>Erythrodiplax</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Hydrophilidae | <i>Tropisternus</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Heterelmis</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Onychelmis</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 11 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Stenelmis</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 4 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Cylloepus</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 5 | Arthropoda | Insecta | Megaloptera | Corydalidae | <i>Corydalus</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 31 | Mollusca | Gastropoda | Neotaenioglossa | Thiaridae | <i>Melanoides</i> |
| Diciembre | Guaguarco 2km abajo | 1 | Annelida | Clitellata | Platyhelminthes | Rhynchobdellida | <i>MF8</i> |
| Diciembre | Guaguarco 100m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Plecoptera | Perlidae | <i>Anacroneuria</i> |

| | | | | | | | |
|------------------|--------------------------|-----|------------|------------|---------------|---------------------|------------------------------|
| Diciembre | Guaguarco 100m abajo | 9 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Philopotamidae | <i>Chimarra</i> |
| Diciembre | Guaguarco 100m abajo | 4 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | <i>Smicridea</i> |
| Diciembre | Guaguarco 100m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | <i>Leptonema</i> |
| Diciembre | Guaguarco 100m abajo | 11 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | <i>Farrodes</i> |
| Diciembre | Guaguarco 100m abajo | 37 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | <i>Thraulodes</i> |
| Diciembre | Guaguarco 100m abajo | 3 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | <i>Camelobaetidius</i> |
| Diciembre | Guaguarco 100m abajo | 3 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | <i>Americabaetis</i> |
| Diciembre | Guaguarco 100m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | <i>Baetodes</i> |
| Diciembre | Guaguarco 100m abajo | 7 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>MF3</i> |
| Diciembre | Guaguarco 100m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Tricorythopsis</i> |
| Diciembre | Guaguarco 100m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Tricorythodes</i> |
| Diciembre | Guaguarco 100m abajo | 6 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Cylloepus</i> |
| Diciembre | Guaguarco 100m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Stenelmis</i> |
| Diciembre | Guaguarco 100m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Neoelmis</i> |
| Diciembre | Guaguarco 100m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Naucoridae | <i>Ambrysus</i> |
| Diciembre | Guaguarco 100m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Orthoclaadiinae</i> ND |
| Diciembre | Guaguarco 100m abajo | 6 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Chironominae</i> ND |
| Diciembre | Guaguarco 100m abajo | 1 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Tanypodinae</i> ND |
| Diciembre | Guaguarco 100m abajo | 8 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Simuliidae | <i>Simulium</i> |
| Diciembre | Guaguarco 100m abajo | 4 | Annelida | Clitellata | Haplotaxida | Naididae | <i>MF4</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 364 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Simuliidae | <i>Simulium</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 1 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Tabanidae | <i>Tabanus</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 1 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Ceratopogonida e | <i>Forcipomyia</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 53 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Philopotamidae | <i>Chimarra</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 10 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | <i>Leptonema</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 10 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | <i>Smicridea</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 2 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Tricorythodes</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 2 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Leptohiphes</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 29 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>MF3</i> |

| | | | | | | | |
|-----------|-----------------------|----|------------|-------------|-------------------|-----------------|------------------------------|
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 8 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Tricorythopsis</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Haplohyphes</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 43 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Vacuperinus</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 2 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Caenidae | <i>Caenis</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 18 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | <i>Farrodes</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 82 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | <i>Thraulodes</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 6 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | <i>Andesiops</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 7 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | <i>Americabaetis</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 2 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | <i>Camelobaetidius</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 2 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Polymitarciidae | <i>Campsurus</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 51 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Chironominae</i> ND |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 21 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Tanypodinae</i> ND |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 9 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Orthoclaadiinae</i> ND |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 1 | Annelida | Clitellata | Haplotaxida | Naididae | <i>MF4</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 5 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Neoelmis</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 5 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Heterelmis</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 6 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Stenelmis</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 13 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Cylloepus</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 1 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Indeterminado | <i>MF13</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 1 | Arthropoda | Arachnoidea | Acari | Indeterminado | <i>MF14</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 6 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Veliidae | <i>Rhagovelia</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 1 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Mesoveliidae | <i>Mesoveloidea</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 4 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Naucoridae | <i>Ambrysus</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 3 | Arthropoda | Insecta | Megaloptera | Corydalidae | <i>Corydalus</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 3 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Coenagrionidae | <i>Argia</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 1 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Libellulidae | <i>Perithemis</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 1 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Libellulidae | <i>Dythemis</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 1 | Arthropoda | Insecta | Plecoptera | Perlidae | <i>Anacroneuria</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 1 | Mollusca | Gastropoda | Architaenioglossa | Ampullariidae | <i>Marisa</i> |
| Diciembre | Guaguarco 500m arriba | 1 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Hydrophilidae | <i>MF15</i> |

| | | | | | | | |
|------------------|---------------------|-----|------------|-------------|---------------|-----------------|------------------------------|
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 528 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Simuliidae | <i>Simulium</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 6 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | <i>Leptonema</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 17 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Hydropsychidae | <i>Smicridea</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 38 | Arthropoda | Insecta | Trichoptera | Philopotamidae | <i>Chimarra</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 61 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Chironominae</i> ND |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 14 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Orthoclaadiinae</i> ND |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 7 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Chironomidae | <i>Tanypodinae</i> ND |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 2 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Ceratopogonidae | <i>Forcipomyia</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 1 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Tipulidae | <i>Hexatoma</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 1 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Tabanidae | <i>Tabanus</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 1 | Arthropoda | Insecta | Diptera | Empididae | <i>Hemerodromia</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 1 | Annelida | Clitellata | Haplotaxida | Naididae | <i>MF4</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 5 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Polymitarcyidae | <i>Campsurus</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 6 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Tricorythopsis</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 17 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Vacuperinus</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 5 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Tricorythodes</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 1 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Haplohyphes</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 20 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>MF3</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 2 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptohiphidae | <i>Leptohiphes</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 2 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Caenidae | <i>Caenis</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 4 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | <i>Americabaetis</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 2 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | <i>Andesiops</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 3 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Baetidae | <i>Camelobaetidius</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 7 | Arthropoda | Insecta | Ephemeroptera | Leptophlebiidae | <i>Farrodes</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 2 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Heterelmis</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 11 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Stenelmis</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 16 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Cylloepus</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 4 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Neoelmis</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 3 | Arthropoda | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Hexacylloepus</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 1 | Arthropoda | Insecta | Odonata | Libellulidae | <i>Macrothemis</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 2 | Arthropoda | Insecta | Megaloptera | Corydalidae | <i>Corydalis</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 1 | Arthropoda | Arachnoidea | Acari | Indeterminado | <i>MF14</i> |
| Diciembre | Hilarco 500m arriba | 1 | Arthropoda | Insecta | Hemiptera | Veliidae | <i>Rhagovelia</i> |

F. Anexo: Encuesta piloto

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA – SEDE BOGOTÁ
INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES
MAESTRÍA EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

I. Introducción al encuestado

La presente encuesta busca recopilar información sobre las representaciones sociales que tienen sobre el río Chenche y las quebradas Hilarco y Guaguarco cinco comunidades indígenas Pijao. Esta información aportará elementos fundamentales para entender el contexto social en el que se encuentran estos ecosistemas y facilitar la formulación futura de propuestas de educación ambiental. La encuesta se realiza en el marco de la propuesta de investigación “*Aproximación al estado ambiental y a las representaciones sociales de la salud ecológica del río Chenche, municipio de Coyaima (Tolima)*” de la estudiante María Juliana Salcedo Hernández.

