

Rev	Fecha	Elaborado por nombre/firma	Revisado por nombre/firma	Aceptado por nombre/firma	Descripción	Estado
A0	29/08/2017	CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO	Juan Manuel Martinez	Gabriel Martinez	Primera Emisión	A



ENERGIA
de Bogotá

PROYECTO
“CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 230 LA REFORMA - SAN FERNANDO”

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO – ECOSISTEMAS ACUATICOS



CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA
SAN FERNANDO

ESCALA	FORMATO	CÓDIGO EEB	CÓDIGO CONTRATISTA	HOJA	REV
SIN	Carta	EEB-SFDO-CT100614-L000-EST1000	AG-2780	1 de 71	A0

ÍNDICE

	Pág.
3	Caracterización del área de influencia del proyecto..... 6
3.3	Medio biótico 6
3.3.2	Ecosistemas acuáticos 6
3.3.2.1	Área de influencia indirecta 6
3.3.2.1.1	POMCH río Acacias-Pajure 9
3.3.2.1.2	POMCH Río Blanco-Negro-Guayuriba 9
3.3.2.2	Área de influencia directa 10
3.3.2.2.1	Perifiton 16
3.3.2.2.2	Plancton 27
3.3.2.2.3	Bentos 35
3.3.2.2.4	Macrófitas Acuáticas 49
3.3.2.2.5	Ictiofauna..... 52

LISTA DE ILUSTRACIONES

Imagen 3.3-1	Áreas Prioritarias de Conservación Nacional CONPES 3680 de 2010 dentro del área de estudio	7
Imagen 3.3-2	Asociación de unidades de cobertura de la tierra con los ecosistemas acuáticos	11
Imagen 3.3-3	Valores de riqueza en porcentaje por estación de monitoreo. Comunidad perifítica.....	19
Imagen 3.3-4	Valores de abundancia en porcentaje por estación de monitoreo. Comunidad perifítica.....	20
Imagen 3.3-5	Análisis de similitud. Comunidad perifítica	24
Imagen 3.3-6	Análisis de correspondencia para la comunidad Perifítica	26
Imagen 3.3-7	Valores de riqueza en porcentaje por estación de monitoreo. Comunidad Fitoplantónica	29
Imagen 3.3-8	Valores de abundancia en porcentaje por estación de monitoreo. comunidad fitoplantónica	29
Imagen 3.3-9	Valores de riqueza en porcentaje por estación de monitoreo. Comunidad de zooplancton	33
Imagen 3.3-10	Valores de Abundancia en porcentaje por estación de monitoreo. Comunidad de zooplancton	33
Imagen 3.3-11	Riqueza de los phylum identificados en las estaciones de monitoreo	38
Imagen 3.3-12	Porcentaje de riqueza de cada orden presente en la comunidad bentónica analizada.....	39
Imagen 3.3-13	Abundancia de los phylum identificados en las estaciones de monitoreo	40
Imagen 3.3-14	Porcentaje de abundancia de cada orden presente en la comunidad bentónica alizada	41
Imagen 3.3-15	Comparación índices BMWP y ASPT	44
Imagen 3.3-16	Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para el análisis de relación entre estaciones	46
Imagen 3.3-17	Análisis de Correspondencia para la comunidad bentónica.....	48
Imagen 3.3-18	Valores de riqueza en porcentaje por estación de monitoreo. Comunidad de macrófitas acuáticas.	51
Imagen 3.3-19	Porcentaje de riqueza de los órdenes de la comunidad ictica presente en las estaciones de monitoreo.	54
Imagen 3.3-20	Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para el análisis de relación entre estaciones	68
Imagen 3.3-21	Análisis de Correspondencia para la fauna íctica	70

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 3.3-1	Instrumentos de ordenamiento y/o planificación identificados en los municipios del Área de Influencia Indirecta áreas de interés ambiental..... 8
Tabla 3.3-2	Restricciones de uso en zonas de conservación 9
Tabla 3.3-3	Características de las zonas de conservación, conforme al POMCH del río Blanco-Negro-Guayuriba 10
Tabla 3.3-4	Descripción puntos de monitoreo de ecosistemas acuáticos 12
Tabla 3.3-5	Descripción general de los grupos taxonómicos de algas reportados frecuentemente en sistemas de aguas superficiales continentales..... 17
Tabla 3.3-6	Composicion de la comunidad perifítica 22
Tabla 3.3-7	Valores de los índices ecológicos evaluados para la comunidad perifítica en las estaciones de monitoreo 23
Tabla 3.3-8	Correlacion de spearman entre parámetros fisicoquímicos y la comunidad perifítica..... 27
Tabla 3.3-9	Descripción general de los principales grupos taxonómicos del zooplancton 28
Tabla 3.3-10	composicion de la comunidad fitoplanctonica 31
Tabla 3.3-11	Valores de los índices ecológicos evaluados para la comunidad fitoplanctónica en las estaciones de monitoreo..... 32
Tabla 3.3-12	composición de la comunidad Zooplanctonica..... 34
Tabla 3.3-13	Valores de los índices ecológicos evaluados para la comunidad zooplanctonica en las estaciones de monitoreo..... 35
Tabla 3.3-14	Descripción general de los grupos taxonómicos de macroinvertebrados acuáticos (bentos) reportados frecuentemente en sistemas de aguas superficiales continentales 36
Tabla 3.3-15	composicion de la comunidad bentónica 41
Tabla 3.3-16	Valores del índice BMWP/col. Reportados en las estaciones de monitoreo. 43
Tabla 3.3-17	Valores de los índices ecológicos evaluados para la comunidad bentónica en las estaciones de monitoreo..... 45
Tabla 3.3-18	Correlacion de spearman entre parámetros fisicoquímicos y la comunidad bentónica 49
Tabla 3.3-19	Macrófitas acuáticas identificadas en las estaciones de monitoreo..... 50
Tabla 3.3-20	Composicion de la ictiofauna presente en los cuerpos de agua evaluados 53
Tabla 3.3-21	Valores de los índices ecológicos evaluados para la comunidad ictica en las estaciones de monitoreo 57
Tabla 3.3-22	Ecología y morfología de las especies ícticas registradas 57

Tabla 3.3-23	especies de potencialidad economica reportadas en la zona de la gran cuneca del Orinoco.....	67
Tabla 3.3-24	Correlacion de spearman entre parámetros fisicoquímicos y la ictiofauna.....	69

3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

3.3 Medio biótico

3.3.2 Ecosistemas acuáticos

3.3.2.1 Área de influencia indirecta

Los ecosistemas acuáticos son unidades ecológicas que resultan de la interacción entre las partes biológicas, físicas, químicas y geológicas que constituyen los cuerpos de agua. La parte biótica del ecosistema, la componen todos los organismos que viven en él, mientras que los componentes físicos, químicos y geológicos conforman el medio abiótico donde habitan e interactúan estos organismos^{1 2}.

Los ecosistemas acuáticos presentes en All de la línea de transmisión eléctrica de 230 kV (La Reforma – San Fernando), se encuentran en el área hidrográfica del Orinoco, en la zona hidrográfica del Meta. En ésta no se identificaron Reservas Protectoras Nacionales, Parques Naturales Regionales, Reservas Forestales Protectoras Regionales, Distritos Regionales de Manejo Integrado, Distritos de Conservación de Suelos, Áreas de Recreación ni Reservas Naturales de la Sociedad Civil que se traslapen con el área de estudio. Sin embargo, de acuerdo al Documento Conpes 3680 de 2010 el río Guayuriba se encuentra en una de Áreas Prioritarias de Conservación Nacional propuestas con representatividad y prioridad Baja insuficiencia y urgente (**Imagen 3.3-1**).

La importancia íctica de los ecosistemas acuáticos en los que se enmarca el All del de la línea de transmisión eléctrica de 230 kV (La Reforma – San Fernando), responde a dinámicas propias de la gran cuenca del Orinoco, una de las más diversas de Suramérica en materia de ictiofauna. Sobre territorio colombiano, corre el 20,2% de la esta gran cuenca, el porcentaje restante hace parte del territorio venezolano. En la porción colombiana de la cuenca del río Orinoco se reporta riqueza de 627 especies y, específicamente, 378 especies en la sub-cuenca del río Meta³. Adicionalmente, se reportan para la Orinoquia colombiana 80 especies para consumo y/o uso ornamental⁴.

¹ DODDS, Walter K. Freshwater ecology: concepts and environmental applications. s.l.: Academic Press. 2002. 569 p.

² ROLDÁN, Gabriel y RAMÍREZ, John Jairo. Fundamentos de Limnología Neotropical. 1º edición. Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia. Colección Ciencia y Tecnología. 2008. 529 p.

³ LASSO C., J. I. MOJICA, J. S. USMA, J. MALDONADO, C. DONASCIMIENTO, D. TAPHORN, F. PROVENZANO, O. LASSO-ALCALÁ, G. GALVIS, L. VÁSQUEZ, M. LUGO, A. MACHADO-ALLISON, R. ROYERO, C. SUÁREZ, A. ORTEGA-LARA. Peces de la cuenca del río Orinoco. Parte I: Lista de especies y distribución por subcuencas. Biota Colombiana 5 (2): 95-158. 2004.

⁴ LASSO, C. A., E. AGUDELO CORDOBA, L. F. JIMENEZ-SEGURA, H. RAMÍREZ-GIL, M. MORALES-BETANCOURT, R. E. AJIACO-MARTÍNEZ, F. DE PAULA GUTIERREZ, J. S. USMA OVIEDO, S. E. MUNOZ TORRES Y A. I. SANABRIA OCHOA. I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C. Colombia 2011.

La diversidad íctica encontrada en la cuenca del Orinoco es producto de la heterogeneidad de ambientes, de acuerdo al origen geológico, vegetación y tipo de aguas, Galvis y colaboradores (2007) subdividen los llanos orientales en cuatro grandes regiones. El AII de la línea de transmisión eléctrica de 230 kV (La Reforma – San Fernando) se encuentra en la región correspondiente a piedemonte, llanura baja y vegas de los grandes ríos andinos. Esta región presenta dos tipos de ríos. Aquellos provenientes de la cordillera que al llegar a la planicie forman abanicos de cauces trenzados de gran amplitud, arrastran gran cantidad de material y durante el periodo de lluvias son ricos en nutrientes. Por otra parte, se encuentran los arroyos y ríos pequeños que nacen en el piedemonte con cauces más estables y aguas relativamente pobres⁵.

Como otras herramientas básicas de acción, tanto física como administrativa, que plasman los objetivos de tipo ambiental, económico y social de los territorios (municipios del Área de Influencia), se encontraron declarados dos (2) Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (PBOT), un (1) Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT) y dos (2) Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCH) conforme se presentan en la **Tabla 3.3-1**.

Tabla 3.3-1 Instrumentos de ordenamiento y/o planificación identificados en los municipios del Área de Influencia Indirecta áreas de interés ambiental

FIGURA DE ORDENAMIENTO O CATEGORÍA	MUNICIPIO (S)	ACTO ADMINISTRATIVO / OBSERVACIONES
POMCH río Acacías-Pajure (Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Acacías-Pajure)	Acacías, San Carlos de Guaroa, Guamal y Castilla La Nueva	Resolución 1635 del 22 de septiembre de 2010 Área: 93.100 ha con un total de 51 veredas
POMCH río Blanco-Negro-Guayuriba (Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Blanco-Negro-Guayuriba)	Acacías, San Carlos de Guaroa, Puerto López, Villavicencio, Gutiérrez, Guayabetal, Fosca, Quetame, Ubaque, Chipaque, Une, Fómeque, Choachí, Guasca, la Calera, Cáqueza y Bogotá D.C.	Resolución conjunta 02 de 16 de mayo de 2012. Área: 353.166,83 ha.

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

5 GALVIS, G., J. I. MOJICA, F. PROVENZANO, C. LASSO, D. TAPHORN, R. ROYERO, C. CASTELLANOS, A. GUTIÉRREZ, M.A. GUTIÉRREZ, Y. LÓPEZ, L. MESA, P. SÁNCHEZ, C. CIPAMOCHA. Peces de la Orinoquia colombiana con énfasis en especies de interés ornamental. Eds. A. I. Sanabria-Ochoa, P. Victoria-Daza, I. C. Beltrán. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, INCODER, Universidad Nacional de Colombia -Departamento de Biología - Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá, Colombia. 2007.

3.3.2.1.1 POMCH río Acacias-Pajure

La cuenca hidrográfica del río Acacias – Pajure se encuentra localizada en el departamento del Meta con jurisdicción en los municipios de Acacias, San Carlos de Guaroa, Guamal y Castilla La Nueva. El municipio con mayor participación es Acacias con el 62% de la superficie total de la cuenca, le sigue San Carlos de Guaroa con el 30%, Castilla La Nueva 6% y Guamal con tan solo el 2%.

- **Zonas de conservación**

De acuerdo con el POMCH del río Acacias, dentro de esta categoría de zonificación se consideran especialmente los bosques de galería que hacen parte del área de influencia; estos se separan de la zona de preservación de bosque de galería en consideración a que se encuentran inmersos en zonas de intenso desarrollo económico, con un alto nivel de fragmentación, pero su función es esencial para la conservación del agua y sus recursos hidrobiológicos, el suelo y la cobertura vegetal existente, así como la flora y fauna asociada. En la **Tabla 3.3-2** se presentan las restricciones de uso sobre esa categoría de zonificación.

Tabla 3.3-2 Restricciones de uso en zonas de conservación

USO	CONDICIÓN
Uso Principal	Conservación de los relictos de bosque en ronda hídrica, que conduzca a la regeneración y restauración de los ecosistemas y las poblaciones de fauna nativa
Uso Compatible	Actividades de aislamiento, protección, control y revegetalización o enriquecimiento o repoblación con especies silvestres y manejo de la sucesión vegetal. Investigación, Producción o generación de bienes y servicios ambientales, manejo hacia la conexión de áreas adyacentes.
Uso Condicionado	Senderos ecológicos, ecoturismo, aprovechamiento forestal doméstico, aprovechamiento sostenible de recursos no maderables, recreación pasiva y ecoturismo.
Uso Prohibido	Actividades agropecuarias, aprovechamiento forestal, asentamientos humanos, exploración y explotación minera y de hidrocarburos, infraestructura industrial, tala, quema, caza,

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017. Tomado de POMCH río Acacias- Pajure, Gestión Ambiental y Desarrollo – Cormacarena, 2012

3.3.2.1.2 POMCH Río Blanco-Negro-Guayuriba

La cuenca Blanco-Negro-Guayuriba está conformada por las subcuencas de los ríos Blanco (proveniente del PNN Sumapaz), Negro (procedente del PNN Chingaza) y Guayuriba (que resulta de la confluencia de los dos primeros, a la altura del municipio de Guayabetal. El río Guayuriba es el límite geográfico de los municipios que conforman la cuenca, y desemboca en el río Metica, que vierte sus aguas al río Meta (POMCH Río Blanco-Negro-Guayuriba, 2012)). Así, la cuenca es compartida por los departamentos de Cundinamarca y Meta y cuenta con la jurisdicción de Parques Nacionales Naturales con el PNN Sumapaz y PNN Chingaza, y las Corporaciones Autónomas Regionales de la CAR, CORPOGUAVIO, CORPORINOQUIA y CORMACARENA.

- **Zonas de conservación**

Allí se clasifican todas las áreas en donde la estructura físico-biótica permite el mantenimiento de ecosistemas de importancia ecológica, económica y social para la cuenca, y en donde la gestión y uso de los recursos naturales por parte del hombre, debe garantizar su mantenimiento a largo plazo, sin comprometer la potencialidad para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones futuras. Se identificaron cinco (5) de ellas, las cuales se describen en la **Tabla 3.3-3**.

Tabla 3.3-3 Características de las zonas de conservación, conforme al POMCH del río Blanco-Negro-Guayuriba

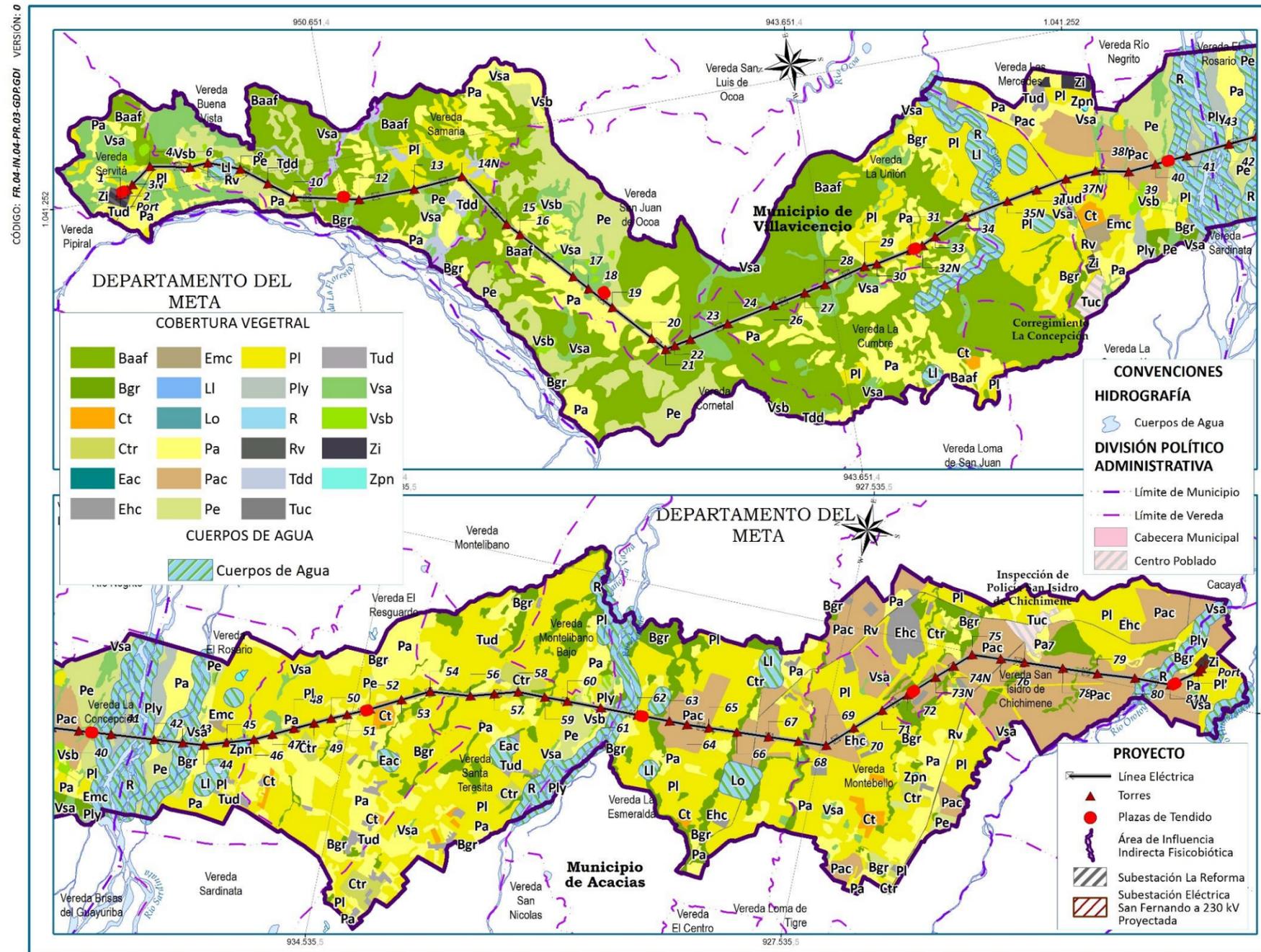
ZONAS DE REGLAMENTACIÓN ESPECIAL	DESCRIPCIÓN
Zona de protección hídrica (ZAA-C-ZPH)	Estas zonas se encuentran actualmente en zonas productivas donde hay relictos boscosos pero su cobertura dominante son cultivos o pastos. Son ecosistemas vulnerables por la fuerte presión antrópica y su uso debe destinarse a la conservación
Zonas de interés ecológico estratégico (ZAA-C-ZIE)	Son los remanentes de ecosistemas boscosos con importancia ecológica, económica y social, porque aportan bienes y servicios, como la conservación de la biodiversidad, protección de suelos, etc. No cuentan con ninguna figura de conservación y en ellos se debe propender por su continuidad.
Zonas de humedales (ZAA-C-ZHU)	Agrupan aquí los ecosistemas lénticos que incluyen humedales y lagos (profundidad >10 m), lagunas (profundidad <10 m) ciénagas y otras formas de almacenamiento similares, sean de origen natural o antrópico. De encontrarse humedales con plan de manejo, se adoptará la zonificación determinada en este. Para los que no tengan plan de manejo: el uso principal será de conservación de áreas que aún mantienen su integridad ecosistémica, entre los usos compatibles incluyen la restauración ecológica, la investigación, control y monitoreo de la calidad del agua y producción sostenible en humedales de origen antrópico, con uso condicionado podría realizarse recreación pasiva y turismo ecológico, y queda prohibido el uso agrícola, industrial, minero, hidrocarburos, urbano, tala, quema o cualquiera que requiera la desecación y/o relleno de los cuerpos de agua.

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017. Adaptado del POMCH del río

3.3.2.2 Área de influencia directa

En relación a los ecosistemas terrestres con los que tiene relación los ecosistemas acuáticos presentes en el All, es posible observar en la **Imagen 3.3-2** que se trata principalmente de Pastos Arbolados (Pa), Pastos Limpios (PI) y Bosque de galería (Bgr) con 27.3 %, 17.6% y 10.6% de asociación respectivamente. Lo que está reflejando que alrededor de los ecosistemas acuáticos hay intervención antrópica que ha modificado las coberturas originales transformándolas principalmente en pastos. Es con la biota de estas coberturas con la que se realiza el mayor intercambio de materia y energía de los ecosistemas, que se detalla en los respectivos numerales.

Imagen 3.3-2 Asociación de unidades de cobertura de la tierra con los ecosistemas acuáticos



CoberturaCuerposAgua.mxd

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

A continuación, se presenta la caracterización de ecosistemas acuáticos (comunidades hidrobiológicas de perifiton, fitoplancton, zooplancton, bentos, peces y macrófitas acuáticas) correspondiente a los cuerpos de agua superficiales que se encuentran en el área de influencia del proyecto EIA para el licenciamiento ambiental para la construcción y operación de la línea de transmisión de 230 kw (la Reforma – san Bernardo).

