



Agencia Nacional de
Infraestructura



**CONCESIÓN RUTA DEL CACAO
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CONSTRUCCIÓN
CORREDOR VIAL BUCARAMANGA – BARRANCABERMEJA – YONDO**

CONTRATO DE CONCESIÓN APP 013 DE 2015

CONSULTOR

CAPITULO 5.2.1.2 ECOSISTEMAS ACUATICOS

BOGOTÀ

Agosto 2016

AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA

CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA DE ASOCIACIÓN PÚBLICO

CAPITULO 5.2.1.2 ECOSISTEMAS ACUATICOS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CONSTRUCCIÓN
CORREDOR VIAL BUCARAMANGA – BARRANCABERMEJA –YONDO

LISTA DE DISTRIBUCIÓN

DEPENDENCIA	No. DE COPIAS
INTERVENTORÍA	ORIGINAL
CONCESIONARIO	COPIA

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

Título Documento		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CONSTRUCCIÓN CORREDOR VIAL BUCARAMANGA – BARRANCABERMEJA –YONDO		
Documento No.		AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA CÓDIGO CONCESIÓN- CONTRATO -ESPECIALIDAD- VERSIÓN		
A P R O B A C I Ó N	Número de Revisión			
	Responsables por elaboración	NOMBRE	Diana Katherine Rojas	Ingeniera forestal
		FIRMA		
		MAT:		
		FECHA		
	Responsable por revisión y aprobación	NOMBRE	Nicolas Suescun Alcina	Coordinador de proyecto
		FIRMA		
		MAT:		
		FECHA		

AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA

CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA DE ASOCIACIÓN PÚBLICO

CAPITULO 5.2.1.2 ECOSISTEMAS ACUATICOS

**CONCESIÓN RUTA DEL CACAO
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CONSTRUCCIÓN
PROYECTO BUCARAMANGA – BARRANCABERMEJA –YONDO**

CONTROL DE MODIFICACIÓN DEL DOCUMENTO

REVISIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN	OBSERVACIONES

AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA

CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA DE ASOCIACIÓN PÚBLICO

CAPITULO 5.2.1.2 ECOSISTEMAS ACUATICOS

**CONCESIÓN RUTA DEL CACAO
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CONSTRUCCIÓN
PROYECTO BUCARAMANGA – BARRANCABERMEJA –YONDO**

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	1

AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA

CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA DE ASOCIACIÓN PÚBLICO

CAPITULO 5.2.1.2 ECOSISTEMAS ACUATICOS

**CONCESIÓN RUTA DEL CACAO
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CONSTRUCCIÓN
PROYECTO BUCARAMANGA – BARRANCABERMEJA –YONDO**

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 5-1 Estaciones de muestreo definidas para la caracterización de las comunidades hidrobiológicas	4
Tabla 5-2 Listado de especies potenciales de Fitoplancton registradas para el área de estudio	7
Tabla 5-3 Representación porcentual de clases, ordenes, familias, géneros y especies de fitoplancton probables en el área de estudio	9
Tabla 5-4 Listado de especies potenciales de Zooplancton registradas para el área de estudio	10
Tabla 5-5 Representación porcentual de clases, ordenes, familias, géneros y especies de zooplancton probables en el área de estudio	12
Tabla 5-6 Especies potenciales de Perifiton registradas en cercanía al área de estudio.	13
Tabla 5-7 Representación porcentual de clases, ordenes, familias y géneros de perifiton	15
Tabla 5-8 Composición y riqueza potencial de macroinvertebrados acuáticos identificados en el área de estudio.....	18
Tabla 5-9 Representación porcentual de clases, ordenes, familias y géneros de macroinvertebrados acuáticos.....	21
Tabla 5-10 Listado de géneros potenciales de Macrófitas registradas para el área de estudio	25
Tabla 5-11 Representación porcentual de clases, ordenes, familias, géneros y especies de macrófitas probables en el área de estudio	27
Tabla 5-12 Listado de especies de peces de distribución probable dentro del área de estudio	28
Tabla 5-13 Composición taxonómica general y abundancia del fitoplancton presentes en el área de estudio.....	32
Tabla 5-14 Composición taxonómica y abundancia del fitoplancton presente en cada estación de muestreo	35
Tabla 5-15 Composición taxonómica general y abundancia del zooplancton presente en los cuerpos de agua superficial.....	42
Tabla 5-16 Composición y abundancia del zooplancton presente en cada estación de muestreo	44
Tabla 5-17 Composición taxonómica general y abundancia del perifiton presente en los	

cuerpos de agua superficial asociados al EIA	50
Tabla 5-18 Composición y abundancia del perifiton presente en cada uno de los cuerpos de agua asociados al EIA.....	53
Tabla 5-19 Composición taxonómica general y abundancia de macroinvertebrados acuáticos.....	60
Tabla 5-20 Composición y abundancia de los macroinvertebrados acuáticos presentes en cada estación de muestreo	64
Tabla 5-21 Valores resultado del índice BMWP/Col para cada una de las estaciones de muestreo	73
Tabla 5-22 Composición y abundancia de especies de peces identificadas en el área de estudio	76
Tabla 5-23 Representación porcentual de ordenes, familias, género y especiesde peces registradas en el área de estudio	78
Tabla 5-24 Especies endémicas registradas en el área de estudio.....	89
Tabla 5-25 Especies migratorias registradas en el área de estudio	93
Tabla 5-26 Lista de especies de interés cultural, de consumo y comercial registradas en el área de estudio	95

AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA

CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA DE ASOCIACIÓN PÚBLICO

CAPITULO 5.2.1.2 ECOSISTEMAS ACUATICOS

CONCESIÓN RUTA DEL CACAO ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CONSTRUCCIÓN PROYECTO BUCARAMANGA – BARRANCABERMEJA –YONDO

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 5-1 Principales ecosistemas acuáticos de tipo lótico presentes en el área de estudio	3
Figura 5-2 Distribución de los puntos de muestreo dentro de área de estudio por unidad funcional	6
Figura 5-3 Representación porcentual de clases de fitoplancton de acuerdo a su riqueza probable para el área de estudio.....	9
Figura 5-4 Representación porcentual de clases de zooplancton de acuerdo a su riqueza probable para el área de estudio.....	12
Figura 5-5 Riqueza específica (S) para la las familias de zooplancton reportadas como probables para el área de estudio	13
Figura 5-6 Representación porcentual de clases de perifiton de acuerdo a la riqueza específica.....	15
Figura 5-7 Porcentaje de riqueza específica a nivel de ordenes probables de perifiton ...	16
Figura 5-8 Porcentaje de riqueza específica a nivel de familias probables de perifiton	17
Figura 5-9 Representación porcentual de los ordenes de macroinvertebrados acuáticos reportados en el área de estudio.....	22
Figura 5-10 Riqueza específica dentro de las familias de macroinvertebrados acuáticos registradas para el área de estudio	23
Figura 5-11 Abundancia porcentual general del fitoplancton por division	33
Figura 5-12 Abundancia porcentual general del fitoplancton por género.....	34
Figura 5-13 Abundancia del fitoplancton presente por estación de muestreo dentro del área de estudio	37
Figura 5-14 Análisis de similitud de Bray - Curtis aplicado al fitoplancton presente en los cuerpos de agua asociados al EIA	38
Figura 5-15 Índice de Shannon – Wiener aplicado a la comunidad fitoplanctónica de cada uno de los cuerpos de agua asociados al EIA.....	39
Figura 5-16 Índice de Dominancia de especies aplicado a la comunidad fitoplanctónica de cada uno de los cuerpos de agua asociados al EIA	40
Figura 5-17 Índice de equidad de Pielou aplicado a la comunidad fitoplanctónica por estación de muestreo	40

Figura 5-18 Abundancia porcentual general del zooplancton por división presente en los cuerpos de agua superficial asociados al EIA	43
Figura 5-19 Abundancia porcentual general del zooplancton por género presente en los cuerpos de agua superficial asociados al EIA	43
Figura 5-20 Abundancia del zooplancton presente en cada uno de las estaciones de muestreo	46
Figura 5-21 Análisis de similitud de Bray - Curtis aplicado al zooplancton por estación de muestreo	47
Figura 5-22 Índice deShannon – Wiener aplicado a la comunidad zooplanctónica de cada uno de los cuerpos de agua asociados al EIA.....	48
Figura 5-23 Índice de Dominancia de especies aplicado a la comunidad zooplanctónica de cada uno de los cuerpos de agua asociados al EIA	48
Figura 5-24 Índice de equidad de Pielou aplicado a la comunidad zooplanctónica de cada uno de los cuerpos de agua asociados al EIA.....	49
Figura 5-25 Abundancia porcentual general del perifiton por división presente en los cuerpos de agua superficial	51
Figura 5-26 Abundancia porcentual general del perifiton por género presente en los cuerpos de agua superficial	52
Figura 5-27 Abundancia del Perifiton presente por estación de muestreo.....	54
Figura 5-28 Análisis de similitud de Bray - Curtis aplicado al perifiton presente en las estaciones de muestreo	56
Figura 5-29 Índice deShannon – Wiener aplicado a la comunidad perifítica de cada uno de las estaciones de muestreo.....	57
Figura 5-30 Índice de Dominancia de especies aplicado a la comunidad perifítica de cada uno de las estaciones de muestreo.....	58
Figura 5-31 Índice de equidad de Pielou aplicado a la comunidad perifítica de cada uno de las estaciones de muestreo.....	58
Figura 5-32 Abundancia porcentual general de las divisiones macroinvertebrados acuáticos presentes en los cuerpos de agua superficial.....	62
Figura 5-33 Abundancia porcentual general de los morfotipos de macroinvertebrados acuáticos presentes en los cuerpos de agua superficial.....	62
Figura 5-34 Abundancia de los macroinvertebrados acuáticos presentes en cada estación de muestreo	67
Figura 5-35 Índice deShannon – Wiener aplicado a la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de cada uno de las estaciones de muestreo	68
Figura 5-36 Índice de Shannon – Wiener aplicado a la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de cada uno de las estaciones de muestreo	69
Figura 5-37 Índice deDominancia de especies aplicado a la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de cada uno de los cuerpos de agua asociados al EIA	70
Figura 5-38 Índice de equidad de Pielou aplicado a la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de cada uno de los cuerpos de agua asociados al EIA	70
Figura 5-39 Proporción de los ordenes de peces registrados para el área de estudio	78
Figura 5-40 Riqueza específica (S') de las familias de peces registradas para el área de estudio	79
Figura 5-41 Análisis de clasificación índice de Bray-Curtis entre estaciones de	

muestreo(dendograma de similitud)	82
Figura 5-42 Riqueza específica y abundancia de peces registrada por estación de muestreo.....	83
Figura 5-43 Valores del índice de Diversidad de Shannon y sus intervalos de confianza	84
Figura 5-44 Valores del índice de Dominancia de Simpson (1-D) y sus intervalos de confianza	85
Figura 5-45 Valores del índice de Equidad de Pielou y sus intervalos de confianza	86

AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA

CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA DE ASOCIACIÓN PÚBLICO

CAPITULO 5.2.1.2 ECOSISTEMAS ACUATICOS CONCESIÓN RUTA DEL CACAO ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CONSTRUCCIÓN PROYECTO BUCARAMANGA – BARRANCABERMEJA –YONDO

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág
Fotografía 5.1 Individuo de la especie <i>Oscillatoria</i> sp.....	34
Fotografía 5.2 Individuo de la especie <i>Anabaena</i> sp.....	34
Fotografía 5.3 Individuo de la especie <i>Arcella</i> sp	45
Fotografía 5.4 Individuo de la especie <i>Bullinaria</i> sp	45
Fotografía 5.5 Ejemplar de <i>Eunotia</i> sp. encontrada en las muestras hidrobiológicas	59
Fotografía 5.6 Ejemplar de <i>Lyngbya</i> sp.encontrada en las muestras hidrobiológicas.....	59
Fotografía 5.7 Chironominae encontrado en las muestras hidrobiológicas.....	63
Fotografía 5.8 Tanypodinae encontrada en las muestras hidrobiológicas	63
Fotografía 5.9Individuo de la especie <i>Astyanax magdalenae</i> (Sardina tota)	80
Fotografía 5.10 Individuo de la especie <i>Creagrutus gr affinis</i> (Sardina)	80
Fotografía 5.11 Individuo de la especie <i>Poecilia reticulata</i> (Gupi)	80
Fotografía 5.12 Individuo de la especie <i>Poecilia caucana</i> (Piponcito)	80
Fotografía 5.13 Individuo de la especie <i>Potamotrygon magdalenae</i> (Raya).....	80
Fotografía 5.14 Individuo de la especie <i>Curimata mivartii</i> (Vizcaina).....	80
Fotografía 5.15 Individuo de la especie <i>Pimelodus blochii</i> (Nicuro).....	81
Fotografía 5.16Individuo de la especie <i>Plagioscion magdalenae</i> (Pacora).....	81
Fotografía 5.17 Punto de muestreo 8 Quebrada la Lizama	87
Fotografía 5.18 Punto de muestreo Quebrada Angula PM-10.....	87
Fotografía 5.19 Punto de muestreo 5, Quebrada La Putana	87
Fotografía 5.20 Punto de monitoreo 7 Puente La Paz Río Sogamoso	88
Fotografía 5.21 Individuo de la especie <i>Prochilodus magdalenae</i> , Bocachico, capturado en el río Sogamoso.	88
Fotografía 5.22 Individuo de la especie <i>Salminus affinis</i> , Dorada, capturado en el río Sogamoso.....	88
Fotografía 5.23 Vista panorámica de la zona de túneles y compuertas de hidrosogamoso	88

5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

5.2.1.2 Ecosistemas acuáticos

CAPITULO 5.2.1.3 ECOSISTEMAS ESTRATEGICOS SENSIBLES Y O AREAS PROTEGIDAS

Los ecosistemas acuáticos continentales, tanto lénticos como lóticos, poseen un alto grado de heterogeneidad temporal y espacial, así como una biota única que presenta adaptaciones en relación a las condiciones bióticas y abióticas del ecosistema (Poff & Allan, 1995). Generalmente, la diversidad de la biota acuática es mayor en el trópico que en sistemas ribereños templados, ya que temperaturas altas inciden en los ciclos de vida de los organismos acuáticos, haciéndolos cortos y por ende más abundantes (Cala, 1990); de este modo, la gran diversidad se genera por una complejidad de interacciones entre factores bióticos y abióticos.

Por lo anterior, todo organismo inmerso en un sistema resulta ser un indicador de las condiciones del medio en el cual se desarrolla, ya que de cualquier forma, su existencia en un espacio y momento determinado, responde a su capacidad de adaptarse a los distintos factores ambientales. Sin embargo, en términos más estrictos, un indicador biológico acuático se ha considerado como aquel cuya presencia y abundancia señalan algún proceso o estado del ecosistema que habita (Roldan-Pérez, 2008) ; por tal razón el estudio de la biología y la ecología de las aguas continentales y sus organismos, brinda información acerca de las condiciones de hábitat y en general el estado de las comunidades en relación a variables específicas tanto bióticas como abióticas y frente a posibles alteraciones del mismo (Roldán & Ruiz, 2001).

Consecuentemente, los resultados de la caracterización de las comunidades acuáticas que en este estudio se presentan, pretenden describir la composición y estructura de las mismas, analizando su comportamiento durante la época de transición entre sequía y lluvias, así como la interacción entre las variables físicas, químicas y bióticas de cada cuerpo de agua evaluado, de tal modo que sea un referente para el seguimiento del estado de la biota acuática durante el desarrollo de las diferentes etapas del proyecto “construcción y operación de la maya vial entre los municipios de Lebrija y Barrancabermeja, Departamento de Santander”.

- **Principales ecosistemas acuáticos presentes en el área de estudio y su importancia en el contexto regional**

El área de estudio, se encuentra localizada entre los departamentos de Santander y Antioquia. En este contexto, los ecosistemas acuáticos allí presentes, hacen parte de la gran cuenca del río Magdalena-Cauca y por cuencas como las de los ríos Lebrija, Sogamoso y Opón. La red hidrográfica en el área de estudio se encuentra influenciada en orden de importancia, por los ríos Magdalena (en su valle medio) y el río Sogamoso. En términos generales, se registra un total de 43 drenajes, entre permanentes e intermitentes, que recorren y drenan sus aguas en el área de estudio. Los más

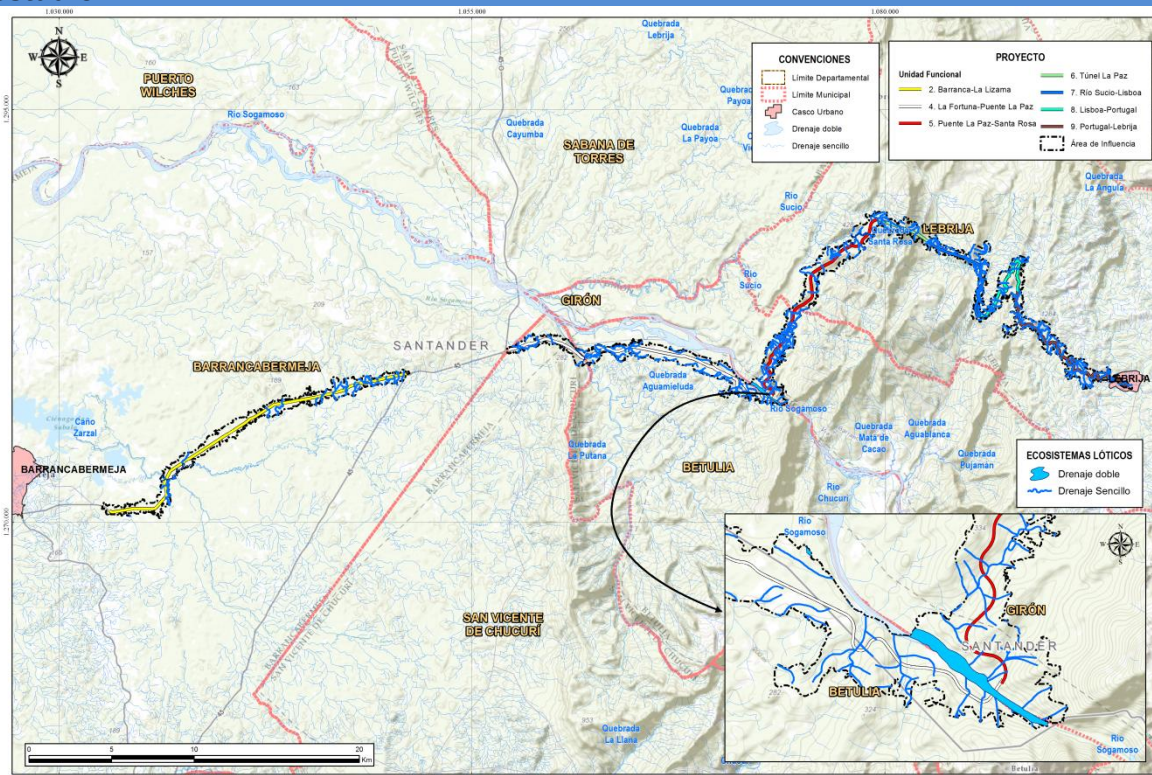
representativos por su longitud son el caño Zarzal (4741,84 m), el río Sogamoso (3179,18 m), la quebrada La Lisama (3077,80) y el caño El Cuarenta (2783,92 m) (Figura 5-1).

Hacia la parte media del área de estudio se encuentra el río Sogamoso, en el cañón donde el río cruza la serranía de la Paz, 75 km aguas arriba de su desembocadura en el Magdalena y 62 km aguas debajo de la confluencia entre los ríos Suárez y Chicamocha. Dentro del contexto de los ecosistemas acuáticos, la presencia de este complejo hidroeléctrico sobre el cauce del río, modifica la dinámica original del río Sogamoso y, a su vez, de las especies que habitan en el, creando gradientes de riqueza y modificando los cauces que son corredores para las especies migratorias o como áreas de desove (Jiménez-Segura, Restrepo-Santamaría, López-Casas, Delgado, Valderrama, & Gómez, Ictiofauna y Desarrollo del sector hidroeléctrico en la cuenca del río Magdalena-Cauca, Colombia, 2014)

Siguiendo en dirección oeste, se encuentra la subcuenca del río Opón, en los municipios de San Vicente de Chucurí y Simacota respectivamente. Ésta nace en la parte occidental del cerro de Armas y cerro Coscorrón, zona de reserva natural Su cuenca está conformada por los ríos Cascajales, Colorada, Oponcito y Quiratá, con las quebradas Arrugas, Doradas y los Indios, que son sus mayores afluentes, conformando así, una cuenca de 346.800 Ha (346 km²), con una longitud del cauce principal de 125 km (Alcaldía Municipio Landázuri, 2003).

Aproximadamente en límite oriental del área de estudio, en su paso por el municipio de Yondó, se encuentra la principal corriente, el río Magdalena, cuya zona hace parte del Valle medio., la cual por sus características, geográficas y climáticas, se considera como una región natural diferente a los sectores alto y bajo de la cuenca. A diferencia del alto y bajo Magdalena, su clima es húmedo tropical, con un régimen de lluvias bimodal y precipitaciones promedio próximas a los 3.000 mm anuales. Por otro lado, la cordillera Oriental, que bordea el Valle Medio, es en su mayor parte sedimentaria y los ríos que la drena son de aguas muy turbias, particularmente los del sector sur que se originan en pizarras del cretáceo medio y superior (como el río Negro), haciendo de estos cuerpos de agua, corrientes de aguas blancas ricas en nutrientes que favorecen la diversificación de la biota acuática (Mojica, Galvis, Sánchez, Castellanos, & Villa, 2006).

Figura 5-1 Principales ecosistemas acuáticos de tipo lótico presentes en el área de estudio



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

En conjunto, esta red de corrientes lóticicas, tanto nacederos, como drenajes sencillos hasta ríos de la magnitud del río Magdalena o el Sogamoso, son elementos fundamentales para la biodiversidad y su desarrollo, así como para las poblaciones humanas que viven y hacen uso de sus recursos. Por su parte, la cuenca del río Magdalena-Cauca y sus tributarios, históricamente han sido una de las cuencas más explotada y que, aún con sus altos problemas ambientales, constituye la fuente de recursos pesqueros para gran parte de las comunidades humanas que viven en los 18 departamentos y 728 municipios que influencia. Sin embargo, su potencial pesquero, así como en general, de su oferta de servicios ambientales ha decaído radicalmente en las últimas décadas (Lasso, Paula, Morales-Betancourt, Agudelo, Ramírez-Gil, & Ajiaco-Martínez, 2011).

Adicionalmente, la importancia de las corrientes previamente descritas para la biodiversidad en todos los niveles en un contexto regional, radica fundamentalmente en la fuerte dependencia de la permanencia de las especies en general y, especialmente, aquellas de carácter endémico, migratorias y de uso. Esta red de drenajes, constituye el escenario de desarrollo y de conjunción de la fauna acuática y terrestre, son canales de movilización, amortiguadores hídricos, zonas de alimentación y de cría (tributarios) para un amplio número de especies y, sumados a los ecosistemas lenticos son el contexto del

cual depende tanto la conservación de la biodiversidad como la seguridad alimentaria (Corporación Autonoma Regional de los valles del Río Sinú y San Jorge, CVS, 2006), (CORMAGDALENA, 2007)(Lasso, Paula, Morales-Betancourt, Agudelo, Ramírez-Gil, & Ajiaco-Martínez, 2011).

- **Componente biótico de los ecosistemas acuáticos**

Para la caracterización de las comunidades bióticas de los ecosistemas acuáticos ubicados dentro del área de estudio, se efectuó la revisión de información secundaria referente a resultados de los monitoreos correspondientes a Estudios de Impacto Ambiental previos a este estudio (EIA Actualización de diseños para la licitación y el Estudio de Impacto Ambiental de Hidrosogamoso, 2008; Línea Base del Plan de Manejo Ambiental del Complejo cenagoso de Barbacoas; Proyecto: Encauzamiento del río Magdalena en el tramo Puerto Salgar- Barrancabermeja, 2014; Proyecto: explotación de material de arrastre del río Sogamoso para la construcción de la doble calzada del proyecto vial ruta del sol, 2015; Plan de manejo de los Recursos Ictiológicos y Pesqueros del río Grande de la Magdalena y sus zonas de Amortiguación), así como documentos de carácter académico e investigativo y guías de campo (Montoya-Moreno y Aguirre, 2013; Quirós-Rodríguez et al., 2010; Lasso et al., 2011; Maldonado-Ocampo et al., 2005; Catálogo de la Biodiversidad de Colombia), entre otras.

Adicionalmente, se realizaron muestreos de fitoplancton, zooplancton, perifiton, macroinvertebrados acuáticos (realizados por el laboratorio ambiental Corporación Integral Ambiental, CIMA) y peces (elaborado por Consultoría Colombiana S.A) en las corrientes más representativas presentes dentro del área de estudio, en total 22 estaciones (Tabla 5-1), con ocho (8) días de muestreo efectivo, distribuidos en las fechas del 19 al 29 de febrero del año 2016 y llevados a cabo en la época de transición de sequia a lluvias. Esto con el objeto de tener datos de referencia de cada una de las comunidades con respecto a su composición y estructura en el área de estudio.

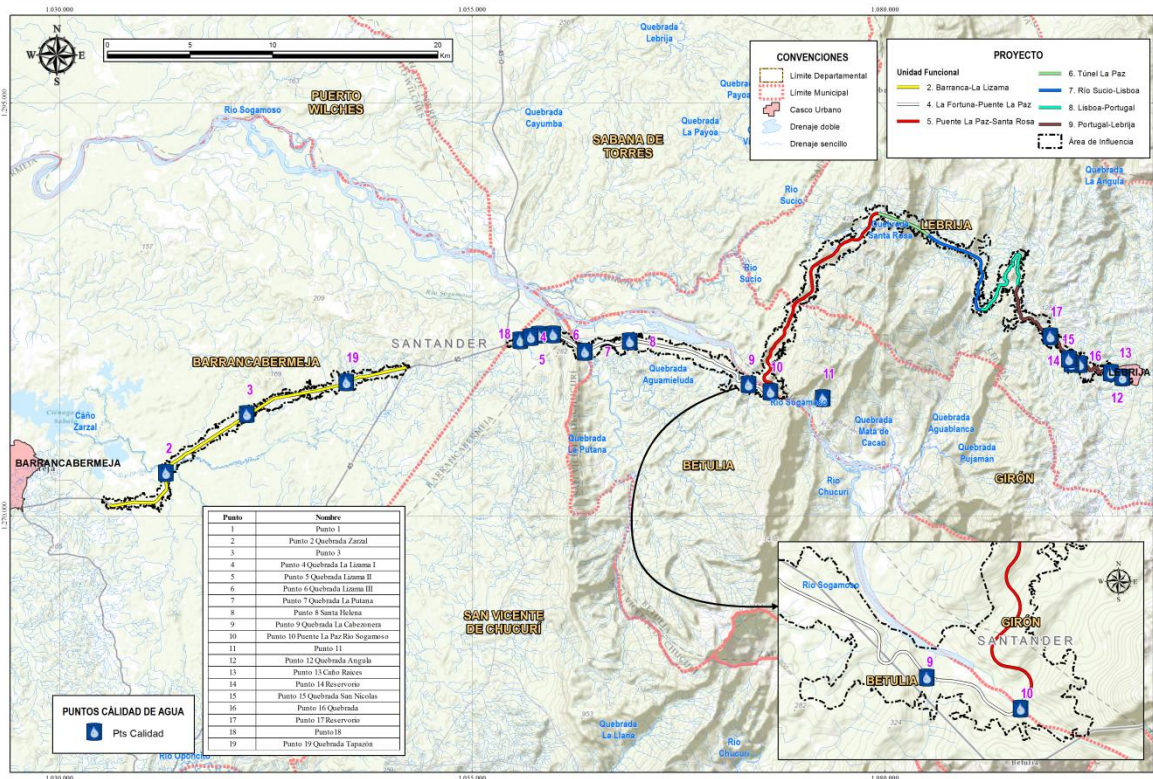
Tabla 5-1 Estaciones de muestreo definidas para la caracterización de las comunidades hidrobiológicas

ID	UNIDAD FUNCIONAL	NOMBRE PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS PLANAS	
			NORTE	ESTE
36	UF 2	Caño NN	1270475	1026861,16
37		Caño NN	1270521	1027342,98
1	UF 2	Quebrada NN	1271786	1025163,33
2		Quebrada NN	1276152	1041361,08
3		Quebrada Zarzal	1272606	1036465,86

ID	UNIDAD FUNCIONAL	NOMBRE PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS PLANAS	
			NORTE	ESTE
14		Quebrada Tapazón	1278096	1047386,36
4	UF 3-4	Quebrada Lizama II	1280977	1059050,19
5		Quebrada La Putana	1279936	1061825,42
6		Santa Helena	1280569	1064549,56
7		Puente La Paz Río Sogamoso	1277518	1073078,55
8		Quebrada La Lizama I	1280629	1057924,43
9		Quebrada Lizama III	1280982	1059909,38
11		Quebrada La Cabezona	1278026	1071761,31
13		Quebrada NN	1280820	1058553,27
18	UF 6	Quebrada Canoas	1288118	1081899,76
19		Quebrada La Caimana	1288612	1079275,65
A		Quebrada La Caimana	1288397	1079598,15
17	UF 7	Quebrada El Trapiche o La Sorda	1284936	1085704,87
B		Rio sucio	1286594	1083243,09
10	UF 9	Quebrada Angula	1278673	1093690,16
12		Caño Raices	1278382	1094384,27
15		Quebrada San Nicolás	1279560	1091515,81

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Figura 5-2 Distribución de los puntos de muestreo dentro de área de estudio por unidad funcional



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

A continuación se presentan los resultados obtenidos, primero a partir de la información secundaria consultada y luego con base en los datos primarios resultado de los muestreos en campo.

➤ **Información secundaria (especies potenciales)**

✓ *Fitoplancton*

Los grupos fitoplanctónicos principales presentes en ambientes dulceacuícolas comprenden a dos reinos: el procariota y el eucariota. En el primero de ellos figura la división Cianoprocarioria; en el segundo se incluyen las siguientes divisiones: Chlorophyta, Chrysophyta, Euglenophyta, Pyrrophyta y Cryptophyta. Los géneros más comunes hallados en Colombia corresponden a *Oscillatoria*, *Anabaena*, *Chroococcus*, *Coelosphaerium*, *Microcystis*, *Synechococcus*, *Gomphosphaeria*, *Merismopedia*, *Spirulina*, *Nostoc*, *Pseudoanabaena*, *Hapalosiphon*, *Chamaesiphon*, *Borzia*, *Raphidiopsis* y *Cyanocatena* (Roldan-Pérez, 2008).

De acuerdo a la revisión realizada para el área de estudio del proyecto, se registran 78 especies potenciales, correspondientes a 25 órdenes y 41 familias, relacionadas en la Tabla 5-2.