II. Información del encuestado

1. Nombre del resguardo o comunidad: _____.
2. Sexo: Masculino _____ Femenino _____
3. Edad: _____
4. Escolaridad (seleccione solo UNA opción)
 - a. Primaria
 - b. Bachillerato
 - c. Técnico
 - d. Universitario
 - e. Ninguno

III. Conocimiento básico sobre el ecosistema (río Chenche)

5. ¿Conoce el río Chenche? Sí _____ No _____
6. ¿A que edad recuerda que conoció el río Chenche? A los _____ años.

IV. Relación con el río Chenche

7. ¿Cada cuanto va al río Chenche a realizar alguna actividad? (selecciones solo UNA opción)
 - a. Semanalmente _____ veces a la semana
 - b. Mensualmente _____ veces al mes
 - c. Anualmente _____ veces al año
 - d. Nunca va al río
8. ¿Qué actividad hace en el río Chenche? (puede seleccionar varias opciones, subraye la más frecuente)
 - a. Bañarse
 - b. Lavar ropa
 - c. Jugar
 - d. Sacar agua para consumo propio

- e. Sacar agua para el consumo animal
- f. Sacar agua para los cultivos
- g. Pescar

- h. Nunca va
- i. Otro: _____

9. ¿Es importante el río Chenche para usted? Sí _____ No _____

10. ¿Por qué es importante el río Chenche? Califique en una escala de 1 a 5 las siguientes opciones (1 = muy poco importante, 2 = poco importante, 3 = importante, 4 = importancia considerable, 5 = muy importante).

- | | |
|---|---|
| a. provee agua _____ | e. provee alimentos como el pescado _____ |
| b. hace parte del paisaje _____ | f. es parte del territorio Pijao _____ |
| c. es el espacio en el que viven algunos animales _____ | g. Otro: _____ |
| d. refresca el ambiente _____ | _____ |

V. Conservación del río Chenche

11. ¿Qué elementos indican que el río tiene buena salud? (puede seleccionar varias opciones)

- | | |
|--------------------------|-----------------------------|
| a. Los árboles alrededor | d. Ausencia de malos olores |
| b. El agua constante | e. Transparencia del agua |
| c. La presencia de peces | f. Otro: _____ |

12. De acuerdo a su respuesta anterior ¿Cuál cree usted que es la salud del río Chenche actualmente? (selecciones solo UNA opción)

Buena _____ Mala _____ Regular _____

13. ¿Qué situaciones o actividades están deteriorando actualmente la salud del río Chenche? Califique en una escala de 1 a 5 las siguientes opciones (1 = muy poco daño, 2 = poco daño, 3 = daño moderado, 4 = daño considerable, 5 = mucho daño).

- | | |
|--|--------------------------------------|
| a. El calentamiento global (sequías/ inundaciones) _____ | f. Las quemas _____ |
| b. Las basuras _____ | g. La construcción del embalse _____ |
| c. Los químicos _____ | h. Las aguas residuales _____ |
| d. La tala de árboles _____ | i. Otro: _____ |
| e. La minería _____ | _____ |

14. ¿De qué forma cree Usted que la construcción del embalse afecta al río Chenche? (Marque su opción con una X).

Positiva _____ Negativa _____

15. ¿Quién o quienes tienen la mayor responsabilidad en el cuidado del río Chenche? Califique en una escala de 1 a 5 las siguientes opciones (1 = muy poca responsabilidad, 2 = poca responsabilidad, 3 = responsabilidad moderada, 4 = responsabilidad considerable, 5 = mucha responsabilidad).

- | | |
|-----------------------|--|
| a. Yo _____ | d. CORTOLIMA _____ |
| b. La comunidad _____ | e. El Distrito de Riego Triángulo del Tolima _____ |
| c. La Alcaldía _____ | _____ |

16. ¿Que actividades deberían hacerse para promover el cuidado del río Chenche?

- a. Talleres de capacitación
- b. Organizar grupos ambientales
- c. Integrar el tema a los programas de educación ambiental
- d. Trabajo comunitario
- e. Otro: _____

VI. Identidad Cultural

17. ¿Qué significado tienen las palabras Chenche, Hilarco y Guaguarco?

Chenche: _____

Hilarco: _____

Guaguarco: _____

18. ¿Qué ritual o ceremonia conoce que se realice en los ríos Chenche, Hilarco y/o Guaguarco?

Chenche: _____

Hilarco: _____

Guaguarco: _____

19. ¿Existen lugares sagrados para el pueblo indígena Pijao en los ríos Chenche, Hilarco o Guaguarco?

Si _____ No _____ ¿Cuáles? _____

VII. Cambios en el tiempo

20. Señale brevemente cómo ha cambiado el río en los últimos 20 años

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN, SUS APORTES Y PARTICIPACIÓN SON MUY IMPORTANTES PARA ESTA INVESTIGACIÓN

G. Anexo: Encuesta Final

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA – SEDE BOGOTÁ MAESTRÍA EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO - IDEA

Introducción al encuestado

La presente encuesta busca recopilar información sobre las representaciones sociales de cinco comunidades indígenas Pijao sobre el río Chenche. Esta información aportará elementos fundamentales para la investigación “*Aproximación al estado ambiental y a las representaciones sociales de la salud ecológica del río Chenche, municipio de Coyaima (Tolima)*” de la estudiante María Juliana Salcedo Hernández.

I. Información del encuestado

1. Nombre del resguardo: _____.
2. Sexo: Masculino _____ Femenino _____
3. Edad: _____
4. Señale con una **X** su nivel de escolaridad (seleccione solo UNA opción)
 - f. Primaria _____
 - g. Bachillerato _____
 - h. Técnico _____
 - i. Universitario _____
 - j. Ninguno _____

II. Aproximación al ecosistema (río Chenche)

5. ¿Conoce el río Chenche?. Sí _____ No _____
6. ¿A que edad conoció el río Chenche? Complete el espacio. A los _____ años.
7. Indique **quien** lo llevó a conocer el río o si lo conoció **usted solo** (marque solo **UNA** opción):
 - a. Solo _____
 - b. Mamá _____
 - c. Papá _____
 - d. Hermanos _____
 - e. Otros familiares _____
 - f. Amigos _____

III. Relación con el ecosistema (río Chenche)

8. ¿Cada cuanto va al río Chenche a realizar alguna actividad? (marque solo **UNA** opción)
 - a. Semanalmente _____
 - b. Mensualmente _____
 - c. Anualmente _____
 - d. Nunca va al río _____
9. ¿Qué actividad hace en el río Chenche? (puede marcar **VARIAS** opciones)
 - a. Bañarse _____
 - b. Lavar ropa _____

- c. Sacar agua para consumo propio _____
- d. Sacar agua para el consumo animal _____
- e. Sacar agua para los cultivos _____
- f. Pescar _____
- g. Pasear o jugar _____
- h. Nunca va _____
10. ¿Es importante el río Chenche para usted? Sí _____ No _____
11. **El río Chenche es importante para mi porque:** Califique en una escala de 1 a 3 las siguientes opciones (1 = Muy importante, 2 = mas o menos importante, 3 = poco importante).
- a. provee agua _____
- b. hace parte del paisaje _____
- c. allí habitan algunos animales _____
- d. refresca el ambiente _____
- e. provee alimentos como el pescado _____
- f. hace parte de la cultura y el territorio Pijao _____
- g. da vida _____

IV. Estado de conservación del río Chenche

12. ¿Qué elementos indican que el río tiene buena salud? (puede marcar **VARIAS** opciones).
- a. Los árboles alrededor _____
- b. El agua constante _____
- c. La presencia de peces _____
- d. Que no huela mal _____
- e. El agua transparente _____
- f. La represa _____
13. De acuerdo a su respuesta anterior ¿Cuál es la salud del río Chenche actualmente? (marque solo **UNA** opción)
- Buena _____ Regular _____ Mala _____
14. **Que tanto daño causan las siguientes actividades al río Chenche actualmente:** Califique en una escala de 1 a 3 las siguientes opciones (1 = mucho daño, 2 = mas o menos daño, 3 = poco daño).
- a. El cambio del clima _____
- b. Las basuras _____
- c. Los químicos _____
- d. La tala de árboles _____
- e. La minería _____
- f. Las quemas _____
- g. La represa _____
- h. Las aguas residuales _____
15. ¿La construcción del embalse fue positiva o negativa para el río Chenche?
- Positiva _____ Negativa _____