El trabajo de campo se realizó entre los días 23 y 28 de abril de 2016 y el día 12 de mayo del 2016 en nueve (9) puntos de monitoreo distribuidos en siete (7) cuerpos loticos y dos (2) lenticos pertenecientes a los municipios de Villavicencio y Acacias, jurisdicción del departamento del Meta. Los puntos de muestreo son los mismos donde se realizó la caracterización de la calidad del agua superficial y se presentan a continuación en la **Tabla 3.3-4** . Durante los monitoreos ejecutados por el laboratorio AMBIUS S.A.S. (acreditado por el IDEAM bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 mediante Resolución 2017 de agosto de 2014) se realizó la toma de muestras de las comunidades hidrobiológicas: bentos, perifiton, plancton, macrófitas acuáticas e ictiofauna, para su posterior análisis;

Tabla 3.3-4 Descripción puntos de monitoreo de ecosistemas acuáticos

PUNTO DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN Y REGISTRO FOTOGRÁFICO
Quebrada Servita	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">Punto de monitoreo Quebrada Servita Coordenadas: 1041403 E – 0953550 N</p> <p>Este punto se ubica por debajo del viaducto Pipiral. La quebrada forma un cañón bastante apreciable en este punto, su anchura aproximadamente es de 20 metros y 15 grados de inclinación que hace que el caudal tenga bastante fuerza de arrastre, sus aguas son claras con algún transporte de sedimento observable. El sustrato se compone de arenas gruesas, guijarros, cantos rodados y gran cantidad de piedras de mediano y gran tamaño; sus riberas son bastante inclinadas más o menos 30 grados en ambas márgenes, sobre ellas se pudo observar bastante cantidad de herbáceas y arbustos, también se observaron arboles de mediano y gran tamaño.</p>

PUNTO DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN Y REGISTRO FOTOGRÁFICO	
Caño Pescado	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">Punto de monitoreo Caño Pescado Coordenadas: 1040611 E – 0951072 N</p> <p>Cuerpo de agua de aproximadamente 30 metros de ancho. Su cauce se separa en varios ramales en ciertos puntos. Sustrato principalmente rocoso y arenoso, sobresaliendo los cantos rodados y guijarros por su abundancia. El agua es de color café oscuro por la cantidad de sedimentos que arrastra a su paso. Sus laderas tienen inclinaciones entre los 30 y 40 grados aproximadamente, la vegetación en ellas se compone de árboles de mediano y pequeño tamaño, arbustos, herbáceas. Se observaron algunos parches de gramíneas.</p>	
Caño La Unión	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">Punto de monitoreo Caño La Unión Coordenadas: 1038764 E – 0941126 N</p> <p>Este punto de monitoreo es de aguas claras con una inclinación leve y de sustrato rocoso; los cantos rodados y los guijarros componen la mayor parte del lecho, junto con la arena gruesa color amarillo. Cerca de la sección monitoreada se observa un puente vehicular que une las dos partes de una carretera terciaria. En las riberas se pudo observar vegetación compuesta en su mayoría por arboles medianos, arbustos y herbáceas, aunque una de sus márgenes colindaba con un potrero cubierto de gramíneas que posiblemente es utilizado para forrajeo de bovinos.</p>	

PUNTO DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN Y REGISTRO FOTOGRÁFICO	
Léntico 1	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">Punto de monitoreo cuerpo Léntico 1 Coordenadas: 1036547 E – 0942365 N</p> <p>Cuerpo de agua léntico de pequeño tamaño. En sus alrededores se observan asentamientos humanos que posiblemente realicen vertimiento y consuman el líquido de este sistema. El agua es clara con leve aroma a materia orgánica en descomposición, dentro de ella se observaron numerosas larvas de insectos y algunos alevinos de peces. Sus riberas son de inclinación suave en algunos sectores y de unos 30 grados en los otros; en ellas se pudo observar la presencia de arbustos y árboles, y en las partes despejadas gramíneas. En las orillas se acumulan diferentes clases de macrófitas características de estos cuerpos. El sustrato en las márgenes es de tipo lodoso arcilloso, con algunos limos y arenas.</p>	
Río Guayuriba	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">Punto de monitoreo Río Guayuriba Coordenadas: 1039678 E – 0937395 N</p> <p>Río importante de aproximadamente 60 metros de ancho de configuración trenzada y de aguas turbias por el gran transporte de sedimentos que lleva su cauce. Su lecho se compone de arenas, cantos rodados y guijarros. Cerca al punto de muestreo se practica la minería de material de construcción, el cual se saca del lecho del río. La vegetación en las riberas en esta estación es muy parecida a las encontradas en los demás puntos de muestreo, esta se compone principalmente de árboles, arbustos, herbáceas y gramíneas.</p>	

PUNTO DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN Y REGISTRO FOTOGRÁFICO	
Río Negrito	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">Punto de monitoreo Río Negrito Coordenadas: 1038244 E – 0938961 N</p> <p>Cuerpo de aguas turbias con leve olor a aguas residuales, atraviesa la vía principal de la empresa minera que hace explotación sobre el río Guayuriba. El sustrato en este punto es lodoso con presencia de guijarros y cantos rodados. Las riberas están cubiertas principalmente por gramíneas y arbustos, más lejos se observó la presencia de árboles de mediano tamaño. Cerca de la sección muestreada desemboca un caño que lleva un fuerte olor a aguas residuales proveniente de las instalaciones principales de la minera en este punto.</p>	
Léntico 16	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">Punto de monitoreo cuerpo Léntico 16 Coordenadas: 1038572 E – 0936521 N</p> <p>Pequeño lago de aguas cristalinas dentro de los terrenos de una finca, se observa un encierro para el cultivo de peces en uno de sus costados. En el lado sur se vierten las escorrentías de los establos de la hacienda. La presencia de macrofitas de distintas especies es apreciable tanto emergentes como sumergidas. En las riberas se observó un bosque de protección conformado principalmente por arbustos, herbáceas y árboles de mediano tamaño, entre los cuales se destacan frutales como el mango y la guama. El sustrato es de características lodosas en algunos sectores y areno-rocosa en otros.</p>	

PUNTO DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN Y REGISTRO FOTOGRÁFICO	
Río Acacias	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">Punto de monitoreo Río Acacias Coordenadas: 1040019 E – 0931408 N</p> <p>El muestreo se realizó sobre el brazo oriental del río Acacias, ya que antes de este punto el río principal se bifurca. La sección mostró un ancho de aproximadamente 20 metros con color del agua marrón y olor característico de material orgánico en descomposición. El sustrato se compone principalmente de cantos rodados y arenas gruesas, pero en algunos puntos se observaron lodos, posiblemente compuestos por arcillas y limos. En las riberas se detectaron en su mayoría gramíneas, arbustos y herbáceas, con alguna presencia de árboles..</p>	
Río Orotoy	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">Punto de monitoreo Río Orotoy Coordenadas: 1043910 E – 0922296 N</p> <p>Río de aguas claras con sustrato compuesto principalmente de cantos rodados y arenas gruesas. Su inclinación es de menos de 10 grados aproximadamente, lo que provoca una corriente suave en este sector. Cerca de la estación desemboca un pequeño riachuelo de aguas claras. La sección muestreada es de aproximadamente 25 metros, su profundidad no supera los 0,5 metros. En las riberas se observó vegetación principalmente compuesta por arboles de mediano tamaño, arbustos, herbáceas y gramíneas.</p>	

Fuente: AMBIUS S.A.S., 2016

3.3.2.2.1 Perifiton

- **Características**

El perifiton se refiere a todas las comunidades de microorganismos animales y vegetales; algas, hongos, bacterias, protozoarios y animales que viven adheridas a los diferentes tipos de sustratos sumergidos en los cuerpos de agua (sustratos vegetales, rocas o a cualquier tipo de material natural o artificial) (Roldán, 1992). El grupo más representativo de ésta

comunidad son las microalgas, que corresponden a organismos autótrofos fotosintéticos, los cuales producen su propio alimento; en su gran mayoría son unicelulares, forman filamentos o placas de células; pero cada individuo es independiente, no tiene movimiento o es muy limitado (Barnes y Massarini, 2008).

Estos organismos son de gran importancia dado que contribuyen con la productividad primaria de los ecosistemas acuáticos gracias a su capacidad fotosintética que le permite capturar la energía lumínica presente del sol y transformarla en compuestos orgánicos (carbohidratos) a partir de los cuales se mantienen los niveles tróficos superiores (Ramírez y Viña, 1998). Esta comunidad desempeña un papel fundamental en la dinámica de los ecosistemas acuáticos, destacándose su actividad en la producción de metabolitos orgánicos para diversos organismos en la cadena alimenticia, así como su capacidad de generar una alta tasa de reciclaje de nutrientes (Roldán y Ramírez, 2008). Son considerados como indicadores de la calidad del agua ya que reflejan las condiciones y los cambios que se presentan en este medio. Su distribución, composición y abundancia pueden variar espacial y temporalmente de acuerdo con las condiciones hidroclimáticas imperantes de la zona, junto con la disponibilidad de nutrientes, el tipo de sustrato y las actividades antrópicas.

A continuación, en la **Tabla 3.3-5** se describen las características principales de los grupos taxonómicos de mayor importancia, que son frecuentemente reportados en sistemas de aguas superficiales continentales.

Tabla 3.3-5 Descripción general de los grupos taxonómicos de algas reportados frecuentemente en sistemas de aguas superficiales continentales

TAXÓN	CARACTERISTICAS
<p>CYANOBACTERIA</p>	<p>Dentro de este phylum se encuentran organismos unicelulares y pluricelulares, predominando en estos últimos las formas filamentosas. Algunos autores las consideran como bacterias por carecer de membrana nuclear definida (cianobacterias), sus formas varían desde organismos unicelulares hasta coloniales. Pueden considerarse como poseedoras de un amplio rango de tolerancia a muchos factores, pues se encuentran distribuidas en todos los biotopos del ecosistema acuático (interfase aire-agua, toda la columna de agua, sedimento, etc.), ya que poseen adaptación cromática, la cual les permite adoptar un color aproximadamente complementario al de la luz disponible, con el fin de presentar un mejor aprovechamiento de la luz solar (Roldan, 1992).</p> <p>Se presentan fundamentalmente cuando las condiciones ambientales se desvían notablemente de las condiciones habituales, especialmente en la relación fósforo – nitrógeno. Algunas especies tienen la capacidad de fijar nitrógeno de la atmósfera y convertirlo en amonio, por lo tanto, las asocian a aguas deficientes en nitrógeno.</p>
<p>OCHROPHYTA (Bacilariofitas)</p>	<p>Son ampliamente diversificadas tanto en aguas dulces como salobres y marinas. Poseen uno (1) o dos (2) 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 que las centrales, en aguas dulces. Las Bacilariofitas se caracterizan por presentar diversas adaptaciones a los sistemas lóticos (estructuras para adherirse al sustrato) y por desarrollarse en ambientes pobres en nutrientes. Así</p>

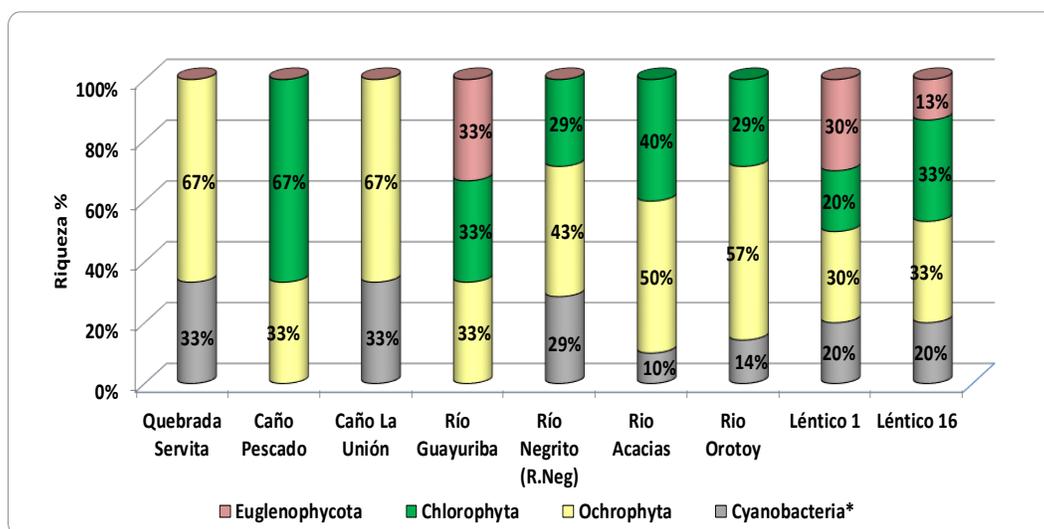
TAXÓN	CARACTERISTICAS
	mismo, poseen altas tasas reproductivas que les permite compensar las pérdidas por la deriva constante de los organismos en aguas corrientes (Roldán, 1992).
CHLOROPHYTA	Constituyen un grupo muy amplio y variado, donde se encuentran algas unicelulares, coloniales y/o filamentosas, se desarrollan bajo una gran variedad de condiciones por lo que muchas de ellas se han considerado indicadoras de contaminación. Se caracterizan por su intenso brillo verde, por lo que son denominadas comúnmente algas verdes; este color es dado por la alta presencia de clorofila en los cloroplastos. Muchas de sus formas se desarrollan adheridas a superficies rígidas y sumergidas, como hojas, troncos o piedras. En general, los individuos de la división Chlorophyta se caracterizan por desarrollarse en sistemas lóticos con alta disponibilidad de oxígeno y luz. También se establecen en aguas con presencia de nutrientes (estado mesotrófico).
EUGLENOPHYCOTA	Son organismos flagelados, desnudos y grandes. Predominan generalmente en agua dulce, aunque pueden ser hallados en estuarios. Son muy abundantes en charcas y lagunas temporales con abundante contenido de materia orgánica. Su reproducción es asexual y se lleva a cabo por fisión binaria longitudinal (Roldan, 1992).

Fuente: AMBIUS S.A.S., 2016

• **Estructura de la comunidad**

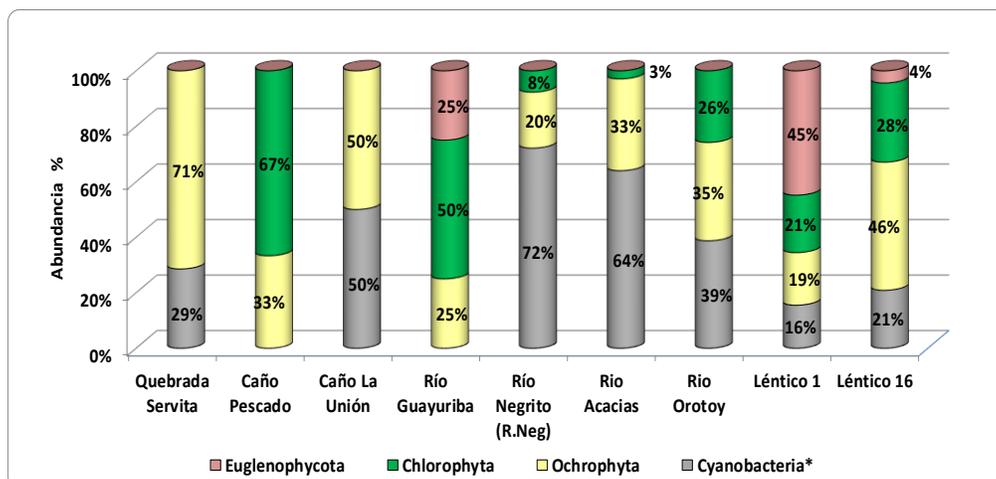
La comunidad perifítica identificada en los sistemas de aguas superficiales evaluados estuvo representada por algas de las divisiones Ochrophyta (Bacillariophyta), Chlorophyta y Euglenophycota, así como por organismos del phylum Cyanobacteria, siendo las Ocrofitas el grupo más importante en términos de riqueza y abundancia en la mayoría de estaciones (**Imagen 3.3-3** y **Imagen 3.3-4**). Por otro lado, el grupo menos importante dentro de esta comunidad para la presente caracterización fueron las euglenofitas, las cuales solo se encontraron en tres (3) estaciones de las nueve (9) evaluadas con solo tres (3) representantes (**Anexo D.11.2.1. Perifiton**).

Imagen 3.3-3 Valores de riqueza en porcentaje por estación de monitoreo. Comunidad perifítica



*Nivel phylum.
Fuente: AMBIUS S.A.S., 2016

Imagen 3.3-4 Valores de abundancia en porcentaje por estación de monitoreo. Comunidad perifítica



*Nivel phylum.

Fuente: AMBIUS S.A.S., 2016

La división Ochrophyta se encontró en los nueve (9) puntos evaluados con un total de 11 especies, aportando el 32% de las algas perifíticas reportadas en el monitoreo y el 33% de la abundancia total siendo el segundo grupo más abundante después de las cianobacterias. Las ocrofitas por lo general son indicadoras de aguas eutróficas, turbulencia y mezcla (Pinilla 2000). Dentro de este grupo sobresalieron por su frecuencia de aparición y abundancia entre las estaciones evaluadas los géneros *Navicula* y *Pinnularia*, cada una con 2 especies. Estos organismos son indicadores de mesotrofia y eutrofia. También fueron importantes los registros de géneros como *Nitzschia* (indicador de mezcla, turbulencia y eutrofia), *Gomphonema* (indicador de eutrofia), *Synedra* (indicador de mesotrofia) y *Eunotia* (indicador de oligotrofia a eutrofia).

Ochrophyta (Bacillariophyta) constituyó, tal como se mencionó anteriormente, el taxón de mayor frecuencia e importancia en términos de riqueza como en la abundancia en las estaciones evaluadas en los ríos Orotoy, Acacias, Negrito, así como el caño la Unión y la quebrada Servita. En estos sistemas registraron riquezas entre el 50% y el 67% y abundancias del 57% al 67%; para los demás puntos (Léntico 16, río Guayuriba, léntico 1 y caño Pescado) la riqueza fue del 30% al 33%.

Este grupo de organismos se presentó en todas las estaciones de muestreo como consecuencia de la condición generalista que presentan muchas de las algas que conforman este grupo, lo que permite que se encuentren en diferentes ambientes y condiciones de los ecosistemas dulceacuícolas. Es de mencionar que en las estaciones de monitoreo Léntico 16 y río Acacias las ocrófitas se encontraron con la mayor densidad de individuos lo que probablemente este asociado a condiciones propias de cada sistema que involucren algún tipo de característica que generen la viabilidad de desarrollo de especies de los géneros *Navicula* y *Pinnularia* principalmente.

El grupo con mayor riqueza y el segundo en frecuencia de aparición, fue la división Chlorophyta con un total de 10 taxones conformando el 41% de especies totales reportadas

en el estudio y el 8% de la abundancia total. Este grupo se presentó en siete (7) de las nueve (9) estaciones (ríos Orotoy, Acacias, Negrito y Guayuriba, lenticos 16, lenticos 1 y caño Pescado), con riquezas que oscilaron entre 20% y el 67% y abundancias entre 3% y el 67%. Las clorofitas fueron más abundantes que las ocofitas en caño pescado, lo cual puede indicar procesos de mesotrofia en dicho sistema de aguas superficiales.

Dentro de la comunidad algal a la que hacen parte las clorofitas el género *Scenedesmus* bioindicador de mesotrofia y eutrofia fue importante, ya que se hizo presente en cuatro (4) puntos (Lentico 2, Lentico 16, ríos Orotoy y Acacias) en los cuales representaron por lo general la mayoría de los individuos de este grupo, además estuvo representando por dos (2) especies, siendo *Scenedesmus* sp₁ relativamente importante en términos de densidad. Los demás géneros representados por una sola especie fueron *Oedogonium*, *Microspora*, *Pleurotaenium*, *Spirogyra*, los cuales no se destacaron en términos de riqueza y de abundancia. Otro género identificado únicamente en la estación evaluada sobre el río Acacias fue *Chaetomorpha* sp el cual puede estar indicando un leve proceso de eutrofia.

Seguido de la división Chlorophyta se encontró el phylum Cyanobacteria conformando el 12% de la riqueza total encontrada y el 56% de la abundancia total registrada en el estudio. Ese grupo de algas verde-azules se reportó en los ríos Orotoy, Acacias, Negrito, en el caño la Unión, la quebrada Servita y los sistemas lenticos 1 y 16). Este grupo se presentó con tres (3) taxones, de las cuales la más abundante fue el género *Oscillatoria* (con una especie), este género es indicador de mesotrofia, eutrofia y ultraoligotrofia (Pinilla 2000). También se reportaron dos (2) géneros más *Anabaena* y *Lyngbya* (indicadora de eutrofia), esta última encontrada solo en el río Negrito en una apreciable cantidad, lo que puede estar relacionado con una alta carga orgánica apreciable por el olor característico que se percibió en la estación de muestreo.

Esta condición de importancia por parte de las cianobacterias es normal, ya que, aunque este grupo de algas tiende a predominar fundamentalmente cuando las condiciones ambientales se desvían notablemente de las condiciones habituales (especialmente en la relación fósforo – nitrógeno), sin embargo, esto no fue evidente en todos los puntos del presente monitoreo. Por otro lado, su importancia en términos de abundancia en los ríos Negrito y Acacias puede deberse a una posible inestabilidad respecto a la relación de los elementos antes mencionados y la turbidez del agua en estos puntos por el deterioro del recurso producto de intervenciones de ganado y el hecho de que estas algas poseen un amplio rango de tolerancia a muchos factores, pues se encuentran distribuidas en todos los biotopos del ecosistema acuático (interfase aire-agua, toda la columna de agua, sedimento, etc.), y mediante su adaptación cromática, pueden adoptar un color aproximadamente complementario al de la luz disponible, con el fin de presentar un mejor aprovechamiento de la luz solar (Roldan, 1992).

Con una baja representatividad dentro de la comunidad perifítica se identificó el phylum Euglenophycota conformando el 6% de la riqueza total encontrada y el 2% de la abundancia total, del cual se reportaron tres (3) taxones de los cuales *Lepocinclis* fue el género más frecuente. También se encontraron los géneros *Euglena* y *Trachelomonas*, con abundancias bajas. Estos géneros en general son indicadores de eutrofia y presencia de materia orgánica.

Para el presente estudio este grupo estuvo presente en solo tres (3) de las nueve (9) estaciones monitoreadas, siendo los géneros *Lepocinclis* y *Trachelomonas* los más ocurrientes presentándose en los puntos de los cuerpos lenticos. Las especies pertenecientes a la clase Euglenophyceae son muy comunes en sistemas con una alta carga de materia orgánica (Ramírez, 2000; Pinilla, 2010; et al., 2006).

La composición de la comunidad perifítica encontrada en los cuerpos de agua se presenta a continuación en la **Tabla 3.3-6**. Está conformada por 23 géneros, 18 familias pertenecientes a 16 órdenes.

Tabla 3.3-6 Composición de la comunidad perifítica

REINO	DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE
BACTERIA	Cyanobacteria*	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya</i>	<i>Lyngbya</i> sp
					<i>Oscillatoria</i>	<i>Oscillatoria</i> sp
				Nostocaceae	<i>Anabaena</i>	<i>Anabaena</i> sp
CHROMISTA	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>	<i>Nitzschia</i> sp
			Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphoneis</i>	<i>Gomphoneis</i> sp
					<i>Gomphonema</i>	<i>Gomphonema</i> sp
			Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>	<i>Eunotia</i> sp
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i>	<i>Navicula</i> sp ₁
					<i>Navicula</i>	<i>Navicula</i> sp ₂
		Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i>	<i>Pinnularia</i> sp		
		<i>Pinnularia</i>	<i>Pinnularia</i> sp ₁			
Surirellales	Surirellaceae	<i>Cymatopleura</i>	<i>Cymatopleura</i> sp			
Coccinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>	<i>Melosira</i> sp		
Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra</i>	<i>Synedra</i> sp		
PLANTAE	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlorococcales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i>	<i>Scenedesmus</i> sp
					<i>Scenedesmus</i>	<i>Scenedesmus</i> sp ₁
					<i>Scenedesmus</i>	<i>Scenedesmus</i> sp ₂
			Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora</i> sp
			Sphaeropleales	Microsporaceae	<i>Microspora</i>	<i>Microspora</i> sp
			Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i>	<i>Oedogonium</i> sp
	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Pleurotaenium</i>	<i>Pleurotaenium</i> sp		
			<i>Staurastrum</i>	<i>Staurastrum</i> sp		
Ulvophyceae	Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha</i> sp		
Charophyta	Conjugatophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra</i>	<i>Spirogyra</i> sp	
PROTOZOA	Euglenophycota*	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena</i>	<i>Euglena</i> sp
					<i>Lepocinclis</i>	<i>Lepocinclis</i> sp
					<i>Trachelomonas</i>	<i>Trachelomonas</i> sp ₂

*Nivel phylum.