Tabla 5-2 Listado de especies potenciales de Fitoplancton registradas para el área de estudio

N	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	SITIO DE OBSERVACIÓN		
				Ciénaga del Opón	Río Sogamoso	Río Magdalena
1	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp.</i>	X		
2	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>		X	
3			<i>Nitzschia umbonata</i>		X	
4	Cocconeidales	Achnanthidiaceae	<i>Achnanthidium sp.</i>		X	
5	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Encyonema sp.</i>		X	
6		Gomphonemataceae	<i>Gomphonema parvulum</i>		X	
7			<i>Gomphonema sp.</i>			X
8			<i>Gomphonema truncatum</i>		X	
9		Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia curvata</i>		X	
10	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp.</i>		X	X
11	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Diatoma sp.</i>		X	
12			<i>Fragilaria sp.</i>		X	
13	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Synedra sp.</i>		X	
14	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira sp. 1</i>		X	
15	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia sp.</i>		X	X
16		Diploneidaceae	<i>Diploneis sp.</i>			X
17		Naviculaceae	<i>Gyrosigma sp.</i>		X	
18			<i>Navicula pupula</i>	X		
19			<i>Navículasp.</i>	X	X	X
20		Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp.</i>		X	X
21		Sellaphoraceae	<i>Sellaphora sp.</i>		X	
22		Stauroneidaceae	<i>Stauroneis sp.</i>			X
23	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria sp</i>	X	X	X
24	Tetrasporales	Palmellopsidaceae	<i>Sphaerocystis schroeteri</i>			X
25	Triceratiales	Plagiogrammaceae	<i>Dimeregramma sp.</i>	X		
26	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium moliniferum</i>	X		
27			<i>Closterium sp.</i>	X		
28	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp</i>		X	X
29	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	<i>Pediastrum sp.</i>		X	X
30			<i>Tetraedron triangulare</i>	X		
31		Scenedesmaceae	<i>Coelastrum microporum</i>			X
32			<i>Coelastrum reticulatum</i>			X
33	Surirellales	Surirellaceae	<i>Cymatopleura sole</i>			X
34	Volvocaceles	Oocystaceae	<i>Eremosphaera sp.</i>	X		
35			<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>			X
36		Volvocaceae	<i>Eudorina sp</i>	X		
37			<i>Volvox aereus</i>	X		X
38	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp.</i>		X	X
39			<i>Cosmarium tetraoph</i>	X		
40			<i>Staurastrum sp.</i>		X	
41			<i>Staurodesmus sp.</i>		X	
42			<i>Closterium sp.</i>			X

N	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	SITIO DE OBSERVACIÓN		
				Ciénaga del Opón	Río Sogamoso	Río Magdalena
43			<i>Xanthidium sp.</i>			X
44		Mesotaeniaceae	<i>Gonatozygon sp.</i>			X
45		Zygnemataceae	<i>Mougeotia sp.</i>			X
46			<i>Zygnema sp.</i>			X
47	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa sp.</i>		X	
48	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Cyanosarcina sp.</i>	X		
49			<i>Coelosphaerium naegelianum</i>			X
50		Dictyosphaeriaceae	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>			X
51		Merismopediaceae	<i>Gomphosphaeria sp.</i>	X		X
52		Microcystaceae	<i>Microcystis aeruginosa</i>	X		
53		Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp</i>	X		X
54		Spirulinaceae	<i>Spirulina platensis</i>	X		
55	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp.</i>			X
56			<i>Cylindrospermopsis sp.</i>	X		
57		Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i>			X
58			<i>Phormidium sp.</i>			X
59	Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Planktothrix agardhii</i>	X		
60	Gonyaulacales	Ceratiaceae	<i>Ceratium sp. 1</i>		X	
61	Peridinales	Peridiniaceae	<i>Peridinium quinquecornium</i>	X		
62			<i>Peridinium sp.</i>			X
63	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena oxyuris</i>	X		
64			<i>Euglena sp.</i>			X
65			<i>Euglena viridis</i>	X		
66			<i>Lepocinclis sp</i>	X		
67			<i>Lepocinclis spirogyra</i>	X		
68			<i>Phacus gigas</i>	X		
69			<i>Phacus longicaudata</i>	X		
70			<i>Phacus sp.</i>			X
71			<i>Trachelomona armata</i>	X		
72			<i>Trachelomona euchlora</i>	X		
73			<i>Trachelomona polinica</i>	X		
74			<i>Trachelomona sp.</i>			X
75			<i>Trachelomona volvocina</i>	X		
76			<i>Trachelomonas hispida</i>			X
77		Peranemataceae	<i>Anisonema sp</i>	X		
78			<i>Heteronema acus</i>	X		

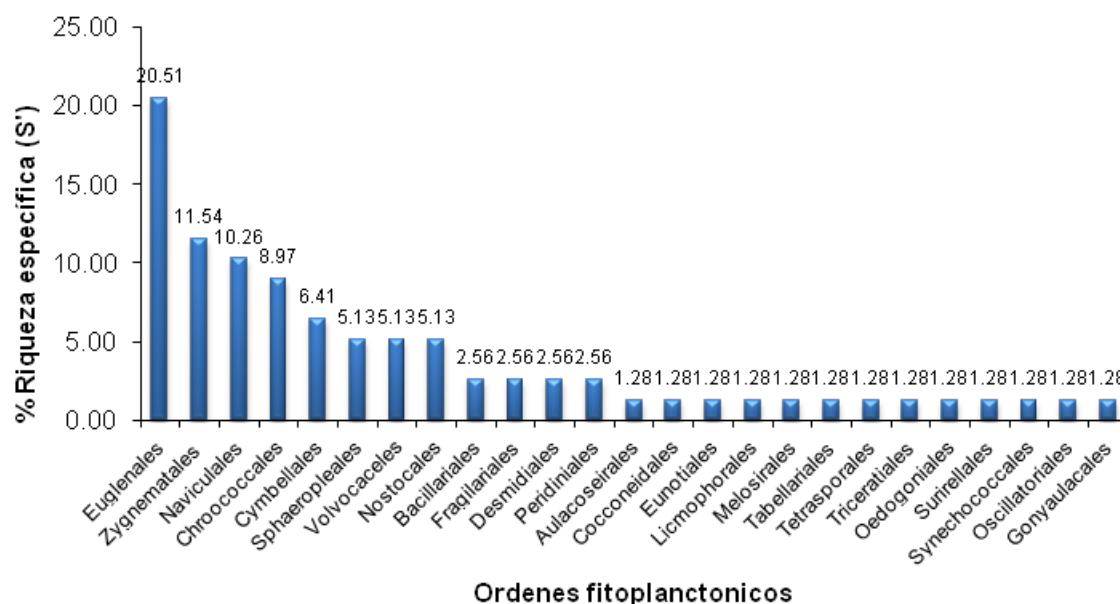
Fuente: (Catálogo de la Biodiversidad de Colombia, 2016), (CINEA S.A.S, 2014)(Proinsa Ltda, 2015)

La clase con mayor número de especies corresponde a Euglenophyta y, de manera específica al orden Euglenales, el cual registra una riqueza igual a 16 especies, seguida por los órdenes Zygnematales (9 especies); Naviculales (8 especies) y Chroococcales (7 especies) (Figura 5-3,

Tabla 5-3). Los Euglenophyta son abundantes en ecosistemas acuáticos someros, así como sistemas lénticos temporales, los cuales presentan una alta concentración de

materia orgánica. Para Colombia son conocidas varias especies de los géneros *Euglena*, *Phacus*, *Lepocinclis*, *Trachelomonas* y *Strombomonas* (Roldan-Pérez, 2008).

Figura 5-3 Representación porcentual de clases de fitoplancton de acuerdo a su riqueza probable para el área de estudio



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Tabla 5-3 Representación porcentual de clases, ordenes, familias, géneros y especies de fitoplancton probables en el área de estudio

ORDENES	FAMILIAS	%	GÉNEROS	%	ESPECIES	%
Aulacoseirales	1	2,27	1	1,82	1	1,28
Bacillariales	2	4,55	1	1,82	2	2,56
Cocconeidales	1	2,27	1	1,82	1	1,28
Cymbellales	3	6,82	2	3,64	5	6,41
Eunotiales	1	2,27	1	1,82	1	1,28
Fragilariales	1	2,27	2	3,64	2	2,56
Licmophorales	1	2,27	1	1,82	1	1,28
Melosirales	1	2,27	1	1,82	1	1,28
Naviculales	6	13,64	4	7,27	8	10,26
Tabellariales	1	2,27	1	1,82	1	1,28
Tetrasporales	1	2,27	1	1,82	1	1,28
Triceratiales	1	2,27	1	1,82	1	1,28
Desmidiiales	1	2,27	1	1,82	2	2,56
Oedogoniales	1	2,27	1	1,82	1	1,28
Sphaeropleales	2	4,55	3	5,45	4	5,13
Surirellales	1	2,27	1	1,82	1	1,28
Volvocaceles	2	4,55	4	7,27	4	5,13
Zygnematales	3	6,82	8	14,55	9	11,54
Synechococcales	1	2,27	1	1,82	1	1,28
Chroococcales	6	13,64	6	10,91	7	8,97

ORDENES	FAMILIAS	%	GÉNEROS	%	ESPECIES	%
Nostocales	2	4,55	4	7,27	4	5,13
Oscillatoriales	1	2,27	1	1,82	1	1,28
Gonyaulacales	1	2,27	1	1,82	1	1,28
Peridinales	1	2,27	1	1,82	2	2,56
Euglenales	2	4,55	6	10,91	16	20,51
Total	44	100	55	100	78	100

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016, 2016

Por su parte las Zygnematales, cuyo número de especies fue el segundo mayor con los géneros Cosmarium, Staurodesmus (familia Desmidiaceae), Gonatozygon (Mesotaeniaceae) y Mougenotia y Zygnema (Zygnemataceae); dentro del grupo de las algas verdes, es uno de los que presenta mayor diversidad. Los órdenes pertenecientes a esta clase son ecológicamente importantes, pues constituyen una gran parte de la biomasa fitoplanctónica, involucrándose directamente en la producción de los niveles tróficos de los ecosistemas(Scotta-Hentschke & Prado, 2012).

✓ Zooplancton

Se denomina zooplancton a aquellos organismos que componen el plancton y son heterótrofos. Éste está constituido por protistas, larvas de esponjas, gusanos, equinodermos, moluscos, crustáceos, otros artrópodos acuáticos y alevinos pequeños. Los resultados que para el área de estudio se reportan, de los documentos revisados, no presentan una alta diversidad, asociado a que, en términos generales, la diversidad del zooplancton es baja para las zonas tropicales(Dussart, Matsumara-Tundisi, & Shield, 1984), pero esta evaluación ha sido debatida, ya que según otros autores(Roldán & Ruíz, 2001), es resultado de un nivel muy bajo de investigación para este grupo en países como Colombia.

De acuerdo a la información de los estudios ambientales realizados previamente en la zona, se reportan 47 especies, distribuidas en cinco (5) clases, siete (7) órdenes y 17 familias, que se presenta en la Tabla 5-4.

Tabla 5-4 Listado de especies potenciales de Zooplancton registradas para el área de estudio

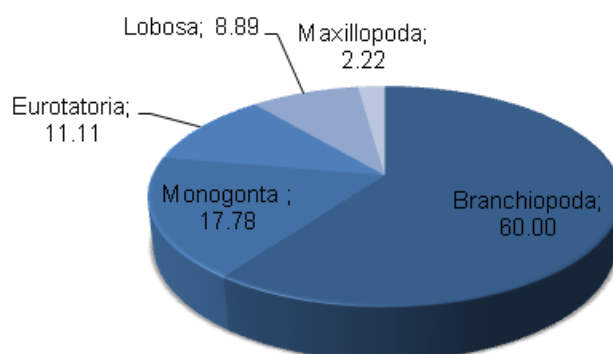
CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	UBICACIÓN	
				Ciénaga del Opón	Río Magdalena
Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopoidae	<i>Mesocyclops sp.</i>	X	
Eurotatoria	Ploimida	Brachionidae	<i>Keratella sp.</i>	X	
			<i>Brachionus calyciflorus</i>	X	
			<i>Brachionus falcatus</i>	X	
		Synchaetidae	<i>Polyarthra sp.</i>	X	
Branchiopoda	Diplostraca	Bosminidae	<i>Asplanchna sp.</i>	X	
			<i>Bosmina sp.</i>		X
			<i>Bosmina tubicen</i>		X
			<i>Bosminopsis deitersi</i>		X

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	UBICACIÓN	
				Ciénaga del Opón	Río Magdalena
		Daphniidae	<i>Daphnia sp.</i>	X	X
			<i>Ceriodaphnia cornuta</i>		X
			<i>Scapholeberis armata</i>		X
			<i>Simocephalus sp.</i>		X
		Macrothricidae	<i>Grimaldina brazzai</i>		X
			<i>Macrothrix sp.</i>		X
		Moinidae	<i>Moina sp.</i>		X
			<i>Moina minuta</i>		X
			<i>Moina cf. micrura</i>		X
			<i>Moinodaphnia macleayii</i>		X
		Chydridae	<i>Alona sp.</i>		X
			<i>Ephemeroporus tridentatus</i>		X
			<i>Alonella sp.</i>		X
			<i>Alonella cf. dadayi</i>		X
			<i>Dadaya macrops</i>		X
			<i>Leydigia sp.</i>		X
			<i>Notoalona sp.</i>		X
			<i>Pleuroxus sp.</i>		X
		Sididae	<i>Diaphanosoma sp.</i>		X
			<i>Diaphanosoma spinulosum</i>		X
			<i>Diaphanosoma dentatum</i>		X
			<i>Diaphanosoma brevireme</i>		X
			<i>Latonopsis sp.</i>		X
			<i>Pseudosida bidentata</i>		X
Lobosa	Arcellinida	Diffugiidae	<i>Diffugia sp.</i>		X
			<i>Diffugia acuminata</i>		X
		Arcellidae	<i>Arcella sp.</i>		X
			<i>Arcella gibbosa</i>		X
Monogonta	Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia cf. opoliensis</i>		X
			<i>Filinia cf. terminalis</i>		X
	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella sp.</i>		X
			<i>Brachionus cf. falcatus</i>		X
			<i>Brachionus sp.</i>		X
		Synchaetidae	<i>Polyarthra sp.</i>		X
			<i>Lecane sp.</i>		X
		Mytilinidae	<i>Mytilina sp.</i>		X

Fuente:.. (Catálogo de la Biodiversidad de Colombia, 2016), (CINEA S.A.S, 2014)(Proinsa Ltda, 2015)

Dentro de las clases reportadas como probables (Tabla 5-5), la más representativa es la clase Branchiopoda (60%), seguida por Monogonta (17%) y Eurotatoria (11,11%); siendo la de menor riqueza Maxillopoda representando el 2,22% del total (Figura 5-4).

Figura 5-4 Representación porcentual de clases de zooplancton de acuerdo a su riqueza probable para el área de estudio



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016, 2016

La clase Branquiopoda, corresponde a los organismos que generalmente habitan casi en cualquier sistema dulceacuícola, como charcos temporales, arroyos, grandes lagunas y lagos. Son consumidores de materia orgánica y se reproducen por partenogénesis (Brusca & Brusca, 2005).

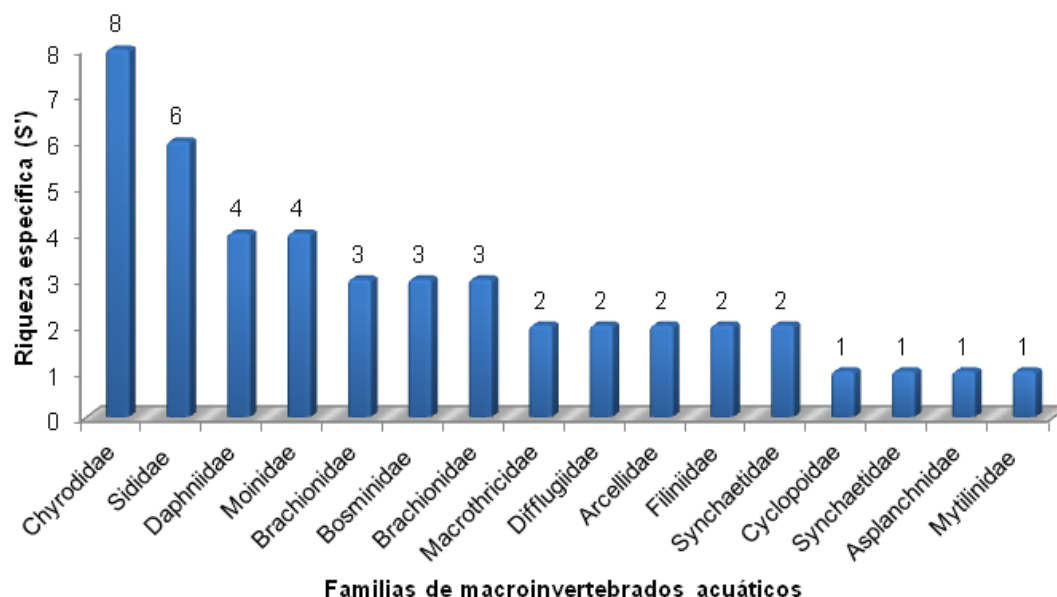
Tabla 5-5 Representación porcentual de clases, ordenes, familias, géneros y especies de zooplancton probables en el área de estudio

CLASE	ORDENES	%	FAMILIAS	%	GÉNEROS	%	ESPECIES	%
Maxillopoda	1	14,29	1	7,14	1	2,86	1	2,22
Eurotatoria	1	14,29	3	21,42	5	14,29	5	11,11
Branchiopoda	2	28,57	6	42,85	21	60,00	27	60,00
Lobosa	1	14,29	1	7,14	2	5,71	4	8,89
Monogonta	2	28,57	3	21,42	6	17,14	8	17,78
Total	7	100	14	100	35	100	45	100

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016, 2016

A nivel de familia, se encuentra que Chyrodidae es aquella con la mayor representación (8 spp), seguida por Sididae (6 spp), junto con Daphniidae y Moinidae (4 spp cada una). Las especies de la familia Chyrodidae (Cladóceros), se denominan en general como pulgas de agua y son predominantes en aguas dulces. Son de hábitos filtradores, al igual que los rotíferos, y se considera que en aguas eutróficas se encuentran más cladóceros y rotíferos que copépodos y así de manera inversa. No toleran variaciones bruscas de oxígeno (Margalef, 1983)(Roldan-Pérez, 2008).

Figura 5-5 Riqueza específica (S) para la las familias de zooplancton reportadas como probables para el área de estudio



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016, 2016

✓ *Perifiton*

La composición de perifiton en un tiempo y espacio específico depende de distintas variables como: el tipo de sustrato, la rugosidad y el estado trófico del agua. Las algas se desarrollan adheridas a todo tipo de sustrato y se observan regularmente como manchas verdes o parduscas sobre rocas, troncos y objetos artificiales sumergidos en el agua. Por tales características, su estudio permite tener un acercamiento de posibles efectos generados por contaminantes e sistemas tanto lentos como loticos (Roldan-Pérez, 2008).

Para el área de estudio se registraron un total de 48 especies, distribuidas en 4 clases, 16 órdenes y 29 familias, que se relacionan en la Tabla 5-6, donde se especifica su información taxonómica.

Tabla 5-6 Especies potenciales de Perifiton registradas en cercanía al área de estudio

Nº	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO
1	Bacillariophyceae	Penales	Naviculaceae	<i>Amphipleura sp</i>
2				<i>Amphora sp</i>
3				<i>Cymbella sp</i>
4				<i>Cocconeis sp</i>
5				<i>Diploneis sp</i>
6				<i>Gomphonema sp</i>

Nº	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO
7				<i>Gyrosigma sp</i>
8				<i>Navicula sp</i>
9				<i>Nedium sp</i>
10			Diatomaceae	<i>Fragilaria sp</i>
11				<i>Synedra sp</i>
12			Achnantheaceae	<i>Achnanthes sp</i>
13				<i>Rhoicosphenis sp</i>
14			Nitzschiaceae	<i>Nitzschia sp</i>
15				<i>Nitzschia sigmoidea</i>
16				<i>Nitzschia umbonata</i>
17			Eunotiaceae	<i>Eunotia sp</i>
18				<i>Eunotia arcus</i>
19			Surirellaceae	<i>Surirella sp</i>
20		Centrales	Thalassiosiraceae	<i>Cyclotella sp</i>
21			Melosiraceae	<i>Melosira sp</i>
22		Cocconeidales	Achnanthidiaceae	<i>Achnanthidium sp</i>
23		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Encyonema sp</i>
24				<i>Cymbella lanceolata</i>
25			Gomphonemataceae	<i>Gomphonema parvulum</i>
26				<i>Gomphonema truncatum</i>
27		Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia sp</i>
28			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp</i>
29				<i>Pinnularia gibba</i>
30			Sellaphoraceae	<i>Sellaphora sp</i>
31			Stauroneidaceae	<i>Stauroneis sp</i>
32		Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria sp</i>
33		Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphorasp</i>
34	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp</i>
35			Chaetophoraceae	<i>Chaetophora sp</i>
36				<i>Stigeocionium sp</i>
37		Ulotrichales	Olotricaceae	<i>Ulothrix sp</i>
38		Sphaeropleales	Sphaeropleaceae	<i>Sphaeroplea</i>
39		Chlorococcales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum sp</i>
40	Zygnematophyceae	Volvocales	Tetraselmaceae	<i>Tetraselmis sp</i>
41		Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra sp</i>
42		Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp</i>
43		Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp</i>
44				<i>Raphidiopsis sp</i>
45			Oscillatoriaceae	<i>Lyngbia sp</i>
46				<i>Spirulina sp</i>
47			Rivulariaceae	<i>Calothrix sp</i>
48	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp</i>

Fuente: (Catálogo de la Biodiversidad de Colombia, 2016), (CINEA S.A.S, 2014)(Proinsa Ltda, 2015)

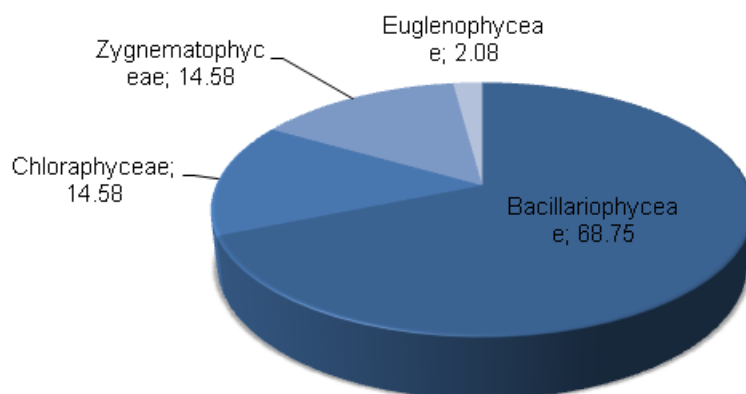
De acuerdo con esta información, la clase Bacillariophyceae es aquella con una mayor representación de géneros, ya que hacen parte de esta el 68,75% de la riqueza total reportada. Por su parte, las clases Chlorophyceae y Zygnematophyceae presentaron el mismo porcentaje de representación con un 14,58%, siendo finalmente Euglenophyceae aquella con el menor número de géneros representando el 2,08% (Tabla 5-7).

Tabla 5-7 Representación porcentual de clases, ordenes, familias y géneros de perifiton

CLASE	ORDENES	%	FAMILIAS	%	GÉNEROS	%	ESPECIES	%
Bacillariophyceae	7	43,75	17	58,62	28	65,12	33	68,75
Chlorophyceae	5	31,25	6	20,69	7	16,28	7	14,58
Zygnematophyceae	3	18,75	5	17,24	7	16,28	7	14,58
Euglenophyceae	1	6,25	1	3,45	1	2,33	1	2,08
Total	16	100	29	100	43	100	48	100

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016,

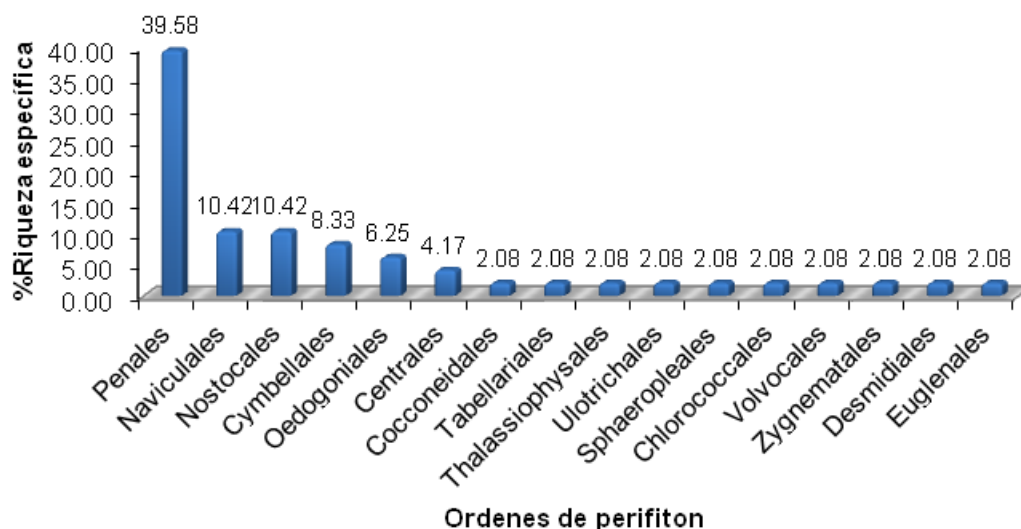
Figura 5-6 Representación porcentual de clases de perifiton de acuerdo a la riqueza específica



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016,

Con respecto a los órdenes se reconoce que Penales es aquel con la mayor riqueza específica (39,58%), seguido de las Navicuales y Nostocales con 10,42%. Los demás órdenes reportados no alcanzan el 10% de representatividad (Figura 5-7). El orden de las Penales, son algas diatomeas ampliamente distribuidas y resistentes a factores como la contaminación e incluso altos niveles de salinidad (Margalef, 1983).

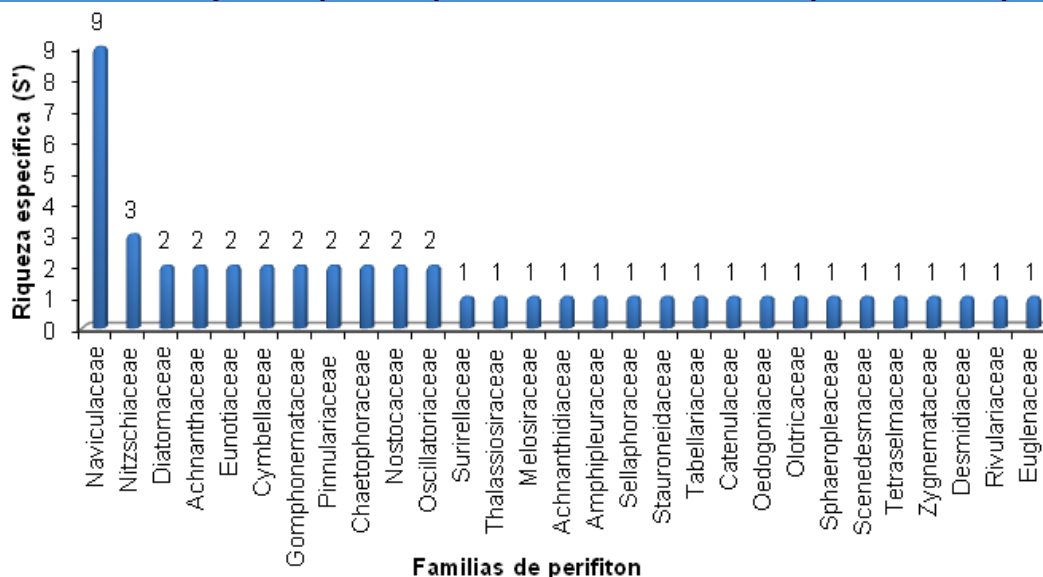
Figura 5-7 Porcentaje de riqueza específica a nivel de ordenes probables de perifiton



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016, 2016

Dentro de la clase Bacillariophyceae, la familia de las Naviculaceae son aquellas con el mayor número de géneros, nueve en total (Figura 5-8). Estas se encuentran ampliamente diversificadas, tanto en aguas dulces como salobres y marinas. El desarrollo de las diatomeas se asocia a eliminación del sílice soluble reactivo, en la forma Si (OH)_4 de la zona fótica, el cual se acumula en las capas más profundas con las diatomeas que se sedimentan. Pueden reproducirse vegetativamente o por división celular, o sexualmente mediante auxosporas. Sus productos de asimilación son crisosa y lípidos (Roldan-Pérez, 2008).

Figura 5-8 Porcentaje de riqueza específica a nivel de familias probables de perifiton



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016, 2016

✓ *Macroinvertebrados acuáticos*

Los macroinvertebrados agrupan organismos que son perceptibles a simple vista; es decir, con tamaño mayor a 0,5 mm de largo. A esta gran categoría corresponden los poríferos, hidrozoo, turbelarios, oligoquetos, hirudíneos, insectos, arácnidos, crustáceos, gastrópodos y bivalvos (APHA, 2005).

Para Suramérica los estudios más relevantes en este campo corresponden a: Flint (1967, 1978, 1991), Hogue (1971), Hogue y Bedoya (1989), Mathis y Hoge (1986), Peters y Edmunds (1972), Nieser (1970), Spangler (1969) y Hulbert (1981) quienes discuten en detalle el estado del conocimiento en el que se encuentran los distintos grupos de macroinvertebrados en Suramérica. Para Colombia, Roldán (1988) publicó una guía para la identificación de los macroinvertebrados más comunes en el departamento de Antioquia, siendo extrapolado a otras regiones con características similares.

Específicamente para el área de estudio, se registran un total de 162 géneros o morfotipos potenciales, distribuidos en 86 familias y 23 ordenes. El listado obtenido es el siguiente (Tabla 5-8):

Tabla 5-8 Composición y riqueza potencial de macroinvertebrados acuáticos identificados en el área de estudio

Nº	ORDEN	FAMILIA	GENERO
1	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis sp</i>
2			<i>Baetodes sp</i>
3			<i>Camelobaetis sp</i>
4			<i>Americabaetis sp</i>
5			<i>Callibaetis sp</i>
6			<i>Guajirolus sp</i>
7		Oligoneuriidae	<i>Lachlania sp</i>
8		Leptophlebiidae	<i>Thraulodes sp</i>
9			<i>Hermanellopsis sp</i>
10			<i>Terpides sp</i>
11			<i>Farrodes sp</i>
12		Leptohyphidae	<i>Leptohyphes sp</i>
13			<i>Tricorythodes sp</i>
14		Caenidae	<i>Brachycercus sp</i>
15		Leptohyphidae	<i>Haplohyphes sp</i>
16	Odonata	Libellulidae	<i>Dythemis so</i>
17			<i>Brechmoroga sp</i>
18			<i>Macrothemis sp</i>
19			<i>Micrathyria sp</i>
20			<i>Orthemis sp</i>
21		Gomphidae	<i>Phyllogomphoides sp</i>
22			<i>Progomphus sp</i>
23			<i>Aphylla sp</i>
24			<i>Epigomphus sp</i>
25			<i>Phyllocycla sp</i>
26		Calopterygidae	<i>Hetaerina sp</i>
27		Coenagrionidae	<i>Argia sp</i>
28			<i>Ishnura sp</i>
29			<i>Telebasis sp</i>
30	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria sp</i>
31	Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus sp</i>
32	Hemiptera	Belostomidae	<i>Belostoma sp</i>
33			<i>Lethocerus sp</i>
34		Nepidae	<i>Curicta sp</i>
35		Naucoridae	<i>Limnocoris sp</i>
36			<i>Ambrysus sp</i>
37			<i>Pelocoris sp</i>
38		Veliidae	<i>Rhagovella sp</i>
39			<i>Microvelia sp</i>
40		Gerridae	<i>Brachymetra sp</i>
41			<i>Trepobates sp</i>
42			<i>Potamobates sp</i>
43		Hydrometridae	<i>Hydrometra sp</i>

Nº	ORDEN	FAMILIA	GENERO
44		Mesoveliidae	<i>Mesoveloidea sp</i>
45		Corixidae	<i>Tenagobia sp</i>
46		Notonectidae	<i>Buenoa sp</i>
47			<i>Martarega sp</i>
48		Pleidae	<i>Neoplea sp</i>
49		Veliidae	<i>Paravelia sp</i>
50	Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis sp</i>
51			<i>Cylloepus sp</i>
52			<i>Microcylloepus sp</i>
53			<i>Helichus sp</i>
54			<i>Neocylloepus sp</i>
55			<i>Hetermis sp</i>
56			<i>Neoelmis sp</i>
57			<i>Disersus sp</i>
58			<i>Stenelmis sp</i>
59			<i>Phanocerus sp</i>
60			<i>Pseudodisersus sp</i>
61			<i>Cylloepus sp</i>
62			<i>Elminae Morfo 1</i>
63			<i>Heterelmis sp</i>
64			<i>Hexacylloepus sp</i>
65		Psephenidae	<i>Psephenops sp</i>
66		Ptilodactylidae	<i>Tetraglossa sp</i>
67			<i>Anchytarsus sp</i>
68			<i>Staphylinidae Morfo 1</i>
69		Staphylinidae	<i>Stenus sp</i>
70		Lampridae	<i>Morfotipo 1</i>
71		Curculionidae	<i>Morfotipo 1</i>
72		Dryopidae	<i>Dryops sp</i>
73			<i>Helichus sp</i>
74			<i>Ampummixix sp</i>
75		Cantharidae	<i>Cantharidae Morfo 1</i>
76		Carabidae	<i>Carabidae Morfo 1</i>
77		Dytiscidae	<i>Derovatellus sp</i>
78			<i>Laccophilus sp</i>
79		Gyrinidae	<i>Gyretes sp</i>
80		Hydrochidae	<i>Hydrochus sp</i>
81		Hydrophilidae	<i>Berosus sp</i>
82			<i>Dactylosternum sp</i>
83			<i>Derallus sp</i>
84			<i>Enochrus sp</i>
85			<i>Tropisternus sp</i>
86		Noteridae	<i>Hydraena sp</i>
87			<i>Hydrocanthus sp</i>
88			<i>Suphisellus sp</i>
89		Scirtidae	<i>Cyphon sp</i>

Nº	ORDEN	FAMILIA	GENERO
90	Tricoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus sp</i>
91		Glossosomatidae	<i>Protoptila sp</i>
92			<i>Mortoniella sp</i>
93		Helicopsychidae	<i>Helicopsyche sp</i>
94		Hydropsychidae	<i>Leptonema sp</i>
95			<i>Smicridea sp</i>
96		Hydroptilidae	<i>Ochrotrichia sp</i>
97			<i>Hydroptila sp</i>
98			<i>Oxyethira sp</i>
99			<i>Metrichia sp</i>
100			<i>Neotrichia sp</i>
101		Leptoceridae	<i>Nectopsyche sp</i>
102			<i>Atanatolica sp</i>
103			<i>Grumichella sp</i>
104			<i>Oecetis sp</i>
105			<i>Triaenodes sp</i>
106			<i>Tripletides sp</i>
107		Hydrobiosidae	<i>Atopsyche sp</i>
108		Odontoceridae	<i>Marilla sp</i>
109		Xiphocentronidae	<i>Xiphocentron sp</i>
110		Philopotamidae	<i>Chimarra sp</i>
111	Lepidoptera	Pyrilidae	<i>Limonia sp</i>
112		Crambidae	<i>Petrophila sp</i>
113	Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma sp</i>
114			<i>Molophilus sp</i>
115		Blepharoceridae	<i>Limonicola sp</i>
116		Dixidae	<i>Dixella sp</i>
117		Psychodidae	<i>Maruina sp</i>
118			<i>Clognia sp</i>
119		Ceratopogonidae	<i>Alluadomyia sp</i>
120			<i>Atrichopogon sp</i>
121			<i>Ceratopogon sp</i>
122			<i>Culicoides sp</i>
123			<i>Forcipomyia sp</i>
124			<i>Probezzia sp</i>
125			<i>Stilobezzia sp</i>
126		Simuliidae	<i>Simulium sp</i>
127		Empididae	<i>Hemerodromia sp</i>
128		Chironomidae	<i>Chironomus sp</i>
129			<i>Orthocladinae Morfo 1</i>
130			<i>Tanypodinae Morfo 1</i>
131			<i>Tanytarsus sp</i>
132		Culicidae	<i>Anopheles sp</i>
133			<i>Culex sp</i>
134			<i>Uranotaenia sp</i>
135		Psychodidae	<i>Psychoda sp</i>

Nº	ORDEN	FAMILIA	GENERO
136	Tricladida	Stratiomyidae	<i>Odontomyia sp</i>
137		Tabanidae	<i>Tabanus sp</i>
138		Plannariidae	<i>Dugesia sp</i>
139		Megapodagrion sp	<i>Megapodagrion sp</i>
140	Haplotaxida	Tubificidae	<i>Tubifex sp</i>
141		Naididae	<i>Dero sp</i>
142		Naididae	<i>Nais sp</i>
143		Naididae	<i>Pristina sp</i>
144		Tubificidae	<i>Tubificidae Morfo 1</i>
145	Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	<i>Hellobdella sp</i>
146	Gordioidea	Chordodidae	<i>Neochordodoes sp</i>
147	Basomatophora	Physidae	<i>Physa sp</i>
148		Lymnaeidae	<i>Lymnaeae sp</i>
149		Ancylidae	<i>Ferrissia sp</i>
150		Planorbiidae	<i>Gyraulus sp</i>
151			<i>Planorbidae Morfo 1</i>
152	Mesogastropoda	Hydrobiidae	<i>Aroapyrgus sp</i>
153	Acari	ND	<i>Acari</i>
154	Araneae	Araneidae	<i>Araneidae Morfo 1</i>
155		Lycosidae	<i>Lycosidae Morfo 1</i>
156		Pisauridae	<i>Pisauridae Morfo 1</i>
157	Collembola	Entomobryidae	<i>Entomobryidae Morfo 1</i>
158	Decapoda	Palaemonidae	<i>Macrobrachium sp</i>
159	Podocopida	Cyprididae	<i>Cypris sp</i>
160	Neotaenioglossa	Pleuroceridae	<i>Pleuroceridae Morfo 1</i>
161	Architaenioglossa	Ampullariidae	<i>Pomacea sp</i>
162	Dorylaimida	Dorylaimidae	<i>Dorylaimus sp</i>

Fuente: (Catálogo de la Biodiversidad de Colombia, 2016), (CINEA S.A.S, 2014)(Proinsa Ltda, 2015)

Dentro de la composición registrada se encuentra que la clase de mayor representación corresponde a la clase Insecta, dentro de la cual, los ordenes Coleoptera, Diptera y Trichoptera son aquellos con la mayor representación de morfoespecies (Tabla 5-9, Figura 5-8). Este grupo incluye 9 órdenes de insectos, los cuales son en su mayoría familias acuáticas, las cuales constituyen la fauna más representativa de lagos y ríos (Roldan-Pérez, 2008). Otro de los grupos de mayor riqueza reportada para el área de estudio es la clase Gastropoda, o denominados comúnmente como caracoles. Estos son de amplia distribución y poseen un amplio número de familias registradas para los trópicos, dentro de las cuales se encuentran Thiaridae, Ampullariidae, e Hydrobiidae(Roldan-Pérez, 2008).