V. Responsabilidad ambiental

16. **Quien es responsable de cuidar el río Chenche:** Califique en una escala de 1 a 3 las siguientes opciones (1 = mayor responsabilidad, 2 = responsabilidad media, 3 = menor responsabilidad).
- a. Yo _____
- b. la comunidad _____
- c. la Alcaldía _____
- d. CORTOLIMA _____
- e. El Distrito de Riego Triángulo del Tolima _____

17. ¿Que actividades deberían hacerse para promover el cuidado del río Chenche?
- a. Talleres de capacitación _____
 - b. Grupos ambientales _____
 - c. Trabajo comunitario _____
 - d. Tratar el tema en las escuelas _____
 - e. Señalización _____

18. ¿He hecho algo que promueva la conservación del río Chenche?

Si _____ Qué? _____ . No _____

H. Anexo: Guía para ejercicio de cartografía social

ELEMENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA SOCIAL

CARTULINA 1 – CARTOGRAFÍA SOCIAL DEL MUNICIPIO DE COYAIMA – ANTES DEL DISTRITO DE RIEGO

- Señale en la cartulina los puntos cardinales: Norte, Sur, Oriente, Occidente.
- Ubique la zona en la que se construyó el embalse y dibuje lo que había allí antes de ser inundada.
- Dibuje los demás elementos que existían en aquella época en el mapa y escoja una forma de representarlos (forma o color):
 - Ríos: líneas azules
 - Quebradas: líneas azules punteadas
 - Carreteras principales: líneas negras
 - Trochas: líneas negras punteadas
 - Casas
 - Cementerios: cruz negra
 - Cultivos: puntos amarillos (maíz), puntos verdes (arroz), cruces verdes (cachaco), etc.
 - Zonas de ganadería: cruces cafés
 - Lagos: círculos azules
 - Lugares sagrados: cruces amarillas
 - Lugares ceremoniales
 - Basureros
 - Otros lugares o elementos que considere importantes.
- Intente dibujar con detalle todos los elementos que se encontraban en las orillas y alrededores del río Chenche.
 - Vegetación (árboles, arbustos, pastos).
 - Zonas de ganadería.
 - Fincas o casas.
 - Cultivos de maíz, arroz, cachaco, etc.
 - Otros elementos que considere importantes.
- Haga un esfuerzo por recordar los siguientes elementos del río y ubicarlos de forma precisa, recuerde que está dibujando el mapa del pasado:
 - Zonas de pesca.
 - Lugares de recreación y baño.
 - Lugares sagrados o de importancia comunitaria.
 - Zonas de minería artesanal
 - Zonas peligrosas
 - Otros lugares que considere importantes
- Dialogue con sus compañeros sobre las principales problemáticas que afectaban el río Chenche antes de la construcción del embalse y señálelos en el mapa.
 - Por ejemplo: zonas en donde se vertían aguas residuales.
 - Zonas de contaminación por químicos
 - Zonas en donde se acumulaban basuras
 - Otras zonas que considere que eran importantes en aquella época.
- **Elija una persona del grupo para socializar el trabajo al resto de la comunidad.**

ELEMENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA SOCIAL
CARTULINA 2 – CARTOGRAFÍA SOCIAL DEL MUNICIPIO DE COYAIMA – EPOCA ACTUAL

- Señale en la cartulina los puntos cardinales: Norte, Sur, Oriente, Occidente.
- Ubique el embalse Zanja Honda en el mapa.
- A partir de la ubicación del embalse, dibuje los demás elementos en el mapa y escoja una convención (forma o color) para representarlos:
 - Ríos: líneas azules
 - Quebradas: líneas azules punteadas
 - Carreteras principales: líneas negras
 - Trochas: líneas negras punteadas
 - Casas
 - Cementerios: cruz negra
 - Cultivos: puntos amarillos (maíz), puntos verdes (arroz), cruces verdes (cachaco), etc.
 - Zonas de ganadería: cruces cafés
 - Lagos: círculos azules
 - Lugares sagrados: cruces amarillas
 - Lugares ceremoniales
 - Basureros
 - Otros lugares o elementos que considere importantes.
- Intente dibujar con detalle todos los elementos que se encuentran en las orillas y alrededores del río Chenche.
 - Vegetación (árboles, arbustos, pastos).
 - Zonas de ganadería.
 - Fincas o casas.
 - Cultivos de maíz, arroz, cachaco, etc.
 - Otros elementos que considere importantes.
- Haga un esfuerzo por recordar los siguientes elementos del río y ubicarlos de forma precisa:
 - Zonas de pesca.
 - Lugares de recreación y baño.
 - Lugares sagrados o de importancia comunitaria.
 - Zonas de minería artesanal
 - Zonas peligrosas
 - Otros lugares que considere importantes
- Dialogue con sus compañeros sobre las principales problemáticas actuales que afectan el río Chenche y señálelos en el mapa.
 - Por ejemplo: zonas en donde se vierten aguas residuales.
 - Zonas de contaminación por químicos
 - Zonas de acumulación de basuras
 - Otras zonas que considere de importancia.
- **Elija una persona del grupo para socializar el trabajo al resto de la comunidad.**

Bibliografía

- Acosta, R., Ríos, B., Rieradevall, M., & Prat, N. (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú, *28*(1), 35–64.
- Aguirre, E. (2004). Representaciones sociales y análisis del comportamiento social . In E. Aguirre & J. Yáñez (Eds.), *Diálogos 3. Discusiones en la Psicología Contemporánea*. (pp. 0–21). Bogotá D.C. (Colombia): Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Cien.
- Alcaldía Municipal de Coyaima. Plan de desarrollo municipal 2012-2015 “Todos por Coyaima ” (2012). Departamento del Tolima, Colombia.
- Araya, S. U. (2002). Las representaciones sociales. Ejes teóricos para su discusión. *Cuadernos de Ciencias Sociales* 127, 84. <https://doi.org/10.1174/021347407782194425>
- Arias-Díaz, D. M., Reinoso-Flórez, G., Guevara-Cardona, G., & Villa-Navarro, F. A. (2007). Distribución espacial y temporal de los coleópteros acuáticos en la cuenca del río Coello (Tolima, Colombia). *Caldasia*, *29*(1), 177–194. Retrieved from http://scholar.google.com/scholar?q=elmidae+filogenia&btnG=&hl=es&as_sdt=0,5#5%5Cnhttp://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0366-52322007000100014&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- Armitage, P. D., Moss, D., Wright, J. F., & Furse, M. T. (1983). The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research*, *17*(3), 333–347. [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(83\)90188-4](https://doi.org/10.1016/0043-1354(83)90188-4)
- Arruda, A. (2002). Teoria das representações sociais e teorias de gênero. *Cadernos de Pesquisa*, (117), 127–147. <https://doi.org/10.1590/S0100-15742002000300007>
- Banchs, M. A. (2000). Aproximaciones Procesuales y Estructurales al estudio de las