Fuente: AMBIUS S.A.S., 2016

En cuanto a los índices de diversidad (**Tabla 3.3-7**) los valores en general indicaron una baja diversidad siendo categorizadas dentro de los rangos de aguas medianamente

contaminadas, los valores más altos se registraron en las estaciones de los ríos Orotoy, Acacias y Negrito, y los lenticos 1 y 16, estando entre 1,2 y 2,22 bits, valores moderados que según lo planteado por Margalef (1983) diversidades de cinco corresponden a ecosistemas altamente organizados y estables. Estas estaciones se caracterizaron por presentar las mayores riquezas y coinciden en tener altos valores de predominio y de uniformidad, lo que indica que hay una baja dominancia y alta uniformidad entre especies en estos puntos. Con referencia a las estaciones correspondientes al río Guayuriba a la quebrada Servita y a los caños Pescado y la Unión, presentaron valores bajos para el índice de Shannon estando entre 0,96 bits a 1,10 bits, lo cual corresponde a una baja diversidad donde un solo un taxón agrupa la mayor cantidad de organismos encontrados en estas estaciones por lo cual los valores de predominio son más bajos indicando mayor dominancia y los de uniformidad son cercanos a 1 indicando alta homogeneidad.

Tabla 3.3-7 Valores de los índices ecológicos evaluados para la comunidad perifítica en las estaciones de monitoreo

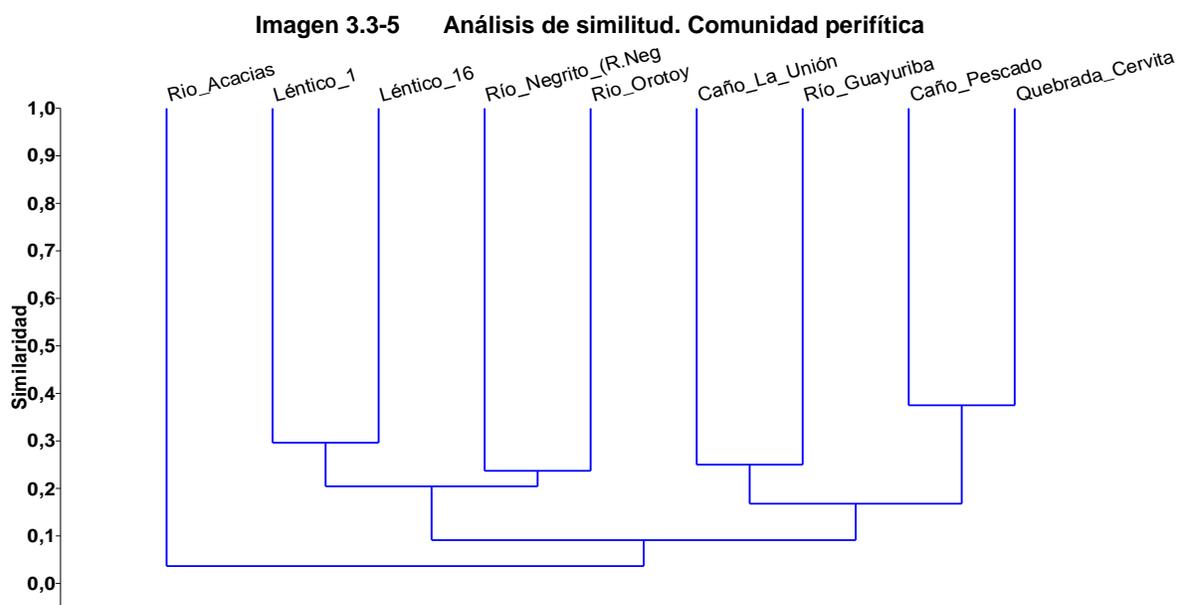
Estaciones	Quebrada Servita	Caño Pescado	Caño La Unión	Río Guayuriba	Río Negrito	Río Acacias	Río Orotoy	Léntico 1	Léntico 16
Diversidad de Shannon (H')	0,96	1,10	1,04	1,04	1,27	1,21	1,63	1,98	2,22
Predominio de Simpson (1-D)	0,57	0,67	0,63	0,63	0,61	0,55	0,76	0,83	0,86
Uniformidad de Pielou (J)	0,87	1,00	0,95	0,95	0,65	0,52	0,84	0,86	0,82
INTERPRETACIÓN									
<p>Shannon >3: Aguas limpias. 1-3: Aguas medianamente contaminadas. <1: Aguas intensamente contaminadas.</p> <p>Simpson 0,5-1: Menor dominancia. 0-0,5: Mayor dominancia.</p> <p>Pielou 0,5-1: Uniformidad entre las especies.</p>									

En términos generales la estructura y composición del ensamblaje algal de la comunidad perifítica fue adecuado en la mayoría de estaciones de monitoreo, predominando algas generalistas de la división Ochrophyta (Bacillariophyta), las cuales son comúnmente identificadas en ecosistemas dulceacuícolas en general, así como algas propias de una adecuada disponibilidad de oxígeno, nutrientes y luz solar, como lo son las clorófitas. Esto refleja características de calidad adecuadas en la mayoría de los ecosistemas acuáticos analizados, descartando condiciones de contaminación alta por actividades que se desarrollan en la zona de estudio. Pese a lo anterior, es de mencionar los casos puntuales de proliferación de algas del phylum Cyanobacteria en las estaciones correspondientes a los ríos Acacias, Negrito y a los lenticos 1 y 16, junto con la presencia medianamente importante por parte de la división Euglenophycota en estas dos últimas estaciones, donde se observó como la estructura del perifiton presenta una variación respecto a los demás cuerpos de agua caracterizados, lo que posiblemente es consecuencia de vertimientos

importantes de nutrientes en forma de materia orgánica, que se asocian a la cercanía de asentamientos humanos.

- **Análisis Estadístico y Correlación con variables Físico-Químicas**

Dentro del análisis de estadística multivariada propuesto para la identificación de condiciones de similitud entre las estaciones evaluadas fue posible hallar muy pocas afinidades entre estaciones con una confiabilidad del 95%. La relación entre estaciones se da en un porcentaje menor al 50% indicando un índice muy bajo de cercanía (**Imagen 3.3-5**). Se observa como el río Acacias se separa del resto de estaciones ya que su ensamblaje algal es diferente debido a la aparición de taxones como las *Nitzschia* y *Scenedesmus*, sumado a la alta concentración de *Oscillatoria* que se encontraron en este punto, lo cual puede indicar condiciones únicas en este cuerpo de agua a la altura del punto de muestreo. Por otra parte, en el grupo formado por las restantes estaciones, se observa como las más cercanas entre sí con un 38% de homogeneidad son el caño Pescado y la quebrada Servita, debido principalmente a que tienen casi las mismas abundancias de individuos y también parecida la densidad de *Navicula* sp₁. La siguiente pareja es la conformada por los lenticos 1 y 16, que exhiben densidades y diversidades parecidas, además de especies en común como *Scenedesmus* sp₁, que fue una de las más abundantes en estas estaciones. El resto de puntos de monitoreo tiene tan baja similitud que se forman grupos entre los ríos Orotoy y Negrito, y entre el caño la Unión y el río Guayuriba solo por compartir la presencia de ciertas especies.



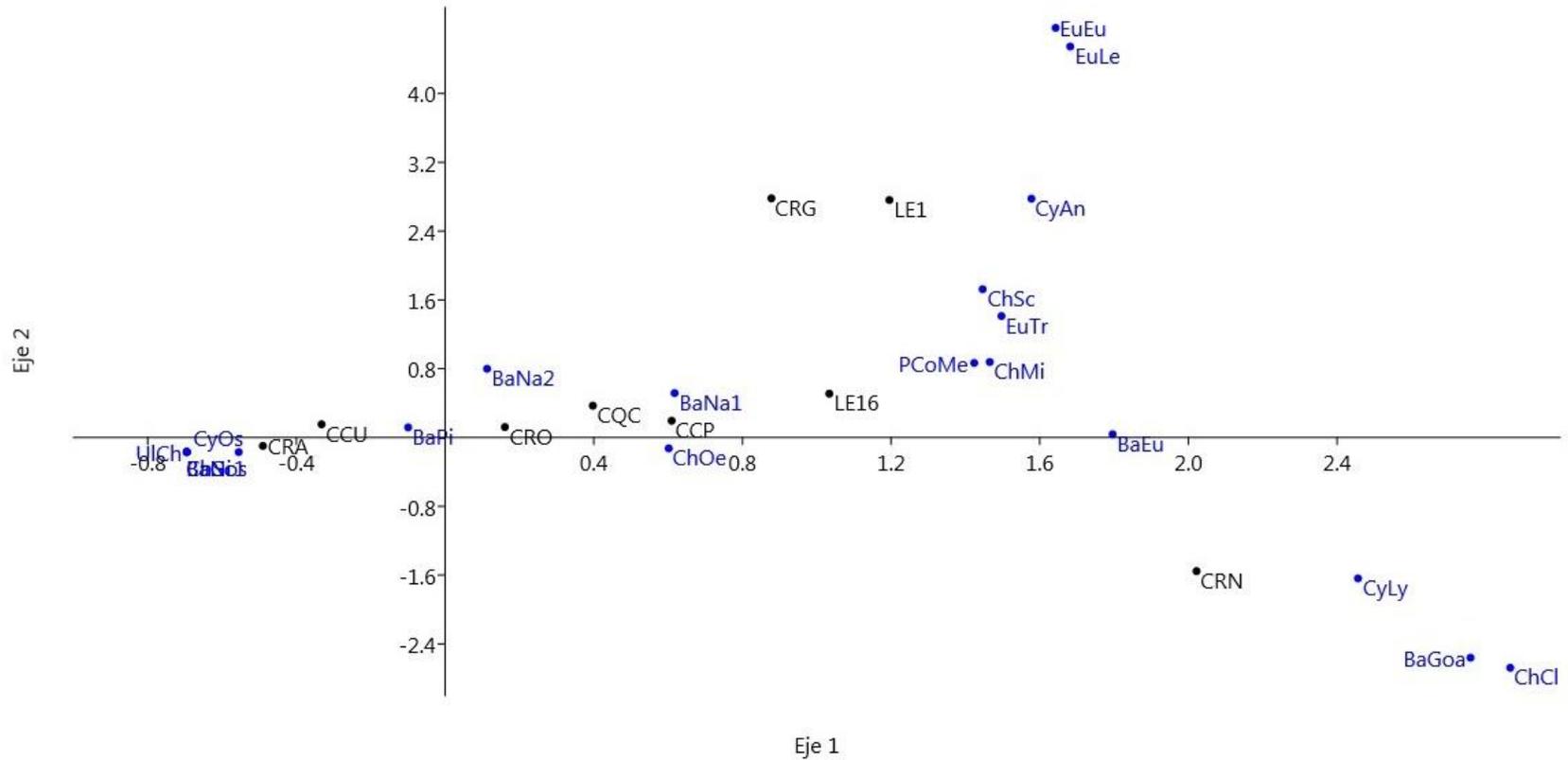
Fuente: AMBIUS S.A.S., 2016

El análisis de correspondencia de la comunidad perifítica es presentado en la **Imagen 3.3-6**. Los ejes 1 y 2 explican el 70,6% de la varianza de la comunidad y su

distribución espacial. Los cuerpos de agua lénticos LE16 y LE 1, se encuentran más alejados en la zona positiva de los ejes, al mismo tiempo en esta zona se agrupan las euglenoficeas y algunas cianoficias (EuEu, EuLe y CyAn). En la zona positiva del eje 1 y negativa del eje 2, se diferencia la estación sobre el río Negrito. Las demás estaciones y géneros de la comunidad perifítica prácticamente no se distancian del eje uno que es el que explica la mayor variabilidad. Siendo los elementos anteriormente mencionados los que condicionan el comportamiento de la comunidad.

Para establecer la posible relación entre los parámetros físico-químicos e hidrobiológicos se realizó la correlación de Spearman entre el componente principal 1 del análisis de los físico-químicos y el eje 1 del análisis de correspondencia para la comunidad perifítica. En la **Tabla 3.3-8** se observa que el valor de correlación es -0,117, es decir que no es significativa para esta comunidad.

Imagen 3.3-6 Análisis de correspondencia para la comunidad Perifítica



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

Tabla 3.3-8 Correlacion de spearman entre parámetros fisicoquímicos y la comunidad perifítica

Correlación de Spearman		PC1	AXIS1
PC1	Coeficiente de correlación	1,000	-0,117
	Sig. (bilateral)	.	0,765
	N	9	9
AXIS1	Coeficiente de correlación	-0,117	1,000
	Sig. (bilateral)	0,765	.
	N	9	9

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

3.3.2.2.2 Plancton

- **Características**

El plancton es una comunidad de formas microscópicas propia de ecosistemas marinos o de aguas continentales lénticas y lóxicas con nula o escasa resistencia a las corrientes, que viven suspendidas en aguas abiertas o pelágicas. Se considera que esta comunidad es uno de los principales puntos de entrada de energía a los ecosistemas acuáticos y es la base para el mantenimiento de los niveles tróficos superiores (Ramírez y Viña, 1998).

La parte del plancton a la cual pertenecen los organismos autótrofos fotosintéticos (algas) es denominado fitoplancton, mientras que los animales planctónicos son llamados zooplancton. En general, en aguas continentales, estos organismos representan comunidades poco diversificadas y abundantes (Parra *et al.*, 1982).

Dentro del zooplancton, predominan los rotíferos, artrópodos y protozoos; mientras que en el fitoplancton se destacan las microalgas pertenecientes a las divisiones Bacillariophyta, Chlorophyta, Euglenophycota, como también algunas cianobacterias pertenecientes al phylum Cyanophycota. La importancia de evaluar estas comunidades, radica en que se consideran uno de los principales puntos de entrada de energía a los ecosistemas acuáticos y son la base para el mantenimiento de los niveles tróficos superiores (Ramírez y Viña, 1998).

A continuación, en la **Tabla 3.3-9** se describen las características principales de los grupos taxonómicos del zooplancton identificados en los sistemas de aguas superficiales continentales evaluados. Para el fitoplancton los grupos taxonómicos correspondieron a los mismos antes mencionados para el perifiton.

Tabla 3.3-9 Descripción general de los principales grupos taxonómicos del zooplancton

TAXÓN	CARACTERISTICAS
ARTHROPODA	En general, los organismos de este phylum en los ecosistemas acuáticos, están representados por crustáceos microscópicos como copépodos y pulgas de agua. La mayoría de especies viven en aguas poco profundas, cerca de la orilla, en la zona cubierta por vegetación. Juegan un papel importante en la cadena trófica, se alimentan básicamente del fitoplancton y desempeñan un papel importante en la alimentación de los peces.
NEMATA	Los miembros del phylum Nemata poseen un amplio rango de distribución, tanto en aguas marinas como continentales. Su presencia en los ecosistemas está asociada a ambientes con fluctuaciones temporales o cuya permanencia depende de la condición climática, por lo que poseen formas de resistencia (quistes) ante la desecación.
PROTOZOA	Son organismos unicelulares, aunque algunas especies forman colonias de miles de individuos. Se encuentran en una gran cantidad de hábitats jugando un papel importante en la cadena trófica. También cumplen un papel fundamental controlando las poblaciones de bacterias. Como componentes de la micro y meiofauna, son esenciales como fuentes de alimento para los macroinvertebrados.
ROTIFERA	Es un grupo que exhibe una gran diversidad de formas en agua dulce, ya que su origen es precisamente dulceacuícola y muy rara vez se halla en ambientes marinos. Su cuerpo está cubierto por una capa de cutícula delgada y está conformado por tres zonas ligeramente diferenciables: Cabeza, tronco y pie. Su desplazamiento es en línea recta, con movimientos rotatorios del cuerpo o a saltos en algunos casos. Su alimentación es omnívora, carnívora y herbívora. Se reproducen asexualmente por partenogénesis, sufriendo desarrollo directo a partir de un huevo. En general se consideran indicadores de aguas altamente eutroficadas.

Fuente: Ambius S.A.S.-2016.

La comunidad planctónica, tanto de fitoplancton como zooplancton fue caracterizada en los cuerpos de agua lénticos: Léntico 1 y Léntico 16 por ser en este tipo de ecosistemas donde presentan mayor importancia.

- **Estructura de la comunidad de Fitoplancton**

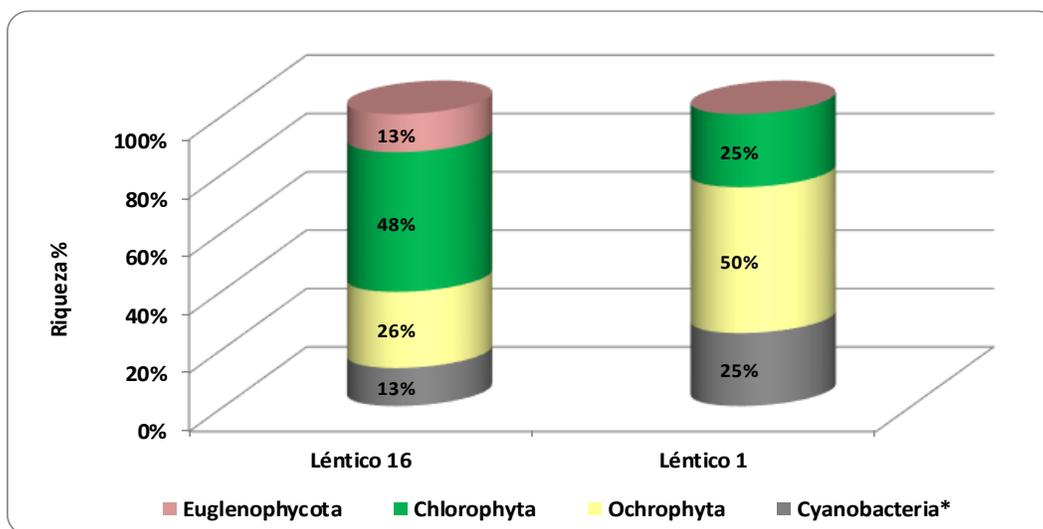
La comunidad fitoplanctónica identificada en los sistemas de aguas superficiales evaluados estuvo representada por algas de las divisiones Ochrophyta (Bacillariophyta) y Chlorophyta, y los phyla Euglenophycota y Cyanobacteria, siendo las Clorofitas el grupo más importante en términos de riqueza y abundancia (**Imagen 3.3-7** y **Imagen 3.3-8**). Por otro lado, los grupos con menor representatividad en cuanto a riqueza y abundancia fueron las Cianobacteria y las Euglenofitas, estas últimas solo presentes en el Léntico 16 (**Anexo D.11.2.2. Plancton**).

El grupo con mayor riqueza fue la división Chlorophyta con un total de 12 taxones conformando el 35% y el 76% de la riqueza y la abundancia totales en el estudio, respectivamente. Este grupo se presentó en las dos (2) estaciones con riquezas de 25% en el Léntico 1 y de 48% el Léntico 16. En cuanto a la abundancia en cada punto, este grupo tuvo los más altos porcentajes en las estaciones con 87% en el Léntico 16 y 41% el Léntico 1.

Cabe mencionar que la mayor cantidad de individuos de este grupo se presentó en el Léntico 16; el taxón más representativo fue el género *Spirogyra* que se caracterizó por ser

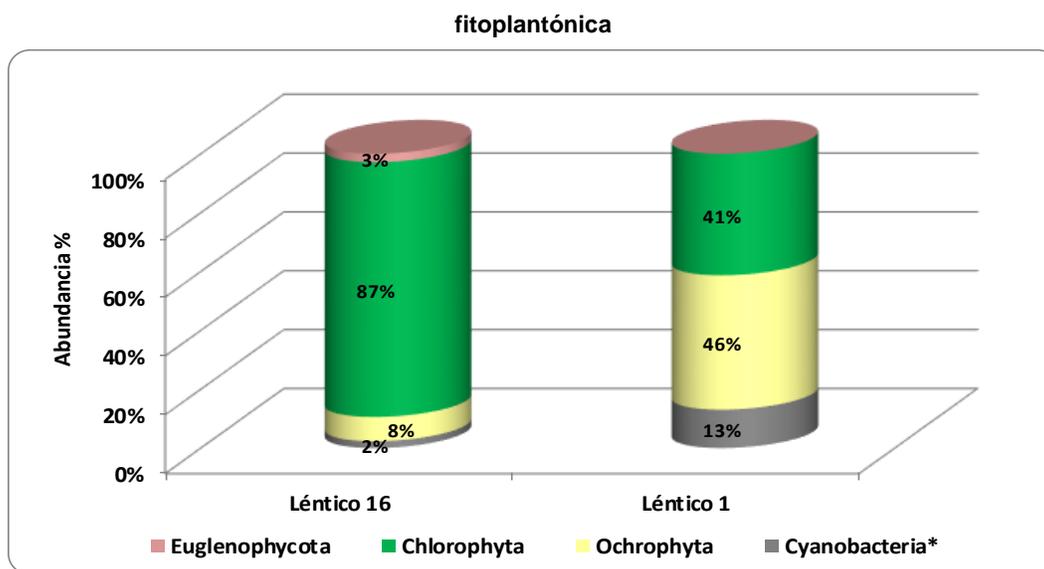
la más abundante del estudio, estando solo en Léntico 16 en gran cantidad, esta se caracteriza por ser un bioindicador de eutrofia. Otro género importante y que se encontró en ambas estaciones fue el *Scenedesmus* indica mesotrofia y aguas someras; *Pleurotaenium* se hizo solo presente en el Léntico 1 y se encuentra según Pinilla (2000) en aguas *eutroficas*, confirmando esto el alto nivel de nutrientes presentes en dicho punto. También los demás organismos encontrados en el Léntico 16, reafirman lo antes mencionado para este punto; el *Scenedesmus* y *Oedogonium* indican en conjunto Eutrofia y aguas ricas en hierro, las tres (3) especies de *Staurastrum* y una de *Eudorina*, indican lo mismo, más aguas acidas.

Imagen 3.3-7 Valores de riqueza en porcentaje por estación de monitoreo. Comunidad Fitoplanctónica



*Nivel de phylum.
Fuente: AMBIUS S.A.S., 2016.

Imagen 3.3-8 Valores de abundancia en porcentaje por estación de monitoreo. comunidad



*Nivel de phylum.

Fuente: AMBIUS S.A.S., 2016.

Seguido de la división Chlorophyta se encontró a la división Ochrophyta (Bacillariophyta) que fue el grupo de organismos con el segundo mayor porcentaje de abundancia y se encontró en ambas estaciones; tuvo un total de 14 morfoespecies entre los dos (2) repitiendo la mayoría de las taxas entre ellos, aportando así en términos de riqueza del 32% de las algas fitoplanctónicas encontradas en el monitoreo y el 11% de la abundancia total. Las bacilariofitas por lo general son indicadoras de aguas eutróficas, de sucesión planctónica y ligera acides (Pinilla, 2000). Dentro de este grupo sobresalieron por su frecuencia de aparición entre las estaciones evaluadas dos especies del género *Navicula*, seguido se encuentra los géneros *Eunotia* y *Pinnularia* con una especie cada uno y finalmente *Melosira* con la mayor densidad de este grupo, pero solo se encontró en el Léntico 16 representada por solo una especie. Estos géneros tienen en común que son bioindicadores de aguas mesotróficas y eutróficas, incluso de aguas hipereutróficas en el caso de *Pinnularia*, que solo se halló en el Léntico 1.

El phylum Cyanobacteria conformó el 16% de la riqueza total encontrada y el 3% de la abundancia total registrada en el estudio, y tal como ocurrió con el grupo de las Ochrofitas, las cianobacterias se presentaron en las dos (2) estaciones y fueron más frecuentes en el Léntico 16 donde conformaron el 13% de la riqueza de la estación y solo el 3% de la abundancia. Este grupo se presentó con cuatro (4) taxones, de los cuales el más abundante fue el género *Oscillatoria*, indicador de mesotrofia y eutrofia; seguido de este se encontraron los géneros *Microcystis*, *Lyngbya* y *Anabaena*, todos indicadores de concentraciones altas de nutrientes (eutrofia e hipereutrofia).