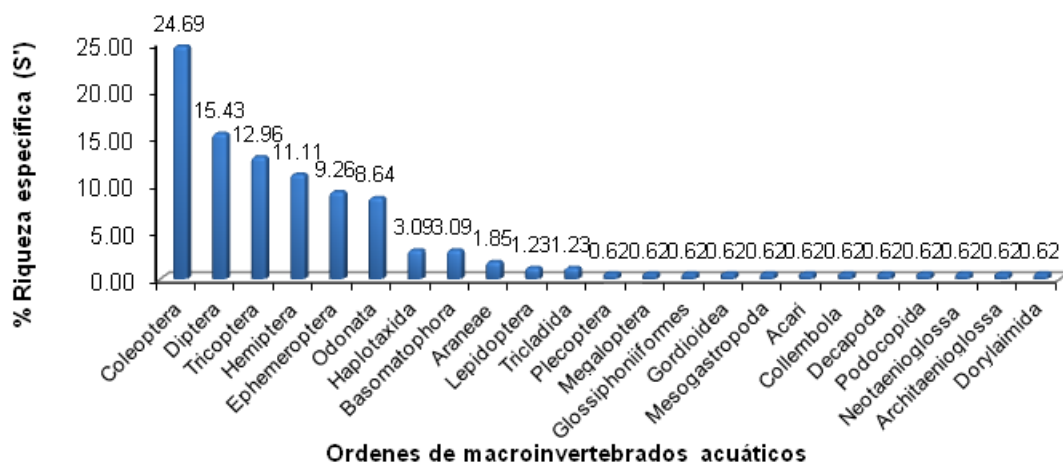
Tabla 5-9 Representación porcentual de clases, ordenes, familias y géneros de macroinvertebrados acuáticos

ORDENES	FAMILIAS	%	MORFOESPECIES	%
Coleoptera	15	17,44	40	24,69
Diptera	12	13,95	25	15,43

ORDENES	FAMILIAS	%	MORFOESPECIES	%
Trichoptera	10	11,63	21	12,96
Hemiptera	11	12,79	18	11,11
Ephemeroptera	6	6,98	15	9,26
Odonata	4	4,65	14	8,64
Haplotaixida	5	5,81	5	3,09
Basomatophora	4	4,65	5	3,09
Araneae	3	3,49	3	1,85
Lepidoptera	2	2,33	2	1,23
Tricladida	2	2,33	2	1,23
Plecoptera	1	1,16	1	0,62
Megaloptera	1	1,16	1	0,62
Glossiphoniiformes	1	1,16	1	0,62
Gordioidea	1	1,16	1	0,62
Mesogastropoda	1	1,16	1	0,62
Acari	1	1,16	1	0,62
Collembola	1	1,16	1	0,62
Decapoda	1	1,16	1	0,62
Podocopida	1	1,16	1	0,62
Neotaenioglossa	1	1,16	1	0,62
Architaenioglossa	1	1,16	1	0,62
Dorylaimida	1	1,16	1	0,62
Total	86	100	162	100

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016, 2016

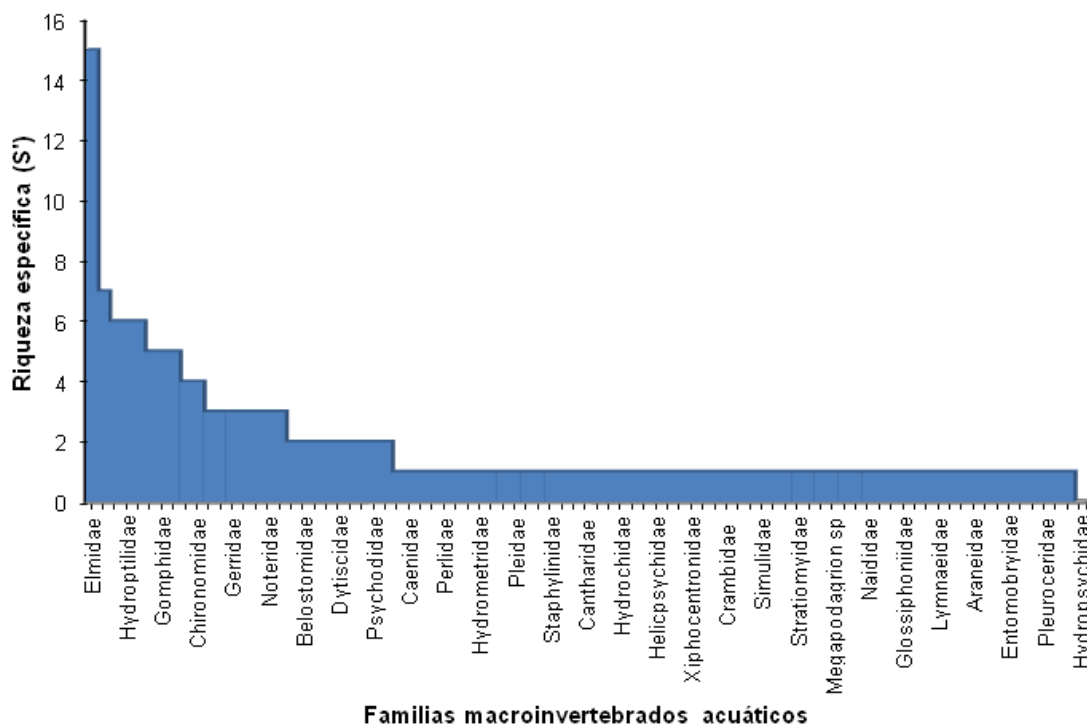
Figura 5-9 Representación porcentual de los ordenes de macroinvertebrados acuáticos reportados en el área de estudio



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016, 2016

A nivel de orden, encontramos que Coleoptera, Diptera y Trichoptera, son aquellos que tienen una mayor representación de géneros y especies (Tabla 5-9). A nivel de familias se encuentra que Elmidae (orden Coleoptera) es aquella que agrupa el mayor número de especies (15), seguida por Ceratopogonidae (7), junto con Baetidae e Hydroptilidae (6). Las demás familias registradas tuvieron riquezas de entre 1 y 5 especies (Figura 5-10).

Figura 5-10 Riqueza específica dentro de las familias de macroinvertebrados acuáticos registradas para el área de estudio



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

El orden coleóptera constituye uno de los grupos más grandes y complejos. Una de sus características es que muchas de sus especies viven en el agua, durante todo su ciclo de vida o parte de él. El orden de los Dípteros, dentro de los cuales se encuentran los comúnmente conocidos como moscas y mosquitos, suelen habitar en una amplia variedad de ambientes acuáticos. En el trópico son muy comunes las familias Tipulidae, Chironomidae y Ceratopogonidae. Por su parte, con respecto al orden Trichoptera, todas sus especies dependen del medio acuático para su desarrollo. La gran mayoría de las especies de tricópteros habitan ríos y quebradas de aguas limpias y bien oxigenadas, y es uno de los órdenes de insectos acuáticos más diversos. También hay varias especies que se encuentran en ambientes lénticos, sobre todo aquellas que portan casitas portátiles (Mackay & Wiggins, 1979). (Roldan-Pérez, 2008).

✓ *Macrófitas acuáticas*

Gran parte de las plantas acuáticas se desarrollan con mayor abundancia en los trópicos, que en las zonas templadas, dada la disponibilidad de radiación solar a lo largo del año. Por esta razón, y dado que los principales estudios en limnología se han llevado a cabo en zonas templadas, la información disponible de macrófitas en el trópico aún es escasa(Roldan-Pérez, 2008).

Específicamente, dentro del área de estudio, no se han realizado procesos investigativos detallados sobre la composición y estructura de las macrófitas acuáticas, por esta razón Con base en estos estudios realizados en la cuenca del Magdalena medio (Rangel-Ch, 2013) (CORPAMAG- Fundación Herencia Ambiental Caribe, 2011), potencialmente para el área de estudio se cuentan 44 especies, las cuales hacen parte de 13 órdenes y 23 familias (Tabla 5-10).

Tabla 5-10 Listado de géneros potenciales de Macrófitas registradas para el área de estudio

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE	MODO DE VIDA
Alismataceae	<i>Echinodorus paniculatus</i>	No se registra	Enraizada
	<i>Sagittaria guyanensis</i>	No se registra	Anclada flotante
Araceae	<i>Lemna minor</i>	Monedita	Flotante
	<i>Lemna minuta</i>	Lenteja de agua	Flotante
	<i>Pistia stratiotes</i>	No se registra	Flotante
Hydrocharitaceae	<i>Najas arguta</i>	No se registra	Sumergida
	<i>Limnobium laevigatum</i>	Buchón de la sabana	Flotante
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton sp.</i>	No se registra	Anclada flotante
	<i>Potamogeton pusillus</i>	Chira, hierba de agua	Anclada flotante
Apiaceae	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Sombrilla de agua	Anclada flotante
Menyanthaceae	<i>Nymphoides indica</i>	No se registra	Anclada flotante
Polygonaceae	<i>Polygonum acuminatum</i>	Barbasco, tabaquillo	Anclada flotante
	<i>Polygonum hydropiperoides</i>	Barbasco	Anclada flotante
Ceratophyllaceae	<i>Ceratophyllum demersum</i>	No se registra	Anclada flotante
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Buchón, lirio acuático	Flotante
	<i>Eichhornia azurea</i>	Buchón, lirio acuático	Anclada flotante
Fabaceae	<i>Neptunia oleracea</i>	Tripa de pollo	Anclada flotante
	<i>Mimosa pigra</i>	Zarza	Enraizada
Lentibulariaceae	<i>Utricularia gibba</i>	Utricularia, planta insectívora	Anclada flotante
Onagraceae	<i>Ludwigia erecta</i>	Tripa de babilla	Enraizada
	<i>Ludwigia helminthoriza</i>	Verdolaga, hierba de Chavarri	Anclada flotante
	<i>Ludwigia peploides</i>	Clavo de agua	Enraizada
	<i>Jussiaea natans</i>	Clavito	Anclada flotante

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE	MODO DE VIDA
Cabombaceae	<i>Cabomba aquatica</i>	No se registra	Anclada flotante
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea nouchali</i>	No se registra	Flotante
	<i>Nymphaea ampla</i>	No se registra	Flotante
	<i>Nymphaea</i> sp.	No se registra	Flotante
Cyperaceae	<i>Cyperus rufus</i>	Cortadera	Anclada flotante
	<i>Eleocharis elegans</i>	No se registra	Anclada emergente
Juncaceae	<i>Juncus effusus</i>	Junco	Anclada emergente
Poaceae	<i>Echinochloa colonum</i>	No se registra	Anclada emergente
	<i>Hymenachne amplexicaulis</i>	Churri-churri, canutillo	Anclada emergente
	<i>Paspalum repens</i>	Gramalote	Anclada emergente
	<i>Panicum Laxum</i>	No se registra	Anclada emergente
	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Pasto kikuyo	Anclada emergente
Typhaceae	<i>Typha angustifolia</i>	No se registra	Anclada emergente
	<i>Typha dominguensis</i>	No se registra	Anclada emergente
Azollaceae	<i>Azolla filiculoides</i>	Helecho de agua	Flotante
Salvinaceae	<i>Salvinia auriculata</i>	Oreja de ratón	Flotante
	<i>Salvinia natans</i>	No se registra	Flotante
Marsileaceae	<i>Marsilea</i> sp	No se registra	Anclada flotante
Convolvulaceae	<i>Ipomoea aquatica</i>	No se registra	Anclada emergente
	<i>Ipomoea triloba</i>	No se registra	Anclada emergente
Marantaceae	<i>Thalia geniculata</i>	Bijao, bocachica	Anclada emergente

Fuente: Rangel, Ch, 2013; CORPAMAG-Fundación Herencia Ambiental Caribe, 2008; CSV, CVS, CORPOMOJANA, CORPAMAG Y CORANTIOQUIA, MMA, 2002

De acuerdo con la composición registrada, se encuentra que el orden de las Poales, junto con las Alismatales, son aquellos con un mayor número de familias y también de especies, representando el 17,39% del total de familias; con respecto a la riqueza, Nymphales posee 27,27% y Alismatales un 21,21%, constituyendo cerca de la mitad de la riqueza total (Tabla 5-11).

Tabla 5-11 Representación porcentual de clases, ordenes, familias, géneros y especies de macrófitas probables en el área de estudio

ORDENES	FAMILIAS	%	GÉNEROS	%	ESPECIES	%
Alismatales	4	17,39	7	21,21	9	20,45
Apiales	1	4,35	1	3,03	1	2,27
Asterales	1	4,35	1	3,03	1	2,27
Caryophyllales	2	8,70	2	6,06	3	6,82
Commelinales	1	4,35	1	3,03	2	4,55
Fabales	1	4,35	2	6,06	2	4,55
Lamiales	1	4,35	1	3,03	1	2,27
Myrtales	1	4,35	2	6,06	4	9,09
Nymphaeales	2	8,70	2	6,06	4	9,09
Poales	4	17,39	9	27,27	10	22,73
Salviniales	3	13,04	3	9,09	4	9,09
Solanales	1	4,35	1	3,03	2	4,55
Zingiberales	1	4,35	1	3,03	1	2,27
TOTAL	23	100	33	100	44	100

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016, 2016

Según la CSB (2000), las especies más dominantes, son Los jacintos de agua o tapones (*Eichornia crassipes*, *E. Azurea*), el churro o gramalote (*Paspalum repens*) y el churri-churri o canutillo (*Hymenachne amplexicaullis*), pues presentaron además la mayor ocurrencia y cobertura. Con la misma ocurrencia, pero menor cobertura se encuentran las cortaderas (*Cyperus* spp), la zarza (Mimosa pigra) y la menos conspicua tripa de pollo (*Neptunia prostrata*). En menor proporción reportan lechuga de agua (*Pistia stratiotes*) con un 80% y lentejas de agua (*Lemna minor*) con el 60%. En un 65% de las ciénagas se encuentran encontraron macrófitas sumergidas, principalmente naja o agalla (*Najas arguta*).

✓ *Ictiofauna*

Para la caracterización de la composición de este componente, se consultaron las listas disponibles para las cuencas de los ríos Magdalena-Cauca, Sogamoso y Lebrija ((Jiménez-Segura, y otros, 2014). (Mojica, Galvis, Sánchez, Castellanos, & Villa, 2006) (Castellanos Morales, Marino-Zamudio, Guerrero, & Maldonado-Ocampo, 2011) (ISAGEN , 2008); Registrando un total 92 especies con distribución probable, las cuales hacen parte de nueve (7) órdenes y 30 familias. En la Tabla 5-12 se listan las especies registradas. A nivel de taxonomía, para órdenes se siguió a Nelson (1994), para familias y

subfamilias se adoptó la propuesta de Reis et al. (2003), y en estas las especies se listan en orden alfabético.

Tabla 5-12 Listado de especies de peces de distribución probable dentro del área de estudio

Nº	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
1	Myliobatiformes	Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon magdalenae</i>	Raya, Raya de río
2	Characiformes	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	Moncholo, Calabrote, Perraloca, Dentón, Dientón, Perro, Guabina, Mocho, Bululú, Ribolo
3		Ctenoluciidae	<i>Ctenolucius hujeta</i>	Agujeta, agujeto, Aguja
4		Parodontidae	<i>Parodon suborbitalis</i>	Mazorca, rollizo
5			<i>Saccodon dariensis</i>	Dormilón, Rayado, Torpedo
6		Curimatidae	<i>Curimata mivartii</i>	Vizcaina, Cachaca, Sardina
7			<i>Cyphocharax magdalenae</i>	Viejita, Madre de Bocachico, Campaniz, Capaniz, Capani, Yalúa
8		Prochilodontidae	<i>Ichtyoelephas longirostris</i>	Jetudo, Hoción, Pataló, Jetón, Moreno
9			<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico, Pescado, Chico de boca
10		Anostomidae	<i>Abramites eques</i>	Totumito, Bonito
11			<i>Leporinus muyscorum</i>	Dientón, Comilón, Comelón, Cuatro ojos, Liso cuatro ojos, Mohino, Mamaburra, Liseta
12		Gasteropelecidae	<i>Gasteropelecus maculatus</i>	Volador, Palometa, Pechugona
13		Chrenuchidae	<i>Characidium fasciatum</i>	Chupa-piedra
14		Characidae	<i>Astyanax gr. bimaculatus</i>	Sardina, Galocha
15			<i>Astyanax magdalenae</i>	Sardina
16			<i>Brycon henni</i>	Sabaleta, sardina toá, ojiraja
17			<i>Brycon moorei</i>	Sabaleta
18			<i>Bryconamericus caucanus</i>	Sardina
19			<i>Bryconamericus plutarcoi</i>	Sardina
20			<i>Creagrutus affinis</i>	Sardinita, Sardina
21			<i>Creagrutus brevipinnis</i>	Sardinita
22			<i>Creagrutus magdalenae</i>	Sardinita, Tota
23			<i>Cynopotamus magdalenae</i>	Juanviejo, Chango, Chachás, Chaschas, Mula, Cartero, Jurel de río
24			<i>Genycharax tarpon</i>	Boquiancha
25			<i>Gephyrocharax melanocheir</i>	Sardina

Nº	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
26			<i>Gephyrocharax torresi</i>	Sardina
27			<i>Hemibrycon colombianus</i>	Sardina, golosa
28			<i>Hemibrycon dentatus</i>	Sardina, Jabonero
29			<i>Hemibrycon tolimae</i>	no se registra
30			<i>Hyphessobrycon proteus</i>	Sardina
31			<i>Roebooides dayi</i>	Changuito, Chango, Juanviejo
32			<i>Saccoderma hastatus</i>	Sardina coliroja
33			<i>Salminus affinis</i>	Picuda, rayada, rubia, dorada
34			<i>Triportheus magdalenae</i>	Arenca, Tolomba, Sardina, Sardinata
35		Lebiasinidae	<i>Lebiasina chucuriensis</i>	no se registra
36			<i>Lebiasina floridablancaensis</i>	no se registra
37			<i>Piabucina pleurotaenia</i>	no se registra
38	Siluriformes	Cetopsidae	<i>Cetopsis othonops</i>	Baboso, Bobo, Ciego
39		Aspredinidae	<i>Bunocephalus colombianus</i>	Negrito
40		Trichomycteridae	<i>Trichomycterus latistriatus</i>	Capitán, capitanejo
41			<i>Trichomycterus santanderensis</i>	Capitán, capitanejo
42			<i>Trichomycterus sketi</i>	Capitán, capitanejo
43		Astroblepidae	<i>Astroblepus chotae</i>	Guachilejo, capitancito
44			<i>Astroblepus frenatus</i>	Guachilejo, capitancito
45			<i>Astroblepus grixalvii</i>	Guachilejo, capitancito
46			<i>Astroblepus homodon</i>	Guachilejo, capitancito
47			<i>Astroblepus longifilis</i>	Guachilejo, capitancito
48			<i>Astroblepus micrescens</i>	Guachilejo, capitancito
49			<i>Astroblepus trifasciatus</i>	Guachilejo, capitancito
50		Callichthyidae	<i>Hoplosternum magdalenae</i>	Chui, Curito
51		Loricariidae	<i>Ancistrus triradiatus</i>	Cucha negra, cucha barbuda
52			<i>Chaetostoma fischeri</i>	Boca de manteca, Trompilisa, Cucho
53			<i>Chaetostoma leucomelas</i>	Boca de manteca, Trompilisa, Cucho
54			<i>Dasylicaria filamentosa</i>	Raspacanoa, Cucho pitero, Zapatero, Alcalde, Cuchara
55			<i>Dolichancistrus carnegiei</i>	Cucha
56			<i>Hypostomus hondae</i>	Coroncoro, Cucho
57			<i>Lasiancistrus caucanus</i>	Corronchito, Corroncho
58			<i>Pterygoplichthys undecimalis</i>	Coroncoro negro, Rascón, Choque, Cacucho

Nº	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
59			<i>Rineloricaria magdalenae</i>	Raspacanoa, alcalde
60			<i>Spatuloricaria gymnogaster</i>	Cucho pitero, Alcalde, Zapatero
61			<i>Sturisoma aureum</i>	Palito
62			<i>Sturisoma panamense</i>	Palito, Pitero, Alcalde, Chuzo
63			<i>Sturisomatichthys leightoni</i>	Palito, Pitero, Alcalde, Chuzo
64		Pseudopimelodidae	<i>Pseudopimelodus bufonius</i>	Bagre sapo, Sapo, Pejesapo, Siete cueros, Bagre, Peje
65		Heptapteridae	<i>Cetopsorhamdia nasus</i>	Lisa
66			<i>Imparfinis nemacheir</i>	Lisa
67			<i>Pimelodella chagresi</i>	Capitanejo, Nicurito, Rengue, Casimiro, Casimiro de caño, Arrechito, Picalón
68			<i>Rhamdia quelen</i>	Guabina, Lisa, Barbudo negro, Capitán, Liso
69		Pimelodidae	<i>Pimelodus blochii</i>	Barbudo blanco, Barbul, Barbudo, Nicuro, Barbule
70			<i>Pimelodus grosskopfii</i>	Barbudo cañero, Capaz, Barbule, Barbul negro
71			<i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i>	Bagre pintado, Bagre tigre, Bagre
72			<i>Sorubim cuspicaudus</i>	Bagre blanco, Blanquillo, Gallego, Cucharo, Blanco pobre Antioqueño
73		Doradidae	<i>Centrochir crocodili</i>	Matacaimán, Cachegua
74		Auchenipteridae	<i>Ageneiosus pardalis</i>	Doncella, Niña, Gata, Fría, Señorita, Barbul, Rollera
75			<i>Trachelyopterus insignis</i>	Antena, Barbudo de piedra, Apretón, Rengue, Vieja, Chivo
76	Gymnotiformes	Gymnotidae	<i>Gymnotus ardilai</i>	Mayupa
77		Sternopygidae	<i>Eigenmannia virescens</i>	Mayupita, Ratón, Chucho, Yumbil, Caña, Pepino
78			<i>Sternopygus macrurus</i>	Mayupa, Viringo, Pez ratón, Chucho, Yumbilo, Yumbila, Yambil, Anguila, Caloche, Lamprea
79		Apteronotidae	<i>Apteronotus magdalenensis</i>	Caballo
80			<i>Apteronotus schmeieri</i>	Boca de yegua, Mayupa negra, Yegua
81	Cyprinodontiformes	Rivulidae	<i>Rivulus magdalenae</i>	Saltón
82		Poeciliidae	<i>Poecilia caucana</i>	Pipón, Piponcita
83			<i>Poecilia reticulata</i>	Gupy, Pipón

Nº	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
84			<i>Priapichthys caliensis</i>	Saltón
85	Synbranchiformes	Synbranchidae	<i>Synbranchus marmoratus</i>	Anguilla
86	Perciformes	Cichlidae	<i>Andinoacara latifrons</i>	Azuleja, Mojarra azul, Casasola
87			<i>Caquetaia kraussii</i>	Mojarrea anzuelera, Mojarra amarilla
88			<i>Caquetaia umbrifera</i>	Mojarra azul
89			<i>Geophagus steindachneri</i>	jorobada, Mula, Mojarra, Hacha, Cocheja
90			<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilapia
91		Scianidae	<i>Plagioscion magdalenae</i>	Pácora, Curvinata, Puerca, Burra, Curvina, Mojarra de mar
92			<i>Plagioscion surinamensis</i>	Curvina, Curvinata

Fuente: Dahl, 1971; López & Galvis, 2010; Maldonado-Ocampo et al. 2005; Corporación Autonoma Regional de los Valles del San Jorge y Sinú, 2006; Maldonado-Ocampo et al. 2008; CORPAMAG-Fundación Herencia del Caribe, 2008; Reis et al. 2003.(CINEA S.A.S, 2014)(Proinsa Ltda, 2015)

➤ Información primaria

El levantamiento de información primaria se llevo a cabo mediante muestreos realizados durante la época de transición entre la época seca y la época de lluvias, con periodos intermitentes de lluvias y un aumento paulatino de los cuerpos de agua, encontrándose aún algunos secos (ver tabla estaciones de muestreo). La caracterización incluyó muestreo de: Fitoplancton, zooplancton, perifiton, macroinvertebrados y peces. No se realizó muestreo de macrófitas puesto que todos los cuerpos de agua evaluados corresponden a ecosistemas lóticos.

El levantamiento de información primaria se realizó durante el mes de febrero, específicamente entre los días 19 y 29., con ocho (8) días de muestreo efectivo en 22 estaciones de muestreo. Cabe resaltar que algunas de las estaciones de muestreo definidas para el momento de la toma de muestras se encontraron secas o sin un espejo de agua suficiente para la aplicación de los métodos de colecta. A continuación se presentan los resultados obtenidos:

✓ Fitoplancton

Se define como la comunidad de microorganismos, principalmente fotosintéticos, (microalgas, cianobacterias y flagelados heterótrofos) que viven suspendidos en la columna de agua (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005); constituyen el componente principal en la productividad primaria de ecosistemas lénticos y son ampliamente empleados como indicadores de la calidad del agua debido a que su taxonomía y ecología son bien conocidos (Roldan-Pérez, 2008)

▪ **Composición y abundancia**

La comunidad fitoplanctónica presente en los cuerpos de agua objeto de estudio, se compuso de seis (6) divisiones, que son integradas por siete (7) clases, 17 ordenes, 23 familias y 35 géneros. La Tabla 5-13 resume la composición taxonómica general y la abundancia por taxón, calculada a partir de los resultados obtenidos después de analizadas las muestras para esta comunidad.

Tabla 5-13 Composición taxonómica general y abundancia del fitoplancton presentes en el área de estudio

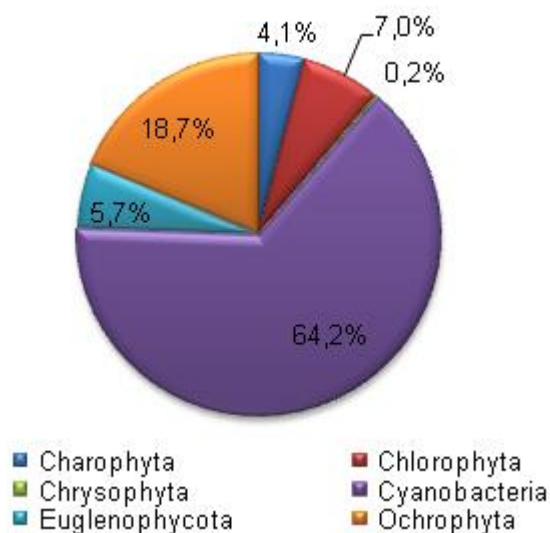
DIVISION/PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/MORFOESPECIE	Cell/mL
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiaceae	Closteriaceae	<i>Closterium</i> sp.	0,00011
			Desmidiaceae	<i>Euastrum</i> sp.	0,00002
				<i>Staurastrum</i> sp.	0,00002
				<i>Desmidium</i> sp.	0,00291
				<i>Cosmarium</i> sp.	0,00011
		Zygnematales	Mesotaeniaceae	<i>Netrium</i> sp.	0,00005
			Zygnemataceae	<i>Mougeotia</i> sp.	0,00009
				<i>Zygnema</i> sp.	0,00010
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Eudorina</i> sp.	0,00065
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Pandorina</i> sp.	0,00019
				<i>Oedogonium</i> sp.	0,00143
		Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i> sp.	0,00008
	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix</i> sp.	0,00351
Chrysophyta	Chrysophyceae	Ochromonadales	Dinobryaceae	<i>Dinobryon</i> sp.	0,00018
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Merismopedia</i> sp.	0,00223
		Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp.	0,02359
				<i>Lyngbya</i> sp.	0,00738
			Scytonemataceae	<i>Plectonema</i> sp.	0,00587
			Nostocaceae	<i>Anabaena</i> sp.	0,01437
Euglenophycota	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena</i> sp.	0,00059
				<i>Lepocinclis</i> sp.	0,00041
				<i>Phacus</i> sp.	0,00177
				<i>Strombomonas</i> sp.	0,00067
				<i>Trachelomonas</i> sp.	0,00133
Ochrophyta	Bacillariophyceae	Achnanthes	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i> sp.	0,00002
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Hantzschia</i> sp.	0,00012
				<i>Nitzschia</i> sp.	0,00215
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp.	0,00036
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp.	0,00011
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Meridion</i> sp.	0,00002
				<i>Synedra</i> sp.	0,00875
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.	0,00348

DIVISION/PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/MORFOESPECIE	Cell/mL
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp.	0,00035
			Pleurosigmataceae	<i>Gyrosigma</i> sp.	0,00014
		Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria</i> sp.	0,00004

Fuente: C.I.M.A., 2016

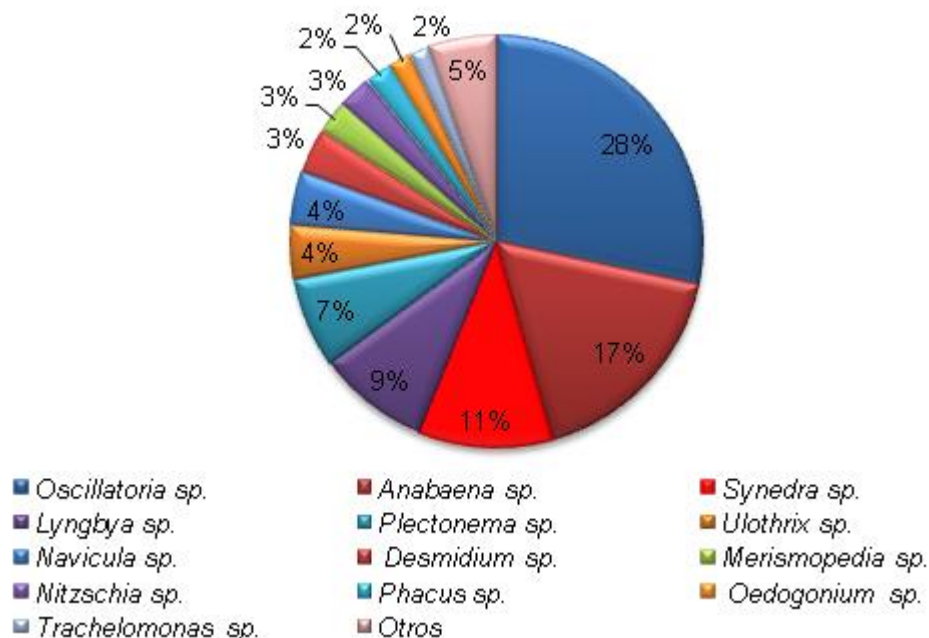
Teniendo en cuenta la Tabla 5-13 y Figura 5-11, Figura 5-12 se pudo establecer que la mayor abundancia la registró la división Cyanobacteria, de la cual hacen parte los géneros *Oscillatoria* sp. y *Anabaena* sp., cuyos taxa fueron los más abundantes en relación a lo hallado para los demás grupos fitoplanctónicos.

Figura 5-11 Abundancia porcentual general del fitoplancton por division



Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-12 Abundancia porcentual general del fitoplancton por género



Fuente: C.I.M.A., 2016

En la Tabla 5-14 se puede observar de manera detallada la composición y abundancia del fitoplancton presente en cada uno de los puntos de monitoreo, en donde se evidencia la presencia del género *Oscillatoria sp.* Fotografía 5.1) en la mayoría de ecosistemas estudiados, mientras que el género *Anabaena sp.* Fotografía 5.2), se encuentra presente únicamente en el río Sogamoso, lugar en el que se encuentra en gran abundancia en relación a los demás taxa hallados en los distintos lugares de muestreo.