- Representaciones Sociales. *Peer Reviewed Online Journal*, 9, 1–15.
<https://doi.org/1021-557>
- Baran, E., & Nasielski, J. (2012). Reservoir sediment flushing and fish resources. *Report for the Project “A Climate Resilient Mekong: Maintaining the Flows That Nourish Life” Led by the Natural Heritage Institute. WorldFish Center, Phnom Penh, Cambodia.*, (December), 1–20. Retrieved from http://www.n-h-i.org/uploads/tx_rtgfiles/Report_1_Reservoir_Sediment_Flushing_and_Fish_Resources.pdf
- Barbosa, F. A. R., Guerra, C. B., & Maia-Barbosa, P. M. (1999). Environmental education for ecosystem health: a methodology for the Piracicaba River basin, southeast Brazil. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 2(3), 275–280.
<https://doi.org/10.1080/14634989908656963>
- Barbour, M. T., Gerritsen, J., Griffith, G. E., Frydenborg, R., Mccarron, E., White, J. S., & Bastian, M. L. (2013). A framework for biological criteria for Florida streams using benthic macroinvertebrates. *Journal of North American Benthological Society*, 15(2), 185–211.
- Barbour, M. T., Gerritsen, J., Snyder, B. D., & Stribling, J. B. (1999). Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish, Second Edition. *US Environmental Protection Agency Office of Water Washington DC*, (January), 339. [https://doi.org/EPA 841-B-99-002](https://doi.org/EPA%20841-B-99-002)
- Bednarek, A. T. (2001). Undamming rivers: A review of the ecological impacts of dam removal. *Environmental Management*.
- Bermúdez Guerrero, O. M., Santos de Santos, Z. C., Burbano López, S., Mayorga Rodríguez, M. L., Castiblanco Roza, C., Ripoll de Castro, E., ... Mateus Ariza, C. (2005). *Representaciones sociales y mapas mentales del campus universitario* (Primera ed). Bogotá D.C.: Editorial Antropos Colombia.
- Bouchard, R. . (2012). *Guide to Aquatic Invertebrate Families of Mongolia*. Saint Paul, Minnesota, USA.
- Boulton, A. J. (1999). An overview of river health assessment: philosophies, practice, problems and prognosis. *Freshwater Biology*, 41, 469–479.

<https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1999.00443.x>

- Boulton, A. J., Datry, T., Kasahara, T., Mutz, M., & Stanford, J. A. (2010). Ecology and management of the hyporheic zone: stream–groundwater interactions of running waters and their floodplains. *Journal of the North American Benthological Society*, 29(1), 26–40. <https://doi.org/10.1899/08-017.1>
- Boulton, A. J., & Lake, P. S. (1992). The ecology of two intermittent streams in Victoria, Australia. II. Comparisons of faunal composition between habitats, rivers and years. *Freshwater Biology*, 27(1), 99–121. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1992.tb00527.x>
- Boyero, L., & Bosch, J. (2004). The effect of riffle-scale environmental variability on macroinvertebrate assemblages in a tropical stream. *Hydrobiologia*, 524(1), 125–132. <https://doi.org/10.1023/B:HYDR.0000036127.94781.3c>
- Brittain, J., & Sartori, M. (2009). Ephemeroptera: (Mayflies). In V. Resh & R. Cardé (Eds.), *Encyclopedia of Insects* (pp. 328–333). Oxford, Inglaterra: Elsevier.
- Brookes, A. (1996). Floodplain restoration and rehabilitation. In *Floodplain processes*.
- Brunke, M., & Gonser, T. (1997). The ecological significance of exchange processes between rivers and groundwater. *Freshwater Biology*, 37(1), 1–33. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1997.00143.x>
- Calixto, R. (2008). Representaciones sociales del medio ambiente. *Perfiles Educativos*, (2007), 33–62.
- Calixto, R. (2010). Educación ambiental. Representaciones sociales del uso del agua. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 4(1), 78–93.
- Calixto, R. (2010). Medio ambiente y educación ambiental: representaciones sociales de los profesores en formación. *Revista Internacional de Investigación En Educación*, 2(4), 401–414.
- Carrero Arango, M. L., & González Rodríguez, M. F. (2016). *La educación rural en Colombia: experiencias y perspectivas. Praxis Pedagógica*.
- Carvajal, Y., Monsalve, E. A., Castro, L. M., Chará, A. M. S., Chará, J. D., & Zúñiga, M. C. (2007). Una revisión del concepto y los referentes teóricos del caudal ambiental. In *Memorias VII Semana de la Ingeniería y III Simposio de Investigaciones* (pp. 583–

- 594). Cali, Colombia: Universidad del Valle.
- Casas - Córdoba, L., Córdoba - Aragón, K. E., Asprilla - Murillo, S., & Mosquera, Z. (2006). Composición y distribución del orden Ephemeroptera en los ríos Tutunendo y Catugadó, Quibd - Chocó (Colombia). *Asociación Colombiana de Limnología - Neolimnos*, (1), 92–97.
- Ceballos, G. (1995). Vertebrate diversity, ecology, and conservation in Neotropical dry forests. In S. Bullock, E. Medina, & H. Moonet (Eds.), *Seasonally Dry tropical forests* (pp. 195–220). Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Chapman, L. J., & Kramer, D. L. (1991). Limnological observations of an intermittent tropical dry forest stream. *Hidrobiología*, 226, 153–166.
- Chará-serna, A. M., Chará, J. D., Zúñiga, C., Pedraza, G. X., & Giraldo, L. P. (2010). Clasificación trófica de insectos acuáticos en ocho quebradas protegidas de la ecorregión cafetera colombiana. *Universitas Scientiarum*, 15(1), 27–36.
- Chará-Serna, A. M., Chará, J. D., Zúñiga, M. del C., Pearson, R. G., & Boyero, L. (2012). Diets of leaf litter-associated invertebrates in three tropical streams. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, 48(2), 139–144. <https://doi.org/10.1051/limn/2012013>
- Congreso de Colombia. Ley 388 del 18 de julio de 1997. Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones (1997). Colombia.
- Connell, J. H. (1978). Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs. *Science*, 199(4335), 1302–1310. <https://doi.org/10.1126/science.199.4335.1302>
- Consejo Regional Indígena del Tolima - CRIT, & Ministerio del Interior. (2014). *Diagnóstico participativo del estado de los derechos fundamentales del pueblo Pijao y líneas de acción para la construcción de su Plan de Salvaguarda Étnica*.
- Cortolima. (2013). *Plan de Gestión Ambiental Regional del Tolima. 2013-2023*.
- CORTOLIMA. Concepto técnico permisos ambientales y concesiones “Proyecto Distrito de Riego Triángulo del Tolima”, febrero 15 de 2006, expediente No. 1020 (2006). Colombia.
- CORTOLIMA - Alcaldía Municipal de Coyaima. Agenda Ambiental del Municipio de

- Coyaima (2011). Departamento del Tolima, Colombia.
- Covich, A., Palmer, M., & Crowl, T. (1999). The Role of Benthic Invertebrate Species in Freshwater Ecosystems - Zoobenthic Species Influence Energy Flows and Nutrient Cycling. *BioScience*, 49, 119–127. <https://doi.org/10.2307/1313537>
- Cullen, P. (1997). Issues in the transfer of R&D outcomes to wetland management. In W. Williams (Ed.), *Wetlands in a dry land: Understanding for management* (pp. 51–60). Canberra: Environment Australia, Land and water Resources Research and Development Corporation.
- Datry, T., Singer, G., Sauquet, E., Jorda-capdevilla, D., Schiller, D. Von, Magand, C., ... Zoppini, A. (2017). Science and Management of Intermittent Rivers and Ephemeral Streams (SMIRES). *Research Ideas and Outcomes*, 3, e21774. <https://doi.org/10.3897/rio.3.e21774>
- de Freitas Terra, B., dos Santos, A. B. I., & Araújo, F. G. (2010). Fish assemblage in a dammed tropical river: An analysis along the longitudinal and temporal gradients from river to reservoir. *Neotropical Ichthyology*, 8(3), 599–606. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252010000300004>
- Dimande, D., Tie-Bi, T., Franquet, E., Maasri, A., Ouattara, A., & Gourene, G. (2010). Temporal dynamics of Chaoborus larvae (Diptera: Chaoboridae) in the tropical ecosystem (lake Ayamé I; Côte d' Ivoire). *Sciences & Nature*, 7(1), 51–58.
- Domínguez, E., & Fernández, H. R. (2009). *Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos: Sistemática y Biología*. (E. Domínguez & H. R. Fernandez, Eds.) (1a ed.). Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo.
- Donato-Rondón, J. C., Morales-Duarte, S. J., & Castro-Rebolledo, M. I. (2010). Effects of eutrophication on the interaction between algae and grazers in an Andean stream. *Hydrobiologia*, 657(1), 159–166. <https://doi.org/10.1007/s10750-010-0194-y>
- Estupiñán-Aponte, M. R., Amaya-Estupiñán, L. C., & Rojas-Jiménez, Y. A. (2012). Representaciones sociales de universitarios sobre la abstinencia sexual y los condones como mecanismos de prevención. *Revista de Salud Pública*, 14(3), 491–501. <https://doi.org/ISSN 0124-0064>
- Fairweather, P. G. (1999). State of environment indicators of “river health”: exploring the