Por otro lado, el phylum Euglenophycota fue el más escaso en el estudio conformó solo el 10% de la riqueza y el 3% de la abundancia total, y se reportaron dos (2) taxones de las cuales *Trachelomonas* fue el género más abundante con dos morfoespecies; también se encontró el género *Phacus*, todos ellos indicadores en general de eutrofia y presencia de

materia orgánica. Este grupo estuvo presente solo en Léntico 16 siendo el género *Trachelomonas* el más frecuente. Las especies pertenecientes a la clase Euglenophyceae son muy comunes en sistemas con una alta carga de materia orgánica (Ramírez, 2000; Pinilla, 2010; Vásquez et al., 2006).

La composición de la comunidad fitoplanctónica encontrada en los cuerpos de agua se presenta a continuación en la **Tabla 3.3-10**. Está conformada por 20 géneros, 14 familias pertenecientes a 11 órdenes.

Tabla 3.3-10 composición de la comunidad fitoplanctónica

REINO	DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	MORFOESPECIE
BACTERIA	Cyanobacteria*	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Microcystis</i>	<i>Microcystis</i> sp
			Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya</i>	<i>Lyngbya</i> sp
					<i>Oscillatoria</i>	<i>Oscillatoria</i> sp
				Nostocaceae	<i>Anabaena</i>	<i>Anabaena</i> sp
CHORMISTA	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i>	<i>Cymbella</i> sp
			Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>	<i>Eunotia</i> sp
			Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i>	<i>Navicula</i> sp ₁
					<i>Navicula</i>	<i>Navicula</i> sp ₂
				Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i>	<i>Pinnularia</i> sp ₁
			Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>	<i>Melosira</i> sp
			PLANTAE	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales
Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i>				<i>Oedogonium</i> sp
Volvocales	Volvocaceae	<i>Eudorina</i>				<i>Eudorina</i> sp
PLANTAE	Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i>	<i>Cosmarium</i> sp ₁
					<i>Cosmarium</i>	<i>Cosmarium</i> sp ₂
					<i>Desmidium</i>	<i>Desmidium</i> sp
					<i>Euastrum</i>	<i>Euastrum</i> sp
					<i>Pleurotaenium</i>	<i>Pleurotaenium</i> sp
					<i>Staurastrum</i>	<i>Staurastrum</i> sp ₁
						<i>Staurastrum</i> sp ₂
						<i>Staurastrum</i> sp ₃
Zygnemataceae	<i>Spirogyra</i>	<i>Spirogyra</i> sp				
PROTOZOA	Euglenophycota	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Phacus</i>	<i>Phacus</i> sp
					<i>Trachelomonas</i>	<i>Trachelomonas</i> sp ₁
						<i>Trachelomonas</i> sp ₂

*Nivel phylum.

Fuente: AMBIUS S.A.S., 2016

En cuanto a los índices de diversidad los valores en general indicaron una baja diversidad siendo categorizadas dentro de los rangos de aguas medianamente contaminadas, el valor más alto se registró en la estación Léntico 1 siendo mayor a 1,5 bits (**Tabla 3.3-11**) aunque según Margalef (1983) es moderado, ya que valores de cinco corresponden a ecosistemas altamente organizados y estables. Por otra parte, estas estaciones fueron diferentes en los índices de Simpson y Pielou, mientras Léntico 1 se caracterizó por presentar menor dominancia y mayor uniformidad entre especies, Léntico 16 exhibió mayor dominancia y baja uniformidad; esto debido a la alta densidad de *Spirogyra* sp y a su apreciable diferencia

con el conteo de las demás especies encontradas en Léntico 16. En contraste, en Léntico 1 las cantidades de individuos fueron muy parecidas entre sí. Lo anterior apunta a que el léntico 16 es un sistema Eutroficado en una medida más importante que Léntico 1 importante.

Tabla 3.3-11 Valores de los índices ecológicos evaluados para la comunidad fitoplanctónica en las estaciones de monitoreo

Estaciones	LÉNTICO 16	LÉNTICO 1
Diversidad de Shanon (H')	1,35	1,65
Predominio de Simpson (1-D)	0,50	0,76
Uniformidad de Pielou (J)	0,43	0,80
INTERPRETACIÓN		
<p>Shannon >3: Aguas limpias. 1-3: Aguas medianamente contaminadas. <1: Aguas intensamente contaminadas.</p> <p>Simpson 0,5-1: Menor dominancia. 0-0,5: Mayor dominancia.</p> <p>Pielou 0,5-1: Uniformidad entre las especies.</p>		

Fuente: AMBIUS S.A.S., 2016.

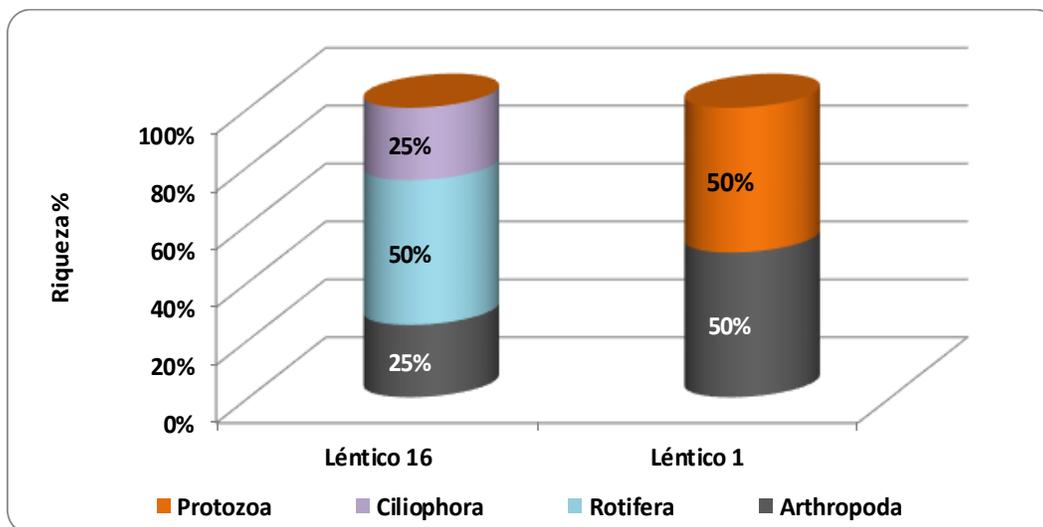
En términos generales la estructura y composición del ensamblaje algal de la comunidad fitoplanctónica fue desequilibrado en estos dos cuerpos lenticos, predominando algas generalistas de la división Chlorophyta, que pese a ser comúnmente identificadas en ecosistemas dulceacuícolas y en general algas propias de una adecuada disponibilidad de oxígeno, nutrientes y luz solar, no argumentan un estado de calidad adecuado, ya que su predominio sugiere alteración en la columna de agua propio de temperaturas altas y aportes de nutrientes extras. Siguiendo con lo anterior, es de mencionar casos puntuales de proliferación de algas del phylum Euglenophycota en Léntico 16, en donde la estructura del fitoplancton presenta una variación respecto a Léntico 1, lo cual muy posiblemente es consecuencia de contenidos importantes de materia orgánica.

- **Estructura de la comunidad de Zooplancton**

Para las estaciones de monitoreo evaluadas la comunidad zooplanctónica estuvo compuesta por cuatro (4) phylum, Arthropoda, Rotifera, Ciliophora y Protozoa, presentes en las dos (2) estaciones lénticas monitoreadas. Dentro de estos los phylum Rotifera y Arthropoda, fueron los de mayor riqueza con 33% cada una, del total del estudio (**Imagen 3.3-9 y Imagen 3.3-10**). La clase Eurotatoria de los Rotíferos, con el orden Ploima y los géneros *Lecane* y *Polyarthra* se presentaron solo en el Léntico 16, estos individuos son indicadores de Eutroficación (**Anexo D.11.2.2. Plancton**).

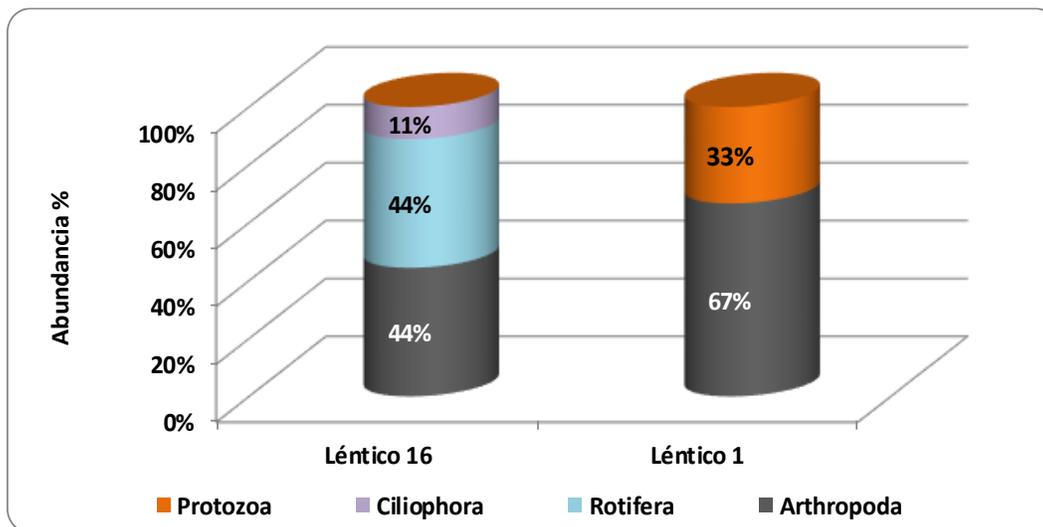
El otro phylum importante en cuanto a la abundancia es el de los artrópodos, los cuales conformaron el 50% del total de la abundancia reportada para la comunidad zooplanctónica y constituyeron el 13% de la riqueza con el género *Diaphanosoma*, se reportaron en las dos (2) estaciones monitoreadas. Este grupo de organismos es indicador de aguas limpias y oxigenadas con un leve grado de contaminación con tendencia a la oligotrofia.

Imagen 3.3-9 Valores de riqueza en porcentaje por estación de monitoreo. Comunidad de zooplancton



Fuente: AMBIUS S.A.S., 2016

Imagen 3.3-10 Valores de Abundancia en porcentaje por estación de monitoreo. Comunidad de zooplancton



Fuente: AMBIUS S.A.S., 2016

El phylum Protozoa conformó el 7% del total de organismos encontrados en el estudio con el 8% de la riqueza con 1 taxón los cuales se presentaron en las dos (2) estaciones monitoreadas. Dentro de éste phylum se reportó la clase Lobosa, siendo la más representativa con la especie *Arcella discoides*, la cual conformó el 50% de la riqueza y el 33% de la abundancia en el Léntico 1.

La phyla Ciliophora conformo el 25% de la abundancia y el 11% de la abundancia en la estación Léntico 16, presentando un solo taxón. Del phylum Ciliophora se presentó el género *Vorticella* el cual estuvo presente únicamente en la estación Léntico 16. Este grupo es bioindicador de polisaprobiedad.

La composición de la comunidad zooplanctónica encontrada en los cuerpos de agua se presenta a continuación en la **Tabla 3.3-12**. Está conformada por 5 géneros, 5 familias pertenecientes a 4 órdenes.

Tabla 3.3-12 composición de la comunidad Zooplanctonica

REINO	PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
ANIMALIA	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Sididae	<i>Diaphanosoma</i>	<i>Diaphanosoma</i> sp
	Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lecanidae	<i>Lecane</i>	<i>Lecane</i> sp
				Synchaetidae	<i>Polyarthra</i>	<i>Polyarthra</i> sp
PROTOZOA	Ciliophora	Ciliataea	Peritrichida	Vorticellidae	<i>Vorticella</i>	<i>Vorticella</i> sp
	Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i>	<i>Arcella discoides</i>

Fuente: AMBIUS S.A.S., 2016

En cuanto a los índices de diversidad, se evidenció que esta fue baja en los puntos de monitoreo ya que la mayoría de los valores obtenidos se encuentran dentro del rango de <1 bits, lo cual indica una condición de aguas intensamente contaminadas. Los valores de predominio y uniformidad revelan diferencias entre estos dos Lénticos, en el caso del Léntico 16 estos resultados determinan que hay una mayor dominancia y una alta uniformidad; caso contrario a lo encontrado en Léntico 1, donde los índices evidencian una menor dominancia e igual uniformidad. Esto es el resultado de la mayor cantidad de especies en Léntico 16 con densidades no tan distantes entre sí.

A partir de lo antes indicado, se establece que en la mayoría de puntos monitoreados poseen una diversidad baja correspondiente a cuerpos de agua intensamente contaminados. Se presentaron en general riquezas y diversidades bajas que determinan un mayor deterioro de los ecosistemas aparentemente debido a que favorecen el establecimiento de algunos taxa con respecto a los otros.

Tabla 3.3-13 Valores de los índices ecológicos evaluados para la comunidad zooplanctonica en las estaciones de monitoreo

Estaciones	LÉNTICO 16	LÉNTICO 1
Diversidad de Shanon (H')	0,67	0,44
Predominio de Simpson (1-D)	1,22	0,64
Uniformidad de Pielou (J)	0,88	0,92
INTERPRETACIÓN		
<p>Shannon >3: Aguas limpias. 1-3: Aguas medianamente contaminadas. <1: Aguas intensamente contaminadas.</p> <p>Simpson 0,5-1: Menor dominancia. 0-0,5: Mayor dominancia.</p> <p>Pielou 0,5-1: Uniformidad entre las especies.</p>		

Fuente: AMBIUS S.A.S., 2016

3.3.2.2.3 Bentos

- **Características**

Según Roldán (2003) los macro-invertebrados acuáticos se encuentran subdivididos en tres (3) comunidades específicas conocidas como Necton, Neuston y Bentos. La palabra Bentos proviene de la raíz griega “benthos” que significa profundidad y corresponde a todos aquellos organismos asociados directamente al fondo de los cuerpos de agua (ríos y lagos), ya sea adheridos a sustratos como rocas, piedras, plantas acuáticas y residuos vegetales (como por ejemplo hojas y troncos) o enterrados en el sustrato (comúnmente fango y/o arena) (Roldán, 2003; Roldán y Ramírez, 2008). En términos generales, los organismos que se desarrollan en un sistema acuático se encuentran íntimamente ligados a un hábitat específico; estos hábitats son muy variados y por ende las asociaciones que existen son específicas y corresponden a una determinada comunidad.

Los organismos pertenecientes a los macro-invertebrados acuáticos responden rápidamente a las tensiones del ambiente, dado que están inhabilitados para recorrer grandes distancias siendo susceptibles a cambios en el sustrato y en la calidad de las aguas circundantes, hecho que los constituye como buenos indicadores de la calidad del agua; sin embargo, es necesario profundizar en su taxonomía y en estudios específicos de sus formas de vida. En la **Tabla 3.3-14** se describen los taxa de mayor presencia en las aguas continentales.

Tabla 3.3-14 Descripción general de los grupos taxonómicos de macroinvertebrados acuáticos (bentos) reportados frecuentemente en sistemas de aguas superficiales continentales

TAXA	CARACTERISTICAS
HAPLOTAXIDA	Los haplotáxidos o gusanos de tierra se caracterizan por tener el cuerpo elongado con bastantes segmentos; son solitarios y se encuentran en muchos hábitats pero principalmente en regiones húmedas de bastante vegetación (en el suelo, debajo de las hojas y rocas). Son comunes las especies de la familia Tubificidae, presentes en aguas eutroficadas, sobre fondos lodosos con abundante materia orgánica en descomposición. Son de color rojo debido a la hemoglobina; en condiciones extremas de contaminación forman manchas rojas en el fondo de las orillas de los ríos.
DIPLOSTRACA	Se caracteriza por presentar organismos que tiene dos (2) valvas similares a las conchas de los bivalvos, son llamados comúnmente cladoceros y habitan los fondos de cuerpos de aguas continentales y marinas donde se alimenta de material orgánico particulado.
DIPTERA	Este grupo constituye uno de los más complejos, abundantes y mejor distribuidos en todo el mundo. El orden Diptera se considera uno de los grupos de insectos más evolucionados, junto con Lepidoptera y Trichoptera. 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 (3) o cuatro (4) estadios. Su hábitat es muy variado, encontrándose en ríos, arroyos, quebrada y lagos en todas las profundidades.
EPHEMEROPTERA	Son insectos hemimetábolos que tienen una distribución cosmopolita y las formas de vida de las larvas son diversas. Se caracterizan por vivir regularmente en aguas limpias con corrientes y con buena oxigenación. En general son considerados indicadores de buena calidad de agua y reciben este nombre debido a su vida corta o “efímera” que llevan cuando adultos los cuales pueden vivir desde unas pocas horas hasta tres (3) o cuatro (4) días solamente.
COLEOPTERA	El orden Coleoptera es uno de los más extensos y complejos. La mayoría de los coleópteros acuáticos viven en aguas continentales lóxicas y lénticas, representados en ríos, quebradas, riachuelos, charcas, lagunas, aguas temporales, embalses y represas. También se les ha encontrado en las zonas ribereñas tanto de ecosistemas lóxicos como lénticos. Por lo general se caracterizan por ser indicadores de aguas limpias o poco contaminadas.
BASOMMATOPHORA	Los individuos del orden Basommatophora se encuentran divididos en las familias Lymnaeidae, característica por presentar concha cónica dextrógira y vivir prácticamente en todo tipo de agua y resistir cierto grado de contaminación. Ancylidae vive en aguas corrientes adheridos a rocas y plantas y Plannorbidae viven en aguas tranquilas y de curso lento, resisten cierto grado de contaminación.
ACARI	Los ácaros acuáticos se encuentran en casi todos los cuerpos de agua continental. Más comúnmente en arroyos, lagos, pantanos y zonas de salpicadura, así como en brácteas de plantas epifitas. Al ser cosmopolitas no se les puede catalogar como indicadores de alguna condición específica del agua.
HIRUDINEA	Los hirudíneos habitan principalmente en aguas quietas o de poco movimiento y se establecen en troncos, plantas, rocas y residuos vegetales en descomposición. Toleran bastante bien las condiciones donde el oxígeno disuelto es bajo por lo que es común encontrarlos en lugares de presencia de materia orgánica en descomposición.

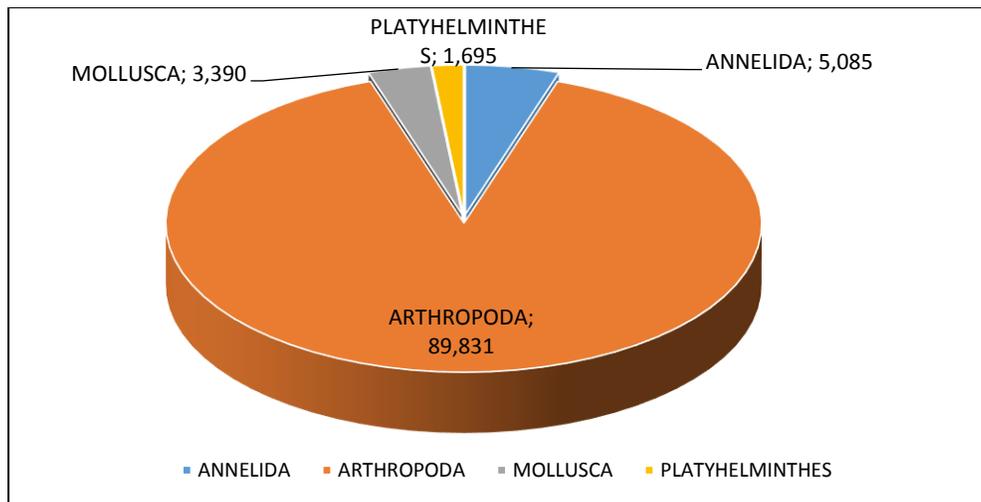
TAXA	CARACTERISTICAS
HEMIPTERA	Son organismos llamados también “chinchas de agua”. Estos organismos varían en tamaño desde uno (1) mm a nueve (9) cm, cuya principal característica es la pieza bucal adaptada para chupar los fluidos de las plantas y los animales. Generalmente se encuentran en cuerpos de agua lénticos o remansos de ríos y quebradas. Pocos resisten las corrientes rápidas, siendo frecuentes también en lagos, ciénagas y pantanos. Dentro de este orden existen familias totalmente acuáticas, semiacuáticas y terrestres asociadas a cuerpos de agua. Debido a que todos ellos son aéreos a su vez, son más tolerantes de los extremos del medio ambiente que la mayoría de insectos.
ODONATA	Son llamados también libélulas o caballitos del diablo. Viven en pozos, pantanos, márgenes de lagos y corrientes lentas, poco profundas, que por lo regular, están rodeados de abundante vegetación acuática sumergida o emergente. Diferencias temporales y espaciales en nichos tróficos se relacionan con la ocurrencia común de una alta diversidad de especies en algunos hábitats específicos. Estos organismos son hemimetábolos, con relativamente larga vida de adultos (de varias semanas a varios meses) y la mayoría habitan aguas limpias o ligeramente eutrofizadas en sus primeras etapas de vida.
DECAPODA	A los cuales pertenecen las langostas y camarones, se hallan en una variedad de hábitats ubicados en aguas superficiales y algunos de ellos habitan las ciénagas y humedales. Estos organismos usualmente permanecen ocultos bajo rocas y hojarasca. Dependiendo de la especie, los decápodos pueden ser herbívoros, carnívoros, detritívoros u omnívoros.
ARCHITAENIOGLOSA	Hacen parte de los gasterópodos más grandes de agua dulce especialmente los que pertenecen a la familia Ampullaridae. Generalmente presentan una concha globosa y tienen una amplia distribución en América tropical. Viven en aguas de curso lento y por lo general algunos géneros resisten altos grados de contaminación de origen doméstico.

Fuente: AMBIUS S.A.S., 2016.

- **Estructura de la comunidad**

Para las estaciones de monitoreo evaluadas la comunidad bentónica estuvo representada por 59 taxa distribuidos en 32 familias, 14 órdenes y 7 clases pertenecientes a los phylum Annelida, Arthropoda, Mollusca y Platyhelminthes. La estación río Acacias fue la que presentó el mayor número de taxa con 22, seguida de Léntico1 con 21 taxa y Léntico16 con 20 taxa, las estaciones quebrada Servita, Río Orotoy y río Guayuriba presentaron los menores valores de taxa con 6, 2 y 1 respectivamente, la estación caño Pescado no reporto organismos. En términos de riqueza el phylum Arthropoda conformó el 90% del total de taxa encontrados en el estudio (**Imagen 3.3-11**). Seguido el phylum Annelida con el 5%, el phylum Mollusca con el 2% y por último el phylum Platyhelminthes con el 1% de la riqueza total del estudio. (**Anexo D.11.2.3. Bentos**).

Imagen 3.3-11 Riqueza de los phylum identificados en las estaciones de monitoreo



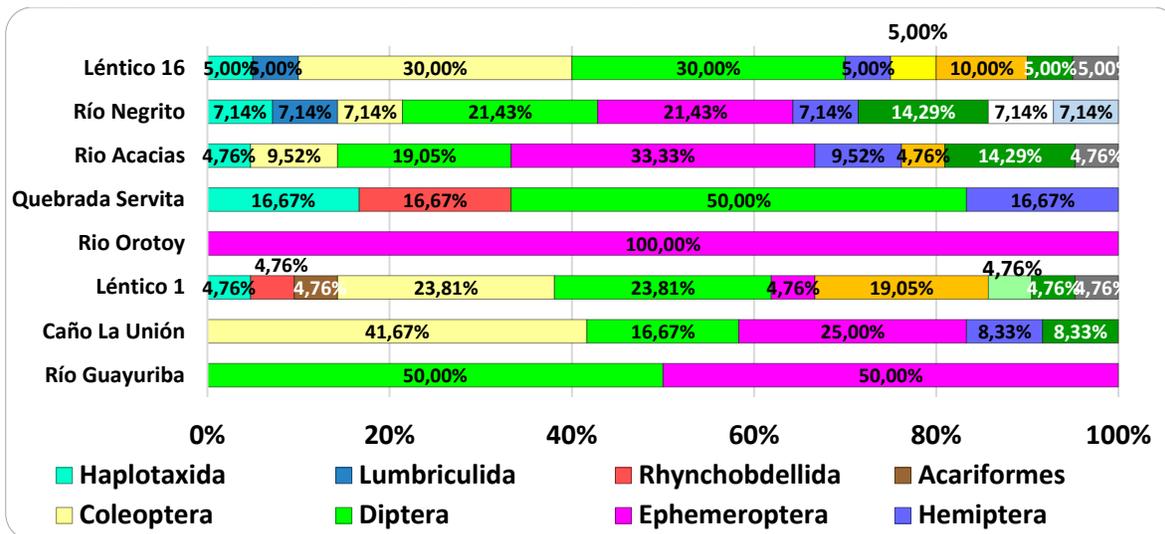
Fuente: AMBIUS S.A.S., 2016.