Fotografía 5.1 Individuo de la especie *Oscillatoria sp.*



Fuente: C.I.M.A., 2016

Fotografía 5.2 Individuo de la especie *Anabaena sp.*



Fuente: C.I.M.A., 2016

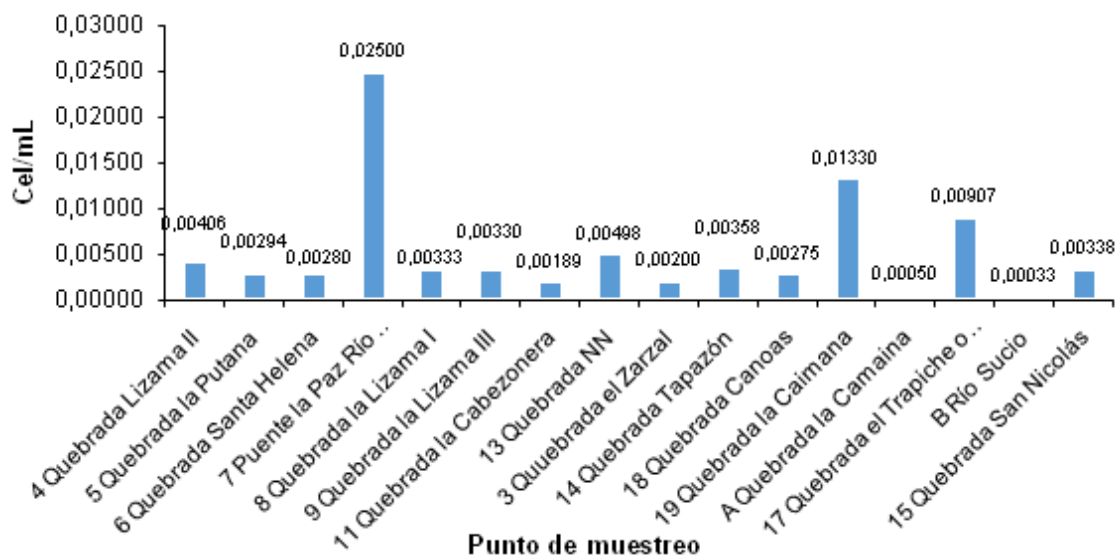
Tabla 5-14 Composición taxonómica y abundancia del fitoplancton presente en cada estación de muestreo

GÉNERO	4 Quebra da Lizama II	5 Quebra da la Putana	6 Quebra da Santa Helena	7 Puente la Paz Río Sogam oso	8 Quebra da la Lizama I	9 Quebra da la Lizama III	11 Quebrad a la Cabezon era	13 Quebra da NN	3 Quebr ada el Zarzal	14 Quebra da Tapazó n	18 Quebra da Canoa s	19 Quebra da la Caima na	A Quebra da la Camai na	17 Quebra da el Trapi che o la Sonda	B Río Sucio	15 Quebra da San Nicolá s
<i>Closterium</i> sp.	0,0000 2	0	0,0000 2	0	0	0	0	0	0	0,0000 22	0	0,0000 2	0,0000 2	0	0	0
<i>Euastrum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0,0000 2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Staurastrum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0,0000 2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Desmidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0029 1	0	0	0	0
<i>Cosmarium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0,00004	0	0	0,0000 22	0	0,0000 4	0	0	0	0
<i>Netrium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0,0000 2	0	0	0	0,0000 2	0	0	0	0
<i>Mougeotia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000 9	0	0	0	0
<i>Zygnema</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0001 0	0	0	0
<i>Eudorina</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00065	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pandorina</i> sp.	0	0	0	0	0,0001 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oedogonium</i> sp.	0	0	0	0	0,0003 6	0	0	0	0	0	0	0,0005 7	0	0,0005 0	0	0
<i>Scenedesmus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000 8
<i>Ulothrix</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0035 1	0	0
<i>Dinobryon</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0001 78	0	0	0	0	0	0
<i>Merismopedia</i> sp.	0	0	0,0022 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oscillatoria</i> sp.	0,0033 1	0,002	0,0004 7	0,00266	0,0020 6	0,0008 7	0,00165	0,0011 6	0,00125	0,0023 59	0,0015 6	0,0029 1	0	0,0004 1	0	0,0009 2
<i>Lyngbya</i> sp.	0	0,0008 4	0	0	0	0,002	0	0	0	0	0,0009 5	0	0	0,0035 9	0	0
<i>Plectonema</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0058 7	0	0	0	0
<i>Anabaena</i> sp.	0	0	0	0,01437	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

GÉNERO	4 Quebra da Lizama II	5 Quebra da la Putana	6 Quebra da Santa Helena	7 Puente la Paz Río Sogam oso	8 Quebra da la Lizama I	9 Quebra da la Lizama III	11 Quebrad a la Cabezon era	13 Quebra da NN	3 Quebr ada el Zarzal	14 Quebra da Tapazó n	18 Quebra da Canoa s	19 Quebra da la Caima na	A Quebra da la Camai na	17 Quebra da el Trapic he o la Sonda	B Río Sucio	15 Quebra da San Nicolá s
<i>Euglena</i> sp.	0	0	0	0	0,0001 1	0	0	0	0	0,0004 01	0	0,0000 2	0	0	0	0,0000 6
<i>Lepocinclis</i> sp.	0,0000 4	0	0	0	0,0000 6	0	0	0	0	0,0000 67	0	0,0000 2	0	0	0	0,0002 2
<i>Phacus</i> sp.	0,0002 7	0	0,0000 4	0	0,0004	0	0	0,0003 2	0	0,0003 34	0,0000 2	0,0000 2	0	0	0	0,0003 6
<i>Strombomona</i> s sp.	0,0000 6	0	0	0	0,0000 2	0	0,00004	0,0000 7	0,00004	0,0000 45	0	0	0	0,0001 3	0	0,0002 6
<i>Trachelomona</i> s sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000 2	0	0	0,0013 1
<i>Cocconeis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000 2	0	0
<i>Hantzschia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0001 2	0	0	0
<i>Nitzschia</i> sp.	0,0001 5	0,0000 2	0	0,00009	0	0,0002 1	0,00009	0,0013 9	0,00004	0	0,0000 6	0,0000 2	0,0000 4	0,0000 2	0	0,0000 2
<i>Cymbella</i> sp.	0,0000 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0001 4	0,0001 9	0	0
<i>Eunotia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000 2	0,0000 7	0,0000 2	0	0	0
<i>Meridion</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000 2	0	0	0	0
<i>Synedra</i> sp.	0,0000 2	0,0000 4	0	0,00788	0	0	0,00007	0	0	0	0	0,0000 7	0	0,0003 7	0,000 31	0
<i>Navicula</i> sp.	0,0001 3	0,0000 4	0,0000 2	0	0,0001 1	0,0001 1	0	0,0017 6	0	0,0000 89	0,0001 0	0,0006 2	0,0000 2	0,0003 2	0,000 02	0,0001 4
<i>Pinnularia</i> sp.	0	0	0,0000 2	0	0,0000 2	0	0	0,0002 2	0,00002	0,0000 22	0,0000 4	0	0	0	0	0
<i>Gyrosigma</i> sp.	0,0000 4	0	0	0	0	0,0001 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tabellaria</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000 45	0	0	0	0	0	0

Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-13 Abundancia del fitoplancton presente por estación de muestreo dentro del área de estudio



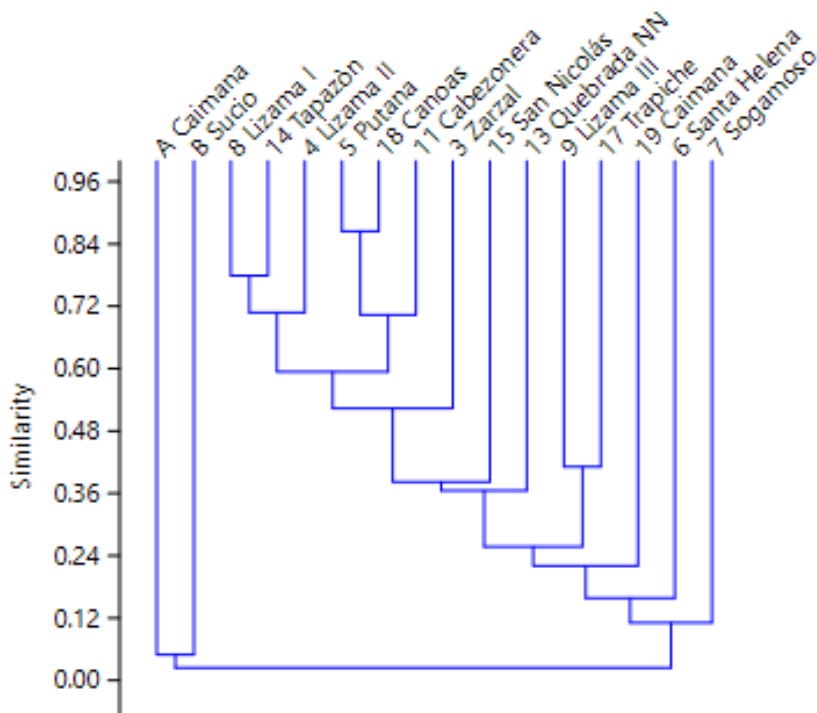
Fuente: C.I.M.A., 2016

El índice de similitud de Bray - Curtis toma en cuenta tanto el número de especies como el número de individuos de cada especie presente en una muestra, que al multiplicarlo por 100, arroja valores porcentuales de similitud entre las muestras. De acuerdo al análisis de similitud Bray - Curtis aplicado a todos los ecosistemas acuáticos tenidos en cuenta en este estudio (Figura 5-14), se evidenció que la quebrada Putana y quebrada Canoas, así como, la quebrada Lizama I y quebrada Tapazón, presentan la agrupación más gruesa al estar por encima del 0,7 (70%), mientras que todas las demás agrupaciones formadas con cada una de los puntos de muestreo son débiles al estar por debajo del 70%, debido a la disimilitud de los ecosistemas al compartir un número de taxa bajo, producto de las características físicas, químicas, geológicas y morfométricas, así como, por la presencia de diferentes microhábitats presentes en cada uno de los puntos de muestreo, entre otras tantas causas de su diferencia a nivel de comunidades hidrobiológicas presentes.

De acuerdo a los resultados obtenidos del índice de Shannon (Figura 5-15), el valor más alto de diversidad se encontró en la estación quebrada Caimana, seguido de la quebrada San Nicolás. Por su parte, los demás puntos de monitoreo, presentaron valores bajos, correspondiente a la baja riqueza y abundancia registrada para estos puntos.

Por otra parte, se observa que el río Sucio, presenta la mayor dominancia de especies (Figura 5-14), debido a la gran diferencia de abundancia entre los dos taxa reportados para esta estación de muestreo, mientras que en contraste, la quebrada Caimana, presentó la menor dominancia de especies en este estudio, lo cual se ve reflejado en la relación entre riqueza y abundancia de especies, representada por la equidad de Pielou (Figura 5-17), pudiéndose establecer que las comunidades evaluadas en esta estación de muestreo está uniformemente representadas en cuanto a sus valores de densidad poblacional.

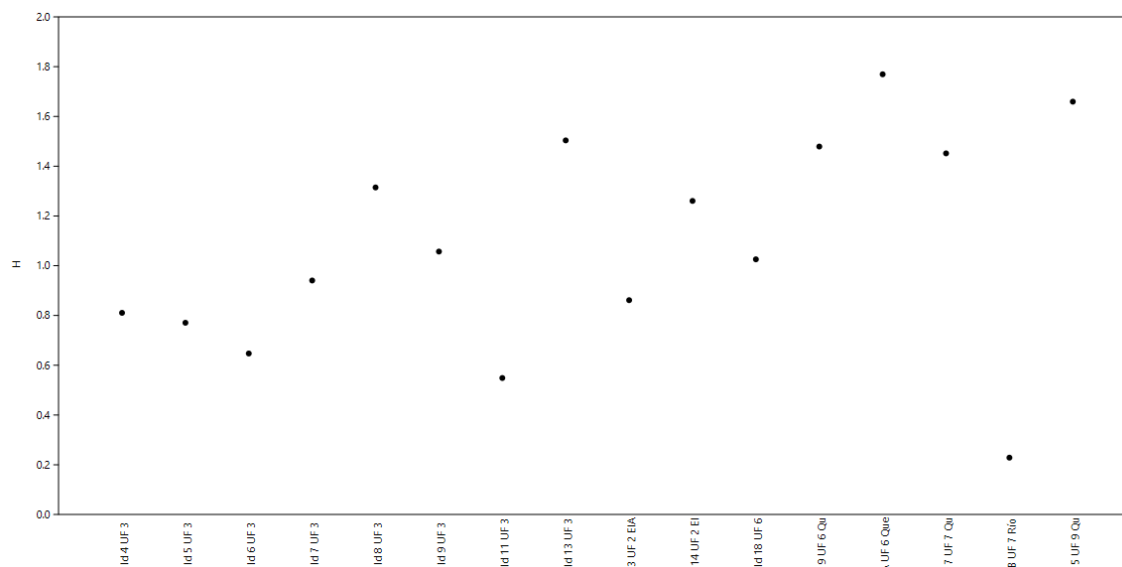
Figura 5-14 Análisis de similitud de Bray - Curtis aplicado al fitoplancton presente en los cuerpos de agua asociados al EIA



Fuente: C.I.M.A., 2016

De acuerdo a los resultados obtenidos del índice de Shannon (Figura 5-15), el valor más alto de diversidad se encontró en la estación quebrada Caimana, seguido de la quebrada San Nicolás. Por su parte, los demás puntos de monitoreo, presentaron valores menores, correspondiente a la baja riqueza y abundancia registrada para estos puntos, resaltando que se tuvieron en cuenta los intervalos de confianza al 95%, los cuales no presentaron un rango visible en las gráficas presentadas.

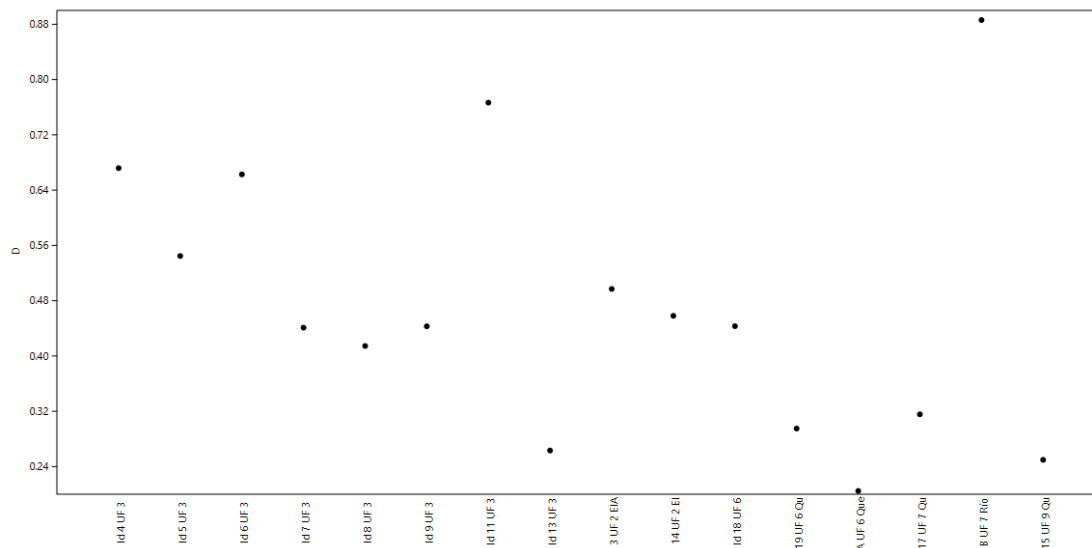
Figura 5-15 Índice de Shannon – Wiener aplicado a la comunidad fitoplanctónica de cada uno de los cuerpos de agua asociados al EIA



Fuente: C.I.M.A., 2016

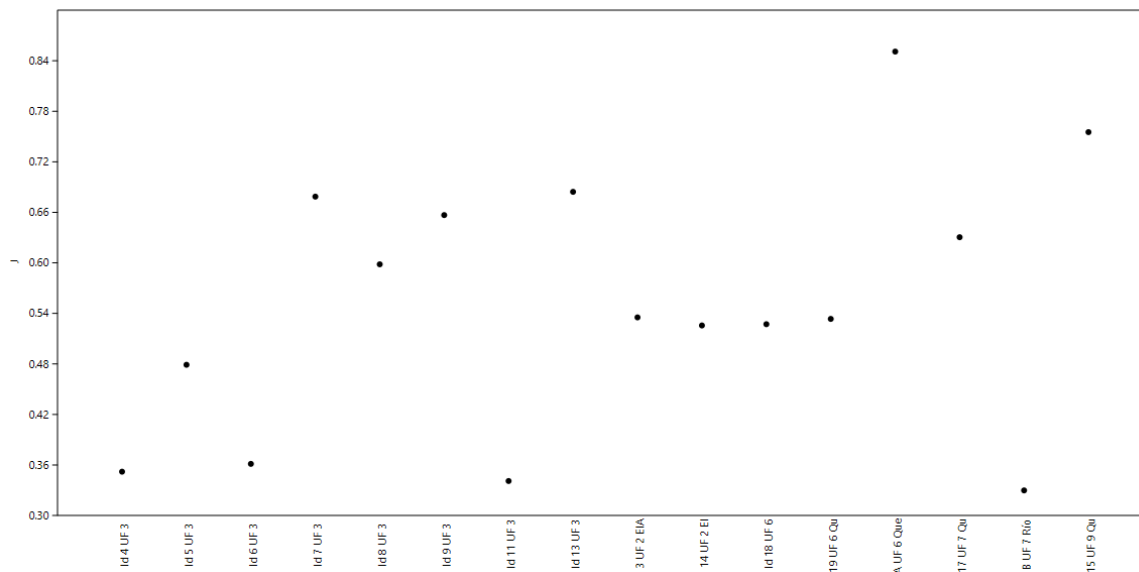
Por otra parte, se observa que el río Sucio, presenta la mayor dominancia de especies (Figura 5-16), debido a la gran diferencia de abundancia entre los dos taxa reportados para esta estación de muestreo; en contraste, la quebrada Caimana, presentó la menor dominancia de especies en este estudio, lo cual se ve reflejado en la relación entre riqueza y abundancia de especies, representada por la equidad de Pielou (Figura 5-17), pudiéndose establecer que las comunidades evaluadas en esta estación de muestreo está uniformemente representadas en cuanto a sus valores de densidad poblacional.

Figura 5-16 Índice de Dominancia de especies aplicado a la comunidad fitoplanctónica de cada uno de los cuerpos de agua asociados al EIA



Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-17 Índice de equidad de Pielou aplicado a la comunidad fitoplanctónica por estación de muestreo



Fuente: C.I.M.A., 2016

Los representantes del género *Oscillatoria* sp. Se encuentran en sedimentos y aguas con conductividades altas, a la vez que, son indicadoras de eutrofia y mesotrofia tolerantes a pesticidas (Pinilla, 2000) Igualmente se presentan en aguas con contaminacion intensa a moderada, en aguas estancadas y eutrofizadas (Strebele & Krauter, 1987) y pueden reproducirse en gran cantidad, aveces de color rojizos (Ramirez, 2000).

Entre los grupos de fitoplancton presente se encuentran las microalgas conocidas comúnmente como cianofíceas, las cuales son comunes en ambientes eutróficos con pH ácido (Pinilla, 2000). La estructura de esta división fue determinada por la identificación de varios géneros y morfoespecies, entre los cuales se encuentran: **Eunotia** (indicador de aguas moderadamente contaminadas), **Pinnularia** (indicador de mesotrofia), **Nitzschia** (bioindicador de aguas con contaminación leve a intensa, exhibe preferencia a zonas de remanso y aguas estancadas) y **Navicula** entre otros (aguas con presencia de contaminación) (Pinilla, 2000; Pinilla, 1998; Ramírez, 2000; Streble y Krauter, 1987).

Por otra parte, las clorófitas, reportó el género **Scenedesmus** (bioindicador de ecosistemas pantanosos con pH bajo, con concentraciones elevadas de hierro) (Streble y Krauter, 1987; Pinilla, 1998; Pinilla, 2000; Ramírez, 2000). Es pertinente mencionar que el género **Scenedesmus** se caracteriza por ser muy resistente al sulfato de cobre, dominar cuando las concentraciones de fósforo son altas y producir sustancias que inhiben el crecimiento de otras algas. La abundancia de estas algas disminuye a medida que se desarrollan las algas verde azules pues estas últimas limitan la disponibilidad de hierro, elemento importante para las especies del género en cuestión. Si en el medio existen grandes cantidades de fósforo estas algas verdes lo acumulan rápidamente, concentración que luego disminuye a medida que se multiplican las células (Ramírez, 2000).

Por su parte, la división Charophyta, estuvo conformada por vario géneros, entre los que sobresale una morfoespecie, la cual fue identificada como **Cosmarium**, microalga característica de aguas someras poco mineralizadas, acidas y turbias, se puede presentar en aguas limpias, al igual que en sistemas contaminados (aguas turbias con valores significativos de sedimentos y conductividad), (Pinilla, 1998; Pinilla, 2000; Ramírez, 2000). Es oportuno aclarar que anteriormente este género hacía parte la división Chlorophyta, pero según la nueva clasificación taxonómica adoptada por Algaebase, este grupo es considerado una división aparte de la Chlorophyta debido a diferencias morfológicas, ya que presentan gametangios con cubiertas pluricelulares y ostentan enormes vacuolas en sus células (Luque *et al.* 2010).

La composición del fitoplancton presenta variaciones entre las estaciones monitoreadas, en general, dichos ensambles registran la presencia de organismos con un amplio espectro de sensibilidad o tolerancia frente a procesos de descomposición, lo cual está relacionado con una presencia de materia orgánica en estos sistemas, sin que esto implique altos niveles de contaminación. Es válido inferir en términos generales que la comunidad fitoplanctónica observada en los cuerpos de agua loticos registró microalgas representantes de las divisiones Ochrophyta, Charophyta, Chlorophyta y el phylum Cyanobacteria, señalando ecosistemas con una relación alta nitrógeno – fósforo, en los cuales se presenta mezcla, ambientes propicios para que se lleve a cabo un proceso de sucesión planctónica dominado por microalgas generalistas (Pinilla, 2000; Ramírez, 2000).

✓ Zooplancton

Hace referencia a los organismos microscópicos de origen animal (protozoarios, rotíferos y microcrustáceos -cladóceros y copépodos-) que viven en la columna de agua, los cuales juegan un papel importante en la productividad secundaria de los cuerpos de agua. La diversidad y abundancia del zooplancton es significativamente menor que la del fitoplancton en ecosistemas naturales (Roldan & Ramirez, 1992)

De acuerdo a la Tabla 5-15, Figura 5-18 y Figura 5-19 se estableció que el phylum más abundante corresponde al Protozoa, debido a la representación principal por parte del género *Arcella* sp que resgistro la mayor abundancia.

Tabla 5-15 Composición taxonómica general y abundancia del zooplancton presente en los cuerpos de agua superficial

DIVISION/PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/MORFOESPECIE	Ind/mL
Arthropoda	Branchiopoda	-	-	Branchiopoda	0,00002
	Maxillopoda	-	-	Larva Nauplio	0,00032
		Cyclopoida	-	Cyclopoida	0,00004
Ciliophora	Ciliata	Hypotrichida	Euplotidae	<i>Euplotes</i> sp.	0,00002
		Peritrichida	Vorticellidae	<i>Zoothamnium</i> sp.	0,00040
Nematoda	-	-	-	Nematoda	0,00002
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i> sp.	0,00238
			Centropyxidae	<i>Centropyxis</i> sp.	0,00008
			Diffugiidae	<i>Diffugia</i> sp.	0,00021
			Plagiopyxidae	<i>Bullinularia</i> sp.	0,00056
Rotifera	Monogonta	Flosculariaceae	Filiniidae	<i>Filinia</i> sp.	0,00007
		Ploima	Brachionidae	<i>Anuraeopsis</i> sp.	0,00013
				<i>Brachionus</i> sp.	0,00002
				<i>Keratella</i> sp.	0,00002
			Lecanidae	<i>Lecane</i> sp.	0,00041
			Notommatidae	<i>Cephalodella</i> sp.	0,00006
			Trichocercidae	<i>Trichocerca</i> sp.	0,00013

Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-18 Abundancia porcentual general del zooplancton por división presente en los cuerpos de agua superficial asociados al EIA

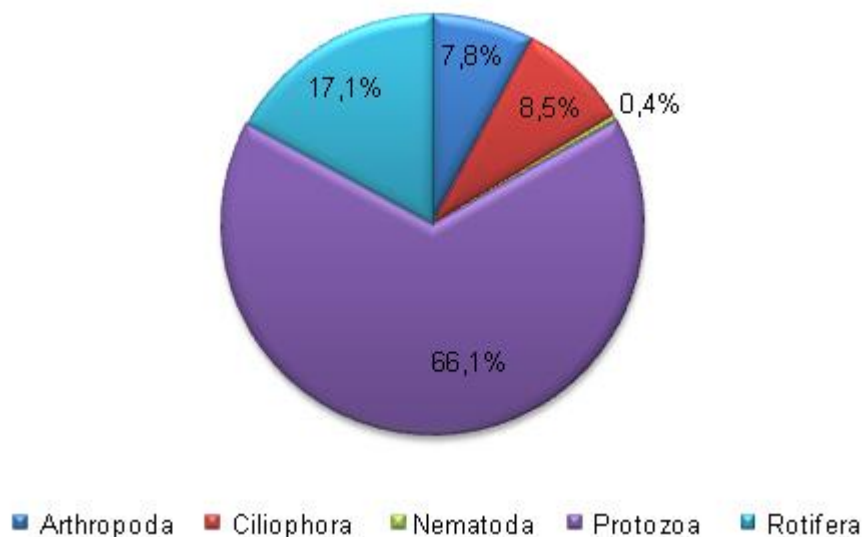
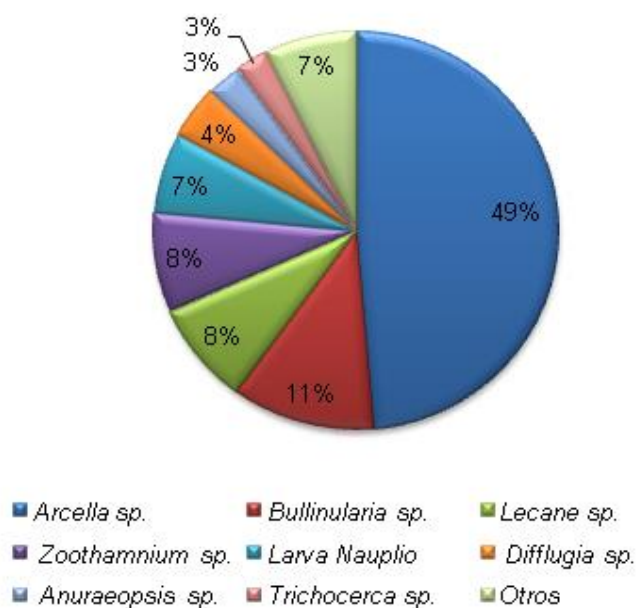


Figura 5-19 Abundancia porcentual general del zooplancton por género presente en los cuerpos de agua superficial asociados al EIA



Fuente: C.I.M.A., 2016

En la Tabla 5-16 se puede observar de manera detallada la composición y abundancia del zooplancton presente en cada uno de los puntos de monitoreo, en donde se evidencia la presencia del género *Arcella sp.* en ocho (8) de los 16 ecosistemas estudiados, resaltando que la mayor abundancia registrada para este género se dio en la quebrada NN de la unidad funcional 3 – 4.

Tabla 5-16 Composición y abundancia del zooplancton presente en cada estación de muestreo

MORFOTIPO	4 Quebrada Lizama II	5 Quebrada la Putana	6 Quebrada Santa Helena	7 Puente la Paz Río Sogamoso	8 Quebrada la Lizama I	9 Quebrada la Lizama III	11 Quebrada la Cabezonera	13 Quebrada NN	3 Quebrada el Zarzal	14 Quebrada Tapazón	18 Quebrada Canoas	19 Quebrada la Caimana	A Quebrada la Camaina	17 Quebrada el Trapiche o la Sonda	B Río Sucio	15 Quebrada San Nicolás
Branchiopoda	0	0	0	0	0	0	0	0,00000 0	0	0,00002	0	0	0	0	0	0
Larva Nauplio	0	0	0,00002	0	0	0	0	0,00013	0	0,00004	0,00008	0	0	0	0,000 02	0,00002
Cyclopoida	0	0	0	0	0	0	0	0,00002	0	0	0	0	0	0,00002	0	0
Euplotes sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00002
Zoothamnium sp.	0	0	0	0	0,00004	0	0	0,00007	0	0	0,00029	0	0	0	0	0
Nematoda	0	0	0	0	0	0	0	0,00002	0	0	0	0	0	0	0	0
Arcella sp.	0,000 02	0	0,00002	0	0,00004	0	0	0,00202	0,00006	0,00011	0,00002	0	0	0	0	0,00008
Centropyxis sp.	0	0	0	0	0,00002	0	0	0,00002	0	0	0	0	0	0,00002	0	0,00002
Diffugia sp.	0	0	0	0	0,00004	0	0	0,00004	0	0	0,00004	0,00002	0,00007	0	0	0
Bullinularia sp.	0	0	0,00019	0	0	0	0	0,00022	0	0,00004	0	0,00002	0	0,00004	0	0,00004
Filinia sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00002	0,00004	0	0	0	0	0	0
Anuraeopsis sp.	0	0	0	0	0,00002	0	0	0	0	0,00009	0,00002	0	0	0	0	0
Brachionus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00002	0	0	0	0	0	0
Keratella sp.	0	0	0	0,00002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lecane sp.	0,000 02	0	0,00002	0	0	0	0	0,00017	0	0,00007	0,00006	0	0	0,00004	0	0,00002
Cephalodella sp.	0	0	0	0	0	0	0	0,00002	0	0	0	0	0	0	0	0,00004
Trichocerca sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00007	0	0	0	0	0	0,00006

Fuente: C.I.M.A., 2016

Esta comunidad en general evidenció valores limitados de abundancia y riqueza, condición debida probablemente por las características específicas de este grupo de microorganismos, los cuales se caracterizan por ser poco diversos en ecosistemas de aguas continentales de naturaleza lotica, ya que este tipo de cuerpos de agua presentan un flujo continuo de agua con una velocidad de la corriente específica, característica que dificultan el establecimiento de este tipo de microorganismos debido a que viven suspendidos en la columna de agua (Román, 1991; Morales-Ramírez, 2001).

Los protozoos fueron el grupo más importante al estar distribuidos en la mayoría de estaciones evaluadas. Para este grupo se presentaron abundancias altas como la registrada por *Arcella* sp. Su composición fue determinada por la identificación de cuatro (4) géneros (***Arcella*, *Centropyxis*, *Diffugia* y *Bullinaria*** (Fotografía 5.3, Fotografía 5.4.), (Heliozoa), estos organismos abundan en ambientes donde se están llevando a cabo procesos de nitrificación (Streble *et. al.*, 1987). Estos procesos se pueden registrar en ambientes acuáticos naturales con concentraciones de oxígeno disuelto mayores de 0,3 mg/L, condición que cumplen los sistemas acuáticos ubicados en la zona de estudio. No obstante, es común observar que el proceso de nitrificación es limitado en ambientes acuáticos con una alta concentración de material orgánico húmico disuelto y un pH alcalino o neutral (Fuentes & Massol-Deyá, 2002).

Fotografía 5.3 Individuo de la especie *Arcella* sp



Fuente: C.I.M.A., 2016

Fotografía 5.4 Individuo de la especie *Bullinaria* sp



Fuente: C.I.M.A., 2016

Adicionalmente, el registro de rotíferos puede estar relacionado con sus características oportunistas (especies estrategas, adaptadas a rápido crecimiento poblacional durante estaciones favorables cortas) y a su capacidad para aprovechar recursos alimenticios de baja calidad nutricional como detritos orgánicos (Mangas & García, 1991), (Jaramillo-Londoño & Aguirre-Ramírez, 2012). Otro factor que contribuye al éxito de los rotíferos limnéticos es su plasticidad para adaptarse a diferentes fuentes alimenticias; esta característica, sumada a la baja presión de predación, por su pequeño tamaño, le proporcionan ventajas competitivas sobre los otros grupos zooplanctónicos (Jaramillo y Aguirre, 2012). Este grupo se reportó en la mayoría de estaciones evaluadas.

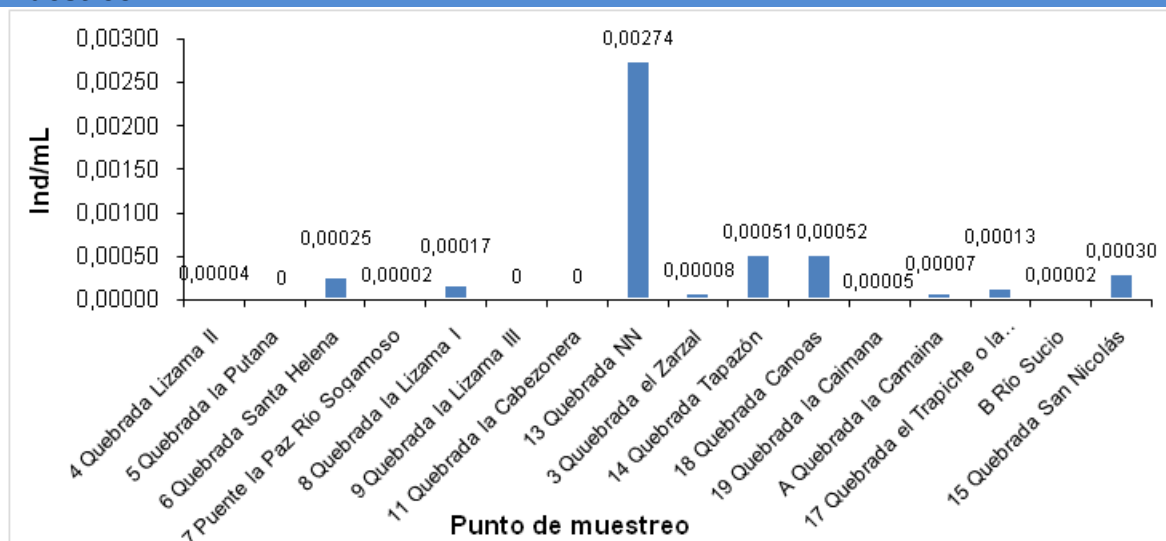
Referente al phylum Nemata, este grupo se registró de manera única sobre la quebrada NN (PM-13). La composición fue debida a la identificación de la *Morfoespecie 1*, el cual sugiere la presencia de materia orgánica en descomposición (Pinilla, 2000).