- metaphor. *Freshwater Biology*, 41, 211–220. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1999.00426.x>
- Feld, C. K., Kiel, E., & Lautenschläger, M. (2002). The indication of morphological degradation of streams and rivers using Simuliidae. *Limnologica*, 32(3), 273–288. [https://doi.org/10.1016/S0075-9511\(02\)80033-0](https://doi.org/10.1016/S0075-9511(02)80033-0)
- Fernández, H. R., & Domínguez, E. (2001). *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos*. Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo.
- Ferreira, L. (2000). *A educação ambiental nos cursos de licenciatura do Estado de Sao Paulo- Análise dos planos de ensino e representações sociais dos(as) professores(as)*. Dissertacao. Universidad Guarulhos, Brasil.
- Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo (FONADE). (2014). *Estudios hidrológicos y análisis alternativos para el manejo de inundaciones del río Chenche, Distrito de Riego Triángulo del Tolima. Anexo 01 - Documento de Estudios Previos*. Bogotá.
- Fontecilla, A. I. (1996). *Representaciones sociales de calidad ambiental por tres organizaciones no gubernamentales (ONG'S) en Tijuana*. Colegio de la Frontera Norte.
- Forero-Céspedes, A. M., Reinoso-Flórez, G., & Gutiérrez, C. (2012). Evaluación De La Calidad Del Agua Del Río Opia (Tolima-Colombia) Mediante Macroinvertebrados Acuáticos Y Parámetros Físicoquímicos. *Caldasia*, 35(2), 371–387. Retrieved from <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/41208/46562>
- Funtowicz, S., & Ravetz, J. R. (1994). Emergent complex systems. *Futures*, 26(6), 568–582. [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(94\)90029-9](https://doi.org/10.1016/0016-3287(94)90029-9)
- García-berthou, E., Alcaraz, C., Benejam, L., & Benito, J. (2009). Diseño experimental y análisis de datos. In A. Elosegí & S. Sabater (Eds.), *Conceptos y técnicas en ecología fluvial*. Fundación BBVA.
- Gibert, J., Dole-Olivier, M.-J., Marmonier, P., Vervier, P., & Jeffers, J. N. R. (1990). Surface water-groundwater ecotones. In *The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones*.
- González, J. J., & Gómez, C. E. (2015). *Tolima: Análisis de conflictividades y*

construcción de paz.

- Gray, L. J. (1993). Response of Insectivorous Birds to Emerging Aquatic Insects in Riparian Habitats of a Tallgrass Prairie Stream. *American Midland Naturalist*, 129(2), 288–300.
- Gray, L. J., & Ward, J. V. (1982). Effects of sediment release from a reservoir on stream macroinvertebrates. *Hydrobiologia*.
- Griffith, M. B., & Perry, S. A. (1993). The distribution of macroinvertebrates in the hyporheic zone of two small Appalachian headwater streams. *Source ARCH. HYDROBIOL.*, 126, 373–384.
- Guevara-Cardona, G., López-Delgado, E. O., Reinoso-Flórez, G., & Villa-Navarro, N. F. (2007). Structure and distribution of the Trichoptera fauna in a Colombian Andean river basin (Prado, Tolima) and their relationship to water quality. In J. Bueno-Soria, R. Barba-Álvarez, & B. Armitage (Eds.), *Proceeding of the XII th International Symposium on Trichoptera* (pp. 129–134). The Caddis Press.
- Guevara-Cardona, G., Reinoso-Flórez, G., & Villa-Navarro, N. F. (2007). Caddisfly larvae (Insecta: Trichoptera) of the Coello River Basin in Tolima (Colombia): Spatial and temporal patterns and bioecological aspects. In J. Bueno-Soria, L. Barba-Álvarez, & B. Armitaje (Eds.), *Proceeding of the XIIIth International Symposium on Trichoptera* (pp. 113–120). The Caddis Press.
- Guevara, G., Reinoso, G., & Villa, F. (2005). Estudio del orden Trichoptera en su estado larval en la cuenca del río Coello departamento del Tolima. *Asoc. Col. Ciencias. Biol.*, (17), 59–70.
- Guzmán, D., Ruíz, J. F., & Cadena, M. (2014). Regionalización de Colombia según la estacionalidad de la precipitación media mensual, a través de Análisis de Componentes Principales (ACP). Grupo de Modelamiento de Tiempo, Clima y Escenarios de Cambio Climático. Subdirección de Meterología - IDEAM.
- Hamada, N., Nessimian, J. L., & Barbosa Querino, R. (2014). *Insectos Acuáticos na Amazonia braileira: taxonomia, biologia e ecologia*. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia.
- Hart, B. T., Maher, B., & Lawrence, I. (1999). New generation water quality guidelines for

- ecosystem protection. *Freshwater Biology*, 41(2), 347–359.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1999.00435.x>
- Heathwaite, A. L. (2010). Multiple stressors on water availability at global to catchment scales: Understanding human impact on nutrient cycles to protect water quality and water availability in the long term. *Freshwater Biology*, 55(SUPPL. 1), 241–257.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02368.x>
- Herrera Medina, N. E., Gutierrez-Malaver, M. E., Ballesteros Cabrera, M., Izzedin Bouquet, R., Gómez-Sotelo, A. P., & Sánchez-Martínez, L. M. (2010). Representaciones sociales de la relación médico paciente en médicos y pacientes en Bogotá, Colombia. *Revista de Salud Pública*, 12(3), 13.
- Hill, M. O., & Gauch, H. G. (1980). Detrended Correspondence Analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio*, 42, 47–58.
- Hilsenhoff, W. L. (1988). Rapid Field Assessment of Organic Pollution with a Family-Level Biotic Index. *Journal of the North American Benthological Society*, 7(1), 65–68.
<https://doi.org/10.2307/1467832>
- Hurtado Morales, J. A. (2012). *La representación social de reciclaje y cuidado del entorno, una propuesta de aula para la educación media*. Universidad Nacional de Colombia.
- Hurn, A. D. (1998). Ecosystem-level evidence for top-down and bottom-up control of production in a grassland stream system. *Oecologia*, 115(1–2), 173–183.
<https://doi.org/10.1007/s004420050505>
- Hynes, H. B. N. (1975). The stream and its valley. *Verhandlungen Des Internationalen Verein Limnologie*, 19, 1–15.
- Hynes, H. B. N. (1983). Groundwater and stream ecology. *Hydrobiologia*, 100(1), 93–99.
<https://doi.org/10.1007/BF00027424>
- INAT. Proyecto Presa de Regulación de Inundaciones Zanja Honda, Distrito de Riego Saldaña, Departamento del Tolima (1995).
- INCODER. (n.d.). Proyecto Distrito de Riego Triángulo del Tolima. Retrieved May 12, 2016, from http://www.incoder.gov.co/documentos/Proyecto_Triangulo_del_Tolima.pdf