En cuanto al phylum Arthropoda se reportaron 2 clases de las cuales Insecta fue la más representativa por presentar 8 órdenes, de los cuales Coleoptera conformó el 24% (Imagen 3.3-12) de la riqueza reportada, seguido de Diptera con el 17% y Ephemeroptera con el 17%. Los demás órdenes conformaron una riqueza igual o menor al 10% de los taxa identificados en el estudio. En cuanto al grupo de los coleopteros se encontraron 6 familias de las cuales la familia Elmidae fue la que presentó el mayor número de taxa con 5. Este orden estuvo presente en 5 de las 9 estaciones monitoreadas presentaron porcentajes entre 7,1%-41,7% siendo más representativos en la estación caño La Union.

Los órdenes Diptera y Ephemeroptera presentaron un 17,2% de riqueza de taxa. Dentro del grupo de los dípteros se identificaron 5 familias de las cuales Chironominae obtuvo la mayor riqueza con 3 taxa presentándose en 7 de las 9 estaciones monitoreadas con porcentajes entre 16,7%-50,0% siendo más representativos en las estaciones río Guayuriba y quebrada Servita. El grupo de los efemerópteros reportó 3 familias de las cuales Baetidae fue la de mayor riqueza con 7 taxa y el 15,3% del total reportado para el estudio, estuvo presente en 6 de las 9 estaciones con porcentajes entre 4,8%-50% pero conformando el 100% de la estación río Orotoy.

El grupo de los odonatos reportó el 10,3% del total de la riqueza del estudio presentándose únicamente en las estaciones Léntico1, río Acacias y Léntico16 con porcentajes de riqueza entre 4,8%-19%. Se reportaron 4 familias pertenecientes a este orden de las cuales Libellulidae tuvo el mayor número de taxa (3). Del orden Trichoptera se identificaron 5 taxa organizadas dentro de 3 familias de las cuales Hydropsychidae obtuvo la mayor riqueza con 1,8% del total reportado para el estudio. Este grupo se encontró en 5 de las 9 estaciones con porcentajes entre 4,8% - 14,3%.

Imagen 3.3-12 Porcentaje de riqueza de cada orden presente en la comunidad bentónica analizada



Fuente: AMBIUS S.A.S., 2016.

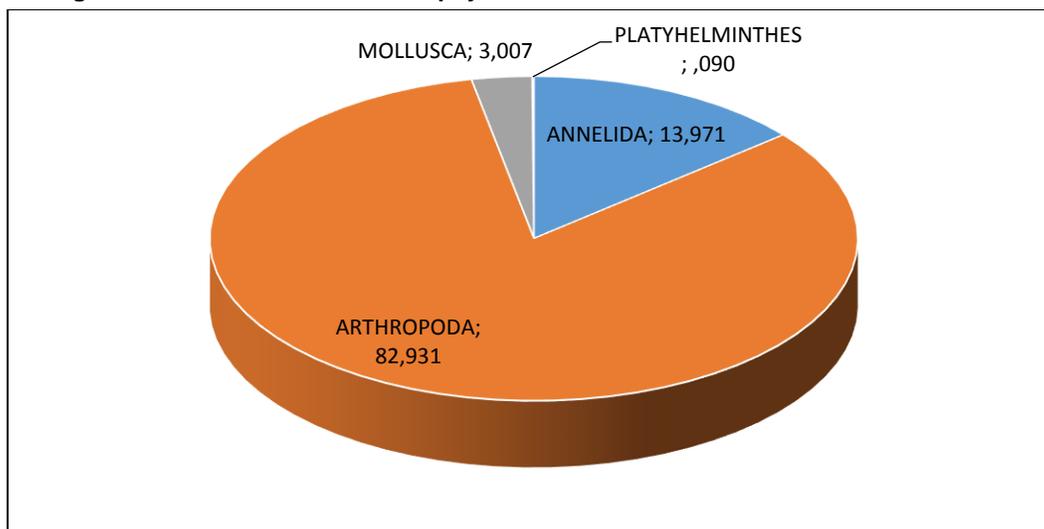
El grupo de los hemípteros se presentó en 5 de las 9 estaciones con porcentajes entre 5%-16,7% de riqueza. Se identificaron 4 taxa correspondientes a 4 familias de las cuales Corixidae conformó el 1,9% de la riqueza del estudio. Los órdenes Lepidoptera y Plecoptera reportaron cada uno un 1,7% de riqueza total del estudio dentro de los cuales solo se identificó un taxa para cada uno.

En cuanto al phylum Annelida se reportaron 3 taxa pertenecientes a 3 órdenes diferentes, Haplotalaxida, Lumbriculida y Rhynchobdellida conformando cada uno el 1,7% de la riqueza encontrada en el estudio. El grupo de los haplotaxidos se encontró en 5 de las 9 estaciones con porcentajes entre 4,8%-16,7%, el grupo de los lumbriculidos en las estaciones río Negrito y Léntico16 con porcentajes de 7,1% y 5% respectivamente y el grupo de los rhynchobdellidos se encontró en las estaciones Léntico1 con 54,8% y en quebrada Servita con 16,7% de riqueza.

Los órdenes pertenecientes a los grupos de los moluscos y los platelmintos conformaron el 1,7% de la riqueza total del estudio. El orden Architaenioglossa del phylum Mollusca se presentó únicamente en la estación río Negrito con un porcentaje de 7,1% y el orden Neotaenioglossa estuvo presente en 3 estaciones con porcentajes entre 4,8%-5%. El orden Tricladida del grupo de los platelmintos estuvo presente en la estación río Negrito con un 7,1% de riqueza.

En cuanto a la abundancia los artrópodos conformaron el 83% del total reportado para el estudio (**Imagen 3.3-13**) siendo el orden Diptera el de mayor abundancia con 52% teniendo en cuenta que la morfoespecie 1 de la familia Chironomidae fue la que mayor abundancia reportó para el total del estudio con 39,2%. La presencia del orden Diptera en los diferentes cuerpos de agua se da como consecuencia de la condición ecológica de estos organismos, los cuales se desarrollan en hábitats muy variados.

Imagen 3.3-13 Abundancia de los phylum identificados en las estaciones de monitoreo



Fuente: AMBIUS S.A.S., 2016

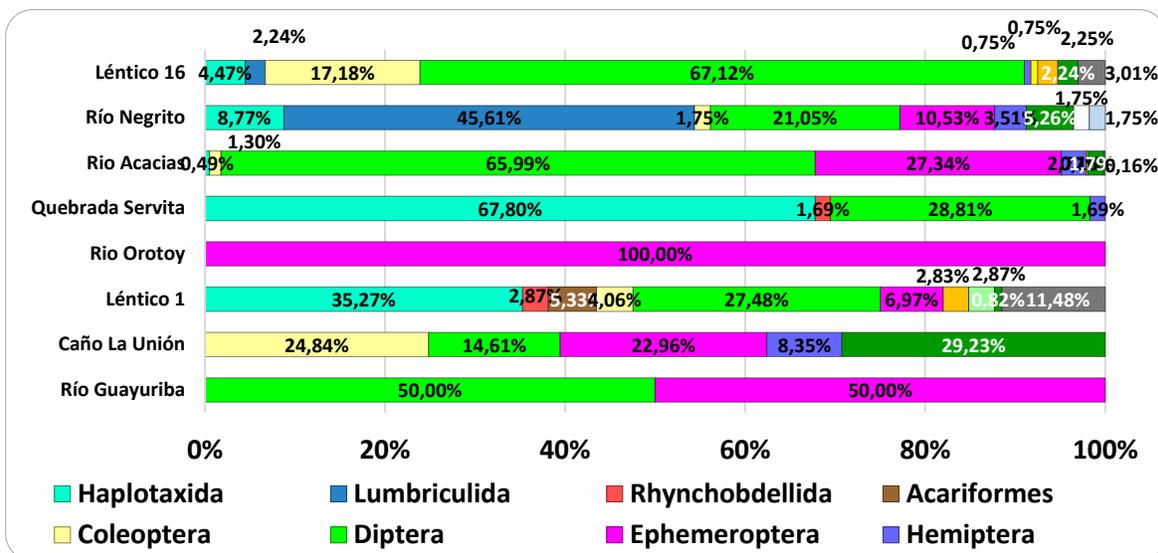
Dentro del phylum de los artrópodos y la clase Insecta también fueron representativos los efemerópteros ya que conformaron el 18,4% del total de la abundancia del estudio donde la familia Baetidae conformó el 15,3% del total de la abundancia del estudio. Esta familia estuvo representada por 6 géneros y una morfoespecie, donde *Callibaetis* fue el más abundante conformando el 7,1% de la abundancia del estudio, este género sólo se reportó en la estación río Acacias. La familia Baetidae es la más diversa dentro del grupo de los efemerópteros y tiene una distribución en su mayoría cosmopolita (Barber-James *et al.*, 2008), el grupo de los efemerópteros es en general abundante en cuerpos de agua lóticos y esto se da principalmente por la condición natural de estos organismos de habitar zonas con aguas corrientes.

El orden Coleoptera conformó el 4,5% de abundancia total del estudio siendo la familia Hydrophilidae con los géneros *Berosus* y *Dellarus* conformando el 1,23% del total de la abundancia encontrada en el estudio. Seguido se encuentra la familia Elmidae con 5 géneros de los cuales *Phanoceroides* conformó el 0,9% de abundancia del estudio.

Los órdenes Hemiptera, Lepidoptera, Odonata, Plecoptera y Trichoptera conformaron un porcentaje menor al 3% del total de la abundancia del estudio, de los cuales éste último presentó el mayor porcentaje con 2,9% siendo la familia Hydropsychidae la más representativa con 2 géneros, *Leptonema* y *Smicridea*, los cuales se encontraron el primero en 2 estaciones y el segundo sólo en en una estación. La presencia de este grupo se da porque la mayoría de estos organismos viven en aguas corrientes y oxigenadas, debajo de troncos, piedras y material vegetal acumulado (Roldán y Ramírez, 2008).

El phylum Annelida conformó el 14% del total de la abundancia del estudio (**Imagen 3.3-14**) del cual se reportaron 2 clases, Oligochaeta e Hirudinea, de los cuales el primero conformó el 13,3% de la abundancia del estudio donde el orden Haplotaxida fue el más abundante con 10,7% con la familia Tubificea la cual se reportó en 5 de las 9 estaciones monitoreadas.

Imagen 3.3-14 Porcentaje de abundancia de cada orden presente en la comunidad bentónica alizada



Fuente: AMBIUS S.A.S., 2016

En cuanto al grupo de los moluscos dentro de los dos órdenes que se reportaron Neotaenioglossa, con la familia Thiaridae y el género *Melanoides*, fue el de mayor abundancia con el 2,9% del total encontrado en el estudio, este género fue particularmente abundante en la estación Léntico1.

El grupo de los platelmintos conformó un porcentaje de abundancia total menor al 0,1%, de cual se reportó la clase Turbellaria y el orden Tricladida con una morfoespecie y únicamente se encontró en la estación río Negrito.

La composición de la comunidad zooplanctónica encontrada en los cuerpos de agua se presenta a continuación en la **Tabla 3.3-15** Está conformada por 47 géneros reconocibles, 33 familias pertenecientes a 15 órdenes.

Tabla 3.3-15 composición de la comunidad bentónica

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO
ANNELIDA	Oligochaeta	Haptotaxida	Tubificidae	Morfoespecie 1
		Lumbriculida	Lumbricullidae	Morfoespecie 1
	Hirudinea	Rhynchobdellida	Glossiphiniidae	<i>Helobdella</i>
ARTHROPODA	Arachnida	Acariformes*	ND	Morfoespecie 1
	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	<i>Laccophilus</i>
				<i>Pachydus</i>
			Elmidae	<i>Austrolimnius</i>
				<i>Heterelmis</i>
				<i>Huleechius</i>
				<i>Neoelmis</i>
				<i>Phanoceroides</i>
			Halplidae	<i>Halplus</i>
			Hydrophilidae	<i>Berosus</i>

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	
ARTHROPODA	Insecta	Coleoptera	Noteridae	<i>Derallus</i>	
				<i>Hydrocanthus</i>	
				<i>Mesonoterus</i>	
		Diptera	Psephenidae	<i>Suphisellus</i>	
				<i>Psephenops</i>	
			Ceratopogonidae	<i>Alluaudomyia</i>	
				<i>Stilobezzia</i>	
				<i>Chironominae</i>	
			Chironomidae	<i>Tanypodinae</i>	
				<i>Morfoespecie 1*</i>	
				<i>Culex</i>	
			Culicidae	<i>Morfoespecie 1*</i>	
				<i>Simulium</i>	
			Simuliidae	<i>Hexatoma</i>	
				<i>Molophilus</i>	
		Ephemeroptera	Baetidae	<i>Americobaetis</i>	
				<i>Apobaetis</i>	
				<i>Callibaetis</i>	
				<i>Camelobaetidius</i>	
				<i>Guajirolus</i>	
				<i>Morfoespecie 1</i>	
				<i>Varipes</i>	
				<i>Leptohyphidae</i>	<i>Leptohyphes</i>
				Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i>
					<i>Thraulodes</i>
		Hemiptera	<i>Belostomatidae</i>	<i>Lethocerus</i>	
			<i>Corixidae</i>	<i>Morfoespecie 1</i>	
			<i>Notonectidae</i>	<i>Notonecta</i>	
			<i>Pleidae</i>	<i>Neoplea</i>	
		Lepidoptera	<i>Pyrilidae</i>	<i>Morfoespecie 1*</i>	
		Odonata	<i>Aeshnidae</i>	<i>Anax</i>	
			<i>Coenagrionidae</i>	<i>Argia</i>	
			<i>Lestidae</i>	<i>Lestes</i>	
			Libellulidae	<i>Morfoespecie 1</i>	
				<i>Nephepeltia</i>	
		<i>Sympetrum</i>			
		Plecoptera	<i>Perlidae</i>	<i>Anacroneuria</i>	
		Trichoptera	<i>Helicopsychidae</i>	<i>Morfoespecie 1</i>	
			Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	
				<i>Smicridea</i>	
<i>Hydroptilidae</i>	<i>Oxyethira</i>				
<i>Philopotamidae</i>	<i>Chimarra</i>				
Ostracoda	ND	ND	<i>Morfoespecie 1</i>		
MOLLUSCA	Gastropoda	<i>Architaenioglossa</i>	<i>Ampullariidae</i>	<i>Pomacea</i>	
		<i>Neotaenioglossa</i>	<i>Thiaridae</i>	<i>Melanoides</i>	
PLATYHELMINTHES	Turbellaria	Tricladida	ND	<i>Morfoespecie 1</i>	

Fuente: AMBIUS S.A.S., 2016

Complementario al análisis de los resultados de la comunidad bentónica evaluada en los distintos cuerpos de agua estudiados y la relación de los organismos más importantes encontrados con su bioindicación, se determinó el índice BMWP/Col. el cual arrojó en su mayoría valores distribuidos en los rangos de aguas moderadamente contaminadas y aguas ligeramente contaminadas. Pero tres estaciones reportaron valores que indican una condición de calidad crítica del recurso. En la **Tabla 3.3-16**, se encuentran los valores del índice BMWP/Col. reportados para cada uno de los puntos evaluados.

Tabla 3.3-16 Valores del índice BMWP/col. Reportados en las estaciones de monitoreo.

PUNTO DE MUESTREO	VALOR BMWP/COL.	INTERPRETACIÓN
Río Guayuriba	9	<p>Calidad Buena: 121-150: Aguas limpias a muy limpias 101-120: Aguas poco alteradas</p> <p>Calidad Aceptable: 61-100: Aguas ligeramente contaminadas</p> <p>Calidad Dudosa: 36-60: Aguas moderadamente contaminadas</p> <p>Calidad Crítica: 16-35: Aguas muy contaminadas</p> <p>Calidad Muy Crítica: <15: Aguas fuertemente contaminadas</p>
Caño Pescado	0	
Caño La Union	45	
Lentico1	92	
Río Orotoy	7	
Quebrada Servita	16	
Río Acacias	83	
Río Negroito	62	
Lentico16	77	

Fuente: AMBIUS S.A.S., 2016

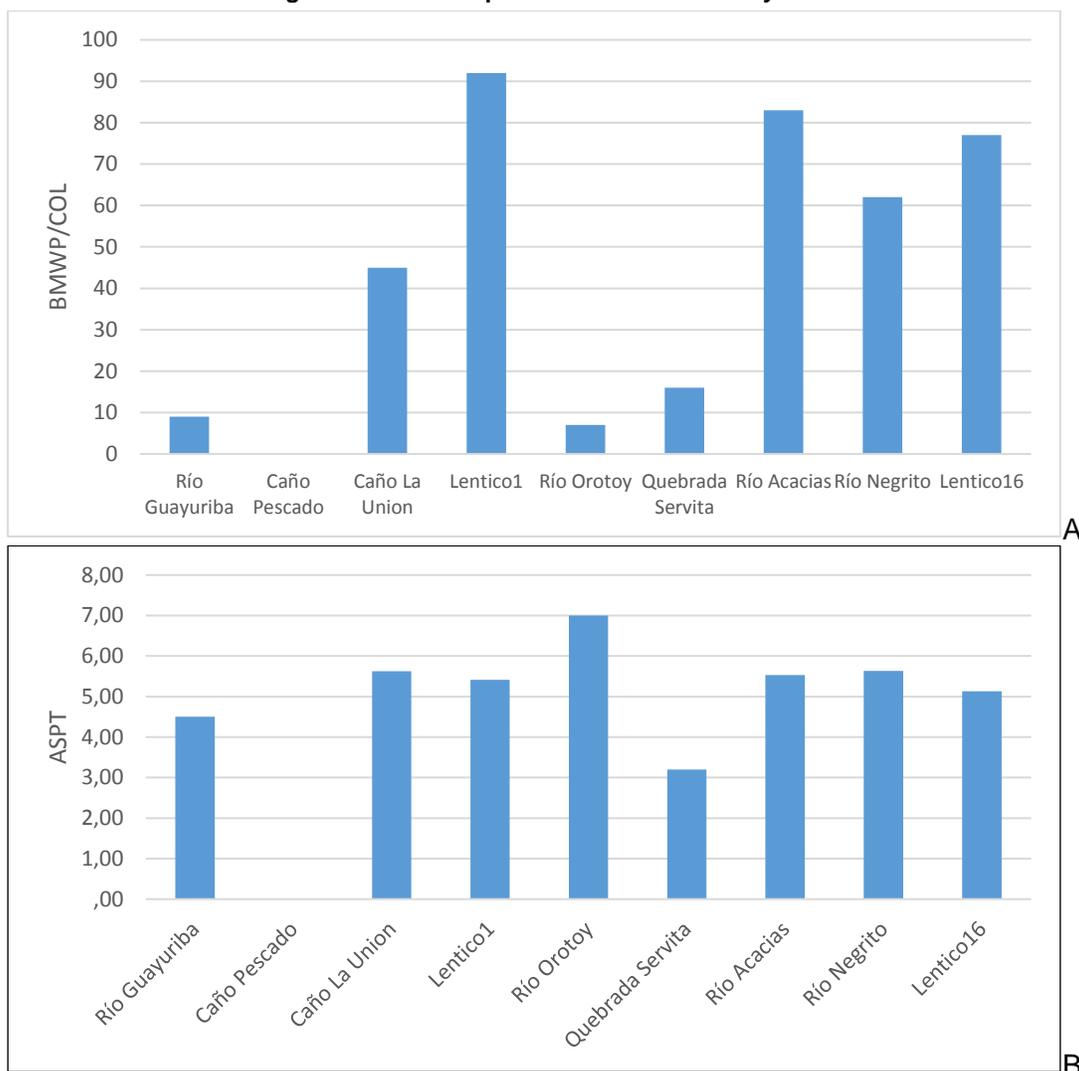
Estos resultados medianamente favorables respecto a la presencia de organismos de la comunidad bentónica y que indirectamente son indicativos de un estado dudoso del recurso hídrico, son resultado de la presencia de una riqueza media de organismos en estos cuerpos de agua, donde se evidenció la presencia de taxones numerosos como es el caso de los dípteros y otros sensibles como lo son efemerópteros y tricópteros.

El índice BMWP/Col como herramienta de aproximación al estado de calidad de los ecosistemas acuáticos, permitió obtener resultados encaminados a establecer que los hidrosistemas presentaron condiciones de calidad dudosa del agua, lo cual se corrobora con la bioindicación de algunos de los organismos encontrados en los cuerpos de agua evaluados. Estos resultados en general son comunes en cuerpos de agua dulce con un cierto grado de intervención.

El índice de ASPT (puntuación promedio por taxa), se calcula dividiendo la puntuación total BMWP por el número de los taxones calificados en la muestra, lo cual expresa el promedio de indicación de calidad del agua que tienen las familias de macroinvertebrados encontradas en un sitio determinado. El valor de ASPT es complementario al BMWP (Arango et al 2008)

En la **Imagen 3.3-15** es posible observar que al introducir el índice ASPT las mejores condiciones las presenta el río Orotoy, concordante con los resultados encontrados para la calidad del agua superficial.

Imagen 3.3-15 Comparación índices BMWP y ASPT



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

Los índices ecológicos evaluados en la caracterización hidrobiológica de los cuerpos de agua superficial, permiten determinar que como generalidad la comunidad evaluada está adecuadamente asentada en las estaciones de monitoreo. Los resultados obtenidos para los índices ecológicos (**Tabla 3.3-17**) muestran como condición general un estado de eutrofia o de aguas contaminadas para los diferentes puntos evaluados.

Los resultados de diversidad de Shanon-Weaver en los dos puntos son del orden de 0 a 2,32 bits, en términos de diversidad son valores muy bajos, según Margalef (1983) valores de cinco corresponden a ecosistemas altamente organizados y estables, reflejando que este grupo de organismos se han establecido en estos ecosistemas. Esto se debe a que en los diferentes cuerpos de agua se encuentran microhábitats variados que, junto con la existencia de condiciones de oxígeno favorables, dan lugar al asentamiento y desarrollo de estados larvales y en algunos casos de adultos de variedad de insectos principalmente. A esta riqueza de organismos se le suma una uniformidad media-alta y un predominio medio-alto en los puntos evaluados.

Tabla 3.3-17 Valores de los índices ecológicos evaluados para la comunidad bentónica en las estaciones de monitoreo

Estaciones	Río Guayuriba	Caño La Unión	Léntico1	Río Orotoy	Quebrada Servita	Río Acacias	Río Negrito	Léntico16
Diversidad de Shanon (H')	0,69	2,20	2,32	0,00	0,87	1,66	1,94	1,99
Predominio de Simpson (1-D)	0,50	0,87	0,84	0,00	0,49	0,64	0,75	0,76
Uniformidad de Pielou (J)	1,00	0,88	0,76	0,00	0,49	0,54	0,73	0,66

INTERPRETACIÓN

Shannon-Weaver
>3: Aguas limpias. 1-3: Aguas medianamente contaminadas. <1: Aguas intensamente contaminadas.