La composición de la comunidad zooplanctónica para el presente proyecto no exhibió una estructura homogénea, característica evidenciada en los valores reportados de abundancia y riqueza para cada punto de monitoreo, los cuales no fueron constantes. La variación señalada con anterioridad está correlacionada con la baja representatividad estimada, con bajos valores de densidad y variedad taxonómica.

Los factores que influyen sobre la densidad del zooplancton son análogos a los que influyen sobre el fitoplancton, y se constituyen básicamente por diferencias en el flujo de la corriente, desempeñando también un papel secundario otros factores como la turbiedad, la concentración de oxígeno disuelto y la conductividad (FAO, 1992). No obstante, los microorganismos encontrados en términos generales, ostentan relevancia ecológica en el reciclaje de nutrientes.

Teniendo en cuenta la abundancia de individuos por mililitro del fitoplancton en cada uno de los puntos de muestreo (Figura 5-20), se puede observar que la quebrada NN (PM-13), presentó la mayor abundancia de zooplancton en general, debido a la gran abundancia presentada por el género *Arcella* sp, mientras que los demás ecosistemas evaluados, presentaron una abundancia mucho menor. Se aclara que las abundancias del zooplancton están relacionadas con el caudal, debido a que conforme aumenta el caudal, disminuye la abundancia del ensamble zooplanctónico, ya que este grupo no posee elementos de locomoción y por tanto no ofrece resistencia a la columna de agua.

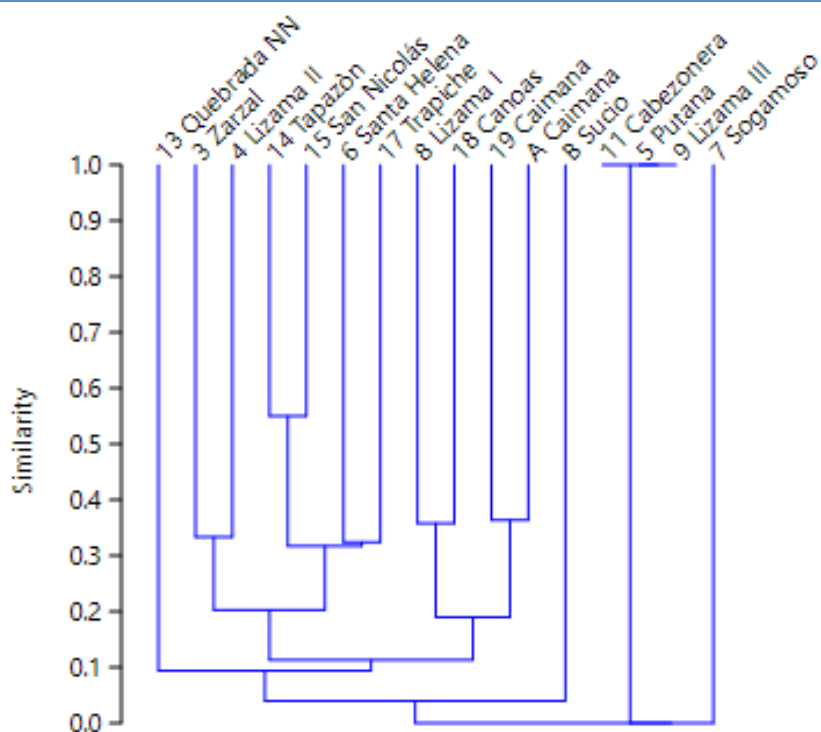
Figura 5-20 Abundancia del zooplancton presente en cada uno de las estaciones de muestreo



Fuente: C.I.M.A., 2016

Mediante el análisis de clasificación de Bray-Curtis (Figura 5-21), se evidenció que los cuerpos de agua que exhibieron la mayor similitud corresponden a los tres (3) ecosistemas que no presentaron registro de organismos, mientras que todas las demás agrupaciones formadas con cada una de los puntos de muestreo son débiles al estar por debajo del 70%, debido a la disimilitud de los ecosistemas al compartir un número de taxa bajo, producto de las características físicas, químicas, geológicas y morfométricas, así como, por la presencia de diferentes microhábitats presentes en cada uno de los puntos de muestreo, entre otras tantas causas de su diferencia a nivel de comunidades hidrobiológicas presentes.

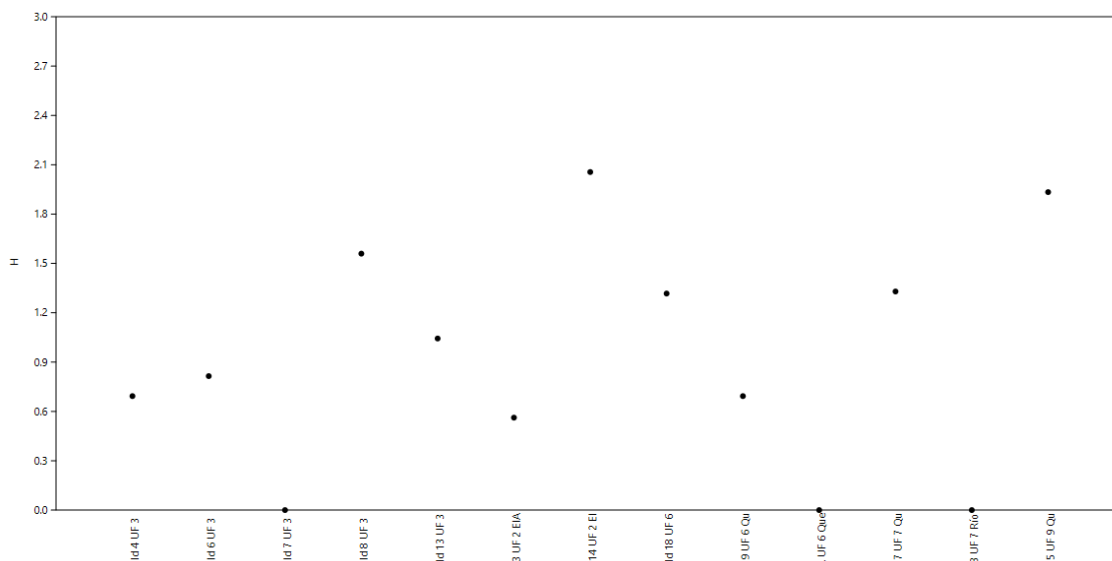
Figura 5-21 Análisis de similitud de Bray - Curtis aplicado al zooplancton por estación de muestreo



Fuente: C.I.M.A., 2016

De acuerdo con los resultados obtenidos del índice de Shannon (Figura 5-21), el valor más alto de diversidad se encontró en la quebrada Tapazón, seguido de la quebrada San Nicolás. Por su parte, los demás puntos de monitoreo, presentaron valores bajos, correspondiente a la baja riqueza y abundancia registrada para estos puntos: quebrada Lizama, quebrada Tapazón, quebrada Caimana, quebrada el Trapiche y quebrada San Nicolás.

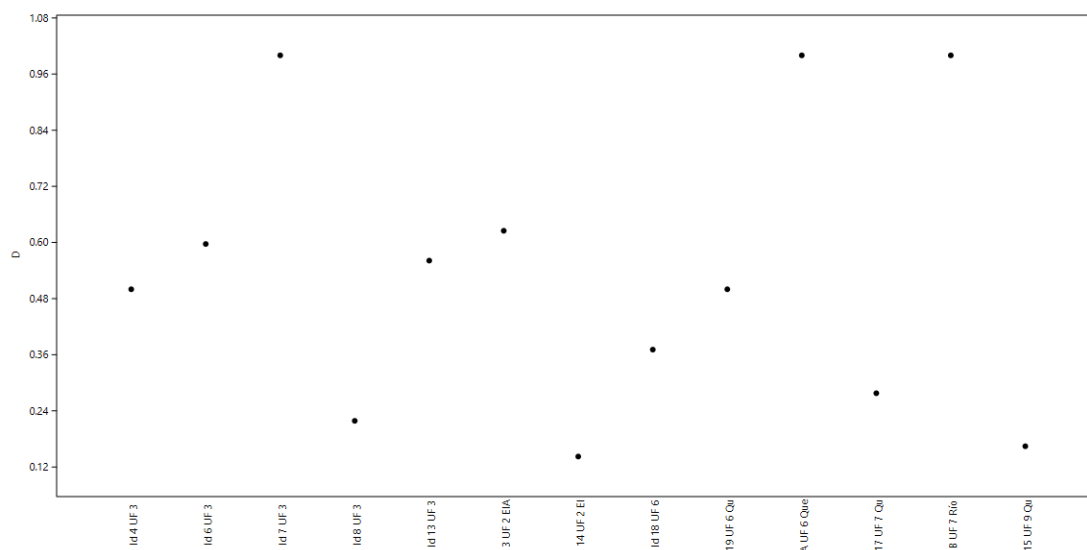
Figura 5-22 Índice deShannon – Wiener aplicado a la comunidad zooplanctónica de cada uno de los cuerpos de agua asociados al EIA



Fuente: C.I.M.A., 2016

Por otra parte, se observa que los cuerpos de agua que registraron un (1) solo género, presentan la mayor dominancia de especies con un 1 o 100% (Figura 5-23), por su parte, los demás cuerpos de agua, presentan una dominancia de especies media al no sobrepasar el umbral de 6 unidades.

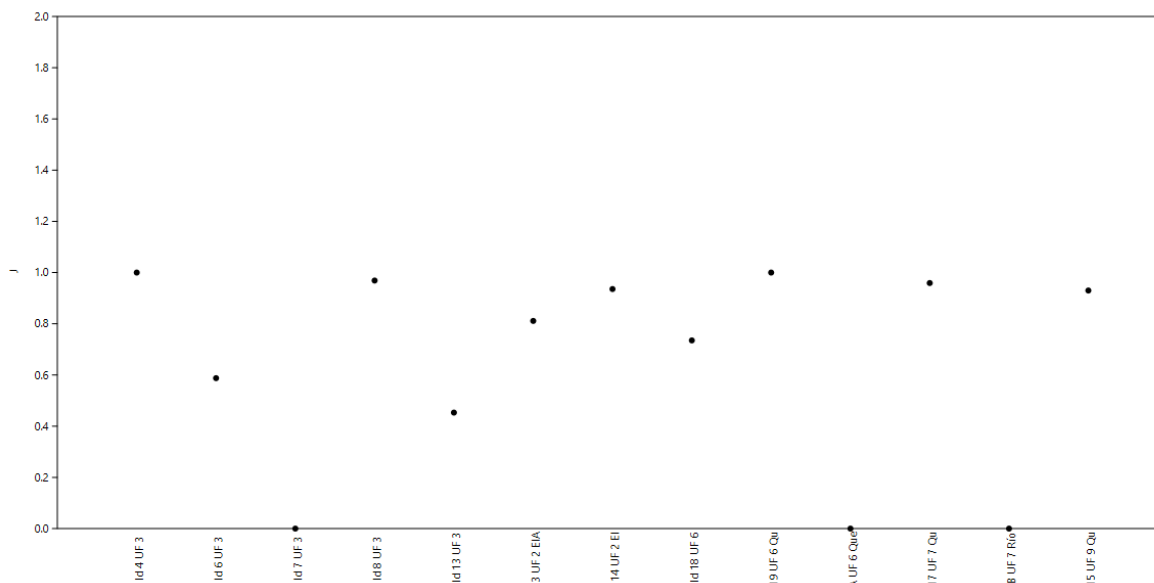
Figura 5-23 Índice de Dominancia de especies aplicado a la comunidad zooplanctónica de cada uno de los cuerpos de agua asociados al EIA



Fuente: C.I.M.A., 2016

Finalmente, la riqueza y abundancia de especies, representada por la equidad de Pielou (Figura 5-24), fue alta en siete (7) de las 16 estaciones de muestreo, pudiéndose establecer que las comunidades evaluadas están uniformemente representadas en cuanto a sus valores de densidad poblacional, en lo que

Figura 5-24 Índice de equidad de Pielou aplicado a la comunidad zooplanctónica de cada uno de los cuerpos de agua asociados al EIA



Fuente: C.I.M.A., 2016

Esta comunidad en general evidenció valores bajos de abundancia y riqueza, condición debida probablemente por las características específicas de este grupo de microorganismos, los cuales se caracterizan por ser poco diversos en ecosistemas de aguas continentales de naturaleza lotica, ya que este tipo de cuerpos de agua presentan un flujo continuo de agua con una velocidad de la corriente específica, característica que dificultan el establecimiento de este tipo de microorganismos debido a que viven suspendidos en la columna de agua (Roman, 1991).

Los protozoos fueron el grupo más importante al estar distribuidos en la mayoría de estaciones evaluadas. Para este grupo se presentaron abundancias altas como la registrada por *Arcella* sp. Su composición fue determinada por la identificación de cuatro (4) géneros (***Arcella*, *Centropyxis*, *Diffugia* y *Bullinaria***), (Heliozoa), estos organismos abundan en ambientes donde se están llevando a cabo procesos de nitrificación (Streble *et. al.*, 1987). Estos procesos se pueden registrar en ambientes acuáticos naturales con concentraciones de oxígeno disuelto mayores de 0,3 mg/L, condición que cumplen los sistemas acuáticos ubicados en la zona de estudio. No obstante, es común observar que el proceso de nitrificación es limitado en ambientes acuáticos con una alta concentración de material orgánico húmico disuelto y un pH alcalino o neutral (Fuentes y Massol-Deyá, 2002).

Adicionalmente, el registro de rotíferos puede estar relacionado con sus características oportunistas (especies estrategas, adaptadas a rápido crecimiento poblacional durante estaciones favorables cortas) y a su capacidad para aprovechar recursos alimenticios de baja calidad nutricional como detritos orgánicos (Mangas & García 1991, Jaramillo y Aguirre, 2012). Otro factor que contribuye al éxito de los rotíferos limnéticos es su plasticidad para adaptarse a diferentes fuentes alimenticias; esta característica, sumada a la baja presión de predación, por su pequeño tamaño, le proporcionan ventajas competitivas sobre los otros grupos zooplanctónicos (Jaramillo y Aguirre, 2012). Este grupo se reportó en la mayoría de estaciones evaluadas.

La composición de la comunidad zooplanctónica para el presente proyecto no exhibió una estructura homogénea entre todos los puntos de muestreo, característica evidenciada en los valores reportados de abundancia y riqueza para cada punto de monitoreo, los cuales no fueron constantes en cada punto. La variación señalada con anterioridad está correlacionada con la baja representatividad estimada en la mayoría de estaciones de muestreo, con bajos valores de densidad y variedad taxonómica.

Los factores que influyen sobre la densidad del zooplancton son análogos a los que influyen sobre el fitoplancton, y se constituyen básicamente por diferencias en el flujo de la corriente, desempeñando también un papel secundario otros factores como la turbiedad, la concentración de oxígeno disuelto y la conductividad (FAO, 1992). No obstante, los microorganismos encontrados en términos generales, ostentan relevancia ecológica en el reciclaje de nutrientes.

✓ *Perifiton*

Comunidad de microorganismos constituida por, algas, hongos, bacterias y protozoarios que se desarrollan sobre superficies sumergidas, tales como rocas, troncos, sedimentos, hojas y macrófitas (Romani, 2011). Desempeñan un papel fundamental en la dinámica de los ecosistemas acuáticos, como son la productividad primaria del sistema y el reciclaje de nutrientes. Son ampliamente empleados como indicadores de la calidad del agua ya que reflejan las alteraciones físicas, químicas y/o biológicas de los ecosistemas en los que se desarrollan (Pérez, Pineda, & Medina, 2007).

La comunidad perifítica se compuso de las divisiones Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria y Ochrophyta, integradas por cinco (5) clases, nueve (9) órdenes, 13 familias y 16 géneros. La Tabla 5-17 resume la composición taxonómica general y la abundancia por taxón, calculada a partir de los resultados obtenidos después de analizadas las muestras para esta comunidad.

Tabla 5-17 Composición taxonómica general y abundancia del perifiton presente en los cuerpos de agua superficial asociados al EIA

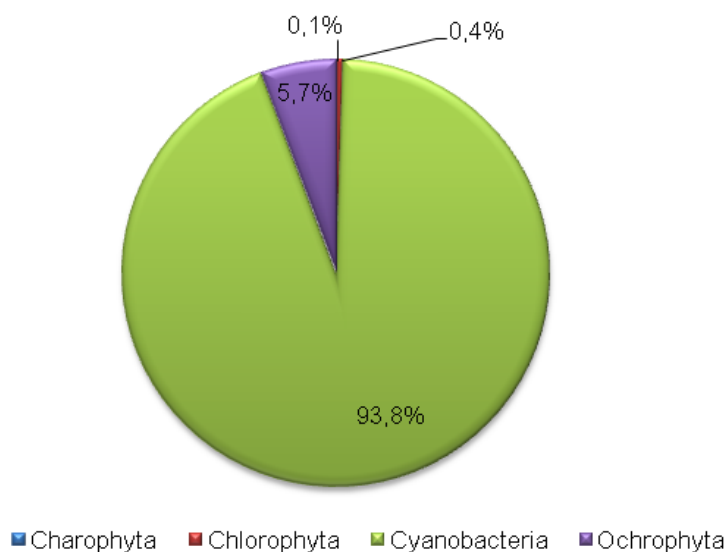
DIVISION/PHY- YLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/MORFOESPECIE	Cell/cm ²
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i> sp.	2400,00
				<i>Staurastrum</i> sp.	133,33
		Zygnematale	Zygnemataceae	<i>Mougeotia</i> sp.	266,67

DIVISION/PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/MORFOESPECIE	Cell/cm ²
		s			
Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix</i> sp.	9266,67
	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	<i>Pediastrum tetras</i>	1066,67
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya</i> sp.	638866,67
				<i>Oscillatoria</i> sp.	1692963,33
			Scytonemataceae	<i>Tolypothrix</i> sp.	109200,00
Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp.	6400,00
			Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp.	18000,00
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp.	1533,33
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i> sp.	28266,67
				<i>Synedra</i> sp.	200,00
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.	88133,33
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp.	2466,67
			Pleurosigmataceae	<i>Gyrosigma</i> sp.	2800,00

Fuente: C.I.M.A., 2016

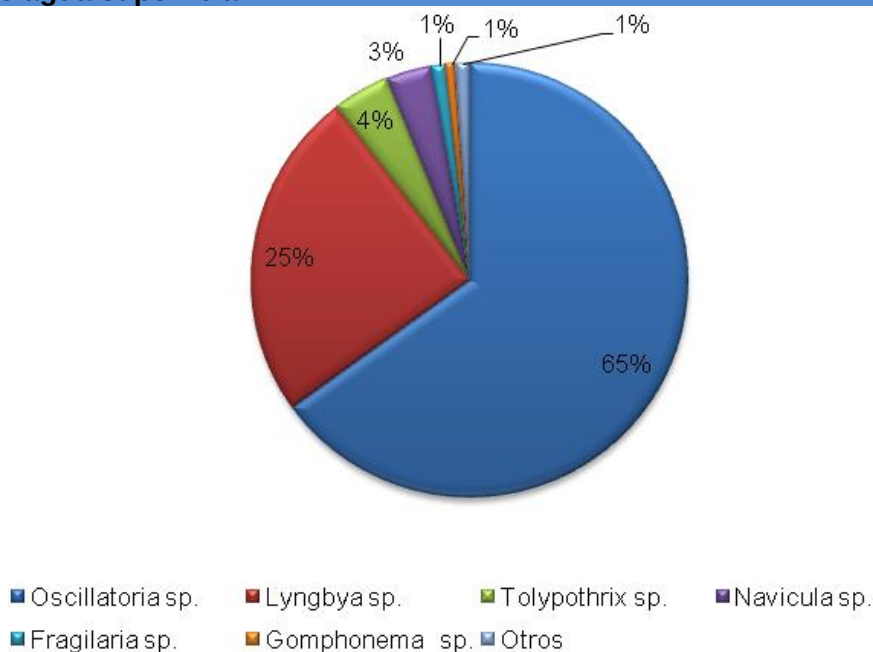
Al tener en cuenta la Tabla 5-17 y Figura 5-25, se puede observar que igual que en la comunidad fitoplanctónica, la mayor abundancia la registró la división Cyanobacteria, de la cual hacen parte los géneros *Oscillatoria* sp. y *Lyngbya* sp, cuyos taxa fueron los más abundantes en relación a lo hallado para los demás grupos perifíticos.

Figura 5-25 Abundancia porcentual general del perifiton por división presente en los cuerpos de agua superficial



Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-26 Abundancia porcentual general del perifiton por género presente en los cuerpos de agua superficial



Fuente: C.I.M.A., 2016

En la Tabla 5-18 se puede observar de manera detallada la composición y abundancia del perifiton presente en cada uno de los puntos de monitoreo, en donde se evidencia la presencia del género *Oscillatoria* sp. en la totalidad de ecosistemas estudiados, mientras que el género *Lyngbya* sp., se encuentra presente únicamente en la quebrada Santa Helena y quebrada Caimana, lugares en los que se encuentra con gran abundancia en relación a los demás taxa hallados en los distintos lugares de muestreo.

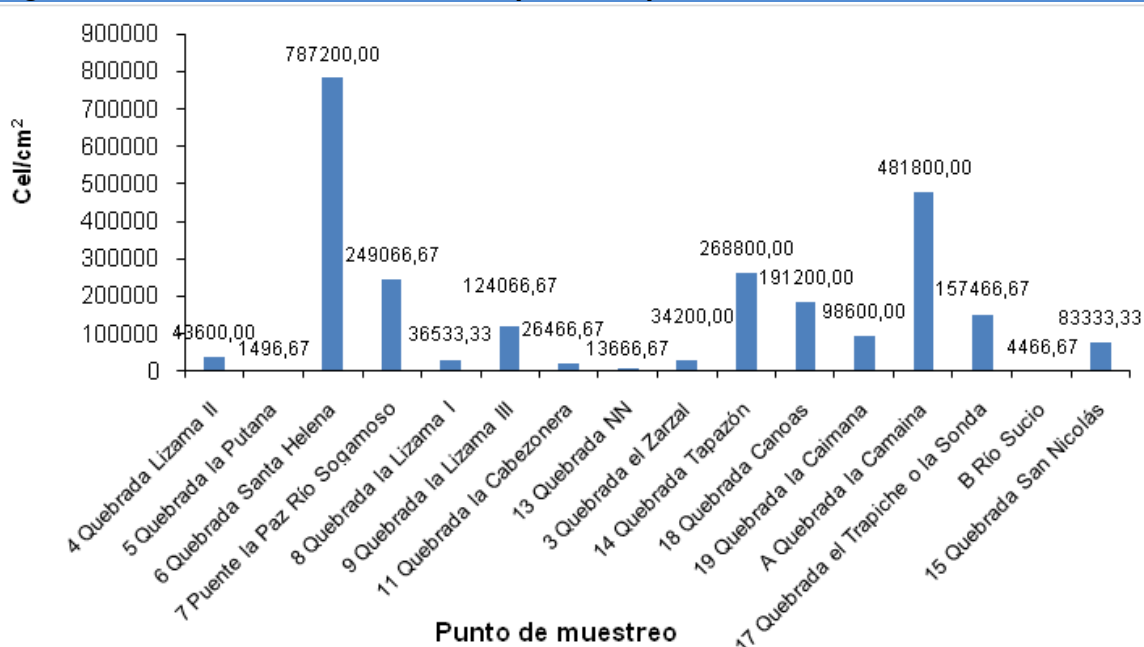
Tabla 5-18 Composición y abundancia del perifiton presente en cada uno de los cuerpos de agua asociados al EIA

GÉNERO	4 Quebrada Lizama II	5 Quebrada la Putana	6 Quebrada Santa Helena	7 Puente la Paz Río Sogamoso	8 Quebrada la Lizama I	9 Quebrada la Lizama III	11 Quebrada la Cabezona	13 Quebrada NN	3 Quebrada el Zarzal	14 Quebrada Tapazón	18 Quebrada Canoas	19 Quebrada la Caimana	A Quebrada la Caimana	17 Quebrada el Trapiche o la Sonda	B Río Sucio	15 Quebrada San Nicolás
<i>Cosmarium</i> sp.	0	0	133,33	933,33	0	0	933,33	266,67	0	0	133,33	0	0	0	0	0
<i>Staurastrum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	133,33	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mougeotia</i> sp.	0	0	0	266,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ulothrix</i> sp.	0	0	0	9266,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pediastrum tetras</i>	0	0	0	0	0	0	1066,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lyngbya</i> sp.	0	0	292400,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	346466,67	0	0	0
<i>Oscillatoria</i> sp.	37800,00	1496,67	464133,33	207266,67	36000,00	98333,33	19533,33	4466,67	33733,33	264800,00	186533,33	93600,00	11733,33	153666,67	1800,00	78066,67
<i>Tolypothrix</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109200,00	0	0	0
<i>Cymbella</i> sp.	0	0	133,33	133,33	0	0	466,67	0	0	0	133,33	600,00	1800,00	2133,33	1000,00	0
<i>Gomphonema</i> sp.	0	0	0	0	0	16266,67	66,67	400,00	0	0	0	0	600,00	200,00	266,67	200,00
<i>Eunotia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133,33	1400,00	0	0	0
<i>Fragilaria</i> sp.	0	0	0	28266,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Synedra</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200,00	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula</i> sp.	5533,33	0	28666,67	2933,33	533,33	8466,67	4400,00	7933,33	466,67	2866,67	3933,33	4066,67	10600,00	1466,67	1400,00	4866,67
<i>Pinnularia</i> sp.	0	0	200,00	0	0	0	0	466,67	0	933,33	466,67	200,00	0	0	0	200,00
<i>Gyrosigma</i> sp.	266,67	0	1533,33	0	0	1000,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: C.I.M.A., 2016

Teniendo en cuenta la abundancia de individuos por centímetro cuadrado del perifiton presente en cada uno de los ecosistemas acuáticos estudiados (Figura 5-27), se puede observar que la mayor representación de este grupo hidrobiológico se dio en la Quebrada Santa Helena, seguido de la quebrada Caimana, mientras que los demás cuerpos de agua para esta comunidad presentan abundancias menores en relación a las reportadas para estos dos (2) cuerpos de agua. Se resalta que las abundancias del perifiton están relacionadas con la heterogeneidad de sustratos presentes en cada punto de muestreo, debido a que conforme aumentan los sustratos, así mismo aumenta la abundancia del ensamble perifítico, ya que este grupo se desarrolla sobre superficies sólidas sumergidas.

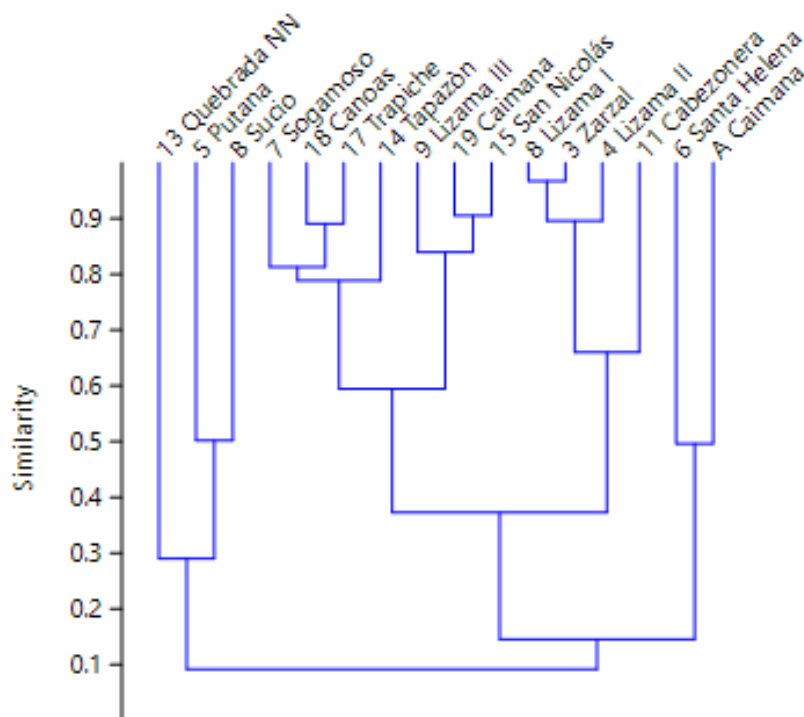
Figura 5-27 Abundancia del Perifiton presente por estación de muestreo



Fuente: C.I.M.A., 2016

.De acuerdo al análisis de similitud Bray - Curtis aplicado a todos los ecosistemas acuáticos tenidos en cuenta en este estudio (

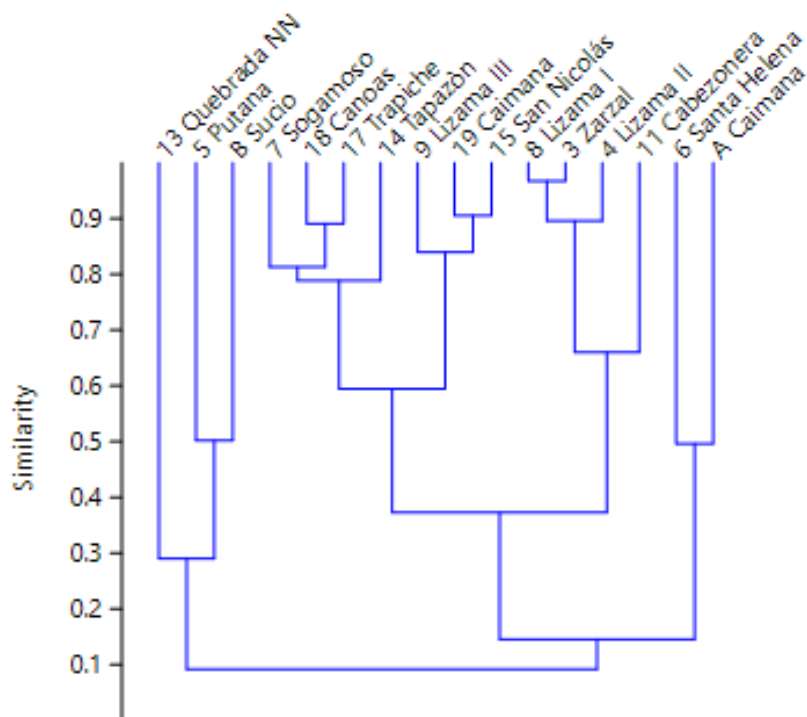
Figura 5-28 Análisis de similitud de Bray - Curtis aplicado al perifiton presente en las estaciones de muestreo



Fuente: C.I.M.A., 2016

Se evidenció que la quebrada Lizama, quebrada el Zarzal, quebrada San Nicolás, quebrada Caimana, quebrada el Trapiche, quebrada Canoas, quebrada Tapazón y río Sucio, presentan agrupaciones gruesas al estar por encima del 0,7 (70%), mientras que todas las demás agrupaciones formadas con cada una de los puntos de muestreo restantes, son débiles al estar por debajo del 70%, debido a la disimilitud de los ecosistemas al compartir un número de taxa bajo, producto de las características físicas, químicas, geológicas y morfométricas, así como, por la presencia de diferentes microhábitats presentes en cada uno de los puntos de muestreo, entre otras tantas causas de su diferencia a nivel de comunidades hidrobiológicas presentes.

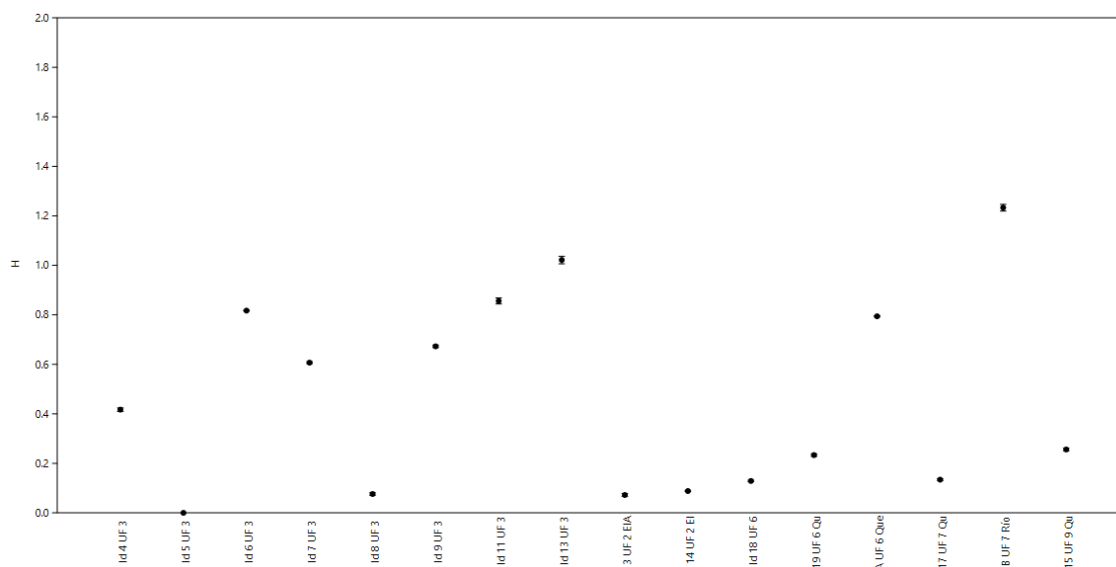
Figura 5-28 Análisis de similitud de Bray - Curtis aplicado al perifiton presente en las estaciones de muestreo



Fuente: C.I.M.A., 2016

De acuerdo a los resultados obtenidos del índice de Shannon (Figura 5-29), el valor más alto de diversidad se encontró en la estación río Sucio, seguido de la quebrada NN de la unidad funcional 3 - 4. Por su parte, los demás puntos de monitoreo, presentaron valores bajos, correspondiente a la baja riqueza y abundancia registrada para estos puntos. Se resalta que ninguna de las estaciones de muestreo son similares entre sí debido a que los intervalos de confianza al 95% no son amplios en cada punto de muestreo.