- Instituto Colombiano de Hidrología - Meteorología y Adecuación de Tierras - HIMAT. (1985). Estudios de evaluación y diseños definitivos para las obras de infraestructura principal: bocatoma, construcción y presa para el proyecto de adecuación de tierras en la zona triángulo del Tolima - regional No. 12. Informe General. Bogotá D.C.
- Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt - IAVH. (2012). *Especial Bosque Seco en Colombia. Biota Colombiana* (Vol. 13). <https://doi.org/0124-5376>
- Jager, H. I., & Smith, B. T. (2008). Sustainable reservoir operation: Can we generate hydropower and preserve ecosystem values? *River Research and Applications*, 24(3), 340–352. <https://doi.org/10.1002/rra.1069>
- Jamieson, D. (1995). Ecosystem Health: Some Preventive Medicine. *Environmental Values*, 4(4), 333–344.
- Jaramillo Cano, L. A. (2009). *Representaciones sociales de estudiantes de secundaria sobre cambio climático*. Universidad Nacional de Colombia.
- Jodelet, D. (1984). La representación social: fenómenos, conceptos y teoría. In S. Moscovici (Ed.), *Psicología social II. Pensamiento y vida social*. (pp. 469–493). Barcelona: Paidós.
- Junk, W. J., Bayley, P. B., & Sparks, R. E. (1989). The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0028909>
- Junk, W. J., Bayley, P. B., & Sparks, R. E. (1989). The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0028909>
- Karr, J. R. (1999). Defining and measuring river health. *Fresh Water Biology*, 41(2), 221–234. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1999.00427.x>
- Karr, J. R., & Chu, E. W. (1999). *Restoring life in running waters: better biological monitoring*. Washington DC, USA: Island Press.
- Kiffney, P. M., Greene, C. M., Hall, J. E., & Davies, J. R. (2006). Tributary streams create spatial discontinuities in habitat, biological productivity, and diversity in mainstem

- rivers. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63(11), 2518–2530.
<https://doi.org/10.1139/f06-138>
- Kolkwitz, R., & Marsson, M. (1908). Okologie der pflanzlichen Saprobien. *Ber. Deus. Bot. Ges.*, 26, 505–519.
- Kondolf, G. M., Gao, Y., Annandale, G. W., Morris, G. regory L., Jiang, E., Zhang, J., ... Yang, C. T. (2014). Sustainable sediment management in reservoirs and regulated rivers: Experiences from five continents. *Earth' s Future*, 2, 256–280.
<https://doi.org/10.1002/2013EF000184>.of
- Lake, P. S. (2003). Ecological effects of perturbation by drought in flowing waters. *Freshwater Biology*, 48(7), 1161–1172. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2003.01086.x>
- Lampert, W., & Sommer, U. (2007). *Limnoecology: The Ecology of Lakes and Streams* (Second edi). New York: Oxford University Press.
- Lautenschläger, M., & Kiel, E. (2005). Assessing morphological degradation in running waters using Blackfly communities (Diptera, Simuliidae): Can habitat quality be predicted from land use? *Limnologica*, 35(4), 262–273.
<https://doi.org/10.1016/j.limno.2005.04.003>
- Laverde, L. E. (2016). *Evaluación del impacto de los embalses por retención de sedimentos sobre la morfología del cauce del río Magdalena mediante el analisis de tramos representativos en el comportamiento sedimentologico entre el embalse de Betania y el municipio de Regido*. Universidad de La Salle, Bogotá.
- Leland, H. V., Carter, J. L., & Fend, S. V. (1986). Use of detrended correspondence analysis to evaluate factors controlling spatial distribution of benthic insects. *Hydrobiologia*, 131(2), 113–123. <https://doi.org/10.1007/BF00006774>
- Lenat, D. R. (1988). Water quality assessment of streams using a qualitative collection method for benthic macroinvertebrates. *Journal of the North American Benthological Society*, 7(3), 222–233.
- López, F. (1999). *El profesor: su educación e imagen popular*. Tesis doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México.
- López, G., Yaritza, C., & Piñero, M. (2007). Investigación acción participativa como

- herramienta epistémica en la integración escuela-comunidad para el rescate y conservación de la Laguna de Guaranao en el Sector Bolívar, Municipio Carirubana, Estado Falcón, Venezuela. *Multiciencias*, 7(3), 308–318. Retrieved from <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=90470308%5Cnhttp://www.redalyc.org/redalyc/pdf/904/90470308.pdf>
- López Gómez, C. P. (2012). *Cartografía social : instrumento de gestión social e indicador ambiental*. Universidad Nacional de Colombia - Medellín.
- Lopretto, E. C., & Tell, G. (1995). *Ecosistemas de aguas continentales: metodologías para su estudio*. Ediciones Sur.
- Mac Nally, R., & Quinn, G. P. (1998). Symposium introduction: The importance of scale in ecology. *Austral Ecology*, 23(1), 1–7. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1998.tb00701.x>
- Magurran, A. E. (2004). Measurement biological diversity. *Measuring Biological Diversity*. Malden, MA, USA: Blackwell. <https://doi.org/10.2989/16085910409503825>
- Maldonado-Ocampo, J. A., Ortega-Lara, A., Usma Oviedo, J. S., Galvis Vergara, G., Villanavarró, F. A., Vásquez Gamboa, L., ... Ardila Rodríguez, C. (2005). *Peces de los Andes de Colombia*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación y Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Manuel, J., Osorio, P., & Cuevas, Y. Y. (2004). Perfiles educativos Su uso en la investigación educativa en México, 1–17.
- Margalef, R. (1991). *Ecología*. Barcelona: Omega.
- McAlpine, J. F., Peterson, B. V., Shewell, Q. F., Teskey, H. J., Vockeroth, J. P., & Wood, D. . (1993). *Manual of Nearctic Diptera*. Canadian Government Publishing Center. Ottawa: Canadian Government Publishing Center.
- McCafferty, W. P. (1983). *Aquatic Entomology: The Fishermen's and Ecologists' Illustrated Guide to Insects and Their Relatives*. Jones & Bartlett Learning.
- Meira, P. Á. (2002). Problemas ambientales globales y educación ambiental: una aproximación desde las representaciones sociales del cambio climático. *El Papel de La Educación Ambiental En La Pedagogía Social*. Retrieved from http://adega.gal/info/090121joomla/files/EA/problemas_EA_meira.pdf

-
- Merritt, R. W., & Cummins, K. W. (1996). *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. (R. W. Merritt & K. W. Cummins, Eds.) (Third edit). Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company.
- Meyer, J. L. (1997). Stream Health: Incorporating the Human Dimension to Advance Stream Ecology. *Journal of the North American Benthological Society*, 16(2), 439–447. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. (Island Pre). Washington DC.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (n.d.). Proyecto Triángulo del Tolima.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT. Auto No. 1336 del 27 de julio de 2005 (2005). Colombia.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT. Concepto técnico No. 1170 del 05 de julio de 2005 (2005). Colombia.
- Mora, M. (2002). La teoría de las representaciones sociales de Serge Moscovici. *Athenea Digital*, (2), 1–25. <https://doi.org/10.5565/rev/athenead/v1n2.55>
- Moscovici, S. (1979). *El psicoanálisis, su imagen y su público*. (Huemul, Ed.). Buenos Aires.
- Moscovici, S. (1989). Des représentations collectives aux représentations sociales: éléments pour une histoire. In D. Jodelet (Ed.), *Les Représentations Sociales*. París. Francia: PUF.
- Mulholland, P. J., & Webster, J. R. (2010). Nutrient dynamics in streams and the role of J-NABS. *Journal of the North American Benthological Society*, 29, 100–117. <https://doi.org/10.1899/08-035.1>
- Norris, R. H., & Thoms, M. C. (1999). What is river health? *Freshwater Biology*, 41(2), 197–209. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1999.00425.x>
- Novotny, J. F. (1985). Effects of a Kentucky flood-control reservoir on macroinvertebrates in the tailwater. *Hidrobiología*, 126, 143–153.
- Oliveira, M. S. B. S. De. (2004). Representações sociais e sociedades: a contribuição de