Simpson
0,5-1: Menor dominancia. 0-0,5: Mayor dominancia.

Pielou
0,5-1: Uniformidad entre las especies.

Fuente: AMBIUS S.A.S., 2016

La estación Léntico1 reportó el mayor valor de diversidad siendo la segunda estación con mayor riqueza de taxa, de las cuales una proporcionó la mayor cantidad de organismos para esta estación y algunas pocas registraron altas abundancias en comparación con la mayoría de las cuales se encontraron pocos ejemplares. Seguido se encontró la estación caño La Union con una diversidad de 2,20bits donde se registró una baja riqueza en comparación con la estación anterior (12 taxa) pero la abundancia de cada taxa encontrado no fue muy alta en comparación con los demás presentando con esto una alta uniformidad y una menor dominancia.

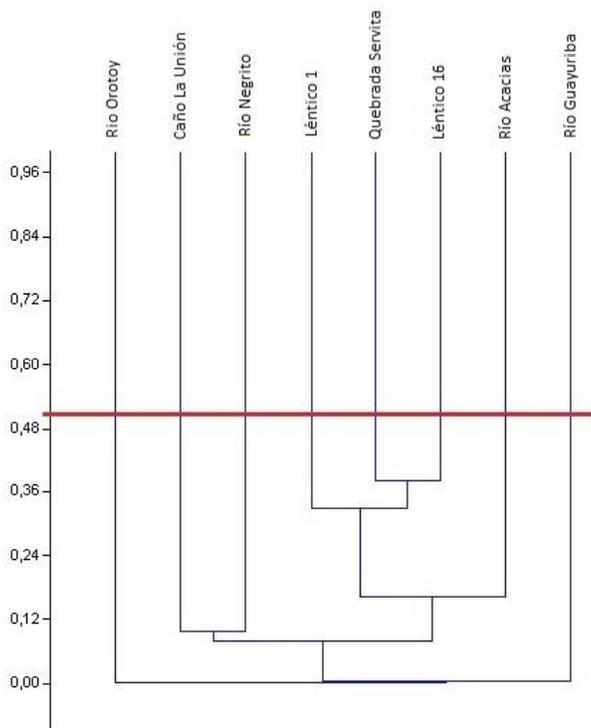
Las estaciones Léntico16, río Negrito y río Acacias presentaron diversidades bajas, pero no menores de 1bit en las cuales se presentaron altas riquezas pero así mismo uno o máximo dos taxa que conformaron la mayor abundancia reportada en cada una de estas estaciones lo cual se ve reflejado en predomios tendiendo a ser altos y uniformidades con tendencias medias-bajas. Las estaciones restantes, quebrada Servita y río Orotoy presentaron diversidades menores a 1bit o igual a cero como en el caso de río Orotoy ya que en este caso sólo se encontró un taxa.

A partir de esta información otorgada por los índices ecológicos, se corroboran los resultados antes discutidos, existiendo correspondencia con la condición general de eutrofia interpretada como de mediana a alta contaminación del recurso hídrico para las estaciones de muestreo evaluadas. Se evidencian taxa característicos de ambientes moderada y medianamente contaminados, así como de ambientes con presencia de materia orgánica, que es importante considerar y que en algunos casos puntuales pueden adquirir importancia y ser indicativos de procesos eutróficos o de acumulación de material orgánico que pueden tener un origen natural por la vegetación acuática presente o que pueden provenir de la intervención antrópica.

- **Análisis Estadístico y Correlación con variables Físico-Químicas**

Según el índice de similitud de Bray-Curtis (**Imagen 3.3-16**) las estaciones se relacionan en su mayoría por debajo del 40%. La mayor similitud se evidencia entre las estaciones: quebrada Servita y Léntico16 con un 38% de similitud principalmente por que reportaron 4 taxa en común con abundancias similares. A este grupo se le suma la estación Léntico1 con un porcentaje de similitud 32% la cual tiene en común 3 taxa. Las demás estaciones se relacionaron con un porcentaje menor al 16% de similitud lo cual indica que se identificaron taxa que solo ocurrieron en una o unas pocas estaciones y así mismo las abundancias entre aquellos que ocurrieron en más de una estación fueron muy distantes, puntualmente de los 59 taxa identificados 36 fueron exclusivos de una sola estación.

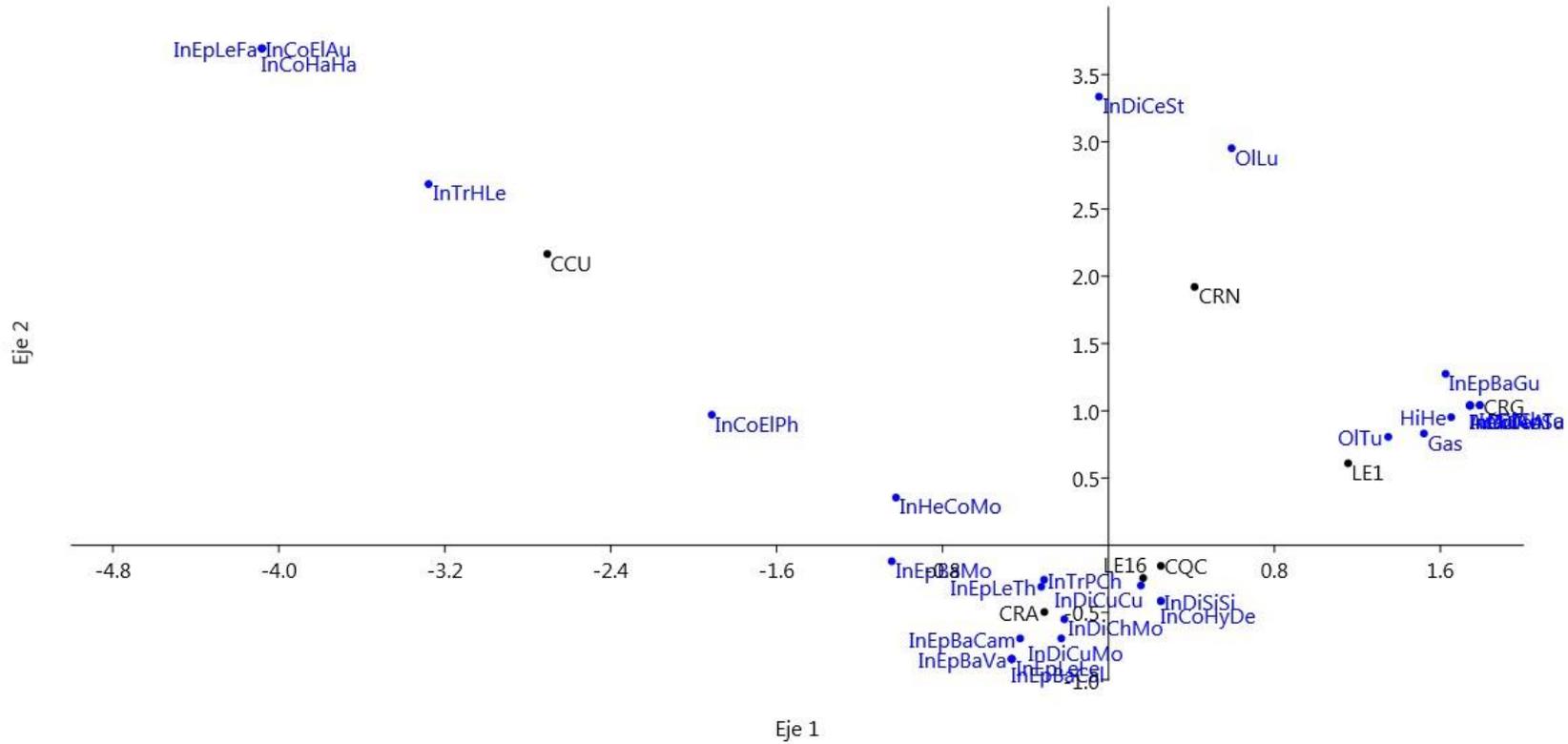
Imagen 3.3-16 Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para el análisis de relación entre estaciones



Fuente: AMBIUS S.A.S., 2016

El análisis de correspondencia de la comunidad bentónica es presentado en la **Imagen 3.3-17**. Los ejes 1 y 2 explican el 52,5% de la varianza de la comunidad y su distribución espacial.

Imagen 3.3-17 Análisis de Correspondencia para la comunidad bentónica



Fuente: ANTEAGROUP S.A.S., 2016

Para establecer la posible relación entre los parámetros físico-químicos e hidrobiológicos se realizó la correlación de Spearman entre el componente principal 1 del análisis de los físico-químicos y el eje 1 del análisis de correspondencia para la comunidad bentónica. En la **Tabla 3.3-18** se observa que el valor de correlación es $-0,025$, es decir que no es significativa para esta comunidad.

Tabla 3.3-18 Correlacion de spearman entre parámetros fisicoquímicos y la comunidad bentónica

Correlación de Spearman		PC1	AXIS1
PC1	Coeficiente de correlación	1,000	-0,025
	Sig. (bilateral)	.	,949
	N	9	9
AXIS1	Coeficiente de correlación	-0,025	1,000
	Sig. (bilateral)	,949	.
	N	9	9

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

3.3.2.2.4 Macrofitas Acuáticas

- **Características**

Colombia, por su topografía, es un país privilegiado con distintas altitudes, temperaturas y precipitaciones. Sus diferentes regiones como sus riquezas hídricas ofrecen variados ambientes acuáticos como lagos, humedales, lagunas ríos, embalses, caños y terrenos que se inundan varios meses al año, haciendo posible la presencia de una gran variedad de plantas acuáticas.

Según Bristow et al. (1975), probablemente existen en Colombia unas 200 especies diferentes de plantas acuáticas o semi-acuáticas de agua dulce. Sin embargo, Schmidt (1996) concluye que probablemente el número de especies es aproximadamente dos (2) o tres (3) veces mayor que el estimado por los anteriores autores.

De acuerdo con Roldan (2008) las plantas acuáticas llamadas también macrófitas, están representadas por todo aquel tipo de vegetación que crece en la zona litoral de lagos, embalses y ríos, ya sea en la zona de interfase agua-tierra, sobre la superficie del agua o totalmente sumergida. Este mismo autor afirma que se han reportado aproximadamente 42 familias de dicotiledóneas acuáticas, 30 familias de monocotiledóneas, 6 familias de pteridofitas y 17 familias de briofitas.

En ecosistemas acuáticos esta comunidad juega un papel muy importante ya que hace parte de los productores primarios dentro de las redes tróficas complejas que se desarrollan en lagos, lagunas y algunos sistemas lénticos. Sin embargo, la alta presencia de macrófitas se relaciona con niveles importantes de productividad lo que se asocia a su vez con condiciones de eutrofización de las aguas. Este fenómeno de alta productividad es uno de los que más afecta contra la estabilidad de lagos y embalses, pues por un lado, crea condiciones anóxicas en las partes profundas de estos ecosistemas y, por otro fomenta una rápida colmatación de los mismos.

- **Estructura de la comunidad**

La comunidad de macrófitas acuáticas estuvo presente en las dos estaciones evaluadas. Las plantas acuáticas o macrófitas, están representadas por todo aquel tipo de vegetación que crece en la zona litoral de lagos, embalses y ríos, ya sea en la zona de interfase agua-tierra, sobre la superficie del agua o totalmente sumergidas (Roldan, 1992). Su importancia ecológica, radica en que confiere estabilidad al terreno, genera la vía trófica directa y la detrítica y diversifica la vida trófica. También desempeña un papel importante, ya que constituye el mayor aporte de materia orgánica al agua y generan alrededor de ellas un hábitat que alberga gran cantidad y variedad de fauna asociada (Ramírez y Viña, 1998). La densidad de población de macrófitas acuáticas están en relación con el área litoral, condiciones topográficas del terreno y nivel de trofia de las aguas; generalmente estos organismos se encuentran en aguas de escasa corriente y con altos contenidos de nutrientes.

Las plantas representantes de esta comunidad se analizaron en dos cuerpos de agua lenticos (Lentico 1 y lentico 16), los especímenes encontrados pertenecen a la clase Equisetopsida con los órdenes, Myrtales, Alismatales, Poales, Commelinales, Malvales, Sonales, Selaginellales, Saxifrageles, Caryophyllales y Fabales, siendo los tres (3) primeros los más representativos. En el léntico 16 se encontró una mayor riqueza representada por 15 especies, en su mayoría macrófitas emergentes, seguida de las sumergidas y solo un espécimen flotante; mientras en Lentico 1, se hallaron solo 10 morfoespecies todas de tipo emergente. A nivel general la familia Onagraceae y Araceae fueron las más abundantes, siendo la primera representada fuertemente por diferentes especies del Genero Ludwigia (**Anexo D.11.2.4. Macrófitas**).

A continuación, se presentan los resultados en la **Tabla 3.3-19** que muestra la ausencia y presencia de especies.

Tabla 3.3-19 Macrófitas acuáticas identificadas en las estaciones de monitoreo

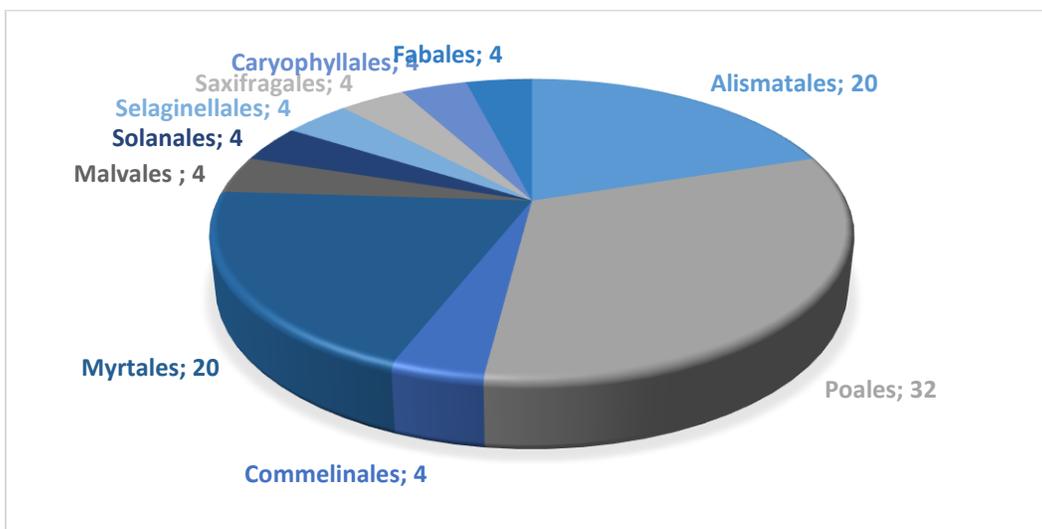
ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	LENTICO 1	LÉNTICO 16
Alismatales	Araceae	Philodendron	<i>Philodendron-cf-acutatum</i>	X	X
			<i>Philodendron sp1</i>	X	
		Cf-Philodendro	<i>Cf-Philodendro sp2</i>		X
		Lemna	<i>Lemna minor</i>		X
Poales	Poaceae	Echinochloa	<i>Echinochloa-cf-Polystachya</i>	X	X
		Hymenachne	<i>Hymenachne amplexicaulis</i>	X	X
	Cyperaceae	Cyperus	<i>Cyperus luzulae</i>	X	
		Eleocharis	<i>Eleocharis macrostachya</i>	X	
			<i>Eleocharis sp</i>		X
	Eriocaulaceae	Tonina	<i>Tonina sp</i>	X	
Commelinales	Pontederiaceae		Morfo especie 1	X	
Myrtales	Onagraceae	Ludwigia	<i>Ludwigia sp</i>	X	
			<i>Ludwigia octovalvis</i>		X
			<i>Ludwigia lagunae</i>		X
			<i>Ludwigia inclinata</i>		X

ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	LENTICO 1	LÉNTICO 16
	<i>Melastymataceae</i>	<i>Cf-Miconia</i>	<i>Cf-Miconia</i> sp		X
Malvales	<i>Malvaceae</i>	-	<i>Morfoespecie</i> 1		X
Solanales	<i>Convolvulaceae</i>	<i>Cf-Ipomoea</i>	<i>Cf-Ipomoea</i> sp		X
Selaginellales	<i>Selaginellaceae</i>	-	<i>Morfoespecie</i> 1	X	
Saxifragales	<i>Haloragaceae</i>	<i>Myriophyllum</i>	<i>Myriophyllum</i> sp		X
Caryophyllales	<i>Polygonaceae</i>	<i>Cf-Polygonium</i>	<i>cf-Polygonium</i> sp		X
Fabales	<i>Fabaceae</i>	<i>Macrolobium</i>	<i>Macrolobium</i> acaciifolium		X

*Nivel de División.

Fuente: AMBIUS S.A.S., 2016

Imagen 3.3-18 Valores de riqueza en porcentaje por estación de monitoreo. Comunidad de macrófitas acuáticas.



Fuente: AMBIUS S.A.S., 2016

En términos generales la comunidad de macrófitas acuáticas fue representativa en los ecosistemas analizados. Esta comunidad habita con mucha frecuencia en sistemas lénticos que permiten su fácil establecimiento. Las plantas acuáticas que son flotantes se encuentran en sistemas monitoreados ya que estas condiciones facilitan su establecimiento y obtención de nutrientes y luz. En conjunto muchas de las características propias de cada ecosistema evaluado facilitan el establecimiento de organismos de esta comunidad, lo que es muy favorable desde el punto de vista ecológico, ya que, dentro del ensamblaje de las comunidades acuáticas, las macrófitas son muy importantes en el equilibrio de sistemas lénticos.

3.3.2.2.5 Ictiofauna

- **Características**

Los peces son el grupo con mayor abundancia y diversidad en los vertebrados y las adaptaciones en sus estructuras les ha favorecido para que se establezcan en una gran variedad de ecosistemas acuáticos. Estos organismos hacen parte del necton, que son aquellos capaces de nadar libremente en el agua (Roldán y Ramírez, 2008); esta movilidad les permite desplazarse hacia aguas con mejores condiciones alimenticias, fisicoquímicas y biológicas, por lo que las mayores respuestas fisiológicas y variaciones estructurales de las poblaciones ícticas dependen de los ciclos estacionales representados en las épocas de lluvias y sequía (Ramírez & Viña 1998). En general las poblaciones ícticas están sometidas a varios factores de tipo ambiental o pesquero que inciden en su estructura (composición y abundancia) según el grado de explotación y modificación de su ambiente. Si la modificación de su ecosistema es drástica y/o su explotación tiene falencias en la parte de un manejo apropiado, estas poblaciones se pueden ver afectadas ocasionando una reducción y/o un detrimento en sus tasas poblacionales, lo que puede terminar en una línea de reemplazo poblacional atípica, ya que las posibilidades de reproducción disminuirán y sus condiciones de crecimiento serán más lentas (Csirke, 1980).

Dentro de los cuerpos de agua, esta comunidad representa un nivel superior dentro de la cadena trófica. Representan un recurso de gran importancia a nivel ecológico dentro de los nichos acuáticos y a su vez una gran mayoría de estos son de importancia comercial y como seguridad alimentaria de algunas comunidades que están cerca a los cuerpos de agua donde estos organismos suelen estar. En Suramérica se estima que existen más de 3000 especies, aunque el número definitivo parece ser mayor (Uribe, 1996). Colombia por su parte, resulta ser uno de los países más diversos del neotrópico en cuanto a la ictiofauna de agua dulce. La importancia de la fauna íctica como bioindicador se basa en la amplia variedad de especies, movilidad y longevidad, ya que con respecto a las demás comunidades los peces son los organismos indicadores con la mayor escala espacio-temporal, logrando establecer el estado del agua a nivel de meso-hábitat. En general estos organismos se consideran útiles para la detección de eutrofia, contaminación del agua, pérdida de oxígeno y toxicidad por algas (Confederación hidrográfica del Ebro, 2005).

En Colombia, así como en otros países en vía de desarrollo el recurso íctico desempeña un papel muy importante para el bienestar social del país ya que para varios sectores es la fuente de ingresos y de proteína animal de mayor importancia, especialmente para poblaciones aisladas y vulnerables. Por tal motivo, es preciso contemplar a la comunidad íctica dentro de las estrategias ambientales de conservación de sectores vulnerables a cualquier tipo de impacto ambiental.

- **Estructura de la comunidad**

Los peces son entre los vertebrados los más diversos, son organismos acuáticos y poseen estructuras complejas acompañadas de adaptaciones particulares que les permite vivir y colonizar diversos hábitats acuáticos. Representan un recurso de gran importancia a nivel ecológico dentro de los nichos acuáticos y a su vez una gran mayoría de estos son de

importancia comercial y como seguridad alimentaria de algunas comunidades que están cerca a los cuerpos de agua donde estos organismos suelen estar.

Durante las faenas de pesca llevadas a cabo en los cuerpos de agua lénticos no se detectó la presencia de ictiofauna, en el sistema léntico 1 el valor del oxígeno disuelto fue menor a cero., restringiendo el desarrollo de especies icticas. El sistema léntico 16 es de carácter intermitente, se seca completamente durante la época de baja precipitación y presenta modificaciones que impiden el libre tránsito de las especies, por esta razón no se detectó la presencia de ictiofauna en este cuerpo de agua (**Anexo D.11.2.2. Ictiofauna**).

A continuación, en la **Tabla 3.3-20** se presenta el registro taxonómico de las especies identificadas junto a su distribución en las estaciones monitoreadas.

Tabla 3.3-20 Composición de la ictiofauna presente en los cuerpos de agua evaluados

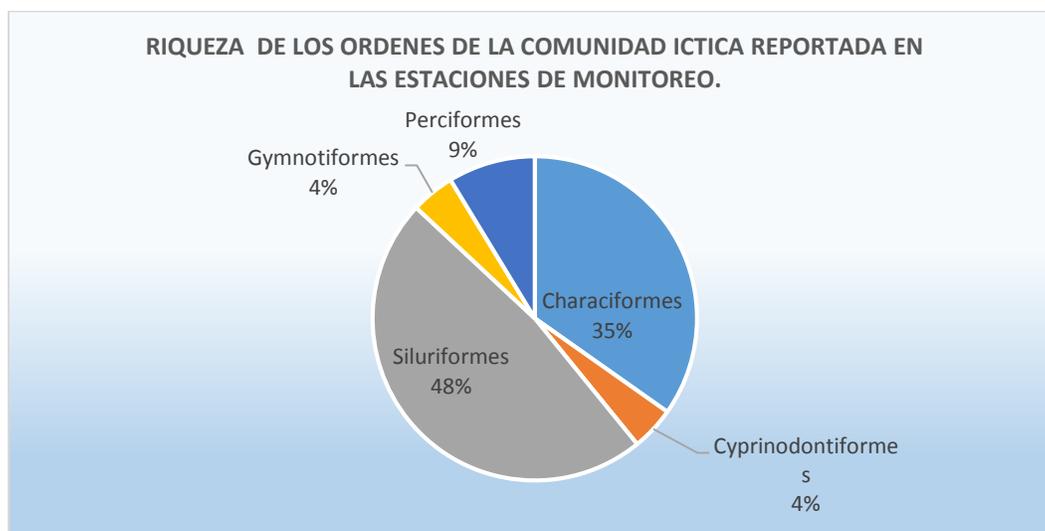
Orden	Especie	Nombre Común	Estación de monitoreo					
			Quebrada Servita	Caño Pescado	Caño La Unión	Río Guayuriba	Río Negrito	Río Orotoy
Characiformes	<i>Bryconops cf. caudomaculatus</i>	Sardina			X			
	<i>Bryconops</i> sp	Sardina	X					
	<i>Creagrutus cf. atratus</i>	Sardina		X				
	<i>Characidium cf. chupa</i>	Sardina						X
	<i>Creagrutus</i> sp	Sardina			X			
	<i>Hemibrycon cf. metae</i>	Tetra					X	
	<i>Prochilodus mariae</i>	Coporo / Bocachico				X		
	<i>Parodon apolinari</i>	Marranito	X					
Cyprinodontiformes	<i>Poecilia</i> sp	Guppy				X		
Perciformes	<i>Bujurquina mariae</i>	Mojarra						X
	<i>Crenicichla</i> sp	Bocon						X
Siluriformes	<i>Chaetostoma</i> sp	Cucha					X	X
	<i>Hypostomus plecostomus</i>	Roncho					X	
	<i>Trichomycterus cf. Dorsostriatum</i>	Jabon		X				
	<i>Corydoras metae</i>	Coridora meta						X
	<i>Rhamdia quelen</i>	Liso						X
	<i>Ancistrus triradiatus</i>	Cucha						X

Orden	Especie	Nombre Común	Estación de monitoreo					
			Quebrada Servita	Caño Pescado	Caño La Unión	Río Guayuriba	Río Negro	Río Orotoy
	<i>Farlowella vittata</i>	Lapiz						X
	<i>Hypostomus cf. Plecostomus</i>	Roncho						X
	<i>Laciancistrus sp</i>	Roncho						X
	<i>Trichomycterus cf. Migrans</i>	Jabon						X

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

La diversificación de peces que se reportó en las estaciones de monitoreo loticas evaluadas durante la época climática en la que se desarrolló la fase de campo estuvo representada por 21 especies distribuidas en los órdenes Characiformes, Siluriformes, Perciformes, Gymnotiformes y Cyprinodontiformes. Estos órdenes identificados son frecuentes en sistemas acuáticos de la zona de estudio; de estos fue destacada la presencia de organismos de los órdenes Characiformes y Siluriformes los cuales alcanzaron los mayores niveles de riqueza (35% y 48% respectivamente) de la comunidad íctica presente en los sistemas analizados (**Imagen 3.3-19**).