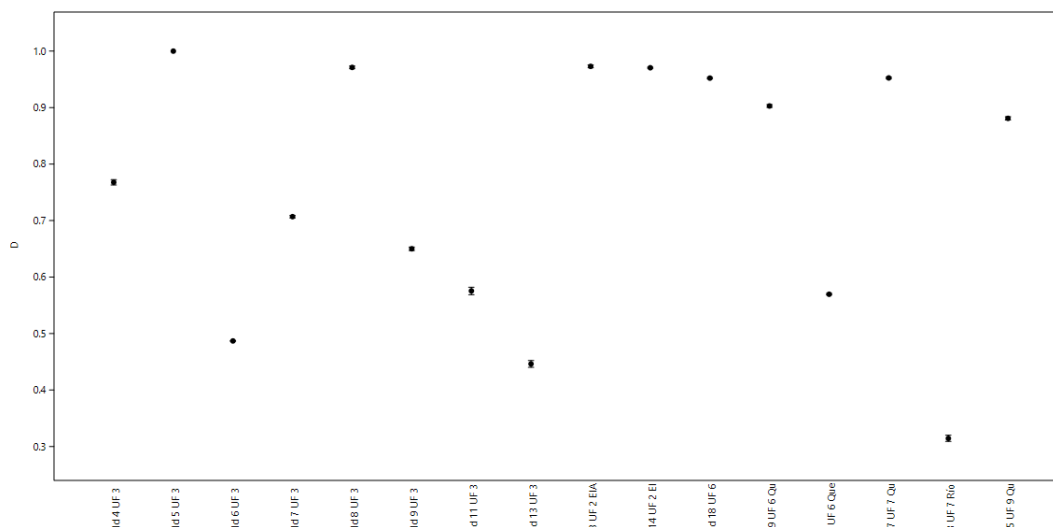
Figura 5-29 Índice deShannon – Wiener aplicado a la comunidad perifítica de cada uno de las estaciones de muestreo



Fuente: C.I.M.A., 2016

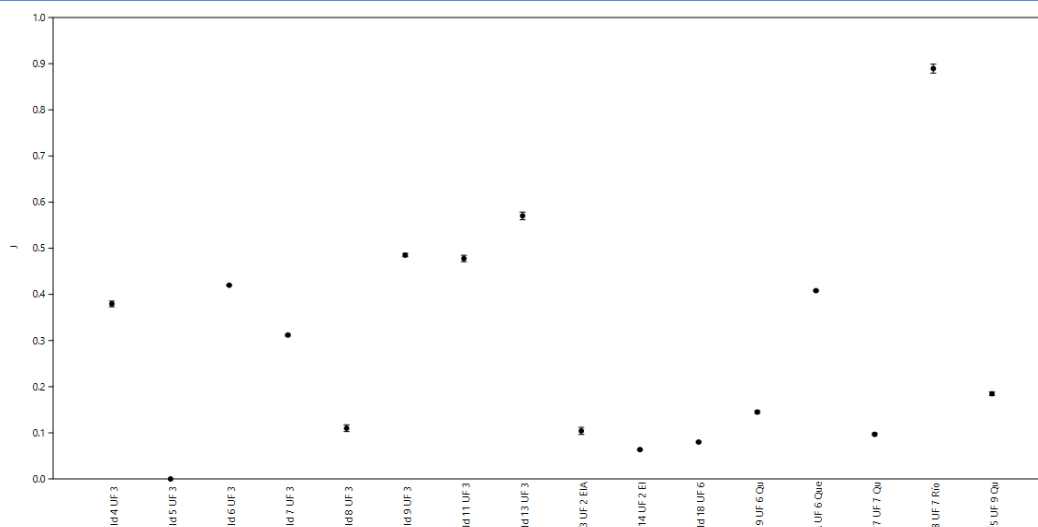
Por otra parte, se observa que más de la mitad de puntos de muestreo, presentan una alta dominancia de especies (Figura 5-30), debido a la gran diferencia de abundancia entre los taxa reportados para cada estación de muestreo, mientras que en contraste, sobresale el río Sucio, al presentar la menor dominancia de especies en este estudio, lo cual se ve reflejado en la relación entre riqueza y abundancia de especies, representada por la equidad de Pielou (Figura 5-31), pudiéndose establecer que las comunidades evaluadas en esta estación de muestreo están uniformemente representadas en cuanto a sus valores de densidad poblacional.

Figura 5-30 Índice de Dominancia de especies aplicado a la comunidad perifítica de cada uno de las estaciones de muestreo



Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-31 Índice de equidad de Pielou aplicado a la comunidad perifítica de cada uno de las estaciones de muestreo



Fuente: C.I.M.A., 2016

Al igual que en la comunidad fitoplanctónica, se resalta que los representantes del género *Oscillatoria* sp. se encuentran en sedimentos y aguas con conductividades altas, a la vez que, son indicadoras de eutrofia y mesotrofia tolerantes a pesticidas (Pinilla, 2000), igualmente se presentan en aguas con contaminación intensa a moderada, en aguas estancadas y eutrofizadas (Streble y Krauter, 1987) y pueden reproducirse en gran cantidad, a veces de color rojizos (Ramírez, 2000). También es de resaltar que las especies de *Lyngbya* sp., el otro de los taxa más abundantes, se presentan en aguas

estancadas y eutrofizadas (Streble y Krauter, 1987), así como, muestran la estratificación, la sucesión avanzada, la presencia de sedimentos, de conductividad alta y de eutrofia (Pinilla, 2000). Adicionalmente son comunes en cuerpos de agua con flujo mínimo y contaminación leve a intensa en aguas tropicales (Pinilla, 2000; Ramírez, 2000).

Por otra parte, la división Ochrophyta estuvo conformada por ocho (8) géneros, de los cuales los más representativos en términos de frecuencia de registro y abundancia fueron, **Navicula** (indicador de aguas meso a eutróficas), género que registra abundancias altas (Pinilla, 1998; Pinilla, 2000; Ramírez, 2000; Streble y Krauter, 1987). **Eunotia** (Fotografía 5.5); aguas bajas en calcio, magnesio, con pH menor a 7, sedimentos y conductividad significativa), **Synedra** (bioindicador de ambientes mesotrofos, influenciados por materia organica y sedimento), **Pinnularia** (aguas con contaminación leve a moderada). Se reportó la presencia de **Gomphonema** (Presente en aguas con sedimentos y conductividad alta). Por último, es oportuno mencionar que el ensamblaje perifítico registró también **Gyrosigma** (genero de cuerpos de agua con turbulencia) y presencia de contaminación moderada) (Streble y Krauter, 1987).

Fotografía 5.5 Ejemplar de *Eunotia* sp. encontrada en las muestras hidrobiológicas



Fuente: C.I.M.A., 2016

Fotografía 5.6 Ejemplar de *Lyngbya* sp. encontrada en las muestras hidrobiológicas



Fuente: C.I.M.A., 2016

El predominio por parte de la división Ochrophyta, grupo conocido comúnmente como “diatomeas”, es debido a que este tipo de microalgas se encuentran ampliamente diversificadas tanto en ecosistemas de aguas dulces como ecosistemas salobres y marinos. Este grupo de microalgas poseen uno o dos cloroplastos lobulados o muchos discoides de colores que varían desde el pardo dorado, en las formas planctónicas, hasta el pardo oscuro en las formas sésiles. En general, las diatomeas penales son más abundantes en aguas dulces que las centrales. Los individuos de este grupo se caracterizan por presentar diversas adaptaciones a los sistemas loticos (estructuras para adherirse al sustrato) y por desarrollarse en ambientes pobres en nutrientes. Así mismo,

poseen altas tasas reproductivas que les permite compensar las pérdidas por la deriva constante de los organismos en aguas corrientes (Pinilla, 1998).

Por su parte, la división Charophyta registró el género **Cosmarium**. A nivel de bioindicación *Cosmarium* es una microalga que se encuentra comúnmente en ecosistemas pantanosos de pH ácidos o bajos, altas concentraciones de sedimentos y algunos metales (Pinilla, 2000; Ramírez, 200).

En términos generales, esta división constituye un grupo muy amplio y variado, donde se encuentran algas unicelulares, coloniales y/o filamentosas, se desarrollan bajo una gran variedad de condiciones por lo que muchas de ellas se han considerado indicadoras de contaminación. Muchas de sus formas se desarrollan adheridas a superficies rígidas y sumergidas, como hojas, troncos o piedras (Pinilla, 1998). Los individuos de la división se caracterizan por desarrollarse en sistemas loticos con alta disponibilidad de oxígeno y luz (Pinilla, 1998).

✓ *Macroinvertebrados acuáticos*

Hace referencia al grupo de organismos que tienen tamaños superiores a los 0,5 mm de longitud. Dentro de esta categoría se encuentran los poríferos, hidrozooos, turbelarios, oligoquetos, hirudíneos, insectos, arácnidos, crustáceos y moluscos (Roldán & Ramírez, 1992). Estos organismos viven sobre el fondo de lagos y ríos, enterrados en el lecho, sobre rocas y troncos sumergidos, adheridos a vegetación flotante o enraizada, algunos nadan libremente dentro del agua o sobre la superficie (González del Tánago & García de Jalón, 1995)

Los macroinvertebrados acuáticos han sido ampliamente empleados como indicadores biológicos de la calidad del agua, ya que funcionan como una importante herramienta para el muestreo de los recursos hídricos. Esto se debe a que dichos organismos ocupan un hábitat a cuyas exigencias ambientales están adaptados, por lo tanto cualquier cambio en las condiciones ambientales se reflejará en las estructuras de las comunidades que allí habitan, razón por la cual son fundamentales en el entendimiento de la estructura trófica y del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos (Lampert & Sommer, 2007)

En la composición general de la comunidad bentónica presente en los cuerpos de agua objeto de estudio (Tabla 5-19), se presentaron organismos pertenecientes a los phylla Annelida, Arthropoda y Mollusca, integradas por cinco (5) clases, 13 ordenes, 47 familias y 63 morfotipos.

Tabla 5-19 Composición taxonómica general y abundancia de macroinvertebrados acuáticos.

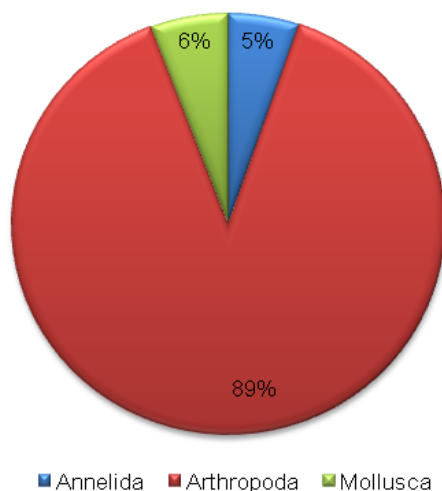
DIVISIÓN/PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/MORFOESPECIE	Ind/m ²
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae	Tubificidae	95,56
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	<i>Pachydus</i> sp.	7,78
				<i>Laccophilus</i> sp.	2,22
				<i>Heterelmis</i> sp.	1,11
			Elmidae	<i>Hexacylloepus</i> sp.	18,89

DIVISIÓN/PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/MORFOESPECIE	Ind/m ²
				<i>Macrelmis</i> sp.	1,11
			Hydrophilidae	<i>Tropisternus</i> sp.	3,33
				<i>Berosus</i> sp.	3,33
				Noteridae	4,44
			Psephenidae	Subfamilia Psepheninae	22,22
			Scirtidae	<i>Prionocyphon</i> sp.	2,22
				<i>Scirtes</i> sp.	1,11
		Diptera	Ceratopogonidae	Ceratopogonidae	11,11
				Subfamilia Ceratopogoninae	6,67
			Chaoboridae	<i>Chaoborus</i> sp.	2,22
			Chironomidae	Subfamilia Orthocladinae	22,22
				Subfamilia Tanypodinae	251,11
				Subfamilia Chironominae	526,67
			Culicidae	<i>Culex</i> sp.	77,78
			Stratiomyidae	Stratiomyidae	1,11
			Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.	5,56
				<i>Limnophila</i> sp.	3,33
		Ephemeroptera	Baetidae	<i>Camelobaetidius</i> sp.	6,67
				Baetidae	45,56
			Caenidae	Caenidae	4,44
			Leptohyphidae	<i>Tricorythodes</i> sp.	223,33
			Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> sp.	66,67
			Polymitarcyidae	<i>Campsurus</i> sp.	3,33
		Hemiptera	Belostomatidae	<i>Belostoma</i> sp.	4,44
			Corixidae	Corixidae	8,89
				<i>Rheumatobates</i> sp.	41,11
			Gerridae	Gerridae	11,11
				<i>Ambrysus</i> sp.	14,44
			Naucoridae	<i>Limnocoris</i> sp.	8,89
			Nepidae	<i>Ranatra</i> sp.	1,11
			Notonectidae	Notonectidae	16,67
			Veliidae	Veliidae	1,11
		Lepidoptera	Crambidae	Crambidae	3,33
		Megaloptera	Corydalidae	Corydalidae	2,22
		Odonata	Aeshnidae	Aeshnidae	2,22
			Calopterygidae	Calopterygidae	2,22
			Coenagrionidae	<i>Argia</i> sp.	15,56
				Coenagrionidae	3,33
			Corduliidae	Corduliidae	2,22
			Gomphidae	<i>Progomphus</i> sp.	5,56
				<i>Argomphus</i> sp.	1,11
			Libellulidae	Libellulidae	12,22
		Trichoptera	Glossosomatidae	<i>Mortoniella</i> sp.	1,11
				Glossosomatidae	1,11
			Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> sp.	7,78
			Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> sp.	44,44
			Hydroptilidae	<i>Ochrotrichia</i> sp.	1,11
			Lepidostomatidae	<i>Lepidostoma</i> sp.	1,11
			Leptoceridae	<i>Triplectides</i> sp.	3,33
				<i>Oecetis</i> sp.	5,56
			Philopotamidae	<i>Chimarra</i> sp.	4,44
			Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp.	3,33
	Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	Palaemonidae	50,00
Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Pisidiidae	Pisidiidae	52,22
	Gastropoda	Basommatophora	Ancylidae	Ancylidae	16,67
			Physidae	Physidae	3,33
			Planorbidae	Planorbidae	31,11
		Neotaenioglossa	Hydrobiidae	Hydrobiidae	1,11

Fuente: C.I.M.A., 2016

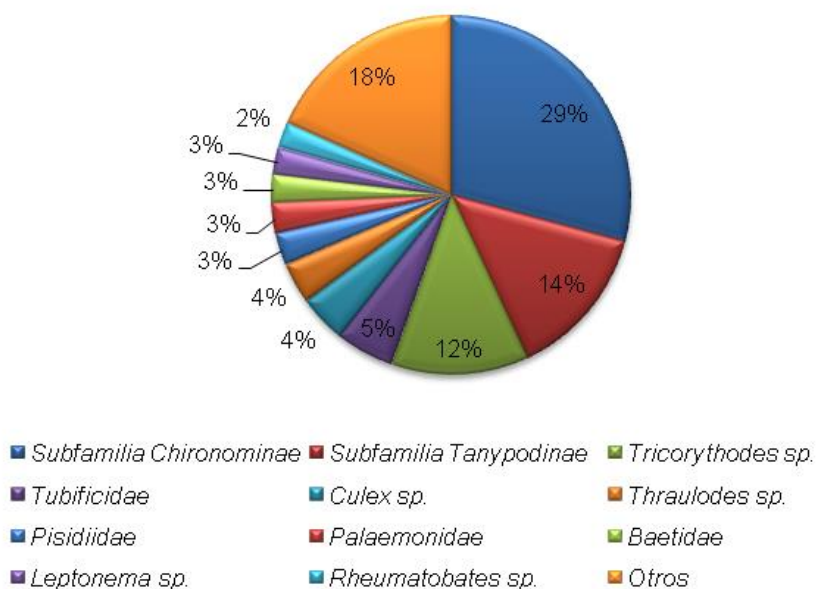
De acuerdo con la Tabla 5-22, la se encontró que el phylum más abundante corresponde al Arthropoda, cuya mayor representación está dada por las subfamilias Chironominae (Fotografía 5.7) y Tanypodinae (Fotografía 5.8) de la familia Chironomidae.

Figura 5-32 Abundancia porcentual general de las divisiones macroinvertebrados acuáticos presentes en los cuerpos de agua superficial



Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-33 Abundancia porcentual general de los morfotipos de macroinvertebrados acuáticos presentes en los cuerpos de agua superficial



Fuente: C.I.M.A., 2016

Fotografía 5.7 Chironominae encontrado en las muestras hidrobiológicas



Fuente: C.I.M.A., 2016

Fotografía 5.8 Tanypodinae encontrada en las muestras hidrobiológicas



Fuente: C.I.M.A., 2016

En la Tabla 5-20 se puede observar de manera detallada la composición y abundancia de los macroinvertebrados acuáticos presentes en cada uno de los puntos de monitoreo, en donde se evidencia la presencia de las subfamilias Chironominae y Tanypodinae en 14 de los 16 puntos monitoreados.

Tabla 5-20 Composición y abundancia de los macroinvertebrados acuáticos presentes en cada estación de muestreo

MORFOTIPO	4 Quebr ada Lizama II	5 Quebr ada la Putana	6 Quebr ada Santa Helena	7 Puente la Paz Río Sogam oso	8 Quebr ada la Lizama I	9 Quebr ada la Lizama III	11 Quebrad a la Cabezo nera	13 Quebr ada NN	3 Quebr ada el Zarzal	14 Quebr ada Tapaz ón	18 Quebr ada Canoa s	19 Quebr ada la Caima na	A Quebr ada la Camai na	17 Quebr ada el Trapic he o la Sonda	B Río Suc io	15 Quebr ada San Nicolá s
Tubificidae	21,11	0	13,33	0	32,22	1,11	8,89	0	1,11	11,11	0	0	1,11	0	1,11	4,44
<i>Pachydrus</i> sp.	1,11	0	0	0	0	0	0	6,67	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Laccophilus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	2,22	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heterelmis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,11	0	0	0	0
<i>Hexacylloepus</i> sp.	0	0	10,00	0	0	5,56	3,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Macrelmis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,11	0	0	0
<i>Tropisternus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	3,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Berosus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	3,33	0	0	0	0	0	0	0	0
Noteridae	0	0	0	0	0	0	0	4,44	0	0	0	0	0	0	0	0
Subfamilia Psepheninae	0	0	5,56	0	0	11,11	2,22	0	0	0	0	0	0	3,33	0	0
<i>Prionocyphon</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1,11	0	0	0	0	1,11	0	0	0
<i>Scirtes</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1,11	0	0	0	0	0	0	0
Ceratopogonidae	1,11	0	3,33	0	0	1,11	0	0	0	0	0	0	3,33	0	2,22	0
Subfamilia Ceratopogoninae	0	0	0	0	0	0	5,56	0	1,11	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaoborus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,11	1,11	0	0	0	0
Subfamilia Orthoclaadiinae	2,22	0	5,56	0	0	1,11	12,22	0	1,11	0	0	0	0	0	0	0
Subfamilia Tanypodinae	23,33	0	16,67	1,11	3,33	6,67	48,89	10,00	3,33	2,22	18,89	26,67	82,22	4,44	3,33	0
Subfamilia Chironominae	71,11	0	60,00	0	35,56	7,78	120,00	78,89	2,22	3,33	11,11	30,00	72,22	12,22	11,11	11,11
<i>Culex</i> sp.	0	0	0	0	0	0	3,33	18,89	8,89	45,56	0	0	0	0	0	1,11
Stratiomyidae	0	0	1,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hexatoma</i> sp.	0	0	1,11	0	0	1,11	2,22	0	0	0	0	1,11	0	0	0	0
<i>Limnophila</i> sp.	0	0	0	0	0	2,22	1,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Camelobaetidius</i> sp.	0	0	0	0	0	0	6,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baetidae	3,33	0	3,33	0	0	4,44	30,00	0	0	0	0	0	0	0	4,44	0

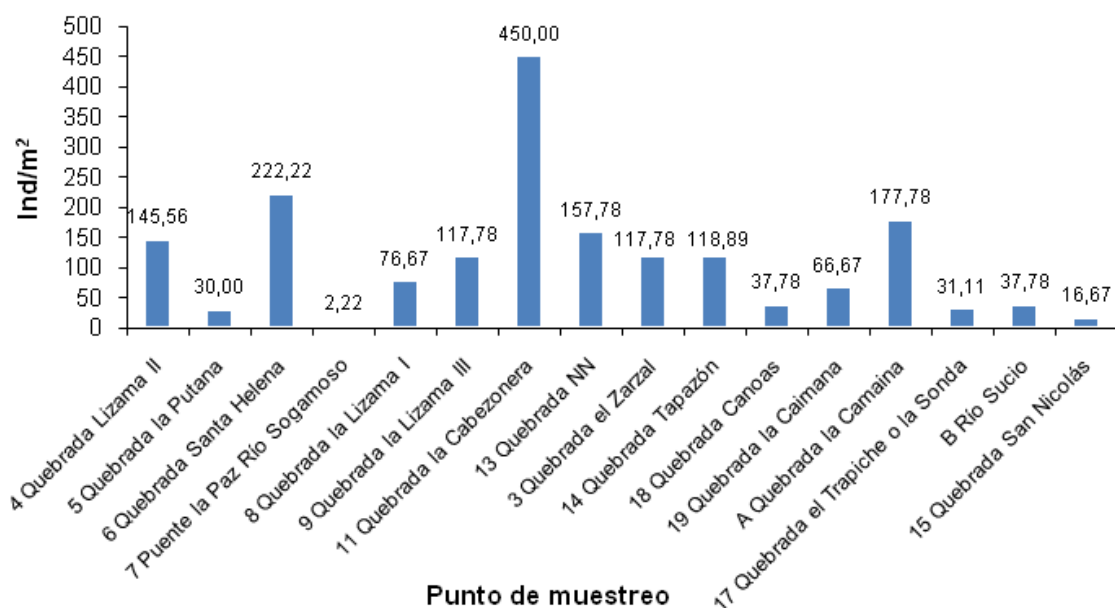
MORFOTIPO	4 Quebr ada Lizama II	5 Quebr ada la Putana	6 Quebr ada Santa Helena	7 Puente la Paz Río Sogam oso	8 Quebr ada la Lizama I	9 Quebr ada la Lizama III	11 Quebrad a la Cabezo nera	13 Quebr ada NN	3 Quebr ada el Zarzal	14 Quebr ada Tapaz ón	18 Quebr ada Canoa s	19 Quebr ada la Caima na	A Quebr ada la Camai na	17 Quebr ada el Trapic he o la Sonda	B Río Suc io	15 Quebr ada San Nicolá s
Caenidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,33	0	0	1,11	0	0
<i>Tricorythodes</i> sp.	7,78	0	40,00	0	0	32,22	126,67	0	0	0	0	0	0	8,89	7,78	0
<i>Thraulodes</i> sp.	0	11,11	0	0	0	5,56	50,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Campsurus</i> sp.	0	0	0	0	0	3,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belostoma</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	3,33	0	1,11	0	0	0	0	0	0
Corixidae	0	0	0	0	0	0	1,11	2,22	5,56	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rheumatobates</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	41,11	0	0	0	0	0	0	0
Gerridae	0	8,89	2,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ambrysus</i> sp.	1,11	0	2,22	0	0	0	3,33	0	0	0	0	1,11	3,33	1,11	2,22	0
<i>Limnocoris</i> sp.	0	2,22	0	0	0	1,11	1,11	0	0	0	1,11	0	0	0	3,33	0
<i>Ranatra</i> sp.	1,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Notonectidae	0	7,78	0	0	0	2,22	0	5,56	1,11	0	0	0	0	0	0	0
Veliidae	0	0	0	0	0	0	1,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crambidae	0	0	0	0	0	0	3,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corydalidae	0	0	0	0	0	1,11	1,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aeshnidae	0	0	0	0	0	0	2,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calopterygidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,22	0	0	0
<i>Argia</i> sp.	1,11	0	5,56	0	0	8,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coenagrionidae	0	0	0	0	0	0	2,22	0	0	0	0	0	1,11	0	0	0
Corduliidae	0	0	0	0	2,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Progomphus</i> sp.	0	0	0	0	0	5,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arigomphus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,11	0	0	0	0
Libellulidae	0	0	1,11	0	0	0	0	5,56	1,11	0	0	2,22	2,22	0	0	0
<i>Mortoniella</i> sp.	0	0	0	0	0	1,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glossosomatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,11	0
<i>Helicopsyche</i> sp.	0	0	6,67	0	0	1,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leptonema</i> sp.	10,00	0	16,67	0	0	8,89	8,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0

MORFOTIPO	4 Quebr ada Lizama II	5 Quebr ada la Putana	6 Quebr ada Santa Helena	7 Puente la Paz Río Sogam oso	8 Quebr ada la Lizama I	9 Quebr ada la Lizama III	11 Quebrad a la Cabezo nera	13 Quebr ada NN	3 Quebr ada el Zarzal	14 Quebr ada Tapaz ón	18 Quebr ada Canoa s	19 Quebr ada la Caima na	A Quebr ada la Camai na	17 Quebr ada el Trapic he o la Sonda	B Río Suc io	15 Quebr ada San Nicolá s
<i>Ochrotrichia</i> sp.	0	0	1,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lepidostoma</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,11	0	0	0	0	0	0
<i>Triplectides</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,11	2,22	0	0	0	0
<i>Oecetis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,56	0	0	0
<i>Chimarra</i> sp.	1,11	0	1,11	0	0	0	1,11	0	0	0	1,11	0	0	0	0	0
<i>Polycentropus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,22	0	1,11	0
Palaemonidae	0	0	0	1,11	0	0	0	0	48,89	0	0	0	0	0	0	0
Pisidiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1,11	51,11	0	0	0	0	0	0
Ancylidae	0	0	14,44	0	0	2,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Physidae	0	0	2,22	0	0	1,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planorbidae	0	0	7,78	0	3,33	1,11	0	15,56	0	3,33	0	0	0	0	0	0
Hydrobiidae	0	0	1,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: C.I.M.A., 2016

Con relación a la abundancia de macroinvertebrados acuáticos (Ind/m²) hallados en cada uno de los ecosistemas estudiados Figura 5-34, fué posible establecer que la mayor representación de este grupo se dio en la Quebrada La Cabezona, debido a la mayor abundancia registrada para la subfamilia Chironominae y el género *Tricorythodes* sp. en este cuerpo de agua. Los demás cuerpos de agua registraron abundancias menores, encontrándose la menor abundancia en el río Sogamoso con.

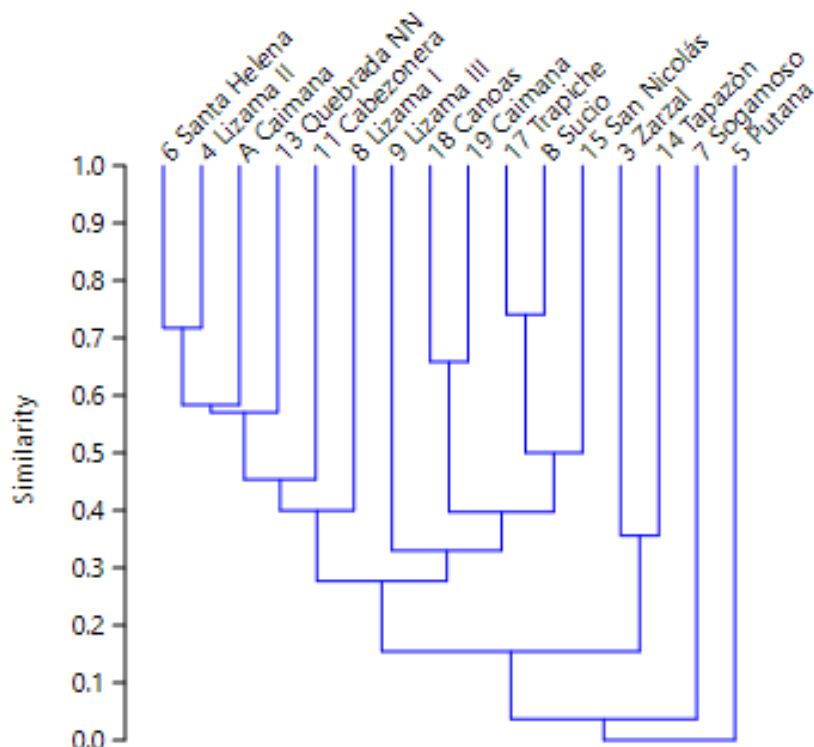
Figura 5-34 Abundancia de los macroinvertebrados acuáticos presentes en cada estación de muestreo



Fuente: C.I.M.A., 2016

De acuerdo al análisis de similitud Bray - Curtis aplicado a todos los ecosistemas acuáticos tenidos en cuenta en este estudio, se evidenció que la quebrada el Trapiche, el río Sucio, la quebrada Lizama II y la quebrada Santa Helena, presentan las agrupaciones más gruesas al estar por encima del 0,7 (70%), mientras que todas las demás agrupaciones formadas con cada una de los puntos de muestreo restantes, son débiles al estar por debajo del 70%, debido a la disimilitud de los ecosistemas al compartir un número de taxa bajo, producto de las características físicas, químicas, geológicas y morfológicas, así como, por la presencia de diferentes microhábitats presentes en cada uno de los puntos de muestreo, entre otras tantas causas de su diferencia a nivel de comunidades hidrobiológicas presentes.

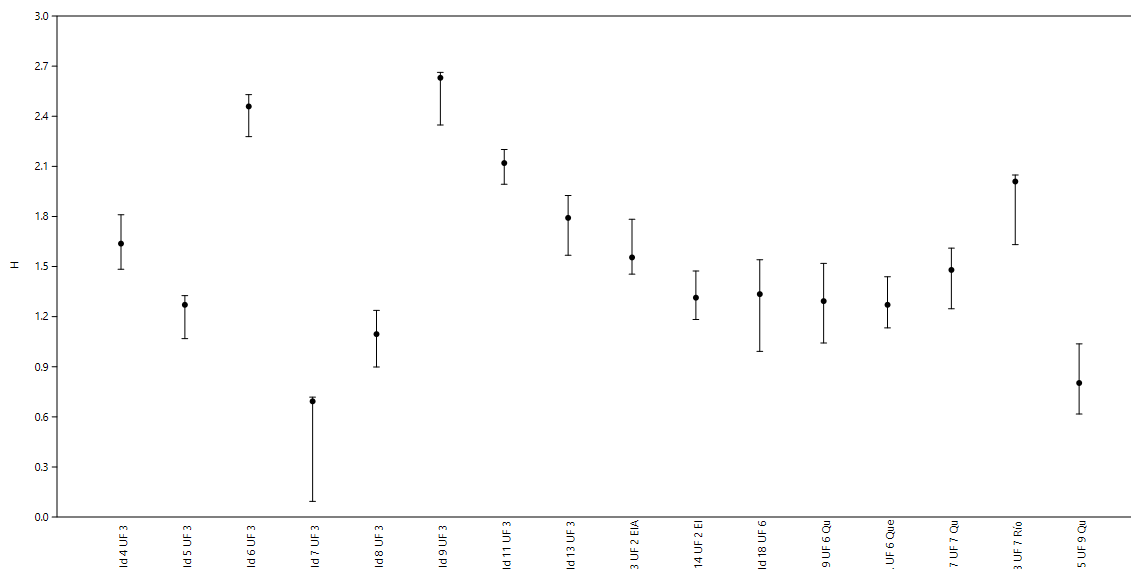
Figura 5-35 Índice deShannon – Wiener aplicado a la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de cada uno de las estaciones de muestreo



Fuente: C.I.M.A., 2016

De acuerdo a los resultados obtenidos del índice de Shannon (Figura 5-35), el valor más alto de diversidad se encontró en las estaciones quebrada Lizama III y quebrada Santa Helena, seguido de la quebrada Cabezona. Por su parte, los demás puntos de monitoreo, presentaron valores bajos, correspondiente a la baja riqueza y abundancia registrada para estos puntos.