- Serge Moscovici. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, 19(55), 180–186.
<https://doi.org/10.1590/S0102-69092004000200014>
- Oliveros, D. E. (1996). Coyaimas y Natagaimas. In *Geografía Humana de Colombia. Región Andina Central , Tomo IV. Volúmen II* (p. 180). Santa Fe de Bogotá: Instituto Colombiano de Cultura Hispánica.
- Organización Iberoamericana de Seguridad Social - OISS. (2015). *Boletín del programa Iberoamericano de cooperación sobre adultos mayores. Personas adultas mayores en poblaciones indígenas*.
- Ospina-zúñiga, Ó., García-Cobas, G., Gordillo-Rivera, J., & Tovar-Hernández, K. (2016). Evaluación de la turbiedad y la conductividad ocurrida en temporada seca y de lluvia en el río Combeima (Ibagué , Colombia). *Ingeniería Solidaria*, 12(19), 19–36.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.16925/in.v12i19.1191>
- Parada, E., & Peredo, S. (2002). Estado actual de la taxonomía de bivalvos dulceacuícolas chilenos : progresos y conflictos. *Revista Chilena de Historia Natural*, 17, 691–701.
- Pardo, I., Álvarez, M., Casas, J., Moreno, J. L., Vivas, S., Bonada, N., ... Vidal-Abarca, M. R. (2002). El hábitat de los ríos mediterráneos . Diseño de un índice de diversidad de hábitat . *Limnetica*, 21(3–4), 115–133. <https://doi.org/0213-8409>
- Pennak, R. W. (1953). *Fresh-water invertebrates of the United States*.
- Pérez, G., & Roldán, G. (1978). Niveles de contaminación por detergentes y su influencia en las comunidades bénticas del río Ríonegro. *Actualidades Biológicas*, 7(24), 27–35.
- Pes, A. M. O., Hamada, N., & Nessimian, J. L. (2005). Chaves de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 49(2), 181–204. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262005000200002>
- Peterjohn, W. T., & Correll, D. L. (1984). Nutrient dynamics in an agricultural watershed: observations on the role of riparian forest. *Ecology*, 65(5), 1466–1475.
<https://doi.org/10.2307/1939127>
- Piñacué, J. C. (2014). *Pensamiento indígena, tensiones y academia. Tabula Rasa*.

- Pineda Piñeros, N. A. (2015). *Ambiente y formación ambiental: Exploración sobre las representaciones sociales de ambiente que tienen los estudiantes en la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá*. Universidad Nacional de Colombia.
- Pinilla-agudelo, G. A., Rodríguez-Sandoval, E. A., & Camacho-Botero, L. A. (2014). Propuesta metodológica preliminar para la estimación del caudal ambiental en proyectos licenciados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 19(1), 43–59. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=319029827005>
- Pizano, C., & García, H. (Eds.). (2014). *El Bosque Seco Tropical en Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IAVH.
- Plafkin, J. L., Barbour, M. T., Porter, K. D., Gross, S. K., & Hughes, R. M. (1989). Rapid bioassessment protocols for use in stream and rivers: benthic macroinvertebrates and fish. EPA/444/4-89-011. *U.S. Environmental Protection Agency, Assessment and Watershed Protection Division*.
- Poff, N. L., Allan, J. D., Bain, M. B., Karr, J. R., Prestegard, K. L., Richter, B. D., ... Stromberg, J. C. (1997). The Natural Flow Regime. A paradigm for river conservation and restoration. *BioScience*, 47(11), 769–784. <https://doi.org/01/1997; 47> The Natural Flow Regime A paradigm for river conservation and restoration. Available from: https://www.researchgate.net/publication/247932778_The_Natural_Flow_Regime_A_paradigm_for_river_conservation_and_restoration [accessed Mar 19, 2015].
- Power, M. E. (1990). Effects of Fish in River Food Webs. *Science*, 250(4982), 811–814. <https://doi.org/10.1126/science.250.4982.811>
- Power, M. E., & Dietrich, W. E. (2002). Food webs in river networks. *Ecological Research*, 17(4), 451–471. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1703.2002.00503.x>
- Presidencia de la República. Decreto Ley 2811 del 18 de diciembre 1974. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente (1974). Colombia.
- Rabeni, C. F., & Minshall, G. W. (1977). Factors Affecting Microdistribution of Stream

- Benthic Insects. *Oikos*, 29(1), 33. <https://doi.org/10.2307/3543290>
- Ramírez, A., Restrepo, R., & Viña, G. (1997). Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales. Formulación y aplicación. *CT y F - Ciencia, Tecnología y Futuro*, 1(3), 135–153.
- Rapport, D. J. (1989). What constitutes ecosystem health? *Perspectives in Biology and Medicine*, 33(1), 120–132. <https://doi.org/10.1353/pbm.1990.0004>
- Reigota, M. (1990). *Les représentations sociales de l'environnement et les pratiques pédagogiques quotidiennes des professeurs de sciences à Sao Paulo - Brésil*. Universidad Católica de Lovaina.
- Reigota, M. (2004). A pesquisa sobre representacoes sociais. In L. Sauv e, I. Orellana, & M. Sato (Eds.), *Textos escolhidos em educacao ambiental* (Vol. 2). Montreal: ERE - UQAM.
- Reinoso-F, G., Guevara-G, G., Vejarano-D, M., Garcia-M, J., & Villa-N, F. (2008). Evaluación del río Prado a partir de los macroinvertebrados y de la calidad del agua. *Revista de Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 20, 102–116.
- Reinoso, G., Villa, F., García, J., & Vejarano, M. (2009). Biodiversidad Faunística y Florística de la cuenca mayor del río Recio- Biodiversidad regional fase V. Informe final. Universidad del Tolima, Ibagu e.
- Rice, S. P., Ferguson, R. I., & Hoey, T. B. (2006). Tributary control of physical heterogeneity and biological diversity at river confluences. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63(11), 2553–2566. <https://doi.org/10.1139/f06-145>
- Rice, S. P., Greenwood, M. T., & Joyce, C. B. (2001). Tributaries, sediment sources, and the longitudinal organisation of macroinvertebrate fauna along river systems. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. <https://doi.org/10.1139/f01-022>
- Rice, S. P., Kiffney, P., Greene, C., & Pess, G. R. (2008). The ecological importance of tributaries and confluences. In S. P. Rice, A. G. Roy, & B. L. Rhoads (Eds.), *River Confluences Tributaries and the Fluvial Network* (pp. 209–241). John Wiley & Sons, Ltd.
- Rincón, M. E. (1996). Aspectos bioecológicos de los tricópteros de la quebrada Carrizal (Boyacá, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*, (22), 53–60.