Imagen 3.3-19 Porcentaje de riqueza de los órdenes de la comunidad íctica presente en las estaciones de monitoreo.



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

Esta alta representatividad concuerda con el patrón usual de distribución de especies en las aguas continentales de la región Neotropical, donde Characiformes y Siluriformes son dominantes (Lowe-McConnell 1987). La mayoría de las especies registradas (Characiformes y Siluriformes) son generalistas y varían sus hábitos alimenticios de acuerdo al tipo de

ambiente y de la época del año (Agostinho *et al.* 2007, Vazzoler 1996), lo cual les permite sobrevivir en diversas condiciones, aún con disponibilidad de recursos reducida (Winemiller 2008). Representando un poco lo que se encontró en las estaciones de muestreo, los Characiformes y en especial la familia Characidae, presentan especies de amplia distribución, propias de agua dulce, muy exitosas en ambientes de alta intervención antrópica y por lo general, abundantes en aguas continentales tropicales (Lowe-McConell 1987).

Los carácidos dominan los ríos, caños y lagunas de Suramérica. Se caracterizan por no poseer barbillas, sus mandíbulas y en muchos casos sus faringes, están armadas de numerosos dientes que se recambian continuamente. Por lo general, son plateados, fusiformes, comprimidos lateralmente y provistos de escamas redondeadas. La mayoría, son predadores diurnos provistos de grandes ojos, excepto algunas subespecies ciegas que viven en cavernas.

Por su parte los Siluriformes desde el punto de vista del número de especies después de los Characiformes, son el segundo en importancia en el Neotropico. Se encuentra distribuido desde alturas cercanas a los 3000 msnm hasta zonas estuarinas. Las especies que pertenecen a este orden presentan adaptaciones que les permiten colonizar ambientes lacustres, lénticos y marinos. Muchas de las especies de este orden presentan un importante interés comercial, especialmente en puertos fluviales de los ríos más importantes del país (Magdalena, Orinoco y Amazonas).

Los perciformes se caracterizan por presentar espinas en las aletas; dos (2) aletas dorsales sin adiposa. Presentan línea lateral interrumpida y un solo orificio nasal a cada lado. La importancia de este tipo de peces se presenta más en ambientes marinos que en ambientes dulceacuícolas, no obstante, algunas especies presenta interés económico de la industria de peces ornamentales. Cabe resaltar que este es uno de los órdenes de mayor biodiversidad en el mundo, sin embargo, como se mencionó anteriormente esta diversidad está dirigida a ambientes marinos y costeros.

De otro lado los peces del orden Gymnotiformes presentan cuerpo anguiliforme, aletas pélvicas ausentes y su aleta anal extremadamente prolongada (más de 140 radios, extendiéndose cerca del origen de la aleta pectoral hasta cerca del extremo del cuerpo). Aleta caudal muy reducida o ausente. Abertura anal al nivel de la cabeza o las aletas pectorales. Poseen órganos eléctricos, los cuales emplean para ubicarse y capturar sus presas. Muchas de las especies de este orden, tienen importancia en el mercado de los peces ornamentales.

Los peces del orden Cyprinodontiformes son pequeños (de 2 a 11 cm de talla estándar, 6 cm como máximo en *Rivulus marmoratus*). Exhiben cuerpo alargado y cilíndrico, cabeza aplanada, lateral y sistema sensorial supraorbital en la parte superior de la cabeza con surcos y plácodos sensoriales expuestas en lugar de una serie de tubos con poros, la boca ligeramente vuelta hacia arriba y terminal. No poseen espinas en las aletas, pero los primeros rayos pueden ser no ramificados; aleta dorsal se establece posteriormente en el cuerpo, su origen sobre la inserción de los últimos 2 o 3 radios anales de la aleta son blandos (salobres y especies de agua salada solamente). La línea lateral se reduce a lo

largo del lado de las fosas sensoriales. Tienen cuerpo con escamas cicloides; poseen dimorfismo sexual, los machos tienen aletas anales grandes, ornamentaciones color marrón a verde con toques azules, patrón variable de cuerpo, a menudo moteada con manchas y rayas. Sexualmente dicromáticas, las hembras por lo general con un ocelo distintivo arriba del pedúnculo caudal justo antes de la aleta caudal. Muchas de las especies de este orden, también son de importancia ornamental.

En general muchas de las especies identificadas dentro de los distintos órdenes descritos con anterioridad presentan una amplia distribución y poseen hábitos tróficos omnívoros, lo que les permite ser eficientes a la hora de consumir diversos ítems alimenticios y habitar numerosos ambientes (Maldonado *et al.* 2005).

Aunque el patrón normal reportado en aguas dulceacuícolas del neotrópico es tener un alto porcentaje de endemismo (Maldonado *et al.* 2005) y las condiciones actuales dentro del área de influencia del proyecto sugieren que la vulnerabilidad de la comunidad de peces de la región es relativamente baja, es importante conservar los afluentes y los pequeños tributarios presentes en la zona, ya que pueden estar siendo usados como hábitats reproductivos y de alimentación o de refugio para varias de las especies endémicas, migratorias y en peligro de extinción.

En cuanto a los índices de diversidad (**Tabla 3.3-21**) los valores en general indicaron una baja diversidad siendo categorizadas dentro de los rangos de aguas medianamente contaminadas, los valores más altos se registraron en las estaciones de los ríos Orotoy y Negrito, valores moderados que según lo planteado por Margalef (1983) Estas estaciones se caracterizaron por presentar las mayores riquezas y coinciden en tener altos valores de predominio y de uniformidad, lo que indica que hay una baja dominancia y alta uniformidad entre especies en estos puntos. Con referencia a las estaciones correspondientes al río Acacias y a la quebrada Servita presentaron valores bajos para el índice de Shannon, lo cual corresponde a una baja diversidad donde un solo un taxón agrupa la mayor cantidad de organismos encontrados en estas estaciones.

Tabla 3.3-21 Valores de los índices ecológicos evaluados para la comunidad íctica en las estaciones de monitoreo

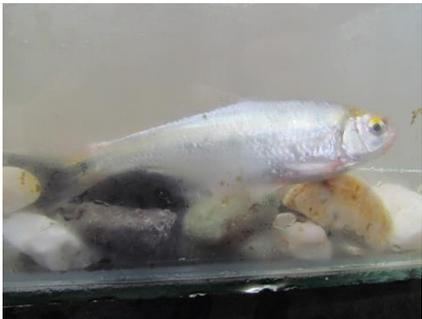
Estaciones	Quebrada Servitá	Caño Pescado	Quebrada la Union	Río Guayuriba	Río Negro	Río Acacias	Río Orotoy
Diversidad de Shannon (H')	0,69	1,33	0,89	1,07	1,451	0,586	2,371
Predominio de Simpson (1-D)	0,5	0,2778	0,4723	0,3906	0,3099	0,6033	0,1209
Uniformidad de Pielou (J)	1	0,9591	0,6399	0,7718	0,8098	0,8454	0,8756
INTERPRETACIÓN							
<p>Shannon >3: Aguas limpias. 1-3: Aguas medianamente contaminadas. <1: Aguas intensamente contaminadas.</p> <p>Simpson 0,5-1: Menor dominancia. 0-0,5: Mayor dominancia.</p> <p>Pielou 0,5-1: Uniformidad entre las especies.</p>							

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

A continuación, en las **Tabla 3.3-22** se describen la ecología y morfología de las especies capturadas en los sistemas de aguas superficiales evaluados dentro del área de interés.

Tabla 3.3-22 Ecología y morfología de las especies ícticas registradas

CARACTERÍSTICAS DE LA ICTIOFAUNA	
<p>Mojarra</p> 	<p>Características: Cabeza contenida 2,8 a 3 veces en la LE; la altura del cuerpo 2,3 a 2,4 veces la en LE; ojo contenido 2,66 veces a 3,25 en la longitud de la cabeza; espacio inerorbital contenido 2,5 a 2,75 veces en la longitud de la cabeza; sexta espina dorsal contenida 2,66 a 3 veces en la longitud de la cabeza. D XIV (excepcionalmente XIII), 9-10; A III, 8-9; 26 escamas en línea media del cuerpo hasta la base de la caudal; escamas con poro 16+12; dos escamas con poro en la base de la caudal; dos escamas entre las líneas laterales; una media y media escamas entre la línea lateral superior y la aleta dorsal blanda. Una banda oblicua lateral que va desde la hendidura opercular hasta el final de la aleta dorsal blanda y la unión de la dorsal y el pedúnculo caudal, esta banda también se dirige desde la región opercular hasta la nuca; cinco a seis franjas oscuras más tenues a los lados del cuerpo y una pequeña mancha oscura arriba de la línea media de la aleta caudal.</p> <p>Hábitos tróficos: Es una especie carnívora, que consume peces e invertebrados acuáticos y terrestres (Castellanos 2002 en Galvis et al. 2007).</p> <p>Hábitat, distribución y reproducción: Común en ríos medianos, caños, lagunas y morichales. Se encuentra en</p>
<p>Fuente: Antea Group, 2016 <i>Bujurquina mariae</i> (Eigenmann, 1922)</p>	

CARACTERÍSTICAS DE LA ICTIOFAUNA	
	<p>los tres tipos de aguas,(claras, negras, blancas) (Lasso y Machado-Allison 2000). Se puede encontrar en cuencas en Colombia como la del Amazonas y el Orinoco (Maldonado-Ocampo <i>et al.</i> 2008). No hay información sobre su reproducción.</p> <p>Migración: Sin Información</p>
<p>Tetra</p>  <p>Fuente: Antea Group, 2016 <i>Hemibrycon cf. metae</i> (Myers, 1930)</p>	<p>Características: peces pequeños con LE máxima de 8 cm. De cuerpo alargado y comprimido, plateado con una mancha humeral vertical alargada y otra negra horizontal en el pedúnculo que se extiende a los radios medios de la aleta caudal. Todas las aletas son hialinas, excepto la anal que tiene el borde de los radios pigmentado.</p> <p>Hábitos tróficos: posiblemente es una especie omnívora como la mayoría de las especies del género.</p> <p>Hábitat, distribución y reproducción: distribuida en el alto río Meta, fue abundante en los caños Mateguadua, La Loma, Chichimene y Payacal y los ríos Ariari y Chichimene en Villavicencio y Acacías.</p> <p>Migración: Sin Información</p>
<p>Sardina</p>  <p>Fuente: Antea Group, 2016 <i>Creagrutus cf. atratus</i> (Vari & Harold, 2001)</p>	<p>Características: Esta especie se caracteriza por poseer tres hileras de dientes en la premaxila un maxilar corto y angular, una aleta anal corta y una mandíbula inferior incluida lateralmente (Gery 1977).</p> <p>Hábitos tróficos: Se alimentan preferiblemente de detritus y perifiton.</p> <p>Hábitat, distribución y reproducción: Vive principalmente en cuerpos de agua correntosos con sustrato rocoso (Vari & Harold, 2001)</p> <p>Migración: Sin Información</p>
<p>Sardina</p>  <p>Fuente: Antea Group, 2016 <i>Bryconops cf. caudomaculatus</i> (Günther, 1864)</p>	<p>Características: Peces pequeños que alcanzan 7 cm de LE. Con cuerpo fusiforme, de color marrón oscuro con una mancha humeral vertical difusa y una línea longitudinal que atraviesa el cuerpo sin alcanzar la base del pedúnculo caudal. Todas las aletas son hialinas o grisáceas, excepto la caudal, que tiene un ocelo bien definido en la base del lóbulo superior, de color rojo intenso en vivo y blanco en ejemplares preservados. En vivo, los ejemplares son plateados y tienen el preopérculo, los primeros radios de la aleta dorsal y la aleta adiposa rojizos y una línea longitudinal plateada. Se diferencia de <i>B. alburnoides</i> por la coloración de la aleta caudal, y de las otras especies del género por presentar una maxila corta que no alcanza la unión de los dos primeros huesos soborbitales.</p>

CARACTERÍSTICAS DE LA ICTIOFAUNA	
	<p>Hábitos tróficos: Insectívoro.</p> <p>Hábitat, distribución y reproducción: se encuentra en ríos costeros del Escudo Guayanés, y en la cuenca de los ríos Orinoco y Amazonas.</p> <p>Migración: Sin Información</p>
<p>Sardina</p>  <p>Fuente: Antea Group, 2016 <i>Bryconops</i> sp (Valenciennes, 1850)</p>	<p>Características: Las características generales del Genero se resumen en una hilera interna de dientes premaxilares con cinco o más dientes a cada lado, línea lateral completa, aleta caudal sin escamas, borde anterior de la maxila formando un ángulo recto con la premaxila, cuerpo muy alargado, fusiforme. (Maldonado-Ocampo et al., 2005).</p> <p>Hábitos tróficos: Omnívoros e insectívoros.</p> <p>Hábitat, distribución y reproducción: Sin Información</p> <p>Migración: Sin Información.</p>
<p>Ronco</p>  <p>Fuente: Antea Group, 2016 <i>Apteronotus</i> cf. <i>galvisi</i> (de Santana, Maldonado-Ocampo y Crampton, 2007)</p>	<p>Características: el Género es de peces de color negro intenso, con una línea blanca que se inicia en la mandíbula y recorre toda la cabeza y el lomo hasta el pedúnculo caudal, donde se extiende hacia los flancos en forma de anillo. Todo el cuerpo, incluso el lomo está cubierto de escamas cicloideas diminutas. Con dientes cónicos recurvados. Se encuentra tanto en los arroyos selváticos como en los gramalotes del río, no frecuenta las lagunas, en cambio se le puede hallar en arroyos de corriente relativamente rápida del pie de monte (GALVIS, G. et al., 2006).</p> <p>Hábitos tróficos: es un pez voraz que aparte de insectos puede consumir pececillos pequeños (observado en acuario).</p> <p>Hábitat, distribución y reproducción: De día se les puede encontrar en lugares oscuros tendidos de costado sobre el fondo. Se distribuyen en las cuencas del Orinoco y Amazonas. No se tiene información sobre su reproducción.</p> <p>Migración: Sin Información.</p>
<p>Sardina</p>	<p>Características: El Genero tiene tres hileras de dientes premaxilares; seis dientes a cada lado de la segunda serie interna; tres a cuatro dientes maxilares; cinco a seis dientes a cada lado de la mandíbula; origen de la dorsal ligeramente anterior en línea vertical al origen de las aletas ventrales; color del cuerpo a nivel dorso lateral oscuro,</p>

CARACTERÍSTICAS DE LA ICTIOFAUNA	
 <p>Fuente: Antea Group, 2016 <i>Creagrutus</i> sp</p>	<p>concentrado a lo largo del margen de las escamas lo cual forma un patrón reticulado.</p> <p>Hábitos tróficos: Cuenca del río Meta y Cuenca del río Caqueza (Cundinamarca).</p> <p>Hábitat, distribución y reproducción: Sin Información.</p> <p>Migración: Sin Información.</p>
 <p>Fuente: Antea Group, 2016 <i>Prochilodus mariae</i> (Eigenmann 1922)</p>	<p>Características: Boca protráctil, labios gruesos y dientes labiales redondeados diminutos. Presencia de una espina predorsal precumbente; escamas ctenoideas en adultos y lisas en juveniles. Presenta de 49 a 65 escamas en la línea lateral. Su color es gris en la parte dorsal y blanco en la ventral (Maldonado-Ocampo <i>et al.</i>, 2005 <u>En</u>: Lasso <i>et al.</i>, 2011).</p> <p>Hábitos tróficos: Las larvas son planctófagas, con alimentación basada en copépodos y cladóceros. Los juveniles y adultos son iliófagos.</p> <p>Hábitat, distribución y reproducción: En Colombia se distribuye a lo largo de la cuenca del Orinoco. Esta especie habita en lagunas y áreas inundables de los ríos de la Orinoquia, donde se reporta su presencia desde alevino a adulto. Más común en aguas blancas que claras. Su reproducción es durante la temporada de aguas ascendentes, de marzo a junio, cuando realiza una migración reproductiva abandonando las lagunas y caños, para remontar el cauce principal de los ríos y desovar en las zonas de mayor corriente.</p> <p>Migración: Esta especie presenta dos migraciones en el año, la primera de tipo reproductivo en los meses de inicio de las lluvias (abril – mayo) y la segunda en el periodo de aguas descendentes (noviembre – diciembre), cuando sale de las lagunas y caños pequeños y las condiciones del agua se empeoran en dichos cuerpos de agua. Usma <i>et al.</i> (2009) la clasifica como una especie de migraciones medianas (100-500 km).</p>
<p>Roncho</p>	<p>Características: Tiene una placa supraoccipital con una quilla situada posterior · ente, sin quillas laterales a esta; 25 a 26 placas en los lados del cuerpo; ramas de la mandíbula inferior contenida unas tres veces en el espacio interorbital; cuerpo y aletas cubiertos con manchas negras, mucho más pequeñas que el diámetro orbitas (Lasso 2004 <u>En</u>: Lasso <i>et al.</i>, 2011).</p>

CARACTERÍSTICAS DE LA ICTIOFAUNA



Fuente: Antea Group, 2016
Hypostomus plecostomus
(Linnaeus 1758)

Hábitos tróficos: La alimentación esta básicamente compuesta por detritus que contiene zoobentos, perifiton asociado a rocas y troncos.

Hábitat, distribución y reproducción: Se ubican típicamente en tierras bajas, aunque también se encuentran en ríos y quebradas de pie de monte con flujos de agua muy rápidos. Puede ser encontrado en un amplio rango de sustratos (Armbruster 1997 En: Maldonado et al., 2005). Se distribullen por las cuencas del Amazonas y Orinoquia. En épocas de reproducción desarrollan dimorfismo sexual, diferenciándose los machos por presentar odontodes desarrollados en el margen anterior del radio duro pectoral, el cual a su vez presenta los extremos engrosados que son utilizados para proteger los huevos. Esta especie inicia su reproducción de abril a junio que corresponde al periodo de aguas ascendentes en la cuenca del Orinoco.

Migración: Sin Información



Fuente: Antea Group, 2016
Chaetostoma sp

Características: Cuerpo recubierto de placas óseas. Pedún1culo

caudal comprimido, con espinaadiposa, radios de la aleta dorsal 9 - 11, abdomen desnudo, margen anterior del rostr:o notoriamente blando, carnoso, liso y sin odontodes (espinas retrorsas en forma gancho).

Hábitos tróficos: La mayona de las especies del género se alimentan ramoneando los sustratos duros como piedras y troncos, en busca de perifiton y detritos, sin embargo se han encontrado en observaciones de contenidos estomacales insectos acuáticos, posiblemente habitantes del perifiton.

Hábitat, distribución y reproducción: Todas las especies del genero tienen diferentes preferencias, algunas en aguas muy rápidas y otras en áreas con corrientes moderadas, sin embargo, ninguna de estas especies es encontrada en remansos o pozos. Prefieren sustratos duros conformados principalmente por gravas y rocas. Se pueden encontrar en las cuencas del Caribe, Magdalena y Pacifica.

Migración: Sin Información

Sardina

Características: peces de cuerpo cilíndrico, alargado, boca pequeña subterminal, dientes premaxilares cónicos o tricúspides distribuidos en una sola hilera. Vientre redondo y levemente aplanado.

Hábitos tróficos: se alimentan de macroinvertebrados acuáticos y perifiton.