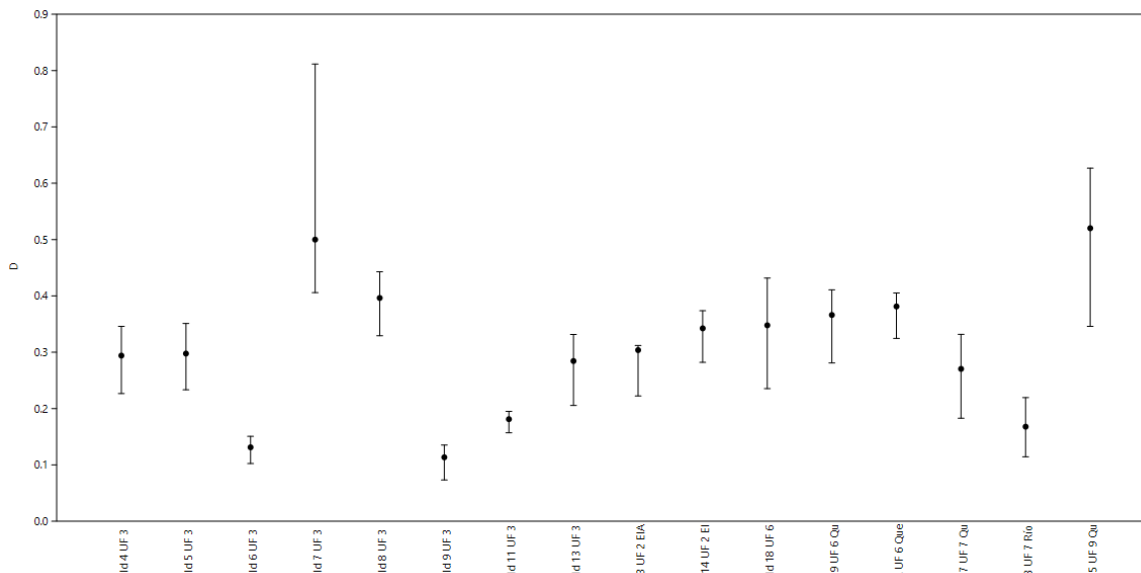
Figura 5-36 Índice de Shannon – Wiener aplicado a la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de cada uno de las estaciones de muestreo



Fuente: C.I.M.A., 2016

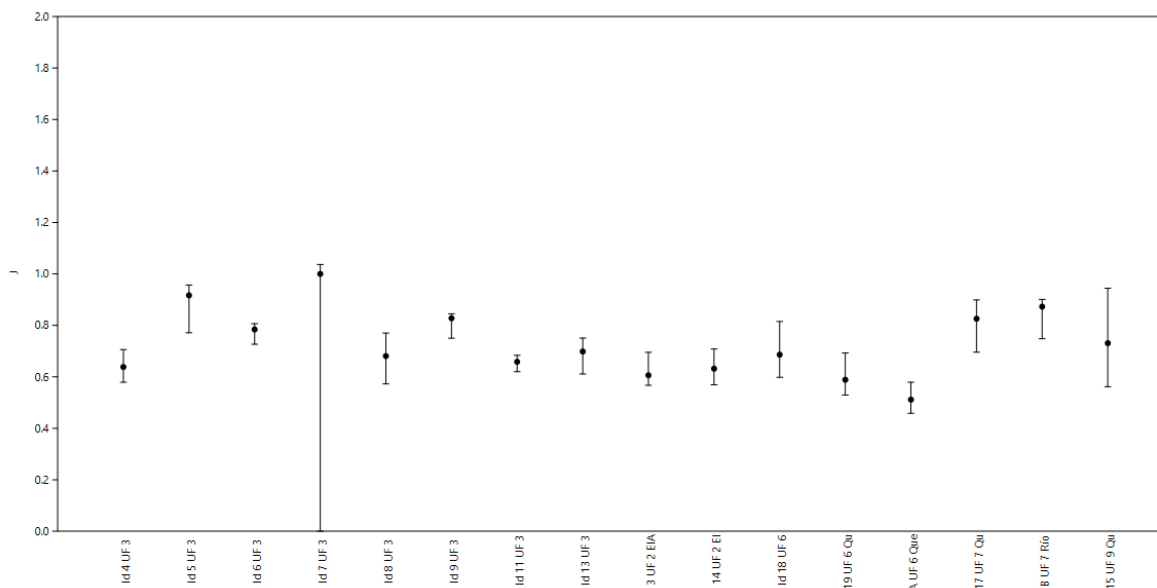
Por otra parte, se observa que el río Sogamoso y la quebrada San Nicolás, presentan la mayor dominancia de especies (Figura 5-37), debido a la gran diferencia de abundancia entre los taxa reportados para cada esción de muestreo, mientras que en contraste, la quebrada Santa Helena y quebrada Lizama III, presentaron la menor dominancia de especies en este estudio, lo cual se ve reflejado en la relación entre riqueza y abundancia de especies, representada por la equidad de Pielou (Figura 5-38), pudiéndose establecer que las comunidades evaluadas en estas estaciones de muestreo están uniformemente representadas en cuanto a sus valores de densidad poblacional, resaltando que en su gran mayoría los puntos evaluados presentan un valor para el índice de Pielou por encima de 0,5 (50%)

Figura 5-37 Índice de Dominancia de especies aplicado a la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de cada uno de los cuerpos de agua asociados al EIA



Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-38 Índice de equidad de Pielou aplicado a la comunidad de macroinvertebrados acuáticos de cada uno de los cuerpos de agua asociados al EIA



Fuente: C.I.M.A., 2016

En términos generales los dípteros poseen adaptaciones para vivir en aguas con presencia de materia orgánica y moderada contaminación (Roldán, 2003). Este grupo constituye uno de los más complejos, abundantes y mejor distribuidos en todo el mundo. El orden Díptera se considera uno de los grupos de insectos más evolucionados. Son holometábolos, usualmente las hembras ponen huevos bajo la superficie del agua, adheridos a rocas o vegetación flotante. La mayoría de las larvas pasan por tres o cuatro estadios. Su hábitat es muy variado, encontrándose en ríos, arroyos, quebrada y lagos en todas las profundidades. Ecológicamente, es oportuno mencionar que la familia Chironomidae está constituida por organismos que presentan alta tolerancia a condiciones adversas en relación a la calidad del agua, por lo que se pueden encontrar desde aguas ligeramente contaminadas hasta muy contaminadas, incrementando su abundancia en sistemas con altos contenidos de materia orgánica en descomposición, dado que la mayoría de especies son colectoras de este material, mientras que otras son filtradoras o se alimentan del perifiton que raspan de rocas (Pinilla, 2000), (Lievano & Ospona, 2007).

Los coleópteros por su parte, se reportaron porcentajes de abundancia bajos, valor debido a la presencia del género **Laccophilus**, indicador biológico de aguas limpias, presentes en zonas de deposición y con vegetación (Roldán, 2003).

Respecto al orden Ephemeroptera, este grupo al igual que el orden Coleoptera fue conformado por algunos géneros como **Caenis**, **Tricorythodes** y **Thraulodes**, las cuales son típicos de ecosistemas limpios a ligeramente contaminados, viven entre rocas, adheridos a la vegetación y entre residuos vegetales (Roldán, 2003; Liévano y Ospina, 2007). Los géneros mencionados con anterioridad son considerados bioindicadores de aguas limpias a poco contaminadas.

Por último, el phylum Mollusca registrado exclusivamente en la estación correspondiente, se determinó presente debido a la identificación de los géneros **Pisidium** y **Planorbella**, los cuales aportaron en concentraciones bajas cada uno, indicando la presencia de un grado moderado de contaminación.

En términos generales, las familias identificadas para la comunidad bentónica corresponden a organismos relacionados con aguas poco contaminadas a contaminadas, influenciadas por sedimentos, vegetación y materia orgánica (Roldán, 2003).

– Índice biológico BMWP

Teniendo en cuenta las familias de macroinvertebrados acuáticos presentes en los cuerpos de agua estudiados, se implementó el índice BMWP y el ASPT como puntaje promedio por taxón, para la evaluación de los sitios de muestreo (Tabla 5-21).

De acuerdo a los índices BMWP y ASPT, la quebrada Putanase caracterizó por presentar aguas de calidad “ACEPTABLE”, lo cual indica una ligera contaminación, diferenciándose de la quebrada Tapazón que presentó una calidad “CRÍTICA” correspondiente a aguas muy contaminadas, así como, la quebrada Lizama I y quebrada San Nicolás, que presentan una calidad “MUY CRÍTICA”, debido a la presencia de aguas fuertemente contaminadas.

Por otra parte, los demás cuerpos de agua evaluados presentaron una calidad de agua “DUDOSA”, lo cual indica aguas moderadamente contaminadas, producto de la presencia de algunas familias tolerantes a la polución, como es el caso de la familia Tubificidae de los anélidos; las familias Chironomidae, Tipulidae y Stratiomyidae de las larvas de moscas y mosquitos (Díptera); la familia Physidae de los caracoles, y por último, las familias Hydrophilidae y Scirtidae de los escarabajos (Coleóptera), entre otras familias de interés como bioindicadores de calidad de agua.

Entre las familias de macroinvertebrados acuáticos bioindicadoras de aguas limpias o poco contaminadas encontradas en estos ecosistemas acuáticos, tenemos la familia Leptophlebiidae de los Ephemeroptera; Naucoridae de los Hemíptera, y por último, las familias Philopotamidae, Polycentropodidae, Helicopsychidae e Hydroptilidae de los Trichóptera, entre otras familias de interés como bioindicadores de calidad de agua.

Tabla 5-21 Valores resultado del índice BMWP/Col para cada una de las estaciones de muestreo

ESTACIONES DE MUESTREO	VALOR DEL BMWP	VALOR DEL ASPT	CALIDAD	SIGNIFICADO	CLASE
15 Quebrada San Nicolás	5	1,7	Muy Crítica	Aguas fuertemente contaminadas, situación crítica	V
8 Quebrada la Lizama I	8	2,7	Muy Crítica	Aguas fuertemente contaminadas, situación crítica	V
14 Quebrada Tapazón	13	3,25	Crítica	Aguas muy contaminadas	IV
4 Quebrada Lizama II	64	5,8	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	III
6 Quebrada Santa Helena	124	5,9	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	III
7 Puente la Paz Río Sogamoso	10	5	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	III
9 Quebrada la Lizama III	133	6	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	III
11 Quebrada la Cabezonera	110	5,8	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	III
13 Quebrada NN	54	5,4	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	III
3 Quebrada el Zarzal	51	5,1	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	III
18 Quebrada Canoas	26	6,5	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	III
19 Quebrada la Caimana	42	6	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	III
A Quebrada la Camaina	57	5,7	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	III
17 Quebrada el Trapiche o la Sonda	27	5,4	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	III
B Río Sucio	43	5,4	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	III
5 Quebrada la Putana	31	7,8	Aceptable	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de contaminación	II

Fuente: C.I.M.A., 2016

✓ Peces

Los peces constituyen uno de los grupos característicos, de los ecosistemas acuáticos, no solo por ser el grupo taxonómico de mayor abundancia y riqueza de especies, sino también por su papel funcional dentro de los cuerpos de agua. Gran parte del flujo de energía que proviene en primera instancia de la producción primaria (algas, macrófitas y vegetación riparia) y de la cadena detritívora (Hongos, bacterias y virus) pasa a través de los peces hacia los vertebrados superiores, incluido el hombre, razón por la cual su estudio permite inferir el estado de todos los niveles tróficos presentes en el ecosistema (Trujillo, Caro, & S, 2004).

Los peces ocupan prácticamente todos los ambientes acuáticos continentales, y su elevada movilidad les permite desplazarse temporal y espacialmente en la medida en que los ecosistemas fluctúan. Esto es aún más notorio en los planos de inundación, como aquellos presentes en la región del Magdalena Medio, específicamente en aquellos presentes en el área de estudio como las Ciénagas, en los cuales los cambios hidroclimáticos provocan fuertes fluctuaciones ambientales que se ven reflejadas en la gran cantidad de hábitats que conforman la red hídrica de la región y a los cuales la comunidad de peces se ha adaptado a lo largo del tiempo, favoreciendo la coexistencia de una gran cantidad de especies. (Trujillo, Caro, & S, 2004).

Las comunidades de Peces se sitúan en diversos niveles tróficos, los cuales incluyen: omnívoro, insectívoro, piscívoro, planctívoro y detritívoro, y se ubican en los niveles próximos al vértice de la pirámide trófica. De este modo, la composición y estructura de la comunidad integra la información de los niveles tróficos inferiores (Schreck & Moyle, 1990) y reflejan el estado de calidad de todo el sistema acuático. Cambios en la composición y estructura de las comunidades icticas a menudo indican que pueden existir variaciones en variables fisicoquímicas como: el pH, salinidad, temperatura, sólidos suspendidos, flujo, turbidez u oxígeno disuelto, revelando algún nivel de contaminación. En este sentido, “la presencia” o “ausencia” de ciertas especies es consecuencia de cambios en el hábitat o de algún nivel de alteración (Jørgensen, Ernande, Fiksen, & Dieckmann, 2006), (Snyder, Young, Lemarié, & Smith, 2002).

Desde el punto de vista indicador, los peces poseen características que los diferencian de las demás comunidades de la biota acuática (plancton, bentos y macrófitas) que permite asociarlos a su longevidad, afecciones e impactos producidos a las masas de agua que habitan; Poseen también un papel preponderante en los ecosistemas, al influir en el flujo de energía y transporte de sustancias y elementos; por lo cual son un indicador, de conservación del recurso hidrobiológico, así como de salubridad de las aguas para el consumo de las poblaciones humanas (Schreck & Moyle, 1990).

El muestreo en cada cuerpo de agua, se realizó mediante el uso de los artes de pesca de Atarraya (ojo de malla de 1.5 cm y 2.5 cm), redes de arrastre (9 m de largo x 2 m de alto y 5 m de largo x 1.5 m de alto, con ojo de malla de 5 mm) y rapiché o red de mano, en un transecto de 100 m, durante 2 h en cada estación de muestreo. Los individuos capturados fueron registrados fotográficamente y se contabilizaron para estimar su abundancia; se tomaron en cuenta datos como el hábitat, microhábitat, coberturas vegetales riparias, porcentaje de cobertura vegetal, sustratos, turbidez y uso del suelo en los ecosistemas terrestres paralelos.

▪ ***Composición y estructura***

Las referencias sobre la riqueza íctica en la cuenca del Magdalena se vienen llevando a cabo desde el año 1800 (Humboldt 1806, 1811, Humboldt y Valenciennes 1833, Steindachner 1878, 1879, Boulenger 1895) y 1900 (Posada 1909, Eigenmann 1912, Regan 1912, Brind 1943, Fowler 1942, Miles 1945, Miles 1947, Dahl 1941, 1942, 1971, Dahl y Medem 1964, Miles 1971). Las investigaciones más recientes (Villa et al, 2006; Mojica et al, 2006) reportan para el Alto Magdalena 133 especies, agrupadas en 8 ordenes y 28 familias, para la cuenca media 129 especies, pertenecientes a 8 ordenes y 34 familias. Por su parte, para el alto Cauca (Montoya-López, et al., 2010) se reportan 167 especies.

En los muestreos llevados a cabo se registraron un total de 42 especies, pertenecientes a 5 órdenes, 19 familias y 36 géneros, que representan el 3.2 % de la riqueza íctica reportada para Colombia (1.435 especies, Maldonado-Ocampo, et al., 2008). Las especies identificadas en los cuerpos de agua evaluados en el área de estudio se relacionan en la Tabla 5-22. A nivel de taxonomía, para órdenes se siguió a Nelson (1994), para familias y subfamilias se adoptó la propuesta de Reis et al. (2003), y en estas las especies se listan en orden alfabético.

Cabe resaltar que, de las 20 estaciones de muestreo evaluadas, seis de ellas se encontraban secas o son corrientes donde se disponen vertimientos de aguas negras, lo cual imposibilitó el muestreo.

Tabla 5-22 Composición y abundancia de especies de peces identificadas en el área de estudio

Nº	Orden	Familia	Especie	Nombre común	PM-03	PM-05	PM-06	PM-07	PM-11	PM-12	PM-13	PM-14	PM-15	PM-18	PM-19	PM-17	PM-36	PM-37
1	Myliobatiformes	Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon magdalenae</i>	Raya	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Characiformes	Anostomidae	<i>Leporynus muyscorum</i>	Comelón	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
3		Curimatidae	<i>Cyphocharax magdalenae</i>	Viejito	8	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	3
4			<i>Curimata mivartii</i>	Vizcaina	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5		Parodontidae	<i>Parodon magdalenensis</i>	Corunta, rollizo, mazorco	0	1	2	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
6		Prochilodontidae	<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	4	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7		Crenuchidae	<i>Characidium fasciatum</i>	rayadito	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8		Gasteropelecidae	<i>Gasteropelecus maculatus</i>	Pechona	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0
9		Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>	Sardina tota	0	10	1	38	6	0	0	0	0	0	0	0	0	7
10			<i>Astyanax fasciatus</i>	Sardina coliroja	0	3	5	19	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
11			<i>Astyanax magdalenae</i>	Sardina tota	16	39	0	41	29	0	0	16	0	0	0	6	0	0
12			<i>Creagrutus gr affinis</i>	Sardina	0	65	13	22	0	11	23	0	0	0	0	0	11	2
13			<i>Creagrutus brevipinnis</i>	Sardina	0	0	0	0	16	0	0	5	0	0	0	0	0	0
14			<i>Hyphessobrycon proteus</i>	Sardina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	12	0	0
15			<i>Salminus affinis</i>	Dorada	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16			<i>Triportheus magdalenae</i>	Arenca	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17			<i>Brycon moorei</i>	Sabaleta	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18			<i>Piaractus brachypomus</i>	Cachama	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19			<i>Roeboidea dayi</i>	Changuito	0	9	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20			<i>Saccoderma hastatus</i>	Sardina	0	0	0	0	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21			<i>Gephyrocharax melanocheir</i>	Sardina	0	0	0	3	9	3	28	0	0	0	0	0	0	0
22		Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	Perra loca	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
23		Lebiasinidae	<i>Lebiasina floridablancaensis</i>		0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	27	0	1	0
24		Ctenolucidae	<i>Ctenolucius hujeta</i>	Agujeta	0	5	0	0	3	0	7	0	0	0	0	0	0	0
25	Siluriformes	Auchenipteridae	<i>Trachelyopterus insignis</i>	Cachagua	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26		Loricariidae	<i>Rineloricaria magdalenae</i>	Alcalde	0	2	1	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27			<i>Spatuloricaria gymnogaster</i>	Zapatero	13	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28			<i>Hypostomus hondae</i>	Coroncoro	0	2	0	0	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0
29			<i>Chaetostoma milesi</i>	Corroncho	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0

Nº	Orden	Familia	Especie	Nombre común	PM-03	PM-05	PM-06	PM-07	PM-11	PM-12	PM-13	PM-14	PM-15	PM-18	PM-19	PM-17	PM-36	PM-37
30		Hpetapteridae	<i>Dolichancistrus carnegiei</i>	Choque	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	4	0	0	0
31			<i>Pimelodella chagresi</i>	Barbilla	1	1	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0
32			<i>Rhamdia quelen</i>	Guabina	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
33		Pimelodidae	<i>Pimelodus blochii</i>	Nicuro	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
34			<i>Pimelodus grosskopfii</i>	Capáz	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35			<i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i>	Bagre rayado	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia caucana</i>	Pipón	0	27	6	0	0	34	6	0	0	0	6	0	12	8
37			<i>Poecilia reticulata</i>	Gupi	0	0	0	0	5	0	0	48	77	0	0	0	0	0
38		Rivulidae	<i>Cynodonichthys magdalenae</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0
39	Perciformes	Cichlidae	<i>Andinoacara latifrons</i>	Mojarra azul	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	4	0
40			<i>Caquetaia kraussii</i>	Mojarra amarilla	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
41			<i>Geophagus steindachneri</i>	Mojarra mula	0	0	0	0	6	0	11	0	0	0	0	0	0	0
42		Scianidae	<i>Plagioscion magdalenae</i>	Pacora	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Los órdenes con mayor riqueza específica (S') fueron en orden de importancia: Characiformes, representando el 56,10% de las especies, seguido por Siluriformes, con el 26,83% del total encontrado. Cyprinodontiformes y Perciformes representaron cada uno el 7,32% y Myliobatiformes el 2,44% con una especie.

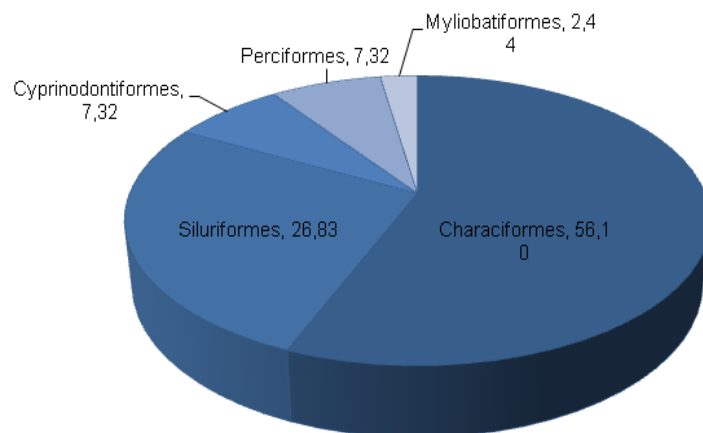
Tabla 5-23 Representación porcentual de órdenes, familias, género y especies de peces registradas en el área de estudio

ORDENES	FAMILIAS	%	GÉNEROS	%	ESPECIES	%
Myliobatiformes	1	5,26	1	2,78	1	2,44
Characiformes	10	52,63	20	55,56	23	56,10
Siluriformes	4	21,05	10	27,78	11	26,83
Cyprinodontiformes	2	10,53	2	5,56	3	7,32
Perciformes	2	10,53	3	8,33	3	7,32
Total	19	100	36	100	41	100

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016, S.A., 2016

En relación con la distribución porcentual de los órdenes identificados, esta se presenta como una tendencia general para la cuenca del Magdalena-medio, distribuyéndose de manera similar a lo obtenido previamente en otros estudios desarrollados en la cuenca (Cala, 1990), (Lasso, Gutiérrez, Morales-Betancourt, Agudelo, Ramirez-Gil, & Ajiaco-Martínez, 2011), (Maldonado-Ocampo, et al., 2005), (Maldonado-Ocampo, Vari, & Usma, 2008).

Figura 5-39 Proporción de los órdenes de peces registrados para el área de estudio



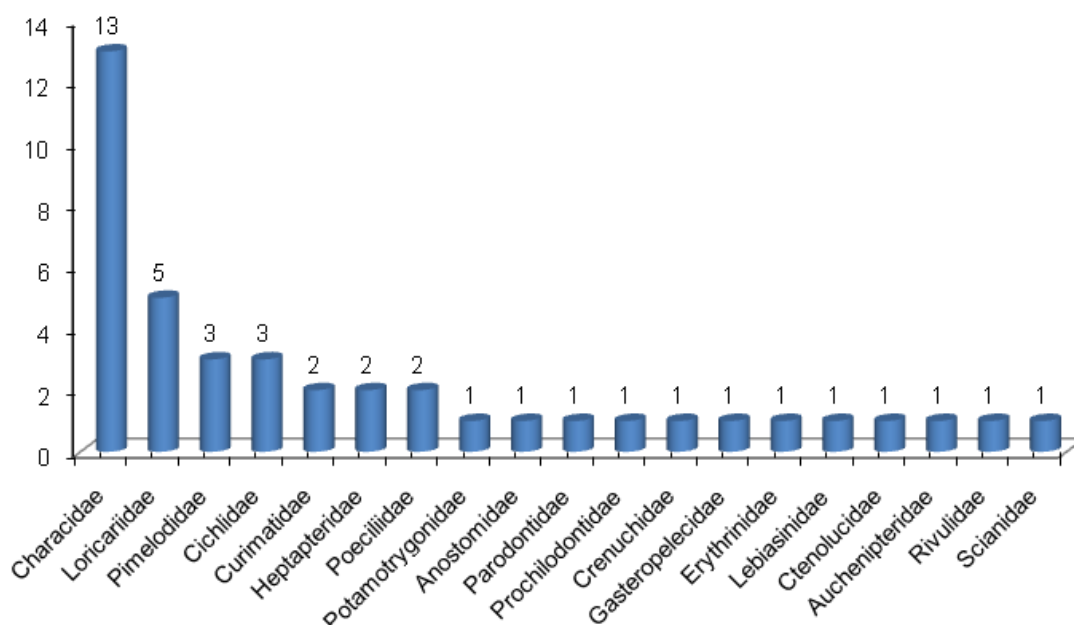
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La dominancia de estos grupos se presenta como una tendencia general para los sistemas continentales tropicales, donde tales órdenes (Characiformes y Siluriformes) muestran una gran adaptabilidad dada por características morfológicas, fisiológicas, comportamentales, reproductivas (estrategia de vida r) y tróficas, las cuales han permitido su amplia distribución y abundancia en estos ecosistemas heterogéneos y complejos (Winemiller & Zeug, 2008). De hecho, tal heterogeneidad y fluctuación temporal, como la encontrada en sistemas del valle Medio del Magdalena Medio, generan respuestas a corto

y largo plazo por parte de las especies, manteniendo las comunidades en un constante “desequilibrio”, factor determinante en la diversidad de especies en ríos tropicales (Decamps, Fortune, Gazelle, & Patou, 2005).

A nivel de familias siguiendo la representatividad dada por orden taxonómico, la familia Characidae es aquella con un mayor aporte en relación con la riqueza específica, representando un 30.95% de la muestra, siendo precedida por la familias Loricariidae con 11.90%; la familia pimelodidae y chichlidae con un 7.14% cada una. Las demás obtuvieron porcentajes de representación inferiores al 5% (Figura 5-40).

Figura 5-40 Riqueza específica (S') de las familias de peces registradas para el área de estudio



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

En términos generales, con relación a las especies, se encuentra que aquellas con una mayor representación por su abundancia y frecuencia de ocurrencia corresponden a *Astyanax magdalenae* (sardina tota, Fotografía 5.9) y *Creagrutus gr affinis* (sardina, Fotografía 5.10), cada una con 147 individuos y presentes en más de la mitad de las estaciones. Les sigue la especie del orden Cyprinodontiformes *Poecilia reticulata* (Gupi, Fotografía 5.11), con un total de 130 ejemplares y *Poecilia caucana* (piponcito Fotografía 5.12) con 99 individuos. Por su parte, aquellas especies que presentaron abundancias de un (1) individuo fueron: *Potamotrygon magdalenae* (Raya, Fotografía 5.13), *Curimata mivartii* (Vizcaina, Fotografía 5.14), *Brycon moorei* (Sabaleta), *Piaractus brachypomus* (Cachama), *Pimelodus blochii* (Nicuro, Fotografía 5.15) y *Plagioscion magdalenensis* (Pacora, Fotografía 5.16).

**Fotografia 5.9 Individuo de la especie
Astyananax magdalenae (Sardina tota)**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

**Fotografia 5.10 Individuo de la especie
Creagrus gr affinis (Sardina)**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

**Fotografia 5.11 Individuo de la especie
Poecilia reticulata (Gupi)**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

**Fotografia 5.12 Individuo de la especie
Poecilia caucana (Piponcito)**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

**Fotografia 5.13 Individuo de la especie
Potamotrygon magdalenae (Raya)**



**Fotografia 5.14 Individuo de la especie
Curimata mivartii (Vizcaina)**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

**Fotografía 5.15 Individuo de la especie
Pimelodus blochii (Nicuro)**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

**Fotografía 5.16 Individuo de la especie
Plagioscion magdalenenae (Pacora)**



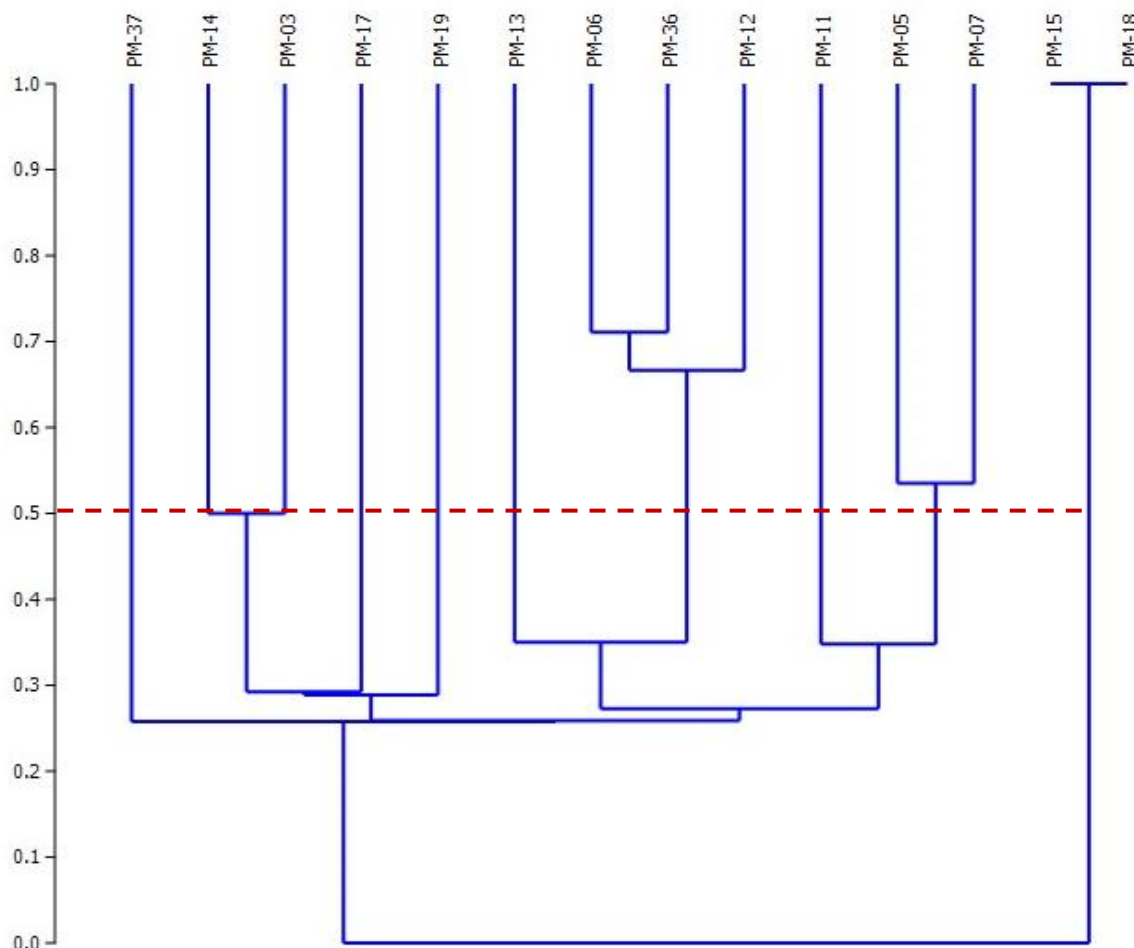
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

▪ **Análisis de clasificación (índice de Bray Curtis)**

La evaluación de similitud para la variable de composición y abundancia entre las estaciones de muestreo, se realizó con el análisis de clasificación índice de Bray-Curtis, usando como datos las abundancias totales, las especies como columnas y las especies como filas. En la Figura 5-41 se presenta el resultado obtenido (con un coeficiente de correlación cofenética del 81%).

De acuerdo a las agrupaciones dadas por el análisis, es posible reconocer que en general tanto la composición como la estructura en la mayoría de estaciones es disimil, con porcentajes de similitud cercanos o inferiores al 50%; sin embargo, algunas estaciones como la quebrada Santa Helena (PM-6), el punto de monitoreo sin nombre numero 36 y el caño raíces presentan un porcentaje de especies en común del 67% al 71% y las estaciones Quebrada San Nicolas (PM-15) y la quebrada Canoas (PM-18) son iguales de acuerdo a su composición y estructura.

Figura 5-41 Análisis de clasificación índice de Bray-Curtis entre estaciones de muestreo(dendograma de similitud)



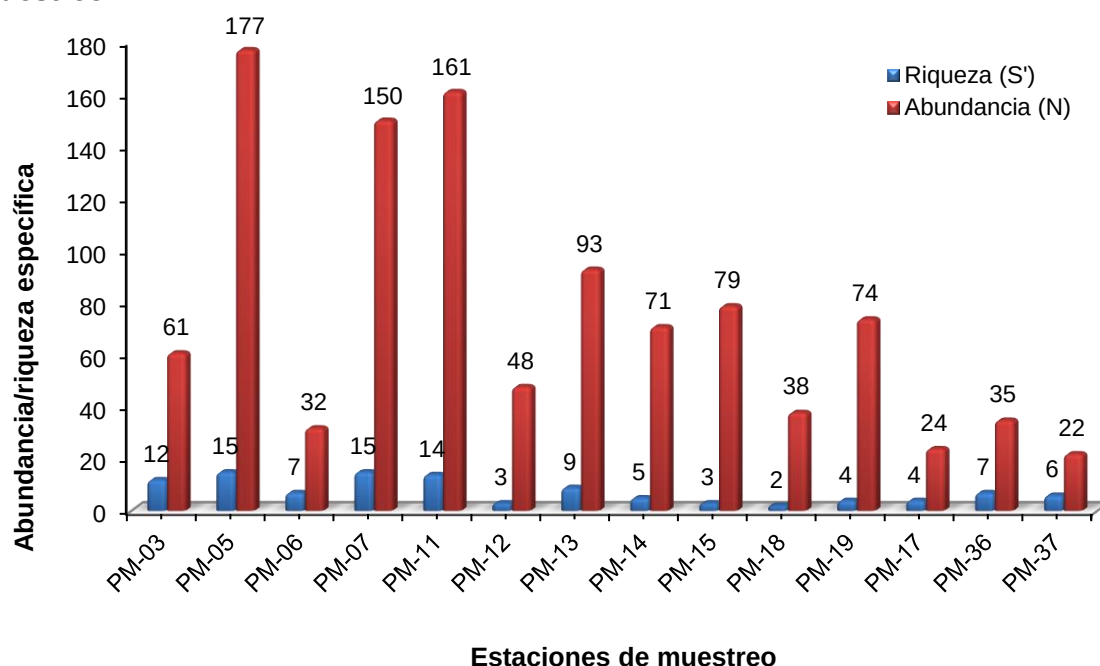
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Este reporte muestra una tendencia de la composición y estructura (para el momento del muestreo), en todos los cuerpos de agua a ser heterogénea. Diferencias asociadas al orden de magnitud de los ríos evaluados, ya que el comportamiento de los ríos, y sus especies, se relaciona con el gradiente de variables físicas y químicas presentes desde la cabecera hasta la desembocadura, generando así un continuo de ajustes biológicos y patrones consistentes de carga, transporte utilización y reserva de material orgánico a lo largo de su cauce, frente al cual las especies responden y por tanto diferencia la composición y estructura de la biota acuática (Vannote, Waine, Cummins, & Cushing, 1980). Sin embargo, para tener mayor certeza sobre este comportamiento, se requiere una mayor cantidad de datos para no tener sesgos en las interpretaciones.

▪ Estructura

Teniendo en cuenta las variables de riqueza específica (S') y abundancia entre estaciones de muestreo, se reconoce que al igual que para el análisis de clasificación, el número de especies las estaciones más similares corresponden a la quebrada Canoas y la Caimanera (PM-18 y PM-19), siendo la más disímil el PM-37 por su baja riqueza y abundancia con respecto a las demás estaciones (Figura 5-42).