- Rincón, M. E. (1999). Estudio preliminar de la distribución altitudinal y espacial de los tricópteros en la cordillera Oriental, Colombia. In M. G. Andrade, G. Amat, & F. Fernández (Eds.), *Insectos de Colombia No 2*. (pp. 267–282). Santa Fe de Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Rivosecchi, L. (1971). Osservazioni preliminari sulla scomparsa di focolai larvali di Simuliidae da acque inquinate. *Parassitologia*, 13, 321–331.
- Rodríguez-Barrios, J., Ospina-Tórres, R., & Turizo-Correa, R. (2011). Grupos funcionales alimentarios de macroinvertebrados acuáticos en el río Gaira , Colombia. *Rev. Biol. Trop.*, 59(4), 1537–1552.
- Rodríguez, G. A. (2014). *De la consulta previa al consentimiento libre, previo e informado a pueblos indígenas en Colombia*. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Roldán, G., Builes, J., Trujillo, C. M. and Suárez, A. (1973). Efecto de la contaminación industrial y doméstica sobre la fauna béntica del Río Medellín. *Actualidades Biológicas*, 2(5), 54–64.
- Roldán, G. A. (2003). *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Uso del método BMWP/Col.* (Colección Ciencia y Tecnología. Universidad de Antioquia, Ed.). Medellín.
- Romero, I. R., Pérez, S. M., & Rincón, M. E. (2006). Aspectos ecológicos de los Trichoptera del Parque Nacional Natural Cueva de los Guácharos, Huila (Colombia). *Actualidad y Divulgación Científica*, (9), 129–140.
- Rosenberg, D., & Resh, V. H. (1993). *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. (D. M. Rosenberg & V. H. Resh, Eds.), *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman & Hall.
- Ross, N., Eyles, J., Cole, D., & Iannantuono, a. (1997). The ecosystem health metaphor in science and policy. *Canadian Geographer/Geographe Canadien*, 41(2), 114–127
ST–The ecosystem health metaphor in sci. <https://doi.org/10.1111/j.1541-0064.1997.tb01152.x>
- Roxburgh, S. S. H. S., Shea, K., Wilson, J. B. J., Group, D., National, A., Zealand, N., ...
Wilson, J. B. J. (2004). The intermediate disturbance hypothesis: patch dynamics

- and mechanisms of species coexistence. *Ecology*, 85(2), 359–371. <https://doi.org/10.1890/03-0266>
- Ruse, L. P. (1996). Multivariate techniques relating macroinvertebrate and environmental data from a river catchment. *Wat. Res.*, 30(12), 3017–3024.
- Rybicki, N. B., Noe, G. B., Hupp, C., & Robinson, M. E. (2015). Vegetation composition, nutrient, and sediment dynamics along a floodplain landscape. *River Systems*, 21(2–3), 109–123. <https://doi.org/10.1127/rs/2015/0097>
- Sabater, S., & Elozegi, A. (2014). Balancing conservation needs with uses of river ecosystems. *Acta Biológica Colombiana*, 19(1), 3–10. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84890289972&partnerID=40&md5=88bbbed4daf824e2df14eb1a0b8a20447>
- Sacristán Carvajal, M. C. (2015). *Reconfiguración del proyecto territorial indígena: Estudio de caso de los indígenas Pijao frente a la construcción del Distrito de Riego Triángulo del Tolima*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Sánchez, L., Gutiérrez, M. E., Herrera, N., Ballesteros, M., Izzedin, R., & Gómez, Á. (2011). Representaciones sociales del noviazgo, en adolescentes escolarizados de estratos bajo, medio y alto, en Bogotá. *Revista de Salud Pública*, 13(1), 79–88. <https://doi.org/10.1590/S0124-00642011000100007>
- Sarmiento, P. A. (2015). *Educación ambiental con enfoque diferencial comunidad indígena Concordia Inírida Guainía*. Fundación Universitaria Los Libertadores.
- Shiel, C. B., Duvergé, P. L., Smiddy, P., & Fairley, J. S. (1998). Analysis of the diet of Leisler's bat (*Nyctalus leisleri*) in Ireland with some comparative analyses from England and Germany. *Journal of Zoology*, 246(4), 417–425. <https://doi.org/10.1017/S0952836998009819>
- Silva, E., Mejía, P., Mitchell, C., & Turner, D. (2016). *Investigación acción como herramienta para la educación ambiental: revalorizando el uso tradicional de los hongos en el Tajín, Veracluz, México*.
- SNC LAVALIN International, & INAT. (1998). *Estudio de Impacto Ambiental Proyecto de Adecuación de Tierras Triángulo del Tolima*.
- Soja, R., & Wiejaczka, L. (2013). Impact of a reservoir on physicochemical properties of

- water in a mountain river. *Water and Environment Journal*.
- Toulmin, S. (1982). *The Return to Cosmology*. Berkeley: University of California Press.
- Townsend, C. R., Scarsbrook, M. R., & Dolédec, S. (1997). The intermediate disturbance hypothesis, refugia, and biodiversity in streams. *Limnology and Oceanography*, 42(5), 938–949. <https://doi.org/10.4319/lo.1997.42.5.0938>
- Triguero Veloz Guimaráes, M. (1997). Las representaciones sociales: herramientas para el diagnóstico de necesidades de salud. *Av Enfer*, 15(1–2), 114–23.
- Vargas Lamprea, A. E. (2012). *Representaciones del agua en la cuenca del río salitre. Derechos ambientales y demandas sociales*. Universidad Nacional de Colombia.
- Vásquez-Ramos, J. M., & Reinoso-Flórez, G. (2012). Estructura de la fauna béntica en corrientes de los Andes colombianos. *Revista Colombiana de Entomología*, 38(2), 351–358. Retrieved from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882012000200030&lang=pt%5Cnhttp://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v38n2/v38n2a30.pdf
- Villa, F., Reinoso, G., Bernal, M., & Losada, S. (2003). Biodiversidad faunística de la Cuenca del río Coello Biodiversidad Regional fase I. Informe final. Universidad del Tolima, Ibagué.
- Villa, F., Reinoso, G., Bernal, M., Losada, S., Esquivel, H., García, J., & Vejarano, M. (2005). Biodiversidad faunística de la Cuenca del río Prado-Biodiversidad Regional fase II. Informe final. Universidad del Tolima, Ibagué.
- Villamarín, C., Rieradevall, M., Paul, M. J., Barbour, M. T., & Prat, N. (2013). A tool to assess the ecological condition of tropical high Andean streams in Ecuador and Peru: The IMEERA index. *Ecological Indicators*, 29, 79–92. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.12.006>
- Ward, J. V. (1989). The Four-Dimensional Nature of Lotic Ecosystems. *North American Benthological Society*, 8(1), 2–8.
- Wentworth, C. K. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30, 377–392.

- Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems. Journal of Phycology* (Vol. 37). <https://doi.org/10.1046/j.1529-8817.2001.37602.x>
- Wiejaczka, L. (2015). Reservoir Triggered Distortion in the Relation between Water Conductivity and River Temperature. *Water Resources*, 42(3), 362–370. <https://doi.org/10.1134/S0097807815030070>
- Wiggins, G. B. (1996). *Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera)*. University of Toronto Press.
- Williams, D. D., & Hynes, H. B. N. (1974). The occurrence of benthos deep in the substratum of a stream. *Freshwater Biology*, 4(3), 233–256. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1974.tb00094.x>
- Williams, D. D., & Hynes, H. B. N. (1977). The ecology of temporary streams II. General remarks on temporary streams. *Internationale Revue Der Gesamten Hydrobiologie Und Hydrographie*, 62(1), 53–61. <https://doi.org/10.1002/iroh.1977.3510620104>
- Zamora, H. (1996). Aspectos bioecológicos de las comunidades de macroinvertebrados dulceacuícolas en el departamento del Cauca. *Unicauca Ciencia*, (1), 1–11.
- Zamora, H. (2002). Análisis biogeográfico de los macroinvertebrados acuáticos epicontinentales (MAE) en el departamento del Cauca, Colombia. *Revista de La Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 14(1), 37–64.
- Zamora, H. (2010). Importancia de los macroinvertebrados acuáticos epicontinentales en la dieta natural de tres especies de peces nativos del río Patía, departamento del Cauca. *Unicauca Ciencia*, (13), 65–75.
- Zimmerer, K. S. (1994). Human Geography and the New Ecology: The Prospect and Promise of Integration. *Annals of the Association of American Geographers*, 84(1), 108–125.