Hábitat, distribución y reproducción: los individuos adultos de este género presentan tallas pequeñas y se han adaptado a vivir en los fondos de los sistemas lóticos Se encuentran en aguas rápidas con temperaturas

CARACTERÍSTICAS DE LA ICTIOFAUNA

 <p>Fuente: Antea Group, 2016 Characidium cf. chupa (Referencia de identificación del Genero Buckup, 1993)</p>	<p>entre los 22 y 27°C. Es una especie bentónica que prefiere los sustratos rocosos donde</p> <p>Migración: Sin Información</p>
<p>Marranito</p>  <p>Fuente: Antea Group, 2016 Parodon apolinari (Myers, 1930)</p>	<p>Características: Peces pequeños que alcanzan 9.3 cm de LE. De cuerpo robusto. Cabeza pequeña y cónica, boca inferior. El dorso es de color marrón oscuro, el vientre amarillo, el costado del cuerpo con 13 a 15 barras transversales, todas las aletas hialinas. Premaxilar con cuatro dientes crenulados, maxilar con dos dientes pequeños, dentario con tres dientes truncados. El origen de la aleta dorsal está más cerca del hocico que de la base de la aleta caudal. La LC está contenida 5 veces en la LE; los ojos y la distancia interorbital caben 4 y 2 veces en la LC, respectivamente. La AC representa del 23 al 25% de la LE. Escamas LL 34; escamas predorsales 11; escamas alrededor del pedúnculo caudal 16. RD i, 10; RA i, 7; RP i, 14; RV i, 7.</p> <p>Hábitos tróficos: especie herbívora que se alimenta de algas y ocasionalmente de insectos acuáticos (Taphorn, 1992).</p> <p>Hábitat, distribución y reproducción: distribuida en la cuenca del río Orinoco. Habita en arroyos andinos de corrientes rápidas con sustrato rocoso (Taphorn, 1992).</p> <p>Migración: Sin Información</p>
<p>Guppy</p>  <p>Fuente: Antea Group, 2016 Poecilia sp.</p>	<p>Características: Son peces de tamaño pequeño que se encuentran presentes en quebradas y ríos de aguas corrientes y siempre en movimiento. Estos peces presentan una coloración muy variable dependiendo de la especie, el origen y el sexo. Logran un tamaño de 12 cm aproximadamente, siendo las hembras las más grandes.</p> <p>Hábitos tróficos: Estos peces son omnívoros, alimentándose de material vegetal, como algas y también de algunas larvas de insectos.</p> <p>Hábitat, distribución y reproducción: Viven en grupo, normalmente en cuerpos de agua con bastante dureza, con temperaturas entre los 22 y los 28° C y con pH entre 7.0 y 7.5.</p> <p>Migración: Sin Información</p>

CARACTERÍSTICAS DE LA ICTIOFAUNA	
<p>Jabon</p>  <p>Fuente: Antea Group, 2016 <i>Trichomycterus cf. dorsostriatum</i> (Eigenmann, 1917)</p>	<p>Características: las características del género. Cuerpo alargado y cilíndrico, aunque está muy levemente aplanado por los laterales. Carecen de aleta adiposa y la aleta dorsal se encuentra en la sección posterior del cuerpo, a la altura de las aletas pélvicas. La boca está dispuesta frontalmente y cuenta con tres pares de barbillones sensitivos, dos pares a ambos lados de la boca y un tercer par que nace en las proximidades de las narinas (García-Melo 2005).</p> <p>Hábitos tróficos: Se alimenta principalmente insectos acuáticos, los individuos adultos pueden llegar a comer pequeños peces (García-Melo 2005).</p> <p>Hábitat, distribución y reproducción: Habita cuerpos de agua con fondos de grava y arenosos; hábitos nocturnos, se oculta en el día entre el sustrato.</p> <p>Migración: Sin Información</p>
<p>Coridora meta</p>  <p>Fuente: Antea Group, 2016 <i>Corydoras metae</i> (Eigenmann, 1914)</p>	<p>Características: pez diminuto que alcanza 4.8 cm de LE. Esta especie es muy similar a <i>Corydoras simulatus</i>, pero se diferencia en los siguientes caracteres: en <i>Corydoras metae</i> el hocico es redondeado no agudo; la coloración de la aleta caudal es amarilla como la mayor parte del cuerpo, sin puntos que formen barras irregulares; tiene un menor número de escudetes y a barbilla más larga no sobrepasa la abertura branquial. (INCODRE y UN 2007).</p> <p>Hábitos tróficos: Sin Información</p> <p>Hábitat, distribución y reproducción: reportada únicamente para la cuenca del río Meta. Presentes en cuerpo de agua cercanos a Acacias. Son peces de fondo, que se encuentran entre la vegetación acuática de los remansos. Tienen una mucosa urticante en los radios endurecidos de las aletas dorsal y pélvicas, la cual al disolverse en el agua resulta nociva para otros peces.</p> <p>Migración: Sin Información</p>
<p>Liso</p>  <p>Fuente: Antea Group, 2016 <i>Rhamdia quelen</i> (Regan, 1912)</p>	<p>Características: el género <i>Rhamdia</i> se caracteriza y diferencia de otros bagres por la siguiente combinación de caracteres: tres pares de barbillas; ausencia de dientes en el vómer; doble pliegue labial; proceso supraoccipital libre de la capa supraneural; borde orbital libre; aleta adiposa con el margen posterior libre; fontanela posterior sellada y proceso poscleitral (humeral) bien desarrollado con tres especies confirmadas para Colombia: <i>Rhamdia quelen</i> (Quoy y Gaimard 1824), <i>Rhamdia laukidi</i>, Bleeker 1858, <i>Rhamdia muelleri</i> (Günther 1860).</p> <p>Hábitos tróficos: Es una especie omnívora, con tendencia a la carnivoría.</p> <p>Hábitat, distribución y reproducción: En la cuenca del Orinoco (<i>Rhamdia spp</i>) alcanza tallas de 39 cm LE (Galvis et al.). De amplia valencia ecológica y tipos de hábitats.</p>

CARACTERÍSTICAS DE LA ICTIOFAUNA	
	<p>Las especies tiene hábitos nocturnos, durante el día permanecen ocultas entre la vegetación sumergida, palizadas y rocas en sectores de los ríos donde la pendiente se reduce (Ortega-Lara 2004).</p> <p>Migración: Sin Información</p>
<p>Cucha</p>  <p>Fuente: Antea Group, 2016 <i>Ancistrus triradiatus</i> (Eigenmann, 1918)</p>	<p>Características: peces pequeños que alcanzan 9.2 cm de LE. Cuerpo corto, con el pedúnculo caudal comprimido. De color marrón oscuro, con pequeñas manchas claras que le dan aspecto moteado; todas las aletas tienen bandas transversales. Vientre desnudo desde el hocico hasta el ano; hocico desnudo, sin placas ni odontodes. Mejilla evertible y preopérculo con odontodes desarrollados. Ojos grandes. Los machos nupciales desarrollan barbillas largas y numerosas en el borde del hocico y sobre este. RD I, 7. Parte anterosuperior del rostro desnuda y provista de barbillones bien desarrollados, especialmente en los machos; opérculo e interopérculo móviles por separado; interopérculo con espinas evertibles en forma de ganchos (odontodes); mancha oscura frente a la base de la aleta dorsal, en adultos la superficie ventral con manchas pálidas alargadas y oblongas que suelen fusionarse; crece hasta 12 cm de LT (Galvis <i>et al.</i> 1997 <u>En:</u> INCODRE y UN 2007).</p> <p>Hábitos tróficos: es herbívora, de hábitos crepusculares y nocturnos (Román, 1992).</p> <p>Hábitat, distribución y reproducción: está presente en la cuenca del Orinoco. Se puede encontrar en la quebrada La Loma y Chichimene y los ríos Acacias y Orotoy en el municipio de Acacias, caño Iraca en San Martín y caño La Berraquera en Puerto Gaitán. Se encuentra generalmente en aguas rápidas y fondo pedregoso.</p> <p>Migración: Sin Información</p>
<p>Lapiz</p>  <p>Fuente: Antea Group, 2016 <i>Farlowella vittata</i> (Myers, 1942)</p>	<p>Características: peces medianos con una LE máxima de 22.5 cm. Cuerpo oscuro en el dorso, con una banda oscura que se origina en el hocico, atraviesa el ojo y se continúa hasta donde las placas se fusionan lateralmente; claro en la región ventral. La relación entre la longitud del hocico y el ancho interorbital es mayor a 1.9. La característica de esta especie, además de la banda longitudinal, es la disposición de las placas ventrales en dos filas y la ausencia de una placa ventral media a la altura de la inserción de las aletas pélvicas.</p> <p>Hábitos tróficos: es una especie alguívora.</p> <p>Hábitat, distribución y reproducción: está ampliamente distribuida en la cuenca del Orinoco. Se puede encontrar en los ríos Chichimene, Acacias y Orotoy en el municipio de Acacias, caño Mateguadua en Restrepo, caño Iraca en San Martín, y en el río Meta cerca de su desembocadura en el Orinoco, cerca de Puerto Carreño. Generalmente</p>

CARACTERÍSTICAS DE LA ICTIOFAUNA	
	asociada a ríos y caños de aguas claras del piedemonte, con fondos pedregosos y orillas cubiertas por vegetación. Migración: Sin Información
<p>Bocon</p>  <p>Fuente: Antea Group, 2016 <i>Crenicichla</i> sp.</p>	<p>Características: Caracteres distintivos (género). Peces con el cuerpo alargado; mandíbula inferior extendida un poco por delante de la superior; órbita en la mitad superior de la cabeza; preopérculo aserrado; frente desnuda; escamas cicloideas sobre la cabeza, opérculo, subopérculo, parte anterior del dorso y región ventral. Dos líneas laterales bien desarrolladas con escamas más grandes que las adyacentes y continuadas sobre la aleta caudal con una o dos escamas. Aleta caudal con escamas basales e interradales; aleta dorsal aguzada posteriormente, caudal redondeada; origen del anal justo por debajo del primer radio dorsal blando, posteriormente aguzada. Tres espinas anales. Dientes cónicos y curvados con la serie interna depresible y la serie externa fija (Ploeg 1986 <u>En:</u> Lasso <i>et al.</i>, 2011).</p> <p>Hábitos tróficos: <i>Crenicichla lenticulata</i> es una especie ictiófaga, que consume también insectos (Lasso y Machado-Allison 2000 <u>En:</u> Lasso <i>et al.</i>, 2011).</p>
	<p>Hábitat, distribución y reproducción: Cuencas del Amazonas y Orinoco (Maldonado-Ocampo <i>et al</i> <u>En:</u> Lasso <i>et al.</i>, 2011). Subcuencas: en el Orinoco (Meta, Atabapo, Inírida)(Lasso <i>et al.</i> 2009 <u>En:</u> Lasso <i>et al.</i>, 2011). Son especies comunes en ríos de aguas negras y claras de ambas cuencas, presentes en el cauce principal del río y la gunas o caños de porte mediano a grande.</p> <p>Migración: Sin Información</p>
<p>Ronco</p>  <p>Fuente: Antea Group, 2016 <i>Laciancistrus</i> sp. (Regan, 1904)</p>	<p>Características: Genero que se extiende desde Panamá hasta el Amazonas peruano. Se distingue fácilmente por las espinas del interopérculo (mejilla) que se abre en forma de roseta, y también por el perfil de hocico, que es casi cuadrado, por los ojos grandes y apartados y las tres grandes placas detrás de la cabeza.</p> <p>Hábitos tróficos: Sin Información.</p> <p>Hábitat, distribución y reproducción: Sin Información.</p> <p>Migración: Sin Información.</p>

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

Uno de los aspectos ecológicos a tener en cuenta en la comunidad íctica es el relacionado con la migración. La migración de peces continentales se puede definir como desplazamientos de peces (generalmente en cardúmen) en distancias variables, con una

dirección conocida, predecible, cíclica o periódica, en busca de condiciones adecuadas para completar su ciclo de vida o parte de él (Incder-WWF, 2004). En las cuencas del Orinico y Amazonas, las migraciones son complejas pues se mezclan las realizadas entre los tributarios y los ríos principales con movimientos entre estos y las planicies de inundación. En la cuenca del Orinico principalmente, cuando las especies de migraciones cortas y medianas alcanzan su máxima madurez gonadal, se encuentran en los llanos altos o en el piedemonte andino (Zapata y Usma, 2013).

Tal como se describe en la Tabla 1-19 la especie *Prochilodus mariae* es la única que presenta migración conocida. Según Zapata y Usma (2013) esta especie migra en los meses de noviembre y diciembre (aguas desedentes) de las zonas de rebalse y lagunas al canal principal de los ríos. De acuerdo a estos mismos autores en el río Meta la migración de esta especie se da hasta el piedemonte de los principales ríos y caños.

La cronología de migración de *P. mariae* en la Orinoquia se basa en dos migraciones al año. En aguas desedentes como se mencionó con anterioridad, entre noviembre y diciembre migra desde las zonas de rebalse y lagunas hasta el canal principal de los ríos. En temporada de aguas asedentes en época de invierno (entre marzo y junio) abandona los rebaleses y lagunas y sale a desovar al canal principal de los ríos y remonta a las partes más altas (Zapata y Usma, 2013).

De las especies identificadas ninguna se encuentra reportada en los listados del Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas y en la Resolución 0192 del 23 de febrero de 2014 emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

La riqueza de especies icticas en la gran cuenca del Orinoco es de gran importancia a nivel comercial, ya que muchas de las especies de distintos sectores de la cuenca son utilizadas con fines ornamentales y alimenticios principalmente. Específicamente en el área de interés existen algunas especies que destacan por su potencialidad en términos de uso ornamental y alimentario, tal es el caso de *Bujurquina mariae*, *Characidium chupa*, *Apteronotus galvisi*, que son de interés ornamental y en el caso del primero de auto consumo en el Orinoco, del mismo modo los siluros *Corydoras metae*, *Farlowella vittata* e *Hypostomus plecostomus* son de interés ornamental, principalmente *C. metae* que es una especie apetecida en el mercado internacional por su belleza y particularidad. En términos de consumo el bocachico *Prochilodus mariae* es de importancia en la región, esta especie se vende localmente en los cascos urbanos cercanos a las zonas de pesca en los distintos ríos y también es apetecida en el mercado de la ciudad de Bogotá, centro de consumo hacia donde se dirigen los productos de la Orinoquia (Lasso *et al.*, 2011). De las especies identificadas en la presente fase de campo se identificaron siete (7) taxa con algún tipo de importancia económica en la región, sobresaliendo *C. metae* por su importancia como especie ornamental y *P. mariae* como especie de consumo.

Las especies reportadas en información secundaria que posiblemente se puedan encontrar en la gran cuenca del Orinoco y su uso, cabe anotar que ninguna de las que se mencionan en el listado corresponden a las identificadas en la fase campo.

Tabla 3.3-23 Especies de potencialidad económica reportadas en la zona de la gran cuneca del Orinoco

Especie	O	A	Especie	O	A
<i>Aequidens metae</i>	x		<i>Corydoras melanotaenia</i>	x	
<i>Anchovia surinamensis</i>		x	<i>Corydoras metae</i>	x	
<i>Anchoviella brevirostris</i>		x	<i>Corydoras simulans</i>	x	
<i>Anchoviella guianensis</i>		x	<i>Crenicichla geayi</i>	X	
<i>Anchoviella jamesi</i>		x	<i>Curimata cyprinoides</i>		x
<i>Anchoviella perezii</i>		x	<i>Curimata vittata</i>		x
<i>Ancistrus triraduat</i>	x		<i>Curimatella dorsalis</i>		x
<i>Apistogramma macmasteri</i>	x		<i>Hoplerthrinus unitaeniatus</i>		x
<i>Apteronotus galvisi</i>	x		<i>Hoplias malabaricus</i>		x
<i>Astyanax bimaculatus</i>		x	<i>Hyphessobrycon sweglesi</i>	x	
<i>Astyanax metae</i>		x	<i>Hypostomus niceforoi</i>	x	
<i>Brycon bicolor</i>		x	<i>Jupiaba anteroides</i>		x
<i>Brycon pesu</i>		x	<i>Jupiaba polylepis</i>		x
<i>Bunocephalus amaurus</i>	x		<i>Lasiancistrus tentaculatus</i>	x	
<i>Cyphocharax festivus</i>		x	<i>Leiarius marmoratus</i>		x
<i>Eigenmannia virescens</i>	x		<i>Leporellus vittatus</i>		x
<i>Farlowella mariaelenae</i>	x		<i>Leporinus affinis</i>		x
<i>Farlowella vittata</i>	x		<i>Leporinus boehlkei</i>	x	
<i>Geophagus abalios</i>		x	<i>Leporinus melanopleura</i>		x
<i>Gymnotus carapo</i>	x		<i>Leporinus striatus</i>	x	
<i>Heterocharax macrolepis</i>	x		<i>Limatulichthys griseus</i>	x	
<i>Microglanis iheringi</i>	x		<i>Loricariichthys brunneus</i>	x	
<i>Mikrogeophagus ramirezi</i>	x		<i>Potamotrygon motoro</i>	x	
<i>Nannoptopoma spectabile</i>	x		<i>Potamotrygon orbignyi</i>	x	
<i>Otocinclus vittatus</i>	x		<i>Potamotrygon schroederi</i>	x	
<i>Panaqolus maccus</i>	x		<i>Prochilodus mariae</i>		x
<i>Panaque nigrolineatus</i>	x		<i>Pyrrhulina lugubris</i>	x	
<i>Pimelodella metae</i>		x	<i>Rhamdia quelen</i>		x
<i>Pimelodus blochii</i>		x	<i>Rineloricaria eigenmanni</i>	x	
<i>Pimelodus ornatus</i>		x	<i>Roeboides dentonito</i>		x
<i>Plagioscion squamosissimus</i>		x	<i>Salminus hilarii</i>		x
<i>Chaetostoma dorsale</i>	x		<i>Semaprochilodis insignis</i>		x
<i>Chaetostoma formosae</i>	x		<i>Semaprochilodus kneri</i>		x
<i>Characidium chupa</i>	x		<i>Serrasalmus rhombeus</i>		x
<i>Characidium steindachneri</i>	x		<i>Sorubim lima</i>		x
<i>Characidium zebra</i>	x		<i>Sternarchorhynchus roseni</i>	x	
<i>Cichla orinocensis</i>		x	<i>Triportheus auritus</i>		x
<i>Cicla ocellaris</i>		x	<i>Triportheus brachipomus</i>	x	x

O. Uso ornamental. A. Uso alimentario.

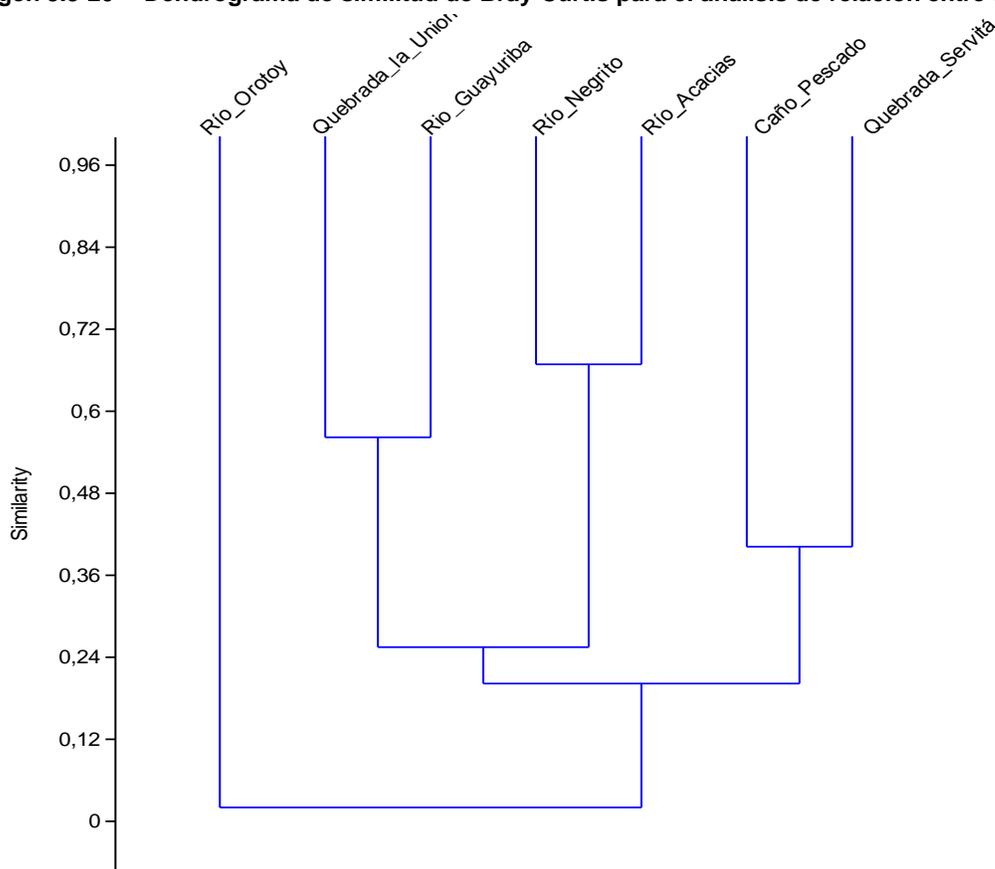
- Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

- **Análisis Estadístico y Correlación con variables Físico-Químicas**

Según el índice de similitud de Bray-Curtis (**Imagen 3.3-20**) la estación más disímil respecto a la ictiofauna es el río Orotoy. En contraste la mayor similitud se encuentra entre las estaciones del río Negrito y del río Acacias que con el 65% estas estaciones se caracterizan por la influencia de las actividades que se realizan alrededor de estos, que les confiere una alta carga de materia orgánica.

El análisis de correspondencia de correspondencia de la fauna íctica es presentado en la **Imagen 3.3-21**. Los ejes 1 y 2 explican el 88.9% de la varianza de la comunidad y su distribución espacial.

Imagen 3.3-20 Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para el análisis de relación entre estaciones



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

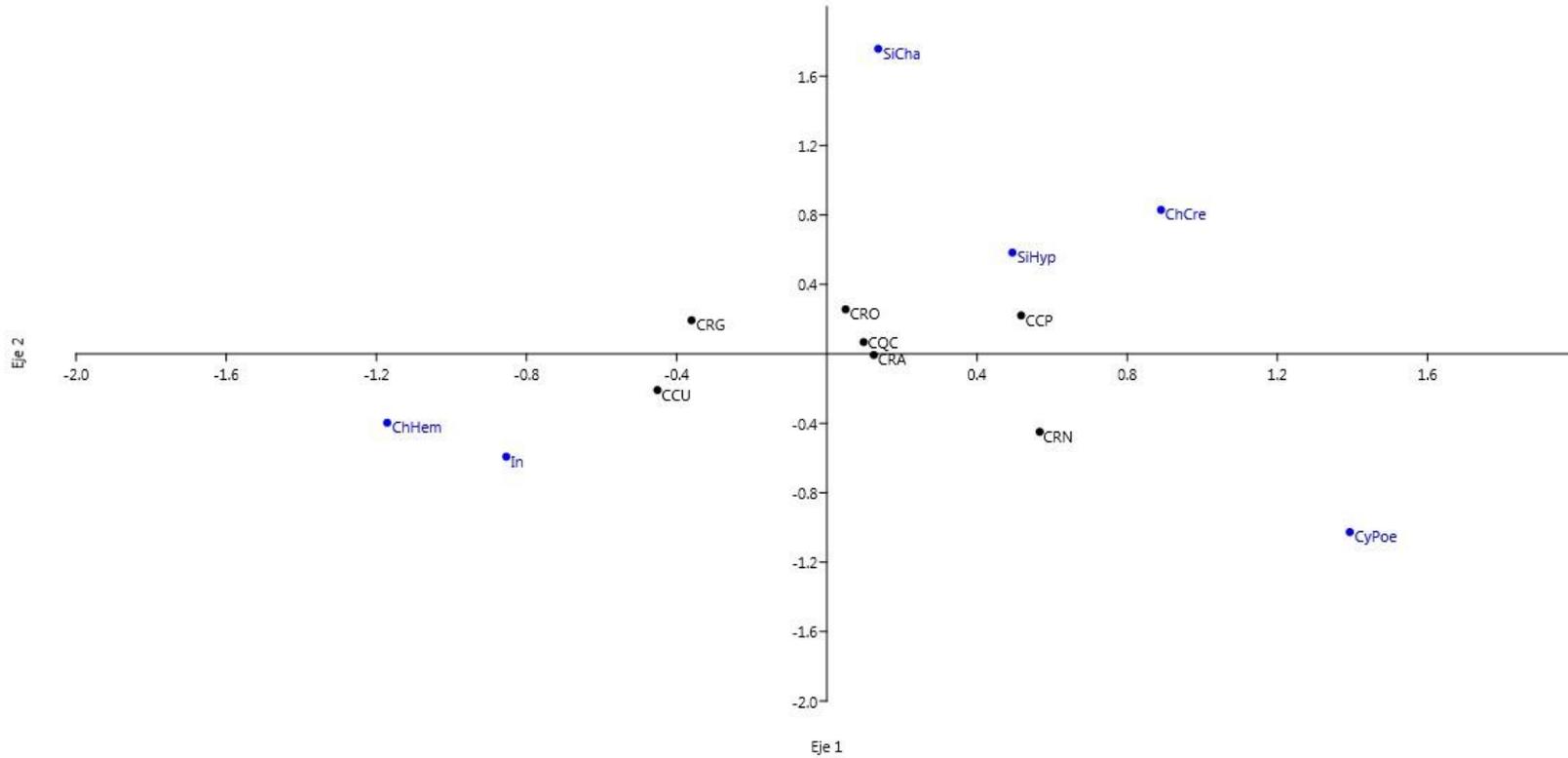
Para establecer la posible relación entre los parámetros físico-químicos e hidrobiológicos se realizó la correlación de Spearman entre el componente principal 1 del análisis de los físico-químicos y el eje 1 del análisis de correspondencia para la comunidad bentónica. En la **Tabla 3.3-24** se observa que el valor de correlación es -0,234, es decir que no es significativa para esta comunidad.

Tabla 3.3-24 Correlacion de spearman entre parámetros fisicoquímicos y la ictiofauna

Correlación de Spearman		PC1	AXIS1
PC1	Coeficiente de correlación	1	-0,234
	Sig. (bilateral)		,545
	N	9	9
AXIS1	Coeficiente de correlación	-0,234	1
	Sig. (bilateral)	,545	
	N	9	9

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

Imagen 3.3-21 Análisis de Correspondencia para la fauna íctica



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