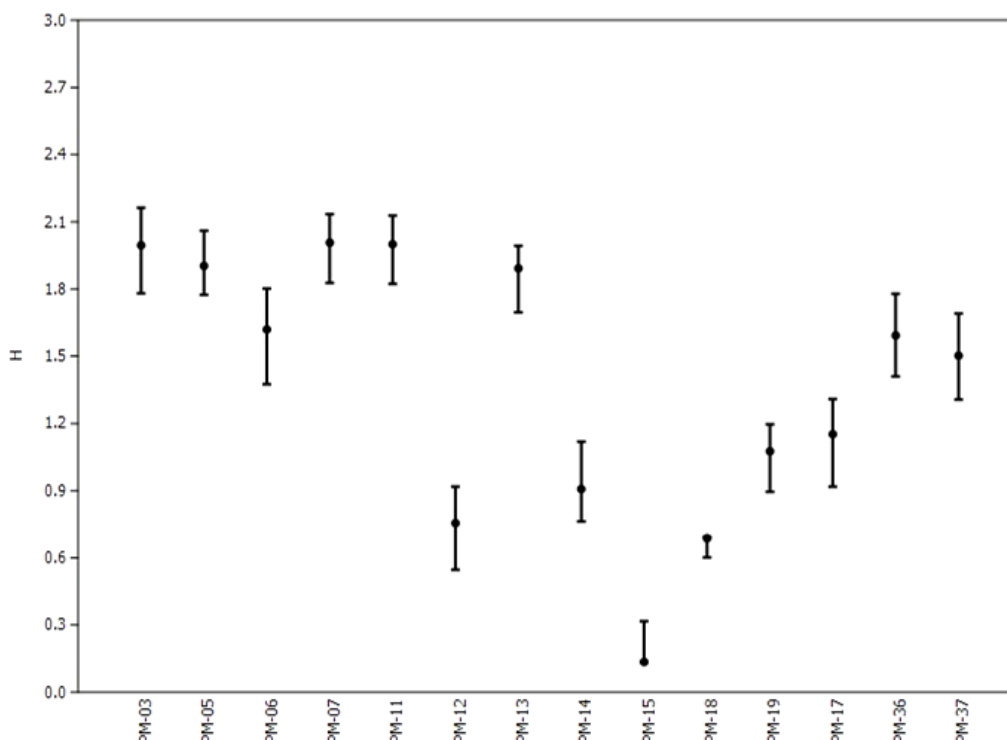
Figura 5-42 Riqueza específica y abundancia de peces registrada por estación de muestreo



Con el fin de evaluar la estructura de la comunidad, de acuerdo a los valores de riqueza y abundancia reportados, se estimaron los índices de biodiversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia de Simpson (D) y equidad de Pielou (J'). Que se calcularon teniendo en cuenta la abundancia relativa, de este modo se estandarizaron los valores y se analizó la representatividad de las poblaciones a través de sus abundancias totales.

De acuerdo con los resultados obtenidos para el índice de diversidad de Shannon (H') (Figura 5-43), se reconoce que los valores son similares para las estaciones PM-03, PM-05, PM-06, PM-07 y PM-11, teniendo además los valores del índice más alto; del mismo modo los valores del índice no presentan diferencias significativas entre las estaciones PM-11, PM-14, PM-19 y PM-17. De este modo, se puede ver que hay, tal como en el análisis de clasificación, una heterogeneidad entre los valores encontrados, lo cual puede responder al conjunto de condiciones bióticas y abióticas propias de cada una de las estaciones y frente a las cuales responden los ensambles de la biota acuática.

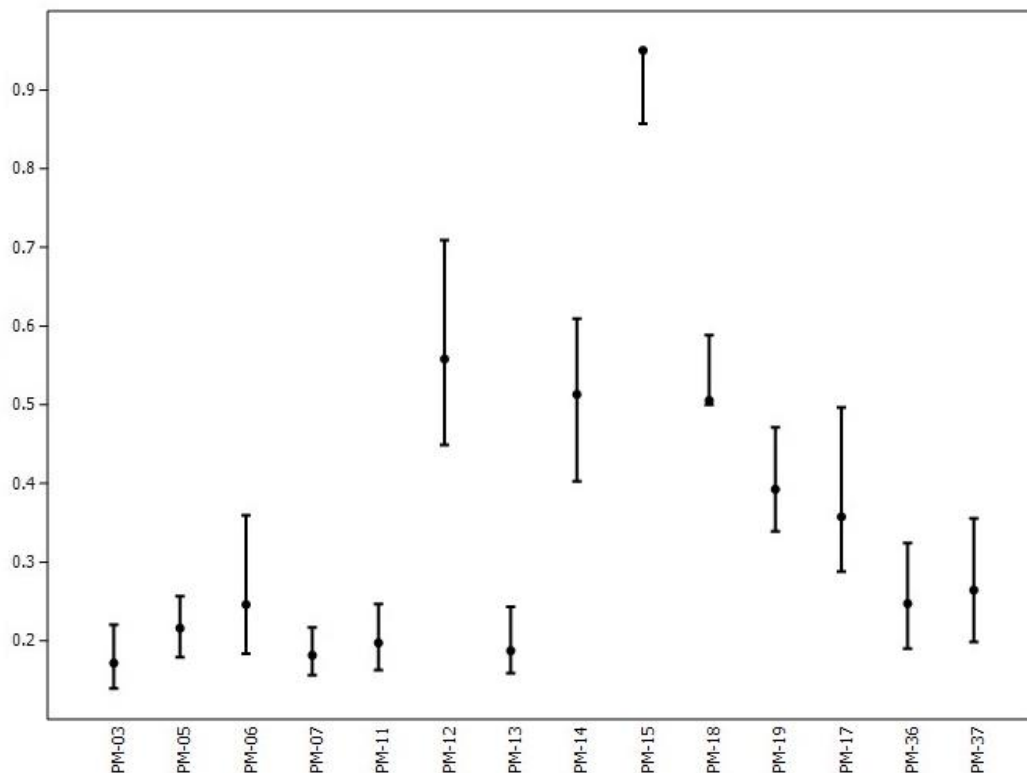
Figura 5-43 Valores del índice de Diversidad de Shannon y sus intervalos de confianza



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La relación entre riqueza y abundancia permite reconocer la dominancia de especies en una comunidad dada (Simpson 1-D) (Figura 5-44). De acuerdo a los resultados obtenidos, este índice muestra un comportamiento contrario a los resultados obtenidos mediante el índice de diversidad, mostrando que aquellas estaciones con los valores más bajos del índice de Shannon (H'), son justamente aquellas que presentan la mayor dominancia de especies. En este caso, la estación con los valores más cercanos a 1 es la estación PM-15 quebrada San Nicolas, cuya dominancia está dada por la especie *Poecilia reticulata* única especie capturada en el muestreo. Con respecto a los demás valores se evidencia que en general no presentan diferencias significativas teniendo en cuenta los intervalos de confianza del 95%.

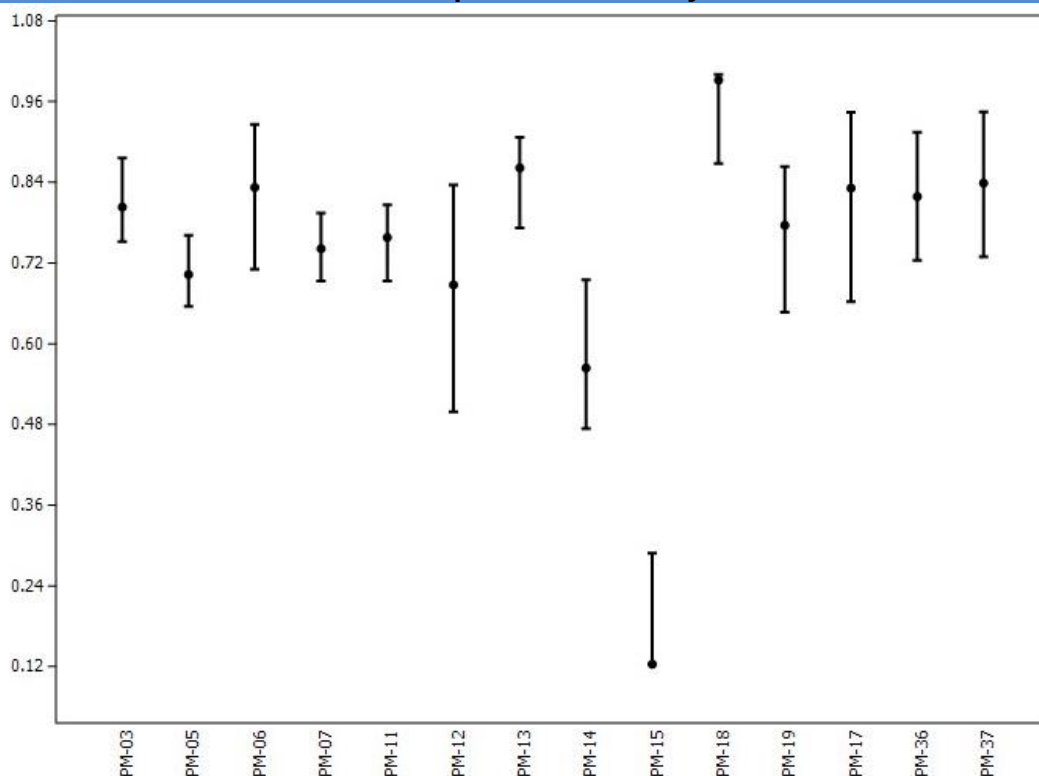
Figura 5-44 Valores del índice de Dominancia de Simpson (1-D) y sus intervalos de confianza



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La equidad, indica la homogeneidad en la distribución de las especies en una comunidad en relación a su abundancia. Consecuentemente, refleja lo contrario al índice de dominancia y está relacionado con la diversidad de especies. De este modo, es posible reconocer que los valores del índice y sus intervalos de confianza muestran lo mismo que el índice de diversidad de Shannon y es a su vez, contrario a lo estimado en el índice de Dominancia (Figura 5-45).

Figura 5-45 Valores del índice de Equidad de Pielou y sus intervalos de confianza



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Teniendo en cuenta las variables ambientales entre estaciones de muestreo, es posible reconocer las posibles causas de los mayores valores tanto de equidad como de diversidad. Algunas de las estaciones de muestreo más próximas a la vía, son aquellas con una mayor exposición a impactos de tipo antrópico, generados por el tránsito vehicular y la proximidad a centros de asentamiento humano como los municipios de Lebrija y Barranca, así como sus veredas y corregimientos asociados, sobre los cuales se distribuyen. De este modo, cuerpos de agua como la quebrada la Lizama (en sus tres puntos de muestreo, PM-4, PM-8 Fotografía 5.17), PM-9) y la quebrada la Angula (PM-12, Fotografía 5.18), se encuentra altamente contaminadas por desechos domésticos, vertimientos de aguas negras y de granjas avícolas y deforestación de sus bosques de galería para la expansión agrícola o ganadera.

Por su parte, en las estaciones de muestreo en las cuales la diversidad y equidad fue mayor, aún cuando también fueran atravesadas por la vía en algunos casos (Quebrada La Putana (PM-5); Quebrada la Cabezona (PM-11)), se reconoce un conjunto de variables que, posiblemente, posibiliten el desarrollo del ensamble íctico. Una de las características principales, corresponde a la presencia de alguna franja o borde de bosque ripario, la cual además de contribuir a la regulación de la temperatura, es también una fuente representativa de recursos de tipo alóctono, propiciando la oferta de variados microhábitats; a su vez, la variedad de sustratos (arenosos, rocosos y lodosos) que

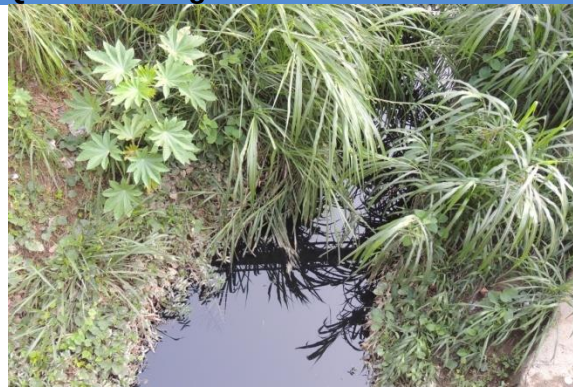
poseen, permiten que especies de distintos hábitos puedan coexistir. De este modo, factores fundamentales como los recursos, la calidad del hábitat y la variedad del mismo son “constantes” para la biota acuática, permitiendo así que la comunidad se distribuya de una forma más equitativa y con menor dominancia de especies (Ekness & Randhir, 2007)

Fotografía 5.17 Punto de muestreo 8 Quebrada la Lizama



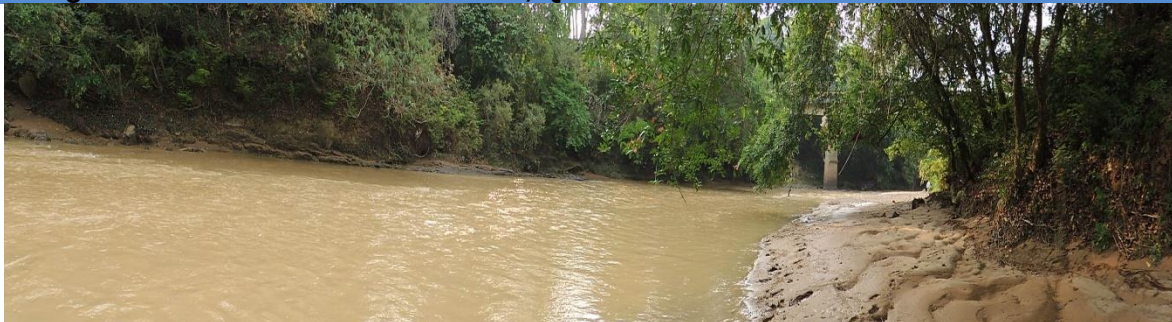
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Fotografía 5.18 Punto de muestreo Quebrada Angula PM-10



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Fotografía 5.19 Punto de muestreo 5, Quebrada La Putana



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Por ende, de acuerdo con lo anterior, uno de los aspectos en las estrategias de las especies como respuesta a tal conjunto de variables, corresponde a las relaciones tróficas y los hábitos alimentarios de las comunidades ícticas. Los ríos de mayor magnitud, como el río Sogamoso (Fotografía 5.20), al depender en menor proporción de las coberturas vegetales riparias, tienden a tener una mayor oferta de recursos de tipo autóctono, aumentando la autotrofia en el cuerpo de agua. Consecuentemente, las especies de peces que es posible encontrar en este tipo de ríos suelen tener hábitos planktivoros, piscívoros y detritívoros, encontrando especies predatoras como el *Salminus affinis* (Dorada, Fotografía 5.21) y detritívoras como el Bocachico *Prochilodus magdalenae* (Fotografía 5.22).

Fotografía 5.20 Punto de monitoreo 7 Puente La Paz Río Sogamoso



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Fotografía 5.21 Individuo de la especie *Prochilodus magdalenae*, Bocachico, capturado en el río Sogamoso.



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Fotografía 5.22 Individuo de la especie *Salminus affinis*, Dorada, capturado en el río Sogamoso.



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Cabe anotar, con respecto a las especies registradas en el río Sogamoso, que se reconocieron varios ejemplares adultos y en etapa de desove muy cerca a las compuertas de la represa de Hidrosogamoso (Fotografía 5.23), Reflejando principalmente, la interrupción en los ciclos migratorios pues estas especies no tienen forma de remontar este tipo de estructuras y desovar aguas arriba.

Fotografía 5.23 Vista panorámica de la zona de túneles y compuertas de hidrosogamoso



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Esto podría estar relacionado con los impactos que generan este tipo de embalses sobre la biota acuática, dentro de los cuales se encuentran, el cambio en las rutas migratorias,

el mayor establecimiento de especies foráneas, el cambio en la composición y estructura del ensamblaje del embalse, pérdida de zonas de nidación, mortalidad por disminución de oxígeno aguas debajo de la presa, entre otros (Jiménez-Segura, y otros, 2014). De este modo, en el contexto de la dinámica de los ensambles ícticos dentro del área de estudio, éste se encuentra condicionando procesos reproductivos, migratorios y alimentarios de las especies, por lo que los impactos que posiblemente genere el proyecto, deberán considerarse como un agregado sobre los que ya se están desarrollando en los diferentes cuerpos de agua.

Sumado a lo anterior, el río Sogamoso constituye una fuente importante de recursos económicos y alimentarios proveniente de la pesca para los pobladores locales. A lo largo del río se encuentran importantes puertos pesqueros como el Tablazo, Puente de la Cascajera, Puerto Cayumba, Puente Sogamoso, El Pedral, además de la Ciénaga el llanito y, de manera específica dentro del área de estudio, la zona denominada como la Playa (ISAGEN, 1996a), (Ramírez-Caballero, 2011).

✓ Endemismos y distribución

Para el área de estudio, más de la mitad de las especies identificadas, 25 spp que corresponden al 54,35% de la riqueza total obtenida, tienen una distribución restringida a Colombia y/o específicamente a las cuencas de los ríos Magdalena-Cauca, San Jorge, Cesar, Sinú, Caribe y Pacífico, (Álvarez-León, Orozco-Rey, Páramo-Fonseca, & Restrepo-Santamaria, 2013), (Maldonado-Ocampo, et al., 2005). Donde, la mayoría se encuentra en las Ciénagas del área de estudio y dependen de los sistemas lóticos conectados a estos, lo cual denota la sensibilidad e importancia de estos hábitats para el sostenimiento de la biota acuática.

A continuación se listan las especies endémicas registradas junto con su nombre común y su distribución (Tabla 5-24).

Tabla 5-24 Especies endémicas registradas en el área de estudio

Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN
1	<i>Potamotrygon magdalenae</i>	Raya, Raya de río	Colombia, cuencas del Caribe y Magdalena-Cauca
2	<i>Curimata mivartii</i>	Vizcaina, Cachaca, Sardina	Colombia, cuencas del Caribe y Magdalena
3	<i>Cyphocharax magdalenae</i>	Viejita, Madre de Bocachico, Campaniz, Capani, Yalúa	Colombia, cuenca del Caribe, Magdalena y Cauca
4	<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico, Pescado, Chico de boca.	Colombia, cuencas del Caribe y Magdalena
5	<i>Parodon magdalensis</i>	Tuza, Mije, Rollizo	Cuenca del sistema Magdalena-Cauca
6	<i>Leporinus muyscorum</i>	Dientón, Comilón, Comelón, Cuatro ojos, Liso cuatro ojos, Mohino, Mamaburra, Liseta	Cuencas del Caribe y Magdalena.
7	<i>Triportheus magdalenae</i>	Arenca, Tolomba, Sardina, Sardinata	Cuenca del Magdalena
8	<i>Brycon henni</i>	Sabaleta, Sardina, Toá, Ojicolorada	Cuenca del sistema Magdalena-Cauca

Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN
9	<i>Brycon moorei</i>	Dorada, Mueluda, Sardinata, Dorada playera	Cuencas del Magdalena y Caribe
10	<i>Creagrutus magdalenae</i>	Sardina	Cuenca del sistema Magdalena-Cauca
11	<i>Gephyrocharax melanocheir</i>	Sardinita	Cuenca del Magdalena-Cauca. Ríos Magdalena, Cauca, San Jorge y Cesar.
12	<i>Hyphessobrycon proteus</i>	Sardina	Cuenca del Magdalena-Cauca, Atrato y Sinú
13	<i>Lebiasina floridablancaensis</i>	Corunta	Cuenca del Magdalena-Cauca
14	<i>Saccoderma hastatus</i>	Sardina coliroja	Cuenca del río Magdalena
15	<i>Dolichancistrus carnegiei</i>	Choque	Cuenca del Magdalena-Cauca
16	<i>Chaetostoma milesi</i>	Choque	Cuenca del Magdalena-Cauca
17	<i>Dasylicaria filamentosa</i>	Raspacanoas	Cuenca del río Magdalena
18	<i>Pterygoplichthys undecimalis</i>	Zapatero	Cuenca del río Magdalena
19	<i>Rineloricaria magdalenae</i>	Raspacanoas	Cuenca del río Magdalena
20	<i>Trachelyopterus insignis</i>	Antena, Barbudo de piedra, Apretón, Rengue, Vieja, Chivo	Cuencas del Caribe y Magdalena.
21	<i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i>	Bagre rayado	Cuenca del Magdalena-Cauca
22	<i>Caquetaia kraussii</i>	Mojarra amarilla	Cuenca del Magdalena-Cauca y Atrato
23	<i>Geophagus steindachneri</i>	Mojarra Mula	Cuenca del río Magdalena
24	<i>Plagioscion magdalenae</i>	Pácora, Curvinata, Puerca, Burra, Curvina, Mojarra de mar	Cuencas de los ríos Amazonas, Caribe y Magdalena-Cauca
25	<i>Cynodonichthys magdalenae</i>	Pipon	Cuenca del sistemas Magdalena-Cauca

Fuente: Álvarez-León et al, 2013 y Maldonado-Ocampo et al, 2008.

✓ *Especies Introducidas y trasplantadas*

Hoy en día, la introducción de especies es considerada la segunda causa más importante de pérdida de la biodiversidad después de la pérdida del hábitat, estimándose que casi el 40% de las extinciones conocidas desde el siglo XVII han sido por lo menos parcialmente causadas por estas. Introducir especies está debidamente documentado. Afecta a las poblaciones nativas por medio de diferentes mecanismos, entre los cuales destacan: hibridación, competencia por alimento y espacio, depredación, transferencia de patógenos, alteración del hábitat, desplazamiento de especies nativas, alteración de la estructura de los niveles tróficos, introducción de parásitos y enfermedades (Goldburg y Triplett 1997, Bhaskar y Pederson 2002, CBD 2011). Aquellas que se convierten en invasoras, impactan las poblaciones de flora y fauna y los procesos ecológicos, así como la economía que sobre las mismas pudiese existir (Gutierrez, Lasso, Baptiste, P, & Diaz, 2012).

En el área de estudio se registraron dos (2) especies introducidas y trasplantadas, entre ellas encontramos a las cachamas, nativas de las cuencas del Orinoco y Amazonas, las cuales por su valor económico en la pesca han sido trasplantadas a gran parte de las cuencas y subcuencas del país. Así mismo, tenemos la mojarra lora o tilapia, la cual tiene

su origen en África tropical, subtropical y Oriente Medio. Esta ha sido introducida en más de 100 países, siendo registradas poblaciones para Colombia en 30 departamentos. La existencia de cultivos o actividades de fomento en estos departamentos han permitido el ingreso de las poblaciones a los ecosistemas naturales favoreciendo su dispersión y establecimiento (Gutierrez, Lasso, Baptiste, P, & Diaz, 2012).

Otras especies, como el gupi (*Poecilia reticulata*), nativa del norte de Suramérica e islas del Caribe, ha sido introducida en Colombia principalmente por su valor ornamental (Gutierrez, Lasso, Baptiste, P, & Diaz, 2012). En el área de estudio, según los pescadores, esta especie es usada ocasionalmente como carnada o para alimento de mascotas.

✓ *Especies migratorias*

Para el área de estudio del APE Santa Isabel se registra un total de 12 especies migratorias (Tabla 5-25), de las cuales cuatro (4) realizan migraciones cortas (<100km), siete (7) llevan a cabo migraciones medianas (100-500km) y dentro de esta categoría, tres de ellas además presenta migraciones de tipo longitudinal y local, (*Prochilodus magdalenae*) y de tipo transfronterizo (*Pimelodus blochii* y *Pseudoplatystoma magdaleniatum*) (Zapata & S, 2013).

Dentro del tipo de migraciones cortas (MC), encontramos a la Vizcaína (*Curimata mivartii*), el pincho (*Cyphocharax magdalenae*), el comelón (*Leporinus muyscorum*) y la doncella (*Ageneiosus pardalis*). Para la especie *C. Mivartii* aunque no ha sido establecido plenamente su patrón migratorio, se conoce que su cronología de migración es diferente de la mayoría de las especies migratorias registradas para la zona, ya que su inicio no coincide con las migraciones de principio de año (subienda), sino que durante este periodo (época seca) permanece en las Ciénagas. Una vez el caudal se incrementa, en el mes de marzo y durante el denominado “veranillo” entre julio y agosto, esta realiza sus migraciones las cuales son dos por año. Por su parte, la especie *Leporinus muyscorum*, con base en las distancias de deriva de sus larvas, se estima que los individuos recorren hasta 104,9 km en búsqueda de lugares de migración (Jiménez- Segura et al., 2010). La especie migra junto con el Bocachico (*Prochilodus magdalenae*) y las sardinas (*Astyanax fasciatus* y *Astyanax bimaculatus*) (Zapata & S, 2013).

En la categoría de migraciones medianas, encontramos especies como el Bocachico (*Prochilodus magdalenae*), el cual realiza su migración desde los planos inundables y Ciénagas de las partes bajas medias de las cuencas, hacia las partes altas de las mismas. Las distancias de migración de ejemplares en búsqueda de áreas para la reproducción, se ha estimado en cerca de 410 km. En el Magdalena entre los meses de diciembre y marzo se inicia la denominada “subienda principal”, en la cual la especie abandona las Ciénagas y remonta los ríos en busca de los tributarios laterales; allí permanece todo el periodo de aguas bajas y nuevamente con la llegada de las lluvias, marzo y abril, regresa a las Ciénagas en un descenso que se conoce como “bajanza”. Justamente durante ese recorrido es cuando realizan sus desoves en ríos y canales de desborde (Maldonado-Ocampo, et al., 2005).

También el Bagre rayado (*Pseudoplatystoma magdaleniatum*) realiza migraciones medianas, movilizándose desde las planicies de inundación, en estado adulto, hacia los cauces principales de los ríos. Esta migración comienza entre los meses de mayo y junio, una vez ha pasado la subienda del Magdalena.

Por su parte, el nícuro (*Pimelodus blochii*) en el Magdalena podría tener dos rutas migratorias simultaneas, la primera se dirigiría desde el Bajo hasta el alto Magdalena, en donde a su paso por la cuenca media se mezclaría con algunos ejemplares; la segunda partiría desde las Ciénagas del Magdalena medio hacia los tributarios principales de esta zona (Villa-Navarro, 2002). La especie del mismo género *Pimelodus grosskopfii* (Capáz), presenta una migración similar a la de *P. Blochii* trasladándose desde las partes bajas de las cuencas a la parte alta, con excepción de las realizadas por las poblaciones en el río Cauca, donde la migración se inicia desde la parte media de la cuenca (Zapata & S, 2013).

Finalmente dentro de las especies con migraciones medianas encontramos a la llamada Dorada (*Brycon moorei*), de la cual dada su baja abundancia aún no se tiene un registro claro de sus rutas de migración Sin embargo, (Sánchez, León, & Reyes, 2000) la registran aguas debajo de la presa Betania (560 msnm). Se registran capturas en ríos de aguas transparentes como el río La Miel y en lagos del plano de inundación a menos de 125 m.s.n.m (Jiménez-Segura, et al., 2011).

Tabla 5-25 Especies migratorias registradas en el área de estudio

Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	TIPO DE MIGRACIÓN	ESTATUS DE RESIDENCIA
1	<i>Curimata mivartii</i>	Vizcaina, Cachaca, Sardina	MC	RNI
2	<i>Cyphocharax magdalenae</i>	Viejita, Madre de Bocachico, Campaniz, Capaniz, Capani, Yalúa	MC	RNI
3	<i>Saccodon dariensis</i>	Sardinita	MC	RNI
4	<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico, Pescado, Chico de boca	MM, LON, LOC	RNI
5	<i>Leporinus muyscorum</i>	Dientón, Comilón, Comelón, Cuatro ojos, Liso cuatro ojos, Mohino, Mamaburra, Liseta	MC	RNI
6	<i>Brycon moorei</i>	Sabaleta, Picuda	MM	RNI
7	<i>Salminus affinis</i>	Dorada, Mueluda, Sardinata, Dorada playera	MM	RNI
8	<i>Pimelodus blochii</i>	Barbudo blanco, Barbul, Barbudo, Nicuro, Barbule	MG, LON, TRF	DES
9	<i>Pimelodus grosskopfii</i>	Barbudo cañero, Capaz, Barbule, Barbul negro.	MM	RNI
10	<i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i>	Bagre pintado, Bagre tigre, Bagre.	MM, LON, TRF	DES
11	<i>Sorubim cuspicaudus</i>	Bagre blanco, Blanquillo, Gallego, Cucharo, Blanco pobre Antioqueño	MM	RNI
12	<i>Plagioscion magdalenae</i>	Pacora	MM	RNI

*MC: Migración Corta. MM: Migración Mediana, MG: Migración Grande. RNI: Migrante Loca, TRF: Transfronterizo, DES: Desconocido. LOC: Local. LON: Longitudinal.

✓ **Especies en veda**

Para el área de estudio y en general la cuenca de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge, existe la veda temporal del Bagre pintado o rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum*. Para el cual a través de la Resolución 25 de 1971 se estableció la talla mínima en 800 mm de LE. Mediante el Acuerdo 16 de 1987 (Resolución 57 de 1987) se estableció una veda temporal para la pesca de esta especie, dicha norma fue modificada por el Acuerdo 09 de 1996 que estableció nuevas fechas para observar la veda en la cuenca del Magdalena, del 1 a 30 de mayo y del 15 de septiembre al 15 de octubre de cada año (Mojica et al., 2002). El Acuerdo 08 de 2008 del ICA establece los métodos y artes de pesca que deben ser usados en la Ciénaga de Zapatosa, entre los departamentos de Cesar y Magdalena (Zapata & S, 2013).

✓ *Usos e importancia económica de las especies*

La cuenca del Magdalena se reconoce históricamente como la cuenca de mayor productividad en el país; sin embargo, tal productividad ha sufrido a lo largo del tiempo un fuerte decline, causando a su vez una disminución en aquellas especies de mayor uso. El aprovechamiento de la riqueza ictiológica a través de la actividad pesquera en el plano inundable de la cuenca radica en el ciclo hidrológico, y en la dependencia que de este tienen las poblaciones de peces y corresponde a cambios bien definidos del nivel de las aguas, en la temperatura, en la oferta alimenticia y en la necesidad algunas especies de migrar para reproducirse (Lasso, et al., 2011).

Históricamente, estos comportamientos han estado ligados a cuatro períodos: la “subienda” (diciembre a marzo); la “bajanza” (de abril a junio); la “mitaca” (de julio a agosto) y la “bajanza de mitaca” (de septiembre a noviembre). Períodos que, con los cambios climáticos y la reducción de las poblaciones ícticas se han modificado, al punto que hoy es casi imposible hablar de “la subienda” tal y como se manifestaba hasta mediados de los noventa. La situación a 2011 nunca llegó a presentarse debido a los niveles hidrológicos de la cuenca (Lasso, et al., 2011).

Históricamente fueron 26 las especies importantes en términos de desembarcos y en consecuencia de alto valor comercial, siendo destacables 15: *Prochilodus magdalenae* (bocachico), *Pseudoplatystoma magdalenatum* (bagre), *Pimelodus blochii* (Caribe-Magdalena) (barbul), *Plagioscion magdalenae* (pacora), *Ageneiosus pardalis* (doncella), *Sorubim lima* (cucharo), *Pimelodus grosskopfii* (capaz), *Curimata mivartii* (vizcaina), *Leporinus muyscorum* (comelón), *Brycon moorei* (dorada), *Tryportheus magdalenae* (arenca), *Hoplias malabaricus* (moncholo), *Caquetaia kraussi* (mojarra amarilla), *Pterogoplichthys undecimalis* (coroncoro), *Panaque cochilodon* (coroncoro-corróncho). Lasso et al. (2011) reconocen 40 especies de interés pesquero para la cuenca, en donde se incluyen las especies de consumo local y las marino-estuarinas que son aprovechadas en aguas continentales.

A este listado deben agregarse las especies foráneas y trasplantadas, que por los malos manejos derivados de la acuicultura han pasado al pasado al medio natural: las cachamas (*Piaractus brachypomum*, *Colossoma macropomum*), las tilapias o mojarra (*Oreochromis niloticus*), el híbrido de tilapia roja (*Oreochromis* spp) y, que fueron registradas durante los uestreos y también por parte de los pescadores y de las empresas pesqueras. Además, entidades estatales o no, han procedido a efectuar repoblación con estas especies sin el menor acervo técnico, ni científico, estimándose en 16x10⁶ el número de individuos con los que se ha repoblado las cuencas continentales, sin contabilizar los que por efecto de las inundaciones han pasado de la acuicultura al medio natural (Lasso, et al., 2011).

En el área de estudio, de las 42 especies identificadas, 18 se clasifican en la categoría de uso, por su uso tradicional, interés comercial y de consumo, siendo las especies de mayor comercialización e interés, el Bocachico (*Prochilodus magdalenae*), el Bagre rayado (*Pseudoplatystoma magdalenatum*) y el nícuo (*Pimelodus blochii*). A continuación se presenta una lista de estas especies junto con el uso que se les da en el área de estudio (Tabla 5-26).

Tabla 5-26 Lista de especies de interés cultural, de consumo y comercial registradas en el área de estudio

Nº	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	USO
1	<i>Potamotrygon magdalenae</i>	Raya	Cultural, tradicional
2	<i>Curimata mivartii</i>	Vizcaína	Consumo local/comercial
3	<i>Cyphocharax magdalenae</i>	Pincho	Consumo local/comercial
4	<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	Consumo local/comercial
5	<i>Leporinus muyscorum</i>	Comelón, tuza, mije	Consumo local/comercial
6	<i>Brycon moorei</i>	Picuda	Consumo local/comercial
7	<i>Colossoma macropomum</i>	Cachama	Consumo local/comercial
8	<i>Piaractus brachypomus</i>	Cachama blanca	Consumo local/comercial
9	<i>Salminus affinis</i>	Dorada	Consumo local/comercial
10	<i>Triportheus magdalenae</i>	Arenca	Consumo local
11	<i>Hoplias malabaricus</i>	Moncholo	Consumo local
12	<i>Hypostomus hondae</i>	Coroncoro	Consumo local/comercial
13	<i>Rhamdia quelen</i>	Jabonero, guabina	Consumo local
14	<i>Pimelodus blochii</i>	Barbul, nicuro	Consumo local/comercial
15	<i>Pimelodus grosskopfii</i>	Capáz	Consumo local/comercial
16	<i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i>	Bagre rayado	Consumo local/comercial
17	<i>Caquetaia kraussii</i>	Mojarra amarilla	Consumo local/comercial
18	<i>Plagioscion magdalenae</i>	Pacora	Consumo local/comercial

Fuente: Lasso et al., 2011